

Mikko Myllymäki

AIKUISKOULUTUKSEN MONIMUOTOISTAMINEN
KOULUTUSTEKNOLOGIAN AVULLA: CASE KOKKOLAN
YLIOPISTOKESKUS

Tietotekniikan pro gradu -tutkielma

Aineenopettajankoulutuksen linja

26.6.2008

Jyväskylän yliopisto

Tietotekniikan laitos

Tekijä: Mikko Myllymäki

Yhteystiedot: mikko.myllymaki@chydenius.fi

Työn nimi: Aikuiskoulutuksen monimuotoistaminen koulutusteknologian avulla

Title in English: Diversification of the adult education through information and communication technologies

Työ: Pro gradu -tutkielma

Sivumäärä: 105

Linja: Aineenopettajankoulutuksen linja

Teettäjä: Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos

Avainsanat: Etäopetus, etäopiskelu, koulutusteknologia, aikuiskoulutus, videoneuvottelu, streaming.

Keywords: Distance education, distance learning, information and communication technologies, adult education, videoconferencing, streaming.

Tiivistelmä: Tässä tutkielmassa tarkastellaan koulutusteknologian tarjoamia mahdollisuuksia opetuksen monimuotoistamiseen ja aikuisopiskelijoiden opiskelun tukemiseen. Teknologioiden tarkastelu on rajattu koskemaan lähinnä Kokkolan yliopistokeskuksen tietotekniikan maisterikoulutuksen näkökulmasta mielenkiintoisia teknologioita. Tutkimuksen case-osassa keskitytään kuvaamaan tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä tehtyä kehitystyötä ja teknologisia valintoja sekä teknologioiden hyödyntämisen käytänteitä, joilla koulutuksen aikuisopiskelijoita tänä päivänä voidaan tukea.

Abstract: This research examines the opportunities that information and communication technologies can offer in adding variety to traditional contact teaching and in supporting learning of adult learners. Reviewing of technologies has been limited to technologies that are interesting in Kokkola university consortium Chydenius's point of view. The study

case-section focuses to describe context of the development and technological choices made in Kokkola university consortium's master's degree education in information technology, as well as to the practices in which adult education and training on this day can be supported.

Esipuhe

Tämän tutkielman kirjoittaminen on ollut varsin pitkä projekti. Uskon kuitenkin, että työelämän mukanaan tuoma kokemus tutkielman aihealueelta, ja aikuiskoulutuksen monimuotoistamiseen liittyvään tutkimustyöhön osallistuminen, ovat syventäneet aiheen käsittelyä ja antaneet parhaat mahdolliset lähtökohdat tämän tutkielman kirjoittamiselle.

Haluan kiittää suuresti kaikkia minua opiskeluissani tukeneita ja kannustaneita. Erityisesti kiitän tukemisesta ja jaksamisesta perhettäni, johon opiskelullani on varsinkin viimeisen vuoden aikana ollut eniten vaikutusta. Erityiskiitos myös tämän työn ohjaajalle Ismo Hakalalle, jonka kanssa yhteistyössä tehty pitkäjännitteinen tutkimus- ja kehitystyö on antanut mahdollisuudet aiheeseen syventymiseen.

Mikko Myllymäki

Termiluettelo

AAC	Advanced Audio Coding
ACP	Adobe Connect Pro
AD	Analog to Digital
ARPA	Advanced Research Projects Agency
ATM	Asynchronous Transfer Mode
CD	Compact Disc
CD-ROM	Compact Disc Read Only Memory
CIF	Common Intermediate Format
DI	Diplomi-insinööri
DivX	Digital Video Express
DVD	Digital Versatile Disc
EDTV	Enhanced-Definition Television
FTP	File Transfer Protocol
GNU	General Public License
HDTV	High-Definition Television
HOPS	Henkilökohtainen opintosuunnitelma
HTTP	Hypertext transfer protocol
ICS	Intelligent Cooperative Systems

ICT	Information and Communication Technology
IETF	Internet Engineering Task Force
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	International Standards Organisation
ITU	International Telecommunication Union
LAN	Local Area Network
MCU	MultiConnection Unit
MMS	Microsoft Media Server
MPEG	Moving Picture Experts Group
PAL	Phase Alternating Line
PC	Personal Computer
PIP	Picture In Picture
QCIF	Quarter Common Intermediate Format
QoS	Quality of Service
RFC	Request for Comments
RTCP	Real-Time transport Control Protocol
RTP	Real-time Transport Protocol
RTSP	Real Time Streaming Protocol
SIP	Session Initiation Protocol

SMIL	Synchronised Multimedia Integration Language
SQCIF	Sub quarter Common Intermediate Format
SQL	Structured Query Language
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
VHS	Video Home System
VNC	Virtual Network Computing
VoIP	Voice over IP
VRML	Virtual Reality Modeling Language
WWW	World Wide Web
XML	Extensible Markup Language

Sisältö

1	JOHDANTO	1
2	TEOREETTISIA LÄHTÖKOHTIA	4
2.1	OPPIMISKÄSITYKSIÄ.....	4
2.1.1	Behavioristinen oppimiskäsitys	5
2.1.2	Kognitiivinen oppimiskäsitys	7
2.1.3	Nykyinen oppimiskäsitys.....	9
2.2	AIKUISEN OPPIMINEN.....	14
2.2.1	Elinikäisen oppimisen muodot.....	16
2.3	OPPIMISTYYLEISTÄ.....	17
2.4	OPPIMISYMPÄRISTÖ-AJATTELU.....	18
2.4.1	Oppimisympäristöt.....	20
2.5	OPETUSJÄRJESTELYT	22
2.5.1	Etäopetus.....	23
2.5.2	Monimuoto-opetus.....	25
2.5.3	Sulautuva opetus	26
3	OPETUSTEKNOLOGIAT	28
3.1	TEKNOLOGIOISTA YLEISESTI.....	28
3.2	VERKKO-OPPIMISYMPÄRISTÖ.....	31
3.2.1	Historiaa.....	33
3.2.2	Rakenne ja toiminnot.....	34
3.2.3	Asiakas-palvelin –malli	35
3.2.4	Haasteet.....	37
3.3	VIDEOTEKNOLOGIOIDEN STANDARDIT	38
3.3.1	Tiedonsiirron standardeja	38
3.3.2	Videon ja äänen pakkauksen standardeja	39
3.3.3	Äänenpakkauksen standardeja.....	42
3.3.4	Kuvakoon standardeja.....	42
3.4	VIDEONEUVOTTELU.....	43
3.4.1	Videoneuvottelun historiaa	43
3.4.2	Videoneuvottelun standardit.....	44
3.4.3	Monipisteneuvottelu	46
3.4.4	Laitteisto	47

3.4.5	Videoneuvottelun käyttö opetuksessa.....	52
3.5	VERKKOVIDEOT.....	53
3.5.1	Tallennusjärjestelmän rakenne	54
3.5.2	Jakelu	54
3.5.3	Pakkaus	56
3.5.4	Mediapalvelimet	56
3.5.5	Toisto-ohjelmat	57
3.5.6	SMIL.....	57
3.6	SOVELLUKSENJAKO	58
3.6.1	Virtual Network Computing	59
3.7	YHTEISTYÖN VERKOSSA MAHDOLLISTAVIA TEKNOLOGIOITA	60
3.7.1	Adobe Connect Pro.....	61
3.7.2	Microsoft NetMeeting.....	63
3.7.3	Skype	64
3.7.4	Polycom WebOffice	66
4	CASE: KOKKOLAN YLIOPISTOKESKUS CHYDENIUS - TIETOTEKNIIKAN MAISTERIKOULUTUS.....	68
4.1	INFORMAATIOTEKNOLOGIAN YKSIKÖN KOULUTUSTEKNOLOGIAAN LIITTYVÄN KEHITYSTYÖN HISTORIAA	70
4.1.1	Oppimisalustaan liittyvä kehitys.....	71
4.1.2	Videoteknologioihin liittyvä kehitys	72
4.2	NYKYTILANNE	73
4.2.1	Opiskelijoiden erityispiirteet.....	74
4.2.2	Opetusjärjestelyt	75
4.3	WWW-POHJAINEN OPPIMISYMPÄRISTÖ.....	75
4.3.1	Oppimisalusta käytännössä.....	76
4.3.2	Oppimisalustaan liittyvät tulevaisuuden kehitysnäkymät.....	80
4.4	VERKKOVIDEOT.....	80
4.4.1	Verkkovideot käytännössä.....	82
4.4.2	Verkkovideoihin liittyvät tulevaisuuden kehitysnäkymät	86
4.5	MUUT TEKNOLOGIAT	87
4.5.1	Etäohjauksen työkalut.....	87
4.5.2	Sovelluksenjako	89
4.5.3	Animaatiot	90

4.5.4	Videoneuvottelu.....	91
5	POHDINTA.....	92
	LÄHTEET	95

1 Johdanto

Nykyisen tietoyhteiskuntamme yhtenä keskeisenä tavoitteena on elinikäinen oppimisprosessi, joka on yhä enenevässä määrin aikaan ja paikkaan sitoutumaton. Uudenlaisia koulutusteknologisia ratkaisuja, joilla pyritään vastaamaan tämän tavoitteen luomiin haasteisiin, kehitetään koko ajan. Näiden teknologioiden keskeinen tavoite on luoda ajan ja paikan suhteen joustavampia, yksilöllisiä, opiskelumahdollisuuksia kaikille halukkaille. Koulutusteknologian ratkaisut antavat monia uusia mahdollisuuksia koulutuksen toteutukselle, mutta ne myös edellyttävät uusia valmiuksia niin opetusta järjestävältä taholta, opetuksen toteuttajalta kuin itse opiskelijaltakin.

Tieto- ja viestintätekniiikan opetuskäytössä voidaan erottaa kolme pääasiallista osa-aluetta, joskin näiden rajat ovat hieman häilyviä. Ensimmäinen osa-alue on tietokoneavusteinen, opetusohjelmien käyttöön perustuva lähestymistapa. Usein tällöin puhutaankin tietokoneavusteisesta tai tietokonevälitteisestä opetuksesta. Toinen osa-alue käyttää hyväkseen erilaisia työvälinohjelmistoja. Työvälinohjelmistot ovat joko yleiskäyttöisiä, kuten esimerkiksi Microsoft Office ohjelmat, tai erityisesti opetuskäyttöön tehtyjä sovelluksia, kuten esimerkiksi käsitekarttojen laatimiseen käytettävät ohjelmat. Kolmas osa-alue, jonka tarkastelemiseen tämä työ ensisijaisesti keskittyy, on tietoverkkojen hyödyntäminen opetuksessa. Tämä osa-alue on laajentunut viimeaikoina huomattavan paljon. [56]

Tietotekniikan käyttöä opetuksen apuvälineenä voidaan perustella muutamistakin näkökohdista. Kun koulutuksessa käytetään apuna tietotekniikkaa oppijat tottuvat tietokoneisiin ja omaksuvat uuden teknologian käytön, joka on heille yhä enenevässä määrin tärkeää jokapäiväisessä elämässä. Tietotekniikan käytöllä, silloin kun se on tarkoituksenmukaista, voidaan myös tukea oppimisprosesseja ja parantaa oppimistuloksia. Eräs merkittävä koulutusteknologian käyttöä puolustava tekijä onkin erilaisten oppimistyylien tukeminen. Opiskelijat oppivat eri tavalla. Yhdelle opiskelijalle sopii paremmin luennoilla istuminen tai harjoitusten tekeminen. Toinen taas saattaa saada suurimman hyödyn kerratessaan toistuvasti luentoja videoilta. Koulutusteknologian avulla pystytään erilaisille oppijoille tarjoamaan enemmän erilaisia mahdollisuuksia opiskella.

Tietotekniikka mahdollistaa oppimisympäristöjen luomisen uusilla, innovatiivisilla tavoilla, joiden tuloksena voi syntyä oppimista, jollaista voisi olla vaikeaa, ellei jopa mahdotonta toteuttaa ilman tietokoneita [35]. Toisaalta on hyvä muistaa, että tietotekniikan avulla ei pystytä kuitenkaan mitenkään poistamaan kaikkia opetuksen toteuttamiseen liittyviä ongelmia [66].

Varsinkin aikuiskoulutus ja työn ohessa tapahtuva opiskelu tuo mukanaan monia sellaisia tarpeita, joihin voidaan etsiä vastausta koulutusteknologioiden käytöllä. Tällaiseen opiskeluun liittyy useita merkittäviä erityispiirteitä, jotka asettavat opiskelijoille ja sitä kautta myös opetusta järjestävälle taholle paljon haasteita. Aikuisopiskelijat ovat usein työssä käyviä, perheellisiä ihmisiä. Tämä asettaa rajoituksia heidän opiskeluun käyttämälleen ajalle. Työn ohessa suoritettavaksi suunniteltu koulutus onkin käytännössä usein järjestettävä varsinaisen virka-ajan ulkopuolella, eli iltaisin ja viikonloppuisin. Ajankäytön rajoitteet aiheuttavat opiskelijoille satunnaisia poissaoloja ja toisaalta tekevät koulutuksen tarjoajalle vaikeaksi poissaolojen paikkaamisen järjestämällä ylimääräisiä kertauksia ja harjoituksia. Ajankäytön rajallisuus on tällöin usein myös nähtävissä selkeästi opintosuorituksissa ja valmistumisajoissa [20]. Tyypillisesti aikuisopiskelijat asuvat myös melko laajalla alueella, toisin kuin päätoimiset nuoret opiskelijat, jotka asuvat usein opiskelupaikan lähellä. Tällainen maantieteellinen hajanaisuus on eräs merkittävä rajoite opiskelulle. Pitkät etäisyydet rajoittavat niin järjestettyyn opiskeluun osallistumista, kuin myös esimerkiksi viestintää opiskelijoiden ja opetusta järjestävän tahon kesken. Haastetta opiskelijoiden ja koulutuksen tarjoajan väliselle viestinnälle asettaa myös jo aiemmin mainittu opetustoiminnan keskittyminen virka-ajan ulkopuolelle. Etäisyydet rajoittavat myös opiskelijoiden keskinäistä kanssakäymistä ja vaikeuttavat esimerkiksi harjoitustöiden tekemistä ryhmissä.

Tässä työssä tarkastellaan koulutusteknologian mahdollisuuksia edellä mainittujen haasteiden ratkaisemiseksi. Työn luvussa 2 esitetään oppimiseen liittyviä teoreettisia taustoja kuten oppimiskäsityksiä, aikuisten oppimista ja oppimistyyliä. Tämän jälkeen luvussa 3 käydään läpi koulutusteknologisia ratkaisuja nimenomaan teknologisesta näkökulmasta. Tässä työssä keskitytään tarkastelemaan Kokkolan yliopistokeskuksen informaatioteknologian yksikössä järjestettävän tietotekniikan maisterikoulutuksen

näkökulmasta merkityksellisiä työkaluja. Teknologioiden avulla toteutettu opetus on vakiintunut jo olennaiseksi osaksi monien organisaatioiden järjestämää koulutusta. Näin on myös Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksen tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä, jossa tieto- ja viestintäteknologia on erittäin voimakkaasti integroitunut koko koulutusohjelman järjestämisen yhteyteen. Informaatioteknologian yksikössä eri teknologioihin perustuvia käytänteitä ja toimintatapoja opintojen joustavuuden lisäämiseksi on kehitetty aktiivisesti vuodesta 1999 lähtien. Luvussa 4 keskitytäänkin tarkastelemaan koulutusteknologioiden avulla luotua, työn ohessa tapahtuvaan aikuisopiskeluun soveltuvaa koulutuskonseptia ja tarkastellaan koulutusteknologiaihin liittyvän tutkimus- ja kehitystoiminnan tuloksia.

Tämän työn tulokset pohjautuvat Kokkolan yliopistokeskuksen järjestämän tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä vuodesta 1999 alkaen tehtyihin koulutusteknologioiden hyödyntämistä koskeviin tapaustutkimuksiin. Näiden tutkimusten pohjalta tutkielmassa tarkastellaan erilaisten opetusteknologioiden tarjoamia mahdollisuuksia monimuotoistaa perinteistä lähiopetusta nimenomaan yliopistotasoisessa koulutuksessa. Erityisesti keskitytään tarkastelemaan opetuksen monimuotoistamista ja joustavuuden lisäämistä työn ohessa tapahtuvassa aikuiskoulutuksessa. Työssä tuodaan esille Informaatioteknologian yksikössä käytettyjen teknologioiden käyttöönoton motivaatioita, käyttötapoja ja kokemuksia niin koulutuksen järjestäjän, opettajien kuin myös opiskelijoiden näkökulmasta.

2 Teoreettisia lähtökohtia

Oppimista tapahtuu kaikkialla joko tiedostetusti, tai oppijan itse sitä tiedostamatta. Tässä luvussa tarkastellaan oppimista, siihen liittyviä käsitteitä, oppimisympäristöajattelua sekä opetuksen järjestämisen erilaisia muotoja.

2.1 Oppimiskäsityksistä

Kaiken systemaattisen opettamisen ja opiskelun perustana on jokin käsitys oppimistapahtuman luonteesta, oppimisesta. Niin opettajan kuin oppijoidenkin toimintaan vaikuttaa vallitseva oppimiskäsitys, se miten opettamisen ja oppimisen kulloinkin ajatellaan parhaiten tapahtuvan. Oppimiskäsitysten vaikutus ei useinkaan ole tietoista. Kyse onkin oikeastaan siitä, millainen psykologinen oppimisen teoria parhaiten kuvailee ja selittää oppimisympäristön toimintaa.

Oppimiskäsitykset on todettu erittäin vaihteleviksi ja monimuotoisiksi. Käsitteisiin myös vaikuttavat monet tekijät, kuten yleiset käsitykset inhimillisen tiedon ja psyykkisten prosessien luonteesta, yhteiskunnalliset perinteet ja normit ja myös ne odotukset, joita yhteiskunta on kulloinkin opetukselle ja koulutukselle asettanut. Oppimiskäsityksiin vaikuttavat myös oppimista koskevan tutkimuksen teoriat ja tulkintaperinteet. [74]

Oppimiskäsitykset jaetaan tavanmukaisesti behavioristiseen, kognitiiviseen ja konstruktivistiseen oppimiskäsitykseen. Vaikka behaviorismi on näistä oppimiskäsityksistä vanhin ja konstruktivismi tuorein, ei voida kuitenkaan sanoa, että behaviorismi olisi huono oppimiskäsitys ja konstruktivismi uudempana parempi. Erilaiset oppimiskäsitykset soveltuvat erilaisten oppimistavoitteiden saavuttamiseen. Se mikä oppimiskäsitys on kulloinkin parhaiten soveltuva, riippuu mm. opetettavasta asiasta ja oppijoiden motivaatiosta. Suurin muutos oppimiskäsitysten kehityksessä on tapahtunut siinä, miten huomiota kiinnitetään nykyisin oppimiseen, ei pelkästään opetukseen. Nykyään ei enää ajatella, että ihminen oppii asiat samalla tavalla kuin laboratorionkokeissa käytetty rotta, tai että aikuinen oppii samalla tavalla kuin lapsi.

2.1.1 Behavioristinen oppimiskäsitys

Behaviorismi oli vallitseva oppimiskäsitys 1920-luvulta aina 1960-luvulle saakka. Behaviorismi on pohjimmiltaan ihmisen ja eläimen käyttäytymisen tarkkailua ja ymmärtämistä. Oppimista haluttiin havainnoida luonnontieteellisin tutkimusmenetelmin ja saada oppimisesta näin objektiivista tietoa. Ihmisen katsottiin pohjautuvan käyttäytymismalleiltaan eläimiin, joten eläinkokeilla voitiin testata myös miten ihminen toimisi eri tilanteissa [74]. Syntyi käsitys ehdollistumisesta, jonka ideana on että käytöstä voidaan ohjata ulkoa käsin ärsykkeillä. Behavioristeilla tämä johti lopulta kasvatusoptimistisiin päätelmiin [81]. Kasvatusoptimismia parhaimmillaan kuvaa John B. Wattsonin näkemys:

”Antakaa minulle tusinan verran terveitä vauvoja, jotka ovat kaikki hyvin kehittyneitä. Antakaa minulle myös oma spesifinen maailma, jossa heitä kasvattaisin, niin voin taata, että voisin satunnaisesti ottaa minkä tahansa heistä ja kouluttaa hänestä minkä tahansa valitsemani spesialistin. Lääkäriin, lakimiehen, taiteilijan, kauppiaan, päällikön, jopa kerjäläisen tai varkaan, riippumatta siitä, mitkä hänen lahjansa, taipumuksensa tai kutsumuksensa ovat, taikka siitä, minkä rotuisia hänen esivanhempansa olivat.”

Teoreettisen perustan behavioristisille oppimiskäsityksille muodosti Venäläisen fysiologin Ivan Pavlovin tekemät havainnot eläinten oppimisesta. Pavlov tutki koirien syljen eritystä ja huomasi koirien ruokkijan askelten äänien laukaisevan koirien syljenerityksen jo ennen ruoan antamista. Ilmiötä tutkittaessa voitiin osoittaa, että jokin tietty, toimintaan normaalisti kuulumatonkin ärsyke voi saada aikaan refleksinomaisen reaktion. Keskeinen oletus behavioristisessa oppimiskäsityksessä onkin, että oppimistilanteen toiston avulla ja toivottavaa käyttäytymistä palkitsemalla ehdoton reaktio muuttuu ehdolliseksi reaktioksi. Tämä toivottavan reaktion toistuminen on oppimista, jota kutsutaan klassiseksi ehdollistumiseksi. [81]

Behaviorististen periaatteiden käyttö opetuksessa perustuu pitkälti B. F. Skinnerin operantin ehdollistumisen teoriaan. Skinner ei ollut kiinnostunut oppijan aikomuksista, tuntemuksista, halusta tai motivaatiosta. Hänen mukaansa ihminen reagoi ärsykkeeseen. Ihminen nähdään passiivisena, ympäristön palautteen antamisesta riippuvaisena olentona.

Skinnerin mukaan opetettava aines esitetään pieninä yksikköinä, esimerkiksi muutamina lauseina ja niihin liittyvinä kysymyksinä. Oppija vastaa näihin yksikköihin ja vastausta seuraa välittömästi palaute eli vahvistaminen. Opetettavat yksiköt on pyrittävä laatimaan niin, että vääriä vastauksia vältetään ja samalla siten, että opituista yksiköistä rakentuu asteittain hierarkkinen tietokokonaisuus. [81] Behaviorismin keskeisiä ajatuksia onkin opettajakeskeisyys ja selkeä erottelu opettajan ja oppilaan välillä. Opettajan tehtävä behavioristisen näkemyksen mukaan on siis jakaa opittava aines sopiviin osakokonaisuuksiin, valita oikeat ärsykkeet saadakseen aikaan oikeat reaktiot, eli toivottavaa käyttäytymistä, ja antaa palautetta oppilaiden reaktioista palkitsemalla tai rankaisemalla sopivissa määrin. Oppiminen tapahtuu ikään kuin tiedon siirtona opettajasta oppilaaseen ja oppilas on passiivinen vastaanottaja, siinä missä opettaja on aktiivinen toimija. [12], [74], [81]

Toisen maailmansodan jälkeen kognitiiviset oppimiskäsitykset alkoivat olla vallalla behaviorististen käyttäytymisteorioiden alkaessa menettää suosiotaan. Behaviorismin teorioiden selkeys ja eksplisiittisyys helpotti niiden osoittamista riittämättömiksi. Behaviorismin periaatteiden mukaista opetusta on silti yhä nähtävissä koulumaailmassa. Parhaiten behavioristinen vaikutus näkyy Skinnerin kehittelemässä behavioristisen tutkimuksen tukemassa opetusteknologisessa mallissa joka on jossain määrin ollut ja on edelleen nähtävissä koulussa mm. oppimateriaaleissa. Opetusteknologista mallia ei pidä sekoittaa opetusteknologioiden käyttöön opetuksessa. Opetusteknologisessa mallissa opetus suunnitellaan siten, että ennalta asetetut tavoitteet saavutetaan ”yksi askel kerrallaan”. Tavoite puolestaan määritellään siten, että tulokset ovat selvästi havaittavissa ja mitattavissa. Oppiaines pilkotaan myös tavoitteiden mukaisesti ja käsitellään osa kerrallaan. Opetusteknologisen mallin keskeisimpiä periaatteita ovatkin systemaattinen ennakkosuunnittelu, opetustavoitteiden tarkka määrittely, opettajan ja oppiaineen keskeinen asema ja oppimisen tarkka arviointi suhteessa tavoitteisiin. Usein opettajat myös korostavat palautteen merkitystä, jonka avulla myös Skinnerin mukaan pystytään suuntaamaan oppiminen kohti haluttua kohdetta. [61], [74]

Suurin kritiikki behaviorismia kohtaan kohdistuu sen yksinkertaisuuteen ja yksipuolisuuteen ihmisen oppimiseen sovellettaessa. Behaviorismi ei kiinnitä huomiota

siihen ymmärtääkö oppija opitun asian vai muistaako asian vain ulkoa. Nykyään vallalla on myös ajatus siitä, että annetun tiedon ja asian oppimisen välillä tapahtuu yksilöllinen prosessi, jossa oppija arvioi, jäsentää ja muokkaa saamiaan tietoja aikaisempien tietojensa pohjalta.

2.1.2 Kognitiivinen oppimiskäsitys

1900-luvun puolivälin jälkeen alettiin behaviorismin rinnalla tutkia ihmisen kognitiivisia toimintoja, havaintoja, muistia, ajattelua ja tarkkaavaisuutta oppimisprosessissa. Huomiota alettiin siis kiinnittää informaation prosessointiin ja ihmiseen tiedon käsitteijänä. Heräsi ajatus siitä, että oppimiseen vaikuttaa myös oppija ja hänen ominaisuutensa, usein vieläpä enemmän kuin opettaja tai itse opetus. Kognitiivisen oppimiskäsityksen nousulle edellytyksiä loi havahtuminen siihen, että tieto ei olekaan pysyvää ja tasaisesti kumuloituvaa, vaan tietomme muuttuvat maailman mukana nopeastikin. Niinpä oppijoilla tulisi olla hyvät edellytykset oppia jatkuvasti uutta. Tarve oppimaan oppimiselle oli ilmeinen. [73]

Kognitiivisen oppimisenäkemyksen kannattajat uskovat, että jo havaintoja tehdessämme tulkitsemme ja valikoimme informaatiota ns. skeemojen ohjaamana. Tulkinta ja valikointi voi tapahtua tietoisesti tai tiedostamatta. Skeema on aiemman tiedon ja kokemusten muokkaama ennakkokäsitys, joka ohjaa havaitsemista ja uuden informaation vastaanottoa tästä ilmiöstä. Myös skeemat puolestaan muuttuvat jatkuvasti kun uusi tieto muokkaa ja muuttaa niitä [73]. Saadut havainnot liitetään aikaisempaan tietoon ja tulkitaan sen pohjalta. Samasta objektiivisesta informaatiosta eri yksilöt voivat näin ollen samalla hetkellä tehdä erilaisia havaintoja. Esimerkiksi jonkin aihealueen ammattilainen voi nähdä tärkeitäkin asioita sellaisessa oman alansa informaatiossa, joka ei maallikolle kerro mitään. Jos havaittu tieto yhdistyy aikaisemmin opittuun mielekkäästi, se myös muistetaan paremmin, eli tiedot eivät varastoidu yksittäisiksi tiedoiksi, vaan aikaisempiin tietoihin liittyviksi laajemmiksi rakenteiksi. Oppiminen voidaan siis nähdä tiedon muistiin tallentumisena erilaisten prosessien jälkeen. Koska tämä prosessointi voi olla hyvinkin erilaista eri yksilöiden välillä, täytyy kognitiivisen oppimiskäsityksen mukaan opetusta yksilöllistää niin pitkälle kuin mahdollista [12]. Kognitiivisen oppimiskäsityksen mukaan

oppimiseen vaikuttavat myös oppimistilanteeseen kulloinkin vaikuttavat osatekijät, joista oppija on yksi. Muita oppimiseen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi tilanteen vaatimukset, oppijan ominaispiirteet, tehtävän vaatimukset, oppijan tavoitteet, asenteet ja motivaatio.

Oppimisen voidaan kognitiivisen oppimiskäsityksen mukaan katsoa tapahtuvan kahdella tavalla. Uusi tieto joko sulautuu vanhoihin tietoihin, eli se voidaan sellaisenaan lisätä vanhojen tietojen joukkoon ilman ristiriitoja, tai uusi tieto on ristiriidassa vanhojen tietojen kanssa. Ristiriitatilanteessa vanhat tiedot joudutaan hylkäämään ja korvaamaan uusilla [81]. Tiedollisen ristiriidan virittäminen onkin keskeinen motivointikeino kognitiivisessa psykologiassa. Kun tiedollinen ristiriita syntyy, oppija pyrkii hankkimaan uutta tietoa, ja suhteuttaa sitä vanhaan tietoon ratkaistakseen ongelman. Toisin kuin behaviorismissa, kognitiivisessa psykologiassa korostetaan tällaista sisäistä palkintoa [12]. Kognitiivisen oppimiskäsityksen mukaan täydellinen opetustapahtuma sisältää motivoinnin, orientoinnin, tiedon jakamisen, käyttämisen ja soveltamisen, sekä arvioinnin. Oppijan täytyy saada palautetta oppimastaan, ja tästä syystä arviointia pidetään keskeisenä. Arviointi kohdistuu opittavan asian oikeellisuuden ja käyttökelpoisuuden lisäksi myös oppijan oppimistapojen arviointiin [13]. Opettajan tehtävässä korostuu paitsi tiedon jakaminen ja palautteen antaminen, myös tavoitteiden asettamisen ohjaaminen [12].

Kognitiiviseen oppimiseen kuuluvat myös erilaiset oppimisstrategiat. Holistista oppimisstrategiaa noudattavat oppijat keskittyvät kokonaisuuksiin ja sisällön ymmärtämiseen. Oppijat jotka pyrkivät puolestaan muistamaan suuren määrän yksityiskohtia toteuttavat serialistista oppimisstrategiaa. Usein serialisteilla on vaikeuksia muistaa opittavan asian ydintä.

Kognitiivisen oppimiskäsityksen vaikutus näkyy nykyisissä oppimiskäsityksissä. Konstruktivismi eri suuntauksineen pohjautuu pitkälti kognitiiviseen oppimiskäsitykseen ja jotkut tutkijat jopa luokittelevat konstruktivismin kognitiivisen suuntauksen nykyvaiheeksi. [81]

2.1.3 Nykyinen oppimiskäsitys

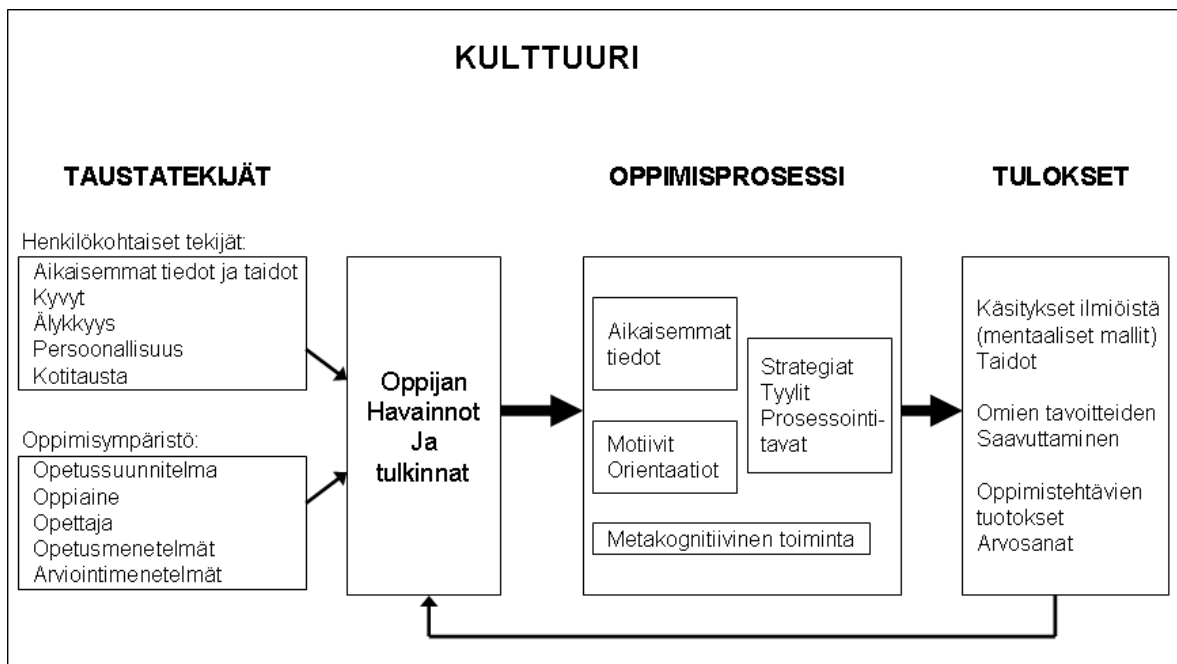
Mikään edellä mainituista oppimiskäsityksistä ei ole täydellinen vaan ne kaikki ovat jollakin tavalla vajaita tapoja käsitellä asiaa ja jokaista kohtaan voidaan esittää jotakin kritiikkiä. Oppimisteoreettisista kysymyksistä käydäänkin jatkuvasti tieteellistä keskustelua, joka muokkaa nykyisiä oppimiskäsityksiä. Nykyisin vallalla olevaa oppimiskäsitystä voitaisiinkin pitää eräänlaisena sekoituksena edellisistä. Nykyisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen on konstruktivistista, kumulatiivista, rakenteellista, itseohjautuvaa, strategista, päämäärään suuntautunutta, tilannespesifiä, abstraktia, yhteistoiminnallista ja yksilöllisesti erilaista tiedon prosessointia [45].

