

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Tietotekniikan osasto

LAURI POHJANEN

**OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDINTI: MATERIAALI- JA
KURSSIMALLIT**

Diplomityö

Aihe hyväksytty osastoneuvoston kokouksessa
13.10.2004

Tarkastajat: Prof. Hannu-Matti Järvinen (TTY)
Prof. Seppo Pohjolainen (TTY)

ALKULAUSE

Olen tehnyt diplomityöni tutkimusapulaisena Tampereen teknillisen yliopiston hypermedialaboratoriossa Tampereella. Esitän kiitokseni työni ohjaajalle ja tarkastajalle, professori Seppo Pohjolaiselle sekä tarkastaja professori Hannu-Matti Järviselle. Kiitän vertaistuesta omia diplomitöitään samaan aikaan tehneitä ja työtäni avustaneita Jukka Huhtamäkeä sekä Pasi Häkkistä. Kiitän myös erikoistutkija Ossi Nykästä sekä muita kollegoitani hypermedialaboratoriossa rakentavista kommentteista, joita he esittivät työhöni liittyen. Vanhempiani Anna-Liisaa ja Eskoa kiitän kannustuksesta ja taustatuesta.

Tampereella 1.4.2005

Lauri Pohjanen

Elementinpolku 13 A 14

33720 TAMPERE

puh. 050 368 5868

SISÄLTÖ

ALKULAUSE.....	i
SISÄLTÖ.....	ii
TIIVISTELMÄ.....	iii
ABSTRACT.....	iv
LYHENTEET JA TERMIT.....	vi
1 JOHDANTO.....	1
2 OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDINTI.....	3
2.1 STANDARDIT JA MÄÄRITYKSET.....	4
2.2 STANDARDOINTIPROSESSI.....	5
2.3 STANDARDOITAVIA AIHEALUEITA.....	7
2.4 STANDARDOINTIORGANISAATIOT.....	10
2.5 TEKNIISIÄ MÄÄRITYKSIÄ TUOTTAVAT ORGANISAATIOT.....	14
2.6 SOVELLUSPROFIILEJA TUOTTAVAT ORGANISAATIOT.....	17
3 KÄYTTÖSSÄ OLEVIA MATERIAALIMALLEJA.....	19
3.1 HBLE-MALLI.....	21
3.2 A&O:N MATERIAALIMALLI.....	26
3.3 SCORM.....	30
4 SCORM 1.2.....	31
4.1 OPPIMISENHALLINTAJÄRJESTELMÄ.....	31
4.2 SISÄLLÖN KOOSTAMISMALLI.....	32
4.2.1 Sisältömalli.....	32
4.2.2 Metatietomalli.....	34
4.2.3 Sisällön paketointi.....	36
4.3 AJOYMPÄRISTÖ.....	38
4.3.1 Oppimateriaalin lataus.....	39
4.3.2 Materiaalirajapinta.....	40
4.3.3 Tietomalli.....	41
4.4 OPPIMATERIAALIN TUOTANTO.....	44
4.5 SCORM 2004.....	46
5 SCORM-AJOYMPÄRISTÖN TOTEUTUS IMEC VLE -OPPIMISALUSTAAN.....	48
5.1 IMEC VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT.....	48
5.1.1 IMEC User-Profile Generator & Creativity Assessment Tool.....	49
5.1.2 IMEC VLE.....	49
5.2 AJOYMPÄRISTÖN TOTEUTUSTAPOJA.....	50
5.2.1 SCORM-esimerkkiajoympäristö.....	51
5.2.2 IMEC VLE:n SCORM-ajoympäristö.....	52
5.3 TOTEUTUKSEN ARVIOINTI.....	56
5.4 SCORM:N ARVIOINTI.....	56
6 MATERIAALIMALLEISTA KURSSIEN MALLINTAMISEEN.....	59
6.1 A&O:N KURSSIMALLI.....	59
6.2 IMS LEARNING DESIGN.....	62
7 YHTEENVETO.....	66
LÄHDELUETTELO.....	68
LIITE 1.....	I
LIITE 2.....	II

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Tietotekniikan osasto

Ohjelmistotekniikka

POHJANEN, LAURI: Opetusteknologian standardointi: materiaali- ja kurssimallit

Diplomityö, 69 s., 2 liites.

Tarkastajat: prof. Hannu-Matti Järvinen, prof. Seppo Pohjolainen

Huhtikuu 2005

Avainsanat: opetusteknologia, standardointi, oppimisalustat, materiaalmallit, kurssimallit

Tampereen teknillisen yliopiston Hypermedialaboratoriossa toteutettiin Shareable Content Object Reference Model (SCORM) -mallin mukainen digitaalisten oppimateriaalien ajoympäristö kansainväliseen Supply Chain Management in the Music Industry accross the Internet -hankkeen oppimisalustaan. Hypermedialaboratoriossa on vuosia tutkittu oppimisalustoja sekä kehitetty näihin oppimateriaalien ja kurssien tuotanto- ja soveltamismalleja. SCORM-malli keskittyy uudelleenkäytettäviin digitaalisiin oppimateriaaleihin ja näiden toimintaan oppimisalustoissa. Mallissa yhdistyy useita opetusteknologian standardeja ja määrittäviä yhteneväksi malliksi, sovellusprofiiliksi. SCORM-mallin lisäksi tutkittiin opetusteknologian standardien kehitystä, standardoinnin aihealueita sekä standardien käyttöönottoa. Opetusteknologian standardoinnin aihealue käsittelee opetusteknologian järjestelmien väliseen tiedonvaihtoon liittyviä tietomalleja, rajapintoja ja protokollia. Standardointiin perehtyminen tehtiin kirjallisuustutkimusmenetelmällä. Aiheeseen liittyvä aineisto löytyi suurimmaksi osaksi WWW:stä. Työssä esitellään SCORM-mallin lisäksi kaksi hypermedialaboratoriossa kehitettyä, SCORM-mallia monilta osin muistuttavaa materiaalmallia. SCORM-mallin mukainen järjestelmä toteutettiin dokumentaatiota sekä esimerkkitoitusta apuna käyttäen. Opetusteknologian standardien sisältämät tietomallit ovat usein niin laajoja, että niiden soveltaminen sellaisenaan on hankalaa. Standardin käyttöönotto tehdäänkin usein sovellusprofiilien kautta, jotka rajaavat standardin tiettyyn käyttöön ja sisältävät tavallisesti myös tarkan ohjeistuksen sovellusprofiilin käyttöönottoon. Työn lopussa esitellään kaksi kurssimallia, joiden tarkoituksena on mahdollistaa kokonaisten kurssien uudelleenkäyttö. Ensimmäinen kurssimalli on kehitetty hypermedialaboratoriossa ja toinen on kansainvälinen IMS Learning Design -malli.

ABSTRACT

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Department of Information Technology

Institute of Software Systems

POHJANEN, LAURI: Learning technology standardization: material and course models

Master of Science Thesis, 69 pages, 2 enclosure pages.

Examiner: Prof. Hannu-Matti Järvinen and Prof. Seppo Pohjolainen

April 2005

Keywords: learning technology, standardization, learning management systems, material models, course models

The Hypermedia Laboratory of Tampere University of Technology participated in the international Supply Chain Management in the Music Industry across the Internet project. During the project a Shareable Content Object Reference Model (SCORM) based Run-time Environment was developed to the virtual learning environment created in the project. Virtual learning environments, reusable learning material models and reusable course models have been researched and developed for years at the Hypermedia Laboratory. SCORM focuses on reusability of digital learning materials and functionality of materials in learning environments. The model combines several learning technology standards and technical specifications as one application profile. This work introduces the development process on learning technology standards, different focus areas on standardization and implementation models of standards. Learning technology standards focus on data interchange models, application programming interfaces and protocols on learning technology systems. In this work literacy research methods were used when researching learning technology standardization. Most of the research materials used in this study can be found from the WWW. This work introduces two learning material models developed at the Hypermedia Laboratory. These models are very similar to SCORM although developed separately from SCORM development. The implementation of SCORM Run-time Environment was designed by using the documentation of SCORM. The SCORM reference Run-time Environment was used as a base for the implementation of the project's Run-time Environment. Data models in learning technology standards are usually so versatile that that they are usually implemented with the help of an application profile. An application

ABSTRACT

profile restricts the use of the standard to some specific usage and includes detailed instructions for its implementation. The last part of this work introduces two models of reusable courses. The first course model is developed at Hypermedia Laboratory and the second is universally developed IMS Learning Design model.

LYHENTEET JA TERMIT

ADL, Advanced Distributed Learning = Yhdysvaltalainen SCORM-mallin kehitystä kordinoiva organisaatio

AICC = kansainvälinen ilmailualalla toimiva opetusteknologian organisaatio

Asset = digitaalinen sisältö (SCORM-mallissa)

CA, Content Aggregation = sisältökokonaisuus (SCORM-mallissa)

CAM, Content Aggregation Model = sisällön koostamismalli (SCORM-mallissa)

CEN = Euroopan standardointiorganisaatio

CMI, computer managed instruction = tietokonehallinnoitu opetus

DC, Dublin Core Metadata Element Set = digitaalisten sisältöjen metatietostandardi

FML, Functional Markup Language

HBLE, Hypermedia Based Learning Environment

ISO = kansainvälinen standardointiorganisaatio

IEEE = kansainvälinen standardointiorganisaatio

ICAT, IMEC User profile generator and creativity assessment tool = IMEC VLE:n yhdistetty opiskelijoiden profilointiohjelma

IMEC, Intermusic European Consortium

IMEC VLE, IMEC Virtual Learning Environment

IMS = kansainvälinen opetusteknologian määrittäjä tuottava organisaatio

LCMS, Learning Content Management System = oppisisällön hallintajärjestelmä

LMS, Learning Management System = oppimisen hallintajärjestelmä

LOM, Learning Object Metadata Standard = oppisisällön metatietostandardi

RDF, Resource Description Framework

RTE, Run-Time Environment = ajoympäristö (SCORM-mallissa)

SCO, Shareable Content Object = oppisisältö (SCORM-mallissa)

SCORM, Shareable Content Object Reference Model

SFS = Suomen standardoimisliitto

SN, Sequencing and Navigation = (oppisisällön) esittämisjärjestys ja navigointi (SCORM-mallissa)

TIEKE, Tietoyhteiskunnan kehittämiskeskus

XML, Extended Markup Language

XSL, Extensible Stylesheet Language

1 JOHDANTO

Koulutuksessa on viime vuosien aikana alettu yhä enemmän käyttää kehittynyttä tietotekniikkaa. Opetusmateriaalin muoto on muuttumassa perinteisestä paperimuodosta digitaalisiksi dokumenteiksi. Monet tiedot opiskelijoista ovat siirtyneet sähköisiin tietojärjestelmiin. Opetustilanteissa on alettu käyttää apuna tietokoneiden tarjoamia mahdollisuuksia. Kaikkialle levinneet tietoverkot ovat luoneet mahdollisuuden opetuksen järjestämiseen verkon välityksellä ja verkko-oppimisympäristöjen käyttö on levinnyt viime vuosien aikana hyvin nopeasti maailmanlaajuisesti käytännöksi. Ongelmaksi on kuitenkin noussut opetusteknologiajärjestelmien välisen yhteensopivuuden puute. Erilaisten tietojen, kuten opiskelijatietojen tai oppimateriaalien, siirtäminen järjestelmästä toiseen saattaa olla hyvin vaikeaa tai mahdotonta. Koska käytössä olevien järjestelmien kirjo on valtava, yhteisten oppimisteknologian pelisääntöjen eli standardien luominen on välttämätöntä. Standardointityötä onkin tehty sekä kansallisella että kansainvälisellä tasolla jo vuosien ajan. Standardiehdotuksia ja erilaisia määrittämiä on syntynyt lukuisia. Uudeksi ongelmaksi onkin nousemassa standardien paljous. Esimerkiksi erilaisia oppimateriaalin kuvaamiseen tarkoitettuja standardeja on useita, jolloin standardia käytettäessä voidaan joutua saman ongelman eteen kuin jos standardeja ei käytettäisi. Jos järjestelmät tukevat vain eri standardeja, ei tietojen vaihto niiden välillä onnistu.

Standardeja valmistevien ja hyväksyvien organisaatioiden rinnalla on syntynyt organisaatioita, jotka pyrkivät yhdistämään soveltuvat osat syntyneistä standardeista ja määrittämisistä tiettyyn käyttöön soveltuviksi malleiksi eli sovellusprofiileiksi. Tässä työssä esitellään tarkemmin yksi sovellusprofiili: Shareable Content Object Reference Model (SCORM) -malli uudelleenkäytettävien oppimateriaalien koostamiseen ja opiskelijan materiaalikohtaisen opiskelunseurantajärjestelmän toteuttamiseen. TTY:n hypermedialaboratorio oli mukana EU:n Leonardo da Vinci ohjelmaan kuuluvassa Supply Chain Management in the Music Industry across the Internet -hankkeessa, jossa kehitettyyn verkko-oppimisympäristöön (IMEC VLE) hypermedialaboratorio toteutti SCORM-mallin toteuttavat osat. Toteutuksen kuvaus ja arviointi on osa tätä työtä.

SCORM-malli on opetusteknologian standardoinnin kannalta erityisen mielenkiintoinen, koska sen kehityksen aikana oppimateriaaleihin liittyvien kriittisten ongelmakohtien yh-

1. JOHDANTO

teiset toimintamallit ovat edenneet oppimateriaalin standardointiketjun läpi tiettyjen yhteisöjen ratkaisusta koko opetusteknologian alan standardeiksi. Lisäksi SCORM-malli käyttää hyväkseen useita opetusteknologian määräyksiä. Samalla SCORM-mallin kehittämistyö on ollut merkittävässä osassa opetusteknologian standardointityössä.

Luvussa kaksi määritellään opetusteknologian standardointiin liittyvää käsitteistöä, kuvataan opetusteknologian standardoinnin prosessi sekä esitellään standardoitavia aihealueita ja opetusteknologian standardointiin liittyviä organisaatioita.

Luvussa kolme esitellään materiaalmalleja, joista kaksi on kehitetty Tampereen teknillisen yliopiston hypermedialaboratoriossa ja kolmas on maailmanlaajuisessa käytössä oleva SCORM-malli. Tämän työn tekijä on osallistunut Hypermedialaboratorion materiaalmallien käyttöönottoon ja jatkokehitykseen.

Luvussa neljä tarkastellaan lähemmin SCORM-mallin versiota 1.2, malliin kuuluvia eri osa-alueita ja mallin mukaista oppimateriaalin tuotantoa sekä käsitellään lyhyesti SCORM version 2004 sisältämät laajennukset versioon 1.2.

Luvussa viisi käsitellään SCORM-mallin mukaisen ajoympäristön toteuttamista sekä esitellään IMEC VLE -oppimisalusta, jonka osaksi diplomityössä toteutettiin SCORM-ajoympäristö.

Luvussa kuusi esitellään kurssimalleja, jotka laajentavat opetusresurssien uudelleen käytön malleja oppisisällöistä kokonaisesti kursseihin ja näiden sisältämiin resursseihin. Ensimmäisenä kurssimallina esitellään TTY:n hypermedialaboratoriossa kehitetty A&O:n kurssimalli ja toisena kansainvälinen IMS Learning Design (LD) -malli. Tämän työn tekijä on osallistunut A&O:n kurssimallin käyttöönottoon ja jatkokehitykseen.

Luvussa seitsemän on yhteenveto tämän työn sisällöstä sekä jatkokehitysideoita materiaalmalleille ja kurssimalleille.

2 OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDOINTI

Opetusteknologian alan standardoinnin tarve on syntynyt, kun opetusteknologian järjestelmien sekä oppisisältöjen kehittäjät ja käyttäjät ovat halunneet yhtenäistää tavat, joilla järjestelmien käsittelemää tai oppisisältöjä kuvaavaa tietoa voidaan hallita ja siirtää eri järjestelmien välillä. Eri opetusteknologian standardointiin liittyvät organisaatiot kehittävät teknisiä määrittämiä ja standardeja, jotka kuvaavat tietomalleja, sääntöjä kuten esimerkiksi liiketoimintasääntöjä sekä tiedon järjestelmien väliseen yhteentoimivuuteen liittyviä ominaisuuksia, kuten tietomallien sitomista (binding) johonkin merkkaukieleen, rajapintaan ja/tai protokollaan [ISO 2003]. Lisäksi standardeissa täytyy määrittää millä ehdoilla standardia soveltava järjestelmä, prosessi tai palvelu on standardin mukainen (conformance), jotta standardin noudattaminen ja standardinmukaisuuden arvioiminen olisi yleensä mahdollista.

Oppimisalustat ovat verkko-opiskeluun ja verkko-opetukseen tehtyjä järjestelmiä, jotka sisältävät usein paljon tietoa opiskelijoista, oppimateriaaleista sekä opiskeluprosessiin ja opiskelun arviointiin liittyvää tietoa. Oppimisalustat ovatkin hyvin keskeisessä asemassa, kun opetusteknologian standardoinnin tuloksia siirretään käytäntöön.

Standardien ja teknisten määrittäysten mukaisia malleja voidaan käyttää paitsi oppimisalustojen sisäisessä toteutuksessa myös oppimisalustojen ja muiden opetusteknologian järjestelmien, kuten oppimateriaalien tuotantojärjestelmien tai koulutusorganisaatioiden opiskelijatietorekisterien välisessä tiedonsiirrossa. Yksittäisillä standardeilla (ja teknisillä määrittäyksillä) on tietysti ensisijaisesti tavoitteena omaan aihealueeseensa liittyvien ongelmakohden ratkaiseminen, mutta yleisemmällä tasolla on tavoitteena standardien käytön kautta parantaa opetukseen ja opiskeluun käytettävien (digitaalisten) resurssien seuraavia ominaisuuksia: löydettävyys ja saatavuus (accessibility), uudelleenkäytettävyys eri järjestelmissä ja käyttökonteksteissa (reusability), yhteentoimivuus eri ohjelmistojen ja järjestelmien kanssa (interoperability), sekä järjestelmäriippumattomuus ja pitkäikäisyys (durability) [SCORM 2001].

2.1 Standardit ja määritykset

Standardi on yhteisymmärrykseen päätyneen prosessin läpikäynyt, jonkin tunnustetun tahon hyväksymä dokumentti, joka sisältää yleiseen ja toistuvaan käyttöön sääntöjä, ohjeita tai erityistuntemerkkejä tietyille toiminnoille tai näiden tuloksille. Standardin tulisi perustua vakiintuneisiin tieteellisiin tuloksiin, teknologioihin sekä kokemukseen. Standardin tulisi tähdätä optimaaliseen yhteiskunnan hyötyjen edistämiseen. [ISO 2003]

Tekninen määrittely (technical specification) on dokumentti, joka määrää teknisiä vaatimuksia tuotteelle, prosessille tai palvelulle. Teknisen määrittelyn tulisi osoittaa, silloin kun se on tarkoituksenmukaista, menetelmä, jonka keinoin voidaan määrittää teknisen määrittelyn vaatimusten täyttyminen. Tekninen määrittely ei ole välttämättä läpikäynyt samanlaista yhteisymmärrykseen päätynyttä prosessia kuin standardit. Tekninen määrittely voi olla esimerkiksi jonkun yrityksen sisäinen dokumentti. Tekninen määrittely voi olla standardi tai standardin osa mutta kaikki standardit eivät ole teknisiä määrittelyjä. Esimerkiksi standardi, joka sisältää termistön määrittelyn, mutta ei vaatimuksia (tuotteelle, prosessille tai palvelulle), ei ole tekninen määrittely. [ISO 2003]

Standardit ja tekniset määrittelykset ovat **normatiivisia dokumentteja** eli ne sisältävät sääntöjä, ohjeita tai erityistuntemerkkejä toiminnoille tai niiden tuloksille. Nämä säännöt ja ohjeet on esitetty lausumina (statement), määräyksinä (instruction), suosituksina (recommendation) tai vaatimuksina (requirement). Opetusteknologian standardointi on keskittynyt opetusteknologian järjestelmien välisen ja osaksi järjestelmien sisäisten tiedonvaihdon (data interchange) ongelmien ratkomiseen. Tiedonvaihto koskee tiedon esittämistä, lähettämistä, vastaanottamista, varastointia ja hakua. [ISO 2003]

Tietomallit kuvataan teknisissä määrittelyissä yleensä abstrakteina malleina. Tietomallit esitetään usein *tietoelementteinä* (data element), joiden (*mahdolliset ja sallitut*) *arvoalueet* ja *arvojen merkitykset* on määritetty tietomallissa. Tietoelementti voi olla *pakollinen*, *vapaaehtoinen* tai sen esiintymiselle voi olla jokin *ennakkoehto*. Tietomalleissa tulisi myös määrittellä mahdollisimman tarkasti tietoelementtien ja näiden arvoalueiden merkitykset, ominaisuudet sekä näiden käyttöön liittyvät ehdot, jotta niiden soveltaminen käyttöön olisi mahdollisimman yksikäsitteistä. [ISO 2003] Abstraktien tietomallien käyttöönottoa varten tehdään tietomallista *sidonta* (binding), johonkin koodaukseen (esim. Extensible Markup

2. OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDOINTI

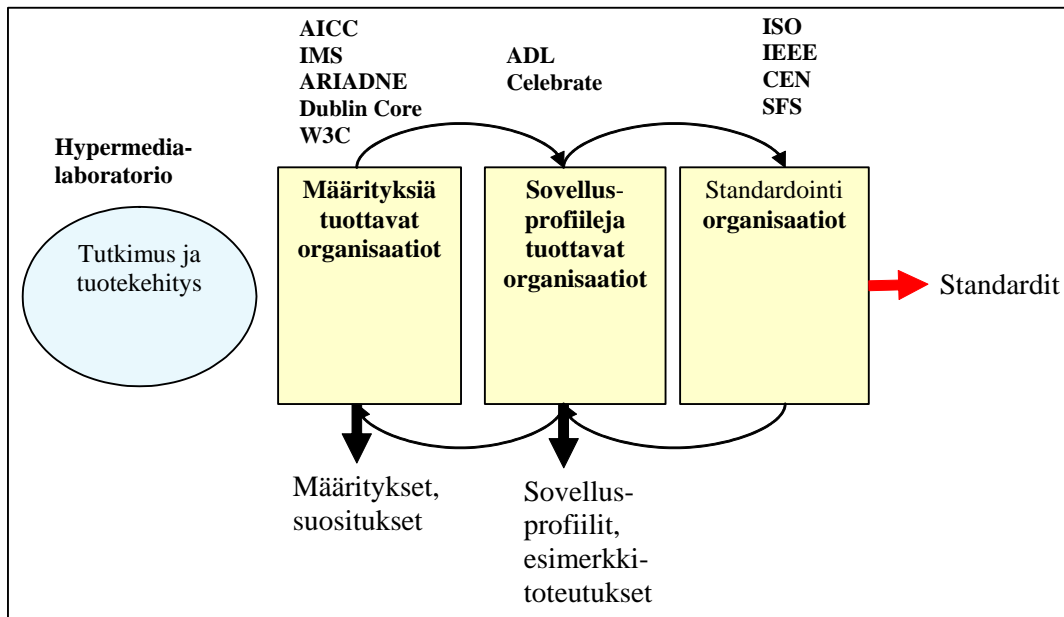
Language (XML) tai Resource Description Framework (RDF), jota voidaan käyttää oikeissa sovelluksissa. Abstrakteja tietomalleja on mahdollista sitoa eri koodauksiin. Tämä tarjoaa mahdollisuuden sidonnan vaihtamiseen johonkin tietomallin sovelluskohteeseen paremmin soveltuvaan.

Sovellusprofiilit ovat standardeja ja teknisiä määrittämiä tiettyyn käyttötarkoitukseen soveltavia määrittämiä. Ne voivat soveltaa yhtä tai useampaa määrittämiä ja/tai standardia. Soveltamisella tarkoitetaan sitä, että ne rajaavat standardien ja määrittämiä käyttöä tiettyihin tarpeisiin esimerkiksi rajaamalla ja ohjeistamalla alkuperäisen standardin tietomallin käyttöä joko standardin sallimalla tai standardista poikkeavalla tavalla. Sovellusprofiilit ovatkin osa opetusteknologian standardien ja määrittämiä iteratiivista kehitystyötä. Sovellusprofiilien määrittelytyön ja käytäntöön soveltamisen kautta syntyy usein uusia tarpeita ja ratkaisuja kehitettäviin määrittämiin ja standardeihin. Toisaalta sovellusprofiilien standardeja laajentavat tai rajoittavat ominaisuudet rikkovat usein standardien sisältämiä standardinmukaisuusvaatimuksia, jolloin sovellusprofiilia soveltavat järjestelmät eivät ole alkuperäisen standardin mukaisia. [ISO 2003]

2.2 Standardointiprosessi

Opetusteknologian standardien kehitys on monimutkainen prosessi. Standardointiin osallistuu yleensä hyvin erilaisia sidosryhmiä, kuten opetusteknologian järjestelmien käyttäjiä, järjestelmien kehittäjiä sekä erilaisten organisaatioita ja valtiovallan edustajia. Eri sidosryhmillä saattaa olla hyvin erilaiset tarpeet ja kiinnostuksen kohteet standardoinnin tavoitteiden osalta. Standardointi onkin näiden erilaisten tarpeiden yhteensovittamista. Tavoitteena on päästä yhteisymmärrykseen ja täyttää mahdollisimman hyvin eri tahojen tarpeet. Kuva 2.1 esittää opetusteknologian standardien kehittämisprosessin kokonaiskuvan. Kuvassa on standardointiprosessin eri vaiheet jonkin tietyn standardointitarpeen synnystä standardin valmistumiseen sekä standardointiin eri vaiheessa liittyviä organisaatioita ja näiden töiden tuloksia. Kuvaan on sisällytetty tämän työn näkökulmasta kiinnostavia organisaatioita, jotka ovat vain pieni osa laajasta joukosta opetusteknologian standardointiin osallistuvia organisaatioita.

2. OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDOINTI



Kuva 2.1 Opetusteknologian standardoinnin prosessi (mukailtu lähteestä [ADL 2005])

Standardointiprosessin synnyttää tarve kehittää standardiratkaisu johonkin ongelmaan tai standardoida jokin ratkaisu. Esimerkiksi jo olemassa olevien järjestelmien välistä tiedonsiirtoa halutaan parantaa yhteisellä järjestelmien väliseen tiedonvaihtoon soveltuvalla tietomallilla. Tutkimusta ja tuotekehitystä tekevissä organisaatioissa syntyy ratkaisuja, jotka toimivat pohjana standardien kehittämistyössä. Tutkimus- ja tuotekehitysorganisaatiot myös tutkivat, testaavat ja soveltavat muiden organisaatioiden kehittämiä määräytyksiä, sovellusprofiileja sekä standardeja synnyttäen lisätarpeita ja kehitysehdotuksia määräytyksen ja standardien kehitystyölle. Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) hypermedialaboratorio on eräs tällainen tutkimus- ja tuotekehitysorganisaatio (katso Kuva 2.1). Hypermedialaboratoriossa on kehitetty verkko-oppimisympäristöjä, joihin on tehty materiaali- ja kurssimalleja muun muassa edistämään oppimateriaalien ja verkkokurssien uudelleenkäytettävyyttä. Materiaali- ja kurssimalleja esitellään kohdissa 3.1, 3.2 ja 6.1.

Määrittäviä tuottavat organisaatiot kehittävät teknisiä määräytyksiä ja suosituksia. Niillä ei ole oikeutta julkaista virallisia standardeja, mutta ne usein kehittävät määräytyksiä yhteistyössä virallisten standardointiorganisaatioiden kanssa. Nämä määrätykset ovat usein pohjana virallisten standardointiorganisaatioiden lopulliseen muotoon saattamille standardeille. Määrittäviä tuottavien organisaatioiden toimintaan osallistuvien tavoitteena on usein standardointiorganisaatioiden tavoin löytää laajempi yhteisymmärrys ja hyväksyntä kehittä-

2. OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDOINTI

tämilleen ratkaisuille. Mitä laajempaa hyväksyntää määräyksille halutaan, sitä enemmän joudutaan tekemään kompromisseja määräyksiin sisällytettävien asioiden suhteen. Määri-tyksiä tuottavia organisaatioita on esitelty kohdassa 2.5.

