

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
School of Engineering Science
Tietotekniikan koulutusohjelma

Kandidaatintyö

Antti Lihavainen

VERKKO-OPPIMISYMPÄRISTÖJEN INTEGROINTI

Työn tarkastaja: Tutkijaopettaja Uolevi Nikula

Työn ohjaaja: Tutkijaopettaja Uolevi Nikula

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
School of Engineering Science
Tietotekniikan koulutusohjelma

Antti Lihavainen

Verkko-oppimisympäristöjen integrointi

Kandidaatintyö

2019

40 sivua, 9 kuvaa, 5 taulukkoa, 3 liitettä

Työn tarkastaja: Tutkijaopettaja Uolevi Nikula

Hakusanat: verkko-oppimisympäristö, Moodle, Viope, LTI, yhteentoimivuus

Keywords: virtual learning environment, Moodle, Viope, LTI, interoperability

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin kahden verkko-oppimisympäristön yhteentoimivuutta. Tavoitteena oli löytää integraatiomalli, jonka avulla opiskelija- ja suoritustietoja voidaan siirtää Viope ohjelmoinnin oppimisympäristöstä Moodle-kurssinhallintajärjestelmään. Opinnäytetyö rajoittui metatietokuvauksiin ja olemassaolevien toiminnallisuuksien hyödyntämiseen sekä rajapinnan tai liitännäisen toteuttamiseen. Toteutustavaksi valikoitui LTI-standardin hyödyntäminen. Työn tuloksena syntynyt LTI-integraatio otettiin käyttöön Viopen tuotantoympäristössä.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
School of Engineering Science
Degree Program in Computer Science

Antti Lihavainen

Integration of virtual learning environments

Bachelor's Thesis

40 pages, 9 figures, 5 tables, 3 appendices

Examiner: Associate Professor Uolevi Nikula

Keywords: virtual learning environment, Moodle, Viope, LTI, interoperability

The objective of this thesis was to find a solution for interoperability between two virtual learning environments. The aim was to find an integration model which would enable the transfer of student data and exercise outcomes from Viope programming learning environment to Moodle learning management system. The work was limited to identifying and determining sources of project metadata, utilising existing functionalities in both systems and implementation of the interface and application plugin. The outcome of this thesis was to utilise the LTI standard in the integration. The integration implementation was merged as part of the Viope production environment.

ALKUSANAT

Tämä kandidaatintyö on tehty työn ohessa. Työn ja opiskelun yhdistäminen johti omalta osaltani ajankäytön haasteisiin, mutta olen iloinen voidessani kertoa kandidaatintyöni olevan valmis. Kiitos kaikille asianosaisille.

Lisäksi erityiset kiitokset tutkijaopettaja Uolevi Nikulalle ohjaamisesta sekä erinomaisista kommentteista.

Seuraavaa kohti.

Vantaa, 2.5.2019

Antti Lihavainen

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	7
1.1	TAUSTA	7
1.2	TAVOITTEET JA RAJAUKSET	8
1.3	TYÖN RAKENNE	8
2	VERKKO-OPPIMISYMPÄRISTÖT	9
2.1	MONOLIITTISET VERKKO-OPPIMISYMPÄRISTÖT	10
2.2	MODULAARISET VERKKO-OPPIMISYMPÄRISTÖT.....	10
2.3	PALVELUKESKEISET VERKKO-OPPIMISYMPÄRISTÖT.....	11
2.4	VIOPE.....	11
2.5	MOODLE	12
2.6	VERKKO-OPPIMISYMPÄRISTÖJEN YHTEENTOIMIVUUS.....	13
2.6.1	<i>Tausta</i>	13
2.6.2	<i>Standardit ja spesifikaatiot</i>	14
2.6.3	<i>Metatieto ja sisältöjen paketointi</i>	15
2.6.4	<i>Toiminnot</i>	17
3	VIOPE-MOODLE -INTEGRAATIO	19
3.1	CASE: LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO	19
3.2	VIOPEN KÄYTTÄJÄ- JA SUORITUSTIEDOT.....	20
3.3	LTI 1.1 -TOTEUTUS	22
3.3.1	<i>Moodle LTI 1.1 Tool Consumer</i>	25
3.3.2	<i>Viope LTI 1.1 Tool Provider</i>	26
3.4	MOODLE-LIITÄNNÄINEN	29
4	POHDINTA	30
5	YHTEENVETO	31
	LÄHTEET	32
	LIITTEET	

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

ADL	Advanced Distributed Learning
AICC	Aviation Industry Computer-Based Training Committee
API	Application Programming Interface
CMS	Content Management System
CMIS	Computer Managed Instruction
CSS	Cascading Style Sheets
DCMI	Dublin Core Metadata Initiative
EPUB	Electronic Publication
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE-LTSC	Institute of Electrical and Electronics Engineers Learning Technology Standards Committee
IMS CC	Instructional Management Systems Common Cartridge
IMS CP	Instructional Management Systems Content Packaging
IMS GLC	Instructional Management Systems Global Learning Consortium
IMS LRM	Instructional Management Systems Learning Resource Metadata
ISO	The International Organization for Standardization
JTC	Joint Technical Committee
LAMP	Linux, Apache, MySQL, Perl/PHP
LCMS	Learning Content Management System
LOM	Learning Object Metadata
LMS	Learning Management System
LTI	Learning Tools Interoperability
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor
SAAS	Software as a Service
SCORM	Sharable Content Object Reference Model
SVG	Scalable Vector Graphics
WWW	World Wide Web
XAPI	Experience API

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Sähköisten oppimisympäristöjen käyttäminen opetuksen ja koulutuksen tukena on yleistynyt jatkuvasti 1990- ja 2000-luvuilla. Samaan aikaan sähköiset oppimisympäristöt ovat käyneet läpi merkittävää muodonmuutosta. Ensimmäisen sukupolven oppimisympäristöt kehitettiin tyypillisesti palvelemaan yksittäistä aihealuetta toiminnallisuuksien rajoituksessa lähinnä materiaalin jakeluun. Toisen (nykyisen) sukupolven oppimisympäristöjen aikakausi alkoi vuosituhannen vaihteessa. Uuden sukupolven keskeinen kehitysaskel on oppimisympäristön modulaarinen rakenne, joka mahdollistaa tarpeen mukaan uusien toiminnallisuuksien kehittämisen. Modulaarisuuden ansiosta oppimisympäristöt ovat yleiskäyttöisiä [1].