1900-luvulla on oltu melko yksimielisiä siitä, että oppimistapahtumaan myötävaikuttavat toisaalta ihmisen biologisesti määräytyvät oppimisen mahdollisuudet, rajoitukset ja tavat hahmottaa informaatiota, toisaalta aistien välittämä informaatio. Erimielisyyttä on ollut lähinnä näiden tekijöiden painottumisesta oppimistapahtumien säätelyssä ja oppimisen aktiivisen toiminnan osuudesta. 1950-luvulta alkaen oppimista on pidetty pääosin tiedon konstruoimisprosessina. Nykyään vallalla olevaa oppimiskäsitystä kutsutaankin konstruktivistiseksi oppimiskäsitykseksi. Alkuaan konstruktivismi korosti nimenomaan yksilöllistä ajattelua merkitysten luomiseksi asioille, kun taas nykyteoria korostaa enemmänkin sosiaalista oppimista ja myös tilannesidonaisuutta [74]. Konstruktivistinen ja kognitiivinen oppimiskäsitys ovat hyvin samankaltaisia. Oppimisen lähtökohtana konstruktivismissa on aiempaa korostetummin opiskelijan aikaisemmat tiedot ja oppijan uusien konstruktioiden toimivuuden kokeileminen. [73]

Konstruktivismi perustuu kognitiivisen psykologian mukaiseen käsitykseen oppimisesta [90]. Konstruktivistisessa oppimiskäsityksessä mielenkiinto kohdistuu yksilön sisäisiin prosesseihin oppimistoiminnassa. Opiskelijan nähdään olevan aktiivinen ja itseohjautuva, kun taas opettaja on auttaja ja tuen antaja. Opiskelija itse asettaa konstruktivismin mukaisesti itselleen oppimistavoitteet ja valitsee myös strategiat joita käyttää. Opettajan tehtävänä on auttaa ja ohjata oppijaa tässä tehtävässä sekä rohkaista ja ohjata oppijaa itsenäiseen ja aktiiviseen tiedonhankintaan [4], [99]. Konstruktivismi mainitaankin usein pedagogisena ja didaktisena lähtökohtana verkkopohjaisissa oppimisympäristöissä, joissa

usein toteutetaan etä- ja itseopiskelua ja joissa oppijan itseohjautuvuudella on suuri merkitys opintojen onnistumisen kannalta. [45], [55], [61]

Konstruktivistisessa oppimiskäsityksessä opetuksen lähtökohtana tulisi olla oppijan tapa hahmottaa maailmaa ja sen tulkintaan käytettyjä käsitteitä, joiden varassa oppija rekonstruoi opetuksen sisällön [74]. Konstruktivismiin mukaan oppiminen tapahtuu aina siten, että uutta tietoa tulkitaan vanhojen ennakkokäsitysten pohjalta, ja muodostetaan siitä uusi tietokokonaisuus [44]. Oppimisen keskeisinä tekijöinä korostetaan siis oppijan omien konstruktivististen ajatusprosessien aktiivisuutta, oppijan mietiskelyä, ongelmanratkaisua ja argumentointia eli oppijan metakognitiivisten prosessien merkitystä. Oppimiseen kuuluu myös olennaisesti tiedon ja oppimisen liittäminen käytännön elämän tilanteisiin. Oppiminen tapahtuu siis aina suhteessa aikaisempiin kokemuksiin ja tietorakenteisiin. [24], [53], [90], [95] Oppimistilanteessa syntyvään konstruktion vaikuttavat paitsi aistein havaitut seikat, myös oppijan omat ennakko-oletukset ja aikaisempi tieto, ympäröivä kulttuuri sekä oppimiskontekstin fyysiset, sosiaaliset ja emotionaaliset tekijät. Oppimisen kannalta on myös oleellista, että oppija pyrkii tiedostamaan, mitä hän kulloinkin ymmärtää ja osaa tai ei ymmärrä ja ei osaa. Kun tämä tiedostetaan, on relevanttien kysymysten asettaminen helpompaa, ja järkevä tiedonhaku mahdollista [73]. Kuvassa 1 esitetään kokonaismalli oppimisesta, josta voidaan nähdä oppimiseen vaikuttavat tekijät konstruktivistisesta näkökulmasta [93].



Kuva 1: Oppimisen kokonaismalli. [93]

Konstruktivistisesta näkökulmasta edellä mainitun kaltainen toiminta on tyypillistä kaikille opiskelijoille opiskelutaidoista riippumatta. Oppijoiden oppimisvaikeudet johtuvatkin usein siitä, että he eivät tarpeeksi aktiivisesti pyri hahmottamaan saamaansa tietoa ja sen yhteyttä aikaisempaan tietopohjaan, vaan pyrkivät ottamaan vastaan uuden tiedon sellaisenaan [44].

Vaikka konstruktivisessa oppimiskäsityksessä oppiminen on hyvin yksilökeskeistä, oppimisen kannalta erittäin merkityksellisenä pidetään myös sosiaalista vuorovaikutusta. Sosiaalisessa kanssakäymisessä yksilölliset kognitiiviset prosessit aktivoituvat ja myös tulevat näkyviin niin oppijalle itselleen kuin muillekin. Näin mahdollistuu näiden prosessien reflektointi itsenäisesti ja muiden kanssa. Lisäksi yrittäessämme ymmärtää toisiamme syntyy konfliktitilanteita, jolloin joudumme korvaamaan virheellisiä sisäisiä, vanhoja käsityksiämme uusilla. [39], [74], [81]

Oppimiseen vaikuttaa myös se, missä oppiminen tapahtuu. Voidaan esimerkiksi pohtia, onko luokkahuone oppimisen kannalta tarkoituksenmukaisin paikka. Oppiiko autoa ajamaan luokassa vai autossa? Monessa tapauksessa oppiminen on tehokkainta juuri siinä

asiayhteydessä, jossa opittua sisältöä on tarkoitus hyödyntää. Oppiminen tapahtuu siis aina jossakin kontekstissa, joka olemassaolollaan jäsentää ja ohjaa oppimista. Konteksti on paikkaan ja aikaan sidottu oppijan toiminnan ympärille jäsentynyt kokonaisuus, jolla on merkittävä vaikutus oppimiseen. Lisäksi yhdessä kontekstissa, esimerkiksi luokkahuoneessa voi olla useita erilaisia oppimistilanteita. Oppimisen katsotaankin olevan tilanne- ja kulttuurisidonnaista. [34]

Konstruktivismia voidaan pitää eräänlaisena teoreettisena näkemyksenä, joka kokoaa alleen tietynlaisia oppimisprosessia koskevia käsityksiä ja käsittää monia eri tavoin painottuneita suuntauksia [11]. Sosiaalista vuorovaikutusta yksilön oppimiselle ja tiedon konstruoinnille välttämättömänä pitävä ja kuitenkin yksilön osuutta tiedon konstruointiprosessissa korostavaa suuntausta kutsutaan sosiokognitiiviseksi näkemykseksi. Sosiokognitiivisen näkemyksen mukaan sosiaalisella vuorovaikutuksella on merkitystä lähinnä yksilön ajattelun aktivoijana sekä jaetun ymmärtämisen muodostamisessa useiden yksilöiden kesken. Oppimisen keskeisimpänä mekanismina pidetään kognitiivista konfliktia. Yhteisöllisyyden ja kulttuurin jatkamisen merkitystä oppimisprosessin päämääränä korostaa sosiokulttuurainen näkemys, jonka mukaan vuorovaikutukseen osallistumista pidetään oppimisen keskeisimpänä mekanismina. Tärkeänä tässä suuntauksessa pidetään erityisesti ns. noviisin ja ekspertin välistä suhdetta. Sosiokulttuuraiset näkemykset perustuvat pitkälti Vygotskyn oppimista käsittelevään teoriaan. Sosiokulttuuraisen näkemyksen edustajat katsovat, että esimerkiksi eri tieteenalat sisältävät omia kulttuuraisia käytäntöjään, ja esimerkiksi matematiikan oppimisen voidaan sanoa olevan enkulturaatioprosessi ”matematiikan kulttuuriin ja yhteisöön”. Situated cognition -ajattelussa korostetaan oppimisen ja tiedon sidonnaisuutta oppimistilanteeseen ja siihen sosiaaliseen ja kulttuuriseen ympäristöön, jossa oppiminen tapahtuu ja johon opittava tieto sitoutuu. Situated cognition -ajattelun mukaan kaikki tieto ja merkitykset ovatkin kulttuurallisesti muotoutuneita. Ne myös muokkautuvat edelleen yksilöiden välisessä sosiaalisessa vuorovaikutustilanteessa. Oppiminen voidaankin Situated cognition -ajattelun mukaisesti käsittää enkulturaatioprosessiksi, jossa yksilö omaksuu itse tiedon lisäksi sosiaalisen vuorovaikutuksen kautta myös muut siihen kulttuurallisesti liittyneet tekijät, kuten esim. tiedon käyttöön liittyvät asiat, ja siksi opittava aines tulisi esittää sen

todellisessa käyttöyhteydessä. Oppimisen tulee tapahtua todellisen tekemisen, aktiivisen ajattelun ja ongelmanratkaisun kautta, koska tällöin oppijan on mahdollista tutustua tiedon todelliseen kontekstiin [9], [75], [81], [87], [98]. Edellä mainittuja suuntauksia tarkasteltaessa voidaan nähdä, että oppimisessa näyttäisi olevan aina kyse kaikkien näiden suuntausten korostamista tekijöistä: *yksilöstä* kognitiivisine prosesseineen ja yksilöllisine vaikuttimieen, *yhteisöstä* inhimillisine vuorovaikutussuhteineen ja *ympäristöstä* työkaluineen ja olosuhteineen [65].

Tieto- ja viestintäteknologioiden kehittyminen mahdollistaa konstruktivismin mukaisen opetuksen yleistymisen ja sen mukaisen itsenäisen oppijan ihanteen toteutumista etäopetuksessa [90]. Teknologian hyödyntäminen omassa oppimisessa vaatii aktiivisuutta oppijalta, joten voidaankin ajatella, että teknologian käytön lisääntyminen opetuksessa lisää myös konstruktivismin toteutumista opetuksessa [4]. Vastuu omista opinnoista siirtyy yhä enemmän oppijalle itselleen, samalla kun teknologian ansiosta lisääntyy esimerkiksi paikasta ja ajasta riippumattomuus opintoihin. Opiskelijan itsenäistä pohdiskelua ja tietojen linkittämistä aiempiin tietoihin vaaditaan, kun etsitään ja suodatetaan tietoa tietoverkoista löytyvästä valtavasta informaatiomassasta, johon pääsyn teknologia mahdollistaa. Teknologia antaa myös mahdollisuuden käyttää uusia tietolähteitä vanhojen rinnalla. Lisäksi esimerkiksi tietokonesimulaatioiden käyttö mahdollistaa sellaisen virtuaalitodellisuuden rakentamisen, joka vastaa läheisesti tilannetta jossa oppijan myöhemmin odotetaan soveltavan oppimistaan. Teknologian käyttöönoton ansiosta opiskelijoiden onkin todettu käyttävän enemmän oppimateriaaleja, käyttävän enemmän aikaa opiskeluun, tarvitsevan vähemmän ohjausta ja kehittävän korkeampitasoisia päättelystrategioita. Sellaiset koulutukset, joissa teknologiaa käytetään oppimisen tukena ja välineenä mahdollisimman monipuolisesti toteuttavat myös parhaiten konstruktivismin mukaisia periaatteita [4]. Hyvin vahvasti konstruktivistiseen pedagogiikkaan perustuukin koko nykypäivän verkkopedagoginen ajattelu. Uusien teknologioiden mahdollistamien modernien verkko-opetusjärjestelmien taustalla ei ole behavioristisen oppimiskäsityksen mukainen pedagoginen ajatus verkko-opetusjärjestelmistä pelkkinä tiedonsiirtojärjestelminä. Taustalla on pikemminkin kognitiivis-konstruktivistinen ajatus

verkko-opetusjärjestelmistä tiedon käsittelyn ja omaksumisen apuvälineenä, tai kokonaisina oppimisympäristöinä. [44]

2.2 Aikuisen oppiminen

Aikuisella oppimisen tarpeet tulevat usein työelämän jatkuvasta muutoksesta. Aikuisten opiskelu liittyy usein läheisesti heidän työhönsä, jolloin opiskelusta on välittömästi jotain käytännön hyötyä. Työelämässä tarvittavat tiedot vanhenevat alasta riippuen jo muutamassa vuodessa. Nykyään aikuisten odotetaan pystyvän orientoitumaan nopeaan muutokseen ja jatkuvasti uusimaan taitojaan ja tietojaan niin työelämässä kuin muutoinkin elämässään. Tämä onkin johtanut nämä erityispiirteet huomioon ottavien koulutusmuotojen kehittämiseen [74]. Aikuisille suunnatussa opetuksessa on syytä olla aikuisten tarpeet huomioiva pedagogiikka. Tärkeää on myös ohjaustarpeen ja oppimisvaikeuksien tunnistaminen ja opiskelun henkilökohtaistaminen.

Kuten aiemmin on todettu, oppiminen määritellään nykyisin oppimisen oivaltamiseksi ja uuden tiedon omaksumiseksi. Oppija rakentaa omaa tietoa ja osaamista sekä liittää uuden tiedon vanhaan. Elinikäinen oppiminen korostaa oppijakeskeistä näkökulmaa, oppimisen yksilöllisyyttä ja oppimisen prosessiluonnetta. Kaikki oppijat eivät opi samalla tavalla vaan oppiminen on aina yksilöllinen prosessi. Parhaiten oppiminen onnistuu jos oppija voi itse määrittää tapansa oppia. Erilaisia oppimistyyylejä tarkastellaan enemmän luvussa 2.3.

Aikuisopiskelijan ja nuoren opiskelijan välillä voidaan löytää useita eroavaisuuksia. Aikuinen opiskelija on nuoreen opiskelijaan verrattuna huomattavan päämäärätietoinen ja kunnianhimoinen oman opiskelunsa suhteen. Aikuisopiskelijalla onkin usein hyvin vahvoja odotuksia opintojensa etenemisen ja oman oppimisen suhteen. Aikuisten oppimiseen liittyvät tavoitteet ovat yleensä spesifisempiä kuin nuorten ja ne vaihtelevat enemmän yksilöstä toiseen. Aikuisten opetuksessa on siis pyrittävä tarjoamaan opetusta oppijan yksilöllisten oppimistavoitteiden mukaisesti. [68], [74] Elämäkokemuksensa ansiosta aikuinen opiskelija on ehtinyt muodostamaan mielipiteitä ja näkemyksiä nuorta opiskelijaa enemmän. Aikuisopiskelija osaa näin ollen olla myös kriittisempi ja vaativampi opetuksen ja oman oppimisen suhteen. Koska opiskelu on aikuisopiskelijalle useimmiten

vapaaehtoista, on opiskelija usein motivoituneempi ja motivaatio suuntautuu myös herkemmin sellaiseen, mikä koetaan välittömästi hyödylliseksi [74]. Helposti voisi ajatella, että aikuisopiskelija on itseohjautuvampi ja itsenäisempi kuin nuori oppija [68]. Usein näin varmasti onkin, mutta itseohjautuvuuden ihanne ei välttämättä toteudu kaikkien aikuisoppijoidenkaan kohdalla. Itseohjautuvuuden perustana on henkilön itseluottamus ja minäkäsitys, jotka aikuisella ovat suhteellisen pysyviä persoonallisuudenpiirteitä. Itseohjautuvuus onkin vähitellen oppimalla kehittyvä ominaisuus, jonka kehittymistä voidaan opetuksen avulla jossain määrin myös tukea. Koska aikuisoppijan on vaikeampi oppia asioita ulkoa, on aikuisella oppijalla nuorempaa oppijaa suurempi taipumus opetella asioita kokonaisuuksina. [40], [68]

Toisaalta usein perheellisenä ja mahdollisesti työssäkäyvänä aikuisopiskelija on luonnollisesti kiireisempi ja saattaa suhtautua opiskeluun ambivalenttisemmin verrattuna nuorempaan opiskelijaan. Aikuisopiskelijaa saattavatkin häiritä hänen sosiaalisessa ympäristössään vastaan tulevat ongelmat [68]. Kiire ja monet päällekkäiset roolit oppijana, kotona ja työssä saattavat johtaa esimerkiksi poissaoloihin. Tämä onkin asia joka tulisi ottaa huomioon suunniteltaessa opetusta aikuiselle oppijalle. Aikuisopiskelijalla viimeisestä formaalista opintokokemuksesta saattaa olla kauankin aikaa, joten opiskelukäytännöt saattavat olla hukassa tai ainakin hieman ruosteessa harjoituksen puutteesta [74]. Aikuisopiskelijalla onkin usein epäilyksiä omista oppimiskyvyistään ja opiskelijan roolistaan [68]. Vanhoja opiskelun rutiineja voi olla myös vaikea muuttaa. On kuitenkin hyvä tiedostaa, että oppimisprosessi ja oppimista edistävät taidot ovat luonteeltaan samantapaisia nuoruudesta vanhuuteen saakka [74]. Koska monilla nykypäivän aikuisoppijoilla on huonoja kokemuksia oppimisesta ja koulusta, saattavat heidän asenteensa opiskelua kohtaan olla kielteisiä. Nykyisenlainen opetus saattaa poiketa paljonkin siitä mihin aikuinen oppija on tottunut ja tämä saattaa johtaa nykyisen opetustavan voimakkaaseen vastustamiseen joidenkin aikuisten taholta. Vastustaminen ilmenee usein varsinkin sovellettaessa uusia teknologioita opiskeluun. [88]

2.2.1 Elinikäisen oppimisen muodot

Ihminen oppii koko elämänsä ajan aina varhaislapsuudesta vanhuusikään saakka. Oppimista tapahtuu hyvin erilaisissa tilanteissa ja ympäristöissä. Nyky-yhteiskunnassa korostuukin ajattelu, jonka mukaan ihmisen tulisi opiskella uutta koko elämänsä ajan mm. työn ohessa. Ihminen omaksuu uutta tietoa parhaiten noin 10-20 -vuotiaana. Iän myötä oppiminen muuttuu kuitenkin kokonaisvaltaisemmaksi koska muistissa on enemmän tietoaineksia, joihin uusi tieto kytkeytyy.

Oppiminen voidaan jakaa kolmeen eri toisiaan täydentävään oppimismuotoon: formaaliin eli muodolliseen, nonformaaliin eli epämuodolliseen ja informaaliin eli satunnaisoppimiseen. Pääosa oppimisesta tapahtuu virallisen koulutusjärjestelmän piirissä, eli organisoidussa ja jäsenetyssä toimintaympäristössä. Tällaista oppimista kutsutaan formaaliksi oppimiseksi. Formaali tavalla oppiminen on usein tutkintotavoitteista tai sillä pyritään todistuksen saamiseen. Formaali oppiminen on hierarkkisesti rakentuva järjestelmä, joka etenee ajallisesti alhaalta ylöspäin. [84]

Koulutusjärjestelmän ulkopuolella tapahtuva oppiminen on nonformaalia eli epävirallista tai epämuodollista. Tavoitteena ei tällöin ole tutkinto vaan tiedon ja taidon oppiminen. Oppimisprosessi on yleensä monipuolisempi ja joustavampi kuin formaalissa oppimisessa, mutta oppiminen saattaa kuitenkin olla hyvinkin strukturoitua oppimistavoitteiden tai ohjaamisen osalta. Opiskelijan ja opettajan suhde on nonformaalissa oppimisessa dynaaminen, kokemukseen pohjautuva. Nonformaalia oppimista voi tapahtua esimerkiksi työpaikalla, eri järjestöjen ja ryhmien toiminnan yhteydessä tai virallisia järjestelmiä täydentävien palvelujen, esimerkiksi taide-, musiikki- tai urheilutunnit, yhteydessä. [84]

Informaaliin eli piilevään- tai arkioppimiseen liittyvät kaikki elinikäiset prosessit, joissa yksilö omaksuu tietoja, taitoja, arvoja ja asenteita. Informaali oppiminen on yleensä kokemusperäistä ja ei-institutionaalista tahatonta satunnaisoppimista, jota syntyy ikään kuin muun tekemisen sivutuotteena. Informaali oppiminen kuuluu siis luonnollisena osana jokapäiväiseen elämään, vaikka sitä ei välttämättä aina edes tunnisteta oppimiseksi. Tällainen oppiminen on aikuiselle kokemuksista oppimista sosiaalisissa suhteissa, työelämässä, kotona ja vapaa-ajalla. [84]

2.3 Oppimistyyleistä

Oppimistyyli on tapa, jolla ihminen hankkii ja jäsentää informaatiota, eli oppii. Jokaiselle on kehittynyt jo syntymästä asti itselle ominainen tapa oppia asioita. Oikeaa tai väärää oppimistyyliä ei voida yksiselitteisesti osoittaa. Erilaisiin tilanteisiin sopivat erilaiset oppimistyyliä. Tärkeämpää onkin tiedostaa itselle sopivat oppimistyyliä, jotta voisi opiskella mahdollisimman tehokkaasti. [31]

Oppimistyyliä siis määräävät miten onnistunutta opiskelu on kunkin oppijan näkökulmasta. Opetusteknologian viime vuosien nopea kehitys puolestaan tuo tullessaan mahdollisuuden käyttää yhä monipuolisemmin erilaisia opetusmenetelmiä. Näin ollen opetusteknologian avulla voidaan tukea luovasti monia erilaisia oppimistyyliä ja tarjota jokaiselle oppijalle sellaista opetusta, joka hänen näkökulmastaan johtaa parhaaseen oppimistulokseen.

Oppimistyyliä voidaan jaotella ja määritellä monellakin tavalla. Yksi yleinen esitys, joka kuvaa hyvin eri ihmisten oppimismieltyymysten eroavaisuudet, on ihmisen aisteihin perustuva oppimistyyliämalli. Oppimistyyliä jaotellaan tässä auditoriseen, visuaaliseen, kosketukselliseen ja kineettiseen oppimistyyliin, joita voidaan täydentää vaihtoehtoilla verbaalinen / non-verbaalinen. [15], [30], [31]

Visuaalinen / Verbaalinen oppimistyyli korostaa näköaistin ja näkemisen merkitystä. Oppimistyyliin edustaja kykenee palauttamaan mieleensä erilaisia näkömielikuvia, joiden avulla hän rakentaa uutta oppimaansa. Opetustilanteessa tätä oppimistyyliä käyttävät oppijat suosivat oppikirjoja, liitutaulua, piirtoheittimen kalvoja ja monisteita. Opiskelu onnistuu visuaalinen / verbaalinen tyyliin edustajalta parhaiten yksin ja hiljaisessa paikassa. [15], [30], [31]

Visuaalinen / non-verbaalinen oppimistyyli korostaa kuvien ja kaavioiden käyttöä informaation omaksumisessa. Tämän tyyliin oppijat hyötyvät oppimistilanteissa eniten videoista, kuvista, kartoista, taulukoista, diagrammeista, kuvaajista jne. Oppikirjoista he muistavat paremmin kuvat ja kaaviot, kuin tekstin. Yrittäessään palauttaa jonkin asian mieleensä, tämän tyyliin oppijat yleensä muodostavat mielessään kuvan muistettavasta asiasta. [15], [30], [31]

Auditorisella / verbaalisella henkilöllä korostuu kuuloaistin ja kuulemisen merkitys informaation sisäistämässä. Perinteisessä opetuksessa he luonnollisesti oppivat parhaiten kuuntelemalla opetusta tai ryhmäkeskustelua. Keskustelut ja kuuntelutehtävät sopivat heille hyvin, koska heillä on hyvä äänimuisti. Auditiiivisesti suuntautunut ei elehdi, vaan selittää paljon ja järjestelmällisesti. Auditiiivisilla oppijoilla saattaa olla heikko visualisointikyky ja he eivät useinkaan ole hyviä kirjoittamaan. Koulutusteknologian avulla tämän ryhmän oppijoiden oppimista voidaan tukea tarjoamalla yhteistoiminnallisia tehtäviä, videokonferenssi-istuntoja sekä videoluentoja. [15], [30], [31]

Kosketuksellinen / kineettinen oppija oppii parhaiten tunnustellen ja kokemuksen kautta eli silloin, kun informaation hankinta on käytännöllistä ja kokeellista. Tällainen oppija hahmottaa ihmisten tarkoitukset eleiden, liikkeiden ja ilmeiden avulla. Opittua asiaa muisteltaessa kineettinen oppija palauttaa oppimistilanteessa kokemiensa tuntemusten ja tunnelmien avulla asiat mieleensä. Laboratoriotyöt ja käytännönläheiset esimerkit ovat tällaiselle oppijalle tärkeitä. Myös tämän oppimistyylin edustajien oppimista voidaan edistää monimuotoistamalla perinteistä lähiopetusta koulutusteknologian avulla tarjoamalla esimerkiksi reaali maailman tapahtumia mallintavia simulaatioita. Puhtaat verkkokurssit, joissa ei ole lainkaan esimerkiksi laboratoriotöitä tai muuta konkreettista tekemistä, eivät ole paras mahdollinen vaihtoehto kineettiselle oppijalle. [15], [30], [31]

2.4 Oppimisympäristö-ajattelu

Kuten aiemmin on esitetty, konstruktivistisen ajatusmaailman mukaan oppiminen tapahtuu siten, että oppija itse rakentaa tulkintansa opiskeltavasta ilmiöstä, eli oppijan omien konstruktivististen ajatusprosessien aktiivisuus on merkittävässä asemassa. Tämä tarkoittaa sitä, että mitään ei voida oppia suoraan ”siirtämällä” tietoa opettajalta tai oppikirjoista oppijan mieleen. Toisaalta konstruktivismiin sosiokulttuurinen suuntaus korostaa kulttuurin merkitystä oppimiselle ja tämä kulttuuri välittyy sosiaalisen kanssakäymisen kautta. Sosiaalisen vuorovaikutuksen avulla voidaan edistää yksilöllisiä ajatusprosesseja, jolloin opitaan uutta, täydennetään aikaisempia tietoja tai ymmärretään oman tietämyksen riittämättömyys. Opittuja taitoja on tarkoitus usein myös soveltaa käytäntöön. Situated cognition -ajattelun mukaan oppimisen pitäisikin tapahtua mahdollisimman

samankaltaisessa tilanteessa, jossa opittua tietoa on tarkoitus soveltaa. Konstruktivismiin eri suuntaukset eivät niinkään korosta sitä, millaisia ovat yksittäiset opetustoimet tai oppimismenetelmät vaan pikemminkin sitä, että oppimiselle pitää pystyä luomaan laajemmin ajatellen mahdollisimman hyvä ympäristö. Tätä fyysisen, kulttuurisen ja sosiaalisen toimintaympäristön muodostamaa kokonaisuutta, joka sisältää opiskelijan ja opettajan lisäksi oppimateriaaleja ja oppimista mahdollistavia erilaisia työvälineitä, kutsutaan oppimisympäristöksi. Oppimisympäristö-käsitettä käytetään erityisesti, kun halutaan korostaa oppijan roolia aktiivisena oppijana, joka pyrkii itse aktiivisesti, opettajansa ohjaamana, hahmottamaan opiskeltavaa todellisuutta. [47], [56], [77]

Oppimisympäristön rakenne ohjaa oppijan tapaa toimia ympäristössä. Kun muistetaan, että konstruktivismiin mukaisesti oppiminen on oppijan toiminnan tulosta, voidaan sanoa, että oppimisympäristö ohjaa oppimista. Oppimisympäristössä voidaan Lapin [44] mukaan erottaa seuraavat osatekijät:

- oppijat ja heidän toimintansa,
- opettajat ja heidän toimintansa,
- opetusteknologia ja sen toimintatapa,
- oppimisympäristössä saatavilla oleva tieto ja tapa jolla se on jäsennetty.

Oppimiskäsitys vaikuttaa näihin tekijöihin, ja ohjaa näin ollen oppimistekniikoiden valitsemista sen mukaisesti [44].

Oppimisympäristön sijasta on määritelty myös termi opiskeluympäristö, koska oppimisympäristön voidaan ajatella viittaavan ennemminkin opiskelijan mielen sisäisiin toimintoihin, kun opiskeluympäristö taas tarkoittaa ympäristöä, johon opettaja voi vaikuttaa ja jonka kautta opettaja voi tukea ja edistää oppimista. Opiskeluympäristö myös kuvaa paremmin oppimisen yhteisöllistä ja kulttuurisidonnaista luonnetta. Oppimisympäristö on kuitenkin käsitteenä yleistynyt laajemmin käyttöön kuin opiskeluympäristö. [63], [91]

Teknologian ja tietoverkkojen kehitys on mahdollistanut sen, että oppimisympäristö voidaan yhä paremmin rakentaa niitä apuna käyttäen. Tällainen teknologiaa ja perinteistä lähiopetusta yhdistävä oppimisympäristö voidaan määritellä ”*ajan, paikan ja teknologian yhdistelmänä, jossa opiskelijan on mahdollista aktiivisesti ja omatoimisesti yhdessä muiden kanssa, ja silti omaan tahtiinsa edeten, opiskella joustavasti ja omaan elämäntilanteeseensa parhaiten soveltuvalla tavalla*” [63].

2.4.1 Oppimisympäristöt

Kun 1990-luvulla alettiin monimuotoistamaan perinteistä luokkaopetusta ottamalla käyttöön uusia opetusmenetelmiä, syntyi käsite *avoin oppimisympäristö*. Alun perin avoimella oppimisympäristöllä on tarkoitettu oppimisympäristön avautumista työelämän ja reaali maailman tilanteisiin. [63] Oppimisympäristö on avoin silloin, kun oppija itse pystyy valitsemaan tavoitteidensa, taipumustensa tai mieltymystensä perusteella ympäristöstä ne materiaalit, jotka auttavat häntä parhaiten ymmärtämään opiskeltavan kokonaisuuden. Avoimessa oppimisympäristössä oppijat oppivat siis eri oppimismenetelmillä ja opiskelija on itse vaikuttavana ja vastuullisena toimijana. Opiskelijalle on tarvittaessa tarjolla yksilöllisin menetelmin annettavaa tietoa tai ohjausta. Suljetussa oppimisympäristössä opiskelija ei voi itse vaikuttaa oppimistilanteeseen liittyviin asioihin, kuten sisältöihin, tavoitteisiin, menetelmiin tai aikatauluihin. Kaikki oppijat siis esimerkiksi käyttävät samaa opiskelutekniikkaa. [44], [56], [61] Käytännön tasolla oppimisympäristöjen avoimuus on jotakin suljetun ja täysin avoimen oppimisjärjestelmän väliltä. Avoin oppimisympäristö mahdollistaa aiempaa joustavamman ja oppimista käytäntöön soveltavamman opiskelun. Yleisesti ajatellen oppiminen ei rajaudu avoimen oppimisympäristön ajatuksen mukaan enää luokkahuoneeseen tai kirjastoon, vaan opiskeluun liittyvät materiaalit ovat saatavilla siellä mihin ne tietoverkkojen avulla voidaan tuoda. Voidaan sanoa, että opiskeluun avoimissa oppimisympäristöissä liittyy optimaalinen joustavuus ajan, paikan, menetelmien, toteutustapojen ja oppisisältöjen suhteen. [54], [63]

Tieto- ja viestintäteknikan sekä tietoverkkojen kehityksen myötä avoin oppimisympäristö alettiin yleisesti määritellä näitä hyödyntävänä joustavana konstruktiiviseen oppimisenäkemykseen perustuvana opetuksena [63]. Teknologia ei kuitenkaan sinänsä

takaa oppimisen avoimuutta, eikä oppimisen avoimuus edellytä aina teknologian käyttöä. [61] Uusien teknologioiden käyttö mahdollistaa kuitenkin avoimille oppimisympäristöille optimaaliset toimintamahdollisuudet [52]. Oppimisympäristön avoimuus voi toteutua oppisisältöjen ja oppimismenetelmien osalta, vaikka ympäristössä ei käytettäisikään uutta teknologiaa. Avoimuus ajan ja paikan suhteen vaatii kuitenkin yleensä tieto- ja viestintäteknologian hyödyntämistä. Usein oppimisympäristö ei olekaan joko avoin tai suljettu vaan avoimuus voi toteutua eriasteisesti.

Avointa oppimisympäristöä lähellä oleva käsite on *verkkopohjainen oppimisympäristö*, tai lyhyemmin *verkko-oppimisympäristö* (myös *virtuaalinen oppimisympäristö*), jolla tarkoitetaan Internetiä ja verkkoteknologioita hyödyntävää oppimisympäristöä, joka muodostuu hyperteksteistä ja hypermediasta. Usein siihen liittyy myös linkkejä ja vuorovaikutuksen mahdollistavia työkaluja, kuten esimerkiksi keskustelufoorumit, chatit ja sähköposti sekä interaktiivisia verkkosivuja. Verkko-oppimisympäristö voidaan siis nähdä eräänlaisena virtuaalisena luokkahuoneena tai toimintatilana, jossa opetus ja opiskelu tapahtuvat. Verkko-oppimisympäristö voi olla vain kokoelma verkkokursseja tai se voi laajimmillaan sisältää myös verkon avulla toteutetun opintoneuvonnan ja opintotoimiston tarjoamat palvelut [63]. Nevgin ja Tirrin [63] mukaan verkko-oppimisympäristö sisältääkin yleensä ainakin seuraavia ominaisuuksia:

- teksteistä, grafiikasta ja multimedialta (videot, äänitteet, simulaatiot) rakentuvan monimuotoisen, hypertekstirakenteisen oppimateriaalin
- samanaikaisen ja eriaikaisen kommunikaation mahdollistavia toimintoja (videokonferenssi, chat, keskustelufoorumi)
- verkossa olevan materiaalin säilytyksen, hallinnoinnin ja ylläpidon toiminnot.

Yhteistoiminnallisen oppimisympäristön määritelmän takana on tieto- ja viestintäteknikan avulla saavutettava monipuolisempi ja joustavampi vuorovaikutus niin opettajan ja opiskelijan kuin opiskelijoidenkin välillä. Yhteistoiminnallisessa oppimisympäristössä korostetaan yksilön oman tiedonrakentelun sijasta yhteisöllisyyttä, joka edellyttää

opiskelijalta tiedon jakamista, kokeilemista, tutkimista ja ajatusten vaihtoa yhdessä. Yhteisen tiedon jakamisen siis katsotaan edistävän oppimista. [63]

Oppimisympäristö voidaan myös nähdä oppimisen resurssina. *Resurssipohjaiseksi oppimisympäristöksi* kutsutaan uusien teknologioiden avulla toteutettujen opetusmateriaalien hyödyntämistä oppijakeskeisen oppimisen edistämiseksi massakoulutuksessa. Resurssipohjaisen oppimisympäristön näkökulmasta verkko nähdään aina saatavilla olevana valtavana tiedonlähteenä opiskelijalle ja opettajalle. Näitä verkon tarjoamia tietoja voidaan hyödyntää niin opiskelussa, kuin opetuksessa. [63]

Ohjelmistoa, joka tukee opettamista ja oppimista ja jonka avulla muodostetaan verkko-oppimisympäristö, voidaan kutsua *oppimisalustaksi*. Oppimisalustat ovat tietoteknisiä, yleensä enemmän tai vähemmän tietoverkkojen hyödyntämiseen perustuvia sovelluksia, jotka tuovat valmiita työkaluja oppimisympäristöön. Oppimisalustan muodostavat informaatio- ja kommunikaatiotyökalut sekä digitaalinen oppimateriaali. Oppimisalustan avulla voidaan siis tehdä ainakin jotakin seuraavista: jakaa ja jäsentää oppimateriaalia, antaa tehtäviä, kommunikoida, tehdä yhteistyötä ja antaa ohjausta. [63]

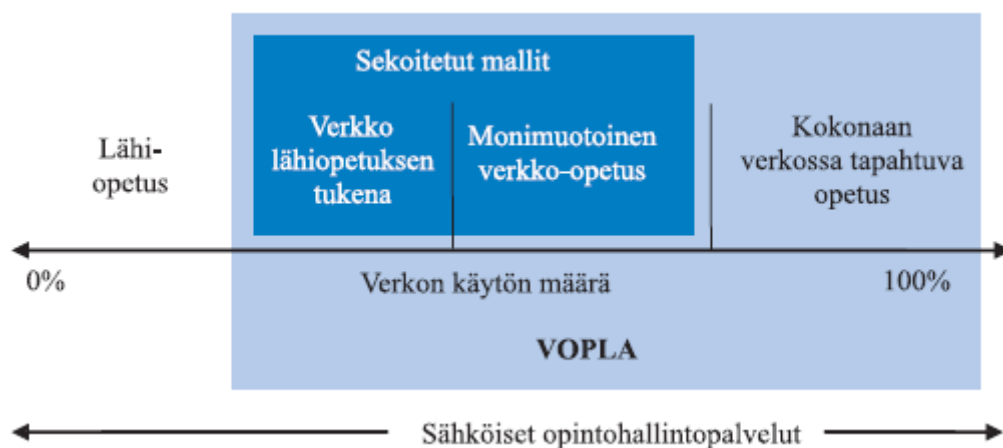
2.5 Opetusjärjestelyt

Sekä etäopetus, että monimuoto-opetus voidaan nähdä tapoina toteuttaa avoimien oppimisympäristöjen ajatuksen mukaista opetusta. Tällöin näillä tarkoitetaan nimenomaan niitä käytännön keinoja, joiden avulla opetukseen voidaan saavuttaa avoimuutta ja joustavuutta. Näin ajateltuna avoimen oppimisympäristön käsite on siis laajempi kuin etä- ja monimuoto-opetuksen käsitteet.