Varsinaiset hyväksytyt standardit ovat standardointiorganisaatioiden työn tuloksia. Stan- dardointiorganisaatiot koostavat usein teknisten määräyksien pohjalta standardien esiver- sioita, joita kehitetään yhdessä sidosryhmien kanssa kaikkia sidosryhmiä tyydyttävään yhteisymmärrykseen tähtäävässä prosessissa. Virallinen standardi on vasta läpikäytyään tämän prosessin ja kun standardointiorganisaatio on sen virallisesti hyväksynyt.

2.3 Standardoitavia aihealueita

Opetusteknologian standardointityötä tehdään laajasti alan ongelmakentän eri aihealueilla. Standardointiorganisaatioiden ja määräyksiä tuottavien organisaatioiden toiminnasta näillä aihealueilla kerrotaan kohdissa 2.4 ja 2.5. Taulukko 2.1 ja Taulukko 2.2 sivulla 11 ja 15 sisältävät koostetusti tämän toiminnan.

Metatiedolla tarkoitetaan tietoa tiedosta. Metatietoa käytetään kuvaamaan jotain kohteen- sa sisällöstä, kontekstista tai rakenteesta. Jotta metatietoa voidaan käsitellä mahdollisim- man hyvin koneellisesti, tulee sen olla formaalisti määritelty. Opetusteknologian alueella metatietoa käytetään yleensä oppisisältöjen ominaisuuksien ja rakenteen kuvaamiseen. Metatiedolla on monia käyttötarkoituksia, joista yleisiä ovat metatiedon kuvaaman materi- aalin yksilöiminen sekä löytämisen, luokittelun ja uudelleenkäyttämisen helpottaminen. [Gilliland-Swetland 2000]

Digitaaliset tietovarannot ovat digitaalisten aineistojen varastointijärjestelmiä. Aineistot voivat olla esimerkiksi oppisisältöjä tai opiskelun arviointiin liittyviä resursseja. Tietova- rantoihin tallennetaan aineistojen lisäksi näihin liittyvät metatiedot, joten tietovarantojen määrittely on tältä osin läheisessä yhteistyössä metatietomäärittästyön kanssa. Metatietojen avulla aineistoja voidaan etsiä ja hakea tietovarannoista. Aihealueen standardointityön yhtenä tärkeänä tavoitteena on määritellä digitaalisille tietovarannoille yleinen käyttöraja- pinta. [LTSO 2004]

2. OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDOINTI

Sisällön koostaminen on aihealue, jossa käsitellään erilaisten opetus- ja opiskeluaineistojen koostamista erilaisiin tarpeisiin soveltuviksi, uudelleenkäytettäviksi kokonaisuuksiksi. Sisällön koostamiseen liittyy sisällön rakennetta, rakenteen osia sekä sisällön toiminnallisuutta kuvaavien mallien määrittely. Sisältömallien tavoitteena on mahdollistaa sisältöjen ja sisällön osien uudelleenkäyttö sekä siirtäminen opusteknologian järjestelmien ja materiaaliuotantajärjestelmien välillä. Sisältömallien tulisi myös mahdollistaa sisältökoosteiden tarkoituksenmukaisen toiminnallisuuden kuvaaminen siten, että sisältöjen yhtenevä toiminta, esimerkiksi opiskelijakohtainen adaptoituminen, on mahdollista erilaisissa oppimisalustoissa. Sisällön koostamisformaattien tulisi olla neutraaleja suhteessa sisältöjen järjestelmien väliseen siirtoon sekä yhteen koottujen sisältöjen tyyppiin. Erilaisten sisältöjen ja sisältöjen osien kuten kurssin osien, kokonaisten kurssien tai jopa kurssikokoelmien paketoiminen ja siirtäminen tulisi olla mahdollista. Lisäksi kurssien osia pitää pystyä käyttämään itsenäisesti kurssin kontekstin ulkopuolella. [SCORM 2004]

Opetus- ja opiskeluprosessien mallintamisella tarkoitetaan opetussuunnitelmien, opetustavoitteiden ja opiskelutoimintojen kuvaamista tavoitteena näiden uudelleenkäytön mahdollistaminen [LTSO 2004]. Esimerkkinä opetus- ja opiskeluprosessien mallintamiseen tarkoitettua määrittelyä on IMS Global Learning Consortium (IMS) -organisaation Learning Design -määrittely, joka on esitelty kohdassa 6.2.

Ajoympäristöjen ja oppimateriaalin ajonaikaisen toiminnan aihealue käsittää oppimateriaaleihin itseensä sekä näiden toimintaan oppimisalustoissa liittyviä asioita. ”Digitaalisen oppisisällön uudelleenkäytön perusvaatimus on erottaa itse sisällöt niitä käsittelevästä logiikasta eli ajoympäristöstä. Ajoympäristön perustehtävänä on jakaa oppisisältöjä opiskelijoille, tukea sisällön ja oppimisenhallintajärjestelmän (learning management system) välistä vuorovaikutusta sekä päättää seuraavaksi opiskelijalle tarjottava oppisisältö perustuen staattiseen ja dynaamiseen kurssin rakenteeseen sekä aikaisempaan kyseessä olevaan sisältöön kohdistuneisiin opiskelusuorituksiin.” [LTSO 2004]

Arviointin aihealue käsittelee opiskelijoiden tietojen ja taitojen arviointiin liittyvien asioiden, esimerkiksi erilaisten testien ja näiden vastausten siirrettävyyttä opusteknologian järjestelmien välillä. Laajaa huomiota on saanut IMS Question and Test Interoperability (QTI) -määrittely, joka sisältää malleja erityyppisille, luokiteltaville kysymyksille ja näistä koostettaville rakenteeltaan erilaisille testeille sekä malleja ja toimintatapoja kysymysten

2. OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDOINTI

ja testien varastointiin ja järjestelmien väliseen siirtoon. QTI sisältää mallin myös testien vastausten ja tulosten raportointiin. [LTSO 2004]

Kurssitiedoilla tarkoitetaan kurssien ja kursseista koostuvien kokonaisuuksien mallintamista. Suomen opetusteknologian standardointia organisoivan Tietoyhteiskunnan kehittämisskeskuksen (TIEKE) perustama työryhmä on kehittänyt kurssimallin, jonka avulla eri koulutusorganisaatioiden kurssitietoja voidaan siirtää näiden tietojärjestelmien välillä.

Opiskelijatiedoilla tarkoitetaan opiskelijan henkilötietoja, opiskelijan opiskeluun liittyviä ominaisuuksia ja mieltymyksiä sekä opiskelusuorituksiin ja opiskelutavoitteisiin liittyviä tietoja [LTSO 2004]. Standardoinnin alueella on kehitetty useita opiskelijatietomalleja, joiden tarkoituksena on mahdollistaa opiskelijatietojen siirtäminen järjestelmien välillä. Toisaalta opiskelijatietoihin liittyvät myös erilaisten opiskelijaryhmien mallintaminen sekä opiskelijoiden ja opiskelijaryhmien opiskeluun liittyvien resurssien käyttöoikeuksien mallintaminen.

Opiskelijan pätevyiden aihealueella pyritään kehittämään malleja pätevyyksien, taitojen sekä opiskelutavoitteiden kuvaamiseen. Näitä voidaan käyttää hyväksi oppimisalustoissa tai henkilötietojärjestelmissä ja näiden välisessä tiedonvaihdossa. [LTSO 2004]

Sanastojen määrittäminen nousee yhä tärkeämmäksi osaksi opetusteknologian standardointia, kun erilaisia määrittäksiä on syntynyt paljon ja näissä käytetään usein samoista asioista erilaisia termejä tai samoja termejä erilaisissa merkityksissä. Opetusteknologian yhteiset sanastot sisältävät termien määrittäksiä, akronyymejä, lyhenteitä sekä muita standardeissa ja määrittäksissä käytettyjä merkintätapoja. IMS on myös kehittänyt määrittäksen sanastojen vaihtamiselle järjestelmien välillä. Tällä voidaan esimerkiksi kuvata muiden määrittästen tietomallien elementtien arvoalueita tai sallittuja arvoja. [LTSO 2004]

Saavutettavan oppisisällön määrittästyössä käsitellään oppisisällön käyttökelpoisuutta kaikenlaisille opiskelijoille erilaisissa käyttökonteksteissa, myös fyysisesti rajoittuneille ja vanhuksille. Saavutettavan oppisisällön standardointityön eräs kohdealue on oppisisältöjen mukauttaminen opiskelijakohtaisten oppisisältöihin liittyvien mieltymystietojen (preferences) perusteella. [LTSO 2004]

2. OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDOINTI

Opiskelijan saavutettavuustietojen määrittelytyössä kehitetään tietomalleja opiskelijoiden oppisisältöjen käyttöön liittyvien mieltymysten kuten opiskelutyylien tai opiskelijan fyysisten rajoitteiden kuvaamiseen. [LTSO 2004]

Arkkitehtuuri ja teknologiaratkaisut pyrkivät ratkaisemaan oppimisalustojen ja muiden opetusteknologian järjestelmien skaalautuvuusongelmia sekä järjestelmien keskinäisen integroinnin ongelmia kehittämällä järjestelmien suunnittelun ja toteutuksen tueksi abstrakteja kehysmalleja sekä arkkitehtuurimalleja. Esimerkiksi oppimisalustat ovat kasvaneet yksittäisten kurssien opetusjärjestelmistä kokonaisten koulutusorganisaatioiden ratkaisuksi, jolloin on kasvanut tarve integroida ne organisaatioiden henkilötietoja ja koulutustietoja sisältäviin tietojärjestelmiin. Vakaa ja skaalautuva järjestelmäarkkitehtuuri mahdollistaa järjestelmän joustavat muutokset. Arkkitehtuurimalleilla pyritään myös mahdollistamaan muiden opetusteknologian standardien ja määritysten käyttöönotto opetusteknologian järjestelmissä. [LTSO 2004]

Lähinnä Yhdysvaltojen suurista yliopistoista koostuva Open Knowledge Initiative on määritellyt kerroksittaisen arkkitehtuurimallin, jonka avulla opetusteknologian järjestelmät voitaisiin toteuttaa uudelleenkäytettävistä komponenteista. Malli kuvaa abstraktin kehyksen (framework), josta on kuvattu opetusteknologijärjestelmien keskeisimpien komponenttien palvelurajapinnat. [OKI 2005]

2.4 Standardointiorganisaatiot

Kansainvälisistä opetusteknologian alaan liittyvistä standardointiorganisaatioista suurimmat ovat International Organization for Standardization (ISO) ja Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Valmiita opetusteknologian standardeja on tällä hetkellä olemassa yksi: IEEE:n oppimisaihioiden metatietostandardi IEEE 1484.12.1-2002 Learning Object Metadata Standard. Taulukko 2.1 sisältää eri standardointiorganisaatioiden opetusteknologian aiheisiin kohdistuvan standardointityön.

2. OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDOINTI

Taulukko 2.1 Standardointiorganisaatioiden työstämät aiheet

AIHE	STANDARDOINTIORGANISAATIOT			
	ISO	IEEE	CEN/ISSS	SFS (TIEKE)
Metatieto	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Digitaaliset tietovarannot				Kyllä
Sisällön koostaminen				
Opetus- ja opiskeluprosessien mallintaminen				
Ajoympäristöt ja oppimateriaalin ajonainen toiminta		Kyllä		
Arviointi				
Kurssitiedot				Kyllä
Opiskelijatiedot	Kyllä	Kyllä		Kyllä
Opiskelijan kompetenssit		Kyllä	Kyllä	
Sanastot	Kyllä			
Saavutettava oppisisältö				
Opiskelijan saavutettavuustiedot				
Arkkitehtuuri ja teknologiaratkaisut		Kyllä		

International Organization for Standardization on virallinen maailmanlaajuinen standardointiorganisaatio ja samalla maailman suurin standardeja kehittävä organisaatio. ISO:n päätoimialana on kehittää teknisiä standardeja mutta standardeilla on teknisen ympäristön lisäksi hyvin suuria taloudellisia ja yhteisöllisiä vaikutuksia. [ISO 2005] ISO:ssa jäsenenä, ja näin ollen standardointiin vaikuttavina eliminä, ovat maiden viralliset standardointiorganisaatiot. Päätökset ISO:ssa tehdään ääni per jäsen periaatteella. Suomen virallinen edustaja Isoissa on Suomen Standardoimisliitto (SFS), joka on Suomen virallinen standardoimisorganisaatio. SFS on valtuuttanut Tietoyhteiskunnan kehittämiskeskus ry:n (TIEKE) osallistumaan ISO:n toimintaan tietotekniikan osalta.

ISO/IEC JTC1 SC36 (The 36 subcommittee of the first joint International Standardization Organization and International Electrotechnical Commission Committee) on ISO:n ja sähköalan kansainvälinen standardisoimisjärjestön IEC:n yhteistyökomitean (JTC1) alakomitea, joka kehittää tietoteknisiä standardeja opiskelun ja koulutuksen alueella. Komitea keskittyy erityisesti yhteentoimivuuden edistämiseen sekä teknisellä tasolla että sosiaalisissa ja kulttuurillisissa asioissa. Muiden JTC1:n alakomiteoiden lisäksi ISO/IEC JTC1 SC36 tekee yhteistyötä alan standardointiorganisaatioiden kanssa kuten IEEE:n, Comité Eu-

2. OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDOINTI

ropéen de Normalisation (CEN) ja Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) kanssa. SC36:n työskentely tapahtuu työryhmissä sekä raportointiryhmissä. Keväällä 2004 työryhmiä on 5 ja niiden erikoistumisalat ovat: 1) sanastot, 2) yhteistoiminnan teknologia, 3) osallistujatiedot, 4) opiskelun, koulutuksen ja harjoittelun hallinta sekä jakelu, sekä 5) laadun varmistus ja kuvailevat kehysmallit. Raportointiryhmien erikoistumisaloina ovat: 1) markkinointiryhmä, 2) kansainväliset standardoidut profiilit sekä kulttuurin, kielen ja toiminnallisuuden mukauttaminen. ISO ei ole vielä julkaissut yhtään opetusteknologian standardia, mutta esimerkiksi sanastoryhmän työstämästä opetusteknologian alan sanastosta on ilmestynyt kaksi luonnosta. [ISO 2005]

Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc eli sähkö- ja elektroniikkainsinöörin instituutti on kansainvälinen tekniikan asiantuntijoiden yhdistys, johon kuuluu yli 365 000 jäsentä yli 150 maasta. IEEE:n toimialaan sisältyvät tekniikan alan julkaisut, konferenssit ja standardointi. Instituutti on julkaissut lähes 900 standardia ja se kehittää parhailaan 700 standardia [IEEE 2005]. IEEE on kansainvälinen standardointiorganisaatio kuten ISO, mutta näiden toimintatavat poikkeavat toisistaan siten, että IEEE:n toimintaan osallistuvat vahvasti alalla toimivat yritykset ja organisaatiot, kun ISO:ssa standardointi tapahtuu kansallisten standardointiorganisaatioiden yhteistyönä.

Learning Technology Standards Committee of IEEE (IEEE LTSC) on IEEE:n opetusteknologian standardointia vetävä komitea. Komitea kehittää erilaisia määräyksiä ja toimintamalleja: teknisiä standardeja, suositeltuja käytäntöjä (best practices) sekä oppaita. Komitean toimintaan osallistuu opetusteknologiaan ja sen standardointiin liittyviä organisaatioita, kuten Advanced Distributed Learning (ADL), Aviation Industry Computer-Based Training Committee (AICC), Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe (ARIADNE), DCMI, IMS, ISO, World Wide Web Consortium (W3C) ja CEN. Työskentely komiteassa on jakautunut viiteen työryhmään joiden erikoistumisalat ovat 1) arkkitehtuuri ja viittausmalli, 2) digitaalinen oikeuksien esittäminen, 3) tietokonehallinnoitu opetus, 4) oppimisaihioden metatieto sekä 5) pätevyysmäärittelyt. IEEE on julkaissut yhden opetusteknologian alan standardin IEEE 1484.12.1-2002 Learning Object Metadata Standard eli oppimisaihioden metatietostandardin. Hyvin pitkälle on kehitetty tietokonehallinnoitun opetuksen ohjauksen standardi IEEE P1484.11 Computer Managed Instruction. [IEEE 2005]

2. OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDOINTI

IEEE 1484.12.1-2002 Learning Object Metadata standardi (LOM) on oppimateriaalien metatietokuvaukseen tehty standardi. "Moniosaisen standardin tarkoitus on edistää oppisisältöjen etsimistä, arviointia, hankkimista ja käyttöä, joita esimerkiksi oppijat tai opettajat tai tietokoneohjelmistot tekevät. Tämä moniosainen standardi edistää myös oppisisältöjen yhteiskäyttöä ja vaihdantaa sillä, että se mahdollistaa hakemistojen ja luetteloiden tekemisen ja samalla ottaa huomioon niiden kulttuuristen ja kielellisten asiayhteyksien moninaisuuden, joissa oppisisältöjä metatietoineen käytetään uusiin tarkoituksiin" [LOM-Suomennos 2002]. LOM on otettu käyttöön eri puolilla maailmaa. LOM -standardista on toteutettu useita sovellusprofiileja, joissa standardin käyttö on ohjeistettu ja rajattu soveltamaan sitä käyttävän organisaation tai yhteisön tarpeisiin. Esimerkkejä LOM-pohjaisista sovellusprofiileista ovat LOM:n suomenkielinen käännös, SCORM Content Aggregation Model, CanCore eli Kanadan LOM sekä Eurooppalainen Celebrate Metadata Application Profile. Sovellusprofiileissa on määritelty esimerkiksi oppimateriaalien kuvaukseen käytettävät pakolliset ja vapaaehtoiset LOM:n tietomallin elementit sekä mahdollisesti sanastoja eli suositeltuja tai sallittuja arvoja tietomallin elementeille. Joissain sovellusprofiileissa, kuten Celebraten sovellusprofiilissa on tietomalliin lisätty uusia elementtejä. Käytännössä sovellusprofiilit eivät siis välttämättä ole keskenään yhteensopivia tai tiukasti katsottuna alkuperäisen LOM-standardin mukaisia.

LOM toimii malliesimerkkinä standardointiprosessin toiminnasta (katso Kuva 2.1 sivulla 6). Alun perin omaa metatietomalliaan kehittivät sekä eurooppalainen ARIADNE hanke että IMS. Nämä määrytykset yhdistettiin yhteiseen standardoitavaan malliin, jonka kehitys oli IEEE:ssä aloitettu 1997. Tämän jälkeen ARIADNE ja IMS jatkoivat omien määrytyksiensä kehittämistä ja näistä siirrettiin soveltuvia osia IEEE:n standardin kehitysversioon. ARIADNEN ja IMS:n määrytyksillä on ollut omat käyttäjäyhteisönsä. Määrytyksiä on käytetty sellaisenaan sekä osana sovellusprofiileja, kuten LOM:ia sen jälkeen kun siitä tuli virallinen standardi 2002. IEEE:n standardista huolimatta IMS on jatkanut oman metatietomallinsa kehittämistä käyttäjäyhteisönsä tarpeisiin. Hyväksi havaittuja laajennuksia ja muutoksia metatietomalliin saatetaan siirtää LOM-standardin mahdollisiin tuleviin versioihin.

Comité Européen de Normalisation (CEN) on Euroopan standardointikomitea, jossa opetusteknologian standardointia vie eteenpäin Information Society Standardization System (ISSS) alakomitean Learning Technologies Workshop (CEN/ISSS/LT) työryhmä.

2. OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDOINTI

Työryhmä on keskittynyt kehittämään seuraavia asioita: eurooppalainen malli opiskelijoiden kompetenssitiedoille, opiskeluresurssien saavutettavat ominaisuudet, sanastojen harmonisointi sekä oppimateriaalivarastojen yhteentoimivuus. Työryhmä on aikaisemmin työstänyt seuraavia aiheita: tekijänoikeudet, yhteentoimivuuskehys (malli opetusteknologian tietojenhallintajärjestelmien väliseen tiedonvaihtoon), opiskelijaprofiilit, saavutettavuus, sanastojen ja taksonomioiden verkkovarasto sekä laadun hallinta. [CEN 2005]

Suomen Standardoimisliitto (SFS) on Suomen virallinen standardoimisorganisaatio, jonka valtuuttamana TIEKE osallistuu ISO:n toimintaan tietotekniikan osalta. TIEKE koordinoi Suomessa tapahtuvaa opetusteknologian standardointityötä. Opetusteknologian standardointityö on jakautunut neljään työryhmään: 1) digitaaliset tietovarannot, 2) kurssi-tietomäärittäminen, 3) opiskelijatiedot sekä 4) tiedostotason metatieto. Tiedostotason metatieto -työryhmä on tuottanut suomennetun version IEEE:n LOM-metatietostandardista. SFS on tehnyt suomalaisen version [SFS5895] ISO:n Dublin Core Metadata Element Set (DC) -standardista [ISO 15836], joka on digitaalisten aineistojen metatietostandardi. DC-standardia käytetään yleisesti myös digitaalisten opetusaineistojen metatietojen kuvaamisessa.

2.5 Teknisiä määrittäjiä tuottavat organisaatiot

Tekniset määrittäykset ovat usein standardien esiasiaita, joita kehittäville organisaatioilla on yhteinen tarve kehittää standardi toimintatapa tai teknologia. Määrittäjiä kehittäville organisaatioilla ei kuitenkaan ole oikeutta toteuttaa virallisia standardeja, vaan ne tuottavat standardinomaisia määrittäjiä, joista standardointiorganisaatiot voivat kehittää edelleen standardeja. Taulukko 2.2 sisältää eri määrittäjiä tuottavien organisaatioiden opetusteknologian aiheisiin kohdistuvan työn.

2. OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDOINTI

Taulukko 2.2 Määrittäjiä tuottavien organisaatioiden työstämät aiheet.

Aihe	Määrittäjiä tuottavat organisaatiot			
	IMS	DCMI	AICC	W3C
Metatieto	Kyllä	Kyllä		
Digitaaliset tietovarannot	Kyllä	Kyllä		
Sisällön koostaminen	Kyllä			
Opetus- ja opiskeluprosessien mallintaminen	Kyllä			
Ajoympäristöt ja oppimateriaalin ajonaikainen toiminta	Kyllä		Kyllä	
Arviointi	Kyllä			
Kurssitiedot	Kyllä			
Opiskelijatiedot	Kyllä			
Opiskelijan kompetenssit	Kyllä			
Sanastot	Kyllä			Kyllä
Saavutettava oppisisältö	Kyllä	Kyllä		Kyllä
Opiskelijan saavutettavuustiedot	Kyllä			
Arkkitehtuuri ja teknologiaratkaisut	Kyllä			Kyllä

IMS Global Learning Consortium on maailmanlaajuinen opetusteknologian määrittäjiä tuottava organisaatio, joka on yksi aktiivisimmista toimijoista alalla. Se kehittää avoimia teknisiä määrittäjiä hyvin monipuolisesti opetusteknologian aihepiiristä. Myöhemmin työssä esiteltävässä SCORM-sovellusprofiilissa hyödynnettyjä IMS:n määrittäjiä ovat IMS Learning Resource Meta-data Specification, IMS Content Packaging Specification sekä IMS Simple Sequencing Specification. Useat IMS:n nykyisistä määrittäjisistä sisältävät kolme dokumenttia 1) kyseessä olevan sovellusalueen abstraktin tietomallin määrittäjänsä, 2) tietomallin sidonnan XML-kielelle ja 3) parhaat käytännöt määrittäjänsä käyttöönottoon (best practises and implementation guide). Näistä kaksi ensimmäistä ovat luonteeltaan normatiivisia dokumentteja, kun taas viimeinen esittelee hyväksi havaittuja ratkaisumalleja edellisten käyttöönottoon.

IMS Learning Resource Meta-data Specification on määrittäjä oppimateriaalien metatietokuvaukselle. IMS:n määrittäjä on ollut pohjana IEEE:n LOM-standardille yhdessä ARIADNE-projektin tuottaman metatietomäärittäjänsä kanssa. IMS kehittää omaa määrittäjänsä edelleen. Määrittäjä koostuu kolmesta erillisestä dokumentista. [IMSLRMS 2005]

IMS Content Packaging Specification sisältää mallin oppimateriaalien kuvaamiseen ja paketointiin. Oppimateriaalilla on tässä määrittäjänsä hyvin laaja merkitys. Oppimateriaa-

2. OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDOINTI

li voi olla kokonainen kurssi, kokoelma kursseja tai vain yksittäisiä osia koulutukseen soveltuvasta oppimateriaalista. Määrityksen mukaisesti kuvattuja ja paketoituja oppimateriaaleja voidaan siirtää määritystä tukevien opetusteknologian järjestelmien välillä. Oppimateriaalin kuvaus sisältää materiaalin rakenteen tai erilaisten mahdollisten rakenteiden kuvauksen, oppimateriaalin ja sen osiin liittyvää metatietoa sekä tiedon oppimateriaalin sijainnista. Määrityksen mukainen oppimateriaalipaketti sisältää kuvauksen sekä yleensä myös oppimateriaalin, joskaan oppimateriaalin ei tarvitse sijaita paketissa vaan se voi olla ulkoista, tietoverkosta löytyvää oppimateriaalia. [IMSCP 2005]

IMS Simple Sequencing Specification kuvaa mallin oppimateriaalien navigointirakenteiden kuvaamiseen. Navigointirakenteet voivat sisältää erilaisia sääntöjä, joiden mukaan oppimateriaalia tarjotaan opiskeltavaksi, riippuen esimerkiksi opiskelijan suorittamista interaktioista oppisisällön kanssa. Navigointirakennekuvaukset on tarkoitettu hyödynnettäviksi opetusteknologiajärjestelmästä riippumattomasti. Simple Sequencing määrittys sisältää IMS:n metatietomäärityksen tavoin kolme dokumenttia: mallin yleisen kuvauksen, mallin XML-sidonnan ja oppaan mallin käyttöönottoon. [IMSSS 2005]

Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) on avoin foorumi, joka kehittää mahdollisimman laajasti yhteensopivia tietoverkoissa käytettäviä metatietostandardeja ja sanastoja. DCMI:n toimintaan osallistuu maailmanlaajuisesti lukuisia toimijoita. DCMI:n tuottama 15 elementistä koostuva metatietomääritys on yksi suosituimmista verkkomateriaalien metatiedon kuvaustavoista. Metatietomäärityksen ensisijaisena käyttökohteena on dokumenttien ja niitä koskevien tietojen luettelointi hakukoneita varten. Määritystä ei ole kehitetty opetusteknologiaa silmällä pitäen, mutta sitä voidaan käyttää myös oppimateriaalien metatietokuvaukseen. "Dublin Core on kuitenkin tarkoitettu erityisesti verkkojulkaisujen, sähköisten asiakirjojen tai muiden elektronisten tallenteiden kuvailuun." [SFS5895] Määritykseen pohjautuen on toteutettu useita kansallisia standardeja muun muassa suomalainen SFS standardi 5895 [SFS5895]. Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.1: Reference Description on hyväksytty kansainväliseksi ISO-standardiksi vuonna 2003 [ISO15836].

Aviation Industry CBT (Computer-Based Training) Committee (AICC) on kansainvälinen ilmailualan tietokonepohjaisen koulutuksen ammattilaisista koostuva komitea, joka kehittää ilmailualalle ohjeistusta tietokoneavusteisen koulutuksen kehittämiseen, ja-

2. OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDOINTI

keluun ja arviointiin. [AICC 2005] AICC toimii läheisessä yhteistyössä ADL:n kanssa. AICC on julkaissut useita suosituksia sekä ohjeistuksia ja AICC: työ on ollut pohjana IEEE:ssä valmisteltavaan Computer Managed Instruction -standardiin, joka sisältyy SCORM-sovellusprofiiliin.