Sittemmin sähköisiä oppimisympäristöjä on alettu kehittämään myös dedikoituihin käyttötarkoituksiin, kuten mielipidekyselyihin ja ohjelmoinnin oppimiseen ja opettamiseen. Erikoistuneet oppimisympäristöt toteuttavat toiminnallisuuksia, joita ei yleensä ole saatavilla ns. yleiskäyttöisissä oppimisympäristöissä niiden toteuttamisen vaikeuden vuoksi. Joskus tällaisia ominaisuuksia on tuotavissa oppimisympäristöön liitännäistoteutuksen avulla, mutta tämä aiheuttaa järjestelmän ylläpidolle lisäkuormitusta päivitysten, järjestelmän eheyden ja tietoturvan osalta [2]. Tämä on johtanut monesti useiden rinnakkaisten oppimisympäristöjen käyttöönottoon. Usean eri oppimisympäristön rinnakkain käyttäminen aiheuttaa helposti tiedon pirstoutumisongelman – informaatiota kuten kurssitehtävien suoritukset ja kurssipalautteet tallennetaan eri paikkoihin, joista tieto on erikseen koottava kokonaiskuvan luomista varten. Tiedon koostaminen manuaalisesti useasta eri oppimisympäristöstä vie hallinnoijan resursseja ja altistaa virheille. Kokonaiskuvan puuttuminen opiskelijalta voi myös johtaa vajavaiseen kurssisuoritukseen.

Sähköisten oppimisympäristöjen seuraava sukupolvi pyrkii vastaamaan näihin haasteisiin paremmalla yhteensopivuudella siirtymällä modulaarisesta toteutuksesta palveluorientoituneeseen toteutukseen. Tässä mallissa oppimisympäristöt käyttävät saumattomasti toistensa tarjoamia palveluita ja tarvittaessa informaatiota siirretään

automaattisesti oppimisympäristöjen välillä [2]. Tarve informaation siirtämiselle ja oppimisympäristöjen väliselle kommunikoinnille on kuitenkin jo nykyisellä sukupolvella.

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Työn tavoitteena on löytää malli, jolla Viope Solutions Oy:n kehittämästä ohjelmoinnin oppimis- ja opetusympäristöstä (myöhemmin Viope) voidaan siirtää suoritustietoa automatisoidusti Moodle-kurssinhallintajärjestelmään (myöhemmin Moodle) [3]. Työn tuloksena syntyy kuvaus siitä suoritustiedosta, jota Viopesta on yleisesti saatavilla sekä suunnitellaan ja toteutetaan tämän tiedon siirtämiseen sopiva rajapinta. Lisäksi selvitetään, kuinka siirrettävä tieto on tallennettavissa ja nähtävissä Moodlessa.

Tämän työn puitteissa ei tehdä muutoksia Viope-oppimisympäristöön, vaan sen osalta työ rajoittuu selvitystyöhön ja rajapinnan toteuttamiseen. Moodle-oppimisympäristössä työ rajoittuu olemassa olevien toiminnallisuuksien hyödyntämiseen sekä mahdollisesti liitännäisen toteuttamiseen.

1.3 Työn rakenne

Aiheen käsittely aloitetaan luvussa kaksi, jossa taustoitetaan verkko-oppimisympäristöjen kehityspolkua, näihin liittyviä haasteita sekä käydään läpi tarkemmin Viopen ja Moodlen ominaisuuksia. Kolmas luku keskittyy Viopen ja Moodlen väliseen integraatioon. Neljäs luku sisältää pohdintaa, kuinka aiheen käsittelyä voisi jatkaa. Viidennessä luvussa esitetään yhteenveto ja johtopäätökset.

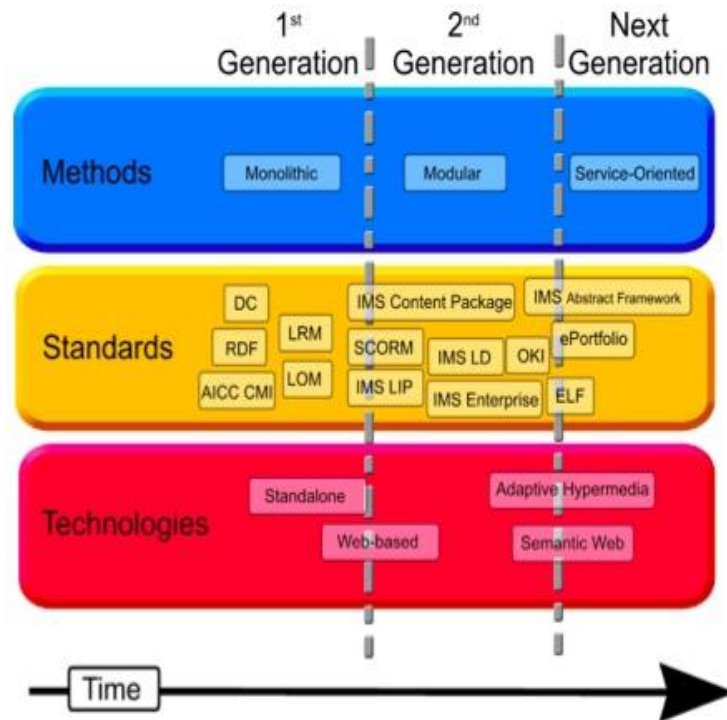
2 VERKKO-OPPIMISYMPÄRISTÖT

Verkko-oppimisympäristöllä tarkoitetaan tietoverkkojen avulla toteutettua oppimisympäristöä [4, 5]. Verkko-oppimisympäristö koostuu teknisestä toteutuksesta, toimijoista (opiskelija, opettaja, kouluttaja), oppimateriaaleista ja näiden vuorovaikutuksesta. Tyypillisesti verkko-oppimisympäristössä on laaja valikoima toiminnallisuuksia, kuten työkaluja oppimateriaalin hallintaan, reaaliaikainen keskustelu, keskustelualueet, sekä erilaisia harjoituksia [6]. Tietoverkossa sijaitseville oppimisympäristöille on lukuisia eri nimiä, jotka valikoituvat lähinnä näiden teknisten ominaisuuksien mukaan. Taulukossa 1 esitellään jaottelu, joka perustuu viiteen eri ominaisuuteen [4]. Tämän työn puitteissa käytetään pääosin termiä verkko-oppimisympäristö, joka kattaa kaikki erityyppiset tietoverkossa sijaitsevat oppimisympäristöt. Tämän lisäksi käytetään termiä ”oppimisen hallintajärjestelmä”, joka tämän työn puitteissa käsitetään varsinaisen oppimisen sijaan lähinnä opiskelijatietojen ja kurssin hallintaan liittyvänä keskusjärjestelmänä. Muita Suomessa käytettäviä nimityksiä verkko-oppimisympäristöille ovat mm. sähköinen oppimisympäristö, verkko-oppimisalusta, kurssinhallintajärjestelmä, oppimishallintajärjestelmä ja virtuaalinen oppimisympäristö.