Perinteisesti yliopisto-opiskelussa ovat painottuneet tekstisuuntautuneet opiskelumuodot. Vaikka oppimista organisoidaankin yhä enenevässä määrin avoimempien oppimisympäristöjen suuntaan, esimerkiksi oppimistehtävät ovat silti yhä suurelta osin kirjoitetun tekstin lukemista ja oman tekstin tuottamista.

Lähiopetuksen, etäopetuksen, monimuoto-opetuksen ja uusien määrittelyjen, kuten sulautuvan opetuksen rajat ovat varsin epämääräisiä ja niiden eksakti määrittely on usein

hankalaa. Verkko-opetuksen laadunhallinta- ja laatu palvelu -hankkeen yhteydessä hankkeen työryhmä määritteli erilaisten opetusjärjestelyjen suhdetta alla olevan kuvan (Kuva 2) mukaisesti [83].



Kuva 2: VOPLA-hankkeen määritelmä erilaisten opetusmuotojen suhteista [83].

2.5.1 Etäopetus

Etäopetuksella tarkoitetaan opetustilannetta, jossa opiskelijan ja oppilaan välillä on etäisyyttä, ja opetus sekä oppimateriaalit välitetään jostain teknistä apuvälinettä käyttäen. Tekninen apuväline toimii siis kommunikaatiovälineenä. Etäopetuksessa korostuu oppijan omatoimisuus ja itsenäisyys, opiskelijan oma vastuu ja opintojen suunnittelu, sekä opiskelun valvonnan vähäisyys. Näin ollen etäopetus mahdollistaa usein lähiopetusta enemmän oppilaan yksilöllisiä oppimistapoja. Etäopetuksen ei kuitenkaan yksiselitteisesti voida sanoa olevan joko hyvää tai huonoa. Etäopetuksen toimivuus riippuu hyvin pitkälle siitä, miten opiskelijat osaavat hyödyntää etäopetuksen tarjoamia mahdollisuuksia, ja millaiset tarpeet opiskelijoilla on. [25], [58], [67]

Teknologiaa voidaan etäopetuksen yhteydessä käyttää jäljittelemään luokahuoneopetuksen mallia. Tällöin etäopetuksella on samat opetuksen tavoitteet kuin luokahuoneopetuksella ja teknologia on vain väline näiden tavoitteiden saavuttamiselle. Monipuolisemman ja modernimman ajattelun mukaan teknologia voidaan ottaa huomioon jo opetuksen suunnitteluvaiheessa ja tavoitteiden asettamisessa. Teknologian mukanaan

tuomat uudet mahdollisuudet voivat näin ajateltuna vaikuttaa jopa opetuksen tavoitteiden muodostumiseen. [3]

Jos etäopetuksessa käytettävä kommunikaatio opettajan ja oppijan välillä on yksisuuntaista, ei vuorovaikutusta luonnollisestikaan synny. Tällöin kommunikaatio kulkee ainoastaan opettajalta oppijalle päin eikä oppija voi vaikuttaa opetuksen kulkuun. Yksisuuntaista kommunikaatiota hyödyntävää etäopetusta käytetään esimerkiksi televisiossa ja videoita käytettäessä.

Kun etäopetusta toteutetaan käyttämällä ns. kaksisuuntaista kommunikaatiota on opettajan ja oppilaan välillä suora vuorovaikutus jonkin viestimen välityksellä. Esimerkkejä kaksisuuntaista kommunikaatiota hyödyntävistä teknologioista ovat esimerkiksi videoneuvottelu, interaktiivinen video ja uudet tietoverkkoja hyödyntävät ryhmätyövälineet, kuten esimerkiksi Adobe Connect Pro. Kaksisuuntaista viestintää käyttämällä voidaan mm. vahvistaa oppijan motivaatiota, rohkaista, pitää oppijan mielenkiintoa yllä, tukea oppijaa, helpottaa oppimista sekä antaa palautetta ja kommentteja puolin ja toisin [25]. Varsinaista etäopetuksen teoriaa ei ole kirjallisuudessa esitetty, joskin teoreettista pohdintaa on käyty paljonkin. Holmberg [26] esittää useiden teoreetikkojen pohdintaan perustuen yhdeksänkohtaisen etäopetuksen määritelmän. Holmberg katsoo näiden yhdeksän elementtien kattavan etäopetuksen tärkeät osa-alueet. Hän ei kuitenkaan katso teorian olevan lopullinen tai täydellinen etäopetuksen teoria, vaan vain tällä hetkellä validi teoria. Yhdeksän etäopetuksen elementtiä ovat Holmbergin mukaan:

1. Etäopetuksen teorian kaksi peruselementtiä ovat etukäteen valmistettu oppijalle esitettävä asiasisältö sekä jonkin median välityksellä tapahtuva vuorovaikutus oppijan ja ohjaajan välillä.
2. Etäopetus edesauttaa oppijan itsenäisyyttä ja lisää oppijan valinnan vapautta. Oppija voi osallistua opetukseen, vaikka hän ei haluaisikaan tai pystyisikään olemaan lähikontaktissa opettajan kanssa. Näin ollen etäopetuksen kohderyhmä on laaja, esimerkiksi työssä käyvät ihmiset voivat osallistua opiskeluun.
3. Etäopetuksella on koko yhteiskuntaa hyödyntävä vaikutus. Etäopetukseen voivat osallistua kaikki kansalaiset, jolloin se lisää ihmisten välistä tasa-arvoa.

4. Etäopetuksessa huomioidaan kaikki oppimisen osa-alueet kognitiivisista tiedoista affektiivisiin taitoihin. Myös metakognitiiviset taidot huomioidaan.
5. Etäopetus edistää syväoppimista. Oppija saavuttaa taidon opiskella itsenäisesti syvällisen oppimisen edellyttämällä tavalla.
6. Etäopetus on avoin kaikille oppimiskäsityksille.
7. Persoonalliset suhteet, opiskelun miellyttävyys, opiskelijoiden keskinäiset sekä opiskelijoiden ja ohjaajien väliset sosiaaliset suhteet ovat keskeisiä etäopetuksessa. Nämä edistävät opiskelumotivaatiota, ja niiden toteutumista tuetaan.
8. Etäopetus sisältää riskin valmiiden "totuuksien" opetteluun. Etäopetus voidaan kuitenkin organisoida rohkaisemaan oppijan itsenäistä tiedon hankintaa ja tiedon oikeellisuuden kritisointia. Tämä toteutuu, jos opetus toteutetaan edellä mainittujen seitsemän kohdan mukaisesti.
9. Kahdeksan edellä mainittua kohtaa voidaan käsittää joko etäopetuksen kuvailuna tai toisaalta teoriana, josta voidaan muodostaa testattavia hypoteeseja.

2.5.2 Monimuoto-opetus

Monimuoto-opetus on käsitteenä täysin suomalainen. Sitä ei ole käytössä muissa maissa. Suomessa käsitettä alettiin käyttää jo 70-luvulla, mutta se vakiinnutti asemansa vasta monimuoto-opetuksen työryhmän myötä 80-luvun puolivälissä. Monimuoto-opetuksella tarkoitetaan erilaisia opetusjärjestelyitä ja oppimateriaaleja yhdistelevää opetusta. Monimuoto-opetuksen oleelliset osa-alueet ovat lähiopetus, etäopetus ja itseopiskelu. Nykyisin opiskelua toteutetaan siten, että erilaisia opetusmuotoja käytetään toisiaan tukevasti, ja harvoin toteutus on esimerkiksi pelkkää etäopetusta. Etäopetuksen rinnalla käytetään yleisesti esimerkiksi tutorointia. [28], [69]

Yleisesti monimuotoisella verkko-opetuksella tarkoitetaan opetusta, jossa lähiopetus ja verkon avulla toteutettu etäopetus vuorottelevat. Osa opetuksen suunnittelusta, hallinnoinnista tai toteutuksesta tapahtuu verkon välineiden kuten verkko-oppimisympäristön kautta. [83]

Monimuoto-opetuksen perusajatuksena on ajatus ihmisestä omaa oppimistaan ohjaavana yksilönä. Monimuoto-opetuksessa itseohjautuvuus ja syvätason oppiminen ovat keskeisessä asemassa. Opiskelun ohjaaminen ja oppimisen tukeminen ovatkin tällaisessa opetuksessa korostetussa asemassa. Monimuoto-opetusta käytettäessä pitäisikin ottaa huomioon mm. ajankäytön uudelleen suunnittelu ja palautteen laajempi hyväksikäyttö. Monimuoto-opetus on hyvin toteutettuna joustava, oppijan yksilöllisyyttä korostava ja mahdollistava, itseohjautuvuutta tukeva, sekä tasavertaisia oppimismahdollisuuksia tarjoava opetustapa. [29]

2.5.3 Sulautuva opetus

Verkko-opetuksesta puhuttaessa ei ole aina kovinkaan helppoa vetää rajaa etäopetuksen, monimuoto-opetuksen ja lähiopetuksen välille. Verkko-opetuksen erilaiset ulottuvuudet saavatkin aikaan sen, että verkko-opetuksen määrittelemine ei ole kovinkaan helppoa. Erityisesti määrittelyongelmiin törmätään kun puhutaan verkko-opetuksen ja lähiopetuksen yhdistämisestä. Englanninkielessä tällaisesta yhdistelmästä opetusmuotoja käytetään nimitystä blended learning (joskus myös mixed learning), joka on käännetty suomeksi muotoon sulautuva opetus [49]. Erotuksena monimuoto-opetukseen sulautuva opetus voi olla luonteeltaan sellaista, että verkko-opetusta käytetään luokkaopetuksen tukena, eikä siis varsinaisesti arvosteltavana osana opetusta [23]. Esimerkkeinä Harasimin [23] mukaan voisi olla opiskelijoiden vertaiskeskustelut ja verkkoresurssien hakeminen sekä opettajien sähköpostit, jotka liittyvät opintojen hallintoon.

Monimuoto-opetuksessa siis yhdistetään erilaisia opetustapoja, kun taas sulautuvassa opetuksessa rakennetaan oppimisympäristöä, joka koostuu erilaisista elementeistä. Tällaisen oppimisympäristön tavoitteena on integroida sekä opetuksen elementtejä ja prosesseja, että tieto- ja viestintäteknologian tarjoamia ympäristöjä ja vuorovaikutusvälineitä, soveltuvien menetelmien ja soveltuvissa tilanteissa. Sulautuvalla opetuksella voidaan pyrkiä niin uusien opiskelijoiden saavuttamiseen, opetuksen tason kehittämiseen esimerkiksi vertaisvuorovaikutuksen avulla, kuin myös opetuskäytäntöjen muuttamiseen opetuksen toteuttamisen, organisoimisen ja vuorovaikutuksen näkökulmista. Sulautuvan opetuksen yhteydessä nousee esiin myös integraation aste, jonka perusteella

voidaan arvioida sulautuvan opetuksen roolia opetuksessa. Integraation aste voi olla esimerkiksi sellainen, että perinteiset luennot ja luentokalvot siirretään verkkoon tai toisaalta voidaan toteuttaa kokonaan joitakin lähijaksoja verkkototeutuksena. [49]

Hyvin läheinen käsite etäopetukselle ja sulautuvalle opetukselle on avoin opetus. Avoin opetus viittaa järjestelyyn, jossa opiskelijalla on oikeus päättää opiskelun paikka, aika ja oppimisympäristö. [83] Tällainen opetus vaatii sellaiset opetusjärjestelyt, että opiskelijalla on mahdollisuus valintoihin.

3 Opetusteknologiat

Opetusteknologioiksi voidaan laskea kaikki ne tekniset apuvälineet, joita oppilaat ja opettajat voivat käyttää apuna opiskelussaan ja opetuksessaan. Tämän määrittelyn mukaan myös esimerkiksi kynä ja paperi ovat opetusteknologioita. Tässä työssä keskitytään kuitenkin käsittelemään uusia, tietotekniikkaan perustuvia opetusvälineitä ja oppimisympäristöjä. Käsiteltäviksi teknologioiksi on valittu Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksen tietotekniikan maisterikoulutuksen näkökulmasta koulutuksen monimuotoistamiseen soveltuvat teknologiat.

3.1 Teknologioista yleisesti

Uudet teknologiat voidaan usein nähdä vain vaihtoehtoisina tapoina toteuttaa samoja asioita kuin perinteisenkin teknologian avulla. Esimerkiksi tekstinkäsittelyohjelmiston avulla voidaan käyttää samoja opiskelu- ja opetustekniikoita kuin kynän ja paperinkin avulla. Verkkopohjaisissa oppimisympäristöissä jaettavat sähköiset oppimateriaalit vastaavat toiminnallisesti hyvin pitkälti perinteisiä oppikirjoja tai opetusmonisteita.

Jos uutta teknologiaa tarkastellaan tästä näkökulmasta, voidaan todeta, että opiskelu tai opetustekniikat eivät muutu. Niiden toteuttamisessa vain käytetään välineenä uutta teknologiaa. Uudet verkko-oppimisympäristöt on kuitenkin suunniteltu sellaisten uusien menetelmien ja käytäntöjen, eli nk. verkkopedagogisten opetustekniikoiden mukaisesti, ettei niille välttämättä löydy vastinetta perinteisestä kouluopetuksesta. Tästä syystä uusia opetusteknologioita hyödyntävä opetus vaatii usein uusien toimintatapojen kokeilemista ja kehittämistä. Opetusteknologioiden kehitys mahdollistaa uusia opetustekniikoita, joilla on kaikilla uusien mahdollisuuksien lisäksi myös uusia rajoituksia. Uudet opetusteknologiat saattavat tukea joitakin käytössä olevia menetelmiä yhä paremmin, mutta joitakin menetelmiä ne jopa hankaloittavat.

Yksiselitteistä tietämystä opetusteknologioiden käytön vaikutuksista oppimiseen ei ole, vaikka tutkimusta tällä osa-alueella on tehty paljonkin [46]. Tutkimustulokset ovat varsin ristiriitaisia. Toisissa tutkimuksissa opetusteknologioiden käytöllä nähdään hyvinkin suuria positiivisia vaikutuksia, kun taas toisten tutkimusten mukaan sillä ei saavuteta juuri mitään

lisäarvoa perinteiseen opetukseen verrattuna. Opetusteknologian avulla rakennetuilla oppimisympäristöillä on sekä hyvät että huonot puolensa, kuten seuraavasta taulukosta (Taulukko 1) käy ilmi [65].

	Myönteiset vaikutukset	Kielteiset vaikutukset
Havainnollistaminen	mahdollisuudet edistää ymmärrystä; monien esitysmuotojen käyttö	kognitiivinen ylikuormitus; asioiden yliyksinkertaistaminen
Motivoivuus ja asenteiden paraneminen	opetuksesta ja oppimisesta kiinnostavampaa	tietokoneahdistus; uutuuden viehätyksen katoaminen
Autenttisuus ja vuorovaikutteisuus	oppimiskokemusten ja – tilanteiden autenttisuus; oppijakeskeinen toiminta	ajatukseton vuorovaikutus; eksyminen
Kommunikaatio ja informaation maailmanlaajuinen saatavuus	yhteisen viitekehyksen synty; vuorovaikutuksen kasvu; uudet viestinnän välineet; internet informaation lähteenä	internetin anarkistisuus ja sisältöjen kyseenalaisuus; face-to-face - vuorovaikutuksen väheneminen
Teknistyvään maailmaan sopeutuminen	uuteen teknologiaan tottuminen ja teknisten taitojen kehittyminen...	...muiden perustaitojen kustannuksella;

Taulukko 1: Tietokoneiden myönteisiä ja kielteisiä vaikutuksia [65].

Etenkin havainnollistamisen ja visualisoinnin on ajateltu olevan sellainen osa-alue, johon tietotekniikalla olisi paljon positiivisia vaikutuksia ja mahdollisuuksia. Opiskeltavia asioita voidaan esittää tekstinä, kuvina, videoina, animaatioina, äänenä, taulukoina jne. Lisäksi näitä esitysmuotoja voidaan sekä käyttää yksinään että yhdistää tukemaan toinen toisiaan. Tällaisen havainnollistamisen voi olettaa edistävän oppijoiden ymmärrystä sekä tietojen käsittelyä ja rakentamista, muistaen kuitenkin, että hyöty menetetään kun esitetyn informaation määrä ylittää oppijan kyvyn hallita sitä. Liian voimakas havainnollistaminen saattaa myös estää käsitteellisen tiedon rakentamisen. [65]

Tietokoneilla on havaittu olevan oppijoita motivoiva vaikutus. Opetusteknologian avulla on mahdollista lisätä kiinnostusta oppimiseen, tehtäväsuuntautuneeseen työskentelyyn ja vuorovaikutukseen. On syytä kuitenkin muistaa, että osa oppijoista saattaa tuntea ahdistusta tietotekniikkaa ja sen käytön omaksumista kohtaan. Tietotekniikan motivoivuuden on kuitenkin havaittu heikkenevän, kun tietokoneiden käyttö on jatkunut pidempään [65].

Tietotekniikan avulla voidaan simuloida ja mallintaa aitoja tilanteita ja tehtäviä keinotekoisesti. Tällainen simulaatioiden käyttö tekee oppimisesta autenttista. Kun oppiminen on autenttista, oppimistehtävät koetaan helpommin mielekkäiksi. Autenttisuus on omiaan lisäämään myös taitojen ja tietojen siirtymistä oppimistilanteesta oikeisiin arkielämän tilanteisiin. Vuorovaikutteisuus oppijan ja tietotekniikan välillä on toinen merkittävä tietotekninen mahdollisuus. Kun oppija voi kontrolloida käytettävissä olevaa tekniikkaa, mahdollistuu oppijakeskeinen työskentelytapa. Toisaalta interaktiivisuus saattaa johtaa ns. ajatuksettomaan interaktioon, millä ei ole juuri mitään tekemistä oppimisen kanssa. Myös eksyminen on aito ongelma varsinkin hyperteksti- tai hypermediapohjaisissa, rakenteeltaan avoimissa ympäristöissä. [65]

Tietotekniikka, toisin kuin yleisesti ajatellaan, virittää keskustelua ja edistää yhteisöllistä oppimista. Teknologiat ovat tuoneet tullessaan myös uusia viestinnän välineitä, helpottamaan ja lisäämään ihmisten välistä kommunikaatiota. Teknologian mukanaan tuomana vaarana voidaan kuitenkin nähdä kasvatusten käytävän vuorovaikutuksen väheneminen. Tätä vuorovaikutusta viestintäteknologiat eivät voi koskaan täysin korvata. Tiedonvälityksen ja -hankinnan kannalta internet ja tietoverkot on nähty eräänä uuden teknologian merkittävimpinä etuina. Nopean maailmanlaajuisen informaation saatavuus avaa oppijoille rajoittamattomat oppimateriaaliresurssit ja lisää myös opettajan mahdollisuuksia. Olennaista ei ole tiedon määrä vaan se miten me sitä käytämme. Internetiä käytettäessä on kuitenkin syytä muistaa lähdekriittisyys. Valtavat tietomassat ja tiedon sirpaleisuus vaativat myös erikoistuneita tiedonhakutaitoja. [65], [80]

Uuteen teknologiaan tottuminen ja tietotekniikan käytön oppiminen opiskelun yhteydessä saattaa auttaa teknistyvään maailmaan sopeutumisessa. On kuitenkin syytä muistaa, että

näiden taitojen opetteleminen ei saisi tapahtua muiden perustaitojen, kuten lukemisen, kirjoittamisen, laskemisen ja suullisen esiintymisen, kustannuksella. [65]

Opetusteknologioiden käyttö ei sinällään takaa laadukkaita oppimisprosesseja ja -tuloksia. Oppiminen vaatii edelleen yksilöllistä ajattelua, yhteisöllistä vuorovaikutusta sekä tehokasta toimintaa ympäristön ja sen tarjoamien välineiden kanssa. On myös muistettava, että käytetyt pedagogiset metodit ja oppimisteknologian käytön integrointi muuhun opetuskokonaisuuteen ovat usein varsin paljon merkittävämmässä roolissa, kuin kulloinkin käytetty tietotekniikka [65].

3.2 Verkko-oppimisympäristö

Verkko-oppimisympäristö määritellään opetusta ja opiskelua varten Internet- tai intranet-verkkoon luoduksi opettajan ja oppilaiden yhteiseksi toimintatilaksi [63]. Verkko-oppimisympäristöä käytetään tyypillisesti monimuotokoulutuksissa, mutta sitä voidaan käyttää myös perinteisen luokkaopetuksen rinnalla.

Avoimet oppimisympäristöt koostuvat erilaisista opiskelua tukevista elementeistä, kuten oppimateriaaleista, keskustelufoorumeista, ilmoitustauluista ja havainnollistamis-, mittaus- ja tiedonhakuvälineistä. Verkkopohjaisissa oppimisympäristöissä nämä elementit on koottu toimivaksi kokonaisuudeksi tekniselle alustalle, joka mahdollistaa opiskelua tukevat peruspalvelut, kuten ryhmät, arvioinnin, yhteistyön yms., sekä käyttökelpoiset menettelyt osien yhteen liittämiseksi. [56]

Verkko-oppimisympäristö eroaa monin tavoin perinteisestä lähiopetuksesta. Mannisen [53] mukaan erona on se, että verkko-oppimisympäristössä:

- korostuu oppijan oma aktiivisuus ja itseohjattu opiskelu
- opiskelu tapahtuu ainakin osittain joko simuloitussa tai autenttisessa reaali maailman tilanteessa
- opiskelijoilla on mahdollisuus olla suoraan vuorovaikutuksessa opittavan asian kanssa

- opetuksen suunnittelussa korostuu ongelma-keskeisyys oppiainekeskeisyyden sijasta
- opiskelu on kokonaisvaltainen ja ajallisesti pitkäkö prosessi jaksotettujen lyhytkestoisten oppituntien sijasta
- opiskelijan tukena on erilaisia tukihenkilöiden, mentoreiden ja asiantuntijoiden verkostoja
- opettajan rooli muuttuu tiedon jakajasta organisaattoriksi ja tukihenkilöksi.

Verkko-oppimisympäristöjen tarjonta on runsasta ja yhteistä niille on, että ne tarjoavat oman käyttötarkoituksensa mukaisten tehtävien tueksi erilaisia välineitä. Monet alustat on toteutettu kaupallisista välineistä riippumattomasti ja alustaprojektit perustuvat avoimeen lähdekoodiin. Tällaiset järjestelmät ovat vapaasti kaikkien käytettävissä ja kehitettävissä. Osa alustoista on perustettu kaupallisten sovelluskehittäjien varaan ja alustan käyttö on maksullista. [56]

Hyvä verkko-oppimisympäristö antaa tukea sekä itseohjautuvalle, että yhteistoiminnalliselle oppimiselle ja on näin ollen avoin hyvinkin erityyppisille opiskelijoille ja sisällöille. Hyvän verkko-oppimisympäristön on oltava sekä pedagogisesti tarkoituksenmukainen että teknisesti toimiva. Tehokas ja mielekäs oppimisympäristö sitoo oppijat aktiiviseen tietojen rakentamiseen. Oppija ei tällöin sulata valmiiksi pureskeltua tietoa passiivisena vastaanottajana, vaan toimii itse aktiivisena tiedon hakijana, analysoijana ja tuottajana. Oppimisympäristö sitoo oppijat myös oppimisprosessin osapuolten väliseen keskusteluun, vuorovaikutukseen, yhteistoimintaan ja reflektointiin tiedon yksipuolisen vastaanottamisen tai toistamisen asemesta. Parhaimmillaan tietoverkot ja verkko-oppimisympäristöt voidaan nähdä myös elinikäisen oppimisen periaatetta tukevana. Toisaalta pahimmillaan niiden käyttö muuttaa oppimisen epäinhimilliseksi mekaaniseksi oppimiseksi. [16], [70]

Oppimisympäristöissä saattaa olla useita erilaisia rooleja. Tällaisia voivat olla esimerkiksi opiskelijan, opettajan, opiskelijatutorin, opettajatutorin, asiantuntijan, tutkijan, materiaalin tuottajan, hallinto-henkilöstön, palvelun välittäjän, järjestelmän ylläpitäjän ja vierailijan roolit. [70]

3.2.1 Historiaa

Verkko-oppimisympäristöjen kehitys on alkujaan ollut hyvinkin vahvasti sidoksissa teknologioiden kehittymiseen, eikä niinkään oppimiseen, sen ymmärtämiseen ja tukemiseen. Teknologiaan pohjautuvien oppimisympäristöjen katsotaan saaneen alkunsa 1960-luvulla, jolloin oli käytössä staattisia sovelluksia esimerkiksi aritmetiikka- ja sanastoharjoitusten toteuttamiseen. 1980-luvulla kehitys keskittyi kognitiivisen oppimiskäsityksen tukemiseen. Oppijat tuli sen mukaisesti pitää mahdollisimman tiukasti ennalta suunnitellulla opiskelupolulla. Tällaista ajattelua tukevia, edellä mainittuihin staattisiin sovelluksiin pohjautuvia järjestelmiä, kutsuttiin älykkäiksi tutorointijärjestelmiksi. Toisaalta 1980-luvulla keskityttiin myös ns. mikromaailmojen kehittämiseen, joissa oppijat saivat toimia mahdollisimman vapaasti. Mikromaailmat perustuivat Logo-ohjelmointikieleen. Lisäksi 1980-luvun lopulla kehitettiin ns. ICS-järjestelmiä (Intelligent Cooperative Systems), joissa opiskelija vaikutti yhdessä järjestelmän kanssa sovelluksessa kuljettavaan polkuun. Näissä ratkaisuissa opiskelijoiden yhteistoiminta oli merkittävässä osassa. [95]

Tietoverkkojen kehityksen myötä kiinnostus oppimisympäristösovellusten kehittämisessä on suuntautunut etenkin WWW-pohjaisiin sovelluksiin. Nykyiset oppimisympäristösovellukset ovatkin useimmiten verkkopohjaisia. Pohjonen [70] listaa nykyisten oppimisympäristöjen kehitykseen vaikuttavat tekijät seuraavasti.

- tiedon määrän nopea kasvaminen,
- uudet tietämyksen käsitykset ja tarkoitukset,
- uudet oppimisen ja opettamisen näkemykset,
- yhteiskunnan vaatimukset koulutukselle ja elinikäiselle oppimiselle,
- teknologian kehitys,
- työelämän vaatimukset,
- yhteiskunnalliset muutokset ja kehittyminen,
- kansainvälistyminen ja
- globalisaatio.

3.2.2 Rakenne ja toiminnot

Verkko-oppimisympäristön rakennetta voidaan ryhmitellä monella tavalla. Yksi eniten käytetty on jaottelu kolmeen peruselementtiin: oppimateriaaleihin, tiedon jäsentämistä tukeviin apuvälineisiin ja vuorovaikutusvälineisiin. Oppimateriaali voi olla esimerkiksi tekstiä, kuvia, tehtäviä, animaatioita ja ääniä. Tiedon jäsentämistä tukevia välineitä ovat esimerkiksi sähköiset kirjanmerkit ja mahdollisuudet omien muistiinpanojen tekemiseen. Vuorovaikutusvälineet voidaan jakaa kahteen osaan; synkronisiin (esim. chat ja elektroninen liitutaulu) ja asynkronisiin vuorovaikutusvälineisiin. [60]

Asynkroniset vuorovaikutusvälineet mahdollistavat käyttäjien välisen yhteistyön, tietojen ja tiedostojen vaihdon osapuolten välillä, ilman työkalun samanaikaista käyttöä. Asynkronisia vuorovaikutusvälineitä ovat esim. sähköposti, keskusteluryhmät ja uutisryhmät. Myös oppimateriaali voidaan luokitella asynkronisen vuorovaikutuksen piiriin. [8], [43]

Synkroniset vuorovaikutusvälineet vaativat käyttäjien samanaikaisen käytön. Nämä välineet soveltuvat erityisen hyvin esimerkiksi ongelmanratkaisun tukemiseen [8]. Vuorovaikutuksessa käytetään apuna yhteistä informaatiotilaa, jossa käyttäjillä on käytössä sama data. Tällainen vuorovaikutusmahdollisuus luonnollisesti vähentää matkustamista ja etäällä asuviin osapuoliin voidaan olla yhteydessä useammin ja lyhyemmissä jaksoissa. Synkroninen vuorovaikutus on parhaimmillaan hyvin samankaltaista, kuin samassa fyysisessä tilassa tehtävä yhteistyö. Synkronisia vuorovaikutusvälineitä ovat esimerkiksi chat, elektroninen liitutaulu, sovellusten jako, virtuaalinen kokoustila sekä videoneuvottelu. [43], [97]

Verkko-oppimisympäristön toimintoja on jaoteltu useissa lähteissä. Tellan, Vahtivuoren, Vuorenon, Wagerin ja Oksasen [92] mukaan verkko-oppimisympäristöihin tulisi sisältyä seuraavat osiot:

1. **Vuorovaikutus ja viestintä:** Viestien kohderyhmät ja ajankohdat ovat määriteltävissä. Tähän osioon liittyvät mm. keskustelufoorumit, verkkojuttelu, sähköposti, uutiset, ilmoitustaulut ja usein kysytyt kysymykset. Lisäksi voi olla

videoneuvottelu- tms. ohjelmia. Näistä tärkeimmäksi nostetaan keskustelufoorumit, koska ne tarjoavat mahdollisuuden tiedon jakamiseen, uusien ideoiden kehittämiseen, ongelmien ratkaisemiseen ja kysymysten esittämiseen opiskelumateriaalin sisällöstä ja tehtävistä. Kangaslammen [32] mukaan tähän osa-alueeseen kuuluvat lisäksi ryhmätyöt, yhteiset oppimateriaalit, linkit muualle maailmaan ja galleria.

2. **Materiaalin tuottaminen ja julkaiseminen:** Niin opettajan, kuin opiskelijankin täytyy voida esittää omia töitään, ajatuksiaan, työn alla olevaa materiaalia ja julkaista niitä silloin kun haluavat. Sisällöntuotantoa on helpotettava siihen tarkoitettujen välineiden tarjoamisella. Myös erilaiset työvälineet harjoitusten ja testien tekemiseen liittyvät tähän osioon. Kangaslammen [32] mukaan tähän osa-alueeseen kuuluvat henkilökohtainen opintosuunnitelma, ennakkotehtävät, etätehtävät, oppimateriaalin tuottaminen, oppimispäiväkirja, portfolio ja oma kotisivu.
3. **Informaationhallinta:** Ohjelman, materiaalin ja käyttäjien hallintaa tulisi voida hoitaa yhden käyttöliittymän avulla. Materiaalin hallinnalla tarkoitetaan tiedostokansioiden hallintaa. Myös materiaalin löytämistä helpottavat hakuohjelmat kuuluvat tähän osioon. Käyttäjän hallintaan liittyvät työvälineet mahdollistavat erilaisten roolien käytön opetuksessa ja opiskelussa. Kangaslammen [32] mukaan tähän osa-alueeseen kuuluvia työkaluja ovat esimerkiksi kurssikalenteri, ilmoitustaulu, suoritusrekisteri ja käyttäjäseuranta.
4. **Ohjaus, seuranta ja arviointi:** Opiskelua on voitava ohjata, seurata, tukea ja arvioida. Näiden toimintojen tukena ovat esimerkiksi ohjelmaan jäävät lokitiedot ja käyttäjätilastot. Ohjelman tulisi tukea niin itsearviointia, vertaisarviointia kuin opettajan arviointiakin. Kangaslammen [32] mukaan tähän osa-alueeseen liittyvät mm. tasomittaukset, välitestit, kokeet, loppukokeet ja palautteet.

3.2.3 Asiakas-palvelin –malli

Verkko-pohjaiset oppimisympäristöt perustuvat yleensä asiakas-palvelin -arkkitehtuuriin (engl. client-server). Asiakas-palvelin-arkkitehtuurin [79] mukaan asiakasohjelmisto

nähdään palvelujen pyytäjänä, joka siis pyytää palvelimelta haluttuja tietoja ja palvelin toimittaa nämä halutut tiedot asiakkaan käyttöön. Asiakasohjelma toimii siis käyttäjän pyyntöjen välittäjänä palvelimen ohjelmistolle. Yleisesti verkkopohjaisissa oppimisympäristöissä tällaisena asiakasohjelmistona toimii WWW-selain, mutta joissakin tapauksissa saatetaan tarvita myös erillistä asiakasohjelmistoa, esimerkiksi ylläpidollisten tehtävien hoitamiseen.

Palvelimena toimii verkkopohjaisista oppimisympäristöistä puhuttaessa esimerkiksi WWW-palvelin. Kaikki oppimisympäristön sisältämä data on tällä palvelimella esim. SQL-Server tai Oracle tietokannassa. Tietokannalla voi myös olla käytettävissään oma tietokantapalvelin. Palvelin huolehtii asiakasohjelman lähettämiin sivupyyntöihin vastaamisesta. [62]

Nathey [62] määrittää asiakkaan ja palvelimen tehtävät seuraavasti:

- Asiakkaan tehtävät
 - näyttää käyttäjän käyttöliittymä,
 - suorittaa yksinkertainen syöttötietojen tarkistus ja muokkaus,
 - muodostaa kyselyt välitettäväksi palvelimelle,
 - keskustella palvelimen kanssa,
 - muokata palvelimen vastaukset esitettäväksi käyttäjälle.
- Palvelimen tehtävät
 - odottaa ja hyväksyä asiakkaiden pyyntöjä,
 - tarjota määritelty rajapinta asiakkaille,
 - säilyttää sijainnin riippumattomuus ja asiakkaan rajapinnan läpinäkyvyys

Asiakas/palvelin-ratkaisut voidaan jakaa rakenteellisesti kolmeen osaan: 1-, 2- ja 3-taso arkkitehtuureihin. Verkkopohjaiset oppimisympäristöt ovat 2-taso arkkitehtuurin mukaisia. 2-taso arkkitehtuurissa osa toiminnasta on sijoitettuna asiakaspäähän. Esimerkiksi tällainen asiakkaalle jätetty tehtävä on tiedon esittäminen. Tiedonhallinta taas on palvelimen tehtävä. Tiedon prosessointi tapahtuu joko asiakkaan tai palvelimen toimesta. [62]

3.2.4 Haasteet

Alustojen hinnoittelu on yksi keskeisistä alustojen käyttöön liittyvistä ongelmista. Alustan vaihto on erittäin vaativa operaatio, joten yllättäen tapahtuva lisensointipolitiikan muutos ja erityisesti hintojen nousu ovat usein ongelmallisia.

Elektronisen oppimateriaalin tuottaminen on myös haasteellista. Tuotanto vaatii taloudellisia ja ajallisia resursseja ja paljon pedagogista ja teknistä osaamista.

Meisalo ym. kritisoivat kirjassaan [56] alustojen yhteistoiminnallisen opiskelun tueksi tarjoamien keskusteluvälineiden, kuten uutisryhmien, keskustelufoorumien ja reaaliaikaisten keskustelujen (chattien) puutteita. Ne eivät tuo juurikaan käyttökelpoisia tai ainakaan uusia mahdollisuuksia itse opiskeluprosessia tukevaan argumentointiin. Niiden tarjoama kokonaisuus on usein pirstoutunut samanaikaisiin keskustelusäikeisiin, ja samalla kokonaisuus on kuitenkin jyrkän hierarkkinen. Tiedonhakumenetelmien avulla voitaisiin esimerkiksi etsiä keskenään samantapaisten, tai aivan päinvastaisten näkökohtien edustajat ja saada heidät yhteyteen toistensa kanssa. Keskusteluprosesseja olisi hyödyllistä pystyä tarkastelemaan visuaalisesti ja näin nähdä keskustelun pullonkaulat ja eri osallistujien roolit. Alustoissa myös näkyy se, että ne on rakennettu aikanaan jonkin opiskeluun tai opetukseen liittyvän haasteen ratkaisuksi. Tämä lähtökohta voi pahimmillaan rajoittaa alustan kehitystä. [56]

Verkko-oppimisympäristöjen käyttö vaatii käyttäjältä tietoliikenneyhteyden, laitteiston ja ohjelmistot. Näin ollen ei voida sanoa, että verkko-oppimisympäristö olisi avoin, eli ajasta ja paikasta riippumaton oppimisympäristö. Oppimiseen käytetyn paikan pitää olla sellainen, jossa on tietokone ja tietoliikenneyhteydet tarvittavine lisäohjelmistoineen.