World Wide Web Consortium (W3C) kehittää yhteisiä ja yhteensopivia WWW:n pelisääntöjä ja teknologioita (spesifikaatioita, ohjeita, ohjelmistoja sekä työkaluja). Työn tavoitteena on ohjata WWW:n kehittymistä täyteen mittaansa tiedonvälityksen, kaupan käynnin, kommunikaation ja yhteisymmärryksen foorumina [W3C 2005]. W3C:n kehittämiä kuvauskieliä XML ja RDF käytetään monien opetusteknologian määritysten ja standardien sisältämien metatietojen ja rakennemallien tekniseen kuvaamiseen. Näillä kielillä kuvattua ja sarjallistettua tietoa käytetään yleisesti tietoteknisten järjestelmien välisen tiedon siirron formaattina.

2.6 Sovellusprofiileja tuottavat organisaatiot

Opetusteknologian määritykset ja standardit sisältävät monesti erittäin laajat tietomallit sovellusalueistaan ja samalla mahdollistavat erittäin monipuoliset tavat soveltaa niitä käytännössä. Näin ollen ne saattavat olla tiettyyn käyttötarkoitukseen liian laajoja ja yleisiä. Jotta standardeja ja määrittämiä voitaisiin käyttää tehokkaasti ja tarkoituksenmukaisesti, on niiden käyttöönottoon tehty sovellusprofiileja, jotka ohjeistavat standardien ja määritysten käyttöä tietyllä sovellusalueella. Sovellusprofiili saattaa yhdistää useita standardeja ja määrittämiä tiettyyn käyttöön soveltuviksi kokonaisuuksiksi, esimerkkinä jäljempänä kuvattu SCORM. Toisaalta sovellusprofiili saattaa sisältää vain yhden standardin käyttöön liittyvän ohjeistuksen.

Advanced Distributed Learning (ADL) on Yhdysvaltojen puolustusministeriön (Department of Defence, DoD) osaltaan perustama WWW-pohjaista koulutusta kehittävä organisaatio. ADL toimii yhdessä muiden opetusteknologian standardointiin osallistuvien organisaatioiden kanssa. Näitä ovat muun muassa IEEE, IMS ja AICC. ADL toimii yhteistyössä opetusteknologian kehitykseen liittyvien sektoreiden kuten hallinnon, teollisuuden ja koulutuslaitoksen kanssa päämääränään globaaliin käyttöön soveltuvat yhteistoiminnalliset mallit opetusteknologiaohjelmistoille sekä oppimateriaaleille [ADL 2005]. ADL:n kehittämä opetusteknologian standardeja ja määrittämiä hyväksi käytävä sovellusprofiili

2. OPETUSTEKNOLOGIAN STANDARDOINTI

on Shareable Content Object Reference Model (SCORM). SCORM määrittelee oppimateriaaleille yhteistoiminnallisen koostamismallin sekä oppimateriaaleja jakaville oppimisolustoille yhteistoiminnallisen rajapinnan, joka mahdollistaa kehittyneiden oppimateriaalien käytön SCORM-mallia tukevien järjestelmien välillä. SCORM-malli yhdistää useita opetusteknologian määrittäjä- ja standardia yhtenäiseksi sovellusprofiiliksi

ADL on myös erityisesti panostanut SCORM-mallin käyttöönoton tukemiseen. ADL on kehittänyt mallin mukaisen avoimeen lähdekoodiin perustuvan esimerkkioppimisolustan sekä testausohjelmiston oppimateriaalin tai oppimisolustan SCORM-mallin mallinmukaisuuden tarkastamiseen. ADL järjestää opetusteknologian järjestelmien ja oppimateriaalien kehittäjille sekä näiden käyttäjille kokoontumistilaisuuksia, joissa esitellään ja testataan erilaisia SCORM-mallin mukaisia toteutuksia ja suunnitellaan mallin jatkokehitystä. ADL ylläpitää verkkokeskustelufoorumia, jossa sovelluskehittäjät ja materiaalintuottajat voivat kysyä apua ja jakaa tietoa SCORM-mallista ja sen käyttöönotosta.

3 KÄYTÖSSÄ OLEVIA MATERIAALIMALLEJA

WWW on tuonut mukanaan aivan uusia mahdollisuuksia oppimateriaaleille. Hypermedian pohjaisia oppimateriaaleja käyttämällä oppimateriaalin tuottaja voi yhdistää tekstiä, kuvia, videoita sekä vuorovaikutteisuutta oppimateriaaliin tavoilla, jotka eivät perinteisen kirjallisen oppimateriaalin kanssa ole mahdollista. Samalla oppimateriaalin tuottamisesta on tullut entistä monimutkaisempaa ja toteutustekniikoihin keskittyneempää. Tässä luvussa esitellään kaksi Tampereen teknillisen yliopiston hypermedialaboratoriossa kehitettyä materiaalimallia sekä kansainvälinen Shareable Content Object Reference Model. Hypermedialaboratoriossa kehitetyistä malleista sekä SCORM-mallista on löydettävissä hyvin paljon yhteneviä ominaisuuksia ja toimintoja, vaikka ne on kehitetty toisistaan riippumatta.

Hypermedia mahdollistaa perinteisestä kirjallisen oppimateriaalin lineaarisesta esitysjärjestyksestä poikkeavan esitysjärjestyksen erilaisten materiaaliin sisältyvien linkitysten kautta. Hypermediaan perustuvien oppimateriaalien tuotannossa on todettu erittäin toimivaksi käytännöksi toteuttaa oppimateriaali rakenteisina dokumentteina. Rakenteisten dokumenttien ideana on erottaa dokumenttien rakenne, sisältö ja ulkoasu toisistaan. Opetukseen käytettävä tietotekninen järjestelmä, esimerkiksi verkko-oppimisympäristö, voi määrittää millaisen rakenteen omaavia dokumentteja sen kautta voidaan esittää. Kun ulkoasu on erotettu rakenteesta, voidaan rakenteisesta dokumentista esittää helpommin erilaisen ulkoasun omaavia versioita dokumentin käyttötarpeen mukaan. Tulostettavaksi ja paperilta luettavaksi tarkoitettu dokumentti voi olla ulkoasultaan hyvin erilainen verrattuna kämmentietokoneen pieneltä näytöltä katsottavaan versioon.

Oppimateriaalin rakenteisuutta voidaan tarkastella kolmesta eri näkökulmasta. Teknisestä näkökulmasta rakenteinen ja loogisesti jäsenneilty materiaali on helpompaa suunnitella, hallita ja käsitellä kuin rakenteistamaton. Tämä pidentää oppimateriaalin elinkaarta. Didaktisesta näkökulmasta rakenteistettu oppimateriaali on helposti jaettavissa sopiviin yksiköihin, jotka auttavat oppimista. Assosiatiivisuuden ja adaptiivisuuden näkökulmasta

3. KÄYTÖSSÄ OLEVIA MATERIAALIMALLEJA

oppijan yksilölliset tarpeet voidaan ottaa huomioon käyttämällä tehokkaasti rakenteista materiaalia ja hyödyntämällä hypertekstin mahdollisuuksia [Karjalainen&Mäkitalo 1996].

Aikaisemmin oli yleisenä käytäntönä että verkko-oppimateriaalit sekä niiden tuotanto olivat vahvasti sidottuja käytössä olleeseen oppimisalustaan. Nykyään oppimateriaalit ja niiden tuotanto on erotettu oppimisympäristöistä. Materiaalimallien tavoitteena on, että oppimateriaaleja voitaisiin tehdä erilaisilla sisällöntuotanto-ohjelmistoilla. Materiaalimallien mukaisten oppimateriaalien säilytykseen, koostamiseen ja hallinnoimiseen tarkoitettuja järjestelmiä kutsutaan *oppimateriaalin hallintajärjestelmiksi*. (learning content management system, LCMS).

Verkko-oppimateriaalin uudelleenkäytön ja löytämisen helpottamiseksi on oppimateriaaleja alettu kuvata erilaisilla metatiedoilla. Aineisto kuvataan ennalta määritetyllä metatietomallilla. Kuvauksen perusteella aineisto ja sen eri osat pystytään järjestelmällisesti luokittelemaan ja aineistoon tehtyyn metatietokuvaukseen voidaan kohdistaa erilaisia hakuja materiaalin löytymisen helpottamiseksi. Metatiedolla voidaan kuvata oppimateriaalia hyvin erilaisista näkökulmista ja hyvin erilaisilla tasoilla riippuen siitä, mihin metatietokuvauksista on tarkoitus käyttää. Opiskelijan etsiessä oppimateriaalikonaisuudesta jotain tiettyä asiaa koskevaa tietoa riittää useassa tapauksessa, että oppimateriaalin osiin liitetään metatiedoksi sisältöä kuvailevia avainsanoja. Avainsanojen avulla materiaaliin eri osiin voidaan kohdistaa hakuja. Oppimateriaalin säilyttämiseen ja hallintaan tarkoitettujen tietojärjestelmät vaativat usein hyvin tarkkaa oppimateriaalin rakenteen ja sisällön kuvailua, jotta oppimateriaalin koneellinen käsittely olisi mahdollista.

Tietotekniikkaa apuna käyttäen on oppimateriaaleista mahdollista toteuttaa älykkäitä eli käyttäjiensä tarpeisiin adaptoituvia. Opetukseen käytettävä tietotekninen järjestelmä voi seurata opiskelijan toimintaa oppimateriaalin parissa paljon tarkemmin kuin esimerkiksi perinteisessä luokkaopetuksessa. Oppimisalustaohjelmistot voivat päätellä oppimateriaaliin sijoitettujen testien ja kyselyjen avulla, miten hyvin opiskelija on omaksunut opiskeltavan asian. Järjestelmä tarjoaa opiskelijan suorituksen perusteella hänelle seuraavaksi opiskeltavaa asiaa. Jos opiskelija on omaksunut opiskeltavan asian, hänelle voidaan tarjota seuraavaa opiskeltavaa aihetta. Jos taas opiskelijalla on puutteita opiskeltavan asian ymmärtämisessä, hänelle tarjotaan opiskeltavaksi paremmin asian ymmärtämiseksi soveltuvaa materiaalia, kuten lisäharjoituksia tai opiskelijan tietotason nähden riittävän helppoa

3. KÄYTÖSSÄ OLEVIA MATERIAALIMALLEJA

oppimateriaalia. Tällaisia opiskelua tukevia tietoteknisiä järjestelmiä kutsutaan *oppimisen hallintajärjestelmiksi* (learning management system, LMS).

Usein oppimisalustat sisältävät oppimisen hallintajärjestelmän sekä oppimateriaalien hallintajärjestelmän. Oppimisympäristöt sisältävät usein myös erilaisia opiskelua tukevia työvälineitä kuten keskusteluryhmiä tai prosessioppimateriaalin tuotantoon tarkoitettuja työvälineitä. Näitä työvälineitä voidaan usein käyttää osana materiaalimalleja, mutta ne on tässä työssä tehdyssä materiaalimallien tarkastelussa sivuutettu. Materiaalimalleilla tarkoitetaan oppimisympäristöissä, oppimateriaalien hallintajärjestelmien sekä oppimisen hallintajärjestelmien käyttämiä oppimateriaalien rakenteeseen, sisältöön ja metatietoon liittyviä malleja. Lisäksi materiaalimallit voivat määrittää oppimisen hallintajärjestelmän palveluja, joita oppimateriaalit voivat käyttää hyväkseen monipuolisemman vuorovaikutteisuuden ja opiskelun seuraamisen toteuttamiseksi.

Seuraavana kuvatuissa materiaalimalleissa käsitellään opetusteknologian standardoinnin eri aihealueista monia (katso kohdasta 2.3). Keskeisimpiä näistä ovat sisällön koostaminen, metatiedot, ajoympäristöt ja oppimateriaalin ajonaikainen toiminta, saavutettavat oppisisällöt sekä opetus- ja opiskeluprosessien mallintaminen. HBLE-malli ja A&O-malli ovat luonteeltaan rajattuihin tutkimus- ja tuotekehitystarkoituksiin kehitettyjä malleja, kun taas SCORM on tuotantokäyttöön kehitetty kansainvälisiä standardeja ja määrittäviä yhdistävä sovellusprofiili.

3.1 HBLE-malli

Hypermedia-based learning environment (HBLE) -malli on osa Tampereen teknillisen yliopiston hypermedialaboratoriossa kehitettyä mallia hypermediapohjaisesta oppimisympäristöstä. Mallia on käsitelty useassa hypermedialaboratoriossa tehdyssä julkaisussa [Nykänen&Ala-Rantala 1998], [Nykänen 1999a], [Nykänen 1999b] sekä [Pohjolainen et al. 1999]. Tämä kohta perustuu näihin julkaisuihin. HBLE-mallia on sovellettu TTY:n hypermedialaboratoriossa kehitetyssä A&O-oppimisympäristössä [Levasma 2002] sekä monissa hypermedialaboratoriossa kehitetyissä oppimateriaaleissa.

3. KÄYTÖSSÄ OLEVIA MATERIAALIMALLEJA

Kurssien kolmitasoinen malli

HBLE-mallin sisältämä kurssimalli koostuu kolmesta tasosta: abstraktista kurssista, konkreettisesta kurssista sekä opiskelijan versiosta kurssista. Abstrakti kurssi sisältää staattisen kurssimateriaalin, kurssin rakenteen esityksen sekä hypermediaoppimateriaalin. Abstrakti kurssi on monistettava kurssipohja, jota ei voi opiskella tai opettaa. ”Abstraktit kurssit muodostavat kurssimateriaalin perustan käsittäen teorian, esimerkit, demonstraatiot, harjoitustehtävät sekä kurssikohtaiset työkalut.” [Pohjolainen et al. 1999] Konkreettinen kurssi on opetettava ja opiskeltava, aktiivinen versio abstraktista kurssista. Se sisältää materiaalin lisäksi muun muassa kurssin aikataulun, opiskelijat, ryhmät sekä keskustelut. Opiskelijan versio kurssista on opiskelijakohtainen versio konkreettisesta kurssista, joka sisältää tietoa opiskelijan edistymisestä kurssilla, opiskelijan muistiinpanoja, tiedostoja sekä tilastotietoa. Opiskelijan versiossa kurssista hypermediapohjainen oppimateriaali voi myös adaptoitua opiskelijasta tehdyn mallinnuksen mukaan. Kolmitasoinen malli mahdollistaa helpomman kurssien kehittämisen ja päivittämisen. Abstraktin kurssin päivittäminen päivittää myös kaikkia siitä tehtyjä konkreettisia kursseja. Toisaalta uuden, vanhaan konkreettiseen kurssiin perustuvan kurssin saa tehtyä kopioimalla abstraktin kurssin ja muokkaamalla sitä.

Oppimateriaalin rakenne

HBLE:n mallin mukaisen oppimateriaalin rakentaminen tarjoaa navigointia tukevan mallin oppimateriaalille. Oppimateriaali koostuu aiheista (topic) ja aihekokonaisuuksista eli virtuaaliluvuista (virtual section). *Aiheella* tarkoitetaan pientä loogista opiskeltavaa materiaalin osaa. Aihe on hypermediadokumentti, joka voi esimerkiksi sisältää aiheeseen liittyvää teoriaa, harjoituksia, esimerkkejä ja aiheen oppimisen tason selvittävän testin. Dokumentin muoto voi olla kokoelma tekstiä, kuvia, animaatioita, videoita ja erilaisia interaktiivisia osia. Aiheiden välille kuvataan niiden väliset esitietovaatimussuhteet suunnattuna graafina, *esitietograafina*. *Virtuaaliluvut* kokoavat yhteen semanttisesti toisiinsa liittyviä aiheita niin, että niistä tulee opiskelun kannalta mielekkäitä kokonaisuuksia. Virtuaaliluvut voivat myös sisältää yleiskuvauksen luvun sisältöön sekä tarjota testin, jolla opiskelijat voivat testata tietonsa virtuaaliluvun käsittelemään aiheeseen. Virtuaaliluvut on mahdollista koostaa hierarkkisesti suurempiin kokonaisuuksiin. Esitietograafin sekä virtuaalilukujen muodostaman materiaalin rakennekuvauksen avulla on mahdollista toteuttaa erilaisia navigointivaihtoehtoja kurssimateriaaliin. Rakennekuvauksesta voidaan esimerkiksi muodostaa navigointikartta, joka rakentuu aiheista ja niiden välisistä ennakkotietosuhteista.

3. KÄYTÖSSÄ OLEVIA MATERIAALIMALLEJA

Opiskelija voi karttaa hyväksikäyttäen asettaa tavoitteita opiskelulle. Graafia on myös mahdollista käyttää opiskelijan mallintamiseen ja sitä voidaan esimerkiksi käyttää hyväksi opiskelun seurannassa.

Hypertekstin näkökulmasta kurssin materiaalin rakennekuvausta kutsutaan hierarkkiseksi esitietograafiksi (hierarchical prerequisite graph). ”*Hierarkkinen esitietograafi* on semanttinen verkko, joka koostuu *solmuista* (vertice), joista jokainen vastaa yhtä hypertekstin sivua sekä *suunnatuista nimetyistä kaarista* (labeled edge), jotka määrittävät kahden tyyppisiä suhteita solmujen välillä. Nämä suhteet, osittainen järjestys (partial order) ja hierarkkinen sisältyminen (hierarcical inclusion) on valittu hypertekstin halutun loogisen rakenteen takia...” [Nykänen 1999b] *Osittainen järjestys* vastaa aiheiden esitietovaatimusjärjestystä ja *hierarkkinen sisältyminen* aiheiden kuulumista tiettyyn ylemmän abstraktiotason aiheeseen.

Esitietograafia on käytetty myös navigoinnin tueksi kehitetyssä visuaalisessa navigointikarttatyökalussa, Navtutorissa. Navtutor tarjoaa opiskelijalle perinteiseen linkkilistaan verrattuna vaihtoehtoisia tapoja navigoida kurssin oppimateriaalissa. Graafisessa karttanäkymässä näkyy oppimateriaalin aiheet esitietograafina eli aiheiden välille on piirretty esitietovaatimussuhteet. Navigointikartta tarjoaa kolme navigointimoodia: selailumoodi (explore mode), paikallinen moodi (local mode) sekä kohdemoodi (target mode). *Selailumoodi* näyttää vain esitietograafissa valitun aiheen lähellä olevat aiheet. *Paikallinen moodi* näyttää kartassa vain valitun virtuaaliluvun sisällön. *Kohdemoodissa* näkyy vain esitietovaatimuspolku valittuun aiheeseen. Opiskelija voi siis valita erilaisia navigointi- ja opiskelustrategioita karttatyökalun avulla.

Opiskelijan mallintaminen

Opiskelijan mallintamisen tarkoituksena on HBLE-mallin mukaan tarjota opiskelijalle mahdollisuus adaptoituvaan oppimateriaaliin. Mallin mukaan opiskelijan mallinnuksen perustana käytetään abstraktin kurssin oppimateriaalin esitietograafia. Opiskelijan opiskelua voidaan seurata esitietograafin perusteella. Graafin solmuina oleviin aiheisiin voidaan liittää kyselyjä ja testejä, joiden perusteella voidaan mitata opiskelijan tietoja aiheesta. Opiskelijan tietotasosta tehdyn mittauksen perusteella voidaan osoittaa opiskelijan vahvat ja heikot alueen mitatun aihealueen tiedoissa. Näitä tietoja hyväksi käyttäen opiskelijalle voidaan automaattisesti tarjota uutta opiskelustrategiaa esimerkiksi perustaitojen kehittä-

3. KÄYTÖSSÄ OLEVIA MATERIAALIMALLEJA

mistä tai tavoiteorientoitunutta opiskelua. Opiskelijamallia voidaan myös kehittää. Oppimateriaalin osien välisen esitietosuhteen lisäksi on malliin mahdollista lisätä muunkinlaisia semanttisia suhteita.

Materiaalin tuotanto ja hallinta

HBLE-mallin mukaisen oppimateriaalin tuottamiseen on luotu myös erillinen functional markup language (FML) -työkaluympäristö. Työkaluympäristö tarjoaa materiaalintuottajille työkaluja ja menetelmiä rakenteisen hypermediasisällön tuottamiseen, kurssirakenteen suunnitteluun sekä erityyppisten elementtien ja toimintojen liittämiseen abstraktiin kurssimateriaaliin. Työkaluympäristö sisältää FML-asiakassovellukset, FML-kielen määrittelyn, materiaalin tuottajan resurssien hallinnan sekä FML-kääntäjän.

FML-kieli on tarkoitettu hypermediadokumenttien rakenteistamiseen ja FML-konversion ohjaamiseen. Sisällöntuotantosovelluksella tehdyn oppimateriaalinsisällön sekaan lisätään FML-kielen merkkausta. Merkkauksen avulla kuvataan oppimateriaalin rakenne sekä lisätään sisältöä kuvaavaa metatietoa. FML-merkkauksella voidaan jakaa materiaalin rakenne sivuiksi sekä kuvata sivukohtaisesti sisältöön liittyviä asiasanoja sekä sivujen väliset esitietovaatimussuhteet. Materiaalin rakenne voidaan jaotella aiheisiin sekä aihekokonaisuuksiin merkkauksen avulla. Rakennekuvauksen ja metatietojen perusteella kuvatusta lähdedokumentista voidaan FML:n konversio- ja käännöstoimintojen avulla toteuttaa erilaisia rakenteisia hypermediadokumentteja.

FML-merkkaukset mahdollistaa myös erilaisten makrojen lisäämisen sisältöön. Makroja käytetään ohjaamaan FML-konversiota, jota käytetään muuntamaan merkatut sisältödokumentit esikäännettyiksi dokumenteiksi. Näin syntyneet dokumentit käännetään vielä FML-kääntäjällä lopullisiksi dokumenteiksi. Välivaiheen tarkoitus on mahdollistaa joustavampi rakenteisen oppimateriaalin tuottamisen hallinta. Esikäännettyille dokumenteille voidaan suorittaa erilaisia lopullisia käännöksiä riippuen siitä, millainen lopputulos halutaan. FML-makrojen avulla on oppimateriaaliin voitu liittää oppimisympäristösidonnaisia ominaisuuksia, esimerkiksi A&O-oppimisympäristön tarjoama materiaaliin sidottu muistiinpanojen lisäämismahdollisuus. Tällaiset oppimisympäristösidonnaisuudet on käännösvaiheessa mahdollista poistaa materiaalista, jos käännettyä versiota on tarkoitus käyttää muualla kuin oppimisympäristössä. Käännöksen yhteydessä tuotetaan automaattisesti hypermediarakenteen yleinen kuvaustiedosto, aineiston sisällysluettelo, asiasanahakemisto sekä

3. KÄYTÖSSÄ OLEVIA MATERIAALIMALLEJA

nimettyjen avainsanojen automaattinen linkitys [Pohjolainen et al. 1999]. Käännöksen yhteydessä on myös mahdollista tuottaa esimerkiksi Navtutor-ohjelman vaatima esitietograafi materiaalin rakenteesta.

Tavallisen opettajan oppimateriaalin tuotannon tueksi FML-työkaluympäristö tarjoaa Word97-tekstinkäsittelyohjelmaan toteutetut FML-asiakassovellukset. VisualBasic kielellä Word97:n osaksi toteutetuilla toiminnoilla tehdään materiaalin kuvaus, esikääntäminen, varastointi ja koostaminen. Samanlaiset ominaisuudet on periaatteessa mahdollista toteuttaa mihin tahansa tekstinkäsittelyohjelmaan, josta löytyy riittävän avoin ohjelmointirajapinta uusien toiminnallisuuksien toteuttamiseen. Pääasiallinen syy Word97:n valintaan materiaalityöntekijöille oli tarve saada matemaattisia kaavoja oppimateriaaliin ja niiden tekemiseen Word97 tarjosi kaavaeditorin. Yleisesti FML-asiakassovellusten tarkoituksena on tarjota WWW-tekniikoita (kuten HTML:ää) vähemmän tunneville materiaalin tuottajille mahdollisuus tehdä rakenteisia hypermediaoppimateriaaleja.

Kokemukset materiaalimallin käytöstä

HBLE-mallia on käytetty hyväksi TTY:n hypermedialaboratorion toteuttamassa A&O-oppimisympäristössä sekä oppimisympäristöön toteutetuissa oppimateriaaleissa. Mallin mukaan toteutettiin ensimmäiseksi matematiikan opetukseen käytettyjä oppimateriaaleja. Esitietovaatimussuhteisiin perustuva oppimateriaalin osien välisten semanttisten suhteiden kuvaus soveltui hyvin matemaattisten käsitteiden suhteiden määrittelyyn. Mallin mukaisia oppimateriaaleja tehtiin myös esimerkiksi yläasteen ympäristöopetukseen, jolloin esitietovaatimussuhteiden määrittelylle ei enää ollut yhtä selkeää ja tarkoituksenmukaista käyttöä. Sama ongelma on monella muullakin aihealueella. Mallia kuitenkin käytettiin, koska A&O-järjestelmän sen aikainen toteutus vaati, että oppimateriaali oli toteutettu FML-työkaluympäristöllä.

Toisaalta FML-työkaluympäristöön oli toteutettu materiaalityöntekijöiden mahdollisuus vain Word-tekstinkäsittelyohjelmalla. Word tarjosi tavalliselle opettajalle helpon tavan tuottaa oppimateriaalia, koska se ei vaatinut esimerkiksi HTML-merkkauksen osaamista. Materiaalia tuottivat kuitenkin useimmiten henkilöt, jotka osasivat ja halusivat käyttää Word-ohjelman sijaan jotain hypermediaoppimateriaalin tuotantoon paremmin soveltuvaa ohjelmistoa. Sisällöntuotantoprosessissa materiaalin rakenteen kuvaus sekä materiaalin osien välinen metatietokuvaus kuuluvat kiinteänä osana materiaalin tuottamiseen, jolloin me-

3. KÄYTÖSSÄ OLEVIA MATERIAALIMALLEJA

tatietokuvaus pakotetaan tekemään, ja materiaalin rakenteen kuvaus tulee ikään kuin automaattisesti. Monissa muissa materiaalimallien toteutuksissa metatiedon ja rakenteen kuvaus tehdään erillään materiaalintuotannosta.

HBLE-mallin toteutuksessa materiaalintuotannossa helposti syntyvän oppimateriaalin kuvauksen kääntöpuolena on oppimateriaalin hankala muokattavuus jälkeenpäin. Oppimateriaalin muokkaus joudutaan tekemään alkuperäisillä materiaalintuotantotyövälineillä oppimisolustan ulkopuolella. Lopullisen hypermediamuotoisen version tuottamiseksi koko käänösprosessi joudutaan tekemään muokkauksen yhteydessä uudestaan. Tämän jälkeen oppimateriaali on vielä siirrettävä uudestaan oppimisolustaan. FML-kieleen perustuva oppimateriaalin kuvaus mahdollistaa uusien toiminnallisuuksien kehittämisen oppimateriaalin osaksi. Tätä varten on kuitenkin opeteltava erityinen FML-makrokieli. A&O:hon päätettiin kuitenkin toteuttaa uusi materiaalimalli, koska FML-työkaluympäristön käyttövaatimuksen koettiin materiaalintuotannon mahdollisuuksia liiaksi rajoittaviksi. Toinen syy uuden materiaalimallin kehittämiseen oli HBLE-mallin sisältämä abstrakti kurssin käsite, jolle ei käytännön sovellutuksessa löytynyt aina tarkoituksenmukaista käyttöä.