Ominaisuus	Kurssinhallintajärjestelmä (CMS)	Oppimisen hallintajärjestelmä (LMS)	Oppimis- ja kurssinhallintajärjestelmä (LCMS)
Opiskelijoiden hallinta		Monipuolinen	Rajoittunut
Oppimateriaalin hallinta	Monipuolinen		Monipuolinen
Oppimateriaalin luonti	Rajoittunut		Monipuolinen
Verkko-opiskelu ja seuranta		Monipuolinen	Rajoittunut
Arviointi ja palaute		Monipuolinen	Monipuolinen

Taulukko 1. Verkko-oppimisympäristöjen jaottelu

Verkko-oppimisympäristöt ovat kehittyneet vuosien saatossa merkittävästi. Kuvasta 1 käy ilmi ensimmäisen, toisen ja tulevan sukupolven verkko-oppimisympäristöjen rakennetyypit, yleisimmin käytetyt standardit sekä teknologiat [1].



Kuva 1. Verkko-oppimisympäristöjen sukupolvet. [1]

2.1 Monoliittiset verkko-oppimisympäristöt

Verkko-oppimisympäristöjen ensimmäisen sukupolven voidaan katsoa alkaneen 1990-luvun alkupuolella. Nämä toteutukset palvelivat tyypillisesti vain yhtä tiettyä tarkoitusta, kuten kurssia tai sen aihealuetta. Käytännössä monoliittiset oppimisympäristöt toimivat vain sähköisen materiaalin jakelualustana; vuorovaikutusmahdollisuuksia, opiskelijoiden seuranta tai muitakaan nykyaikaisia ominaisuuksia ei ollut tarjolla [1].

2.2 Modulaariset verkko-oppimisympäristöt

Modulaariset tai toisen sukupolven verkko-oppimisympäristöt alkoivat yleistyä 1990-luvun loppupuolella ja ovat edelleenkin tyypillisin verkko-oppimisympäristön rakenne. Toisen sukupolven tärkeimpiä kehitysaskelaita ovat olleet ns. oppimisobjektien (learning objects,

[6,7]) hyödyntäminen, standardien kehittäminen ja hyödyntäminen (sisältöjen osalta esim. SCORM [8] ja IMS Content Packaging [9]) sekä helppo uusien ominaisuuksien esittely modulaarista rakennetta hyödyntämällä. Esimerkkejä modulaarisista verkko-oppimisympäristöistä ovat Blackboard [10] ja Moodle.

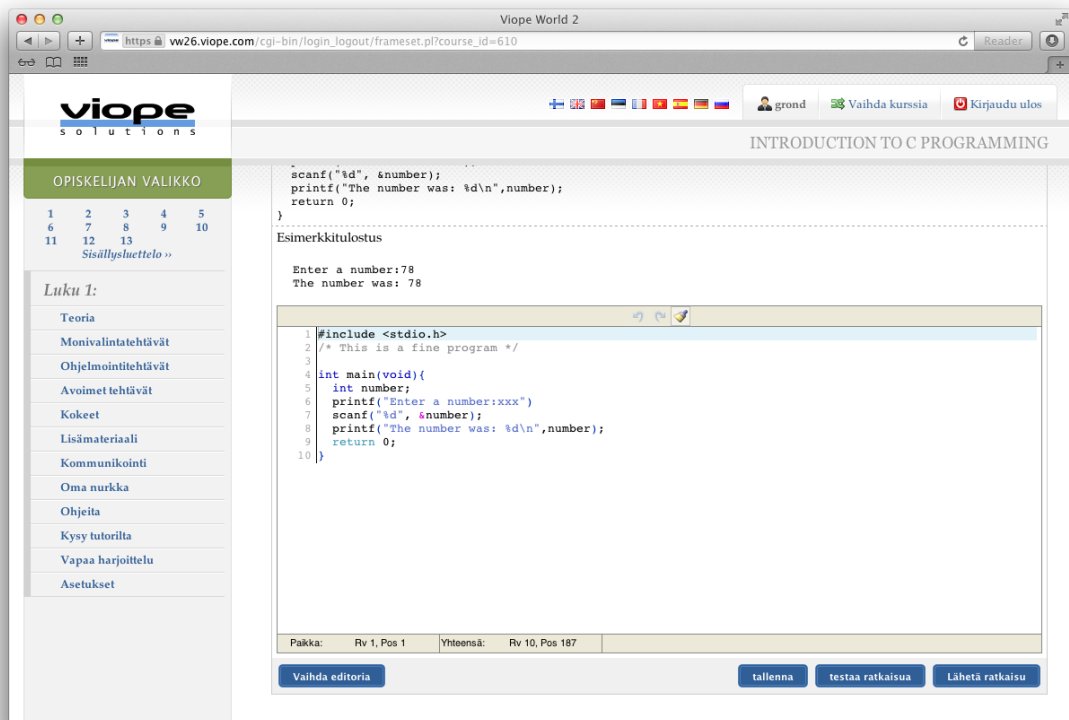
2.3 Palvelukeskeiset verkko-oppimisympäristöt

Verkko-oppimisympäristöjen käytön yleistyessä myös tarjonta on monipuolistunut. Markkinoille on tullut verkko-oppimisympäristöjä, jotka ovat erikoistuneet tiettyihin aihealueisiin. Nämä ns. erikoistuneet verkko-oppimisympäristöt tarjoavat toiminnallisuuksia, joita ei kurssinhallintaan käytävissä verkko-oppimisympäristöissä ole saatavilla. On myös selvää, ettei yhden ohjelmistotoimittajan kannata tuottaa verkko-oppimisympäristöä kattamaan kaikkia tarpeita, sillä ohjelmistosta tulisi liian monimutkainen, kallis ja vaikea ylläpidettävä.