Alustat mahdollistavat monipuolisen käyttäjäoikeuksien hallinnan. Väärin käytettynä tämä saattaa kuitenkin johtaa hankaliin tilanteisiin esimerkiksi alustan teknisen tuen, opetuksen suunnittelijoiden ja opettajien välillä. Oikeudet tulisikin jakaa joustavuuden näkökulmasta, eikä kankeiden tehtäväkuvien mukaisesti. [56]

3.3 Videoteknologioiden standardit

Videoteknologiaihin liittyy monia eri standardeja ja niihin liittyviä protokollia. Standardoinnin tarkoituksena on yhtenäistää eri osapuolten käytänteitä mahdollisimman tarkkoilla määrittelyillä ja niihin liittyvien protokollien avulla varmistetaan videoteknologiaihin liittyvien toimintojen yhteensopivuus.

3.3.1 Tiedonsiirron standardeja

TCP/IP protokollaperheen avulla Internetin tiedonsiirto onnistuu luotettavasti ja pienellä viiveellä. Sitä ei ole kuitenkaan luotu reaaliaikaisen tiedonsiirron toteuttamiseen. Reaaliaikainen tiedonsiirto on ongelmallista, koska datan siirtäminen paketeissa reititinverkon yli aiheuttaa multimedian näkökulmasta liikaa katkoksia informaatioon. Tästä syystä reaaliaikaiseen tiedonsiirtoon on kehitetty myös omia protokollia. Tällaisia protokollia ovat mm. RTP (Real-time Transport Protocol), RTCP (Real Time transport Control Protocol) ja RTSP (Real Time Streaming Protocol). Näillä protokollilla pyritään siihen, että tiedonsiirtoa tapahtuu koko ajan vaikka laatu hieman kärsisikin.

Internet Engineering Task Forcen (IETF) RFC 1889:ssa määriteltiin RTP, joka tarjoaa päästä päähän tiedonsiirron reaaliaikaista dataa kuten ääntä, kuvaa ja simulaatiodataa lähettäville sovelluksille multicast ja unicast palveluita tarjoavien verkkojen yli. RTP ei pysty varaamaan resursseja eikä takaa palvelun laatua. RTP:tä ajetaan yleensä TCP:n (Transmission Control Protocol) sijaan UDP:n (User Datagram Protocol) päällä. Tähän on syynä se, että TCP lähettää uudelleen siirron aikana hukkuneet paketit. Koska reaaliaikaisessa siirrossa uudelleen lähetetyille paketeille ei ole käyttöä, ei tästä TCP:n ominaisuudesta ole mitään hyötyä. UDP sen sijaan lähettää paketit vastaanottajalle, mutta ei anna mitään takeita pakettien perille menosta. Tästä syystä johtuen RTP joutuu huolehtimaan itse, että paketit menevät perille. RTP liittää datapaketteihin sekvenssinumerot, joiden avulla vastaanottaja rakentaa vastaanotetun tietovirran oikeassa järjestyksessä, jos pakettien järjestys on muuttunut verkon läpi kuljettaessa. Mediavirran sisäinen synkronointi ja eri mediavirtojen keskinäinen synkronointi puolestaan hoidetaan RTP-protokollan lisäämän aikaleiman avulla. RTP myös identifioi millä koodekilla media

on pakattu ja mikä on sen mediatyyppi. RTP toimii multicast-menetelmällä, eli paketteja voidaan lähettää useaan eri kohteeseen samanaikaisesti.

RTP:n toimintaa tukee RTCP. RTP:tä voidaan periaatteessa käyttää ilmeikkin RTCP:tä, mutta tämä ei ole yleistä. RTCP sen sijaan vaatii aina RTP:n käytön. RTCP-protokolla seuraa RTP-liikennettä. Se välittää erilaista informaatiota molempiin suuntiin lähettäjän ja vastaanottajan välillä. Sen avulla esim. vastaanottaja tietää minkälaisesta RTP-liikenteestä on kyse. Toisaalta lähettäjä saa vastaanottajalta tietoa pakettien perille pääsystä. RTCP toimii lähettämällä periodisesti kontrollipaketteja kaikille istunnon osanottajille käyttäen datapakettien jakelumekanismia. RTCP:n tehtävänä on isojen ryhmien reaaliaikaisten konferenssien mahdollistaminen Internetissä lähteen tunnistuksella, gatewayn tukemisella ja multicast-unicast kääntäjillä.

RTSP on protokollaperheen kolmas protokolla, joka toimii RTP:n päällä. RTSP ei vastaa varsinaisesta suoratoiston toteutuksesta, mutta RTSP-protokollan avulla voidaan avata erilaisia mediavirtoja ja ohjata niiden siirtoa. Se standardisoi verkossa liikkuvien multimediapakettien otsikoiden pakkausmenetelmää. RTSP ohjaa myös soittimen ja käyttäjän välistä viestintää, kun käyttäjä selaa videositystä eteenpäin, taaksepäin tai esimerkiksi keskeyttää videon katselun. [2], [27], [41], [96]

3.3.2 Videon ja äänen pakkauksen standardeja

Videokuva vaatii varsin paljon kaistanleveyttä tietoliikenneyhteyksiltä. Kun videokuva halutaan siirtää mahdollisimman tehokkaasti tietoverkoissa, on videokuva pakattava. Standardointiorganisaatiot ISO ja ITU ovat määritelleet merkittävimmät videon pakkausstandardit. ITU:n standardeista tärkeimmät ovat H.216, H.263, H.263+ ja H.264. Tärkeimmät ISO:n standardit ovat puolestaan MPEG-standardit. Tällä hetkellä molemmat standardointiorganisaatiot jatkavat standardointia yhteistyössä.

Standardeista H.261:stä käytetään H.320 ja H.323 standardeja tukevissa järjestelmissä, eli ISDN- ja IP-verkoissa. H.263 on edellistä kehittyneempi versio ja se luotiin H.324 standardia varten, eli puhelinverkossa tapahtuvaa videokuvan siirtoa varten.

Puhelinverkossa tiedonsiirtokapasiteetti on luonnollisesti pienempi, joten siirrettävää videokuvaa on myös pakattava tehokkaammin.

Moving Picture Experts Group kehitti MPEG standardin käsittelemään digitaalista ääntä alhaisilla tiedonsiirtonopeuksilla. MPEG-1 oli ensimmäinen valmistunut standardi ja se sai kansainvälisen ISO standardointiorganisaation hyväksynnän vuonna 1993. MPEG-1 koostuu järjestelmä-, video- ja audio-osista. Video- ja audio-osat määrittävät nimensä mukaisesti videon ja audion pakkaustekniikoita. Järjestelmäosassa käsitellään mm. synkronisaatiota. MPEG-1 on käytössä digitaalisissa tallenteissa, kuten CD-ROM levyillä. MPEG-1 kehittelyn lähtökohtana olikin saada aikaan digitaalinen vastine analogiselle VHS-videolaadulle. MPEG-1 algoritmissa kompressoidaan liikkuvaa videokuvaa ja siihen synkronoitua ääntä siten, että huomio kiinnitetään vain peräkkäisten kuvien välisiin eroihin. Näin pystytään poistamaan huomattavasti sekä videon kuvien sisäistä, että välistä redundanssia. MPEG-1 tukee sekä informaatiota menettävää pakkausta, että informaatiota säilyttävää pakkausta. Informaatiota menettävä pakkaus on luonnollisesti tehokkaampi, ja sen avulla päästäänkin kompressiosuhteeseen 200:1, kun informaatiota säilyttävä tapa kompressoituu suhteessa 50:1. MPEG-1-audion pakkaamiseen on tarjolla kolme erilaista koodaustyyppiä; Layer 1-3. Näistä Layer 3 on tehokkain ja käytetyin. Se vaatii hieman enemmän aikaa ja laitteistolta suorituskykyä, mutta omaa silti parhaan äänenlaadun suhteessa tiedonsiirtonopeuteen. Audiossa päästään pakkaussuhteeseen 10:1. [5], [36], [51], [72]

MPEG-2:lla pyrittiin saamaan aikaan standardi, jonka avulla voidaan kompressoida ja jakaa tai tallentaa digitaalista lomitettua täysvideota ja synkronoitua ääntä korkealaatuisena. Kuvanlaadun on tarkoitus olla siis parempaa kuin MPEG-1:ssä. MPEG-2:sta tuli suunnitteluvaiheessa hieman laajempi kuin alun perin oli tarkoitus, ja se sisältääkin tukea sellaisille sovelluksille (HDTV, EDTV), jotka oli suunniteltu vasta MPEG-3:n yhteyteen. MPEG-2 hyväksyttiin standardiksi 1994. MPEG-2 sisältää MPEG-1:n toiminnot ja lisäksi laajennuksia ja muita lisäyksiä kuvanlaadun parantamiseksi, joten MPEG-2 toistaa myös MPEG-1 koodatun materiaalin. MPEG-2 sisältää määrityksiä erilaisiin käyttötarkoituksiin. MPEG-2 koodaus on käytössä mm. DVD-laitteissa ja kaapeli-tv:ssä. MPEG-2:n audiokoodaus (AAC) on taaksepäin yhteensopiva, eli

yhteensopiva MPEG-1-audion kanssa. Mukaan on otettu joitakin pieniä parannuksia, kuten psykoakustinen malli. [42], [72]

MPEG-4 ensimmäinen versio standardoitiin 1999 ja versio 2 vuonna 2000. MPEG-4 koostuu useista pakkaus- ja purkuformaateista, sekä streaming-tekniikoista. Standardi on kehitetty multimedian kompressoimiseen ja siirtoon hitaissa ja keskinopeissa verkoissa. MPEG-4 mahdollistaa näin vuorovaikutteisesta videokuvasta, grafiikasta, animaatioista, tekstistä ja äänestä koostettujen esitysten siirtämisen niin Internetissä, langattomassa verkossa kuin laajakaistaisella yhteydelläkin. MPEG-4 on järjestelmä- ja siirtoriippumaton, eli käytetyllä alustalla ja siirtomekanismilla ei ole merkitystä. MPEG-4 on myös skaalautuva. Tämä tarkoittaa sitä, että koodausnopeus ja resoluutio voidaan mukauttaa verkkoympäristöön ja erilaisiin näyttöihin. Tämä on erittäin tärkeää, kun käytetään multimedian välittämiseen hyvin erilaisia verkkoja ja tilanteissa, joissa vastaanottajan sovellus ei voi näyttää kuvaa täydellä resoluutiolla. [37], [72]

MPEG-4 -tiedosto määrittää näkymän, johon esityksen koostaja voi sijoittaa haluamansa määrän niin video-, audio-, teksti- tai grafiikkaobjekteja haluamalleen paikalle. Näkymä voi olla joko kaksi- tai kolmiulotteinen. Objektien paikat voivat esityksen aikana muuttua, tai osa objekteista voi kadota kokonaan. Myös uusia objekteja voi ilmestyä esityksen aikana. Esimerkiksi videossa esiintyvä henkilö ja tausta voidaan koodata erikseen, jolloin taustaa voidaan vaihtaa kesken esityksen. Koostaja voi myös sallia vuorovaikutusta. Objektit voivat esimerkiksi olla hiirellä klikattavia tai raahattavia. Klikkaamisiin voidaan kytkeä monimutkaisiakin toimintasarjoja. Käyttäjälle näkyvä näkymä voi myös olla kolmiulotteinen, jolloin käyttäjä voi muuttaa katselu ja kuuntelupistettään. Näkymien koostaminen toteutetaan omalla skriptikielellä (laajennus VRML 2.0 -kielestä), joka on määritelty tätä tarkoitusta varten. [37]

MPEG-4 pakkausformaatti ei ole kokonaisuutena vielä kovinkaan merkittävässä käytössä. Yksittäisiä koodausmenetelmiä, kuten MPEG-4 AAC-audiokoodekki, DivX-videokoodekki ja MP4-siirtoformaatti, käytetään kuitenkin varsin laajasti. Esimerkiksi MPEG-4 AAC-audiokoodekki on käytössä Applen iTunes – sovelluksen audiokoodekkina.

Digitaalista video- ja audioformaattia käyttävät myös esimerkiksi Applen QuickTime ja Real Networksin RealAudio ja RealVideo. Jälkimmäiset ovat tarkoitettu streaming-toteutuksiin esimerkiksi Internetissä. QuickTime on tiedostoformaatti ja virtaustoistoarkkitehtuuri, joka tallentaa, virtaustoistaa ja esittää mediatiedostoja. Kompressointi hoidetaan joukolla erilaisia kompressointitapoja, joista osa on standardoituja ja osa patentoituja.

3.3.3 Äänenpakkauksen standardeja

Puhetta voidaan kompressoida merkittävästi ilman että ihminen kuulee äänessä eroa. Pelkän äänen siirtoon ja paukkaukseen on myös olemassa omat standardit. Näistä yleisimmät ovat G.711, G.722 ja G.728. Nämä standardit määrittävät äänen siirron ja pakkauksen eri kaistanleveyksillä ja siirtonopeuksilla. G.711 määrittää siirtoa ja pakkausta kolmen kilohertsin kaistanleveydellä, 64 kbit/s siirtonopeudella, G.722 seitsemän kilohertsin kaistanleveydellä 48 tai 56 kbit/s siirtonopeudella ja G.728 kolmen kilohertsin kaistanleveydellä 16 kbit/s siirtonopeudella. [33]

3.3.4 Kuvakoon standardeja

Myös kuvakoolla on omat standardinsa ja standardien mukaisia kuvakokoja on useita. Käyttäjän näkemä kuvakoko riippuu myös siitä, miten näyttöohjelmat suurentavat ja pienentävät pikselin kokoa tarpeen mukaan. Yleisimmät kuvastandardit esimerkiksi videoneuvottelun yhteydessä ovat CIF, joka on kooltaan 352 x 288 pikseliä, ja QCIF, jonka koko on 176 x 144 pikseliä, joka on itse asiassa neljäsosa CIF-kuvasta. Suuremman pikselimääränsä ansiosta näistä CIF on kuvanlaadullisesti parempi. CIF standardin mukainen kuva näyttää terävämmältä. Eurooppalainen PAL-standardi on 768x576 ja Digi-TV pohjoismaissa 720x576. H.261-standardi tukee vain CIF- ja QCIF-kokoja. H.263:ssa puolestaan tukee myös SQCIF- (128x96), 4CIF- (704x576) ja 16CIF-kokoja (1408x1152). Liikkuvaa kuvaa välitettäessä tietoliikenneyhteydeltä vaadittava siirtokaista riippuu vielä kuvataajuudesta ja mahdollisesta pakkauksesta. [96]

3.4 Videoneuvottelu

Videoneuvottelussa mahdollistuu vuorovaikutuksellinen yhteys kahden tai useamman toisistaan erillään olevan pisteen välillä [67]. Pisteiden välillä siirretään sekä kuva, että ääni lähes reaaliaikaisesti ja kaksisuuntaisesti. Opetus- ja kokoustilanteissa osapuolet siis näkevät ja kuulevat toisensa. Lisäksi videoneuvottelun yhteydessä on usein myös mahdollista siirtää dataa ja jakaa esimerkiksi sovelluksia.

3.4.1 Videoneuvottelun historiaa

Videoneuvottelu ei ole kovin vanha teknologia, vaikka videoneuvottelun edeltäjänä pidetty kuvapuhelin esiteltiinkin New Yorkin maailmannäyttelyssä jo vuonna 1964. Niin kuin monen muunkin tietoliikenteen sovelluksen kohdalla, myös videoneuvottelutekniikka sai varsinaisesti alkunsa sotateollisuuden tarpeista. 1970-luvulla yhdysvaltain puolustusministeriön tutkimusosasto ARPA alkoi tutkia etäkokousmahdollisuuksia, joiden avulla voitaisiin järjestää viidelle eri paikassa olevalle henkilölle mahdollisimman täydellinen kokouksessa läsnäolon tuntu. Nämä viisi henkilöä olisivat Yhdysvaltain presidentti, varapresidentti, ulkoministeri, alahuoneen puhemies ja aselajien komentajaneuvoston puheenjohtaja. [89]

Videoneuvottelun kaupallistuminen alkoi Yhdysvalloissa 1982 ja sen jälkeen kehitys on ollut verrattain nopeaa. Suomessa videoneuvottelujärjestelmät otettiin käyttöön 1980-luvun lopulla Telen ja Helsingin Puhelinyhdistyksen toimesta. 1980-luvun videoneuvottelulaitteet olivat erittäin kalliita ja raskaita kokonaisia videoneuvottelujärjestelmiä. Viime vuosikymmenen tekniikan kehitys on lopulta mahdollistanut laadukkaiden videoneuvottelujärjestelmien kehittymisen nykyisenlaisiksi tekniikaltaan keveiksi ja käyttökustannuksiltaan edullisiksi järjestelmiksi. Erittäin merkittävä tekijä videoneuvottelun yleistymiselle on ollut tietoliikenneyhteyksien kehittyminen. Digitaalisten puhelinverkkojen laajeneminen yhä laajemmille alueille mahdollisti videoneuvottelun yleistymisen koko maailmassa. Myös ISDN-liittymien yleistymisen ja halventumisen edisti videoneuvottelun yleistymistä. [17]

3.4.2 Videoneuvottelun standardit

Jotta eri valmistajien videoneuvottelulaitteistot ja ohjelmistot olisivat yhteensopivia noudattavat laitteet kansainvälisesti määriteltyjä standardeja. ITU on standardointiorganisaatio joka on standardoinut useita eri videoneuvotteluun liittyviä standardeja.

Eri standardit on ryhmitelty standardiperheiksi sen mukaan mihin verkkoon ne on tarkoitettu [96]:

1. ISDN (H.320)
2. Laatuparametreja (QoS) tukevat verkot (H.310, H.321 ja H.322)
3. Paikallisverkot (H.323)
4. Puhelinverkot (H.324)
5. Ryhmätyö (T.120)

ISDN on kapeakaistainen digitaalinen puhelinverkko. ISDN-teknologiaan perustuvien verkkojen käyttö oli hyvin yleistä vielä viime vuosituhaten puolella. ISDN-verkossa tapahtuvan videoneuvottelun standardi on H.320

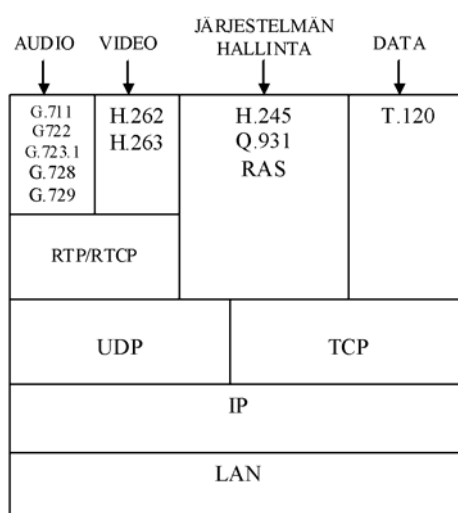
Laatuparametreja tukevat verkot tarkoittavat tietoliikenneverkkoja, joista voi varata riittävästi kapasiteettia videoneuvottelua varten, kuten esim. ATM-verkot. Näitä verkkoja määrittävät standardiperheet H.310, H.321 ja H.322.

Paikallisverkoilla tarkoitetaan tässä yhteydessä Ethernet-verkkojen lisäksi kaikkia Internet-verkkoja sekä tietoliikenneyhteyksiä, joita käytetään Internet-operaattorin kautta. Näitä verkkoja hyödyntäen toteutettuja neuvotteluja kutsutaan IP-videoneuvotteluiksi ja niitä määrittää standardiperhe H.323. Koska nykyisin videoneuvottelussa käytetään yleisesti datan siirtotienä IP-verkkoa, keskitytään tässä työssä siihen liittyvien standardien tarkasteluun.

ITU-standardeissa H.xxx tarkoittaa standardiperhettä ja T.xxx ryhmäyöstandardeja. Videokoodausstandardit on puolestaan koodattu merkinnällä H.26x ja audiokoodit merkinnällä G.xxx. Erilaiset ohjausprotokollat on merkitty H.22x -H.24x -koodeilla. [96]

3.4.2.1 H.323 standardiperhe

ITU hyväksyi H.323:n standardiksi vuonna 1996. H.323 on osa suurempaa ITU:n H-sarjaa tietoliikennestandardeja, joiden on tarkoitus mahdollistaa videokonferenssit. H.323 on tarkoitettu audion, videon ja datan siirtoon palvelun laatua takaavissa IP-pohjaisissa verkoissa. H.323-standardin seuraavia versioita julkaistiin 90-luvun loppupuolella ja versio 4 julkaistiin vuonna 2000. H.323 mahdollistaa kuluttajille, yrityksille ja ammattilaisille äänen, multimedian ja datan välittämisen LAN-pohjaisissa sovelluksissa. H.323 on useista standardeista koostuva nk. sateenvarjostandardi (Kuva 3) [6]. Sen mukaisesti audio- ja videoinformaatio paketoitetaan RTP-pakettien sisään ja kuljetetaan UDP-kerroksen päällä lähettäjältä vastaanottajalle. RTCP tarkastelee yhteyden ja istunnon tasoa ja antaa päätepuolelta palautetta yhteyden toimivuudesta. Järjestelmän hallinta ja merkinanto voi tapahtua UDP:n tai TCP:n yli. Ääni pakataan ennen tiedonsiirtoa käyttäen koodikkeja G.711, G.722, G.723.1, G.728 tai G.729. Videon pakkaaminen voi tapahtua suositusten H.262 tai H.263 mukaan ja T.120 mukaiset datapaketit liikkuvat luotettavaa TCP-protokollaa käyttäen. [6], [48], [85]



Kuva 3: H.323-protokollapino [6]

3.4.2.2 SIP

Vuonna 1999 IETF määritteli H.323:lle kilpailevan protokollan nimeltä SIP. Se on tekstipohjainen HTTP:hen perustuva protokolla. Tästä syystä se on huomattavasti kevyempi merkinantoprotokolla kuin H.323, joka perustuu binäärikoodauksen käyttöön. SIP-protokollan etuja H.323:een verrattuna ovat yksinkertaisuus ja joustavuus. SIP tarjoaa tarvittavat protokollaelementit mm. puhelun ohjaukseen, soittajan tunnistamiseen ja multipointkonferenssit. Käyttäjäagentit, jotka kommunikoivat keskenään voivat olla IP-puhelimia, PC-pohjaisia sovelluksia tai Gateway-laitteita. SIP-protokolla tukee myös päätelaitteiden liikkuvuutta. SIP-protokolla ei itsessään kuljeta mediavirtoja. [7]

3.4.3 Monipisteneuvottelu

Videoneuvottelu voi olla joko kaksipiste- tai monipisteneuvottelua. Kaksipisteneuvottelu on nimensä mukaisesti kahden videoneuvottelulaitteen välistä yhteyttä. Monipisteneuvotteluun osallistuu useampia osapuolia ja tällöin yhteys on muodostettava käyttäen videoneuvottelusiltaa. [10], [85]

Muodostettaessa yhteyttä useamman pisteen välille, täytyy ottaa käyttöön videoneuvottelusilta (engl. MCU, Multi Connection Unit). Joissakin laitteissa silta on valmiina, jolloin erillistä siltaa ei tarvitse varata. Usein kuitenkin joudutaan turvautumaan ulkopuoliseen siltaratkaisuun. Jos siltaa ei ole omassa organisaatiossa, on mahdollista käyttää tarjolla olevia vuokrauspalveluja. Tällaisia palveluja tarjoavat esimerkiksi oppilaitokset, verkko-operaattorit ja puhelinyhtiöt.

Silta muodostaa yhteyden kaikkien osallistujien välille, joko siten, että kaikki osapuolet soittavat videoneuvottelusillan numeroon tai siten, että yhteys avataan neuvottelusillasta käsin ottamalla yhteys kaikkiin osapuoliin. Neuvottelu voi tämän jälkeen toimia siten, että kaikki osallistujat näkevät jaetulla ruudulla muiden osallistujien kuvat tai siten, että ainoastaan puhujan kuva näkyy muille osanottajille. Jälkimmäisessä tapauksessa kuva aktivoituu äänestä automaattisesti. Kaikki osallistujat kuulevat koko ajan toisiaan. [10], [85]

Vanhemmat sillat osasivat yhdistää toisiinsa vain samankaltaisia yhteyksiä. Jos videoneuvotteluun on osallistunut sekä ISDN- että IP -pohjaisia videoneuvottelulaitteistoja, yhdistämiseen on tarvittu sillan lisäksi yhdyskäytävä (engl. gateway), joka on hoitanut mediamuunnoksen IP-verkon ja ISDN-verkon välillä. Nykyiset sillat kuitenkin pääsääntöisesti sisältävät myös yhdyskäytävän, jonka ei siis tarvitse olla erillinen laite. [94]

Silta voi olla joko videoneuvottelulaitteeseen integroitu tai palvelin pohjainen. Palvelin pohjainen silta voi olla toteutettu ohjelmallisesti tai laitteiston avulla. Videoneuvottelulaitteeseen integroiduilla silloilla voidaan hoitaa yleensä alle 10 yhtäaikaista yhteyttä, mutta tällaisia siltoja ei ole saatavilla kaikkiin videoneuvottelulaitteisiin. Palvelimelle ohjelmallisesti toteutettuja siltoja voidaan käyttää suuremmissa neuvotteluissa ja niitä voidaan ketjuttaa muiden siltojen kanssa. Ohjelmallisesti toteutetut sillat mahdollistavat yleensä myös suoratoiston eli streamauksen käytön. Palvelimen ominaisuudet saattavat olla ohjelmallisten siltojen suorituskykyä rajoittava tekijä. Laitteistopohjaiset sillat mahdollistavat korkealaatuisten operaattoritasoisten video- ja puhelinneuvottelupalveluiden toteuttamisen. Laitteet ovat verrattain kalliita ja ne soveltuvatkin yleensä suurten organisaatioiden, kuten yliopistojen, tarpeisiin. [94]

3.4.4 Laitteisto

Videoneuvottelun peruslaitteita voidaan ajatella olevan koodekki, kamera, mikrofoni, kaiuttimet ja monitori. Jos videoneuvottelua ajatellaan laajemmasta näkökulmasta, voidaan videoneuvottelulaitteistoon katsoa kuuluvan myös videoneuvotteluun käytettävä tila ja datan siirtotie. Jotta videoneuvottelu olisi mahdollisimman hyvin tarkoitukseensa soveltuvaa, saatetaan vielä tarvita joitakin lisälaitteita. Tällaisia ovat esimerkiksi dokumenttikamera, lisäkamerat, tietokone ja monipisteneuvottelun mahdollistava silta.

Jokaisella organisaatiolla on omat tarpeensa ja lähtökohtansa sekä ajatusmaailmansa videoneuvottelun toteuttamiselle. Näin ollen videoneuvottelua käytävillä onkin monenlaisia toimintatapoja ja vuorovaikutustyyliä. Koska käyttötarkoituksia ja tapoja on

erilaisia, tarvitaan myös niihin soveltuvia videoneuvottelujärjestelmiä. Järjestelmät voidaan jakaa desktop-, kompakti- ja ryhmäneuvottelujärjestelmiin. Kun videoneuvottelun vaatimat laitteet integroidaan suoraan henkilökohtaiseen tietokoneeseen, puhutaan ns. desktop-järjestelmästä. Tällainen järjestelmä voi sijaita kokonaisuudessaan käyttäjän omassa mikrotietokoneessa. Monet desktop-laitteet tarjoavat myös mahdollisuuden jakaa tietokoneiden sovellusohjelmia neuvotteluosapuolien kesken. Siirrettävää laitetta, johon on koottu videoneuvottelun tarvitsemat laitteet ja ohjelmistot kutsutaan kompaktiksi järjestelmäksi. Tällaisessa tapauksessa kuvaa esittävänä laitteena toimii usein televisio. Laitteisto voidaan toisaalta helposti liittää dataprojektoriin, jos sellainen videoneuvotteluun käytettävässä tilassa on. Kompaktit järjestelmät soveltuvat hyvin pienen ryhmän väliseen videoneuvotteluun. Kompaktissa järjestelmässä asetuksia ja toimintoja ohjataan yleensä kaukosäätimellä tai hiirellä. Jos videoneuvottelua kuitenkin aiotaan toteuttaa siten, että osapuolena on kokonainen ryhmä, voidaan kokonainen auditorio, luokka tai muu kiinteä tila varustaa videoneuvottelun vaatimilla laitteilla. Tällöin voidaan puhua ryhmäneuvottelujärjestelmästä. Tällainen ratkaisu on usein hyvin skaalautuva ja sitä voi käyttää niin pienempiin palavereihin kuin suurten kokousten ja luentojenkin pitämiseen. Ryhmäneuvottelujärjestelmään kuuluvia laitteita ovat varsinaisten videoneuvottelun tarvitsemien laitteiden lisäksi esimerkiksi tilan ohjausyksikkö, jolla voidaan hoitaa kaikki tapahtumaan liittyvät toimet aina videoneuvottelun hallinnasta tilan valaistukseen asti. Tällaisena ohjausyksikkönä voi toimia esimerkiksi tarkoitukseen rakennettu kosketusnäyttö. Järjestelmään kuuluvaksi voidaan laskea myös tietoliikenneyhteydet, valaistus ja tilan väritys. Ryhmäneuvottelujärjestelmien kustannukset vaihtelevat suuresti, riippuen hankittavista laitteista. [17], [85]

3.4.4.1 Koodekki

Laitetta, joka kokoaa äänen ja kuvan sekä valmistaa eli koodaa sen edelleen siirrettäväksi kutsutaan koodekiksi. Koodaamisen yhteydessä koodekki muuntaa ja pakkaa analogiset kuva- ja äänilähteiltä tulevat signaalit datasiignaaleiksi, joita voidaan siirtää ISDN-liittymässä tai tietokoneverkossa. Toisaalta koodekki muuntaa toiselta osapuolelta vastaanottamansa datasiignaalin näyttölaitteen ymmärtämään analogiseen muotoon. Tällöin puhutaan dekodeeraamisesta. Koodekkiin liitetään kaikki videoneuvottelussa tarvittavat

laitteet kuten kamerat, mikrofonit, kaiuttimet yms. Joihinkin koodekkeihin osa näistä laitteista on voitu integroida. Koodekkiin liitetään myös tietoliikenneyhteys, joka voi koodekin ominaisuuksista riippuen olla joko ISDN- tai LAN-yhteys. Jos käytetään ISDN yhteyttä, osa koodekeista mahdollistaa useamman yhtäaikaisen yhteyden hyödyntämisen. Koodekki voi olla tarkoitukseen rakennettu erillinen laite, tai myös tietokoneeseen asennettu ohjelmisto tai kortti. [64], [94]

3.4.4.2 Kamera

Usein videoneuvottelun luonne on sellainen, että kuvanlaatu ei ole kaikkein tärkein osatekijä käytettävyyden kannalta. Useimmissa tapauksissa ääni on huomattavasti tärkeämpi ominaisuus. Kuvaa käytetään lähinnä välittämään vuorovaikutuksen ja läsnäolon tunnetta. Kuvan laatuun vaikuttavat monet tekijät. Merkittävin näistä on tietoliikenneyhteys. Mitä parempi tietoliikenteen kaista, sitä parempi kuvanlaatu. Lisäksi kuvanlaatuun vaikuttavat käytetty videokuvan pakkaus ja kameran laatu. [38], [94]

Kompakteissa järjestelmissä kamera on usein integroitu koodekkiin. Kamera voi kuitenkin yhtä hyvin olla myös erillinen. Erillinen kamera voi olla siirrettävä tai ryhmäneuvottelujärjestelmien yhteydessä usein myös kiinteästi esimerkiksi seinään asennettu. Jos halutaan välittää kuvaa useista vaihtoehtoisista kuvakulmista, täytyy kameroita liittää useampia. Liitettävien kameroiden määrää rajoittaa lähinnä koodekin ominaisuudet liitäntöjen määrän osalta. Yksinkertaisimmillaan videoneuvottelussa kamera voi olla tietokoneeseen liitettävä ns. webbikamera, jossa säätömahdollisuuksia ei juuri ole. Toista ääripäätä edustavat etäohjattavat, moottoroidut kamerat. Näissä kalliimmissa kameroissa on myös paljon lisäominaisuuksia kuten liikeohjaus tai ääniohjaus, joiden avulla voidaan kameran kohdetta kuten luennoitsijaa seurata automaattisesti. Jos kamera on moottoroitu, sitä voidaan kääntää ja zoomata kaukosäätimellä tai ohjauspaneelilla. [38], [94]

3.4.4.3 Mikrofoni

Ääni on videoneuvottelun tärkein elementti. Ilman hyvää ääntä neuvottelun onnistuminen on mahdotonta. Käytetyn äänenpakkauksen lisäksi ääneen vaikuttaa mitä suurimmassa

määrin käytetty mikrofoni. Mikrofoneja on useita erilaisia eri käyttötarkoituksiin (esim. pöytä-, käsi ja solmiomikrofoni). Erilaiset mikrofonit ottavat äänen erilaisilta etäisyyksiltä. Joihinkin mikrofoneihin joudutaan puhumaan hyvin läheltä, jotkut taas ottavat äänet isostakin tilasta. Mikrofontia valittaessa joudutaan pohtimaan tilaisuuden luonnetta ja esimerkiksi sitä esitetäänkö kysymyksiä yleisön joukosta. Lähes kaikissa videoneuvottelutilanteissa joudutaan myös miettimään mikrofonien sijoittelua tilassa. [94]

Mikrofonit voivat olla joko langattomia tai langallisia. Langaton mikrofoni tuo liikkumavapautta ja mahdollisuuksia sijoittaa mikrofoni monipuolisemmin. Langaton mikrofoni vaatii toimiakseen lähettimen ja vastaanottimen. Lähetin voi olla erillinen laite, joka voidaan sijoittaa esimerkiksi puhujan takintaskuun ja johon mikrofoni kytketään. Lähetin voi myös olla integroitu mikrofontiin. Vastaanotin ottaa vastaan lähettimen signaalin ja siirtää sen johdollisena koodekin mikrofoniliitintään. Langattomien mikrofonien huonona puoleena voidaan pitää niiden pariston tarvetta. Niin langattomissa kuin langallisissakin mikrofoneissa saattaa olla ominaisuutena mahdollisuus mykistää mikrofoni. Toisaalta mikrofonin voi mykistää myös ohjelmallisesti koodekin kautta. [38], [94]

3.4.4.4 Monitori

Videoneuvottelu vaatii luonnollisesti laitteen, jolta videokuvaa voidaan seurata. Tätä laitetta kutsutaan monitoriksi. Monitoreita voi olla järjestelmässä yksi tai kaksi. Joskus käytetään vielä kolmatta ns. apumonitoria. Sen avulla on mahdollista esikatsella omaa materiaalia ennen kuvan lähettämistä vastaanottajalle. Yhtä monitoria käytettäessä kuvana on neuvottelun toisen osapuolen kuva, ns. tuleva kuva. Omaa kuvaa, jonka siis toinen osapuoli näkee, kutsutaan lähteväksi kuvaksi. Kahden monitorin järjestelmässä toisessa monitorissa on yleensä tuleva kuva ja toisessa lähtevä kuva. On tärkeää, että tarvittaessa voidaan tarkkailla tätä lähtevää kuvaa ja näin seurata mitä kuvaa milloinkin ollaan lähettämässä. Tämä korostuu etenkin silloin kun käytetään useita kuvalähteitä. Yhtä monitoria käytettäessä voidaan koodekin ominaisuuksista riippuen yleensä välillä tarkastella lähtevää kuvaa tai lähtevä kuva voidaan asettaa pieneen ikkunaan tulevan kuvan päälle. Tätä ominaisuutta kutsutaan ns. PIP-ominaisuudeksi (Picture In Picture). Myös

kahta monitoria käytettäessä voidaan käyttää PIP-toimintoa. Tällöin toisessa monitorissa voidaan näyttää esimerkiksi dokumenttienjako-ohjelmalla jaettuja dokumentteja tai muuta oheismateriaalia. Monitorina voi toimia tilasta, osallistujamäärästä ja videoneuvottelujärjestelmästä riippuen esimerkiksi perinteinen televisio tai dataprojektori. Desktop-järjestelmissä monitorina toimii usein tietokoneen näyttö. [38], [94]

3.4.4.5 Kaiuttimet

Tulevan äänen toistamiseen tarvitaan kaiuttimet. Kaiuttimiin liittyvät tarpeet riippuvat suuresti osallistujien määrästä ja käytettävästä tilasta. Pienessä tilassa ja pienellä osallistujamäärällä kaiuttimiksi saattavat riittää monitorissa olevat kaiuttimet. Näin toimitaan usein kun monitorina käytetään televisiota. Jos neuvottelu toteutetaan tietokoneen avulla ja neuvottelijoita on vain yksi, kaiuttimina voidaan käyttää esimerkiksi kuulokkeita. Kaiuttimet voidaan liittää koodekkiin myös mikserin kautta, jolloin äänen tasoja ja ominaisuuksia voidaan helpommin tarkkailla ja muunnella. Näin toimitaan usein ryhmäneuvottelujärjestelmien yhteydessä, jolloin käytössä saattaa olla kokonainen tilaan kiinteästi asennettu kaiutinjärjestelmä. [38], [94]

3.4.4.6 Lisälaitteet

Dokumenttikameran avulla käyttäjä voi esittää paperimuodossa olevaa materiaalia kuten tekstiä, kaavioita, taulukoita ja kuvia. Dokumenttikameralla voidaan näyttää myös esimerkiksi kalvoja tai esineitä. Kalvoja näytettäessä tarvitaan altavalaisutaso, jollaista ei kuitenkaan ole kaikissa dokumenttikameroissa. Joissakin laitteissa on lisäksi ylävalo, joka parantaa näytettävän materiaalin näkyvyyttä. Dokumenttikamera on alusta jonka yläpuolella on alaspäin kuvaava kamera. Yleensä laitteet mahdollistavat kamerasäätämisen, zoomauksen ja tarkentamisen. [38], [94]

Videoneuvotteluteitse voidaan siirtää myös tietokoneen kuvaa. Tällöin käytössä on oltava koodekki, joka tukee tietokoneen liittämistä. Kaikki koodekit eivät kuitenkaan tue tätä ominaisuutta. Tietokoneen kuva on myös mahdollista siirtää käyttämällä videoneuvottelusta erillistä sovelluksenjako-ohjelmaa. [94] Sovelluksen jakamisesta tarkemmin kappaleissa 3.6 ja 3.7

3.4.5 Videoneuvottelun käyttö opetuksessa

Videoneuvottelun käyttö opetuksessa ei ole mitenkään harvinaista. Videoneuvottelun luonteesta johtuen se soveltuu erityisen hyvin tilanteisiin, joissa vuorovaikutus on korostetussa roolissa. Videoneuvottelu mahdollistaa sellaisen opetuksen järjestämisen, jossa reaktioiden näkyminen ja henkilökohtaisen kontaktin saaminen ovat tärkeitä oppilaan ja opettajan näkökulmista. Yleisin videoneuvottelun opetuskäytön tilanne on kuitenkin perinteinen luento-opetus, jossa edellä mainittuja videoneuvottelun tarjoamia mahdollisuuksia ei juurikaan oteta huomioon. Interaktiivisuuden mahdollistumisen lisäksi videoneuvottelu mahdollistaa opetukseen osallistumisen tilanteissa, joissa se muutoin olisi vaikeaa tai mahdotonta aikatauluongelmien tai matkustamisesta johtuvien taloudellisten esteiden vuoksi. [10], [67]

Pohjonen korostaa teoksessaan [69], että onnistuneessa teknologiaa soveltavassa koulutuksessa tavoitteet, niiden saavuttamiseen tähtäävät keinot ja käytettävissä olevat resurssit muodostavat tasapainoisen kokonaisuuden. Tällöin teknologia ei ole itsetarkoitus, vaan välineiden valinnan täytyisi perustua uusien koulutusnäkemysten, -järjestelmien ja didaktisten ratkaisujen huomioon ottamiseen. Vaarana väärille valinnoille saattavat olla esimerkiksi tehokkuusajattelu ja teknologian tuntemattomuus.