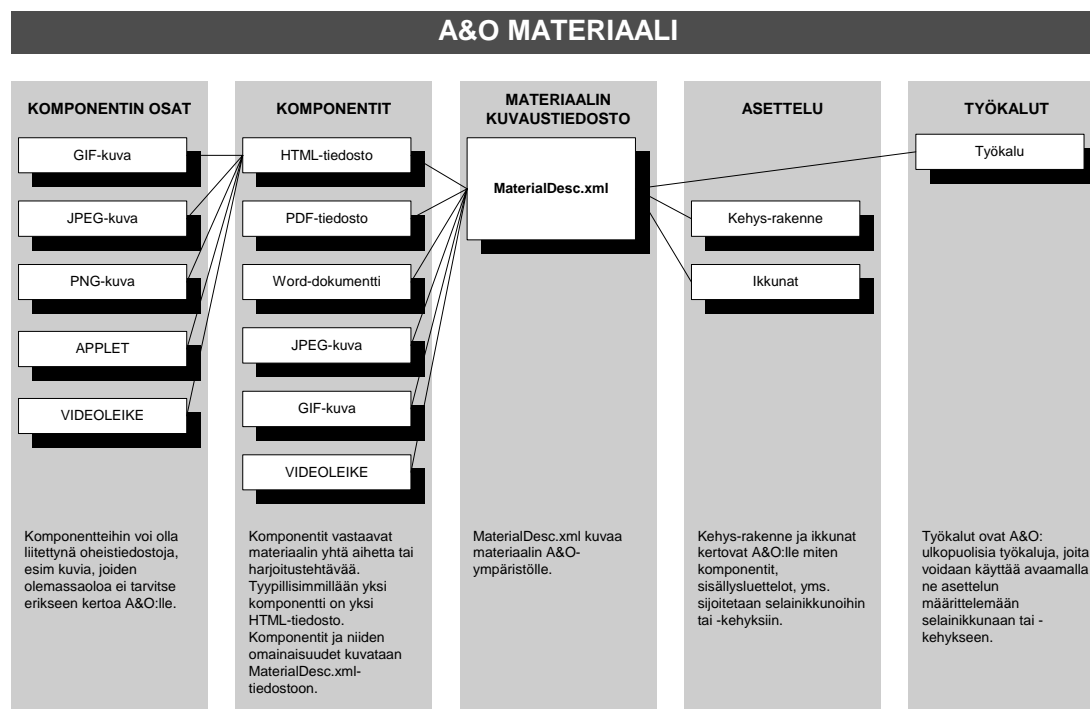
3.2 A&O:n materiaalimalli

Tampereen teknillisen yliopiston Hypermedialaboratoriossa määriteltiin vuonna 2000 ja 2001 uusi materiaalintuotantomalli [Levasma&Nykänen 2001] [Arola et al. 2001] A&O-oppimisympäristöön korvaamaan käytössä ollut HBLE-malliin kuulunutta FML-kieleen perustunutta oppimateriaalin kuvausta. Materiaalimalli perustuu oppimateriaalin rakenteen ja sisällön materiaalista ulkoistettuun kuvaukseen. Materiaalin rakenteen kuvaamiseen määriteltiin malli, joka mahdollistaisi erilaisten semanttisten suhteiden määrittelyn materiaalin osien välille. Materiaalimallin mukaan kuvattua oppimateriaalia on mahdollista käyttää nykyisin vain A&O-oppimisympäristössä. Materiaalimalli on tehty riippumattomaksi materiaalin formaatista ja materiaalintuotantotyövälineestä.

Mallin mukaan oppimateriaali koostuu kahden tyyppisistä osista: komponenteista ja komponenttien osista. *Komponentit* ovat A&O-oppimisympäristön kannalta merkityksellisiä materiaalin osia. Komponentit kuvaillaan metatiedon avulla ja komponenttien välille voidaan kuvailla erilaisia merkityksellisiä suhteita esimerkiksi esitietovaatimussuhteita. Komponentin tiedoista kuvataan muun muassa nimi, kuvaus ja asiasanat. Oppimisympä-

3. KÄYTÖSSÄ OLEVIA MATERIAALIMALLEJA

ristö tarjoaa komponenttien käyttöön rajapinnan, jonka avulla komponentit voivat käyttää hyväksi oppimisympäristön palveluja. Lisäksi komponenteista tehtyjen metatietokuvausten perusteella komponenteista voidaan tehdä oppimisympäristössä erilaisia metatietoon perustuvia listauksia ja komponentteihin voidaan kohdistaa metatietoihin perustuvia hakuja. *Komponenttien osat* ovat A&O:n kannalta merkityksettömiä materiaalin osia, joita ei kuvata metatiedolla. Komponentin osa voisi olla kuva, joka on osa HTML-sivua

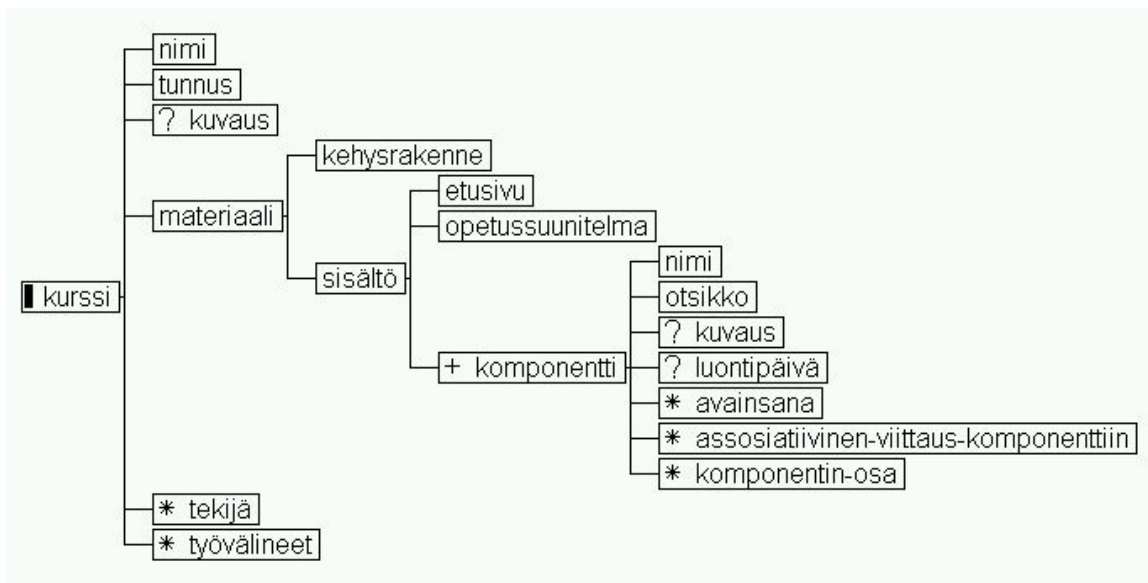


Kuva 3.1 A&O:n materiaalin käsittekartta [Arola et al. 2001]

Materiaalimalli otettiin käyttöön toteuttamalla materiaalin kuvausohjelma MaterialDescriptor, jolla kuvataan oppimateriaalin rakenne ja metatiedot. Kuva 3.1 esittää A&O:n materiaalista kuvattavat asiat.

Kuvausohjelmalla tehtävä kuvaus tallentuu erilliseen materiaalin kuvaustiedostoon, joka paketoidaan yhdessä materiaalin komponenttien ja komponenttien osien kanssa zip-tiedostoon. Tämä zip-paketti voidaan siirtää haluttuun A&O-ympäristöön, jossa paketin sisältämä materiaali voidaan ottaa käyttöön. Käyttöänoton yhteydessä paketissa olevan materiaalin kuvaustiedoston sisältö siirretään A&O:n tietokantaan. A&O tarjoaa oppimateriaalin liittyviä selaus- ja hakutoimintoja, jotka käyttävät hyväkseen metatietokuvausta.

3. KÄYTÖSSÄ OLEVIA MATERIAALIMALLEJA



Kuva 3.2 Materiaalimallin tietomalli puuna. (Notaatiosta: ? = elementti voi esiintyä kerran tai ei ker- taakaan, + = elementti esiintyy kerran tai useammin, * = elementti voi esiintyä kerran, useaan kertaan tai puuttua kokonaan)

Kuva 3.2 esittää A&O:n materiaalimallin tietomallin puuna. Tietomalliin pohjautuva XML-dokumentin tyyppimäärittely course.dtd on liitteenä 1. Tietomallin mukaan materi- aalikonaisuus liittyy kurssiin, jonka tiedot kuvataan myös tietomallissa. Materiaalin kuvauksessa annetaan kurssille nimi, kuvaus ja tekijätiedot sekä materiaalin tiedot ja tiedot kurssilla tarvittavista materiaalin- tai A&O:n ulkopuolisista työvälineistä. Materiaalin tie- dot sisältävät sen ulkoasuun liittyviä tietoja sekä materiaalikomponenttien tiedot. Materi- aalikomponentin tiedot sisältävät muun muassa nimen, kuvauksen, asiasanat sekä materi- aalikomponentin suhteet muihin komponentteihin. Materiaalin rakennekuvaus on siis to- teutettu näiden suhdekuvausten avulla.

A&O:n materiaalimallia kehitettäessä huomioitiin käynnissä oleva metatietojen standar- dointi mikä mahdollistaa mallin laajentamisen tukemaan esimerkiksi LOM-standardia. Materiaalin kuvaukseen valittu XML-formaatti mahdollistaa tietomallin suhteellisen hel- pon laajennettavuuden. Lisäksi W3C:n Extensible Stylesheet Language (XSL)-kieleen perustuvat XSL-muunnokset mahdollistavat XML-dokumenttien muuntamisen erilaisiksi rakenteisiksi dokumenteiksi. Esimerkiksi A&O:n oppimateriaalin rakennekuvauksesta on mahdollista XSL-muunnoksen avulla muuntaa erilaisia oppimateriaalin navigointia tuke- via ratkaisuja, kuten sisällysluettelo, sivustokartta tai avainsanalista.

3. KÄYTÖSSÄ OLEVIA MATERIAALIMALLEJA

Malli sisältää A&O:n tarjoaman palvelurajapinnan kuvauksen. Palvelurajapinnan avulla oppimateriaali voi käyttää hyväkseen A&O:n tarjoamia palveluita, kun opiskelija käyttää oppimateriaalia A&O:n kautta. Rajapinnan avulla materiaali voi vaihtaa käyttäjään tai materiaaliin liittyvää tietoa oppimisympäristön ja materiaalin välillä. Esimerkiksi opiskelija tai opettaja voi lisätä oppimateriaalisivulle muistiinpanon, jonka hän näkee seuraavalla kerralla lukiessaan materiaalia. Palvelurajapinta sisältää toiminnallisuudet ECMAScript- ja Java-ohjelmointikielille. ECMAScript-rajapinta on suunnattu lähinnä HTML-muotoiselle oppimateriaalille, mutta rajapintaa voi käyttää tietysti minkä tahansa tyyppinen materiaali, joka pystyy käyttämään ECMAScript-kieltä kuten esimerkiksi Flash-materiaalit. Java-rajapinta on tarkoitettu Java-sovelmina (applet) toteutetuille oppimateriaaleille tai oppimateriaalin osaksi Javalla toteutetulle lisäosalle. Erääseen ympäristöasioita käsittelevään oppimateriaaliin on Java-rajapintaa hyväksi käyttäen toteutettu oppilaille kasvihavaintokartta. Oppilaat voivat merkitä luonnossa tekemiään kasvihavaintoja oppimateriaalin osaksi tehtyyn karttaan ja havainnot tallennetaan A&O-oppimisympäristöön.

A&O-mallin arviointia

Verrattuna aikaisempaan HBLE-malliin on oppimateriaalin tuottaminen A&O-mallin mukaiseksi helpompaa. Materiaalintuottaja saa valita minkä tahansa materiaalintuotantovälineen. Materiaalin muokkaaminen on samalla aikaisempaa helpompaa. Toisaalta, koska metatietokuvaus on A&O-mallissa erillään materiaalin tuotannosta, koetaan materiaalin kuvaus usein ylimääräiseksi ja hankalaksi työvaiheeksi verrattuna kuvauksesta saavutettaviin etuihin. Alkuperäisessä A&O:n materiaalimallissa materiaalin kuvaukseen kuului myös sitä käyttävän kurssin kuvaaminen. Tämä rajoitti oppimateriaalien uudelleenkäyttöä, joten materiaalimallia muutettiin vuonna 2003 siten, että kuvauksesta poistettiin kurssin tiedot.

3.3 SCORM

Shareable Content Object Reference Model (SCORM) on Advanced Distributed Learning (ADL) organisaation kehittämä materiaalimalli. SCORMin ja opetusteknologian standardointia ohjaavat osaltaan samat asiat, joita ovat tietokoneavusteisen opetuksen (computer based instruction) sekä älykkäiden tutorointijärjestelmien (intelligent tutoring system) tutkimuksen ydinalueella [SCORM 2004]

- uudelleenkäytettävien oppisisältöjen määrittely,
- uusien oppimateriaalimallien kehitys,
- opiskelijoiden arviointimallien kehitys,
- sisällön sekvenssointimallien kehitys sekä
- oppimateriaalien tietovarantojen kehitys.

SCORM-malli on itse asiassa kokoelma dokumentteja, jotka nykyisellään sisältävät oppimateriaalien metatieto- ja rakennemallin, paketointi- ja kuvausmallin siirrettäville oppimateriaaleille sekä kuvauksen oppimisympäristöjen oppimateriaaleille tarjoamasta rajapinnasta ja rajapinnan tietomallista. Dokumentit sisältävät mallien kuvauksen lisäksi ohjeistusta mallien käyttöönottoon. Mallia kuvaavien dokumenttien lisäksi ADL on määritellyt ehdot, joilla oppimateriaalia tai oppimisolustaa voidaan kutsua SCORM-mallin mukaisiksi. SCORM on sovellusprofiili, joka yhdistää opetusteknologian määrittelyksiä ja määrittelyksiä yhtenäiseksi malliksi. Opetusteknologian standardoinnin näkökulmasta SCORM-malli on erityisen mielenkiintoinen, koska sen kehitys ja käyttö on vaikuttanut malliin sisällytettyjen opetusteknologian määrittelyksen ja standardien kehitystyöhön. Lisäksi se yhdistää monta määrittelyä ja standardia uudelleenkäytettävien oppimateriaalien toteuttamisen näkökulmasta mielekkääksi kokonaisuudeksi. Kun SCORM-mallia käytetään, testataan samalla mallin sisältämien määrittelysten ja standardien käyttökelpoisuutta ja toimivuutta. SCORM-mallia kehitetään jatkuvasti eteenpäin, kuten kehitetään myös sen sisältämiä opetusteknologian määrittelyksiä ja standardeja. Nykyinen SCORM-versio on SCORM 2004, joka ilmestyi vuonna 2004. Seuraavassa luvussa 4 esitellään ensin edellinen versio SCORM 1.2 ja sen jälkeen version 2004 sisältämät muutokset versioon 1.2.

4 SCORM 1.2

SCORM 1.2 on vuonna 2001 ilmestynyt versio SCORM-mallista. Versio sisältää dokumenttia. The SCORM Overview -dokumentti [SCORM 2001] on mallin yleiskuvaus, joka kertoo mallin taustoista ja tarkoituksesta. The SCORM Content Aggregation Model (CAM) -dokumentti [SCORMCAM 2001] sisältää oppimateriaalin rakenne- ja metatietomallin sekä mallin opetusteknologian järjestelmien välillä siirrettäville oppimateriaalipaketeille. The SCORM Run-Time Environment (RTE) [SCORMRTE 2001] sisältää oppimisolustan materiaalirajapinnan ja tietomallin. CAM ja RTE dokumentit ovat eräänlaisia vaatimusmäärittelyjä SCORM-mallin mukaisille oppimateriaaleille ja oppimisolustoille. CAM perustuu neljään opetusteknologian määrittelyyn: IMS:n Meta-data XML Binding and Best Practice, AICC:n Content Structure, IMS:n Content Packaging sekä IEEE:n Meta-data Dictionary. RTE taas perustuu AICC:n määrittelyyn AICC - CMI Guidelines for Interoperability.

Määrittelyyn kuuluvien dokumenttien lisäksi ADL on julkaissut SCORM Version 1.2 Conformance Requirements Version 1.2. dokumentin, jossa määritellään yhdenmukaisuusehdot SCORMin mukaisille oppimateriaaleille ja oppimisolustoille. Sovellusten ja oppimateriaalien kehittäjille ADL on julkaissut avoimen lähdekoodin esimerkkioppimisolustan SCORM Version 1.2 Sample RTE Version 1.2 sekä oppimisolustojen ja oppimateriaalien yhdenmukaisuusehtojen täyttämisen tarkistamiseen testausympäristön SCORM Version 1.2 Conformance Test Suite Version 1.2 (Self Test).

4.1 Oppimisenhallintajärjestelmä

SCORM määrittelee *oppimisenhallintajärjestelmän* eräänlaiseksi oppimisolustaksi, joka sisältää kokoelman toimintoja, joilla jaetaan, seurataan, raportoidaan ja hallinnoidaan oppisisältöjä, opiskelijan edistymistä sekä opiskelijan ja oppimateriaalin välistä vuorovaikutusta. Oppimisolustat sisältävät usein muitakin opiskeluun ja opiskelun hallintaan liittyviä toimintoja, kuten kommunikointi- ja yhteistyötoimintoja, käyttäjähallinnon toimintoja sekä erilaisia tiedon hallinnointiin liittyviä toimintoja. SCORM-malli keskittyy vain oppimateriaalien uudelleenkäyttöön. [SCORMRTE 2001]

SCORM ei määrittele oppimisenhallintajärjestelmän sisäisiä toimintoja tai palveluja, vaan vain tärkeimmät rajapinnat sekä tietomallit oppimateriaalin ja oppimisenhallintajärjestel-

4. SCORM 1.2

män välille. Oppimisenhallintajärjestelmä kontrolloi oppimateriaalin lataamista, päättää missä järjestyksessä oppimateriaaleja opiskelijalle tarjotaan (sequencing) ja seuraa oppimateriaalin käyttöä (tracking). SCORM materiaalimallissa oppimateriaali on koostettu pienistä, uudelleenkäytettävistä osasista, eikä oppimateriaali saa sisältää sisäistä navigointia, vaan oppimateriaalin rakenne ja navigointi kuvataan erilleen oppimateriaalista. Kuvausten perusteella oppimisenhallintajärjestelmä tarjoaa oppimateriaaleja opiskelijalle. Oppimisenhallintajärjestelmä seuraa aktiivisesti oppimateriaalin käyttöä ja SCORM sisältää kehittyneen mallin erilaisille seurantatiedoille, joita keräämällä ja hyväksikäyttämällä oppimisenhallintajärjestelmä pystyy adaptoimaan oppimateriaalia opiskelijakohtaisesti. [SCORMRTE 2001]

4.2 Sisällön koostamismalli

SCORM *sisällön koostamismalli* (Content Aggregation Model, CAM) kuvaa erilaiset sisältökomponentit, joita käytetään opiskelukokemuksen rakentamiseen uudelleenkäytettävistä opiskeluresursseista. Sisällön koostamismalli määrittelee myös miten tällaisia niin sanottuja alemman tason jaettavia ja uudelleenkäytettäviä opiskeluresursseja yhdistetään ylemmän tason opiskelukokonaisuuksiksi. Tämä kohta alakohtineen perustuu lähteeseen [SCORMCAM 2001].

Sisällön koostamismalli koostuu kolmesta osa-alueesta:

1. *Sisältömalli* on materiaalin rakennemalli, jossa määritellään sisällön eritasoiset komponentit ja niiden väliset suhteet.
2. *Metatietomalli* määrittelee metatiedot, joita käytetään sisältömallin mukaisten materiaalin eri rakenneosien kuvaamiseen.
3. *Sisällön paketoimalli* määrittelee a) tavat, joilla kuvataan sisällön rakenne, metatiedot sekä sisältökomponenttien väliset suhteet sekä b) tavat, joilla sisältö voidaan paketoita erilaisten järjestelmien välillä siirrettäviksi uudelleenkäytettäviksi kokonaisuuksiksi.

4.2.1 Sisältömalli

Sisältömalli koostuu kolmentyyppisistä komponenteista eli oppimisresursseista: digitaalinen sisältö (Asset), oppisisältö (Shareable Content Object, SCO) sekä sisältökokonaisuus (Content Aggregation).

4. SCORM 1.2

Digitaalinen sisältö

Oppisisältö koostuu *digitaalisista sisällöistä* eli tiedostoista, jotka ovat sähköisiä esityksiä tiedosta: mediatiedostoja, tekstiä, ääntä, WWW-sivuja, testejä tai jotain muuta, jota voidaan esittää WWW-selaimen välityksellä. Digitaalinen sisältö kuvataan metatiedolla, jotta sisältöön voitaisiin kohdistaa hakuja ja se olisi helpommin löydettävissä digitaalisista tietovarannoista. Metatieto parantaa myös digitaalisen sisällön uudelleenkäytettävyyttä.

Oppisisältö

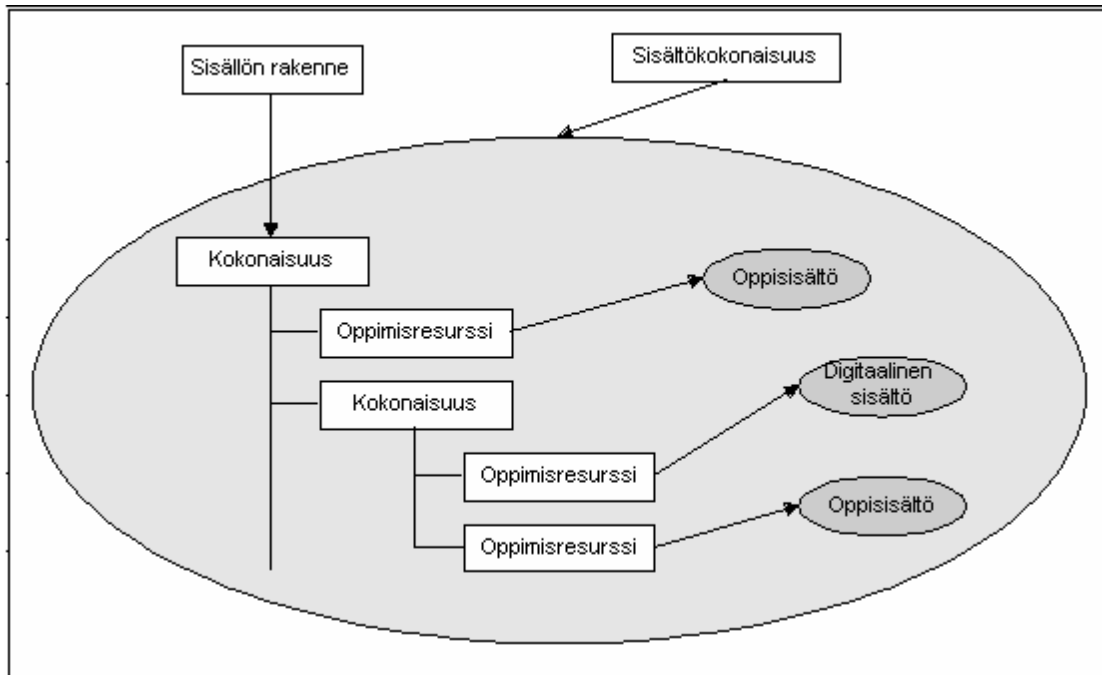
Oppisisältö muodostuu yhteen kootuista digitaalisista sisällöistä, jotka kommunikoivat oppimisenhallintajärjestelmän kanssa SCORM-mallin mukaisen ajoympäristön (Run-Time Environment, RTE) välityksellä. Oppisisällöt ovat opiskeluresurssien matalimman tason rakenneosia, joiden käyttöä oppimisenhallintajärjestelmä voi seurata. Ollakseen uudelleenkäytettävä oppisisällön tulisi olla riippumatonta opetuskontekstista ja sitä tulisi pystyä käyttämään uudelleen erilaisien oppimistavoitteiden yhteydessä. Yksi tai useampi oppisisältö voidaan yhdistää muodostamaan ylemmän tason opetus- tai harjoittelukokonaisuuksia, jotka täyttävät korkeamman tason oppimistavoitteita. Oppisisällön koolle ei ole asetettu tarkkoja mittoja. Sisältöä ja opetusta suunniteltaessa pitäisi huomioida, että oppisisällön koko on pienin mahdollinen sellaisen oppimateriaalin osan koko, jonka käyttöä halutaan oppimisenhallintajärjestelmän avulla seurata. Oppisisällön kokoon vaikuttaa myös se kuinka paljon tietoa opiskelusta ja opiskelun tuloksista halutaan, sekä missä määrin tavoitellaan oppimateriaalin uudelleenkäyttöä. Oppisisältö kuvataan metatiedolla, jotta siihen voidaan kohdistaa hakuja ja se olisi löydettävissä digitaalisista tietovarannoista. Metatieto parantaa myös oppisisällön uudelleenkäytettävyyttä. Oppisisältö voi vaihtaa tietoa oppimisenhallintajärjestelmän kanssa SCORM-ajoympäristön välityksellä. Tiedon vaihdon tavat sekä ajoympäristö on kuvattu kohdassa 4.3.

Sisältökokonaisuus

Sisältökokonaisuus (katso Kuva 4.1) on oppimateriaalin kuvaus, jota käytetään opiskeluresurssien yhdistämiseen opintokokonaisuuksiksi (esimerkiksi kurssi, jakso, moduuli tai luento), oppisisältöjen rakenteen kuvaamiseen sekä yhdistämään oppimislukutietoja. Rakennekuvaus määrittelee opiskeluresurssien taksonomisen esityksen. Sisältökokonaisuuteen liittyy metatietoa, jonka avulla siihen voidaan kohdistaa hakuja, jotta se olisi helpommin löydettävissä digitaalisista tietovarannoista. Metatieto yhdistetään sisältökokonaisuuteen sisältömallin mukaisessa siirrettävässä sisältöpakettissa. Sisältökokonaisuuden

4. SCORM 1.2

sisältämän rakennekuvauksen perusteella oppimisenhallintajärjestelmä voi määrätä opiskeluresurssien esittämisjärjestyksen opiskelijalle. Navigointi ja sisällön järjestys voidaan kuvata opiskeluresurssien ennakkotietovaatimussuhteina. Oppimisenhallintajärjestelmän vastuulla on tulkita tarkoitettu opiskeluresurssien järjestys ja kontrolloida opiskelijalle esitettäviä oppimisresursseja opiskelun aikana.



Kuva 4.1 Sisältökokonaisuus (mukailtu lähteestä [SCORM CAM 2001])

SCORM:n sisältömallissa opetuskontekstisidonnainen metatieto on ulkoistettu oppimateriaalista. Oppimateriaalin rakenne eli sen osien väliset suhteet, oppimateriaalin osia kuvaava metatieto sekä opiskelun seurantaan ja arviointiin liittyvä metatieto on ulkoistettu. Oppimateriaalin osien väliset sisäiset linkitykset ovat kiellettyjä, jotta osia pystyy mahdollisimman hyvin käyttämään uudelleen muualla. Oppimateriaalin osa voi toki sisältää sisäistä logiikkaa ja navigointia mahdollistamaan tietyn oppimistehtävän.

4.2.2 Metatietomalli

Metatietomalli perustuu IMS Learning Resource Meta-data Specification version 1.2 -määrittelyyn ja on yhtenevä vuonna 2002 ilmestyneen IEEE:n LOM-standardin kanssa. Metatietomalli sisältää 64 erilaista metatietoelementtiä, jotka kuuluvat 9:än eri luokkaan. Taulukko 4.1 sisältää luokkien kuvauksen.

4. SCORM 1.2

Taulukko 4.1 SCORM metatietomallin luokat (mukailtu lähteestä [SuomenLOM 2002])

Metatietoluokat	Kuvaus
General (Yleinen)	Yleinen informaatio, joka kuvailee oppisisältöä kokonaisuutena.
Lifecycle (Elinkaari)	Sellaiset piirteet, jotka liittyvät kyseessä olevan oppisisällön ja siihen sen kehityksen aikana vaikuttaneiden oppisisältöjen historiaan ja nykytilaan.
Meta-metadata (Tieto metatiedosta)	Tieto, joka koskee metatietokuvausta itseään (pikemminkin kuin sitä oppisisältöä, jota metatietokuvaus kuvailee).
Technical (Tekniset ominaisuudet)	Tekniset vaatimukset ja oppisisällön tekniset ominaisuudet.
Educational (Opetukselliset ominaisuudet)	Oppisisällön opetukselliset ja pedagogiset ominaisuudet.
Rights (Oikeudet)	Oppisisältöä koskevat immateriaalioikeudet ja käyttöehdot.
Relations (Suhteet)	Piirteet, jotka määrittelevät kyseessä olevan oppisisällön ja muiden, siihen liittyvien oppisisältöjen väliset suhteet.
Annotations (Huomautukset)	Esittää kommentteja oppisisällön opetuksellisesta käytöstä ja tietoja siitä, kuka laati kommentit ja milloin.
Classification (Luokitus)	Kuvailee tätä oppisisältöä suhteessa johonkin erityiseen luokitusjärjestelmään.