Palvelukeskeisissä verkko-oppimisympäristöissä perusideana on se, että tarvittavat ominaisuudet voidaan koota yhdeksi kokonaisuudeksi usealta eri toimittajalta. Palveluiden käyttäminen ja informaation kuten opiskelijan suoritustietojen siirtäminen tapahtuu saumattomasti – parhaimmillaan loppukäyttäjä ei edes havaitse käyttävänsä usean eri järjestelmän palveluita [2,11].

2.4 Viope

Viope on Viope Solutions Oy:n [12] kehittämä ohjelmoinnin oppimiseen ja opettamiseen erikoistunut verkko-oppimisympäristö, joka on laajasti käytössä ammattikorkeakouluissa ja yliopistoissa niin Suomessa kuin kansainvälisestikin. Viopen kehittäminen aloitettiin Lappeenrannassa vuonna 2001 yhteistyössä Lappeenrannan teknillisen korkeakoulun ohjelmoinnin opettajien kanssa. Viope sisältää ohjelmointitehtävien automaattisen tarkastusmekanismin, joka analysoi opiskelijoiden tekemät tehtävät sekä antaa niistä selkokielistä palautetta. Tämä mahdollistaa aina tuetun, ajasta ja paikasta riippumattoman tavan opiskella ohjelmointia. Kuvassa 2 on esitetty opiskelijan käyttöliittymä Safari-verkkoselaimessa. Opettaja hyötyy Viopen käytöstä mm. tehtävien tarkastuksesta säästyneen ajan sekä monipuolisten edistymisen seurantatyökalujen muodossa.



Kuva 2. Opiskelijan käyttöliittymä Viopessa.

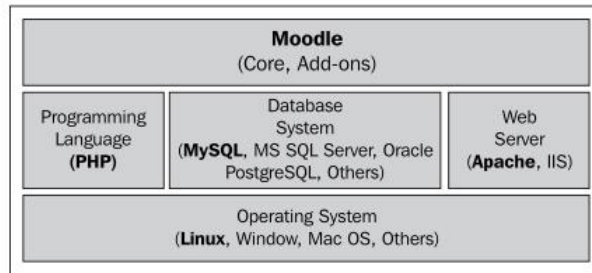
Vioppe on Internetissä toimiva, SaaS (Software as a Service) -toimintamalliin perustuva erikoistunut verkko-oppimisympäristö. Vioppe on kaupallinen ja suljettu järjestelmä, minkä vuoksi vain sitä kehittävä yritys voi tehdä siihen muutoksia. Koska Viopessa ei ole liitännäisarkkitehtuuria, tehdään uudet toiminnallisuudet ja integraatiot muihin järjestelmiin aina projektikohtaisesti, määrittelyjen mukaisesti. Teknisesti Viopen verkko-oppimisympäristö perustuu LAMP (Linux, Apache, MySQL, Perl/PHP) -arkkitehtuuriin

2.5 Moodle

Moodle on yksi suosituimmista avoimen lähdekoodin verkko-oppimisympäristöistä. Vuonna 2002 ensimmäisen versionsa nähnyt Moodle on vakiinnuttanut asemansa useissa koulutusorganisaatioissa kurssinhallintajärjestelmänä. Moodlen vahvuuksia ovat sen

avoimuus (kuka tahansa voi toteuttaa uusia toiminnallisuuksia), standardien tukeminen ja aktiivinen yhteisö.

Moodle perustuu Viopen tavoin LAMP-arkkitehtuuriin (kuva 3). Moodlen avoimen lähdekoodin ydin on kirjoitettu PHP (PHP: Hypertext Preprocessor) -ohjelmointikielellä. Myös Moodlen liitännäiset tulee kirjoittaa kyseisellä ohjelmointikielellä.



Kuva 3. Moodlen arkkitehtuuri. [3]

2.6 Verkko-oppimisympäristöjen yhteentoimivuus

2.6.1 Tausta

Toisen sukupolven modulaarisia verkko-oppimisympäristöjä on useimmiten hankittu kurssinhallintajärjestelmiksi. Erikoistuneiden verkko-oppimisympäristöjen (esim. mielipidekyselyihin ja ohjelmoinnin oppimiseen ja opettamiseen tarkoitettujen verkko-oppimisympäristöt) lisääntynyt tarjonta ja käyttöönotto on johtanut siihen, että yhdellä organisaatiolla voi olla käytössään lukuisia erilaisia verkko-oppimisympäristöjä rinnakkain. Johtuen toisen sukupolven verkko-oppimisympäristöjen luonteesta ja arkkitehtuurista yhdeksi merkittäväksi haasteeksi muodostuu hallinnollinen kuormitus ja tiedon pirstaloituminen. Opiskelija- ja kurssi-ilmoittautumistiedot on mahdollisesti ensin haettava opiskelijarekisteristä, jonka jälkeen luodaan tunnuksia manuaalisesti eri järjestelmiin ja toimitetaan ne opiskelijoille järjestelmäylläpitäjän tai opettajan toimesta. Kurssien suoritusaikana opettajan tai ylläpitäjän on myös mahdollisesti lisättävä ja poistettava tunnuksia. Tietoa kuten kurssitehtävien suoritukset ja kurssipalautteet on voitu tallentaa eri järjestelmiin, jotka eivät siirrä tietoa automaattisesti kurssinhallintajärjestelmään. Tällöin kurssin opettajan tai assistentin tehtäväksi jää suoritustiedon koostaminen manuaalisesti useasta eri paikasta. Tämä paitsi vie hallinnoijan resursseja, myös altistaa inhimillisille virheille.

Opiskelijalle useiden eri järjestelmien käyttö voi olla ongelmallista monesta eri syystä. Kirjautuminen voi tapahtua eri paikoista, sekä jokaiseen järjestelmään on useimmiten käytössä eri käyttäjätunnukset. Tämän lisäksi opiskelijan voi olla vaikea hahmottaa kurssikokonaisuutta sekä siihen liittyvää arvostelua, koska reaaliaikaista pisteseurantaa ei ole tai pisteseurannan päivittäminen monta kertaa kurssin aikana on opettajalle liian työlästä. Kokonaiskuvan puuttuminen opiskelijalta voi täten johtaa vajavaiseen kurssisuoritukseen jos opiskelijan mielikuva eroaa todellisuudesta ja kurssi on ehtinyt liian pitkälle tai jopa päättyä.