Videovälitteistä opetusta ei voida toteuttaa samalla tavalla valmisteltuna kuin perinteistä lähiopetusta. Videoneuvottelulla toteutetussa oppituntien suunnittelussa tulee ottaa huomioon mm. oppilaiden ominaispiirteet sekä etäopetuspisteiden tilat ja laitteet, oppimateriaalien selkeys ja tarkoituksenmukaisuus, ajankäyttö, oppimateriaalin valmistelu ja mahdollinen lähettäminen etukäteen opiskelijoille. [78]

Vaikka videoneuvottelu onkin opetusteknologisista ratkaisusta vuorovaikutteisoin, on vuorovaikutus kuitenkin rajoittuneempaa, kuin lähiopetuksessa. Niinpä luennoitsijan on syytä pohtia etukäteen myös vuorovaikutuksen suunnittelua. Vuorovaikutusta pohdittaessa on myös kiinnitettävä huomiota lähiopetuksessa olevien opiskelijoiden ja etäopiskelijoiden tasapuoliseen huomioimiseen. [78]

Aktiivisen ilmapiirin muodostuminen on tärkeää videoneuvottelulla toteutetun opetuksen yhteydessä. Opettajan on myös osattava edetä riittävän rauhallisesti ja aikataulu ei saa olla video-opetuksessa kovin tiukka. Nonverbaaliset viestit korostuvat videolla, joten opettajan esiintymisen on oltava rauhallista ja nopeaa liikkumista välttävää. Myös opettajan asun värit ja kuviot saattavat häiritä opetusta, koska ne korostuvat liiaksi kuvaruudulla. [78]

Haataja [17] asettaa viisi vaatimusta videoneuvottelun käytölle koulutuksessa. Nämä ovat hyvä äänen ja kuvan laatu, monipisteneuvottelumahdollisuus, grafiikansiirto-ominaisuus ja laitteiden käytön helppous.

3.5 Verkkovideot

Verkkovideoista puhuttaessa tarkoitetaan videoita, joita käyttäjän ei tarvitse tallentaa omalle koneelleen, vaan videon katseleminen voi alkaa jo videon latautuessa. Teknologian avulla siis voidaan seurata videota suoraan mediapalvelimelta. Teknologiaa käyttämällä saavutetaan siis ajan ja tallennustilan säästöä. Koska video ei tallennu vastaanottajalle, helpottuvat myös sisällönhallinta ja tekijänoikeuskysymykset. Videota voidaan myös alkaa katsella keskeltä videotiedostoa, tai sitä voidaan kelata eteenpäin heti kun yhteys palvelimelle on muodostunut. Palvelimen käyttö mahdollistaa myös tilastojen ja lokitietojen keräämisen videoiden katselusta. Verkkovideoiden yleistymistä edistää teknologian omien ominaisuuksien lisäksi laajakaistaisten internet-yhteyksien raju lisääntyminen kuluttajien keskuudessa. [48], [51], [82]

Verkkovideot voidaan jakaa reaaliaikaisiin verkkovideoihin ja on-demand verkkovideoihin. Reaaliaikaisilla videoilla tarkoitetaan videoita, joita voidaan katsella samanaikaisesti tallennettavan tapahtuman kanssa. Kyseessä on siis eräänlainen suora lähetys tallennettavasta tapahtumasta. Reaaliaikaista verkkovideota ei voi kelata eteenpäin eikä taaksepäin. Reaaliaikainen video vaatii kaistanleveyttä tallennetta enemmän. Tämä johtuu siitä, että reaaliaikaisen videon ollessa kyseessä, kaikki tiedostoa toistavat tietokoneet kommunikoivat palvelimen kanssa samanaikaisesti. On-demand tallenne puolestaan voidaan sijoittaa palvelimelle tai jollekin medialle (esim. DVD), ja käyttäjä voi katsoa videon halutessaan. Tallennetta voidaan myös katsoa lyhyemmissä

kokonaisuuksissa. Verkkovideoita voidaan tuottaa jakelutapa silmällä pitäen, jolloin tavan ominaispiirteet voidaan ottaa tuotannossa huomioon. On-demand videota voidaan myös tuottaa tallentamalla reaaliaikainen lähetys. [48], [51], [82]

3.5.1 Tallennusjärjestelmän rakenne

Verkkovideoiden tekniikkaan kuuluu kolme osa-aluetta: toisto-ohjelmat, palvelimet ja sisällöntuotanto-ohjelmat. Videomateriaali muutetaan verkkovideon vaatimaan muotoon erillisellä sisällöntuotanto-ohjelmalla, joka enkoodaa videon. Enkoodaukseen käytettävälle ohjelmistolle tuodaan audio- ja videosignaali. Audiosignaali voidaan tuoda suoraan enkooderille tai apuna voidaan käyttää audiomikseriä. Videosignaali tuodaan esimerkiksi kamerasta, tietokoneen videoulostulosta dokumenttikameralta, videotykin videoulostulosta tai mistä tahansa muusta videota tuottavasta laitteesta. Kameraa käyttämällä kuva voidaan tuoda myös sellaisilta laitteilta, joissa ei ole itsessään videoulostuloa, kuten liitutaulu tai piirtoheitin. Mikä tahansa kuvaa tuottava laite käy, mutta analogista signaalia välittävä laite vaatii yleensä AD-muuntimen ohjelmiston ja kuvälähteen välille. [21], [50]

Tämän jälkeen tiedosto siirretään mediapalvelimelle, joka huolehtii mediavirtojen jakelusta. Mediapalvelin toimii koko järjestelmän sydämenä lähettämällä verkkovideon asiakkaalle jatkuvana datavirtana. Palvelimen on pystyttävä palvelemaan useita samanaikaisia pyyntöjä. Toisto-ohjelma on asiakkaan koneella toimiva ohjelmisto.

Toisto-ohjelmalla voidaan katsoa palvelimella oleva video verkon kautta ja sen tärkein tehtävä onkin verkosta saadun mediainformaation renderöinti. Toisto-ohjelma lataa ensin käyttäjän koneelle muutaman kymmenen sekunnin mittaisen puskurin, jolla varaudutaan mahdollisiin ruuhkiin tiedonkulussa. Toisto-ohjelmat käynnistyvät www-selaimen käynnistäminä www-sivulla olevaa linkkiä haettaessa tai erillään selaimesta, jolloin niillä voidaan ottaa suoraan yhteys haluttuun osoitteeseen. [50]

3.5.2 Jakelu

Verkkovideot käyttävät tiedonsiirtoon RTP-protokollaa ja RTSP-protokollaa (RealTime Streaming Protocol). Näitä on kuvattu tarkemmin luvussa 3.3.1 Tiedonsiirron standardeja.

RTP on siis protokolla, joka ei lataa tiedostoa asiakkaalle vaan toistaa sen reaaliajassa. Tämä on sen suurin ero tiedonsiirtoon käytettävien HTTP:n (Hypertext transfer protocol) ja FTP:n (File Transfer Protocol) kanssa. Lisäksi Microsoftin streaming palvelin käyttää omaa MMS-protokollaa (Microsoft media services). MMS-protokolla pystyy käyttämään sekä UDP- että TCP-protokollia. Mikäli Windows Media Player ei pysty saamaan toimivaa yhteyttä UDP-protokollan yli, se pystyy vaihtamaan yhteyden TCP-yhteydeksi. Mikäli TCP ei toimi, yhteys pystytään luomaan käyttämällä http-protokollaa TCP:n yli, joka on toimiva ratkaisu lähes kaikissa tilanteissa ja myös palomuurin takaa.

Verkkovideon lähettämiseksi on kaksi menetelmää: unicast ja multicast lähetys. Unicast lähetyksessä jokainen asiakas saa oman erillisen verkkovideon palvelimelta. Asiakas voi näin ollen katsoa verkkovideon riippumatta muista asiakkaista tai palveluntarjoajasta. Jokaisella asiakkaalla on oma yhteytensä palvelimeen, ja yhteys voidaan purkaa joko asiakkaan tai palvelimen toimesta. Asiakkaan ei tarvitse ladata materiaalia koneelle vaan materiaali on jatkuvasti hyödynnettävissä reaaliaikaisesti palvelimella. Unicast-lähetystä voidaan käyttää jaettaessa sekä tallenteita, että reaaliaikaista videota. [51], [57]

Multicast-lähetyksessä lähetetään vain yksi verkkovideo. Sama video lähetetään jokaiselle asiakkaalle (vrt. televisio). Multicast on tehokasta etenkin silloin kun asiakasmäärät ovat suuret. Tätä lähetystapaa käytettäessä myöskään palvelin ei kuormitu, koska se käyttää samaa kaistanleveyttä sekä sadalle että yhdelle asiakkaalle. Multicast toimii siten, että mediatoistin ei ota yhteyttä suoraan palvelimeen vaan ns. multicast-reitittimeen. Palvelin lähettää verkkovideopakettit multicast-reitittimille, jotka jatkavat paketit eteenpäin tietoverkossa lähettämällä jokaiselle mediasoittimelle kopion verkkovideosta. Multicast lähetyksen toimivuus saattaa vaatia ohjelma- tai laitteistopäivityksiä palvelimen ja asiakkaan välisiin reitittimiin. Koko kuljetusväylän tulee olla yhteensopiva multicast lähetykseen. Tämä onkin suurin syy multicast lähetysten pieneen suosioon julkisessa Internetissä. Lähinnä multicast on käytössä intraneteissa. Multicast lähetystä voidaan käyttää ainoastaan tallenteiden yhteydessä. [51], [57], [96]

3.5.3 Pakkaus

Videomateriaali täytyy saattaa verkkovideon muotoon, eli enkoodata, jotta se voitaisiin jakaa asiakkaalle. Raakamateriaalina olevat videot ovat erittäin isokokoisia. Tästä syystä videota täytyy myös pakata, eli tiivistää pienempään tiedostokokoon, jotta se olisi mahdollista siirtää verkon yli nopeasti. Verkkovideoilla on useita eri formaatteja, riippuen ohjelmistotoimittajasta. Näin ollen jokaisella formaatilla on oltava myös oma enkoodaus-ohjelmansa. Tallenteen ollessa kyseessä on enkoodaus-ohjelman tehtävänä ainoastaan tehdä lähteenä olevasta videosta mahdollisimman hyvälaatuista verkkovideota. Reaaliaikaisen videon yhteydessä sen sijaan enkooderin pitää tehdä verkkovideota reaaliajassa suoraan palvelimelle, joka taas lähettää verkkovideon asiakkaalle. Ohjelmistotoimittajien enkoodausohjelmia ovat mm. Microsoftin Windows Media Encoder, RealNetworksin Realproducer ja Applen QuickTime Pro.

Ohjelmistojen käyttämä kompressointimenetelmä eli koodekki määrittelee kuvan asetukset ja kompressointisuhteen. Videon katsominen on mahdollista vain tietokoneella, jossa on sama koodekki, jolla videon tekijä kompressoii videon. Kun videotiedostoa enkoodataan, voidaan sille tehdä monenlaisia säätöjä. Videon ja äänen tiedonsiirtonopeus voidaan säätää hieman alhaisemmaksi kuin vastaanottajan kaistanleveys. Näin verkkovideon toisto pysyy sujuvana verkon mahdollisista kuormituksen vaihteluista huolimatta. Enkoodaamisen yhteydessä videoon on haluttaessa mahdollista myös lisätä ns. metatietoa kuten tekijän tiedot, videon nimi ja tekijänoikeustiedot. Lähdemateriaali voidaan enkoodata useille eri bittinopeuksille. Perinteisesti käyttäjälle on voitu tarjota useammalle nopeudelle optimoituja verkkovideoita, ja käyttäjän on pitänyt itse osata valita itselleen parhaiten sopiva video. Nykyteknologian avulla mediatoistin itsessään osaa määritellä asiakkaan yhteysnopeuden ja hakea sopivimman videon palvelimelta. Tällainen tekniikka löytyy ainakin Applen, RealNetworksin ja Microsoftin mediatoistimista.

3.5.4 Mediapalvelimet

Mediapalvelimen tehtävänä on ottaa vastaan pyyntö videotiedostosta, tietää formaatit, kaistanleveys, pyydettyjen tiedostojen rakenteet ja tarkkailla videon vastaanottavan toistimen suorituskykyä. Mediapalvelinohjelmistoja ovat esimerkiksi QuickTime

streaming server, Windows media services ja RealNetworks Helix server. Mediapalvelin on jatkuvassa keskusteluyhteydessä mediatoistimen kanssa. Keskusteluyhteyteen kuuluu itse videon kuljettaminen, sekä myös toistimen ja palvelimen välisten viestien hallitseminen. Hallintaviestien avulla hoidetaan tarvittaessa toimenpiteitä käyttäjälle kuten toisto, keskeytys ja kelaus erityiseen tiedoston osaan. Palvelin mahdollistaa myös suurimman kulutetun kaistanleveyden hallinnan, koska videodataa lähetetään vain tarvittaessa, ja tarvittavalla nopeudella. Mediapalvelimet käyttävät oletuksena verkkovideoiden lähetykseen sopivia protokollia, kuten RTSP:tä. RTSP:hen on sisäänrakennettu hallintaviestien ja muiden mediapalvelimen ominaisuuksien tuki. Jos käytössä ovat reaaliaikaiset verkkovideot tai multicast-tyyppinen lähetys, on mediapalvelin välttämätön. [48], [51], [71]

3.5.5 Toisto-ohjelmat

Videon katseluun tarvitaan toisto-ohjelma ns. mediatoistin. Toistimet käyttävät myös koodekkeja pystyäkseen toistamaan mediavirtatiedostoja. Koodekit ovat siis käytössä sekä tiedostojen pakkauksessa että purkamisessa. Toistin osaa myös keskustella palvelinten kanssa mahdollisista tarpeista. Toistinta ja sen tukemia tiedostoformaatteja voi tarvittaessa laajentaa erilaisilla plugineilla ja koodekeilla. Toistin lataa ensin puskuriiin tarvittavan määrän materiaalia, jotta toisto voi alkaa. Puskurin avulla varaudutaan verkon kuormituksesta johtuviin kaistanleveyden vaihteluihin. Näin voidaan pitää katkosten määrä videota toistettaessa mahdollisimman vähäisenä. Puskurin tyhjentyessä katkeaa verkkovideon toisto, kunnes puskuri on saatu jälleen täytettyä. Yleisimmät mediatoistimet ovat Applen QuickTime Player, Real Networksin RealPlayer ja Microsoftin Windows Media Player. [51], [57]

3.5.6 SMIL

Useiden mediatiedostojen keskinäiseen esittämiseen on suunniteltu XML-pohjainen merkkäuskieli SMIL (Synchronised Multimedia Integration Language). Sen avulla voidaan mm. synkronoida videokuva ja oppimateriaalina toimivat kalvot toimimaan yhtenäisenä kokonaisuutena. SMIL:n avulla voidaan myös toteuttaa käyttöliittymiä, esimerkiksi siten,

että luentomateriaalia selattaessa video siirtyy ennalta merkattuun kohtaan. SMIL:n avulla voidaan ajan lisäksi kiinnittää mediatiedostot tiettyyn paikkaan. Lähinnä interaktiivisuutta lisäävät ominaisuudet tekevät SMIL:stä hyödyllisen merkkaukielen. [82], [86]

3.6 Sovelluksenjako

Varsinkin videoneuvottelu on teknologia, joka tarvitsee usein rinnalleen jonkin toisen tavan näytettävän materiaalin näyttämiseen. Toki videoneuvottelun yhteydessä voidaan käyttää dokumenttikameraa esimerkiksi opetusmateriaalin näyttämiseen. Usein opetustilanteissa näytettävä materiaali on kuitenkin valmiiksi digitaalisessa muodossa ja sitä pitäisi voida näyttää tietokoneelta. Moniin videoneuvottelulaitteisiin voidaankin kytkeä nykyään tietokone. Tämä ei täysin ratkaise ongelmaa, koska videokuvan resoluutio ei riitä tietokoneen kuvan hyvälaatuiseen esittämiseen. Toinen kuvanlaatua videoneuvottelussa heikentävä tekijä on videokuvan pakkauksen aiheuttama kuvanlaadun heikentyminen. Samainen kuvanlaadun ongelma tietokoneen kuvaa välitettäessä nousee esiin verkkovideoiden yhteydessä.

Eräs ratkaisu tietokoneen kuvan siirtämiseen on sovelluksenjaon käyttäminen. Tämä vaatii luonnollisesti etäpisteessä tietokoneen käyttöä videoneuvottelun tai verkkovideon käytön lisäksi. Sovelluksenjako mahdollistaa esimerkiksi esitysgrafiikan välittämisen alkuperäisellä laadulla. ITU-standardi T.120 on käytetyin standardi sovelluksen näytön välittämiseen tietoverkon ylitse. T.120-standardiperheestä on olemassa myös uudempi T.130-versio, joka on yhteensopiva T.120-standardiperheen kanssa [85], [96]. T120 on tuettu varsin monessa ohjelmistossa ja yhteensopivuus eri toimittajien ohjelmistojen välillä on hyvä. Tämä johtuu pitkälti siitä, että se on verkkoyhteydestä ja alustasta riippumaton. Standardilla on myös monia alamäärittelyjä, kuten T.122-T.125, jotka antavat kuljetuskerrokselle monipisteliikenteen vaatimia määrittelyksiä, T.126, joka on jaettua piirustustaulua määrittävä sekä binäärisen datan siirtoprotokolla T.127. Yleensä standardia T.120 käyttävät ohjelmistot mahdollistavat joko sovelluksen tai vaihtoehtoisesti koko työpöydän jakamisen. Sovelluksenjaon monikäyttöisyyttä lisää useiden ohjelmistojen mahdollisuus sovelluksen yhteiseen kontrollointiin. Tällöin voidaan sovelluksen avulla työstää dokumentteja yhdessä. [82]

Suurin ongelma sovelluksenjako-ohjelmien yhteydessä liittyy palomureihin. Usein ohjelmien toiminta vaatii palomuurissa porttien avaamista. Tämä taas vaikeuttaa tilaisuuksien järjestämistä, koska aina täytyy varmistaa tietohallinnolta ohjelman toimivuus. Monissa ohjelmissa on myös yhtäaikaisten käyttäjien määrää rajoitettu, eli usean osallistujan monipisteyhteydet muodostuvat joidenkin ohjelmien kohdalla ongelmaksi. Lisäksi sovellusten jakamiseen käytettävät ohjelmistot vaativat usein asiakasohjelmiston asentamista etäpisteeseen. Jos tietokoneen kuva siirretään erillään videoneuvotteluyhteydestä, kaikilla neuvottelun osapuolilla on oltava tietokone. Jos tietokonetta ei ole jollakin osapuolella käytössä, on kuva siirrettävä kuitenkin videoneuvotteluteitse. Myös sovellustenjaon reaaliaikaisuus saattaa olla merkittävä tekijä joissakin tilanteissa. Näin on etenkin silloin, kun sovelluksenjakoa käytetään reaaliaikaisen järjestelmän rinnalla. Jos sovelluksenjako ei ole todellisuudessa täysin reaaliaikaista, vaan toimii pienellä viiveellä, voi tästä aiheutua ongelmia esimerkiksi käytännössä reaaliaikaisesti välittyvän videoneuvottelun rinnalla.

Sovelluksenjakoon käytettävät ohjelmistot voivat olla ohjelmistopohjaisia tai niiden käyttö voi vaatia palvelimelle asennettavaa ohjelmistoa. Sovelluksenjako on myös monesti integroitu ohjelmiin, joissa on mukana monia viestintää tukevia ominaisuuksia, kuten mahdollisuus video- ja audioneuvotteluun. Seuraavassa esitellään lyhyesti yksi puhdas sovelluksenjako-ohjelmisto. Sovelluksenjakoa tukevia viestintäohjelmistoja esitellään tarkemmin luvussa 3.7.

3.6.1 Virtual Network Computing

VNC (Virtual Network Computing) on avoimen lähdekoodin ilmainen etähallintajärjestelmä, joka jakaa koko tietokoneen näytön etäpisteiltä katseltavaksi ja käytettäväksi. VNC on alustariippumaton, koska VNC asiakasohjelmisto missä tahansa järjestelmässä voi ottaa yhteyden VNC palvelimeen missä tahansa muussa käyttöjärjestelmässä. Asiakas- ja palvelinohjelmistoja onkin saatavilla lähes kaikkiin käyttöjärjestelmiin. VNC tukee useita yhtäaikaista yhteyksiä yhteen VNC palvelimeen. VNC:n toiminta perustuu hiiri- ja näppäintapahtumien siirtoon tietokoneelta toiselle ja graafisen näytön päivittämiseen liittyvän informaation siirtoon toiseen suuntaan verkon yli.

VNC:n käyttö saattaa vaatia palomuriin ja reitittämiin tehtäviä konfiguraatioita toimiakseen. [59], [76]

VNC:tä ei ole suunniteltu opetuskäyttöön ja siitä puuttuukin monia tarpeellisia ominaisuuksia. Ruudulla tapahtuvan toiminnan näyttöön ohjelmisto soveltuu kuitenkin varsin hyvin, vaikka vaatiikin erillisten ohjelmistojen asentamista kaikkiin yhteydessä oleviin pisteisiin. Yleisesti VNC:tä käytetäänkin lähinnä etähallintaa vaativaan tekniseen tukeen ja apuna tiedostoihin käsiksi pääsemiseen kahden koneen välillä. VNC:n julkaisu GNU (General Public License) lisenssin alaisena on johtanut siihen, että VNC:n perustuvia järjestelmiä on syntynyt paljon. Näissä järjestelmissä on mm. parannettu VNC:n salausta, lisätty uusia ominaisuuksia kuten chat ja optimoitu tehokkuutta.

3.7 Yhteistyön verkossa mahdollistavia teknologioita

Videoneuvottelun kaltaisia tilaisuuksia, joissa pyritään henkilökohtaiseen neuvotteluun ja materiaalin jakamiseen, pystytään järjestämään myös vaihtoehtoisilla välineillä. Tällaisilla vaihtoehtoisilla teknologioilla haetaan yleensä videoneuvottelua kevyempiä ja joustavampia ratkaisuja viestinnän toteuttamiseksi. Tähän tarkoitukseen soveltuvia ohjelmistoja ovat esimerkiksi erilaiset verkkopuhelu-, sovelluksenjako- ja pikaviestintäohjelmat, jotka soveltuvat muutaman henkilön välisiin, pienimuotoisiin neuvotteluihin. Usein näistä ohjelmistoista puuttuu kuitenkin tärkeitä ominaisuuksia, ne vaativat ohjelmistoasennuksia etäpisteisiin tai niistä puuttuu vuorovaikutuksellisuutta. Toistaiseksi parhaimmaksi työkaluksi verkon yli tapahtuvaan viestintään ja ohjaukseen on osoittautumassa Adobe Connect Pro. Siitä löytyvät kaikki tarvittavat ominaisuudet ja lisäksi istuntoon osallistuja tarvitsee ainoastaan verkkoyhteyden ja www-selaimen Flash-player-laajennuksen. Mitään erillisiä client-ohjelmistojen asennuksia ei siis tarvita. Tässä työssä esitellään lisäksi muutama muukin yleinen pikaviestintäohjelma. Suurin osa muista markkinoilla olevista ohjelmista on toimintatavoiltaan ja myös ominaisuuksiltaan hyvin samankaltaisia tässä esiteltyjen kanssa.

3.7.1 Adobe Connect Pro

Adobe Connect Pro (myöhemmin ACP) on sovellus, jonka avulla voidaan järjestää kokous-, ohjaus- ja opetustilanteita tietoverkossa. Sovelluksen toiminta perustuu palvelimen käyttöön, johon ollaan yhteydessä www-selaimen avulla. Koska käytössä on pelkästään www-selain, ei erillisiä client-ohjelmia tarvitse asentaa. Selaimen käyttöön perustuessaan ohjelman käyttö on myös täysin palomuurivapaata. ACP:n käyttö vaatii kuitenkin, että selaimen on asennettuna Flash-tuki. Tällainen tuki löytyy kuitenkin jo yli 95 % maailman tietokoneista. ACP mahdollistaa ääni- ja videopuheluiden lisäksi monia yhteistyötä tukevia toimintoja kuten sovelluksen jakamisen, chat-keskustelut ja yhteisen piirtoalustan käyttämisen. Eräs merkittävä ACP:n ominaisuus on sen tarjoama mahdollisuus tilanteiden tallentamiseen. ACP:n avulla voidaan määrittellä verkossa tapahtuville kokouksille nimet ja yhteysosoitteet, hallita käyttäjiä, määrittellä käyttäjille erilaisia käyttöäioikeuksia ja myös hallita tallenteita.

ACP-järjestelmässä on kolmenlaisia käyttötasoja. Järjestelmän hallinnoija hoitaa käyttäjätunnuksiin liittyvät rekisteröinnit, ylläpidon ja päivitykset. Verkkokokousympäristöjen luonti- ja hallinnointioikeudet omaavat henkilöt (Meeting organizer) hoitavat työhuoneiden ja istuntojen hallinnoinnin ja luomisen, käyttöoikeuksien jakamiseen liittyvät toimet sekä tallenteiden käsittelyn. Lisäksi ACP sisältää erillisiin istuntoihin liittyvät käyttöoikeudet (host, presenter ja participant), joita tarkastellaan myöhemmin. [1]

ACP:n työhuoneisiin luodaan näkymiä, jotka määrittelevät mitä työkaluja on näkyvillä ja miten ne näytöllä sijaitsevat. Näkymien vaihtaminen kesken istunnon on helppoa, joten työskentelyä ja etenkin opetustilannetta on helppo jäsentää niiden avulla. ACP:llä järjestettyyn tilaisuuteen osallistutaan kirjautumalla www-selaimen avulla palvelimelle perustettuun työhuoneeseen. Järjestelmässä voidaan luoda uusia työhuoneita aina käyttötarkoituksien mukaan. Samassa työhuoneessa voidaan järjestää useita istuntoja eri aikoina. Pääsy työhuoneeseen voidaan sallia kaikille, jotka tietävät työhuoneen osoitteen palvelimella tai toisaalta pääsy voidaan sallia vain rajatulle kohderyhmälle käyttäjätunnusten ja salasanojen avulla. Ilman käyttäjätunnistusta kirjautuville

osallistujille, ns. vierailijoille, voidaan määrittellä oletusoikeudet istunnon toimintojen käyttämiseksi.

Jokaisella istunnolla on isäntä, joka määrittelee osallistujille istuntoon liittyvät käyttöoikeudet. Istuntoihin liittyvien käyttöoikeuksien määrittelemiseksi ACP:ssa on kolme erilaista käyttöoikeustasoa host, presenter ja participant. Host omaa kaikki oikeudet työhuoneen muokkaamiseen. Host määrittelee millaisia näkymiä työhuoneessa on ja mitä työkaluja missäkin näkymässä on esillä. Host myös määrittelee ympäristöön tuotavat materiaalit ja voi halutessaan tallentaa istunnot. Hostin ominaisuuksiin kuuluu lisäksi oikeus jakaa muille käyttäjille oikeuksia haluamallaan tavalla osallistujajoukolle, osallistujakohtaisesti tai työkalukohtaisesti. Presenter oikeuksilla operoiva voi käyttää lähes kaikkia työhuoneen työkalujen ominaisuuksia. Hän voi siis näyttää huoneeseen ladattuja tiedostoja. Presenter ei kuitenkaan voi valita mitä työkaluja on käytössä. Presenter ei myöskään voi muokata näkymiä. Participant oikeudella voi ainoastaan seurata kokousta. Ääni- ja videopuhelumahdollisuus puuttuu oletuksena Participantilta, mutta Chat mahdollisuus on olemassa.

ACP:n tärkeimpiä työkaluja ovat [1]:

- **kuva ja ääni**, jossa näkyy videoneuvotteluun osallistuvien etäpisteiden kuvat ja äänentaset. Tällä työkalulla osallistuja voi hallita äänensä kuuluvuutta. Host voi myös mykistää tällä työkalulla haluamansa käyttäjän mikrofonin.
- **osallistujalista**, jossa näkyvät istuntoon kirjautuneet käyttäjät ja heidän käyttöoikeustasonsa. Tämän työkalun avulla Host voi muuttaa käyttäjien oikeustasoja tai sallia haluamalleen oikeustasolle enemmän oikeuksia tiettyihin työkaluihin. Osallistujalistan symbolien avulla osallistujat voivat pyytää mm. puheenvuoroja.
- **chat**, jonka avulla voidaan keskustella tekstimuodossa reaaliaikaisesti yksityisesti tai yleisesti. Chat työkaluun voidaan liittää **kysymykset ja vastaukset** -toiminto, joka näyttää chat-viestit ensin kokouksen hostille. Host voi valita kaikille näkyviin tulevat viestit ja vastata niihin joko yksityisesti tai yhteisesti.

- **sovelluksen tai tiedoston jakaminen ja yhteiskäyttö**, jonka avulla voidaan tuoda työtilaan uusia tiedostoja, sovelluksia tai koko työpöytä jaettavaksi. Jakaja voi halutessaan mahdollistaa myös jaetun objektin yhteiskäytön.
- **äänestys**, jonka avulla osallistujalta voidaan kysyä yksinkertaisia kysymyksiä joilla on vastausvaihtoehdot. Host määrittelee kysymykset vastausvaihtoehdoineen, äänestyksen voimassaolon ja tulosten näkymisen eri oikeustasoilla oleville käyttäjille.
- **muistilappu**, muistiinpanojen tekemistä varten esimerkiksi luennon tai kokouksen tärkeistä asioista

Host voi määrittellä ACP:n avulla toteutetun istunnon tallennettavaksi. Flash-muotoinen tallenne voidaan julkaista kaikille avoimesti tai sen katselu voidaan sallia käyttöoikeustasoittain. Flash tallenteiden etuna on niihin automaattisesti tallentuva sisällysluettelo. Sisällysluetteloon tulee merkintä aina kun luennoitsija esimerkiksi vaihtaa sivua luentomateriaalissa tai vaihtaa näkymää. Valitettavasti indeksointi ei tue kaiken tyyppistä luentomateriaalia. Sisällysluettelon avulla luentotallenteiden käytettävyys lisääntyy huomattavasti varsinkin tallennettaessa pitkiä opetustilanteita. Tallenteiden hyötykäyttöä rajoittava tekijä on niiden tallennusmuodosta johtuva editoimisen mahdottomuus. Lisäksi tallenteita ei voi kopioida ACP:n käyttämältä palvelimelta muualle. Nämä puutteet luonnollisesti hankaloittavat merkittävästi videoiden monikäyttöisyyttä ja jakelua. Varsin merkittäväksi ongelma muodostuu silloin, kun työhuone poistetaan palvelimelta kokonaan. Tuolloin myös työhuoneen viittaukset videotiedostoihin katoavat.