SCORM:n sisältömallin mukaisille oppimateriaalin osille oppisisällöille, digitaalisille sisältöille sekä sisältökokonaisuuksille on toteutettu IMS:n määrittämisen mukaiset sovellusprofiilit. Siirrettävissä materiaalipaketeissa metatieto on sarjallistettu XML-muotoon IMS:n Learning resource Meta-data XML Binding Specification -määrittämisen mukaisesti. SCORM on määrittellyt metatietoelementeistä pakolliset ja vapaaehtoiset, koska jokaisen elementin käyttäminen kaikkien oppimateriaalin osien kuvaamiseen ei ole tarkoituksenmukaista. Materiaalia kuvaavat elementit sisältävät kuvauksen tekijän määrittämää tietoa materiaalista. Metatietomalli määrittelee elementtien arvoalueita, joista osaa tulee käyttää elementtien tietosisältönä (sallitut arvot), osa taas on suositeltuja arvoja (best practises), joita käyttämällä metatietokuvaus on paremmin yhteensopiva käyttökohteessaan. Nämä arvoalueet eroavat osaksi metatietomallin pohjalla olevasta IMS:n metatietomallin määrittämistä arvoalueista.

4. SCORM 1.2

Sisältökokonaisuuksien metatieto

Sisältökokonaisuutta kuvaavan metatiedon tarkoituksena on antaa tietoa koko materiaalikokonaisuudesta. Se kuvaa muun muassa oppimateriaalin käyttötarkoituksen, kenelle oppimateriaali on tarkoitettu ja kuka hallinnoi oppimateriaalia. Metatietoa voidaan käyttää opetusteknologian sovelluksissa sisältökokonaisuuksiin liittyvissä hauissa, joita varten metatiedossa on kuvattu muun muassa sisältökokonaisuuden otsikko, kuvaus sekä versio.

Oppisisällön metatieto

Oppisisällön metatieto sisältää opetuskontekstiriippumatonta metatietoa, jonka tarkoitus on oppisisällön uudelleenkäytettävyyden ja löydettävyyden parantaminen. Oppisisällön metatiedossa ei ole riippuvuuksia ylemmän tason sisältökokonaisuuksiin tai niiden metatietoihin. Metatiedon mukaan oppisisältöön voidaan tehdä hakuja muun muassa otsikon, kuvauksen, luontipäivän ja version mukaan.

Digitaalisen sisällön metatieto

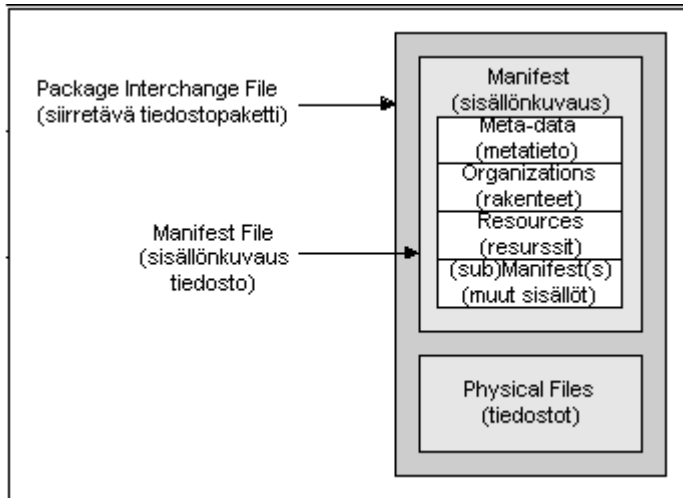
Digitaalisen sisällön metatieto on oppisisältöriippumatonta metatietoa, jonka tarkoitus on uudelleenkäytettävyyden ja löydettävyyden parantaminen esimerkiksi digitaalisista tietovarannoista. Metatiedon mukaan digitaaliseen sisältöön voidaan tehdä hakuja muun muassa otsikon, kuvauksen, luontipäivän ja version mukaan.

4.2.3 Sisällön paketointi

Digitaalisia oppimateriaaleja käsitellään erilaisilla ohjelmistoilla kuten oppimisenhallintajärjestelmät, oppisisällönhallintajärjestelmät, materiaalintuotanto-työkalut sekä oppimateriaalivarastot, joista kaikkien pitäisi pystyä mahdollisimman helposti käsittelemään erilaisia digitaalisia oppimateriaaleja. Sisällön paketointimalli tarjoaa standardoidun tavan siirtää digitaalisia opiskeluresursseja erilaisten järjestelmien ja työkalujen välillä. Mallin mukainen sisältöpaketti (Kuva 4.2) sisältää oppimateriaaleja ja/tai oppimateriaalin kuvauksia (metatietoa ja rakennekuvauksia). Malli pohjautuu IMS:n Content Packaging (IMS CP) määrittelyyn, johon on lisätty laajennuksia SCORM:n sisältömallin eri osien kuvaamiseen. Sisältöpaketti sisältää oppimateriaalien kuvauksen sekä yleensä myös materiaalitiedostot. Materiaali voi sijaita myös jossain tietoverkossa, jolloin sisältöpaketin sisältämässä oppisisällön kuvauksessa kerrotaan materiaalin sijainti esimerkiksi URL:n avulla. Paketti on käytännössä, joko IMS CP:n mukainen Package Interchange File (PIF) tai CDROM

4. SCORM 1.2

levy. PIF on yksi pakattu tiedosto, IMS CP:n suosituksen mukaan ZIP-paketti, joka sisältää materiaalitiedostot sekä materiaalin sisällönkuvaustiedoston (Manifest file).



Kuva 4.2 Sisältöpaketti (mukailtu lähteestä [SCORMCAM 2001])

Sisällönkuvaustiedosto eli manifesti sisältää koko sisältöä koskevaa metatietoa, oppimateriaalin rakennekuvauksen tai -kuvaukset sekä opiskeluresurssien (oppisisältö tai digitaalinen sisältö) metatietokuvaukset. Paketti voi sisältää useamman rakennekuvauksen oppimateriaalille *lisäkuvaustiedostojen* (submanifest) avulla. Useat rakennekuvaukset mahdollistavat esimerkiksi erilaisiin opetustarkoituksiin samasta sisältöaineistosta tehtyjen koosten tai usean erillisen materiaalikokonaisuuden siirtämisen samassa paketissa. Sisällön kuvauksessa on sekä opetuskontekstisidonnaista metatietoa että kontekstitonta metatietoa. Näiden välille on tehty tietoinen jako, jotta oppimateriaalien uudelleenkäyttö olisi helpompaa. Sisällönkuvaustiedoston metatieto-osassa sekä rakenneosassa on kontekstisidonnaista metatietoa. Niissä on kuvattu SCORM-sisältömallin mukaisten sisältökokonaisuuksien metatieto sekä rakenne. Resurssit osassa on taas kontekstisittoutumattomien SCORM sisältömallin mukaisten oppisisältöjen ja digitaalisten sisältöjen metatietokuvaukset. Rakenne osiossa viitataan resurssit osion metatietokuvauksiin ja resurssit osan metatietokuvauksissa viitataan todellisiin tiedostoihin (katso Kuva 4.1 sivulla 34).

Sisällön paketointi tiedostoihin

Sisällön paketointimalli sisältää kaksi paketoinnin sovellusprofiilia resurssipaketin ja sisältökokonaisuuspaketin. *Resurssipaketti* on tarkoitettu erillisten opiskeluresurssien, esimerkiksi yksittäisten oppisisältöjen ja digitaalisten sisältöjen, siirtoon eri järjestelmien välillä. Resurssipaketti ei siis sisällä sisältökokonaisuuksien kuvausta. *Sisältökokonai-*

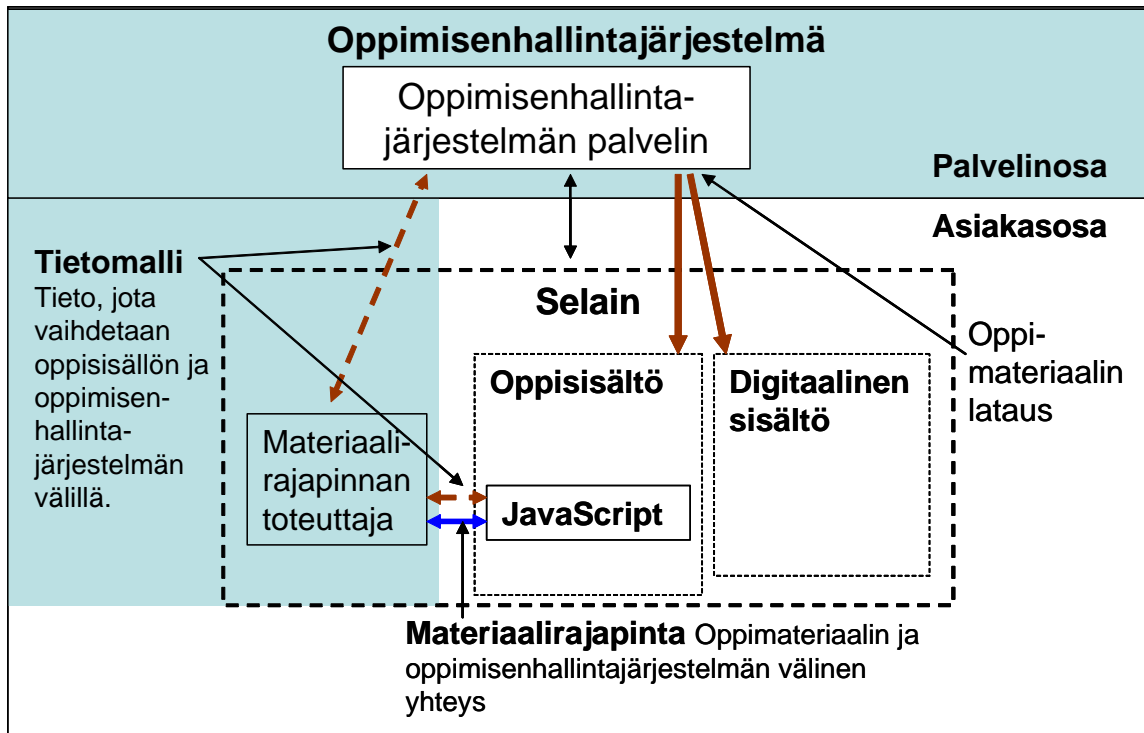
4. SCORM 1.2

suuspaketti on sisältökokonaisuuksien siirtoon tarkoitettu paketti, joka sisältää sisältökokonaisuuksien kuvauksen, opiskeluresurssien kuvaukset sekä (yleensä) opiskeluresurssit.

4.3 Ajoympäristö

Tämä kohta alakohtineen perustuu lähteeseen [SCORMRTE 2001].

Ajoympäristö (Run-Time Environment, RTE) (Kuva 4.3) on osa oppimisenhallintajärjestelmää. Ajoympäristön kolme tärkeintä ominaisuutta ovat oppimateriaalin lataus (launch), materiaalirajapinta (application programming interface, API) sekä tietomalli (*data model*). Ajoympäristö mahdollistaa oppimateriaalien tarkoituksenmukaisen toiminnallisuuden eri oppimisympäristöissä. *Oppimateriaalien lataus* (launch) on oppimisenhallintajärjestelmän mekanismi, joka määrittelee ne toimintatavat, joilla oppimateriaali tai sen osat ladataan selaimen sekä sen, miten tiedonvaihtoyhteys oppimateriaalin ja oppimisenhallintajärjestelmän välillä avataan. Oppimateriaalin lataus on oppimisympäristöille yhtenäinen tapa ladata oppimateriaaleja ja niiden osia, jolloin materiaaleja (ja niiden osia) on mahdollista käyttää samalla tavalla eri oppimisympäristöissä. *Materiaalirajapinta* on rajapinta oppimateriaalin ja oppimisenhallintajärjestelmän väliselle tiedonvaihdolle. Käytännössä se on ajoympäristön tarjoama ECMAScript (JavaScript)-rajapinta, jonka kautta oppimateriaali kertoo oppimisenhallintajärjestelmälle tilansa sekä vaihtaa tietoa oppimisenhallintajärjestelmän kanssa. Oppimateriaalin ja oppimisenhallintajärjestelmän välinen tiedonvaihto mahdollistaa opiskelun seuraamisen sekä oppimateriaalin tarkoituksenmukaisen toiminnallisuuden ja vuorovaikutteisuuden opiskelijan kanssa oppimisenhallintajärjestelmästä riippumatta.



Kuva 4.3 SCORM oppimisenhallintajärjestelmä (mukailtu lähteestä [SCORMRTE 2001])

Tietomallin avulla oppimateriaalia ja opiskelijaa koskevaa tietoa voidaan vaihtaa oppimateriaalin ja oppimisenhallintajärjestelmän välillä. Oppimateriaali voi tallentaa itseään koskevaa tietoa oppimisenhallintajärjestelmään ja tätä tietoa on mahdollista käyttää oppimateriaalin seuraavien käyttökertojen yhteydessä. Tallennettava tieto voi olla esimerkiksi opiskelijan suorittaman testin tulos tai kirjanmerkki kohdasta, johon oppimateriaalin käyttö keskeytyy. Ennalta määrätty tietomalli mahdollistaa oppimateriaalien samanlaisen toiminnallisuuden eri oppimisalustoissa.

4.3.1 Oppimateriaalin lataus

Yhtenäinen oppimateriaalien lataustavan määrittely antaa mahdollisuuden toteuttaa uudeleenkäytettäviä oppimateriaaleja määrittelemättä tarkasti toteutustapaa, jolla oppimisenhallintajärjestelmä lataa oppimateriaalin. Oppimateriaali sisältää kolmen tyyppisiä osia: digitaalisia sisältöjä, oppisisältöjä ja sisältökokonaisuuksia. Digitaalinen sisältö ja oppisisältö ovat ladattavia oppimateriaalin osia, kun taas sisältökokonaisuus on edellisistä yhteen koottu kokonaisuus, joka sisältää oppimateriaalin rakenteen kuvauksen. *Digitaalinen sisältö* on yksinkertainen oppimateriaalin osa, esimerkiksi kuva, joka ei käytä materiaalirajapintaa eikä tietomallia. *Oppisisältö* vaihtaa tietoa oppimisenhallintajärjestelmän kanssa

4. SCORM 1.2

materiaalirajapinnan välityksellä. Oppisisältö voi olla HTML-sivu, Flash-animaatio, Java-sovelma tai jotain muuta ECMAScript-kutsuihin pystyvää sisällön toteutustekniikkaa.

Oppimisenhallintajärjestelmä määrittelee oppimateriaaliin tarjottavan navigoinnin sekä *esitysjärjestyksen* (sequencing). Esitysjärjestys voidaan kuvailla SCORM materiaalipaketissa, mutta sitä, miten oppimisenhallintajärjestelmän tulisi esitysjärjestys toteuttaa, ei ole määritelty. Opiskelijan eteneminen oppimateriaalissa voi tapahtua lineaarisesti oppimateriaalin rakenteen mukaan, opiskelijan vapaan valinnan mukaan tai adaptiivisesti perustuen suoritettuihin ennakkotietovaatimuksiin. Etenemistyyliin vaikuttavat oppimisenhallintajärjestelmän tarjoamat mahdollisuudet sisällössä navigointiin ja sisällön esitysjärjestykseen. Kaikki oppimisenhallintajärjestelmät eivät esimerkiksi pysty tukemaan adaptiivista sisältöä.

SCORM ei määrittele miten oppimisenhallintajärjestelmän pitää ladata oppimateriaali. Lataaminen voi tapahtua oppimisenhallintajärjestelmän asiakas- tai palvelinosan suorittamana. Lataaminen pitää kuitenkin tehdä käyttäen HTTP-protokollaa. Oppimateriaalin sijainti kerrotaan SCORM-materiaalipaketissa. SCORM:n määrää, ettei suorituksessa voi olla kuin yksi oppisisältö kerrallaan. Oppisisältö ei voi ladata toista oppisisältöä, eikä oppisisältö voi kutsua toista oppisisältöä. Oppisisältöjen välille ei siis saa toteuttaa keskinäistä linkitystä. Tämä on rajoitus verrattuna perinteiseen hypermediaan. Ainoastaan oppimisenhallintajärjestelmä voi ladata uuden oppisisällön. Latausmalli määrää myös, että oppisisältö voidaan ladata selaimessa vain oppimisenhallintajärjestelmän sisältämän selainikkunan lapsi-ikkunaan (child window) tai lapsikehykseen (child frame). Rajoitus on tehty sen takia, että oppisisällön tehtävä on etsiä *materiaalirajapinnan toteuttaja* (API Adapter), jonka kautta tiedonvaihto oppimisenhallintajärjestelmän kanssa tapahtuu. SCORM RTE määrittelee sen, miten *materiaalirajapinnan toteuttaja* voi sijaita asiakasohjelmiston ikkuna- tai kehysrakenteessa, jotta oppisisältö voi löytää ja kutsua materiaalirajapinnan toteuttajaa.

4.3.2 Materiaalirajapinta

Oppimisenhallintajärjestelmä tarjoaa *oppisisällöille materiaalirajapinnan*, jonka kautta oppisisältö voidaan ohjelmoida vaihtamaan tietoa oppimisenhallintajärjestelmän kanssa. Käytännössä oppimisenhallintajärjestelmään on toteutettu *materiaalirajapinnan toteuttaja*, joka tarjoaa rajapinnalle määritellyn toiminnallisuuden. Rajapinta piilottaa oppimisenhal-

4. SCORM 1.2

lintajärjestelmän toteutuksen oppimateriaaleilta mahdollista näin oppimisenhallintajärjestelmien toteutuksen hyvin erilaisilla tavoilla. Materiaalirajapinta sisältää kahdeksan ECMAScript-funktiota, joiden avulla oppisisältö voi kutsua materiaalirajapinnan toteuttajaa. Taulukko 4.2 sisältää funktioitten esittelyn.

Taulukko 4.2 Materiaalirajapinnan toteuttajan rajapintafunktiot

Funktion tarkoitus	Funktio	Kuvaus/käyttötarkoitus
Oppisisällön suorituksen tilan hallinta	LMSInitialize	oppisisällön käytön aloitus
	LMSFinish	oppisisällön käytön lopetus
oppisisällön tilan hallinta	LMSGetLastError	tapahtuiko edellisessä kutsussa virhe
	LMSGetErrorString	palauta virhenumeroa vastaava kuvaus
	LMSGetDiagnostic	oppimisenhallintajärjestelmäkohtaista tietoa virheestä
Tiedonvaihto oppisisällön ja oppimisenhallintajärjestelmän välillä	LMSGetValue	oppisisältökohtaisen tiedon lataaminen
	LMSSetValue	oppisisältökohtaisen tiedon tallentaminen
	LMSCommit	pakottaa materiaalirajapinnan toteuttajan tallentamaan tiedot

Oppisisällön ja oppimisenhallintajärjestelmän välinen tiedonvaihto alkaa aina siten, että oppisisältö kutsuu materiaalirajapinnan toteuttajan LMSInitialize-funktiota, jolloin oppimisenhallintajärjestelmä voi alustaa itsensä oppisisällön suoritusta varten. Oppimisenhallintajärjestelmä voi asettaa oppisisällön tilaa koskevia tietoja. Esimerkiksi, mikäli opiskelija on tekemässä testiä, voidaan oppisisällön tila asettaa sellaiseksi että testin suoritus arvostellaan ja tallennetaan järjestelmään. Toinen vaihtoehto olisi se, että opiskelija tekee testin vain harjoitusmielessä tai palaa katsomaan sitä varsinaisen suorituksen jälkeen, jolloin testin tulosta ei tallenneta arvioitavaksi. Oppisisällön ja oppimisenhallintajärjestelmän välinen tiedonvaihto päättyy LMSFinish-kutsuun, jolloin oppimisenhallintajärjestelmä viimeistään tallentaa kaiken oppisisältöä koskevan tiedon. LMSInitialize ja LMSFinish kutsujen välillä oppisisältö voi kutsua LMSGetValue, LMSSetValue, LMSCommit sekä virheiden käsittelyyn liittyviä funktioita.

4.3.3 Tietomalli

SCORM tarjoaa valmiin tietomallin, jonka mukaista tietoa voidaan materiaalirajapinnan välityksellä ladata ja tallentaa mutta materiaalirajapintaa voidaan käyttää myös oppi-

4. SCORM 1.2

misenhallintajärjestelmän valmistajan, oppimateriaalin valmistajan tai jonkun muun tietomallien kanssa. Omat tietomallit eivät kuitenkaan enää ole yhteensopivia kaikkien SCORM-mallia tukevien oppimisenhallintajärjestelmien kanssa. Materiaalirajapinnan toteuttajan toteutustekniikkana voidaan käyttää vapaasti mitä tahansa teknologiaa, joka pysyy käsittelemään ECMAScript-kutsuja. Tällaisia teknologioita ovat muun muassa Java, Flash ja ECMAScript. SCORM RTE:n tietomalli on alun perin AICC:n kehittämä CMI Data Model, joka on kuvattu AICC:n määrittämissä Computer Managed Instruction (CMI) Guidelines for Interoperability version 3.4.

Tietomalli sisältää 49 elementtiä, joiden mukaista tietoa voidaan oppimisenhallintajärjestelmän ja oppisisällön välillä vaihtaa. Elementit on jaettu pakollisiin (14 kpl) ja vapaaehtoiisiin (35 kpl). Oppimisenhallintajärjestelmän pitää tukea pakollisia elementtejä, mutta vapaaehtoisten tuki voidaan jättää toteuttamatta. Tietomalli tarjoaa oppisisällöille tavan tarkistaa mitä elementtejä oppimisenhallintajärjestelmä tukee. Osa elementeistä on sellaisia, että niiden arvon voi vain lukea, osa sellaisia joiden arvon voi vain kirjoittaa ja osa sellaisia joiden arvon oppisisältö voi lukea sekä kirjoittaa. Oppisisältö vaihtaa oppimisenhallintajärjestelmän kanssa elementtien mukaista tietoa kutsumalla materiaalirajapinnan toteuttajan `LMSGetValue` ja `LMSSetValue` funktioita. Taulukko 4.3 sisältää kaikki pakolliset dataelementit sekä niiden kuvauksen.

4. SCORM 1.2

Taulukko 4.3 SCORM 1.2 tietomallin pakolliset dataelementit

Luku-oikeus	Kirjoitus-oikeus	Elementin tunniste	Kuvaus
X		cmi.core.children	kertoo oppimisenhallintajärjestelmän tukemat core-tyypin elementit
X		cmi.core.student_id	opiskelijan tunniste oppimisenhallintajärjestelmässä
X		cmi.core.student_name	opiskelijan nimi
X	X	cmi.core.lesson_location	kirjanmerkki, opiskelijan oppisisällön suorituksen kohta
X		cmi.core.credit	kertoo onko kyseessä arvosteltava suoritus
X	X	cmi.core.lesson_status	oppisisällön suorituksen tila, esim. hyväksytty tai hylätty
X		cmi.core.entry	kertoo onko opiskelija suorittanut oppisisältöä aikaisemmin
X		cmi.core.score.children	kertoo core.score tyyppin tuetut elementit
X	X	cmi.core.score.raw	opiskelijan viimeisen suorituksen raakapisteen
X		cmi.core.total_time	opiskelijan oppisisällön suoritusten kokonaisaika
	X	cmi.core.exit	miten oppisisällön suoritus loppui esim. aika loppui
	X	cmi.core.session_time	viimeisen suorituksen kokonaisaika
X	X	cmi.suspend_data	oppisisällön suorituksen keskeytyksessä talletettua dataa
X		cmi.launch_data	oppisisällön suorituksen alussa ladattavaa dataa

Yksittäinen oppisisältö voi tarjota opiskelijalle erilaisia opiskeluvaihtoehtoja perustuen `cmi.core.lesson_mode`, `cmi.core.lesson_status` ja `cmi.core.credit` elementtien arvoihin. Tietomallissa olevat vapaaehtoiset elementit sisältävät tietoa muun muassa opiskelijan mieltymyksistä kuten kielen valinta, oppimistavoitteet sekä opiskelijan ja oppisisällön väliseen vuorovaikutukseen eli opiskelusuoritukseen liittyvää tietoa.

4.4 Oppimateriaalin tuotanto

SCORM dokumentaatio ei ota kantaa siihen, miten ja millä työvälineillä mallin mukaista oppimateriaalia tuotetaan. Materiaalin tuottajilla on siis lähes vapaat kädet valitessaan oppimateriaalin tuotantovälineitä. Toteutusteknisesti oppimateriaalin formaattia rajoittaa SCORM-mallin vaatimus sille, että oppisisällöt (SCO) kommunikoivat oppimisenhallintajärjestelmän kanssa ECMAScript-kielellä. Toinen tekninen rajoite on, että oppisisällöt eivät saa käynnistää toisiaan. Esimerkiksi, jos materiaali on HTML-sivuja, joista kukin sivu on oppisisältö, eivät sivut saa sisältää keskinäistä linkitystä. Sivujen välinen suoritusjärjestys pitää kuvata sisältökokonaisuuden metatietoihin ja suoritusjärjestyksen toteutuminen pitää jättää oppimisenhallintajärjestelmän tehtäväksi. ADL on tehnyt oppimateriaalin tuottajien avuksi oppaan *The SCORM Implementation Guide : Step by step approach* [SCORMIG 2002]. Oppaassa kerrotaan vaiheittain miten oppimateriaalia kannattaa tuottaa. Neljä päävaihetta ovat analysointivaihe, suunnitteluvaihe, tuotantovaihe sekä verifiointi- ja validointivaihe.