Kaikille käyttäjärooleille yhteistä on kokonaisvaltaisen käyttökokemuksen heikkeneminen. Yhdessä nämä haasteet ovat johtaneet siihen, että jo nykyisillä toisen sukupolven verkko-oppimisympäristöillä on selkeä tarve paremmalle yhteentoimivuudelle.

2.6.2 Standardit ja spesifikaatiot

Oppimisympäristöissä käytettävien teknologioiden ja -sisältöjen standardointi on tärkeää monesta syystä. Standardit mahdollistavat mm. yhteentoimivuuden järjestelmien välillä, hallittavuuden, saatavuuden, uudelleenkäytettävyyden, siirrettävyyden sekä skaalautuvuuden [7]. Standardien lisäksi on olemassa kattava joukko spesifikaatioita eli määrittelyjä, jotka toimivat tärkeänä kehitystä ohjaavana välivaiheena ennen varsinaista standardin asemaa [13].

Verkko-oppimisympäristöjen standardit ja spesifikaatiot voidaan jakaa karkeasti sisältökuvauksien (metatieto) ja sisältöjen paketoinnin sekä toiminnallisuuksien osaluille. Näille osa-alueille keskittyneitä organisaatioita on runsaasti, mutta vain muutamat näistä ovat kyenneet luomaan standardeja, jotka ovat saaneet laajamittaista tukea. Tärkeimpiä standardointi- ja määrittelyorganisaatioita ovat IMS GLC (Instructional Management Systems Global Learning Consortium) [14], IEEE-LTSC (IEEE Learning Technology Standards Committee) [15], Ariadne Foundation [16], ADL (Advanced Distributed Learning) [17], DCMI (Dublin Core Metadata Initiative) [18], ISO/IEC JTC 1/SC 36 (International Organization for Standardization/The International Electrotechnical

Commission Joint Technical Committee) [19], AICC (Aviation Industry Computer-Based Training Committee) [20]. AICC:n standardointityö on päättynyt vuonna 2014.

2.6.3 Metatieto ja sisältöjen paketointi

Sisältöjen osalta yhteentoimivuudella voidaan käsittää metatieto (tietoa tiedosta) sekä sisältöjen paketointi. Metatieto mahdollistaa sisältöjen tallentamisen eri säilytyspaikkoihin (engl. repository) [21] niin, että ne ovat tehokkaasti löydettävissä ja uudelleenkäytettävissä. Metatiedolla on merkittävä rooli myös koostettaessa erilaisia sisältökokonaisuuksia joukosta oppimisobjekteja.

Standardinmukaisesti paketoitut sisällöt edesauttavat materiaalien ja kurssikokonaisuuksien siirtämistä ja käyttämistä erilaisissa verkko-oppimisympäristöissä ilman tarvetta muokata sisältöjä tai rakenteita kohdejärjestelmään sopivaksi. Tämä säästää resursseja nopeuttamalla siirtoprosessia sekä eliminoi mahdollisia inhimillisiä virheitä, jotka voivat johtaa virheisiin materiaalissa tai jopa osamateriaalin puuttumiseen.

IEEE LOM (Learning Object Metadata) -standardi [22] on julkaistu vuonna 2002 ja on kansainvälisesti tunnustettu avoin ja moniosainen metatietostandardi. Standardin ensimmäinen osa määrittelee XML-pohjaisen tietomallin oppimisobjektien kuvaamiseksi. Tietomalli ohjeistaa myös käytettävän sanavaraston sekä oppimisobjekteista kuvattavat osa-alueet.

IMS LRM (Learning Resource Meta-Data) [23] on spesifikaatio, joka on suurelta osin IEEE Learning Object Metadata -standardin pohjatyötä. Spesifikaation versio 1.3 noudattelee samaa tietomallia, minkä vuoksi LOM (Learning Object Metadata) -termiä voidaan käyttää kun viitataan IMS LRM -spesifikaatioon tai IEEE LOM -standardiin [24,25].

Metadata for Learning Resources (ISO/IEC 19788) [26] on moniosainen standardi, jonka tärkeimpänä tavoitteena on tarjota yhteensopivuutta Dublin Core ja Learning Object Metadata -standardien välille. Lisäksi standardi huomioi erilaiset kielelliset ja kulttuurilliset kontekstit, joissa sisältöjä luodaan.

Dublin Core Metadata -spesifikaation taustalla oleva Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) on 1995 perustettu organisaatio, joka keskittyy metatietoon liittyviin innovaatioihin ja standardointityöhön. Dublin Core Metadata sisältää viisitoista yleiskäyttöistä elementtiä, joita voidaan käyttää resurssin kuvaamiseen. Dublin Coren alaisuudessa kehitetään myös LRMI (Learning Resource Metadata Initiative) -spesifikaatiota, jonka kiinnostuksen kohde on oppimismateriaalit.

SCORM (Sharable Content Object Reference Model) on kokoelma erilaisia standardeja ja määrittelyjä, joiden tarkoituksena on helpottaa sisältöjen käyttöä ja siirrettävyyttä eri verkko-oppimisympäristöissä. Yhdysvaltalaisen ADL:n koordinoima SCORM on pitkään ollut yksi tunnetuimmista ja käytetyimmistä standardeista verkko-oppimisympäristöjen osa-alueella.

IMS CP (Content Packaging) [9] on osa laajempaa IMS CC (Common Cartridge) -spesifikaatiota [27], joka kattaa myös muita standardeja oppimissisältöjen luomiseksi, jakamiseksi ja käyttämiseksi. IMS CP -standardin avulla voidaan kuvata oppimissisältöjen tietorakenteita, joka mahdollistaa oppimissisältöjen tuonnin, viennin ja yhdistämisen eri järjestelmien välillä. IMS CP -standardi on kehitetty vain sisällön paketoimista ja siirtämistä varten.