3.7.2 Microsoft NetMeeting

Ilmaishjelmista erittäin suosittu on ollut Microsoft NetMeeting. Sen yleisyyttä selittää osaltaan sen kuuluminen vakiona Windows käyttöjärjestelmään. Toisaalta NetMeetingin käyttö rajoittuu Microsoftin käyttöjärjestelmiin. Ongelmia NetMeetingin käytön yhteydessä on myös aiheuttanut siitä johtuva tarve palomuurien asetusten muuttamiseen. NetMeeting käyttää video- ja audiokonferensseihin H.323 protokollaa ja sovellusten jakamiseen hienoisesti modifioitua T.120 protokollaa. NetMeetingin ominaisuuksiin

kuuluu niin yksittäisen ohjelman, kuin koko Windowsin työpöydänkin jakaminen. NetMeetingin tukee myös jaettua liitutaulua ja leikepöytää, tiedoston siirtoa sekä chattia. NetMeeting kehitystyö on kuitenkin lopetettu eikä sitä ole sisällytetty enää Windows Vista käyttöjärjestelmään. Microsoft on kuitenkin tuonut sen tilalle uuden Windows Meeting Space-ohjelmiston, joka sisältää NetMeetingin yhteistyötä tukevat työkalut, mutta josta puuttuvat kuitenkin viestintäominaisuudet. Meeting Spacen ominaisuuksiin kuuluu lisäksi mm. mahdollisuus esitysten näyttämiseen verkkoon kytketyn dataprojektorin avulla. Windows Meeting Space käyttää nk. peer-to-peer teknologiaa, joka mahdollistaa tietokoneiden kommunikoinnin keskenään suoraan ilman tarvetta palvelintietokoneen käytölle. Meeting Space asentaa automaattisesti langattoman ad-hoc-verkon työasemien välille, jos käytössä ei ole tietoverkkoa. Ad-hoc-verkon avulla tietokoneet keskustelevat suoraan keskenään, ilman tarvetta reitittimen tai keskittimen käytölle. Sitä voidaan siis käyttää myös tiloissa, joissa tietoverkkokaapelointia ei ole. Meeting Spacen käyttöä rajoittaa ennen kaikkea se, että se on tarkoitettu lähinnä yhdessä verkossa tapahtuvaan työskentelyyn ja toimii parhaiten palomuurin sisäpuolella. Meeting Spacen puuttuvista ominaisuuksista johtuen Microsoft suosittelee Microsoft Office Live Meeting ohjelmaa konferenssiominaisuuksia vaativiin tilanteisiin.

3.7.3 Skype

Skype on verkkopuheluiden soittamiseen tarkoitettu pikaviestintäohjelma. Skype on ilmaisohjelma, joka on ladattavissa internetin kautta. Skype ei perusmuodossaan mahdollista kovinkaan monipuolisia yhteistyöskentelytapoja. Monet toiminnot voi kuitenkin hankkia Skypeen lisäpalveluina kolmansien osapuolien tekemien lisäohjelmien avulla. Tämä luonnollisesti vaikeuttaa Skypeen käyttöönottoa jonkin verran. Skypeä ei olekaan suunniteltu kokousten pitämiseen tai verkon välityksellä toteutettavaan yhteiseen työskentelyyn vaan lähinnä kahden henkilön välisten verkkopuheluiden hoitamiseen. Luentojen tukemiseen Skype ei olekaan parhaimmillaan, mutta opiskelijoiden ohjaamisessa sen ominaisuuksia voidaan hyödyntää. Skypeen suosio perustuu osaltaan siihen, että se on varsin toimintavarma. Se toimii hyvinkin erilaisten verkkoyhteyksien yli ja jopa palomureista huolimatta.

Skypen puheluominaisuuksiin kuuluu viisi samanaikaista keskustelijaa, mutta jos puhelinkonferenssin perustajalla on käytössään Intel Duo Core Processor voi osallistujia olla jopa 10. Versiosta 2.0 lähtien Skype on mahdollistanut myös videopuhelut. Videopuhelukonferenssin ollessa kyseessä, video liikkuu vain kahden koneen välillä, mutta ääni on kaikkien konferenssiin osallistuvien käytössä. Puheominaisuuden käyttäminen vaatii tietokoneen lisäksi kuulokkeet ja mikrofonin. Videopuhelin vaatii lisäksi vielä luonnollisesti kameran. Markkinoilla on myös Skypen käytön mahdollistavia, suoraan laajakaistayhteyteen liitettäviä, Skype-puhelimia. Näiden avulla puhelut voidaan hoitaa ilman tietokonetta. Ääni- ja videopuheluiden lisäksi Skype tarjoaa chat-keskustelumahdollisuuden, sekä tiedostojen siirron osallistujien välillä. Chat-keskusteluun voi osallistua samanaikaisesti 50 käyttäjää. Puhelu ja chat-yhteyksistä voidaan tallentaa lokitiedot myöhempää tarkastelua varten. Tiedostonsiirto tukee melko hyvin kokous- ja ohjauskäyttöä, mutta se ei kuitenkaan mahdollista yhteisen dokumentin työstämistä samanaikaisesti eri etäpisteissä. Skype tarjoaa lisäksi varsin laajan internetin kautta käytettävän käyttäjätietokannan, josta Skypen käyttäjiä on helppo hakea.

Skype mahdollistaa myös soittamisen lanka- ja matkapuhelinverkkoihin maksullisen SkypeOut palvelun kautta. Tämä ominaisuus vaatii puheluun tarvittavan rahan siirtämistä nk. Skype-tilille. Näin soitetut puhelut ovat ulkomaanpuheluiden osalta melko halpoja, mutta yhteydet matkapuhelinverkkoihin ovat kalliita. Skypeen on myös mahdollista hankkia puhelinnumero, jolloin esimerkiksi matkapuhelinverkon puhelut voidaan hoitaa Skypen avulla.

Skype käyttää omaa protokollansa äänen välittämiseen. Eli se ei tue teknisenä standardina VoIP-puheluissa olevaa SIP-protokollaa. Tämä tarkoittaa sitä, että Skypellä ei voi olla yhteydessä SIP-protokollaa käyttävien sovellusten kanssa. Skypen tietoturva on pidetty sen heikoimpana puolena. Skypen toiminta ja salausjärjestelmä näyttävät jättävän jatkuvasti löydettäviä tietoturva-aukkoja. Tietoturvaongelmia on ollut ennen kaikkea tiedostojen siirron mahdollistavan ominaisuuden kanssa. Niin Skypen kuin monien muidenkin pikaviestintäsovellusten suurin uhka on haittaohjelmien leviäminen. Skypessä käyttäjä voi saada haittaohjelman esimerkiksi avaamalla viestien mukana tulleita www-sivuja tai vastaanottamalla haittaohjelmia sisältäviä tiedostoja. Viestejä ja tiedostoja voivat

Skypeissä lähettää sähköpostin tapaan niin oikeat ihmiset, kuin eräänlaiset verkkomadotkin. Tietoturvaongelmia on viimeaikoina esiintynyt myös mm. videoiden jakamisen mahdollistavassa palvelussa. Tietoturvan näkökulmasta ongelmia aiheuttavia haavoittuvuuksia on korjattu useilla tietoturvapäivityksillä.

Skypen toimintaperiaate on saanut myös osakseen paljon kritiikkiä. Sen mukaisesti jokainen Skype-palveluun kirjautunut käyttäjä toimii tietyissä tilanteissa verkon solmukohtana, välittäen muiden liikennettä eteenpäin nk. vertaisverkossa. Tämä ei ole laitonta toimintaa, koska lupa välitykseen kysytään Skypen asennuksen yhteydessä. On kuitenkin varsin ilmeistä, että käyttäjät eivät lue käyttöehtoja asentaessaan Skypen, koska tämä ominaisuus on niin huonosti tunnettu. Haittana vertaisverkossa toimimisessa on koneen verkkoyhteyksien kuormittuvuus sellaisissakin tilanteissa, joissa Skypeä ei itse käytetä lainkaan.

3.7.4 Polycom WebOffice

Polycom WebOffice on palvelinperäinen viestintäominaisuudet omaava sovelluksenjakojärjestelmä. WebOffice asennetaan palvelimelle ja etäpisteiden asiakassovelluksena toimii www-selain. Selain vaatii kuitenkin lisäosien asentamisen, joka tosin tapahtuu automaattisesti ensimmäisen käyttökerran yhteydessä. Palvelimen käyttö lisää WebOfficen toimivuuteen varmuutta, koska työtilan omistajan koneen epävakaus ei vaikuta palvelimella olevan toimiston toimintaan. Sovelluksen jaon lisäksi WebOfficessa on kuva-, ääni-, data- ja pikaviestintäominaisuudet sekä valkotaulu, äänestystoiminto ja etähallinta. Tietoturvan näkökulmasta WebOffice tarjoaa salasanasuojauksen ja dokumenttien salauksen. Yhdessä istunnossa voi olla käyttäjiä korkeintaan 120.

WebOffice käyttää liikenteeseen selaimen käyttämää HTTP-protokollaa portin 80 läpi. Toisin sanoen, jos normaali selaimella käytettävä internetyhteys on sallittu, ei WebOffice vaadi tietoturvaa heikentäviä muutoksia palomuurin asetuksiin. Verkon yli lähetettävä sisältö streamataan aina WebOffice palvelimen kautta. Palvelimen lähetysmekanismi osaa automaattisesti mukautua käyttäjien tarjolla olevien kaistanleveyksien mukaisesti. Näin

ollen WebOfficea voidaan käyttää hyvin hitaillakin yhteyksillä ilman, että osallistujien vaihtelevat yhteysnopeudet vaikuttavat istuntoon.

WebOfficen haittana voidaan pitää sen hieman vaikeahkoa asennusta. Vaikka WebOffice ei vaadi CD:ltä asennettavia tiedostoja, on etäpisteiden koneille asennettava lisäosa. Sen asennuksen yhteydessä koneelle täytyy olla kirjautuneena ylläpito-oikeudet omaavalla tunnuksella. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että organisaatioiden yksittäinen henkilö ei useinkaan voi asentaa WebOfficea ilman tietohallinnon apua. Koneessa täytyy lisäksi olla Microsoftin käyttöjärjestelmä ja selaimessa tuki ActiveX-komponenteille ja JavaScript-appleteille.

4 Case: Kokkolan yliopistokeskus Chydenius - tietotekniikan maisterikoulutus

Kokkolan yliopistokeskus on aikuisten verkostoyliopisto, joka tarjoaa tieteelliseen tutkimukseen perustuvaa yksilöiden, yhteisöjen ja alueen kehittymistä edistävää yliopistollista aikuiskoulutusta. Sen tavoitteena on olla laajasti verkostoitunut, alueen johtava, monialainen koulutus- ja tutkimuslaitos, joka tunnetaan kansallisesti ja kansainvälisesti erityisesti työelämälähtöisten ja joustavien koulutusmallien kehittäjänä. Tavoitteeseen Kokkolan yliopistokeskus pyrkii mm. kehittämällä kasvatustieteellistä ja yhteiskuntatieteellistä tutkimusta tiiviissä yhteistyössä korkeatasoisen tieto- ja viestintätieteellisen tutkimuksen kanssa. Se tarjoaa mahdollisuuden opiskella ajan, paikan ja iän suhteen joustavasti ja luo uusia tehokkaita työvälineitä koko yhteiskunnan tarpeisiin.

Tässä luvussa tarkastellaan erilaisten teknologioiden soveltumista työssäkäyvien aikuisopiskelijoiden opiskelun joustavuuden lisäämiseen ja yliopistollisen koulutuksen monimuotoistamiseen. Tarkastelu nojautuu Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksen tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä tehtävästä tutkimus- ja kehitystyöstä saatuihin kokemuksiin ja havaintoihin. Tutkimus- ja kehitystoimintaa on toteutettu case-pohjaisesti tapaustutkimuksina vuodesta 1999 alkaen [18], [19], [20], [21], [22]. Case-pohjaiseen tutkimukseen on päädytty, koska näin on saatu nopeasti aikaan konkreettista tulosta. Tapaustutkimusta ei ole nähty niinkään tutkimusmetodina vaan pikemminkin tutkimuksellisena näkökulmana. Tapaustutkimuksen mukaisesti nykyajassa tapahtuvia ilmiöitä, toimintoja ja prosesseja on tarkasteltu niiden todellisissa tapahtumakonteksteissa eli ympäristöissä, joissa ilmiöt tapahtuvat [100]. Tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä tapaustutkimuksiin on päädytty, koska on katsottu, että tapauksia tutkimalla voidaan parhaiten lisätä ymmärrystä tietyistä toiminnoista ja huomioida niihin liittyvät kontekstit. Koulutusteknologiaihin liittyvään tutkimus- ja kehitystoimintaan on osallistunut vuosien aikana vaihteleva määrä henkilöitä, kukin oman osaamisalueensa mukaisesti. Maisterikoulutuksen johtajana toimiva professori on määritellyt tutkimus- ja kehitystoiminnan suuntaviivat ja linjaukset, eli sen millaiseen tutkimukseen ja mihin teknologioihin keskitytään.

Informaatioteknologian yksikössä teknologioiden hyödyntämisen lähtökohtana on ollut niin aikuisopiskelijan, koulutuksen järjestäjän kuin elinkeinoelämänkin erilaiset vaatimukset ja tarpeet. Aikuisopiskelijan näkökulmasta olennaisena on nähty opintojen suunnitelmallisuus sekä joustavuus niin henkilökohtaisen opintosuunnitelman, opetusjärjestelyiden kuin myös ajan ja paikan suhteen. Elinkeinoelämän kannalta ratkaisevaa on riittävän osaamisen varmistaminen sekä työntekijän opiskelun ja työelämän mahdollisimman joustava nivoutuminen. Koulutuksen järjestäjän on puolestaan voitava tarjota opintomahdollisuuksien suhteen joustava ja tehokas pedagoginen sekä opetusteknologinen oppimisympäristö. Koulutuksen järjestäjän näkökulmasta raameja kehitystyölle ja opetuksen toteutukselle asettavat resurssit. Pienillä opiskelijamäärillä ei ole mahdollista lähteä tekemään kehitystyötä, joka vaatii suuria taloudellisia resursseja.

Teknologioita tarkastellaan tässä luvussa lähinnä koulutuksen järjestäjän näkökulmasta. Näkökulman valinta on luonnollinen, koska aikuiskoulutusmallin kehitystyöllä on alusta alkaen pyritty luomaan käytänteitä, jotka ovat koulutuksen tarjoajan realistisesti toteutettavissa. On kuitenkin syytä todeta, että tarkasteltaessa teknologioiden hyödyntämiseen liittyviä tavoitteita, koulutuksen järjestäjän ja opiskelijan intressit ovat monilta osin hyvin yhteneväisiä.

Tässä luvussa käsitellään aluksi informaatioteknologian yksikössä tehtävän kehitystyön lähtökohdat ja kehitystyön historiaa. Tämän jälkeen käydään läpi yksikössä annettavan koulutuksen nykytilanne, koulutukseen osallistuvien opiskelijoiden erityispiirteitä ja kuvataan myös käytössä olevat opetusjärjestelyt.

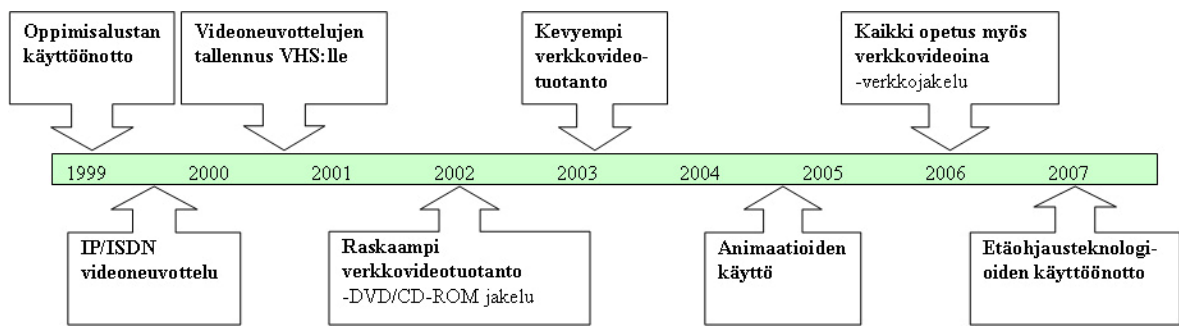
Luvussa keskitytään tarkemmin koulutuksessa nykyisellään laajasti käytössä oleviin teknologioihin, eli www-pohjaiseen oppimisalustaan ja verkkovideoihin. Kunkin teknologian yhteydessä pyritään esittämään perusteluja teknologioiden käyttöönotolle. Tarkemmin kuvataan myös teknologian hyödyntämiseksi muodostuneet käytännöt, sekä pohditaan sitä, millaista etua teknologioiden käytöllä on saavutettu. Lisäksi otetaan esille teknologioihin liittyvät tulevaisuuden kehitysnäkymät ja tässä yhteydessä tuodaan esille myös käytön yhteydessä syntyneitä mahdollisia ongelmakohtia.

Luvun lopuksi käydään vielä läpi hieman vähemmän käytettyjä teknologioita, kuten etäohjauksen työkaluja ja animaatiota sekä annetaan perusteluita teknologioiden parissa tehtävälle kehitystyölle. Myös näiden teknologioiden yhteydessä pohditaan teknologioiden käytöllä saavutettavia etuja ja myös käyttökokemusten myötä esiin tulleita mahdollisia rajoituksia ja ongelmia, joiden vuoksi kyseiset teknologiat ovat jääneet vähemmälle käytölle.

4.1 Informaatioteknologian yksikön koulutusteknologiaan liittyvän kehitystyön historiaa

Kokkolan yliopistokeskuksen informaatioteknologian yksikössä on ollut käynnissä useita opetuksen kehittämiseen tähtäviä hankkeita ja näiden hankkeiden tuloksia on hyödynnetty laajasti opetuksen toteutuksessa. Esimerkiksi verkkoluentojen- ja harjoitusten tuotanto-, tallennus- ja jakeluprosessia on kehitetty niin DI-muuntokoulutuksen kuin tietotekniikan maisteriohjelmienkin yhteydessä. Myös opiskelijat on otettu näissä hankkeissa aktiivisesti mukaan mm. kartoittamalla heidän toiveitaan ja ideoitaan erilaisin kyselyin ja haastatteluin.

Vuonna 1999 Oulun yliopisto käynnisti alueellisen Pohjois-Suomen DI-muuntokoulutuskokonaisuuden. Kokonaisuuden muodostivat hallinnollisesti ja rahoituksellisesti itsenäisinä alueellisina projekteina toimineet Oulussa, Raahessa, Kajaanissa, Kokkolassa ja Rovaniemellä samanaikaisesti alkaneet Oulun yliopiston sähkö- ja tietotekniikan osaston opetustarjontaan pohjautuvat koulutushankkeet. Työn ohessa suoritettava tietoteollisuuden maisterikoulutus aloitettiin Kokkolan yliopistokeskuksessa (silloin Chydenius-Instituutti) jo hieman ennen DI-muuntokoulutusta, vuoden 1999 keväällä, jolloin käynnistettiin ensimmäinen maisteriryhmä (TIMO1-ryhmä). Koulutusteknologian kehitys informaatioteknologian yksikössä käynnistyikin laajemmassa mittakaavassa juuri näiden koulutushankkeiden yhteydessä nousseiden tarpeiden, aikuiskoulutuksen joustavuuden lisäämisen ja työn ohessa tapahtuvan opiskelun mahdollistamisen, ratkaisemiseksi. Kehityshistoria on esitetty aikajanalla alla olevassa kuvassa (Kuva 4).



Kuva 4: Koulutusteknologiaihin liittyvä kehitystyö Kokkolan yliopistokeskuksen informaatioteknologian yksikössä.

4.1.1 Oppimisalustaan liittyvä kehitys

DI-muuntokoulutuksen hankkeet olivat hallinnollisesti erillisiä kaikissa opetusta järjestävissä kaupungeissa, mutta näiden koulutusohjelmien toteuttaminen täysin erillisinä hankkeina ei ollut kuitenkaan mahdollista, koska tarjolla ei ollut niin paljon opetusresursseja, että joka paikkakunnalla olisi voitu järjestää erikseen lähiopetusta. Hankkeiden yhteistä opetustarjontaa koordinoimaan muodostettiin eri hankkeiden suunnittelijoista työryhmä, joka toimi myös linkkinä alueellisten hankkeiden ja opetuksen tarjoajan välillä.

Työryhmän koordinoitujen suurimmat haasteet olivat pitkät välimatkat ja samanaikaisen opetuksen järjestäminen. Opiskelijahallintoon liittyvät toimet ja kaikki tiedotus opiskelijoille hoidettiin edelleen erikseen jokaisessa hankkeessa. Hankkeilla oli näitä toimintoja varten omat verkkosivustot ja postituslistat. Tämä aiheutti luonnollisesti ongelmia tiedonkululle, ja tarvittavan tiedon kohdistaminen vain niille opiskelijoille, jotka tietoa tarvitsivat, koettiin ongelmalliseksi. Ongelmien ratkaisemiseksi otettiin käyttöön yhteinen www-pohjainen oppimisalusta, joka oli jo otettu Kokkolassa käyttöön tietotekniikan maasterikoulutuksen alkaessa. Yhteisen oppimisalustan käyttöönotto nähtiin ennen kaikkea tiedon kulkua parantavana ja erilaisten digitaalisten oppimateriaalien jakamista helpottavana työkaluna. Lisäksi oppimisalustan käyttöönotto mahdollisti koulutuksen järjestäjän, opiskelijoiden ja kouluttajien sekä myös opiskelijoiden keskinäisen vuorovaikutuksen parantumisen. [18]

4.1.2 Videoteknologioihin liittyvä kehitys

Koska koulutushankkeiden opiskelijoita oli monella paikkakunnalla ja luennoitsijaresurssit olivat rajalliset, oli selvää, että etäopetusta jossain muodossa oli käytettävä. Osa opetuksesta järjestettiin paikallisesti lähiopetuksena, mutta etenkin DI-muuntokoulutuksen lähiopetusta pidettiin fyysisesti Oulussa opiskelijoiden ollessa maakunnissa. Opetusta oli paljon iltaisin, jolloin luennot välitettiin usein videoneuvotteluteknologioita käyttäen ISDN ja IP-verkon välityksellä. Videoneuvottelu ei kuitenkaan myöhemmässä vaiheessa ollut soveltuva teknologia lähinnä johtuen sen sopimattomuudesta usean yksittäisen opiskelijan opiskelua tukemaan. Lisäksi videoneuvottelu poisti vain osittain paikkaan liittyvät rajoitukset, mutta ajallista helpotusta se ei tuonut lainkaan. Opiskelijoiden oli myös edelleen tultava koulutuksen järjestäjän tarjoamiin tiloihin seuraamaan opetusta. Työssäkäyville opiskelijoille aiheutuikin melko paljon poissaoloja. Videoneuvottelun lisäksi kaivattiinkin uusia teknologisia ratkaisuja, joilla opiskelu voitaisiin suorittaa paikasta ja ajasta riippumattomasti. Aluksi helpotusta tilanteeseen haettiin tallentamalla videoneuvotteluja VHS-kasetille ja jakamalla siitä kopioita opiskelijoille. Ratkaisu oli kuitenkin varsin alkeellinen ja jakelu ja kopioiminen vaativat lisäksi paljon aikaa.

Ajan ja paikan suhteen riippumaton ratkaisu, jonka kehitystyöhön alettiin panostaa Kokkolassa toteutettujen koulutushankkeiden yhteydessä vuoden 2002 aikana, oli on-demand videoluennot. Videoluentojen ongelmana nähtiin tuolloin se, että luentomateriaalien jakaminen videoiden mukana ei ollut helppoa. Ongelmana oli myös tuotannon raskaus, kun luentoja piti tallentaa DVD-levyille ja jakaa suurelle opiskelijajoukolle. Silloiset opiskelijoiden Internet-yhteydet eivät olleet riittävän nopeita verkkojakelulle. Laajakaistayhteyksien yleistyessä paremmaksi ratkaisuksi muodostui varsin nopeasti streaming-videoteknologioiden ja tietoverkkojen yhteiskäyttö. Näitä teknologioita käyttäen voitiin synkronoida luentomateriaali siten, että se toistui videon rinnalla automaattisesti. Näin voitiin jakaa verkon välityksellä hyvälaatuista materiaalia videon rinnalla mediapalvelimen kautta. Haittana tälle teknologialle nähtiin paluukanavan puute, joka oli syynä interaktiivisuuden puuttumiseen. WWW-pohjaisen oppimisolun viestintäratkaisujen katsottiin kuitenkin toimivan viestintäkanavana riittävän hyvin. [20], [22]

Alkuvaiheessa videotuotanto oli varsin raskasta sisältäen kuvauksen, tallentamisen, äänen ja kuvan editoinnin, enkoodauksen streaming-muotoon, luentomateriaalin upottamisen videoon SMIL teknologialla ja valmiin videon jakelun CD tai DVD muodossa. Kalliit tuotantoprosessit pakottivat myös kiinnittämään huomiota esimerkiksi videoiden uudelleenkäytettävyyteen. Näin tuotetut videot soveltuivatkin parhaiten esimerkiksi harjoitusten tallentamiseen, jolloin samoja harjoituksia voitiin käyttää tulevina vuosina uudelleen. Videot kuvattiin aidossa opetustilanteessa ja kuvaajan täytyi kuvauksen yhteydessä myös merkitä muistiin aikaleimat aina kun luentomateriaalissa siirryttiin eteenpäin. Nämä aikaleimat olivat välttämättömiä, jotta digitaalinen luentomateriaali voitiin synkronoida SMIL teknologialla luennoitsijan kuvan rinnalle. Resursseja vaativa tuotantotapa mahdollisti joidenkin kurssien osalta opetuksen monimuotoistamisen videoteknologioiden avulla, mutta teknologia ei soveltunut laajamittaiseen tuotantoon. [20]

Informaatioteknologian yksikön tarjoamien opintojaksojen määrä kasvoi ajan myötä niin isoksi, että olemassa olevalla toimintatavalla ei ollut mahdollista tuottaa videoita kaikesta opetuksesta. Kaikkien luentojen videoiminen katsottiin kuitenkin tärkeäksi, joten oli kehitettävä kevyempää tuotantoprosessia. Teknologinen kehitys johti siihen, että opiskelijoiden laajakaistaliittymien nopeudet kasvoivat niin suuriksi, että CD- ja DVD-tuotannosta voitiin luopua ja videoita jakaa ainoastaan verkon välityksellä mediapalvelimelta. Videoiden tuotantoprosessi kehitettiin mahdollisimman automaattiseksi ja kehitystyössä huomiota kiinnitettiin erityisesti luentomateriaalin tallentamiseen suoraan videoon. Käytettävät ohjelmistot mahdollistivat samalla resurssilla sekä videoiden reaaliaikaisen välittämisen, että tallentamisen palvelimelle. Kun jakelussa vielä käytettiin www-pohjaista oppimisalustaa ja videoiden katselu rajoitettiin kurssia suorittaville opiskelijoille, päästiin tilanteeseen, jossa koulutusohjelman kaikki luennot oli mahdollista tarjota streaming-teknologian avulla koulutuksen järjestäjää, luennoitsijoita ja opiskelijoita tyydyttävällä tavalla.

4.2 Nykytilanne

Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksen informaatioteknologian yksikön tarjoaman tietotekniikan maisterikoulutuksen aikana suoritetaan työn ohessa opiskellen filosofian

maisterin tutkinto pääaineena tietotekniikka. Koulutus kestää 3-4 vuotta, eli koulutuksen kesto on verrattain pitkä. Kyseessä ei siis ole satunnainen opiskelu vaan opintoihin on sitouduttava useaksi vuodeksi. Suuntautumisvaihtoehtona on mobiilijärjestelmät ja ne opiskelijat, joilla on suoritettuna pedagogiset opinnot, voivat suuntautua myös aineenopettajankoulutukseen. Maisterikoulutuksessa opiskelee useita eri aikuiskoulutusryhmiä, joille tarjotaan opetusta Jyväskylän yliopiston Informaatioteknologian tiedekunnan opintovaatimusten mukaisesti.

Koulutuksessa on noin 70 opiskelijaa. Vuosittain opetusta järjestetään noin 100 opintopisteen edestä yhteensä hieman yli 20:lla eri kurssilla. Järjestettyä lähiopetusta kertyy näin vuositasolla noin 1000 tuntia. Maisterikoulutuksen omat opetusresurssit ovat professori ja 6 osa-aikaista opettajaa. Maisteriohjelmassa työskentelee myös päätoiminen suunnittelija ja osa-aikaiset kurssi- ja taloussihteerit. Lisäksi Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitokselta sekä muista lähiyliopistoista palkataan henkilökuntaa opetukseen palkkioperusteisesti.

4.2.1 Opiskelijoiden erityispiirteet

Yliopistokeskuksen tietotekniikan opiskelijoilla on merkittäviä erityispiirteitä, jotka on otettava huomioon kaiken koulutuksen suunnittelun ja erityisesti teknologioiden hyödyntämisen lähtökohtina. Ensimmäinen erityispiirre on se, että kaikki opiskelijat ovat aikuisopiskelijoita ja useimmat myös perheellisiä. Ajankäyttö on opiskelijoiden merkittävimpiä haasteita. Tästä seuraavat rajoitteet aiheuttavat opiskelijoille poissaoloja. Opiskelijat asuvat etäällä toisistaan ja työn ohessa opiskelu ei usein mahdollista muiden opiskelijoiden tapaamista muulloin kuin lähiopetustilanteessa. Tällaisissa tilanteissa opiskelijoilta puuttuu opiskeluryhmän tuki ja yhteenkuuluvuudentunne muiden opiskelijoiden kanssa. Etäisyydet ovat myös osaltaan rajoittamassa opiskeluun osallistumista ja vaikeuttamassa viestintää opiskelijoiden ja koulutuksen järjestäjän välillä. Kaikki opiskelijat ovat työelämässä ICT-alalla. Alan ominaispiirteet, kuten projektiluontoisuus ja matkustamisen tarve, aiheuttavat työn kuormittavuuden vaihtelua. Tästä johtuen opiskelun aikataulun tulee olla joustava työmäärän kuormittavuuden mukaan.

4.2.2 Opetusjärjestelyt

Kokkolan yliopistokeskuksen tietotekniikan maisterikoulutuksen opetusjärjestelyiden lähtökohtana on mahdollistaa työn ohessa opiskelevien joustavat mahdollisuudet osallistua järjestettävään opetukseen. Opetus järjestetään lähiopetuksena Kokkolassa. Opetusmenetelmät painottuvat luento-opetukseen, harjoitustyöskentelyyn ja harjoitustöihin. Pääsääntöisesti lähiopetusta järjestetään iltaisin ja viikonloppuisin.

Tietotekniikan käyttö on keskeisessä roolissa koulutusta järjestettäessä. Opetuksen yhteyteen onkin integroitu voimakkaasti viestintäteknologisia ratkaisuja. Näin pyritään tarjoamaan opiskelijoille joustavampia mahdollisuuksia kurssien suorittamiseksi. Kaikki luentotyylinen opetus tarjotaan verkon kautta reaaliaikaisena videona. Luentotilanteet myös tallennetaan ja tarjotaan www-pohjaisen oppimisalustan kautta opiskelijoiden katseltavaksi. Näin opiskelija voi katsoa luennot itselleen sopivana ajankohtana. Videot on tarkoitettu korvaamaan satunnaisia poissaoloja sekä avuksi luennoille ja tenttiin kertauksessa. Tällaisen toiminnan on katsottu tukevan työssä käyviä aikuisopiskelijoita. Opintojen tukena käytetään www-pohjaista oppimisympäristöä. Sen avulla pyritään siihen, että kaikki opiskeluun ja tiedotukseen liittyvät asiat ovat saatavilla aina, kun Internet-yhteys on käytössä. Verkko-opetuksen mahdollisuuksia tuodaan siis lähiopetuksen rinnalle, mutta koulutusta ei kuitenkaan järjestetä siten, että opiskelijoiden olisi osallistuttava verkko-opetukseen tai lähiopetukseen. Kullakin opiskelijalla on siten mahdollisuus vapaasti valita haluamansa opiskelumuoto näiden ääripäiden väliltä. Se mitä opiskelutapoja opiskelijat käyttävät, ei ole etukäteen koulutuksen järjestäjän tiedossa.

4.3 WWW-pohjainen oppimisympäristö

Internetin ja erityisesti www:n yleistymisen myötä suurin osa virtuaalisista oppimisalustoista on verkkopohjaisia. Perinteisesti www-pohjaisia oppimisympäristöjä käytetään verkkokurssien jakelualustana tai sellaisen oppimateriaalin jakelukanavana joka tukee perinteistä lähiopetusta. Yksi selkeä hyöty oppimisympäristön käytössä on myös lisääntyneet viestintämahdollisuudet. Nämä kaikki ovat tärkeitä myös tietotekniikan maisterikoulutuksen näkökulmasta. Verkko-oppimisympäristö on nähty koulutuksen yhteydessä kuitenkin myös laajemmassa merkityksessä. Verkko-oppimisympäristön avulla

on pyritty luomaan eräänlainen virtuaalinen kampus, joka sisältää yhteisen opiskelupaikan lisäksi mm. opiskelijahallintoon ja opetuksen koordinointiin liittyvät asiat [18].

Koska opetus on tietotekniikan koulutuksen yhteydessä järjestetty pääasiassa virka-ajan ulkopuolella, on koulutuksen henkilökunnan, luennoitsijoiden ja opiskelijoiden välinen viestintä hankalaa. Tarvetta oli siis koulutuksen järjestäjän viestinnän ja ilmoitusten jakelukanavalle. Myös opiskelijapalautteen keräämisen helpottuminen nähtiin tärkeänä samoin kuin opiskelijoiden keskinäisen viestinnän mahdollistuminen. Viestinnän yhteydessä nähtiin myös merkittävänä sen kohdistaminen juuri niille, joille se oli tarkoitettu. [18]

Erittäin tärkeänä lähiopetusta tukevana oppimisalustan ominaisuutena pidettiin materiaalin jaon mahdollistumista. Niin luentomateriaalit kuin luentovideotkin tuli saada jaettua siten, että vain niihin oikeutetuilla on pääsy niihin. Monet toiminnot olisi mahdollista toteuttaa ilman oppimisalustaakin www-teknologioita hyväksi käyttäen. Alustan käyttö kuitenkin tarjoaa helposti omaksuttavan ja päivitettävän, kootun tavan hoitaa kaikki em. asiat siten, että se ei kuormita koulutuksen tarjoajaa liiaksi.

4.3.1 Oppimisalusta käytännössä

Käyttöön valitulle Discendum Optima -oppimisalustalle on luotu opiskelijoille kurssikohtaisia työtiloja ja yleisiä työtiloja. Jokaisella kurssilla on oma työtilansa. Kurssikohtaisten työtilojen näkyvyyttä on rajoitettu siten, että vain kyseiselle kurssille ilmoittautuneet opiskelijat näkevät ne. Yleiset työtilat ovat tarkoitettu koulutuksen järjestäjän ja opiskelijoiden väliseen viestintään sekä materiaalin ja informaation jakamiseen. Nämä työtilat ovat avoimia kaikille. Myös yleisissä työtiloissa on kuitenkin osa-alueita, jolle pääsee vain rajoitetusti käyttäjiä. Tällaisia osa-alueita ovat esimerkiksi keskustelualueet, jotka on jaettu vuosikursseittain. Näin henkilökunnan on mahdollista informoida esimerkiksi vain tiettyä vuosikurssia tulevista tapahtumista. Lisäksi oppimisalustalla on informaatioteknologian yksikön henkilökunnan käyttöön tarkoitettuja tutkimukseen ja hallinnointiin liittyviä työtiloja, joihin pääsy on rajattu vain henkilökunnalle.