Ensimmäinen vaihe on analysointivaihe. Koska SCORM-mallin mukaisten pitkäikäisten, adaptoituvien, yhteentoimivien, uudelleenkäytettävien ja skaalautuvien oppimateriaalien tekeminen on kallista ja aikaa vievää verrattuna perinteiseen sisällöntuotantoon, pitää ensimmäisenä analysoida onko materiaalin tuotanto taloudellisesti järkevää. Jos materiaalin tuotantoa käyttö todetaan taloudellisesti järkeväksi, jatketaan koulutuksellisten tavoitteiden analysoinnilla. Kolmas tehtävä analysoinnissa on opiskelija-analyysi, jossa kartoitetaan muun muassa opiskelijoiden ennakkotiedot, taidot ja asenteet sekä oppimateriaalin ensisijainen käyttäjäkunta sekä muut mahdolliset käyttäjät. Neljäs tehtävä analysoinnissa on kontekstianalyysi, jossa kartoitetaan koulutuksen järjestelyihin liittyviä asioita, kuten käytössä oleva oppimisympäristö. Analysoinnin viides tehtävä on tarvittavan oppisisällön määrittäminen. Analysoinnin kuudes tehtävä on ottaa materiaalityöntuotantoprojektiin mukaan sisältöalueen asiantuntijan. [SCORMIG 2002]

Seuraava vaihe materiaalityöntuotannossa on suunnitteluvaihe, joka sisältää oppimateriaalin opetuksellisten asioiden suunnittelua. Ensimmäisenä tehdään opiskelutehtävien analysointi. Suunnitteluvaiheen toinen tehtävä on opetuksellisten tavoitteiden määrittely sekä tietojen ja taitojen testaamisen liittyvien oppimateriaalin osien suunnittelu. Kolmas tehtävä on oppimateriaalin esittämis- ja suorittamisjärjestysten (sequencing) määrittäminen. Tähän

4. SCORM 1.2

kuuluu sisällön osittaminen oppisisältöihin (SCO) ja digitaalisiin sisältöihin (assets) sekä näiden suoritusjärjestyksen määrittely. Suunnitteluvaiheen neljäs tehtävä on erilaisten opiskelustrategioiden määrittely. Viides tehtävä on oppimateriaalin mediaelementtien suunnittelu. Suunnitteluvaiheen kuudes tehtävä on suunnitteludokumentaation tekeminen. [SCORMIG 2002]

Oppimateriaalin tuotannon kolmas vaihe on itse oppisisällön tuotanto. Tuotantovaiheen ensimmäinen tehtävä on opiskelutoimintojen tuottaminen. Toinen tehtävä on opetuksellisen sisällön tuottaminen. Kolmas tehtävä on digitaalisen sisällön (assets) tuottaminen ja sen metatiedon kuvaaminen. Neljäs tehtävä on oppisisältöjen (SCO) tuottaminen ja näiden metatiedon kuvaaminen. Viides tehtävä on sisällön kuvaustiedoston (manifest) tekeminen eli sisältökokonaisuuksien ja näiden metatiedon tuottaminen. Kuudes ja viimeinen tehtävä toteutusvaiheessa on sisältöpaketin toteuttaminen. [SCORMIG 2002]

Oppimateriaalin tuottamisen viimeinen vaihe on verifiointi ja validointi. Tämän vaiheen ensimmäinen tehtävä on testata ja arvioida oppimateriaalin SCORM-mallin mukaisuus sekä toimivuus oppimisympäristöissä. ADL on toteuttanut tätä tehtävää varten erityisen testausympäristön, joka on vapaasti materiaalintuottajien käytettävissä. Lisäksi ADL järjestää vuosittain Plugfest-tapahtumia, joissa oppimateriaalien tuottajat voivat testata oppimateriaalejaan eri oppimisympäristöissä. Kun oppisisältö on todettu toimivaksi, voidaan sen jakelu ja käyttäminen aloittaa. [SCORMIG 2002]

Käytännössä oppimateriaali voidaan tuottaa lähes millä sisällöntuotantovälineellä tahansa, kunhan muistetaan SCORM-mallin reunaehdot oppisisällön tekniselle toteutukselle. Digitaalisten sisältöjen, oppisisältöjen ja sisältökokonaisuuksien metatietokuvaus voi olla sisällöntuotanto-ohjelmistoon sisäänrakennettu ominaisuus, sisällöntuotanto-ohjelmistoon laajenuksena asennettava ominaisuus tai metatietokuvausta varten käytettävä erillinen kuvausohjelmisto. Esimerkkinä erillisestä kuvausohjelmistosta on Reload Editor [RELOAD 2005], jolla kuvataan oppimateriaalin osien metatiedot, tehdään kuvaustiedosto ja lopuksi sisältöpaketti, jossa oppimateriaali voidaan siirtää oppimisenhallintajärjestelmään käytettäväksi. Toisaalta osa oppimisympäristöistä sisältää sisällöntuotanto-ominaisuuksia, joiden avulla oppimateriaali ja siihen liittyvä metatieto voidaan tuottaa oppimisenhallintajärjestelmän sisällä.

4.5 SCORM 2004

Vuoden 2004 keväällä ilmestyi uusi SCORM versio SCORM 2004, joka on päivitys edellä kuvattuun SCORM 1.2:n. SCORM 2004 sisältää päivitykset edellisen version CAM ja RTE dokumentteihin sekä täysin uuden dokumentin SCORM Sequencing and Navigation (SN). Uuden SCORM-version myötä on versionumerointia muutettu siten, että eri dokumenteista julkaistaan uuden versiot, eli SCORM 2004 sisältää CAM 1.3, RTE 1.3 sekä SN 1.3 dokumentit, joiden versioita jatkossa päivitetään erikseen. SCORM 2004:n suurimmat päivitykset johtuvat opetusteknologian standardoinnin alalla ilmestyneistä uusista määrittämisistä sekä standardeista. Osasta niistä AICC:n ja IMS:n määrittämisistä, joihin SCORM 1.2 perustui, on tullut IEEE:n määrittämisiksi ja standardeja. Uusi SCORM SN pohjautuu IMS:n Simple Sequencing määrittämiseen.

Taulukko 4.4 sisältää määrittämiset ja standardit, joihin SCORM 2004 perustuu sekä niiden suhde eri SCORM dokumentteihin. [SCORM 2004]

Taulukko 4.4 SCORM 2004:n sisältämät määrittämiset ja standardit

Standardi/määrittäminen	SCORM dokumentti
IEEE Data Model For Content Object Communication	RTE
IEEE ECMAScript Application Programming Interface for Content To Runtime Services Communication	RTE
IEEE Learning Object Metadata	CAM
IEEE XML Schema Binding for LOM Data Model	CAM
IMS Content Packaging	CAM
IMS Simple Sequencing	SN

CAM ja RTE dokumentteihin on tullut lähinnä niiden taustalla olevien määrittämysten ja standardien muutoksista johtuvia kosmeettisia muutoksia. Suurimmat muutokset SCORM-mallissa johtuvat uudesta oppimateriaalien esittämisjärjestys- ja navigointimallista. Muutoksen ilmenevät SN-dokumenttina sekä sen aiheuttamina muutoksina CAM- ja RTE-dokumenteissa. [SCORM 2004]

4. SCORM 1.2

Esittämisjärjestys- ja navigointimalli

SCORM Sequencing and Navigation -dokumentti sisältää mallin sisällön esittämisjärjestyksen ja navigointirakenteen kuvaamiselle sekä kuvauksen oppimisenhallintajärjestelmän esittämisjärjestyksen määräytymiseen liittyville ominaisuuksille. Oppimisenhallintajärjestelmän esittämisjärjestyksen toteuttaminen perustuu oppimateriaalin rakenteen kuvaukseen sekä opiskelijan opiskelusuoritukseen. Itse navigointi oppimateriaalissa voi olla opiskelijan päätettävissä tai oppimisenhallintajärjestelmän pakottama. Opiskelijan tekemät tai oppimisenhallintajärjestelmän määräämät navigointitoiminnot sekä opiskelijan ja oppimateriaalin vuorovaikutus muodostavat SN-mallissa toiminnallisuuspuun (ActivityTree). Toiminnallisuuspuuta hyväksi käyttäen oppimisenhallintajärjestelmä määrittelee oppimateriaalin suorituksenaikaisen esittämisjärjestyksen. Toiminnallisuuspuu koostuu toiminnallisuuksista (Activity), jotka ovat suhteessa oppimateriaalin oppisisältöihin. CAM-mallin mukaiset sisältöpaketit sisältävät oppimateriaalin esittämisjärjestyksen sekä navigointirakenteet ja -säännöt, jolloin nekin ovat siirrettävissä opetusteknologian järjestelmästä toiseen. [SCORMSN 2004]

5 SCORM-AJOYMPÄRISTÖN TOTEUTUS IMEC VLE - OPPIMISALUSTAAN

SCORM RTE määrittely kuvaa vain tärkeimmät SCORM-malliin liittyvät oppimisenhallintajärjestelmän ja oppimateriaalin väliset rajapinnat sekä tietomallin oppimateriaalin ja oppimisenhallintajärjestelmän väliseen tiedonvaihtoon. Määrittely ei määrittele millään tavalla ajoympäristön sisäistä toteutusta. Ajoympäristön toteutustekniikan valintaa rajoittaa oikeastaan ainoastaan se, että ajoympäristöön toteutettavan materiaalin rajapinnan toteuttajan pitää tukea ECMAScript-kutsuja. Ajoympäristö ja oppimisenhallintajärjestelmä ovat kuitenkin yleensä vain osa kokonaista oppimisalustaa, jolloin oppimisalustan toteutustekniikka rajoittaa ajoympäristön toteutustapavaihtoehtoja. Seuraavaksi kuvataan SCORM-ajoympäristön toteutus osaksi IMEC VLE -oppimisalustaan.

5.1 IMEC Virtual Learning Environment

Intermusic European Consortium (IMEC) on toteuttanut oppimisalustan nimeltään IMEC Virtual Learning Environment (VLE). Järjestelmä sisältää perinteisen oppimisalustan lisäksi opiskelijoiden profilointityövälineen IMEC User profile generator and creativity assessment tool (ICAT). ICAT tekee opiskelijalle opiskelutottumuksiin, opiskelutyyliin, luoviin taitoihin, ongelmanratkaisukykyyn, motivaatioon sekä opetettavan alan asiantuntemukseen liittyviä kysymyksiä. Opiskelijan vastausten perusteella ICAT tekee opiskelijalle sekä opettajan käyttöön raportin ja oppimispolun VLE oppimisalustalla sijaitsevaan oppimateriaaliin. Raportti auttaa opiskelijaa ja hänen opettajaansa ymmärtämään millainen hän on opiskelijana. Oppimisalustaan tehtävä oppimispolku tarjoaa oppimateriaalit opiskelijalle parhaiten soveltuvassa muodossa ja järjestyksessä. Oppimisalusta tarjoaa kuitenkin mahdollisuuden oppimateriaalin opiskeluun vapaavalintaisessa järjestyksessä ja muodossa riippumatta luodusta oppimispolusta. Oppimisalustan oppimateriaalimalli on SCORM 1.2:n Content Aggregation Model dokumentin mukainen. Tampereen teknillisen yliopiston hypermedialaboratoriossa IMEC VLE -oppimisalustaan toteutettiin SCORM:n ajoympäristö.

5.1.1 IMEC User-Profile Generator & Creativity Assessment Tool

IMEC User-Profile Generator & Creativity Assessment Tool (ICAT) on ohjelma, jonka avulla voidaan luoda opiskelijasta profiilin, jota käytetään hyödyksi IMEC VLE:ssä. Lisäksi opiskelija voi käyttää profiilia oppiakseen enemmän itsestään oppijana tai opettaja voi käyttää profiilia, jotta voi paremmin suunnitella opetusta opiskelijoilla. Tämän työn näkökulmasta kiinnostava asia on profiilin hyväksi käyttäminen oppimisalustassa opiskelijakohtaisen oppimispolun luomiseen ja se miten SCORM-malli voidaan yhdistää oppimispolkuun. Taulukko 5.1 sisältää ICAT:n tekemän kyselyn osa-alueet sekä kuvauksen mihin tietoja on tarkoitus käyttää. [Hardaker&Garnet 2002]

Taulukko 5.1 ICAT:n kyselyn osa-alueet (käyttötarkoituksessa o=opiskelija ja opettaja, v=VLE:n oppimispolku)

Kyselyn osa-alueet	Käyttötarkoitus
Opiskelijan yleiset kiinnostukset, asenteet ja halut	o
Ennakoasenteet formaalia opetusta kohtaan	o
Opiskelumielitymykset: visuaalinen, auditiivinen vai kinesteettinen opiskelija	o,v
Kognitiivinen opiskelutyyli: ”fyysisesti orientoitunut, emotioaalisesti orientoitunut, mentaalisesti orientoitunut”	o,v
Opiskelijan luovat ominaisuudet: luovat taidot, motivaatio sekä ko. aiheen asiantuntemus	o,v

5.1.2 IMEC VLE

IMEC VLE on kehitetty erityisesti itseopiskeluna tehtävää verkko-opiskelua (informal learning) varten. Se tarjoaa opiskelijalle mahdollisuuden opiskella oppimateriaalia hänen oppimistyyliin sopivalla tavalla sekä tietotasoon sopivalla tasolla. Jokaisella opiskelijalla on oma oppimispolku, joka on muodostettu edellä kuvatulla ICAT ohjelmalla. Oppimispolun mukaisen opiskelun lisäksi oppimisalusta tarjoaa opiskelijalle hakutoiminnot oppimateriaaleihin sekä kommunikointityövälineet, joilla opiskelijat ja opettajat voivat vaihtaa tietoa keskenään. Teknisesti IMEC VLE on WWW-selaimella käytettävä, tietoverkkoon hajautettu järjestelmä, jonka toteutus perustuu asiakaspalvelinarkkitehtuuriin. Oppimisalustan asiakasosan eli selaimessa käytettävän osan toteutuksessa käytettyjä tekniikoita ovat Flash (Macromedian Flash), HTML sekä ECMAScript. HTML ja ECMAScript ovat tekniikoita, joille nykyselaimista löytyy tuki vakiona.

5. SCORM-AJOYMPÄRISTÖN TOTEUTUS IMEC VLE -OPPIMISALUSTAAN

Tosin ECMAScript on tekniikka, jonka tuki on asetettavissa käyttäjäkohtaisesti pois päältä selaimessa, jolloin ECMAScript-tekniikkaa käyttävät sovellukset eivät toimi. Flash on erityisesti vuorovaikutteisten ja graafisten WWW-sisältöjen toteutukseen kehitetty teknologia, joka vaatii toimiakseen selaimen erillisen ajoympäristön (Macromedia Flash Player). Flash soveltuu hyvin graafisten käyttöliittymien toteutukseen WWW-ympäristöön. Lisäksi sillä voidaan toteuttaa muun muassa animaatioita. IMEC VLE:n palvelinosa on toteutettu Linux-palvelimelle, jossa on Apache WWW-palvelin, PHP-ajoympäristö sekä MySQL-tietokantapalvelin. Asiakasosan ja palvelinosan välinen tiedonvaihto on toteutettu siten, että Flash-sovellus selaimessa ottaa HTTP-yhteyden palvelimeen, jossa pyynnöt käynnistävät tarvittavat PHP-ohjelmat. PHP-ohjelmat ovat yhteydessä tietokantaan, josta ne pyytävät tarvittavia tietoja tai muokkaavat tietokannan tietoja. PHP-ohjelmat käsittelevät siis tietoa asiakasosan ja tietokannan välissä. PHP-ohjelma palauttaa tarvittavat tiedot XML-muodossa selaimelle, jossa Flash-ohjelma käsittelee ne ja esittää tarvittavat tiedot käyttäjälle käyttöliittymässä. Oppisisältöihin liittyvät tiedot on tallennettu tietokantaan SCORM RTE -dokumentin kuvaaman tietomallin mukaisessa muodossa. Tavoitteena oli toteuttaa edellä kuvattuun oppimisalustaan SCORM-ajoympäristö, joka mahdollistaa tietokantaan tallennettujen metatietojen hyväksikäyttämisen ja muokkaamisen opiskelun aikana.

5.2 Ajoympäristön toteutustapoja

Asiakas-palvelin -arkkitehtuuri on yksi yleisimmistä, ellei yleisin ajoympäristön toteutusarkkitehtuuri. Asiakas-palvelinarkkitehtuurissa sovellus voidaan jakaa kolmeen eri kokonaisuuteen: asiakasosaan, palvelinosaan sekä edellisten välillä oleva verkko-osaan. Asiakasosan toteutustekniikan valintaa rajoittaa ensisijaisesti SCORM RTE -mallin vaatimus sille, että ajoympäristön materiaalirajapinnan toteuttajan (API Adapter) on tuettava ECMAScript-kutsuja. Toisaalta on tavoiteltavaa, että asiakasosa on otettavissa mahdollisimman laajasti käyttöön yleisesti käytössä olevissa selainympäristöissä. Asiakasosan toteutustekniikan valinnassa on yleensä myös otettava huomioon palvelinosan toteutustekniikka ja verkkokerroksen toteutustekniikka. Edellä mainitut ehdot täyttäviä tekniikoita ovat muun muassa Java, Flash sekä ECMAScript. Näitä tekniikoita käytetään yleisesti SCORM-ajoympäristön asiakasosan toteutuksissa. SCORM-ajoympäristön palvelinosan yleisesti käytettyjä toteutustekniikoita ovat Java, PHP sekä Microsoftin .NET. Verkkokerroksen tekniikka voi olla täysin sidottu valittuihin asiakas- ja palvelinosien toteutustekniik-

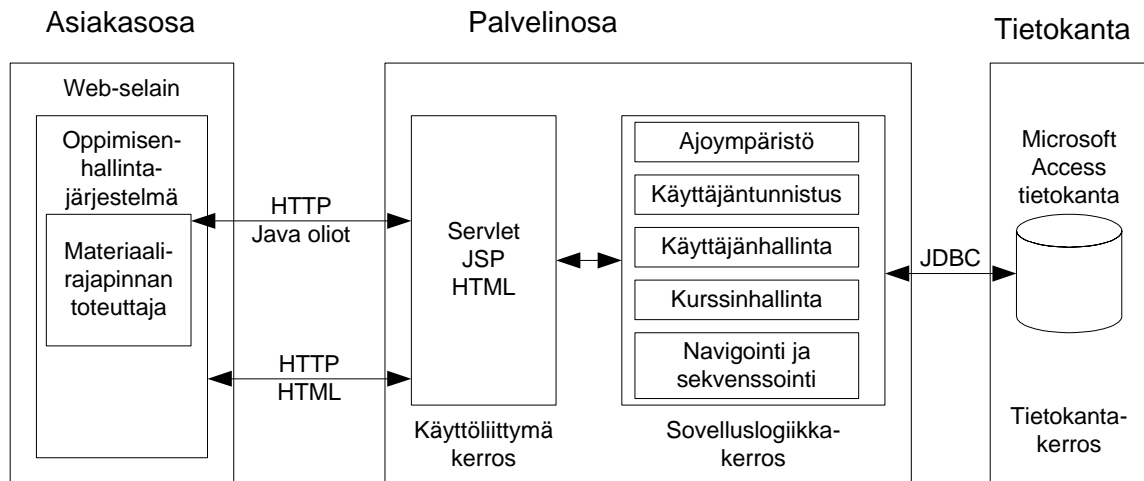
5. SCORM-AJOYMPÄRISTÖN TOTEUTUS IMEC VLE -OPPIMISALUSTAAN

koihin, kuten esimerkiksi Javan hajautetuille ohjelmistoille tarkoitettu olioiden etäkutsutekniikka Remote Method Invocation (RMI) tai hajautetuissa Java ohjelmissa RMI:tä mallintava HTTP-protokollaan tukeutuva tekniikka, jossa Java oliot sarjallistetaan HTTP-yhteyden yli. Hajautustekniikka voi myös mahdollistaa toisistaan poikkeavien asiakas- ja palvelinteknologioiden käytön. Esimerkkinä tällaisesta on Web-palvelut (Web services) -teknologian käyttö, jolloin palvelinkutsut ja paluuarvot tehdään XML-pohjaista SOAP-protokollaa käyttäen yleensä HTTP-protokollaan tukeutuen. Kun tieto siirretään asiakas- ja palvelinpään välisessä tiedonvaihdossa XML-muodossa, on suhteellisen helppo käyttää asiakas- ja palvelinpään toteutuksissa eri tekniikoita, koska suurin osa toteutustekniikoista tukee XML:ää ja monet niistä sisältävät valmiita ratkaisuja XML-muotoisen tiedon käsittelyyn.

5.2.1 SCORM-esimerkkiajoympäristö

SCORM-mallin kehitystä koordinoiva ADL on toteuttanut esimerkkiajoympäristön (SCORM Version 1.2 Sample RTE Version 1.2) oppimisalustojen kehittäjien tueksi. Oppimateriaalintuottajat voivat käyttää esimerkkiajoympäristöä testatakseen oppimateriaalinsa yhdenmukaisuutta SCORM-mallin kanssa. Esimerkkiajoympäristö esittelee SCORM-dokumentaation sisältämät käsitteet ja toiminnallisuudet toimivan oppimisalustan muodossa. SCORM RTE -dokumentin kuvaaman SCORM-ajoympäristön toiminnallisuuksien lisäksi esimerkkiajoympäristö sisältää oppimisalustojen perustoimintoja kuten käyttäjähallinnan toimintoja, kurssienhallinnan perustoimintoja sekä esimerkkitoteutukset siitä, miten oppimisalusta voi tarjota erilaisia navigointivaihtoehtoja SCORM-mallin mukaisille oppimateriaaleille. SCORM-dokumentaatio määrittelee vain tärkeimmät oppimateriaalin ja oppimisalustan väliset rajapinnat ja toiminnot. Oppimisalustan tulee sisältää toiminnot SCORM-sisällön koostamismallin mukaisten oppimateriaalien lisäämiselle oppimisalustaan. Oppimisalustan tehtävä on ladata oppimateriaalit ja oppimisalustan tulee tarjota ohjelmointirajapinnan toteutus (API Adapter), jonka kautta oppimateriaalit voivat vaihtaa tietoa oppimisalustan kanssa.

5. SCORM-AJOYMPÄRISTÖN TOTEUTUS IMEC VLE -OPPIMISALUSTAAN



Kuva 5.1 Esimerkkiajoympäristön arkkitehtuuri

Esimerkkiajoympäristö (Kuva 5.1) on asiakas-palvelinmallin mukainen sovellus. Asiakasosan toteutuksessa käytettyjä tekniikoita ovat Java Server Pages (JSP), HTML, ECMAScript sekä Java sovelmat. Itse materiaalirajapinnan toteuttaja (API Adapter) on toteutettu Java ovelmana. Java sovelmat -teknologia tukee ajoympäristölle asetettujen vaatimusten mukaan ECMAScript-kutsuja. Asiakasosaa voidaan käyttää nykyaikaisilla WWW-selaimilla, kunhan selaimen on asennettuna Java tuki eli Java ajoympäristö. Esimerkkiajoympäristön palvelinosassa käytetään Tomcat WWW-palvelinta sekä Microsoftin Access -tietokantaa. Palvelinpään ohjelmisto on toteutettu Java Servlet -teknologialla. Asiakas- ja palvelinohjelmiston välinen tiedonvälitys tapahtuu HTTP-yhteyden yli sarjallistettuina Java-olioina.

Esimerkkiajoympäristöä voi käyttää SCORM-mallin sisällön koostamismallin mukaisten oppimateriaalien testaamiseen ja se mahdollistaa SCORM ajoympäristön teknisen toteutuksen ominaisuuksiin perehtymisen. Sen toteutustekniikkana käytetty Java on oliokieli, joka tarjoaa monipuolisen valikoiman kirjastoja ja tekniikoita erilaisten laajojenkin ohjelmistojen toteuttamiseen. Java tukee hyvin asiakas-palvelinarkkitehtuuriin perustuvien WWW-ohjelmistojen toteuttamista. Se on hyvin laajasti käytetty ohjelmointikieli, jonka tarjoamat kirjastot lisääntyvät ja laajenevat jatkuvasti.

5.2.2 IMEC VLE:n SCORM-ajoympäristö

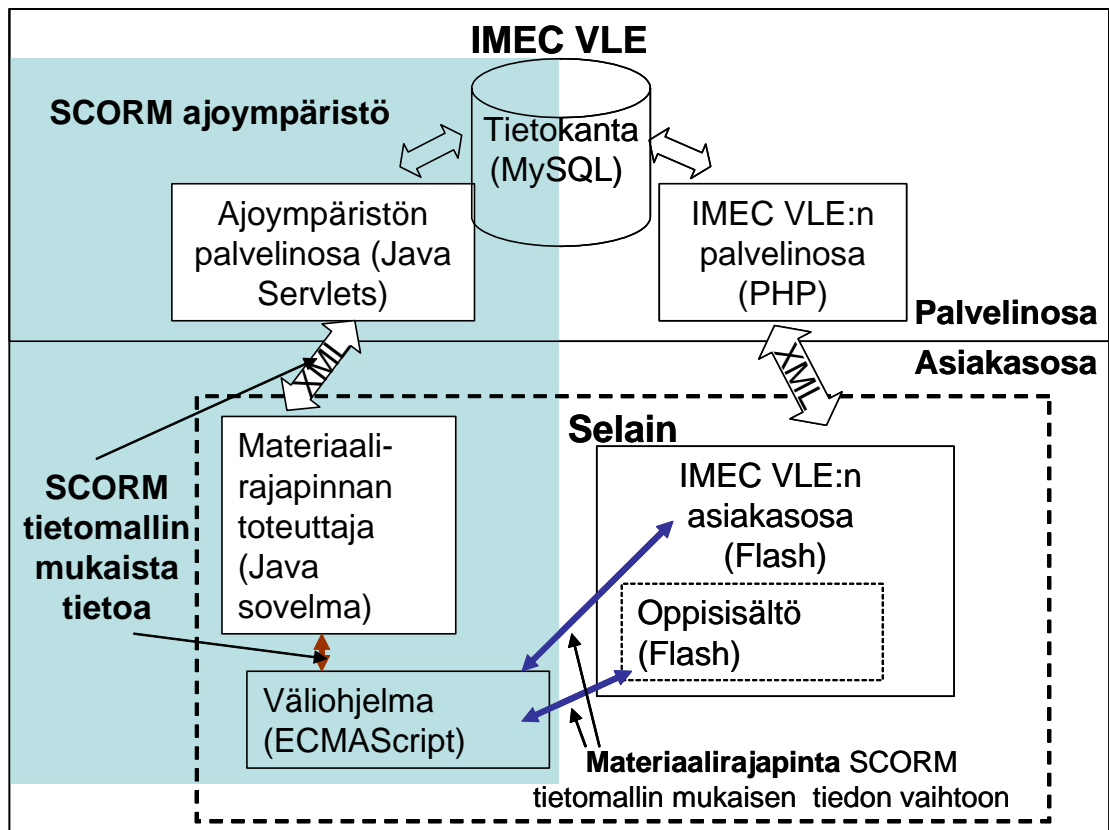
IMEC VLE:n SCORM -ajoympäristön toteutuksen pohjaksi valittiin ADL:n esimerkkiajoympäristö. Esimerkkiajoympäristö on toteutettu Javalla Microsoftin Access -

5. SCORM-AJOYMPÄRISTÖN TOTEUTUS IMEC VLE -OPPIMISALUSTAAN

tietokannan päälle, kun taas IMEC VLE:n toteutustekniikoita ovat selainosassa Flash ja palvelinosassa MySQL-tietokantaa käyttävä PHP-ohjelmisto. Esimerkkiympäristö vaatii räätälöintiä, jotta ajoympäristön toteutus saatiin yhdistettyä IMEC VLE -ohjelmistoon. Esimerkkiajoympäristön asiakasosan materiaalirajapinnan toteuttaja voitiin siirtää toteutukseen lähes sellaisenaan. Esimerkkiajoympäristössä käytetään verkkokerroksessa HTTP-yhteyden yli sarjallistettuja Java-olioita. Ratkaisu käytännössä pakottaa käyttämään Javaa myös asiakas- ja palvelinosien toteutukseen. Verkkokerroksen toteutustekniikka vaihdettiin XML-pohjaiseksi mikä mahdollistaa valitun asiakas- tai selaintoteutuksen vaihtamisen tulevaisuudessa johonkin muuhun tekniikkaan. Mallina verkkokerroksen toteutuksessa käytettiin Web-palvelujen teknologioita. Tässä tapauksessa mahdollisia tulevaisuuden muutoksia voisivat olla asiakasosan toteuttaminen Flash-tekniikalla, mikä on IMEC VLE muun asiakasosan toteutustekniikka, tai palvelinosan vaihtaminen PHP-toteutukseksi.

Kuva 5.2 esittää IMEC VLE:n toteutuksen. Hypermedialaboratoriossa toteutettu SCORM-ajoympäristö on kuvan vasemmassa reunassa, muut jo ennestään valmiina olleet IMEC VLE:n osat oikealla. Palvelinpäässä yhteinen tekijä on tietokanta, jota sekä SCORM-ajoympäristö että IMEC VLE käyttävät. Asiakaspäässä oppisisältö (SCO) kommunikoi materiaalirajapinnan toteuttajan (API Adapter) ECMAScript-rajapinnan välityksellä ajoympäristön kanssa. Kaikki IMEC VLE:ssä käytetty oppimateriaali on Flash-animaatioiden muodossa. Tästä syystä ajoympäristöön jouduttiin toteuttamaan oppimateriaalin ja materiaalirajapinnan toteuttajan välille SCORM RTE -määrityksestä poikkeavasti ylimääräinen ECMAScript-väliohjelma, koska Flash-animaatioista ei pysty suoraan kutsumaan materiaalirajapinnan toteuttajan funktioita. Flash-animaatiot pystyvät kyllä tekemään ECMAScript-kutsuja mutta sellaisessa rajoitetussa muodossa, joka ei ole yhteensopivia materiaalirajapinnan toteuttajan rajapintafunktioiden kanssa. ECMAScript-väliohjelma muuttaa Flash-animaatioiden kutsut rajapinnalle kelpaaviksi.