Cmi5-spesifikaatio [28] kuvaa itsensä xAPI-spesifikaation [29] profiiliksi, joka määrittää käytettävän jolla mahdollistetaan saumaton oppimateriaalien ja verkko-oppimisympäristöjen integrointi. Cmi5-profiili on kehitetty erityisesti käyttötapauksiin, joissa käytetään verkko-oppimisympäristön ulkopuolella sijaitsevia oppimateriaaleja hyödyntäen sisällönlaukaisumekanismia, autentikaatiota, istunnonhallintaa, raportointia sekä kurssirakennetta.

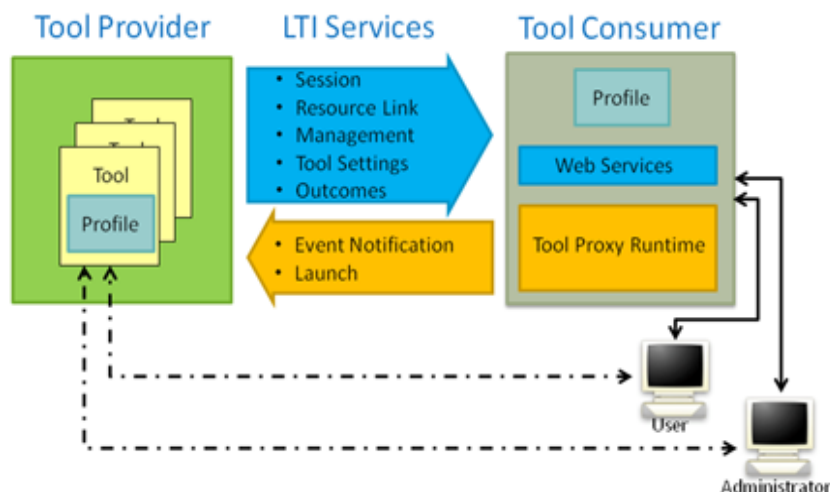
International Digital Publishing Forum [30] kehittää EPUB-standardia [31] ja EPUB for Education [32] -spesifikaatiota. EPUB on yleisluontoinen formaatti digitaalisille julkaisuille joka määrittelee sisältöpakettin rakenteen. Käytännössä EPUB-julkaisu on yhdeksi tiedostoksi pakattu kokoelma WWW (World Wide Web)-sisältöä, esimerkiksi HTML (Hypertext Markup Language), CSS (Cascading Style Sheets), SVG (Scalable Vector Graphics) -tiedostoja. EPUB on laajasti käytetty erityisesti kaupallisissa kirjajulkaisuissa, joita luetaan tyypillisesti erilaisilla mobiilipäätelaitteilla.

EPUB for Education perustuu EPUB-standardiin ja pyrkii parantamaan digitaalisten sisältöjen käyttämistä oppimisessa. Spesifikaatio määrittelee mm. integraation IMS LTI (Learning Tools Interoperability) [33] -standardia hyödyntäville palveluille, mikä mahdollistaa käsillä olevaan materiaaliin liittyvien testien ja harjoitusten linkittämisen.

2.6.4 Toiminnot

Yhteentoimivuus toiminnallisuuksien osalta tarkoittaa verkko-oppimisympäristöjen integroitumista toisiinsa niin, että nämä voivat käyttää toistensa ominaisuuksia ja siirtää suoritukseen liittyviä tietoja joko palvelukeskeisen arkkitehtuurin avulla tai muulla tavoin. Standardinmukainen rajapinta toimintojen tarjoamiseksi ja käyttämiseksi tarjoaa monia etuja. Palveluiden käyttäjille suurin hyöty on laajempi valikoima erilaisia sovelluksia ilman, että niitä tarvitsee itse toteuttaa. Verkko-oppimisympäristöjen kehittäjille standardi tarkoittaa vähemmän integroimistyötä, koska voidaan käyttää yhtä hyväksi todettua ja testattua toteutusta. Tämä voi myös vähentää potentiaalisia ohjelmistovirhetilanteita jotka voivat vaikuttaa käyttökokemukseen ja altistaa tietoturvaongelmille.

IMS LTI on suosittu standardi erilaisten verkko-oppimisympäristöjen toiminnallisuuksien integrointiin. LTI on kehitetty mahdollistamaan erilaisten verkko-oppimisympäristöjen saumaton yhteentoimivuus. Konseptitasolla standardi jakaa verkko-oppimisympäristöt ns. työkalujen tarjoajiin ja käyttäjiin. Työkalun käyttäjä on useimmiten kurssinhallintajärjestelmä (esim. Moodle) ja työkalun tarjoaja jokin erikoistunut verkko-oppimisympäristö (esim. Viope).



Kuva 4. LTI yleiskuvaus. [33]

xAPI (tunnetaan myös nimellä Tin Can Api) on kehitetty korvaamaan jo vanhentunut SCORM-standardi, sekä vastaamaan nykyajan muuttuneisiin vaatimuksiin. xAPI mahdollistaa oppimisen (tai kokemusten) seurannan laajasti rajoittamatta käyttöympäristöä. Poikkeuksellisen spesifikaatiosta tekee se, että se mahdollistaa seurannan myös ns. offline-aktiiviteeteille. Seurannan kuvailumuoto on myöskin erilainen muista spesifikaatioista ja standardeista; tallennettava aktiiviteetti muodostetaan substantiivi-verbi-objekti -yhdistelmänä (esim. "Minä opin tämän") ja mahdollistaa näin ollen paljon laveamman raportoinnin kuin perinteinen pisteytys. Aktiiviteetit tallennetaan oppimissuorituskeskukseen (Learning Record Store), jotka voivat taas siirtää tiedot toisiin keskuksiin tarpeen mukaan.

Huolimatta monista kehittyneistä olemassaolevista spesifikaatioista ja standardeista, teollisuudessa on käytössä paljon sovellus- ja organisaatiokohtaisia integraatioita niin sisällöille kuin toiminnallisuuksillekin. Monet alan johtavista verkko-oppimisympäristöjen kehittäjistä ovat luoneet standardin käyttämisen sijaan omia rajapintoja, joihin muut verkko-oppimisympäristöt pyydetään integroitumaan. Esimerkkinä tällaisista rajapinnoista ovat norjalaisen ItsLearning -oppimisympäristön Extensions API [34] sekä yhdysvaltalaisen Blackboardin Blackboard API Services [35].