Käytetty oppimisalusta tarjoaa profiilien avulla toteutettavaa pääsyoikeuksien rajoitusta. Pääkäyttäjä hallitsee koko oppimisympäristöä. Hän määrittelee ympäristötasolla eri profiilien oikeudet ja hallinnoi työtilojen luomista ja poistamista. Jokaisella työtilalla on oma supervisor, joka määrittelee oikeudet työtilan muille jäsenille kyseisessä työtilassa. Opiskelijat, opettajat ja henkilökunta on jaettu useisiin, osittain päällekkäisiinkin ryhmiin, jotka kuvastavat käyttäjillä reaali maailmassa olevia rooleja. Yksi käyttäjä voi siis olla niin opiskelijoiden kuin henkilökunnankin käyttäjäryhmässä jne. Samoin isommat ryhmät on jaettu useisiin pienempiin ryhmiin. Esimerkiksi opiskelijoille on muodostettu oma ryhmä, jonka lisäksi ryhmä on jaettu vuosikurssien mukaan pienemmiksi ryhmiksi. Jotta työskentely olisi mahdollisimman joustavaa, supervisor voi määrittellä käyttöoikeudet tapauskohtaisesti käyttäjäryhmille. Tietotekniikan koulutuksen yhteydessä supervisorina toimii koulutuksen järjestämistä organisoiva suunnittelija, mutta myös kurssin opettaja saa supervisor oikeudet. Näin opettajan on mahdollista organisoida kurssilla tapahtuvaa toimintaa haluamallaan tavalla, tuoda haluamaansa materiaalia ja jakaa käyttäjäoikeuksia työtilan sisällä tarpeidensa mukaan. Kun normaali käyttäjä luo jonkin objektin ympäristöön hän voi määrittellä luku- ja kirjoitusoikeudet luomalleen objektille. Oikeuksia voidaan antaa yksittäisille käyttäjille tai käyttäjäryhmille, jotka sisältävät useampia käyttäjiä.

Ympäristössä on noin 170 käyttäjää. Luku sisältää niin opiskelijat, koulutuksen järjestäjän henkilökunnan kuin myös opetustehtävissä toimivat. Viimeisen seitsemän vuoden aikana istuntoja on ollut viikoittain keskimäärin n. 430. Opiskelijat ovat omaksuneet oppimisalustan käytön varsin hyvin osaksi opiskeluaan. Vuonna 2004 tehdyn tutkimuksen mukaan [18], 98,5 % opiskelijoista käytti oppimisalustaa vähintään kerran viikossa. Verkko-yhteyksien yleistymisen ja mm. videoitujen luentojen lisääntymisen myötä on oletettavaa, että luku ei ole ainakaan pienentynyt.

Ennen kaikkea oppimisalustan käyttöönotto on parantanut tiedon välittymistä tekemällä entistä kontrolloidun ja keskitetymmän informoinnin mahdolliseksi. Käytetty oppimisalusta mahdollistaa useiden erilaisten kommunikointia tehostavien työkalujen käytön, joiden avulla kurssien ja projektien viestinnän tarpeet ovat tulleet hyvin tyydytetyiksi. Tällaisia työkaluja ovat esimerkiksi chat-tilat, tavalliset- ja anonyymit keskustelualueet, ilmoitussivut ja yksityiset viestit. Viestintään käytetyt työkalut

mahdollistavat sen, että informaatio on kohteen saatavilla ainakin teoriassa lähes reaaliajassa. Informaation välityksen kannalta on tärkeää, että opiskelijat käyttävät oppimisalustaa säännöllisesti. Informaation välityksen nopeudella ei ole suurtakaan merkitystä, jos opiskelijat eivät säännöllisesti ja usein hae sitä oppimisalustalta. Tähän liittyen oppimisalusta mahdollistaa keskustelualueilla tapahtuvasta viestinnästä informoimisen myös käyttäjien sähköpostiin. [18]

Oppimisalustan avulla viestintä on voitu kohdistaa tietylle henkilölle, henkilöryhmälle tai useille ryhmille. Näin esimerkiksi henkilökuntaan kuuluva näkee eri tiedotukset kuin opiskelijaryhmään kuuluva tai toisen vuosikurssin opiskelijat eivät näe kolmannen vuosikurssin opiskelijoille tarkoitettua informaatiota. Ennen kaikkea näin päästiin eroon turhien viestien lähettämisestä sellaisille, joille viestit eivät ole tarkoitettu. Tämä lisäksi oppimisalustan käytöllä on voitu helpottaa viestintää tilanteissa, joissa joudutaan pohtimaan yksityisyyden suojaa tai tekijänoikeuksia [18]. Viestintätyökaluja on käytetty myös koulutuksen järjestäjän sisäiseen viestintään ja koulutuksen organisointiin samoin kuin myös opiskelijoilta koulutuksen järjestäjälle tarkoitettuun viestintään. Opiskelijoiden ja kouluttajien sekä opiskelijoiden keskinäinen vuorovaikutus on myös lisääntynyt verkkokeskustelujen mahdollistumisen myötä, joskin tällainen viestintä on mahdollisuuksista huolimatta hieman harvinaisempaa. Kurssikohtaisten keskustelualueiden käytön lisääntyminen vaatisi opettajan aktiivista toimintaa keskustelujen avaajana ja eteenpäin viejänä. Nykyisellään keskustelualueet ovat lähinnä ongelmatilanteiden ratkomista palvelevia.

Oppimisalustan käyttö helpottaa monia opiskelijahallintoon liittyviä toimenpiteitä. Esimerkiksi kurssiaikataulujen äkilliset muutokset on helppo jakaa reaaliajassa tietoa tarvitseville. Oppimisalustaa käytetään myös tenttitulosten välittämiseen opiskelijoille. Merkittävä koulutuksen järjestäjän työtä helpottanut oppimisalustan ominaisuus on kursseille ja tentteihin ilmoittautumisen mahdollistava työkalu.

Opiskelijapalautteen kerääminen on helpottunut oppimisalustan ansiosta. Tämä johtuu osittain viestintämahdollisuuksien lisääntymisestä, mutta myös palautteen keräämiseen tarkoitettujen työkalujen käyttöönotosta. Voidaan sanoa, että oppimisalusta on näin ollen

mahdollistanut opiskelijoiden vaikuttamisen opintojen sisällön ja laadun kehittämiseen helpottamalla palautteen keräämistä, sen antamista ja palautteen koostamista. Oppimisalustan avulla kerätään palaute kaikista kursseista ja tämä palaute otetaan huomioon suunniteltaessa uusia kursseja. Oppimisalustan kautta lähetettyjen kyselyjen avulla on myös selvitetty mm. opiskelijoiden toiveita opiskelun ja opetuksen sekä järjestelyjen suhteen. Oppimisalustalla on lisäksi keskustelualueet opiskelijoiden välitöntä palautteen antoa mahdollistamassa.

Eräs tärkeimmistä oppimisalustan mahdollistamista toiminnoista on opetusmateriaalin jakaminen. Materiaalin jakamisen ja siihen liittyvät oppimisalustan ominaisuudet ovat korostetussa asemassa informaatioteknologian yksikön koulutuksessa, koska opiskelijat eivät töissä käyvinä pysty osallistumaan kaikille lähiopetuksen luennoille. Lähes kaikki koulutuksen materiaali on päätetty tästä syystä jakaa oppimisalustan kautta. Jakamista on helpottanut se, että nimenomaan tietotekniikan koulutuksessa on hyvin yleistä, että opetusmateriaali on jo valmiiksi digitaalisessa muodossa. Tietotekniikan maisterikoulutuksen käyttämä oppimisalusta ei rajoita mitenkään jaettavaa materiaalia. Käyttäjät voivat siis lisätä niin teksti-, audio-, kuva- kuin videomateriaaliakin ympäristöön ja materiaalin katseleminen onnistuu lähinnä www-selaimien asettamissa rajoissa.

Kokkolan yliopistokeskuksen tietotekniikan maisterikoulutuksen kaikki luennot tallennetaan mediapalvelimelle ja tarjotaan oppimisalustan kautta opiskelijoiden katseltavaksi heidän haluamanaan ajankohtana. Videomateriaali siirretään mediapalvelimelle ja linkitetään oppimisympäristöön siten, että vain kurssille osallistuvat saavat linkityksen tietoonsa. Oppimisalusta mahdollistaa siis kaiken materiaalin jakamisen kohdistetusti siten, että vain kurssille ilmoittautuneilla opiskelijoilla on mahdollisuus saada kyseisen kurssin materiaali. Näin vältetään monia tekijänoikeuksiin liittyviä ongelmakohtia. Käytössä oleva oppimisalusta tarjoaa yksinkertaisia käyttäjätilastoja, mutta yksityiskohtaisempaa tilastointia ei ole mahdollista tehdä. Tästä syystä tietotekniikan koulutuksen yhteydessä on kehitetty mediapalvelimelle oppimisalustan ulkopuolinen lokitiedostoihin perustuva seurantajärjestelmä [22]. Muun kuin mediapalvelimelta jaettavan videomateriaalin käytöstä ei ole olemassa käyttäjäkohtaisia tilastotietoja.

4.3.2 Oppimisalustaan liittyvät tulevaisuuden kehitysnäkymät

Tietotekniikan koulutuksen yhteydessä varsinainen pedagoginen työskentely oppimisalustaa apuna käyttäen ei ole noussut kovin merkittävään rooliin. Erilaiset harjoitustöihin liittyvät tehtävänannot on luonnollisesti helppo toteuttaa myös oppimisalustan kautta. Samoin joillakin kursseilla on harjoitusten palauttaminen tapahtunut oppimisalustan mahdollisuuksia hyödyntäen esimerkiksi tarjoamalla opiskelijoille mahdollisuus tuoda kurssin työtilan tiettyyn osaan omaa materiaalia. Koska oppimisalusta tukee monenlaista kommunikointia opiskelijan ja opettajan välillä, on harjoitustehtävien kommentoiminen ja palautteen antaminen helppoa. Oppimisalusta mahdollistaisi kuitenkin pelkkää materiaalin ympäristöön tuomista huomattavasti monipuolisemmankin työskentelyn erilaisia työkaluja käyttäen. Esimerkiksi materiaalin tuotanto on kohtalaisen helppoa alustan tarjoamia työkaluja käyttäen, mutta silti suurin osa materiaalista edelleen tuodaan ympäristöön muualta tai linkitetään ulkoisilta palvelimilta. Opiskelijoiden keskinäiseen työskentelyyn olisi myös tarjolla hyviä työkaluja, kuten materiaalin jakaminen ja reaaliaikaiset keskustelut, jotka mahdollistaisivat esimerkiksi oppimistehtävien ja ryhmätöiden tekemisen verkossa. Tällä hetkellä tällaiset työt tehdään opiskelijoiden pitkistäkin välimatkoista riippumatta kuitenkin pääsääntöisesti fyysisesti yhdessä.

Oppimisalustan hyödyntämisen lisääntymisestä suuri vastuu on ollut kurssien opettajilla. Tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä tämä on haasteellista, koska suuri osa opettajista ei ole ollut koulutuksen tarjoajan omaa vakituista henkilökuntaa vaan on toteuttanut opetusta palkkioperustaisesti. Näin ollen koulutuksen tarjoajan vaikutusmahdollisuudet opetuksen toteutukseen verkkopedagogisesta näkökulmasta ovat olleet varsin rajalliset. Tulevaisuudessa koulutuksen tarjoajan omat opetusresurssit ovat kuitenkin jatkuvasti lisääntymässä, joten verkkopedagogiselle kehitystyölle on mahdollisuuksia.

4.4 Verkkovideot

Verkkovideoiden käyttöön liittyviä käytänteitä ja toimintamalleja on kehitetty jo vuosien ajan Kokkolan yliopistokeskuksen tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä [20],

[21], [22]. Aluksi painopiste oli mahdollisimman laadukkaan uudelleen käytettävän materiaalin tuotannossa resursseja säästämättä. Yksittäisten luentojen tuottaminen verkkovideoksi onkin voitu toteuttaa hyvin jo pitkään [20]. Tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä nähtiin kuitenkin, että yksittäiset videoinnit eivät lisää riittävän paljon joustavuutta opintoihin osallistumiseen. Tietotekniikan maisteriohjelman opetustarjonnan laajuus vuositasolla on normaalisti noin 1000 tuntia ja rinnakkaisia samanaikaisia opetusryhmiä on kahdesta neljään. Kun koulutuksen yhteydessä tehtiin strateginen päätös, että pyrkimyksenä on välittää kaikki opetus reaaliaikaisena ja tallenteena verkkoon, oli selvää, että kehitystyön painopisteen oli oltava mahdollisimman kevyessä tuotantoprosessissa. Lähtökohtana oli kuitenkin myös videoiden laadun ja käytettävyyden pysyminen tarkoitukseensa riittävinä.

Työssäkäyvien opiskelijoiden satunnaisten poissaolojen vaikutuksen selkeä näkyminen opintosuorituksissa ja valmistumisajoissa on pakottanut koulutusteknologisten ratkaisujen etsimiseen näiden ongelmien helpottamiseksi [22]. Opiskeluun käytettävän ajan rajallisuus ei myöskään ole mahdollistanut poissaolojen paikkaamista esimerkiksi ylimääräisillä kertauksilla ja harjoituksilla. Työn ohessa suoritettavaksi tarkoitettu koulutus joudutaan lisäksi järjestämään siten, että kurssit ovat varsin tiiviitä. Näin ollen yhdenkin viikonlopun poissaolo saattaa haitata kurssin suorittamista merkittävästi. Esiin onkin noussut selkeästi tarve sille, että jokaisen opiskelijan tulisi voida mahdollisimman vapaasti itse määritellä milloin suorittaa opintojaan. Tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä on katsottu, että paras ratkaisu lisätä joustavuutta opintojen suorittamiseen on ottaa käyttöön verkkovideoihin perustuvat teknologiat.

Videoteknologioiden käyttöönottoa on helpottanut se, että tietotekniikan opiskelijoilla voitiin olettaa olevan valmiudet, niin taitojen kuin laitteistojenkin puolesta, verkkovideoiden hyödyntämiseksi. Tietotekniikan ja matematiikan opetus on lisäksi luonteeltaan sellaista, että opetustilanteiden - niin luentojen kuin harjoitustenkin - kertaaminen on erityisen hyödyllistä.

Verkkovideoiden käytön on ajateltu myös tukevan erilaisia oppijoita. Erilaisiin tilanteisiin sopivat erilaiset oppimistyyliä ja erilaisille opiskelijoille erilaiset tavat informaation

saantiin. Mahdollistamalla verkkovideoiden käyttö opiskelussa, pystytään varsinkin visuaalinen/non-verbaalinen ja auditorinen/verbaalinen oppimistyylin omaaville opiskelijoille tarjoamaan sellaista opetusta, joka heidän näkökulmastaan johtaa parhaaseen oppimistulokseen. [22]

4.4.1 Verkkovideot käytännössä

Tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä luentojen videointia lisättiin vuosi vuodelta siten, että vuonna 2005 noin puolet luennoista ja vuoden 2006 alusta kaikki videointiin soveltuva opetus videoitiin. Videoimattomilla kursseilla opetus oli jo valmiiksi videoitua tai kurssit suoritettiin kirjatenttinä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että opiskelijoilla on mahdollisuus seurata lähes kaikkea lähiopetusta reaaliajassa miltä tahansa tietokoneelta, joka on kytkettyä Internetiin. Reaaliaikaisen lähetyksen lisäksi välitettävä luentomateriaali myös tallennetaan videon koodausta toteuttavalle paikalliselle koneelle, josta se siirretään luennon jälkeen mediapalvelimelle. Tallentaminen ei vaadi mitään lisätoimenpiteitä videointia valmisteltaessa tai itse tallennustilanteessa, mutta tallennettujen videoiden pienimuotoinen editointi ja siirto mediapalvelimelle vievät hieman resursseja. Tallentaminen lisää toisaalta varmuutta videoinnin toteutukseen, koska tallentamisen onnistuminen ei ole riippuvainen tietoverkon toiminnasta, toisin kuin reaaliaikaisen lähetyksen onnistuminen. Verkon vikaantuessa opiskelijoilla on siis joka tapauksessa myöhemmin tallenteena jaettava video käytössään. Reaaliaikainen lähetys tarjoaa lisäarvona opiskelijoille opintojen seuraamismahdollisuuden paikasta riippumattomasti, mutta vasta tallenteet tekevät videoiden hyödyntämisestä ajasta riippumatonta.

Videointikertoja vuonna 2006 oli 149 ja videoiduilla kursseilla oli yhteensä 14 eri luennoitsijaa. Tuotantoprosessi on saatu kehitettyä niin varmaksi käytänteeksi, että vuonna 2006 yli 95% videointikerroista onnistui ongelmitta. Käyttäjätalastoista on voitu todeta, että onnistuneita katselukertoja oli vuoden 2006 aikana reaaliaikaisilla lähetyksillä 176 kpl ja tallenteilla 1556 kpl. Keskimäärin yhtä tallennetta kohden oli siis n.10 katselukertaa. [22]

Tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä on tehty päätös, että lähetysten aikaista teknistä tukea tai lähetyksen päällä olemisen seurantaa ei tarjota virka-ajan ulkopuolella.

Tämä on resurssien asettama reunaehto, joka on tehty koulutukseen osallistuville opiskelijoille tiettäväksi. Näin ollen verkkovideoiden käyttöä ei ole suositeltu opiskelijoille pääsääntöisenä opiskelumuotona vaan pikemminkin vaihtoehtona opetukseen osallistumiselle, silloin kun läsnäolo ei ole muutoin mahdollista. Verkkovideoiden käytön tarkoituksena ei olekaan ollut perinteisistä luennoista luopuminen vaan videoilla on pyritty saamaan lisäarvoa perinteiselle kurssille. Kehitystyöllä ja teknologisilla valinnoilla on pyritty siihen, että videointi olisi toiminnaltaan mahdollisimman toimintavarmaa. Yliopistokeskuksen uusiin tiloihin liittyvien verkko-ongelmien ratkeamisen jälkeen videointi onkin toiminut varsin hyvin. Ainoastaan inhimillisistä erehdyksistä johtuvia satunnaisia ongelmia on esiintynyt [22].

Yksi lähtökohta, ja myös rajoituksia aiheuttava tekijä, tietotekniikan maisterikoulutuksen koulutuksen verkkovideoihin liittyvässä kehitystyössä on ollut videoinnin läpinäkyvyys luennoitsijalle ja opiskelijoille. Kaikessa toiminnassa on pyritty siihen, että videointi ei häiritsisi varsinaista lähiopetustilannetta, eikä luennoitsijan tarvitsisi opetusta suunnitellessaan ottaa videointia huomioon niin halutessaan. Tähän on päästy mm. käyttämällä kuvalähteenä tykillä näytettävää kuvaa ja varustamalla tilat piirtoheittimien sijaan dokumenttikameroilla, joita voi käyttää samaan tapaan perinteisten piirtoheittimien kanssa. Samasta syystä mikrofoneina käytetään langattomien nappimikrofonien sijaan stereopöytämikrofoneja, joihin ei tarvitse vaihtaa paristoja. Toisaalta opiskelijoiden kannalta on merkittävää, että verkkovideoiden tallentaminen ja luennoitsijoiden mahdollisesti käyttämät uudet opetusvälineet eivät haittaa lähiopetustilanteen sujumista.

Verkkovideoihin perustuva ratkaisu on toteutettu käyttäen Windows Media Encoder –ohjelmistoa ja soveltuvaa laitteistoa. Laitteistona on ohjelmiston vaatima streamauksen hoitava mikrotietokone ja kuvan sekä äänen tallentava laitteisto. Ääni tallennetaan mikrofonilla ja kuvalähteenä voi olla kamera tai esimerkiksi dataprojektorilla näkyvä kuva. Yhtenä ohjelmiston valinnan perusteena on ollut se, että käytettäessä Windows Media formaattia opiskelijat tarvitsevat katselua varten katseluohjelman, joka tulee Windows käyttöjärjestelmän mukana. Ohjelma on lisäksi tarpeen vaatiessa asennettavissa ja päivitettävissä ilmaiseksi. Lisäksi opiskelijat tarvitsevat tietoliikenneyhteyden (vähintään

512 kbps), äänikortilla varustetun tietokoneen ja kaiuttimet tai kuulokkeet. Yliopistokeskuksen syksystä 2007 käytössä olleet uudet tilat on suunniteltu AV-varustuksen osalta informaatioteknologian henkilökunnan toimesta, joten verkkovideoiden vaatimukset on voitu ottaa mahdollisimman hyvin huomioon. Opetustilat onkin toteutettu esimerkiksi siten, että tilojen ääni- ja kuvalähteet voidaan liittää streamausta toteuttavaan koneeseen kootusti laitteistokaapista. Näin tiloissa ei tarvita irrallisia johdotuksia verkkovideoiden tallentamiseksi. Verkkovideoiden avulla voidaan tuottaa laadukasta liikkuvaa kuvaa, mutta jos halutaan tuottaa videota suurella resoluutiolla, muodostuu Internet-yhteyksien kapasiteetti rajoittavaksi tekijäksi. Tämä asia on merkittävä kun pohditaan mitä videolla halutaan näkyvän. Koska tietotekniikan koulutuksen yhteydessä on opetusmateriaalin näkyminen videolla erittäin tärkeää, mutta videon kuvakoko ei voi olla kovin iso, tuotannossa on päädytty ratkaisuun, jossa verkkovideolle liitetään ainoastaan ääni ja opetusmateriaalin kuva. Tallennettavaksi kuvaksi on valittu videotykillä tilassa näkyvä kuva, jolloin saadaan mahdollisimman hyvälaatuisena talteen lähes kaikki luennoitsijan näyttämä luentomateriaali. Luennoitsijan vaihtaessa kuvalähdettä esimerkiksi eri esitysvälineiden välillä, vaihtuu myös tallennettava kuvalähde. Kun tilat on lisäksi varustettu dokumenttikameroin ja altavalaisualustoin, jää ainoastaan valkotaululle kirjoitettu materiaali välittymättä videolle. Tietotekniikan koulutuksen luennot ovat pääsääntöisesti iltaisin ja viikonloppuisin ja opetusta saattaa olla samanaikaisesti useissa eri tiloissa. Jotta tallennuksen toteuttaminen olisi ylipäätään mahdollista ja lähetys ja tallennus voitaisiin toteuttaa erittäin pienillä henkilöstöresursseilla, on käyttöön otettu ohjelma, jonka avulla reaaliaikaisen verkkovideon lähetys, lähetetyn materiaalin tallentaminen ja lähetyksen sulkeminen voidaan hoitaa ajastetusti.

Käytännössä tallennuksen vaatima työ kuluu videoinnin valmisteluun, tallenteen käsittelyyn ja siirtämiseen mediapalvelimelle [22]. Videointia valmisteltaessa tehdään luento varten oma tallennuspohja asetuksineen Windows Media Encoderiin sekä ajastetaan tallennuspohjat WMSchedule ajastinohjelman avulla. Ajastinohjelmalla mahdollistetaan valmistelujen tekemisen etukäteen ennen iltaja- ja viikonloppuluentoja. Valmisteluja tehtäessä myös varmistetaan, että kaikki liitännät ovat videoinnin vaatimissa kunnossa. Reaaliaikaisia videoita ei editoida, mutta tallenteista poistetaan luentojen alkuun

ja loppuun ajastuksen yhteydessä jätetyt varoajat käyttäen yksinkertaista videoeditointiohjelmaa. Näillä muutaman kymmenen minuutin pituisilla varajoilla pyritään varmistamaan, että hieman liian aikaisin alkanut tai aikatauluja pidempään kestävä opetus tulisi myös videoitua. Editointiohjelman käyttö on varsin suoraviivaista eikä ohjelma vaadi tietokoneelta paljoa resursseja. Editointi voidaankin tehdä suoraan streamauksen hoitaneella koneella, jossa tallennettu video sijaitsee. Näin säästytään isokokoisten videotiedostojen siirtelemiseltä koneelta toiselle. Sen sijaan ääntä ja kuvaa ei editoida, joten kehitystyössä on jouduttu kiinnittämään huomiota erityisesti kuvan ja äänen laatuun. Tuotantoprosessin keveyteen tähtäävällä kehitystyöllä [20], [21], pitkälle viedyllä automatisoinnilla ja laitteistovalinnoilla on päästy tilanteeseen, jossa yhden tallennustilanteen järjestäminen ja jakelu kaikkine toimenpiteineen vie aikaa noin tunnin. Järjestelyyn ja jakeluun käytettävä aika ei ole riippuvainen luennon pituudesta, joten samalla kustannuksella voidaan jakaa pitkäkin luento.

Verkkovideot siirretään kevyen editoinnin jälkeen mediapalvelimelle ja yhteysosoitteet tiedostoihin jaetaan koulutusohjelman www-pohjaisella oppimisalustalla sen kurssin työtilassa, johon videoitu luento liittyy. Näin yhteysosoitteet ovat vain kurssin opiskelijoiden tiedossa. Reaaliaikaisten lähetysten yhteysosoitteet on muodostettu siten, että yhteysosoite muodostuu sen tilan nimestä, jossa opetusta pidetään. Videot ovat saatavissa mediapalvelimelta vain henkilökohtaisen käyttäjätunnuksen avulla. Mediapalvelimen käytöstä kerätään lokitiedostoa, jonka avulla voidaan seurata videoiden käyttäjätilastoja. Lokitiedostoa voidaan lisäksi käyttää apuna ratkaistaessa videoiden käytössä esiin tulleita ongelmatilanteita. Verkkovideoiden käyttöä aloitettaessa tarkoituksena oli tarjota tallennettua luentoa noin kahden viikon ajan tallennuksen jälkeen. Tällöin videoiden ajateltiin korvaavan lähinnä satunnaisia poissaoloja. Opiskelijoilta tulleen palautteen mukaan yksi suurimpia motivaatioita videoiden katsomiselle on kuitenkin kokeeseen kertaaminen [22], joten tallennetut luennot ovat tarjolla koko kurssin ajan. Kun tuotantoprosessi on niin kevyt, että resursseja ei tarvita paljon, ei videoiden poistaminen aina kurssin loputtua ole taloudellisestikaan ongelmallista. Jos videotuotantoon käytettäisiin enemmän resursseja, olisi videoista suunniteltava uudelleen käytettäviä. Videoiden jakaminen vain niille, joilla on muutenkin oikeus seurata luentoa,

suojaaminen salasanalla, sekä hävittäminen kurssin päätyttyä, ovat olleet merkittäviä tekijöitä luennoitsijoiden näkökulmasta. Kun lisäksi käytetään streaming-teknologiaa, videot eivät missään vaiheessa tallennu opiskelijan tietokoneelle. Tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä onkin säästyty tekijänoikeuksia koskevilta ongelmilta.

Resurssien vähyydestä johtuva tuotantoprosessin keveys ja lähtökohta, jonka mukaan tallennuksen on oltava läpinäkyvää luennoitsijalle asettavat reunaehdot verkkovideoiden laadun kehittämiseksi. Koska luennoitsijoita ei velvoiteta suunnittelemaan opetusmateriaaliaan videolle sopivaksi, joudutaan materiaalin näkymisessä tekemään kompromisseja. Taululle kirjoitettu materiaali ei näy videoilla lainkaan, ellei erikseen sovita, että luennolla on paikalla kuvaaja kuvaamassa taululle kirjoitetut asiat. Joissakin tapauksissa opettajat ovat olleet kuitenkin halukkaita jopa kehittämään omaa opetustaan paremmin videointiin soveltuvaan suuntaan. Osa luennoitsijoista on esimerkiksi siirtynyt taulun käytöstä dokumenttikameran käyttöön. Videoiden katseluun liittyvät yksittäiset ongelmat ovat enimmäkseen johtuneet katseluohjelmien vanhemmissa versioissa ilmenevistä toimimattomuuksista tai käyttäjätunnistukseen liittyvistä ongelmista, kuten unohtuneista salasanoista.

Vuoden 2007 alussa tehdystä tutkimuksesta [22] ilmenee, että infrastruktuuri verkkovideoiden hyödyntämiseksi on olemassa. Tietotekniikan maisterikoulutuksen opiskelijoista 97 % oli jo tuolloin vähintään 512 kbps nopeudella toimiva laajakaista yhteys, jolle koulutusohjelman videotuotanto on suunniteltu. Saman kyselyn mukaan yli 90 % opiskelijoista oli kokenut luentojen videoimisen tukevan omia opintojaan. [22]

4.4.2 Verkkovideoihin liittyvät tulevaisuuden kehitysnäkymät

Kun verkkovideoiden hyödyntäminen lisääntyy opiskelijoiden keskuudessa, kasvavat myös videoinnin toimintavarmuudelle asetetut vaatimukset. Tulevaisuuden kehitystyöstä merkittävä osa onkin tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä luodun tallennuskäytännön toimintavarmuuden saattaminen sellaiselle tasolle, että opiskelijat voivat täysin luottaa videointien onnistumiseen. Tämä kehitystyö vaatii niin teknologiaan

ja sen toimivuuteen keskittyvää tutkimusta, kuin myös toimintatapojen ja käytänteiden muokkaamista kaikilta osin toimintavarmiksi.

Videoteknologioiden kehitystyön pitäminen ajanmukaisena vaatii tulevaisuudessa myös uudenlaisen teknologian hankintaan varautumista. Eräs merkittävä kehittämiskohde onkin tietokoneiden käyttöjärjestelmistä ja verkkoselaimista riippumattoman Flash-teknologian käyttöön siirtyminen. Videoiden yleiskäyttöisyys varmistaisi sen, että lähes kaikki käyttäjät voisivat nähdä videot ilman ylimääräisten lisäosien lataamista. Flash Player tukee erittäin hyvin erilaisia käyttöjärjestelmiä kuten Windows, Mac OS ja Linux. Samoin se tukee yleisimpiä selaimia, kuten Mozilla Firefox, Safari ja Internet Explorer. Kämmentietokoneiden ja edistyneiden kännyköiden yleistyessä on myös tärkeää, että Flash tarjoaa työkalut, joiden avulla on mahdollista hyödyntää Symbian-käyttöjärjestelmää ja tarjota näin sisältöjä mobiililaitteille. Flash-videoiden käytöllä saavutetaan alustariippumattomuuden lisäksi muitakin etuja. Flash-videon katselun aloittaminen on hieman nopeampaa kuin kilpailevilla formaateilla samoin kuin siirtyminen videolla eteen- tai taaksepäin. Kuvanlaadun ja tiedostokoon välinen suhde on Flash-videoissa useimmissa tapauksissa muita formaatteja optimaalisempi. Toisin sanoen Flash-videoilla on parempi kuvanlaatu ja pienempi tiedostokoko. Uuteen tallennusformaattiin siirtyminen vaatii Flash-teknologiaan pohjautuvan tuotanto-palvelinjärjestelmän hankintaa ja siihen liittyvää kehitystoimintaa.

4.5 Muut teknologiat

Koulutusteknologia tarjoaa monia muitakin ratkaisuja, joita ei kuitenkaan ole vielä suuressa määrin otettu käyttöön. Etenkin etäohjaukseen liittyvät teknologiat ja käytänteet ovat kuitenkin jatkuvan kehityksen ja tutkimuksen alla, ja niiden käyttö tulee lähiaikoina lisääntymään voimakkaasti.

4.5.1 Etäohjauksen työkalut

Opiskelijoiden rajalliset ajankäytön mahdollisuudet ja kohtalaisen pitkät etäisyydet opiskelu- ja työpaikan tai kodin välillä heijastuvat luentotilanteiden lisäksi myös ohjaajan ja opiskelijan välisiin kahdenkeskisiin ohjaustilanteisiin. Opiskelijoiden on vaikeaa päästä

osallistumaan järjestettyyn ohjaukseen yliopistokeskukseen. Näin ollen on ollut tarvetta etäohjauksen mahdollistavien työkalujen käyttöönotolle. Etäohjauksen tarpeet ovat toistaiseksi olleet lähinnä kotimaan sisällä tapahtuviin ohjaustilanteisiin liittyviä, mutta satunnaisesti ohjausta on jouduttu organisoimaan ulkomailla työkomennuksilla oleviin opiskelijoihinkin.

Alkujaan ohjaukseen liittyvää testausta tehtiin Skype-ohjelmalla, mutta monipuolisempien ominaisuuksiensa johdosta viime aikoina etäohjaukseen liittyvää tutkimus- ja kehitystyötä on tehty kaupallisen Adobe Connect Pro (myöhemmin ACP) ohjelman puitteissa. ACP soveltuu monien ominaisuuksiensa puolesta erittäin hyvin ohjaukseen. Ohjelman kautta ohjaaja ja ohjattava voivat tarkastella yhteisiä dokumentteja ja keskustella sekä tehdä muistiinpanoja ohjaustilanteesta. Kokemusten mukaan ACP:n käyttöönotto vaatii ensimmäisellä kerralla jonkin verran säätöjen tekemistä varsinkin äänen kohdalla. Nämä onnistuvat kuitenkin kokemusten mukaan itse ohjelman välityksellä, eli esimerkiksi puhelinta ei ole tarvinnut käyttää. Tarjolla on myös netissä tehtävä tarvittavien ominaisuuksien testaustoiminto, jolla voi etukäteen karsia ainakin pahimmat ongelmat. ACP:n käyttö on todettu melko helposti omaksuttavaksi.

Vaikka ACP tarjoaakin monipuolisia työkaluja yhteistyön tukemiseen, toistaiseksi toteutetuissa ohjaustilanteissa näitä ei kuitenkaan ole käytetty kovinkaan monipuolisesti. Tarjolla olevien mahdollisuuksien tehokas hyödyntäminen vaatiikin enemmän kokemusta ja harjoittelua. Perusominaisuuksienkin käyttötaidot ovat varsin merkittävässä roolissa, jos etäohjauksen sovelluksia halutaan käyttää siten, että niiden käyttö ei rajoittaisi neuvonpitoa, vaan tilanne olisi mahdollisimman lähellä perinteistä lähiopetuksena järjestettävää ohjaustilannetta. Vuoden 2008 aikana ACP:tä tullaan todennäköisesti kokeilemaan myös yleisen opiskelijahallinnon ja koulutuksen organisoimisen apuvälineenä. Sen avulla on mm. suunniteltu käytävän HOPS-keskusteluja opiskelijoiden kanssa. Näin teknologian avulla voitaisiin helpottaa myös koulutuksen järjestäjän toimintaa. ACP tukee myös neuvottelun taltioimista sekä materiaalin jakoa moneen etäpisteeseen esimerkiksi sovelluksenjaon kautta. Näitä ominaisuuksia on tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä käytetty vain vähän, mutta sovelluksen käyttökokemusten lisääntyessä uusien ominaisuuksien monipuolisemmallekin käytölle tulee todennäköisesti

tarvetta. Vaikka ACP on kohtuullisen helposti omaksuttavissa, vaatii sen käyttö kuitenkin jonkin verran opiskelua ja testausta. Lisäksi ACP:lla tehtyihin tallenteisiin liittyvät rajoittuneisuudet ovat tietotekniikan maisterikoulutuksen opetustarjonnan näkökulmasta ongelmallisia. Nämä ovat merkittävimmät rajoittavat tekijä ACP:n laajamittaiselle käytölle luentojen välittämisen ja tallentamisen yhteydessä. Vuoden 2008 aikana ohjelmistosta on tulossa uusi versio ja sen myötä useisiin esille tulleisiin rajoituksiin ja ongelmiin on luvassa ratkaisuja.