5. SCORM-AJOYMPÄRISTÖN TOTEUTUS IMEC VLE -OPPIMISALUSTAAN

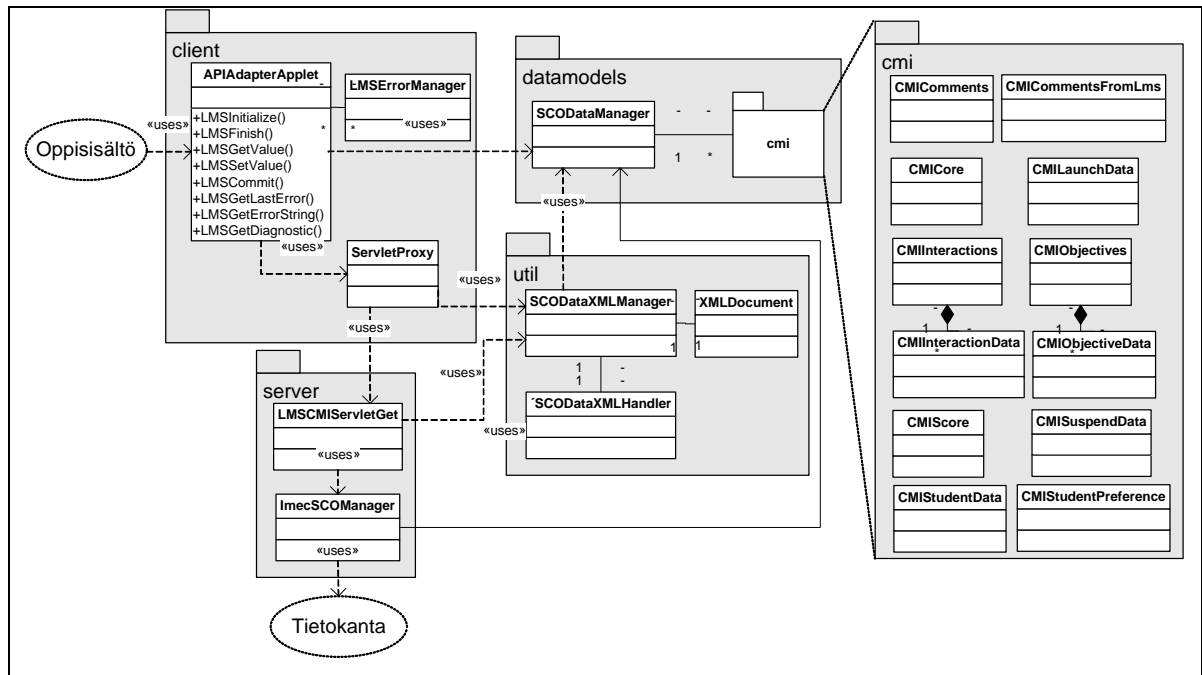


Kuva 5.2 IMEC VLE ja siihen toteutettu SCORM ajoympäristö

IMEC VLE:ssä käytetyt oppimateriaalit käyttävät SCORM-ajoympäristöä opiskelun seurantaan. Kaikki oppimateriaalin avaukset ja sulkemiset tallennetaan ja tietojen perusteella lasketaan oppimateriaalien käyttöajat. Järjestelmä seuraa siis sitä, kuka käyttää oppimateriaaleja, kuinka kauan materiaaleja käytetään ja käyttökertojen määrää. Käyttötilastojen tarkkailua varten kehitettiin ohjelma, jonka avulla voi tarkkailla opiskelusta kerättyä tietoa. Ohjelma kertoo oppimateriaalien käyttömäärät sekä oppimateriaali- että käyttäjäkohtaisesti.

Kehitetyn järjestelmän yhtenä toteutustavoitteena oli SCORM:n avulla toteuttaa toiminnallisuus, jossa opiskelijoille olisi tarjottu oppimateriaali opiskeltavaksi ICAT-ohjelmalla tehtyyn opiskelijaprofiiliin perustuvan oppimispolun mukaisesti. Teknisesti tämä olisi ollut mahdollista, mutta jäi kehityksprojektille varatun aikaresurssin loputtua toteuttamatta.

5. SCORM-AJOYMPÄRISTÖN TOTEUTUS IMEC VLE -OPPIMISALUSTAAN



Kuva 5.3 Ajoympäristön paketit ja kuvat

Kuva 5.3 esittää toteutetun ajoympäristön ohjelmakoodin jakautumisen Java-paketteihin (package) ja näiden sisältämiin luokkiin. Ohjelmisto jakautuu viiteen pakettiin, joista client-paketti sisältää selainosan materiaalirajapinnan toteuttajan (API Adapter) -luokan APIAdapterApplet sekä virheenkäsittelyluokan LMSErrorManager. APIAdapterApplet sovelmana tukee oppisisältöjen suorittamia ECMAScript-kutsuja eli oppimateriaalin ja ajoympäristöohjelmiston välinen kommunikointi tapahtuu tätä kautta. Server-paketti sisältää palvelinpään ohjelmiston, joka sisältää asiakasosan kanssa yhteydessä olevan LMSCMIServletGet-luokan sekä tietokantaan yhteydessä olevan ImecSCOManager-luokan. Muut paketit sisältävä edellisten käyttämiä apuluokkia. Datamodels-paketti sisältää SCORM RTE tietomallin mukaiset luokat sekä SCODDataManager-luokan näiden käsittelyyn. Util-paketti sisältää apuluokkia, joiden avulla SCORM RTE tietomallin mukaisia Java olioita sarjallistetaan XML-muotoon ja XML-muodosta takaisin Java olioiksi. Ohjelmiston selain- ja palvelinosien välinen tiedonvaihto tapahtuu XML-muodossa. Ohjelmiston jaottelu edellä kuvattuihin paketteihin tekee ohjelman rakenteen selkeäksi ja mahdollistaa myös ohjelmiston laajentamisen suhteellisen helposti. Esimerkiksi palvelinosan korvaaminen täysin uudella onnistuu helposti.

5.3 Toteutuksen arviointi

SCORM-ajoympäristön toteuttaminen pohjautuen selkeärakenteiseen ADL:n esimerkkiajoympäristöön oli kohtuullisen suoraviivaista, kun vielä SCORM RTE -tietomallin mukainen tietokanta oli jo valmiiksi suunniteltu ja toteutettu IMEC VLE -oppimisalustaan. Suurimman osan projektista vei SCORM:n dokumentaation ja esimerkkiajoympäristön tutkiminen sekä näiden tutkimusten pohjalta tehty ajoympäristön toteutuksen suunnittelu. Myös ADL:n WWW-sivuilta löytyvältä SCORM-kehittäjäyhteisön keskustelupalstalta löytyi apua toteutuksen suunnitteluun.

Esimerkkiajoympäristöstä saatiin hyödynnettyä asiakasosan toteutusta ja tietomallien toteutusta. Toteutus on lähes täysin SCORM-mallin mukainen. Ainoa asia, joka toteutuksessa rikkoo SCORM-mallia vastaan, on selainosaan tehty lisälaajennus. Tämä laajennus on ECMAScript-väliohjelma, joka muuttaa Flash-pohjaisen oppimateriaalin ECMAScript-kutsut SCORM ajoympäristön materiaalirajapinnan mukaiseen muotoon. Tarpeen laajenukselle aiheutti käytössä olleen oppimateriaalin SCORM-mallin vastainen toteutus. Valmiin oppimateriaalin muokkaaminen SCORM-mallin mukaiseksi olisi tässä tapauksessa vienyt huomattavasti enemmän resursseja kuin SCORM RTE:n yhteyteen tehty väliohjelma. Asiakasosalaajennus toteutettiin kuitenkin siten, että myös tiukasti SCORM-mallin mukaiset oppimateriaalit toimivat ajoympäristön kanssa.

Ohjelman verkkokerrokseen tehty Web-palvelujen teknologioita käyttävä ja XML-pohjainen asiakas- ja palvelinosan välinen tiedonvaihto on selvä parannus esimerkkiajoympäristön toteutukseen, koska se yhdessä ohjelmiston selkeän kerroksittaisen arkkitehtuurin kanssa mahdollistaa toteutustekniikasta riippumattoman asiakas- ja palvelinosan toteutuksen. Tässä tapauksessa uuden palvelinosan toteuttaminen PHP:llä, kuten muu IMEC VLE:n palvelinohjelmisto, olisi selkeästi perusteltua ja yksinkertaisesti toteutettavissa.

5.4 SCORM:n arviointi

SCORM-mallin arvioiminen kokonaisuudessaan on erittäin haastavaa, joten tässä työssä rajoitutaan arvioimaan sitä oppimisalustojen toteuttajan sekä kevyesti oppimateriaalin tuottajan näkökulmasta. SCORM-mallin mukaisten tuotteiden loppukäyttäjien eli opettajien ja opiskelijoiden näkökulmasta ei SCORM-mallia tässä työssä arvioida. Arvioinnin

5. SCORM-AJOYMPÄRISTÖN TOTEUTUS IMEC VLE -OPPIMISALUSTAAN

ydinkysymyksenä on miten, standardin mukaisia järjestelmiä tai oppimateriaaleja voidaan tuottaa ja tukea teknisestä näkökulmasta.

ADL on tehnyt erittäin kattavan SCORM-mallia koskevan dokumentaation. Dokumentaation ongelmana onkin sen laajuus, joka tosin johtuu SCORM-mallin ja sen sisältämien eri osakokonaisuuksien laajuudesta. Dokumentaatio on pääasiassa erittäin teknistä. Niiden voikin katsoa olevan yhdistelmä SCORM-mallia tukevan oppimisasiälustaohjelmiston tai oppimisasiälun tuotanto-ohjelmiston toiminnallista määrittelyä sekä teknistä suunnittelua. Ne eivät kuitenkaan määrittele kokonaista ohjelmistoa vaan vain ohjelmiston rajapintoihin ja tietomalleihin liittyviä ominaisuuksia sekä tiettyjä toiminnallisia vaatimuksia. SCORM-mallin tarkoituksena on ollut antaa oppimisasiälustojen toteuttajille mahdollisimman vapaat kädet oppimisasiälustakohtaisten erityisominaisuuksien toteuttamiselle. Oppimisasiälustan toteuttaminen pelkän SCORM-dokumentaation pohjalta onkin haastavaa. ADL tarjoaa kuitenkin kehittäjien tueksi erimerkkiajoympäristön, mikä helpottaa uuden järjestelmän toteuttamista ja SCORM-mallin mukaisen järjestelmän hahmottamista suuresti. ADL tarjoaa myös oppimisasiälustojen ja oppimisasiälalien kehittäjille muita palveluita, kuten jo mainitut WWW:ssä toimiva kehittäjäyhteisö sekä vuosittaiset Plugfest-tapahtumat. Näillä on varmasti suuri merkitys siihen, että lukuisat oppimisasiälustojen tuottajat ovat pystyneet toteuttamaan SCORM-mallin tuen omiin järjestelmiinsä.

SCORM-mallin dokumentaatio ei sovi suoraan oppimisasiälun tuottajille, jotka haluavat tehdä mallin mukaista oppimisasiälua. SCORM-mallin mukaisen oppimisasiälun tuotantoa on kuvattu kohdassa 4.4. SCORM-mallin mukaisen oppimisasiälun tuottaminen alusta asti vaatii todennäköisesti SCORM-asiantuntijan apua, eikä näin välttämättä onnistu tavalliselta opettajalta. Tämä kuitenkin riippuu siitä, millainen oppimisasiäluntuotantojärjestelmä on käytössä ja kuinka paljon opettajalla on käytössä valmista SCORM-mallin mukaista oppimisasiälua. Esimerkiksi, jos SCORM-mallin mukaiset oppimisasiälöt ja digitaaliset sisällöt ovat jo valmiiksi olemassa ja opettaja koostaa näistä vain uuden sisältökokonaisuuden, voi se onnistua materiaalintuotantovälineestä riippuen ilman SCORM-asiantuntijan apua. Se, miten oppimisasiälun kuvaus ja paketointi tehdään, riippuu käytössä olevista oppimisasiälun tuotantovälineistä. Oppimisasiälun tuotanto ja hallinta saattaa olla osa oppimisasiälunhallintajärjestelmän toteutusta, tai näitä varten voidaan käyttää erillisiä työvälineitä. Periaatteessa oppimisasiälua voidaan tuottaa millä materiaalintuotantovälineellä tahansa, kunhan otetaan huomioon SCORM-mallin vaatimukset oppimisasiälöille

5. SCORM-AJOYMPÄRISTÖN TOTEUTUS IMEC VLE -OPPIMISALUSTAAN

(SCO). Oppimateriaalien metatietokuvaukseen ja paketointiin on olemassa ilmaisia työvälineitä.

SCORM-mallin tuki löytyy useimmista kansainvälisistä laajaa suosiota saaneista oppimisalustoista, mutta esimerkiksi Suomessa SCORM-mallin mukaisille oppimisalustoille ei ole vielä löytynyt suurta kiinnostusta ainakaan korkeakoulumaailmasta, koska Suomessa tuotettujen suomenkielisten oppimateriaalien markkinat ovat suhteellisen rajalliset ja SCORM-mallin mukaisen oppimateriaalin tuotanto vaatii yleensä paljon resursseja.

SCORM-mallin mukaisten materiaalien hyödyt ovat periaatteessa hyviä. Oppimateriaalien siirrettävyys eri järjestelmien välillä helpottuu ja oppimateriaaleja voidaan helpommin käyttää uudelleen eri käyttökonteksteissa. Materiaalin metatietokuvaus helpottaa oppimateriaalin löytämistä ja luokittelua. Selkeä etu on myös se, että SCORM mahdollistaa oppimateriaalin samanlaisen vuorovaikutteisen ja adaptiivisen toiminnallisuuden eri oppimisalustoissa. Toisaalta ADL on itse myöntänyt ilmeisen ristiriidan tavoitteina olevien oppimateriaalin mahdollisimman hyvän uudelleenkäytettävyyden ja oppimateriaalin mahdollisimman hyvän soveltuvuuden tiettyyn opetuskäyttöön välillä [SCORMIG 2002].

Yhtenä SCORM-mallin huonona puolena on, että se ei määrittele toiminnallisuutta, jolla opiskelijakohtaista tietoa voitaisiin siirtää oppimisenhallintajärjestelmästä toiseen. Opiskelun tuloksien siirtäminen on siis jätetty tarkastelusta pois ja keskitytty oppimateriaalin toiminnallisuuteen. Opiskelijakohtaisen tiedon siirtämisen avulla olisi myös mahdollista jatkaa saman oppimateriaalin opiskelua toisessa oppimisenhallintajärjestelmässä.

6 MATERIAALIMALLEISTA KURSSIEN MALLINTAMISEEN

Verkko-opetuksessa, kuten muussakin opetuksessa, on monia erilaisia opetus- ja opiskelutapoja. SCORM-mallissa ja muissa luvussa 3 kuvatuissa oppimateriaalimalleissa keskitytään vain yksittäisen opiskelijan ja oppimateriaalin väliseen vuorovaikutukseen. Opettaja on näissä malleissa korvattu opiskelutilanteessa tietokoneohjelmalla. Kuitenkin käytännössä opiskelu on usein opettajan ohjaamaa tai opiskelu tapahtuu yhteistoiminnallisesti muiden opiskelijoiden kanssa. Puhtaat verkkokurssit ovat harvinaisempia kuin monimuoto-opetus, jossa osa kurssin opiskelusta tehdään verkossa ja osa on perinteistä opettajaveitoista luokkaopetusta. Materiaalimalleissa myös yleensä oletetaan, että kaikki oppimateriaali on materiaalintuottajan tekemänä valmiina, kun opiskelu alkaa eikä opiskelu- ja opetusprosessin aikana syntyvää uutta materiaalia tueta malleissa. Näiden sekä monien muiden verkkokurssien ja niiden osien uudelleenkäyttöön liittyvien ongelmien korjaamiseksi on alettu kehittää kokonaisvaltaisempia malleja uudelleenkäytettäville verkkokursseille.

Opetusteknologian standardoinnin aihealueista (katso kohta 2.3) uudet kurssimallit käsittelevät erityisesti opetus- ja opetusprosessien mallintamista, mutta kokonaisvaltaisina malleina ne käsittelevät myös muita aihealueita. Seuraavana on esitelty kaksi erilaista kurssimallia. Ensin esitelty A&O:n kurssimalli on TTY:n hypermedialaboratoriossa kehitetty kurssimalli. IMS Learning Design on kansainvälisesti laajinta huomiota saanut kokonaisvaltainen kurssimalli opetusteknologian standardoinnin alalla. Näistä malleista on löydettävissä tiettyjä yhteneviä piirteitä. IMS Learning Design on toisaalta ottanut huomioon myös SCORM-mallin mukaisten oppimateriaalin käytön osana kursseja.

6.1 A&O:n kurssimalli

A&O-oppimisolustaan oli 2001 kehitetty materiaalmalli, jonka mukaisia oppimateriaaleja tuotettiin ja niitä käytettiin A&O:lla järjestetyillä verkkokursseilla. Materiaalmalli sinällään osoittautui toimivaksi, mutta A&O:n toteutuksesta johtuen kurssit olivat hyvin materiaalikeskeisiä. A&O tarjosi kurssien käytettäväksi monipuolisen valikoiman erilaisia opiskelua ja opetusta tukevia työvälineitä, jotka ovat toimivia käyttötarkoituksessaan. Niiden hallittu käyttäminen kursseilla oli hankalaa, koska kurssin perustaminen ja hallinnointi

6. MATERIAALIMALLEISTA KURSSIEN MALLINTAMISEEN

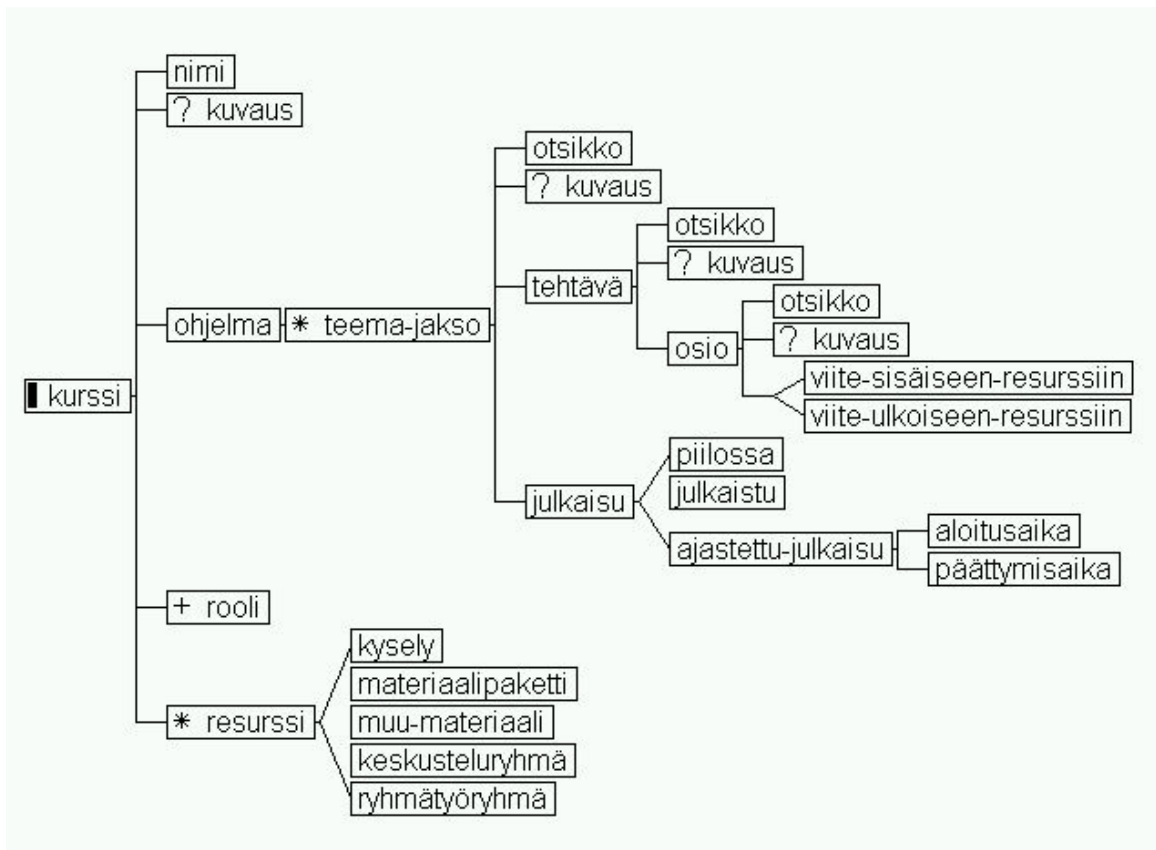
oli vahvasti kiinnitetty kurssilla käytettyyn oppimateriaalikokonaisuuteen. Kurssin suorituksen aikaisten ongelmien lisäksi toinen ongelma oli se, että yksittäisen kurssin uudelleenjärjestäminen vaati suhteellisen paljon työtä, koska vanhasta kurssista saatiin helposti hyödynnettyä vain sen oppimateriaalit. Kurssin suoritus ohjeistettiin opiskelijoille erillisessä opetussuunnitelmadokumentissa. Opetussuunnitelma haluttiin siirtää keskeisempään osaan kurssia ja siirtää oppimateriaali sivummalle.

Kurssimallin muutostyössä otettiin huomioon verkkokurssien käytännön toteutusten tutkimuksessa [Hautakangas&Pohjolainen 2002] esiin noussut havainto opettajan korostuneesta osasta verkkokurssien toteutuksessa. A&O:hon kehitettiin kurssin opettajan käyttöön kurssinhallinnan työväline, joka mahdollistaa verkkokurssien keskitetymmän ja joustavamman toteuttamisen. Kurssinhallinnan työvälineellä hallinnoidaan kurssin yleisiä tietoja, kurssin ohjelmaa (kurssisuunnitelman toteutuma), kurssilaisia sekä heidän roolejaan kurssilla, kurssin oppimateriaaleja, sekä kurssin harjoitustöitä. Lisäksi A&O:ssa on muita verkkokursseille keskeisesti liittyviä työvälineitä kuten keskusteluryhmät, ryhmätyöryhmät sekä kurseille liitettävät kyselyt ja testit. Kurssilaiset toimivat A&O:ssa aina jossain roolissa. Kurseilla on kaksi perusröoliä, kurssin henkilökunta ja opiskelija. Kurssin henkilökunnalla on oikeus muokata kurssia.

Kurssinhallinnan työväline toimii kurssin suunnittelun ja toteutuksen apuna. Kurssin ohjelma koostetaan hierarkkisesti kolmen tasoista ohjelman osista. Ylin taso on *teema/jaksotaso*. *Teemalla* tarkoitetaan, jotain kurssin asiakokonaisuutta. Kurssin ohjelma voidaan jakaa teemoittain osiin. Toinen vaihtoehto on jakaa kurssin ohjelma (ajan)*jaksoihin* esimerkiksi viikkoihin. Kurssin ohjelman toinen taso on *tehtävätaso*. *Tehtävätasolla* jaetaan ylempi teema/jaksotaso pienempiin kokonaisuuksiin. Jos esimerkiksi ylimmällä tasolla kurssin ohjelma jakautuu jaksoihin viikoittain, niin toisella tasolla voi olla ensimmäisenä tehtävänä kyseessä olevan viikon luennot ja toisena tehtävänä harjoitukset. Kolmas taso on *osiotaso* ja se jakaa kurssin tehtävät suoritettavissa oleviin osiin. Osio voi olla esimerkiksi tehtävään liittyvää oppimateriaalia, verkkokeskustelua tai kurssinhallintatyövälineellä luotu kurssin harjoitustyö. Opiskelijalle kurssin ohjelma näkyy kurssin kurssisivulla. Ohjelmassa kurssi on jaettu mielekkäisiin, suoritettaviin kokonaisuuksiin. Ohjelman ensimmäisen ja toisen tason elementit sisältävät ohjeita opiskeluun ja tehtävien suorittamiseen. Kolmannelle tasolle on linkkien muodossa sijoitettu opiskeltavat materiaalit tai suoritettavat tehtävät.

6. MATERIAALIMALLEISTA KURSSIEN MALLINTAMISEEN

Kurssisivu sisältää ohjelman lisäksi kurssin oppimateriaalit ja kurssin osallistujaluettelon. Kurssin oppimateriaalit ovat luvussa 3.2 esitellyn A&O:n materiaalimallin mukaisia. Kurssin uudelleenkäyttöä varten kehitettiin mahdollisuus paketoita kurssi ja siihen liittyvät resurssit uudelleenkäytettävään pakettiin. Käytännössä kurssipaketti on ZIP-paketti, joka sisältää kurssin kuvaustiedoston sekä kurssiin liittyvät tiedostot. Kuva 6.1 esittää kurssin tietomallin puuna. Tietomalliin pohjautuva XML-muotoinen kurssikuvauksen DTD (course.dtd) on liitteenä 2.



Kuva 6.1 A&O:n kurssimallin kurssien tietomalli

Kurssin kuvaustiedosto sisältää siis rakenteisena XML-dokumenttina kurssin nimen, kuvauksen, ohjelman, roolit sekä resursseja, jotka voivat olla keskusteluryhmiä, ryhmätyöryhmiä, kyselyitä tai materiaaleja. Paketin muut tiedostot voivat olla kurssin materiaalipaketteja, kurssin kyselyjä tai kurssin lisämateriaaleja. Kurssipaketilla on monia käyttötarkoituksia. Se voi olla kurssin varmuuskopio, josta opettaja voi palauttaa kurssin suorituksessa olevan päälle tai varmuuskopiosta voi tehdä täysin uuden kurssin. Kurssipaketti on myös siirrettävissä A&O-oppimisympäristöstä toiseen, jolloin opettaja voi esimerkiksi antaa sen jollekin toiselle opettajalle käytettäväksi oman organisaationsa oppimisympäristössä. Kurssimalli mahdollistaa myös toimintatavan, jossa kurssisuunnittelija tekee kurssimallin mu-

kainen opetussuunnitelman kurssille. Opetussuunnitelma voidaan jakaa kurssipakettina opettajille, jotka voivat muokata sitä oman kurssinsa tarpeiden mukaan.

6.2 IMS Learning Design

IMS Learning Design (LD) on formaali opetussuunnitelmien ja näiden toteutumien eli kurssien kuvauskieli, joka pohjautuu Alankomaiden avoimen yliopiston Learning Design työryhmän kehittämään Educational Modelling Language (EML) määrittelyyn. Yhtenä LD:n perusideoista on tukea muiden opetusteknologian määrittelyjen, kuten IEEE:n LOM ja IMS:n CP käyttöä yhdessä LD:n kanssa. LD:n tarkoituksena on tukea mahdollisimman laajasti erilaisia pedagogisia malleja, joilla opiskelua ja opetusta voidaan toteuttaa verkossa. LD-määrittely on kehitysvaiheessa ja määrittelyä on asetettu seuraavia ennakkovaatimuksia:

- 1) Opetus-opiskeluprosessi pitää pystyä kuvaamaan kokonaisvaltaisesti. Kuvauksen pitää pystyä sisältämään sekä opiskelijoiden että opetushenkilökunnan toimintoja, opiskelun aikana käytettyjä resursseja (oppimisaihioita ja palveluja), opiskelumallin, joka tukee sekä yksinopiskelua että yhteistoiminnallista opiskelua, sekä tuen monimuoto-opiskelulle ja puhtaalle verkko-opiskelulle.
- 2) Määrittelyksen pitää olla tarpeeksi joustava erilaisia pedagogisia malleja käyttävien opetussuunnitelmien kuvaamiseen.
- 3) Määrittelyksen pitää mahdollistaa opetussuunnitelmien personointi niin, että opetussisältö ja toiminnot voivat adaptoitua muun muassa perustuen opiskelijan mieltymyksille, opiskelijan ennakkotietoihin, koulutuksellisiin tarpeisiin sekä opiskelutilannekohtaisiin olosuhteisiin.
- 4) Opetussuunnitelmien kuvaamiseen tulee olla formaali kuvauskieli, jota voidaan prosessoida tietokoneiden avulla.
- 5) Opetussuunnitelmat pitää pystyä kuvaamaan niin abstraktilla tasolla, että niiden toistuva toteuttaminen erilaisilla asetuksilla ja eri henkilöillä on mahdollista.
- 6) Opetussuunnitelmien pitää olla keskenään yhdistettävissä.
- 7) Määrittelyksen tulee toimia mahdollisimman hyvin yhdessä muiden opetusteknologian määrittelyjen kanssa.
- 8) Oppimisaihioiden tunnistamisen, erottamisen, uudelleenmäärittelyn ja vaihdon sekä uudelleenkäytön muissa konteksteissa tulee olla mahdollista.