3 VIOPE-MOODLE -INTEGRAATIO

3.1 Case: Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Tässä työssä keskityttiin erityisesti Lappeenrannan teknillisen yliopiston (myöhemmin tässä tekstissä yliopisto) käyttötapaukseen. Yliopistolla on käytössä useita erikoistuneita verkko-oppimisympäristöjä, joista yksi on Viope. Useiden järjestelmien rinnakkainen käyttö on osoittautunut yliopiston henkilökunnalle työlääksi opiskelijoiden hallinnan ja arvostelun kannalta, koska tietoja joudutaan siirtämään ja muokkaamaan käsin.

Yliopiston opiskelijoiden tiedot ja kurssi-ilmoittautumiset ovat tallennettuna Oodi-tietojärjestelmään, josta ne on siirrettävissä automatisoidusti Moodle-kurssinhallintajärjestelmään. Kurssin opettajat ovat tämän jälkeen joko pyytäneet kurssille osallistuvia opiskelijoita ilmoittautumaan Viopeen tai tuoneet itse ilmoittautuneet opiskelijat opiskelijahallinnan kautta. Yliopiston toiveena on saada opiskelija- ja suoritustiedot siirrettyä automatisoidusti järjestelmien välillä, jolloin manuaalisia välivaiheita saataisiin eliminoidua.



Kuva 5. Opiskelijatietojen ja -suoritusten siirtäminen.

Viopen ja Moodlen integroinnissa lähtökohtana oli se, että Viopeen voidaan toteuttaa rajapinta, jonka kautta kaikki saatavilla oleva opiskelijoiden suoritustieto on siirrettävissä. Moodlen osalta mahdollinen kehitystyö rajattiin olemassaoleviin toiminnallisuuksiin sekä mahdollisesti liitännäisen toteuttamiseen. Muutokset Moodlen omaan ohjelmakoodiin aiheuttaisi haasteita esimerkiksi Moodlen versiopäivitysten yhteydessä, jolloin integraatioon liittyviä muutoksia voisi ylikirjoittaa. Käytettäessä Moodlen olemassaolevia ominaisuuksia sekä liitännäisiä ei järjestelmäylläpitäjien tarvitse erikseen huolehtia uusista toiminnallisuuksista, samoin asentaminen on helpompaa ja näin ollen todennäköisyys virheille pienempi.

3.2 Viopen käyttäjä- ja suoritustiedot

Tietojen siirtämistä varten selvitettiin mitä suoritustietoja Viopesta on saatavilla. Viopessa on neljä eri tehtävätyyppiä: ohjelmointitehtävät, monivalintatehtävät, avoimet tehtävät ja kokeet, jotka koostuvat kolmesta ensiksi mainitusta. Taulukossa 1 on havainnollistettu eri tehtävätyypit.

Käyttäjätieto	Tietotyyppi	Esimerkki
Käyttäjätunnus	Merkkijono	Bkottarai
Etunimi	Merkkijono	Brian
Sukunimi	Merkkijono	Kottarainen
Opiskelijanumero	Merkkijono	F0388123
Ryhmän nimi	Merkkijono	AT2-2014
Katuosoite	Merkkijono	Laserkatu 3 A 1
Postinumero	Merkkijono	53850
Postitoimipaikka	Merkkijono	Lappeenranta
Sähköpostiosoite	Merkkijono	brian@kottarainen.fi
Puhelinnumero	Merkkijono	040-1234567

Taulukko 1. Viopen käyttäjäprofiilin tiedot.

Taulukossa 2 on esitetty Viopen tehtävätyypit ja niihin liittyvät suoritustietojen muodot sekä automaattisesti tai manuaalisesti annettavien pisteiden pisteavaruus.

Tehtävätyyppi	Suoritustiedot	Pisteavaruus
Ohjelmointitehtävät	<ul style="list-style-type: none"> • Ohjelmakoodi • Pisteet 	1-50
Monivalintatehtävät	<ul style="list-style-type: none"> • Pisteet 	-3-10
Avoimet tehtävät	<ul style="list-style-type: none"> • Palautettu materiaali • Pisteet 	0-50
Kokeet	<ul style="list-style-type: none"> • Ohjelmointitehtävien ohjelmakoodit • Monivalintatehtävien pisteet • Avoimien tehtävien palautettu materiaali 	<i>Riippuu tehtävistä</i>

Taulukko 2. Tehtävätyyppihin liittyvät suoritustiedot ja pisteavaruudet.

Asiakashaastattelun perusteella identifioitiin oleelliset suoritustiedot. Näitä olivat opiskelijan osalta nimi, käyttäjätunnus (koulutusorganisaation määrittelemä) ja opiskelijanumero. Tehtävien osalta oleellisiksi tiedoiksi katsottiin tehtyjen tehtävien määrä sekä niistä saadut pisteet ryhmitettynä tehtävätyypeittäin. Taulukossa 3 on esimerkki nämä tiedot sisältävästä raportista, joita asiakkaalle on aiemmin toimitettu manuaalisesti Excel-muodossa.

Opiskelijanumero	F0388123
Etunimi	Brian
Sukunimi	Kottarainen
Käyttäjätunnus	Bkottarai
<i>Tehdyt monivalinnat</i>	5
<i>Pisteet monivalinnat</i>	7
<i>Tehdyt ohjelmointitehtävät</i>	18
<i>Pisteet ohjelmointitehtävät</i>	18
<i>Pisteet Koe 1</i>	5
<i>Pisteet Koe 2</i>	3
<i>Pisteet Koe N</i>	5
<i>Koepisteet yhteensä</i>	13

Taulukko 3. Esimerkkiraportti opiskelijan suoritustiedoista riveittäin.

3.3 LTI 1.1 -toteutus

Toteusvaihtoehtoja olivat LTI 1.1 -standardin käyttäminen Moodlessa ja Viopessa tai Moodle-liitännäisen toteuttaminen sitä vastaavalla Vioppe-rajapinnalla. Molemmissa toteutusvaihtoehtoissa on omat hyödyt ja haitat. LTI 1.1 on monikäyttöinen (standardia tukevat kaikki suosituimmat verkko-oppimisympäristöt) ja täydennettäessä Moodle-liitännäisellä tarjoaa ratkaisun tulosten siirtämiseen aina toivomusten mukaisesti. Lisäksi LTI-toteutus eliminoi tiedoneheysongelman, joka syntyy mikäli loppukäyttäjä (opiskelija) luo itsenäisesti tunnuksen LTI Tool Provider -järjestelmään (Vioppe) käyttämättä LTI-aktiviteettilinkkiä – tällöin opiskelija on manuaalisesti tunnistettava ja yhdistettävä molemmissa järjestelmissä tiedon oikeellisuuden varmistamiseksi.