ACP:n toimintavarmuus on tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä saatujen käyttökokemusten mukaan varsin hyvällä tasolla. Havaitut satunnaiset ongelmat, esimerkiksi toiminnan hidastuminen tai äänen katkominen, eivät useinkaan johdu ACP-palvelimesta vaan osallistujien koneiden prosessorien kuormittumisesta. Yhtäaikainen videon ja äänen siirto sekä esimerkiksi samanaikainen sovelluksenjako kuormittavat tietokonetta paljon. Tätä kuormittavuutta ja siitä johtuvaa käytännön vaatimusta melko tehokkaasta koneesta voidaankin pitää yhtenä ACP:n huonona puolena.

4.5.2 Sovelluksenjako

Videokuvan kokoa verkkovideoiden yhteydessä rajoittavat käytössä olevat tietoliikenneyhteyksien kaistanleveydet. Tästä syystä luentomateriaalia on mahdotonta välittää täysin samalla laadulla kuin se lähiovetustilanteessa näytetään. Tähän ratkaisuna voisi olla sovelluksenjako-ohjelmiston käyttö.

Sovelluksenjaon käyttäminen on ollut jo pitkään teknologian ja tietoliikenneyhteyksien puolesta mahdollista. Tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä sovelluksenjakoon liittyviä teknologioita on tutkittu ja kokeiltu myös käytännössä. Laajemmassa mittakaavassa näitä teknologioita ei kuitenkaan ole otettu käyttöön. Suurimpana esteenä sovelluksenjaon käyttämiselle on sen vaatima käyttäjän, eli käytännössä luennoitsijan, kouluttaminen. Lisäksi sovelluksenjaon käyttö vaatii luennoitsijalta toimia luennon alussa ja lisäksi opetusmateriaalin digitalisoimista. Tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä on tietoisesti lähdetty siitä, että opetusta monimuotoistetaan tietotekniikan avulla vain siten, että se ei kuormita luennoitsijaa. Tämä johtuu suureksi osaksi siitä, että

maisterikoulutuksen oma opetushenkilökunta on ollut suhteellisen vähäistä ja suuri osa opettajista opettaa kurssit palkkioperustaisesti eivätkä he siis ole vakituisessa työsuhteessa koulutuksen tarjoajaan. Tällainen tuntikorvauksella toteutettu opetus ei mahdollista opettajalta kovinkaan suurta panostusta opetuksen kehittämiseen eikä pitkäjännitteiselle testaukselle ja kouluttautumiselle ole mahdollisuuksia. Näin ollen opettajille ei ole kovin aktiivisesti tarjottu mahdollisuutta sovelluksenjaon käyttämiseen. Sovelluksenjakoa onkin käytetty ainoastaan muutamilla kursseilla, joiden opettaja kuuluu koulutusohjelman omaan henkilökuntaan. Niillä kursseilla, joilla sovelluksenjakoa on käytetty, se on toiminut ilman ongelmia. Tilastoja opiskelijoiden innokkuudesta käyttää sovelluksenjakoa ei ole kerätty vähäisestä tarjonnasta johtuen. Käytetty sovelluksenjakoohjelma asettaa kuitenkin rajoituksia yhtäaikaisten käyttäjien määrälle, ja tämä saattaa muodostua ongelmaksi laajamittaisemmassa käytössä.

4.5.3 Animaatiot

Tietotekniikan opettaja joutuu usein opettamaan hyvinkin abstrakteja asioita. Tällaisten asioiden havainnollistaminen perinteisin opetusmenetelmin, kuten tussitaulun avulla, voi olla vaikeaa tai jopa mahdotonta. Eräs teknologian tarjoama apu tällaisiin tilanteisiin on animaatio. Tietotekniikan maisterikoulutuksessa animaatioita on kokeiltu mm. erilaisten automaattien, kuten pinoautomaatin ja Turing-koneen toiminnan mallintamiseen [19]. Animaatiot on toteutettu Flash-esityksinä. Alun perin animaatiot luotiin opettajan tarpeista lähinnä luennointia helpottamaan. Hyvin pian kuitenkin havaittiin, että animaatioilla voidaan saada lisäarvoa myös etäopiskeluun. Animaatiot tarjottiinkin opiskelijoille linkittämällä ne oppimisympäristöön.

Animaatioiden on voitu todeta vastaavan monilta osin niille asetettuihin odotuksiin ja niitä on pystytty tuottamaan sellaisin kustannuksin, että niiden käyttöönotto on kannattanut [19]. Animaatioiden hyödyntäminen on kuitenkin jäänyt yksittäisten opettajien innovoinnin varaan, eikä niiden hyötykäyttöä ole suuremmissa mittakaavassa toistaiseksi toteutettu. Kokeilujen tuloksena voidaan kuitenkin sanoa, että animaatioista saatava opetuksellinen hyöty, niin luennoitsijan kuin opiskelijoidenkin näkökulmasta, on niin isoa, että animaatioiden käyttöä opetuksen tukemiseen voidaan käyttää varsinkin sellaisissa

tilanteissa, joissa animaatiot ja niiden toiminta on kurssin oppimateriaalissa joka tapauksessa valmiiksi mietitty. Näin säästetään merkittävästi suunnittelutyöhön kuluva aikaa. [19]

4.5.4 Videoneuvottelu

Videoneuvottelu, etenkin sovelluksenjako-ohjelmiston kanssa yhdistettynä, on hyvä vaihtoehto kun halutaan välittää opetusta opettajalta ryhmälle, joka sijaitsee fyysisesti yhdessä tilassa. Tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä tällainen tarve on vähäistä. Tarve on pikemminkin opetuksen välittämiseksi lähiopetustilanteesta usealle yksittäiselle opiskelijalle kotiin tai työpaikalle. Yksittäisten opiskelijoiden kohdalla videoneuvottelun ei ole katsottu olevan toimiva laitteistovaatimukseen ja laitteistojen konfigurointiin liittyvien vaikeuksien takia. Suurin este videoneuvotteluteknologioiden hyödyntämiselle hyvin monen etäpisteen ollessa kyseessä on kuitenkin videoneuvottelusillan käyttö, jota edellytetään monipisteneuvottelussa. Yliopistokeskuksella on käytössä oma videoneuvottelusilta, mutta sen käyttö edellyttää järjestäjältä ennakkojärjestelyjä ja yhteyden aikaisia henkilöstöresursseja. Opiskelijoiden olisi siis pystyttävä ennakoimaan aikovatko ottaa yhteyksiä videoneuvottelun välityksellä. Videoneuvottelun välityksellä olisi toisaalta saavutettu viestinnän paluukanava opiskelijoilta opettajalle. Paluukanavan käyttö olisi kuitenkin aiheuttanut sen, että monimuotoistaminen ei enää olisikaan ollut läpinäkyvää luennoitsijalle. Todennäköisesti paluukanavan käyttö olisi myös häirinnyt jossakin määrin lähiopetustilannetta. Videoneuvottelun käyttöä opetuksen yhteydessä saatetaan harkita uudelleen siinä tapauksessa, että joltakin kauempana sijaitsevalta paikkakunnalta olisi useampia opiskelijoita, jotka voisivat kokoontua yhteen tilaan seuraamaan opetusta eräänlaisena etäopetusryhmänä. Näillä näkymin tällaiselle ei kuitenkaan ole tarvetta.

5 Pohdinta

Koska maisterikoulutuksen opiskelijat ovat nimenomaan työssä käyviä, suurimmaksi osaksi perheellisiä aikuisopiskelijoita on tarve opintojen monimuotoistamiselle ollut ilmeinen. Suurin mielenkiinto tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä on kohdistunut oppimisalustan ja verkkovideoiden monipuolisen käytön kehittämiseen ja hyödyntämiseen, mutta myös muita teknologioita, kuten videoneuvottelua ja animaatioita, on kokeiltu ja otettu käyttöön. Tutkimustoiminnan puitteissa työn ohessa tapahtuvaan aikuisopiskeluun kehitetty koulutuskonsepti on yhtenäinen kokonaisuus, joka muodostuu hyviksi koetuista toimintatavoista sekä eri teknologioiden yhteensovittamisesta. Teknologioiden hyödyntämisen pääpaino on ollut helpottaa opiskelijoiden ajankäyttöön liittyviä ongelmia. Oppimisalustan ja erilaisten etäopetusteknologioiden avulla on pystytty vähentämään opiskelun aika- ja paikkasidonnaisuutta merkittävästi. Itse opiskeluaikaan ei voida merkittävästi lyhentää, mutta nykyään opiskelijoilla on erinomaiset mahdollisuudet itse päättää milloin ja missä käyttävät aikaa opiskeluun.

Tarvetta teknologioiden käyttöön opetuksen monimuotoistamiseksi ja vaihtoehtoisten suoritusapojen tarjoamiseksi on ollut jo pidemmän aikaa. Teknologioiden hyödyntämistä viime vuosina edistävä tekijä on ollut opiskelijoiden kasvanut laajakaistayhteyksien määrä. Samoin kuluttajille tarjottavat laajakaistayhteyksien nopeudet ovat moninkertaistuneet muutamassa vuodessa. Nyt Suomessa ollaan jo tilanteessa, jossa nopeat verkkoyhteydet ovat kaikkien saatavilla. Verkon hyödyntämisen opiskelun tukemiseksi voidaankin ajatella muodostavan jo olennaisen osan koulutuksen tarjoamisesta ilman pelkoa siitä, että osa opiskelijoista jäisi siitä paitsi.

Tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä käytetyt teknologiat on kehitetty nimenomaan Kokkolan yliopistokeskuksen tarpeista lähtien. Lähtökohtina on siis ollut aikuiskoulutus, työn ohessa tapahtuvan opiskelun asettamat rajoitukset ja elinkeinoelämän koulutukselle asettamat odotukset. Teknologioiden ja käytänteiden yleistettävyyden muiden koulutusorganisaatioiden ja myös yritysmaailman käyttöön on kuitenkin hyvä. Pohdittaessa yleistettävyyttä on kuitenkin syytä muistaa, että erilaiset tahot järjestävät opetusta erilaisista lähtökohdista. Toteutustapa ja soveltuvat teknologiat riippuvat usein

tilanteesta. Esimerkiksi tilanne, jossa opettaja on etäpisteessä ja opiskelijat kampusalueella vaatii erilaiset ratkaisut kuin tilanne, jossa opettaja pitää lähiopetusta ja osa opiskelijoista on etäpisteissä. Koulutuksen järjestäjällä voi olla myös tarvetta tuottaa uudelleenkäytettävää materiaalia erittäin laadukkaasti hyvin suurin resurssein. Toisaalta tilanteissa, joissa resurssit ovat rajalliset, joudutaan usein tekemään kompromisseja laadun suhteen.

Oppimisalustan monipuolisella käytöllä on mahdollista muodostaa jopa eräänlaista virtuaalista kampusta muistuttava järjestelmä, joka perinteisten oppimisalustan toimintojen, eli verkkokurssituotannon ja materiaalin jakamisen lisäksi sisältää myös mahdollisimman paljon perinteisellä kampusalueella tapahtuvan viestinnän kaltaisia mahdollisuuksia opiskelijoiden, opetushenkilökunnan ja koulutuksen tarjoajan välillä. Kampusmaista ajattelua lisää vielä oppimisalustan mukanaan tuomien mahdollisuuksien laajamittainen käyttäminen opiskelijahallinnon tehtävien hoitamiseen. Oppimisalustan aktiivinen käyttö opiskeluun liittyvässä työskentelyssä vaatii kuitenkin opettajista lähtevää työskentelytapojen muutosta ja yliopistokeskuksen omien opettajien kouluttamista. Opiskelijoille on tarjottava mahdollisuuksia käyttää oppimisalustan työkaluja opintojen suorittamiseen. Oppimisalustan käyttöä pedagogisena työkaluna lisäksi myös opetuksen toteutuksen siirtäminen osittain oppimisalustalle esimerkiksi verkkokeskustelujen tai harjoitustöiden palauttamisen muodossa.

Verkkovideoiden käytöstä on saatu varsin hyviä kokemuksia Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksen tietotekniikan maisterikoulutuksen yhteydessä [20], [22]. Pitkäjänteisellä kehitys- ja tutkimustyöllä on saatu aikaan tilanne, jossa verkkovideoiden tallennukseen liittyvät käytänteet on muokattu niin keveiksi, että koko koulutusohjelman tarjoama opetus voidaan tallentaa ja lähettää reaaliaikaisesti verkon kautta katseltavaksi [22]. Tämä on vaatinut kaikkien toimintamenetelmien kehittämistä aina esivalmisteluista jakeluun ja palautteen keräämiseen saakka. Verkkovideoiden kehitystyön ja toiminnan vakiintumisen kannalta on ollut tärkeää, että aluksi on keskitytty käytänteiden hiomiseen mahdollisimman kevyeksi. Kun tämä tavoite on saavutettu, ja tallentamisen toimintavarmuus on hyvä, on voitu jatkaa kehitystyötä videon laadun parantamiseksi. Laadun parantamisen lähtökohtana on kuitenkin koko ajan oltava automatisoitavuus ja prosessin keveyden asettamat

reunaehdot. Verkkovideoiden hyödyntämisen tarkkailemisen ja ongelmatilanteiden ratkaisemisen kannalta on tärkeää, että verkkovideoiden käyttöä seurataan esimerkiksi keräämällä lokitietoja. Saatuja tietoja hyödyntämällä voidaan suoraan vaikuttaa videoinnin laadun parantamiseen.

Etäohjauksen mahdollistamat sovellukset mahdollistavat jo nykyään varsin monipuolisen ohjauksen toteutuksen. Työkalujen monipuolisempi käyttö vaatii kuitenkin vielä kokemuksen karttumista ja käytänteiden kehittymistä. Etäopiskelun lisääntyminen ja koulutusmarkkinoiden kasvava kilpailutilanne johtaa siihen, että opiskelijoita on rekrytoitava entistä laajemmalla alueella. Näin ollen etäohjaukseen liittyvään kehitystyöhön on tarvetta jatkossakin.

Teknologioiden käyttö opetuksen joustavuuden lisäämiseksi ja monimuotoistamiseksi ei onnistu sellaisenaan satunnaisten opettajien oman innostuksen pohjalta. Se vaatii strategisia päätöksiä koulutuksen järjestäjän taholta ja koko organisaation sitoutumista kehitystyöhön. Vaadittavat resurssit eivät kuitenkaan ole välttämättä niin suuret kuin perinteisesti ajatellaan. Enemmänkin vaaditaan rohkeutta ja tutkimuksellista otetta uusien innovaatioiden hyödyntämiseksi uusilla tavoilla.

Lähteet

- [1] Airaksinen, E., Hautamäki, J., Hirvonen, J., Keränen, E., Kärkkäinen, T., Okkola, T., Toivola, J., Tuononen, K. ja Vänskä, M., ”Adobe Connect Pro verkkokokousympäristö. Kokemuksia ja käytänteitä järjestelmän pilotoinnista 2007 Helsingin yliopistossa”, Helsingin yliopiston opetusteknologiakeskus, Yliopistopaino, Helsinki, 2007.
- [2] Andrews, M., "XUDP: A Real-Time Multimedia Networking Protocol A Major Qualifying Project Report: submitted to the Faculty of the Worcester Polytechnic Institute in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Bachelor of Science", saatavilla HTML-muodossa osoitteessa <URL: <http://www.gweep.net/~rocko/mqp/mqp.html>>, viitattu 23.9.2007.
- [3] Auer, A. ja Nieminen, J., ”Verkostot - oppimisen uusi ulottuvuus”, teoksessa Hein, I. ja Larna, R., (toim.), ”Maailma muuttuu - muuttuuko aikuiskoulutus?”, WSOY, Juva, 1995.
- [4] Bagley, C. ja Hunter, B., *Restructuring, constructivism and technology: forging a new relationship*, Educational Technology, July 1992.
- [5] Benoit, H., “Digital Television: MPEG-1, MPEG-2 and Principles of the DVB System”, Second edition, Focal Press, Inc. 2002.
- [6] Black, U., “Voice over IP”, Prentice Hall, 1999.
- [7] Black, U., “Internet Telephony Call Processing Protocols”, Prentice Hall, 2001.
- [8] Blair, G. ja Roddon T., “CSCW and Distributed Systems: The Problem of Control”, teoksessa “Readings in Groupware and Computer-Supported Cooperative Work”, Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1993.

- [9] Brown, J.S., Collins, A. ja Duguid, P., *Situated cognition and the culture of learning*, Educational Researcher, Vol. 18, 32-42, 1989.
- [10] Collan, S. ja Pohjonen, J., ”Videoneuvottelu, kuvapuhelin ja business TV”, teoksessa ”Uusi teknologia koulutuksessa”, s. 40-51, Painomerkki Oy, Helsinki, 1992.
- [11] Duffy, T. ja Cunningham, D., ”Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction”, teoksessa Jonassen, D., (toim.) ”Handbook of research for educational communications and technology”, Macmillan, New York, 1996.
- [12] Ekola, J. ja Vaherva, T., ”Aikuisten opettamisen taito”, Yleisradio, Helsinki, 1986.
- [13] Engeström, Y., ”Perustietoa opetuksesta”, Valtiovarainministeriö, Helsinki, 1988.
- [14] Errol, S., ”Distributed Information Systems: From Client/Server to Distributed Multimedia”, McGraw-Hill, Lontoo, 1996.
- [15] Filppula, P., ”Oppimistyylit verkko-opiskelussa”, saatavilla HTML-muodossa osoitteessa <URL: <http://www.cs.helsinki.fi/u/kurhila/sem/valmiit/vosem-filppula.doc>>, viitattu 12.11.2007.
- [16] Haasio, A., ”Tietoverkot opetuksen apuvälineinä. Oppiminen verkossa ”, Gummerus Kirjapaino Oy, Saarijärvi, 2001.
- [17] Haataja, I., ”Videoneuvottelu”, teoksessa Pohjonen, J., Collan, S., Kari, J. ja Karjalainen, M., (toim.), ”Teknologia koulutuksessa”, WSOY, Juva, 1995.
- [18] Hakala, I., Impiö P. ja Myllymäki M., ” The role of the learning environment in the education network”, Proceedings of the 15th EAEEIE Annual Conference on Innovation in Education for Electrical and Information Engineering, Sofia, Bulgaria, 2004.
- [19] Hakala, I., Impiö, P. ja Myllymäki, M., ”The use of animations to support computer science teaching”, Proceedings of the 16th EAEEIE Annual Conference on Innovation in Education for Electrical and Information Engineering, Lappeenranta, Finland, 2005.

- [20] Hakala, I. ja Myllymäki, M., ” Experiences and impacts of the use of video lectures”, Proceedings of the 17th EAEEIE Annual Conference on Innovation in Education for Electrical and Information Engineering, Craiova, Romania, 2006.
- [21] Hakala, I. ja Myllymäki, M., ”Developing the usability of video lectures”, Proceedings of the 18th EAEEIE Annual Conference on Innovation in Education for Electrical and Information Engineering, Praha, Czech Republic, 2007.
- [22] Hakala, I. ja Myllymäki, M., ”Video lectures alongside with contact teaching”, Proceedings of the 18th EAEEIE Annual Conference on Innovation in Education for Electrical and Information Engineering, Praha, Czech Republic, 2007.
- [23] Harasim, L., *Shift happens: online education as a new paradigm in learning*, The Internet and Higher Education, Vol. 3, Issues 1-2, Pages 41–61, 2000.
- [24] Hendry, G.D., *Constructivism and educational practice*, Australian Journal of Education, Vol. 40, s.19-45, 1996.
- [25] Holmberg, B., ”Etäopetuksen lähtökohtia”, 2. Painos, VAPK-kustannus, Helsinki, 1992
- [26] Holmberg, B., ”Distance education theory again”, Open Learning, February 1997, s. 31-39, 1997.
- [27] Hunter, J., Witana, V. ja Antoniadis, M., ”A Review of Video Streaming over the Internet”, saatavilla HTML-muodossa osoitteessa <URL: <http://archive.dstc.edu.au/RDU/staff/jane-hunter/video-streaming.html>>, viitattu 12.1.2008.
- [28] Hätönen, H., Koro, J., Mäkinen, A. ja Vaherva, T., *Etäopetuksesta monimuoto-opetukseen*, Aikuiskasvatus 3, 1991.
- [29] Hätönen, H., ”Kuinka suunnittelen ja toteutan monimuoto-opetusta?”, MJK-instituutti, Dark Oy, Helsinki, 1993.

- [30] Illinois Online Network resources, "Learning styles and the online environment", saatavilla HTML-muodossa osoitteessa <URL: <http://illinois.online.uillinois.edu/IONresources/instructionaldesign/learningstyles.html>>, viitattu 12.12.2007.
- [31] Jester, C., "Introduction to the DVC Learning Style Survey for College. DVC Online", saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://www.metamath.com/lswb/dvclearn.htm>>, viitattu 15.1.2008.
- [32] Kangaslampi, V., "Ammatillinen multimedia-oppimisympäristö", teoksessa Haasio, A., Piukkula, J., "Oppiminen verkossa", Gummerus Kirjapaino Oy, Saarijärvi, 2001.
- [33] Karila, A., "Internet-puhelut (VoIP) selvitys", Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 16/2005, Edita Prima Oy, Helsinki.
- [34] Kauppi, A., "Mistä nousee oppimisen mieli? - Kontekstuaalisen oppimiskäsityksen perusteita", teoksessa "Aikuisten oppimisen uudet muodot", Kansanvalistusseura ja Aikuiskasvatuksen tutkimusseura, 51-10., Jyväskylä, 1993.
- [35] Kearsley, G. ja Shneiderman, B., *Engagement theory: A framework for technology-based teaching and learning*, Educational technology, 38(5), 20-23, 1998.
- [36] Kerttula, E., "Multimedialla tiedon valtatielle", Edita, Helsinki, 1996.
- [37] Koenen, R., "Overwiev of the MPEG-4 Standard", saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-4/mpeg-4.htm> >, viitattu 19.1.2008
- [38] Kokkolan yliopistokeskus Chydenius, "Videoneuvottelu tutuksi", saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://www.chydenius.fi/verkkoantti/verkostoyo/videoneuvottelu/Etusivu.html>>, viitattu 21.11.2007.
- [39] Korhonen, V. ja Väliharju, T., "Learning, learning environments and hypermedia", teoksessa "Theoretical Foundations and Applications of Modern Learning

Environments”, Tampereen yliopisto, Tietokonekeskus/hypermedialaboratorio, Tampere, 1995.

- [40] Koro, J., ”Itseohjattu oppiminen - aikuiskoulutuksen tavoite vai väline”, teoksessa ”Aikuisten oppimisen uudet muodot. Kohti aktiivista oppimista”, Vapaan sivistystyön 34. Vuosikirja, Kansanvalistusseura, Aikuiskasvatuksen tutkimusseura, Gummerus, Jyväskylä, 1993.
- [41] Kosiur, D., ”IP Multicasting: The Complete Guide to Interactive Corporate Networks”, Wiley Computer Publishing, 1998.
- [42] Lamberg, N., Keränen, V. ja Penttinen, J., ”Multimedia - multimedian peruskirja”, Teknolit, Jyväskylä, 2000.
- [43] Landon B., ”Online educational delivery applications: a web tool for comparative analysis”, saatavilla HTML-muodossa <URL:
<http://www.olin.nf.ca/landonline/>>, viitattu 21.10.2007.
- [44] Lappi, O., ”Opettaminen verkossa ja verkko-opiskelu”, saatavilla HTML-muodossa <URL:<http://home.edu.helsinki.fi/~olappi/yopeda/verkkoopas/verkkoopetusopas.htm>>, viitattu 22.10.2007
- [45] Lehtinen, E., ”Tietoyhteiskunnan haasteet ja mahdollisuudet oppimiselle”, teoksessa Lehtinen, E. (toim.), ”Verkkopedagogiikka”, Edita, Helsinki, 1997.
- [46] Lehtinen, E., ”Information and communication technology in education: Desires, promises, and obstacles”, teoksessa Watson, D. ja Downes, T., (toim.), ”Communications and networking in education: Learning in a networked society”, Kluwer Academic Press, London, 2000.
- [47] Lehtinen, E., Vauras, M., Salonen, P. ja Kinnunen, R., ”Oppimisteoriasta oppimisympäristöön”, Turun yliopiston verkkojulkaisu, 2004, saatavilla HTML-muodossa <URL:

http://etu.utu.fi/papers/oppimisteoriasta_oppimisympäristöön>, viitattu 18.11.2007.

- [48] Leonard, J., Riley, E. ja Staman, E.M., "Classroom and Support Innovation Using IP Video and Data Collaboration Techniques", Proceeding of the 4th Conference on Information Technology Curriculum, 2003.
- [49] Levonen, J., Joutsenvirta, T. ja Parikka, R., "Blended Learning – Katsaus sulautuvaan yliopisto-opetukseen", Piirtoheitin-Verkko-opetuksen verkkolehti, 2/2005, saatavilla HTML-muodossa <URL:
<http://www.valt.helsinki.fi/piirtoheitin/sulautus1.htm>>, viitattu 12.2.2008.
- [50] Li Xue Ming, "Streaming technique and its application in distance learning system", Proceedings of 5th International Conference on Signal Processing, Volume: 2, 2000.
- [51] Mack, S., "Streaming Media Bible", Hungry Minds Inc., USA, 2002.
- [52] Manninen, J. ja Pesonen, S., *Uudet oppimisympäristöt*, Aikuiskasvatus 4/97, 1997.
- [53] Manninen, J. ja Pesonen, S., "Aikuisdidaktiset lähestymistavat – Verkkopohjaisten oppimisympäristöjen suunnittelun taustaa", teoksessa Matikainen, J. ja Manninen, J., (toim.), "Aikuiskoulutus verkossa", Helsingin yliopiston Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus. Tammer-Paino, Tampere, 2000.
- [54] Manninen, J., "Kurssikoulutuksesta oppimisympäristöihin", teoksessa Matikainen, J. ja Manninen J., (toim.), "Aikuiskoulutus verkossa", Helsingin yliopiston Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus, Tammer-Paino, Tampere, 2001.
- [55] Matikainen, J., "Vuorovaikutus verkossa. Verkkopohjaiset oppimisympäristöt vuorovaikutuksen näyttämöinä", Yliopistopaino, Helsinki, 2001.
- [56] Meisalo, V., Sutinen, E., ja Tarhio, J., "Modernit oppimisympäristöt", Tietosanoma, Pieksämäki, 2003

- [57] Menin, E., "The Streaming Media Handbook", Prentice Hall PTR, USA, 2003.
- [58] Moore, M.G., *Recent contributions to the theory of distance education*, Open Learning, November 1990, s. 10-15.
- [59] Morris, P., "Understanding Virtual Network Computing", PC Network Advisor, Issue. 130, pp. 9-12, May 2001. saatavilla PDF-muodossa <URL: <http://www.pcsupportadvisor.com/nasample/R1529.pdf>>, viitattu 22.10.2007.
- [60] Multisilta, J., "Kommunikaatio- ja informaatioteknologioihin perustuvat modernit oppimisympäristöt", saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://www.pori.tut.fi/~multisil/modlearn/oppymp.shtml>>, viitattu 18.11.2007.
- [61] Mäkinen, P., "Verkkotutor", Tampereen yliopiston täydennyskoulutuskeskus, saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://www.uta.fi/tyt/verkkotutor>> viitattu 2.11.2007.
- [62] Nattey, J.O., "Client/Server Techonology", saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://www.personal.kent.edu/~jnattey/natteypres.htm>>, viitattu 18.11.2007.
- [63] Nevgi, A. ja Tirri, K. "Hyvää verkko-opetusta etsimässä. Oppimista edistävät ja estävät tekijät verkko-oppimisympäristössä - opiskelijoiden kokemukset ja opettajien arviot", Suomen kasvatustieteellinen seura, Painosalama Oy, Turku, 2003.
- [64] Norvanto, T., "Videoneuvotteluopas" Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskus, 1998.
- [65] Nurmi, S. ja Jaakkola, T., "Teknologiset oppimisympäristöt ja oppiminen", teoksessa Lehtinen, E., Hiltunen, T., (toim.), "Oppiminen ja opettajuus", Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunta. Julkaisusarja B. Selosteita; 71, 2002.
- [66] Olkinuora, E., Mikkilä, M., Nurmi, S. ja Ottosson, M., "Multimediaoppimateriaalin tutkimuspohjaista arviointia ja suunnittelun suuntaviivoja", Kasvatusalan tutkimuksia 3., Suomen kasvatustieteellinen seura, Painosalama, Turku, 2001.

- [67] Paakkola, E., ”Johdatus monimuoto-opetukseen”, 1.-3 painos, Opetushallitus, Helsinki, 1992.
- [68] Pantzar, E., ”Aikuisen opiskelutaito. Perusteet ja kehittäminen”, VAPK-kustannus, Helsinki, 1986.
- [69] Pohjonen, J., ”Koulutusteknologiaa ja teknologiaa koulutuksessa”, teoksessa ”Uusi teknologia koulutuksessa”, Painomerkki Oy, Helsinki, 1992.
- [70] Pohjonen, J., ”New Learning Environments and Educational Technology”, saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://oyt.oulu.fi/~pohjonen/nle/index.htm>>, viitattu 1.11.2007.
- [71] Poole, C. ja Bradley, J., ”Developer’s Digital Media Reference”, Foad Press, USA, 2003
- [72] Puri, A., Chen, X. ja Luthra, A., *Video coding using the H.264/MPEG-4 AVC compression standard*, Image Communication 19, 2004.
- [73] Rauste-vonWright, M., ”Opettaja tienhaarassa - konstruktivismia käytännössä” WSOY, Juva, 1997.
- [74] Rauste vonWright, M., von Wright, J. ja Soini, T., ”Oppiminen ja koulutus”, WSOY, WS Bookwell Oy, Juva, 2003.
- [75] Resnick, L.B., (toim.), ”Knowing, learning, and instruction: essays in honor of Robert Glaser”, Lawrence Erlbaum, 1989.
- [76] Richardson, T., Stafford-Fraser, Q., Wood, K.R. ja Hopper, A., *Virtual Network Computing*, IEEE Internet Computing, vol.2, no.1, Page 33-38, January/February, 1998.
- [77] Ropo, E., ”Oppiminen ja opiskelu uusissa oppimisympäristöissä” Elektroninen julkaisu NetixPress, 1996, saatavilla HTML-muodossa <URL:

<http://www.internetix.fi/uutiset/netixpress/nettilehti/edunetix/ropohtm.htm>> viitattu 21.9.2007).

- [78] Rönkä, A., ”Videoneuvotteluopetuksen ja -oppimisen edellytyksistä ja vuorovaikutuksesta”, 1998, saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://www.helsinki.fi/filkasvInokol/projektit/kilpis/vidohj.html>>
- [79] Sadoski, D., ”Client/Server Software Architectures – An Overwiev”, saatavilla HTML-muodossa <URL: http://www.sei.cmu.edu/str/descriptions/clientserver_body.html>, viitattu 14.9.2007.
- [80] Salomon, G., *Technology’s promises and dangers in a psychological and educational context*, Theory into Practice, 37 (1), s.4-10, 1998.
- [81] Salovaara, H. ja Järvelä, S., ”Teorioita ja käsityksiä oppimisesta”, saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://wwwedu.oulu.fi/okl/lo/kt2/wwwpro.htm>>, viitattu 24.11.2007.
- [82] Sariola, J., ”Videoteknologian käyttö yliopistoissa 2003-2006”, Suomen virtuaaliyliopiston e-julkaisuja 6, 2003, saatavilla PDF-muodossa <URL: <http://www.virtuaaliyliopisto.fi/data/files/svy-julkaisut/julkaisu006.pdf>>, viitattu 19.8.2007.
- [83] Sariola, J. ja Evälä, A., ”Verkko-opetuksen laatu yliopisto-opetuksessa”, Verkko-Opetuksen laadunhallinta ja laatupalvelu -hankkeen raportti I, Yliopistopaino, Helsinki, 2005.
- [84] Silvennoinen, H., ”Oppiminen työelämässä”, teoksessa Silvennoinen, H. ja Tulkki, P., (toim.), ”Elinikäinen oppiminen”, TammerPaino Oy, Tampere, 1998.
- [85] Sirviö, P., *Interaktiota, tekniikkaa vai viihdettä?*, Ote-opetus & teknologia 1, s.4-10, 1998.

- [86] Ström, J., "Streaming Video: A Look Behind the Scenes", Cultivate Interactive, issue 4, 2001, saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://www.cultivate-int.org/issue4/scenes>>, viitattu 12.1.2008.
- [87] Sulonen, K. ja Alanne, A., "Oppiva tietoyhteiskunta. Opetusmenetelmien ja oppimiskäsitysten vertailua", 2000, saatavana HTML-muodossa <URL: <http://www.comlab.hut.fi/opetus/600/Suomeksi/Seminaari/harkat/alanne.htm>>, viitattu 22.11.2007.
- [88] Suonperä, M., "Opettamiskäsitys; oppijakeskeisen opettamiskäsityksen perusaineksia", 3. painos, Educons Oy, Hämeenlinna, 1993.
- [89] Taavila, A. ja Miettinen, H., "Kuvapuhelimen ja videoneuvottelun käyttö julkisella sektorilla, esiselvitys" Suomen kuntaliitto, 1999.
- [90] Tella, S., *Tiedosta tie tulevaan*, Ote - opetus & teknologia 1, s.40-43, 1996.
- [91] Tella, S., "Verkko-opetuksen lähtökohtia ja perusteita", teoksessa Tella, S., Nurminen, O., Oksanen, U. ja Vahtivuori, S., (toim.), "Verkko-opetuksen teoriaa ja käytäntöä", Helsingin yliopisto, Opettajankoulutuslaitos, Helsinki, 2001.
- [92] Tella, S., Vahtivuori, S., Vuorento, A., Wager, P. ja Oksanen, U., "Verkko opetuksessa - opettaja verkossa", Edita, Helsinki, 2001.
- [93] Tynjälä, P., "Oppiminen tiedon rakentamisena – Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita", Kirjayhtymä Oy, Helsinki, 1999.
- [94] VideoFonet-hanke, "Videoneuvotteluopas", saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://www.video.funet.fi/videoneuvotteluopas/>>, viitattu 12.11.2007.
- [95] Vosniadou, S., DeCorte, E. ja Mandl, H., *Technology-based learning environments*, Psychological and educational foundations, NATO ASI Series F: Computer and system sciences, vol. 137, Berlin, 1994.

- [96] Vuorimaa, P., "Multimediatekniikka", Teknillinen korkeakoulu, Espoo, saatavilla PDF-muodossa <URL: http://www.tml.tkk.fi/Opinnot/T-111.2350/2007/Mmtekn_0_4.pdf>, viitattu 15.8.2007.
- [97] Williams, N., Blair, G., Coulson, G., Davies, N. ja Roddon, T., "The Impact of Distributed Multimedia Systems on Computer Support for Co-operative Work", teoksessa "Computer Support for Co-operative Work", Chichester, Wiley, 1994.
- [98] Wilson, B.G., (toim.), "Constructivist learning environments: Case studies in instructional design" Enlewood Cliffs, NJ, 1996.
- [99] Winn, W.D., *The Assumptions of Constructivism and Instructional Design*, Educational Technology, Vol. 31(9), 1991.
- [100] Yin, R.K., "Case study research: Design and methods (2nd edition)", Sage, Newbury Park, CA, 1994.