[IMSLD 2003]

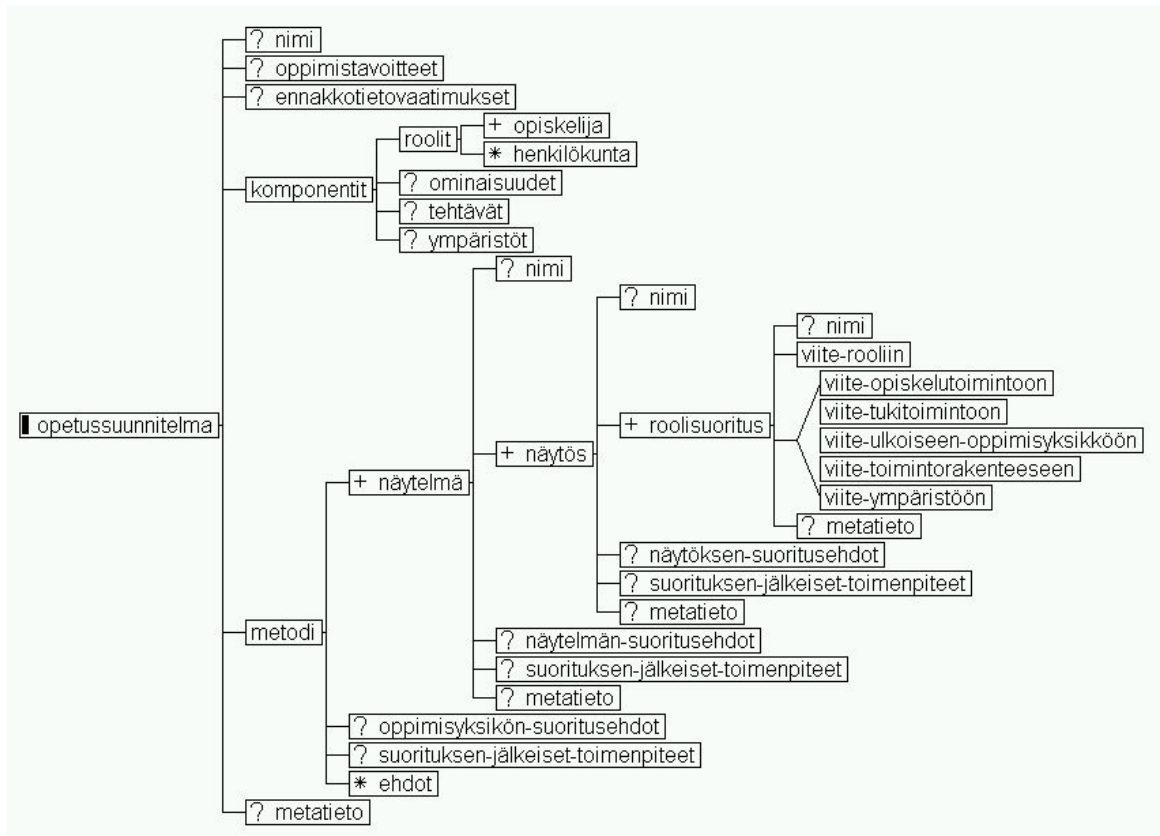
IMS Learning Design määrittely koostuu kolmesta dokumentista:

- IMS Learning Design Information Model Version 1.0 Final Specification -dokumentissa on kuvattu määrittelyksen käsitteellinen malli (conceptual model), (abstrakti) tietomalli (information model) sekä toiminnallinen malli (behavioral model).
- IMS Learning Design XML Binding Version 1.0 Final Specification -dokumentti kuvaa kuinka tietomalli kuvataan joukkona XML elementtejä eli XML skeemana.
- IMS Learning Design Best Practice and Implementation Guide Version 1.0 Final Specification -dokumentti sisältää ohjeita tietomallin ja sen XML sidonnan soveltamiseen käytännössä

Lisäksi IMS on tuottanut useita määrittelyksen mukaisia XML-skeemoja.

Learning Design Information Model -dokumentin kuvaaman käsitteellisen mallin mukainen opetussuunnitelma voidaan esittää käyttämällä seuraavia ydinkäsitteitä: *Henkilö* saa *roolin* opiskelu-opetusprosessissa, tyypillisesti rooli on *opiskelija* tai *henkilökunta*. Henkilö toimii roolissaan tavoitteena tietty ennalta määritelty *lopputulos* suorittamalla *opiskelu*- tai *tukitoimintoja* ympäristössä. *Ympäristö* koostuu tarkoituksenmukaisista *oppimisaihioista* sekä *palveluista*, joita käytetään toimintojen suorittamisen aikana. Opetussuunnitelman *metodi* tai *ilmoitus* (molemmat roolin ja toiminnon assosiativisia suhteita) määrittelee, mikä rooli suorittaa mitään toimintoa milläkin hetkellä prosessin aikana. Opetussuunnitelman metodi sisältää roolit, toiminnot sekä assosioidut ympäristöt, joiden avulla opiskelijat pääsevät *oppimistavoitteisiin*. Metodille voidaan myös asettaa tietyt *ennakkotietovaihtimukset*. Opetus- ja opiskeluprosessia mallinnetaan teatteriesityksen metaforalla. Metodiin kuuluu *näytelmiä*, jotka koostuvat *näytöksistä*, jotka taas koostuvat *roolisuorituksista*. Kuva 6.2 esittää tietomallin puuna.

6. MATERIAALIMALLEISTA KURSSIEN MALLINTAMISEEN



Kuva 6.2 Learning Design tietomalli (mukailtu lähteestä [Koper&Olivier 2003])

Tulevaisuudessa on mahdollista, että Learning Design sisällytetään SCORM-malliin tai molemmat yhdistetään osaksi uutta laajempaa ADL:n kehittämää mallia, koska ADL:n edustamilla Yhdysvaltojen hallinnon organisaatioilla on samanlaiset tarpeet kuin millä tahansa muulla koulutusorganisaatiolla ja Learning Design vastaa näihin tarpeisiin paremmin kuin SCORM-malli tällä hetkellä. [Olivier 2004]

LD toimii muita opetusteknologian määrittäjiä ja standardeja yhtenäisenä kehyksenä. Opetussuunnitelmat kuvataan IMS Content Packaging määrittäksen mukaisena, jolloin ne ovat siirrettävissä järjestelmästä toiseen. Metatietokuvauksiin voidaan käyttää IEEE:n LOM standardia tai Dublin Core -standardia. Opiskelijoiden arviointia voidaan liittää opetusuunnitelmaan käyttämällä IMS:n Question and Test Interoperability -määrittästä. IMS:n Simple Sequencing -määrittästä voidaan käyttää opetusuunnitelman sisältämien asioiden esitysjärjestyksen määrittämiseen tai oppimisyksiköiden sisäisten rakenneosien (esimerkiksi kirjan osien) esitysjärjestyksen määrittämiseen. Pätevyudet, oppimistavoitteet ja ennakkotietovaatimukset voidaan määrittää IMS Reusable Definition of Competency or Educational Objectives -määrittäksen mukaisesti. Opetussuunnitelma voi sisältää SCORM-

6. MATERIAALIMALLEISTA KURSSIEN MALLINTAMISEEN

mallin mukaisia oppisisältöjä. IMS Enterprise -määrittystä voidaan käyttää opiskelijoiden ja opettajien roolien määrittämiseen, kun opetussuunnitelmaa alustetaan. IMS Learner Information Profile -määrittelyn mukaisesti voidaan opiskelijatietoja siirtää opetussuunnitelman suoritussympäristöön ja sieltä pois. Ongelmana muiden määrittelysten yhdistämisessä ja käyttöönotossa on, että järjestelmän, jossa näitä kaikkia aiotaan käyttää, tulee sisältää sekä opetussuunnitelmia tukeva ajoympäristö, että muita määrittelyksiä tukevat ajoympäristöt. Ajoympäristöjen yhteensovittaminen samaan ympäristöön on hankalaa, koska olemassa olevat määrittelyt eivät tue tämänkaltaista yhdistämistä. [Koper&Olivier 2004]

IMS Learning Design vaikuttaa hyvin lupaavalta mallilta uudelleenkäytettäville opetussuunnitelmille ja kursseille. Malli ei kuitenkaan vielä ole valmis. Jotta mallin kehittämistä saataisiin nopeutettua, tulisi mallia soveltaa ja testata mahdollisimman laajasti oikeassa käytössä. LD:n käyttöönottoon kannattaisi ottaa mallia SCORM:n käyttöönotosta eli tarjota tukea kehittäjäyhteisölle: tarjota avoimen lähdekoodin kehitysympäristöjä ja ajoympäristöjä, järjestää kehittäjätapauksia LD-mallin mukaisten suunnittelutyökalujen, ajoympäristöjen sekä opetussuunnitelmien toteuttajille, tarjota validointi- ja sertifiointimahdollisuuksia työkaluille ja mallin mukaisille opetussuunnitelmille, tarjota tietovarantoja opetussuunnitelmille sekä järjestää koulutusta ja markkinointia LD-mallille [Koper&Olivier 2004].

7 YHTEENVETO

Opetusteknologian kansainvälinen standardointi on viimevuosina noussut yhdeksi keskeisimmistä osa-alueista opetusteknologian kehityksessä. Standardeja sekä niiden niitä edeltäviä teknisiä määrittämiä on tehty lukematon määrä ja uudeksi ongelmaksi onkin noussut se, miten osata valita standardien joukosta se oikea. Opetusteknologian standardeissa kuvataan usein tietyn sovellusalueen käsitteistö ja näistä tehty tietomalli. Tietomalli on usein niin laaja, että sen järkevä käyttö sellaisenaan, jollain rajatulla sovellusalueella ei vastaa tarkoitustaan. Standardien käyttöönottoon onkin kehitetty erityisiä sovellusprofiileja, joiden kautta standardin sisältö, esimerkiksi tietomalli on rajattu ja ohjeistettu suoraan sovelluskohteeseen soveltuvaksi.

Materiaalimalleilla pyritään ratkomaan digitaalisten oppimateriaalien uudelleenkäytön ongelmia sekä mahdollistamaan oppimateriaalien tarkoituksenmukainen toiminnallisuus eri oppimisympäristöissä. SCORM-malli on saavuttanut maailmanlaajuisesti laajaa suosiota ja myös sen jatkokehitys vastaamaan käyttäjäkuntansa moninaisia tarpeita on aktiivista. SCORM-mallin kehitystä koordinoiva yhdysvaltalainen Advanced Distributed Learning tarjoaa itse malliin liittyvän dokumentaation lisäksi monipuolista tukea SCORM-mallin käyttöönotossa sekä oppimisympäristöjen kehittäjille että oppimateriaalien kehittäjille. Laaja tuki onkin erityisen tärkeää, koska malli itsessään on hyvin laaja ja rajautuu vain tiettyihin kriittisiin ydinkohtiin oppimateriaalien ja oppimisympäristöjen ominaisuuksien määrittelyssä. Samanlaisia sovellettavuusongelmia on nähtävissä muissakin opetusteknologian standardeissa, joten niiden käyttöönotto sovellusprofiilien kautta on järkevä suuntaus. Diplomityössä toteutettu SCORM-ajoympäristön toteuttaminen osaksi muuten valmiista oppimisympäristä oli suhteellisen suoraviivaista ADL:n esimerkkiajoympäristöä apuna käyttäen. Ongelmia aiheuttivat lähinnä SCORM-mallin tulkinnassa tehdyt väärinkäsitykset, joiden seurauksena toteutetun ajoympäristön tuotantokäytössä käytetty oppimateriaali ei ollutkaan täysin mallin mukaista.

SCORM-malli vaikuttaa niin monipuoliselta ja valmiilta ratkaisulta uudelleenkäytettävien oppimateriaalien tekniseksi toteutusratkaisuksi, että sen käyttöönottoa tulisi vakavasti harkita myös hypermedialaboratorion oppimateriaalimalleja jatkokehittäessä. SCORM-mallissa ja A&O:n materiaalimalleissa on niin paljon yhteistä, että A&O:n materiaalimal-

7. YHTEENVETO

lin muokkaaminen yhteneväksi SCORM-mallin kanssa olisi suhteellisen suoraviivaista. Oppimisolusta vaaditaan SCORM-ajoympäristö, jonka toteuttaminen on kuvattu tässä työssä. Tosin SCORM-malli ei sisällä esimerkiksi Java-materiaalirajapintaa, kuten A&O:n materiaalmalli, mutta koska SCORM-malli ei kiellä laajennusten käyttöä voidaan Java-materiaalirajapinta jättää käyttöön A&O-oppimisolusta. A&O-materiaalimallin mukaiset oppimateriaalit vaativat myös muokkaamista, jotta ne saataisiin SCORM-mallin toteutamaan muotoon. Oppimateriaalin sisäiset linkitykset tulee poistaa, materiaalirajapinta tulee ottaa käyttöön oppisisällöissä ja oppimateriaalien metatiedot sekä rakenne pitää kuvata SCORM-mallin mukaisesti.

Materiaalimalleja kokonaisvaltaisemmat kurssimallit mahdollistavat verkkokurssien ja näihin liittyvien resurssien monipuolisen uudelleenkäytön ja siirron eri oppimisolustojen välillä. IMS:n Learning Design vaikuttaa nykyisistä kurssimalleista lupaavimmalta, vaikka onkin vielä kehitysvaiheessa. Learning Design -määritys kokoaa SCORM-mallin tavoin useita opetusteknologian standardeja ja määrityksiä yhteen sovellusprofiiliksi. Mallin on myös tarkoitus tukea mahdollisuuksien mukaan muiden opetusteknologian määrityksen käyttöä yhdistettynä Learning Design -määrityksen käyttöön. Jatkotutkimuskohteena Learning Design -määrityksen mukaisen oppimisolustan toteuttaminen, testaaminen ja arvioiminen tuntuu mielekkäältä. A&O:n kurssimallissa on monia yhteneviä piirteitä Learning Design -määritykseen, joten A&O:n kurssimallin laajentamista tai vaihtamista kokonaan Learning Design -määritykseen A&O-oppimisolustassa tulisi harkita. Toinen vaihtoehto suoran Learning Design toteutuksen sijaan olisi sulauttaa soveltuvat opetusteknologian määritykset osaksi A&O:n kurssimallia ja toteuttaa näistä oma sovellusprofiili. Olemassa olevat esimerkkiajoympäristöt määritysten mukaisten sisältöjen tai resurssien käyttöön oppimisolustoissa kannattaisi kartoittaa ja testata niiden käyttöä. A&O:n kurssimallin (tai kurssimallien yleensä) jatkokehitykseen soveltuvia määrityksiä ovat IMS Learning Design -määritys kurssin ohjelman ja rakenteen kuvaukseen; IMS Enterprise -määritys ryhmien ja roolien kuvaukseen; IMS Question and Test Interoperability -määritys kyselyiden ja testien kuvaukseen sekä IEEE Learning Object Metadata -standardi opetukseen ja opiskeluun liittyvien resurssien metatietojen kuvaukseen sekä IMS Content Packaging -määritys kurssien paketoitintyökaliksi.

LÄHDELUETTELO

- [ADL 2005] ADL:n kotisivu. <http://www.adlnet.org/>, viitattu 29.3.2005.
- [AICC 2005] AICC:n kotisivu. <http://www.aicc.org/>, viitattu 29.3.2005.
- [Arola et al. 2001] Arola, T., Hartikainen, V-M., Levasma, J. A&O Materiaalintuotantomalli. Määrittelydokumentti. 2001. TTKK:n hypermedialaboratorio.
- [CEN 2004] CEN <http://www.cenorm.be/cenorm/index.htm>, viitattu 29.3.2005.
- [Gilliland-Swetland 2000] Gilliland-Swetland, A. J. Introduction to Metadata: Setting the Stage.2000. http://www.getty.edu/research/conducting_research/standards/intrometadata/, viitattu 29.3.2005.
- [Hardaker&Garnet 2002] Hardaker, G., Garnet, R.(2002) User profile generator & creativity assessment tool v1.6. Software specification. Huddersfield. Great Britain.
- [Hautakangas&Pohjolainen 2002] Hautakangas, S., Pohjolainen, S. Avoin Oppimisympäristö (AO)-hankkeen loppuraportti. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere. 18.12.2002.
- [IEEE 2005] IEEE:n kotisivut <http://www.ieee.org>, viitattu 29.3.2005.
- [IMSCP 2005] IMS Content Packaging Specification. <http://www.imsglobal.org/content/packaging/index.html>, viitattu 29.3.2005.
- [IMSLD 2003] IMS Learning Design Version 1 Final Specification. February 2003. <http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.html>, viitattu 29.3.2005.
- [IMSLRMS 2005] IMS Learning Resource Meta-data Specification. <http://www.imsglobal.org/metadata/index.html>, viitattu 29.3.2005.
- [IMSSS 2005] IMS Simple Sequencing Specification. <http://www.imsglobal.org/simplesequencing/index.html>, viitattu 29.3.2005.
- [ISO 15836] ISO15836 The Dublin Core Metadata Element Set. <http://www.niso.org/international/SC4/n515.pdf>, viitattu 29.3.2005.
- [ISO 2003] Proposed Draft Technical Report for: Information technology -- Learning, education, and training -- Management and delivery -- Specification and use of extensions and profiles. ISO/IEC JTC1 SC36 WG4 N0070. SC36 Secretariat. 2003.
- [ISO 2005] ISO:n kotisivu. <http://www.iso.org>, viitattu 29.3.2005.
- [Karjalainen&Mäkitalo 1996] Karjalainen, A., Mäkitalo, I. Oppimateriaalin rakennemalli etäopetuksessa. KAMU: Etäopetus multimedieverkoissa. Raportti. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä. 15.10.1996. <http://matwww.ee.tut.fi/kamu/julkaisut/raportit/rakmal.htm>, viitattu 29.3.2005.
- [Koper&Olivier 2004] Koper, R., Olivier, B. Representing the Learning Design of Units of Learning. Educational Technology & Society,7 (3), 97-111. 2004.
- [Levasma 2002] Levasma, J. Oppimisympäristön tekninen toteutus : A&O. Diplomityö. TTKK. Tampere. 2001.
- [Levasma&Nykänen 2001] Levasma, J., Nykänen, O. Course Material Model in A&O Learning Environment. In Proceedings of ED-MEDIA 2001, Tampere, Finland, June 25-30, 2001.
- [LOMSuomennos 2002] IEEE-standardin ”Learning Objects Metadata”, IEEE 1484.12.1-2002, suomennos. TIEKE. 2002.

LÄHDELUETTELO

- [LTSO 2004] CEN - Learning Technology Standardization Observatory. <http://www.cen-ltso.org/>, luettu 5.3.2004.
- [Nykänen 1999a] Nykänen, O. Producing Structured WWW Hypermedia with Standard Text Editors: Functional Mark-up Language Toolkit. In Proceedings of PEG 99, Exeter, UK, July 10-12, 1999.
- [Nykänen 1999b] Nykänen, O. Visualizing Navigation in Educational WWW Hypertext by Introducing Partial Order and Hierarchy. Proceedings of ED-MEDIA 99, Seattle, USA, June 19-24, 1999.
- [Nykänen&Ala-Rantala 1998] Nykänen, O., Ala-Rantala, M. A design for a hypermedia-based learning environment. *Education and Information Technologies*, 3, 277-290.
- [OKI 2005] Open Knowledge Initiative. <http://www.okiproject.org>, viitattu 29.3.2005.
- [Olivier 2004] Olivier, B. Learning Design Update. July 2004.
- [Pohjolainen et al. 1999] Pohjolainen et al. Etäopetus multimediaverkoissa. Digitaalisen median raportti 1/99. Tekes. ISBN 951-53-1426-7
- [RELOAD 2005] RELOAD Editor - RELOAD Editor - An IMS Metadata, Content Packaging and Learning Design tool. <http://www.reload.ac.uk>, viitattu 29.3.2005.
- [SCORM 2001] The SCORM Overview. Shareable Content Object Reference Model (SCORM) version 1.2. Advanced Distributed Learning. USA. October 1, 2001.
- [SCORM 2004] Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 2004 Overview. Advanced Distributed Learning. USA. 2004.
- [SCORMCAM 2001] The SCORM Content Aggregation Model. Shareable Content Object Reference Model (SCORM) version 1.2. Advanced Distributed Learning. USA. October 1, 2001.
- [SCORMIG 2002] The SCORM Implementation Guide: A Step-by-Step Approach. 2002. Advanced Distributed Learning. USA
- [SCORMRTE 2001] The SCORM Run-Time Environment. Shareable Content Object Reference Model (SCORM) version 1.2. Advanced Distributed Learning. USA. October 1, 2001.
- [SCORMSN 2004] Sharable Content Object Reference Model (SCORM) Sequencing and Navigation (SN) Version 1.3. Advanced Distributed Learning. USA. 2004.
- [SFS5895] SFS5895 Dublin Core -metadataformaatin suomalainen versio. 2001-11-12 fi 1. p., 11 s.
- [W3C 2005] W3C:n Suomen toimiston kotisivu. <http://www.w3c.tut.fi>, viitattu 29.3.2005.

LIITE 1

course.dtd : A&O:n materiaalimallin tietomalli XML-sidonta.

```
<!ELEMENT COURSE ( COURSENAME, COURSENUMBER, COURSEDESC?, AUTHORS?,  
MATERIAL, TOOLS? )>  
<!ELEMENT COURSENAME ( #PCDATA )>  
<!ELEMENT COURSENUMBER ( #PCDATA )>  
<!ELEMENT COURSEDESC ( #PCDATA )>  
<!ELEMENT AUTHORS ( AUTHOR+ )>  
<!ELEMENT AUTHOR ( AUTHORNAME, CONTACTINFO?, COPYRIGHT?, ORG? )>  
<!ELEMENT AUTHORNAME ( #PCDATA )>  
<!ELEMENT CONTACTINFO ( EMAIL?, PHONE?, ADDRESS?, HOMEPAGE? )>  
<!ELEMENT EMAIL ( #PCDATA )>  
<!ELEMENT PHONE ( #PCDATA )>  
<!ELEMENT ADDRESS ( #PCDATA )>  
<!ELEMENT HOMEPAGE ( #PCDATA )>  
<!ELEMENT COPYRIGHT ( #PCDATA )>  
<!ELEMENT ORG ( #PCDATA )>  
<!ELEMENT MATERIAL ( FRAMESET, CONTENT )>  
<!ELEMENT FRAMESET EMPTY>  
<!ELEMENT CONTENT ( FRONTPAGE, CURRICULUM, COMPONENT+ )>  
<!ELEMENT FRONTPAGE EMPTY>  
<!ELEMENT CURRICULUM EMPTY>  
<!ELEMENT COMPONENT ( COMPONENTNAME, HEADER, COMPDESC?,  
KEYWORDS?, CREATIONDATE?, RELATIONS? )>  
<!ELEMENT COMPONENTNAME ( #PCDATA )>  
<!ELEMENT HEADER ( #PCDATA )>  
<!ELEMENT COMPDESC ( #PCDATA )>  
<!ELEMENT KEYWORDS ( KEYWORD+ )>  
<!ELEMENT KEYWORD ( #PCDATA )>  
<!ELEMENT CREATIONDATE ( #PCDATA )>  
<!ELEMENT RELATIONS ( RELATION+ )>  
<!ELEMENT RELATION EMPTY>  
<!ELEMENT TOOLS ( TOOL+ )>  
<!ELEMENT TOOL EMPTY>  
<!ATTLIST TOOL URL CDATA #REQUIRED>  
<!ATTLIST TOOL NAME CDATA #REQUIRED>  
<!ATTLIST TOOL DESC CDATA #REQUIRED>  
<!ATTLIST TOOL HELPURL CDATA #REQUIRED>  
<!ATTLIST MATERIAL LANG CDATA #REQUIRED><!-- ISO Country Codes -->  
<!ATTLIST FRAMESET URL CDATA #REQUIRED>  
<!ATTLIST FRAMESET DOCWINDOW CDATA #REQUIRED>  
<!ATTLIST FRAMESET MENUWINDOW CDATA #REQUIRED>  
<!ATTLIST FRAMESET TOOLWINDOW CDATA #REQUIRED>  
<!ATTLIST FRAMESET EXTRAWINDOW CDATA #REQUIRED>  
<!ATTLIST FRONTPAGE RELATIVEURL CDATA #REQUIRED>  
<!ATTLIST CURRICULUM RELATIVEURL CDATA #REQUIRED>  
<!ATTLIST COMPONENT RELATIVEURL CDATA #REQUIRED>  
<!ATTLIST COMPONENT PARENTURL CDATA #REQUIRED>  
<!ATTLIST COMPONENT TYPE (html|xml|pdf|video|image|CDATA) "html">  
<!ATTLIST COMPONENT ELEMENTENCODING (AOMARKED|NOTMARKED |  
NOELEMENTS) "NOELEMENTS">  
<!ATTLIST RELATION TO CDATA #REQUIRED>  
<!ATTLIST RELATION DESC CDATA #REQUIRED>  
<!ATTLIST RELATION TYPE CDATA #REQUIRED>
```

LIITE 2

coursepackage.dtd : A&O:n kurssimallin tietomallin XML-sidonta

```
<!ELEMENT course ( name, description, structure, rolist, material?, news, groupwork? )>
<!ATTLIST  course defaultroleid CDATA #REQUIRED
            editorroleid  CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT name ( #PCDATA )>
<!ELEMENT description ( #PCDATA )>
<!ELEMENT structure ( structureitem*>
<!ELEMENT structureitem ( name, description )>
<!ATTLIST  structureitem id          CDATA #REQUIRED
                        ancestorid  CDATA #REQUIRED
                        type          CDATA #REQUIRED
                        publishstate CDATA
                        executeend   CDATA
                        publishend   CDATA
                        executestate CDATA
                        publishbegin  CDATA
                        executebegin  CDATA
                        reference     CDATA
                        referencetype CDATA>
<!ELEMENT rolist ( role+ )>
<!ELEMENT role ( name, description )>
<!ATTLIST  role caneditcourse ( true | false ) #REQUIRED
            id          CDATA #REQUIRED
            isremovable ( true | false ) #REQUIRED>
<!ELEMENT material ( package* )>
<!ELEMENT package EMPTY>
<!ATTLIST  package id CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT news ( folder* )>
<!ELEMENT folder ( name )>
<!ATTLIST folder id          CDATA #REQUIRED
                isanonymous CDATA #REQUIRED
                parentid    CDATA #REQUIRED>
<!ELEMENT groupwork ( group )>
<!ELEMENT group ( name, description )>
<!ATTLIST  group queuing    ( true | false ) #REQUIRED
            manual    ( true | false ) #REQUIRED
            limitedsize ( true | false ) #REQUIRED
            canjoin    ( true | false ) #REQUIRED
            sizelimit  CDATA #REQUIRED>
```