LTI 1.1 -standardin puute on tulosten siirtämisessä. Standardin mukaan työkaluntarjoaja (Tool Provider) voi palauttaa aktiviteetistä yhden desimaaliluvun (0.0 – 1.0), joka kuvaa tehtävän tai tehtävien suoritusastetta. Vioppe voi sisältää useita erityyppisiä tehtäviä joiden pisteavaruudet eroavat toisistaan, joten LTI-tulosraportointia voi pitää vain viitteellisenä (käytännössä hyväksyty/hylätty). Teknisesti rajoittuneen pisteytyksen voi kuitenkin

kiertää määrittämällä tai kuvaamalla pisteityksen tehtäväkohtaisesti Moodlessa, jonne tieto kyseisten tehtävien suorittamisesta erikoistuneessa verkko-oppimisympäristössä siirtyy hyväksytty/hylätty -asteikolla.

Moodle-liitännäinen ja sitä vastaava rajapinta Viopessa tarjoaisivat teknisesti LTI-standardia laajemmat mahdollisuudet opiskelija- ja suoritustietojen siirtämiseksi. Epästandardi määrittely ja toteutus molempiin järjestelmiin olisi kuitenkin raskaampi toteuttaa, riskialttiimpi erilaisille tietoturvaongelmille ja tarkoittaisi myös uudelleenkäytettävyydestä luopumista (liitännäinen täytyisi toteuttaa jokaiseen käytettävään järjestelmään erillisenä projektina).

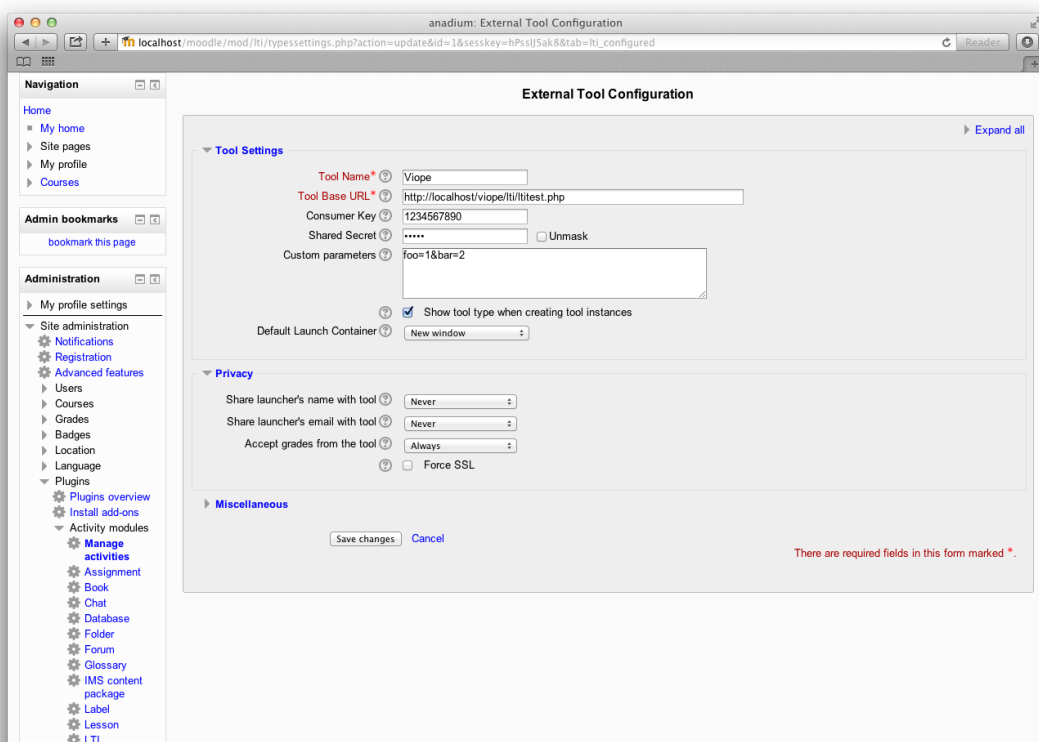
LTI-standardista on kehitteillä 2.0 -versio, jossa on mahdollisuus laajemmalle tulosraportoinnille. Näin ollen LTI 1.1 -standardin mukainen toteutus katsottiin olevan paras ratkaisuvaihtoehto kokonaisvaltaisesti tarkasteltaessa heti ja standardipäivityksen kautta myös itsenäisenä toteutuksena. Taulukossa 4 on esitetty yhteenvetona molempien integraatiotapojen hyötyjä ja haittoja.

Integraatiotapa	Hyödyt	Haitat
LTI 1.1 (Tool Consumer & Provider)	<p>+ standardoitu integraatio, yksi toteutus – useita käyttökohteita</p> <p>+ sisältää tunnistautumisen työkalun tarjoajan ja käyttäjän välille, joka mahdollistaa tunnusten automaattisen luonnin Vioppeen sekä luotettavan takaisinraportoinnin</p> <p>+ laaja käyttäjäkunta, jolta saatavissa apua toteutukseen (esim. valmiit ohjelmistokirjastot)</p> <p>+ mahdolliset tietoturvaongelmat havaitaan ja korjataan nopeasti</p>	<p>- rajoittunut tulostensiirto (aktiiviteeteista yksi desimaaliluku 0.0 – 1.0)</p>
Moodle-liitännäinen ja sitä vastaava rajapinta Viopessa	<p>+ mahdollisuus siirtää kaikki tarvittava tieto ja muokata rajapintaa sekä tulosraportteja halutunlaiseksi tarpeiden mukaan</p>	<p>- käytettävissä vain Moodlessa</p> <p>- Viopen tunnusten ja tulosten yhdistäminen Moodlessa edelleen epäluotettavaa, koska yhteistä tunnistetta ei välttämättä ole</p> <p>- proprietary-ohjelmistojen ongelmat – kehittäjä vastaa mm. tietoturvatoteutuksesta</p> <p>- mahdollisesti kallis toteuttaa</p>

Taulukko 4. LTI:n ja Moodle-liitännäisen hyötyjen ja haittojen vertailu.

3.3.1 Moodle LTI 1.1 Tool Consumer

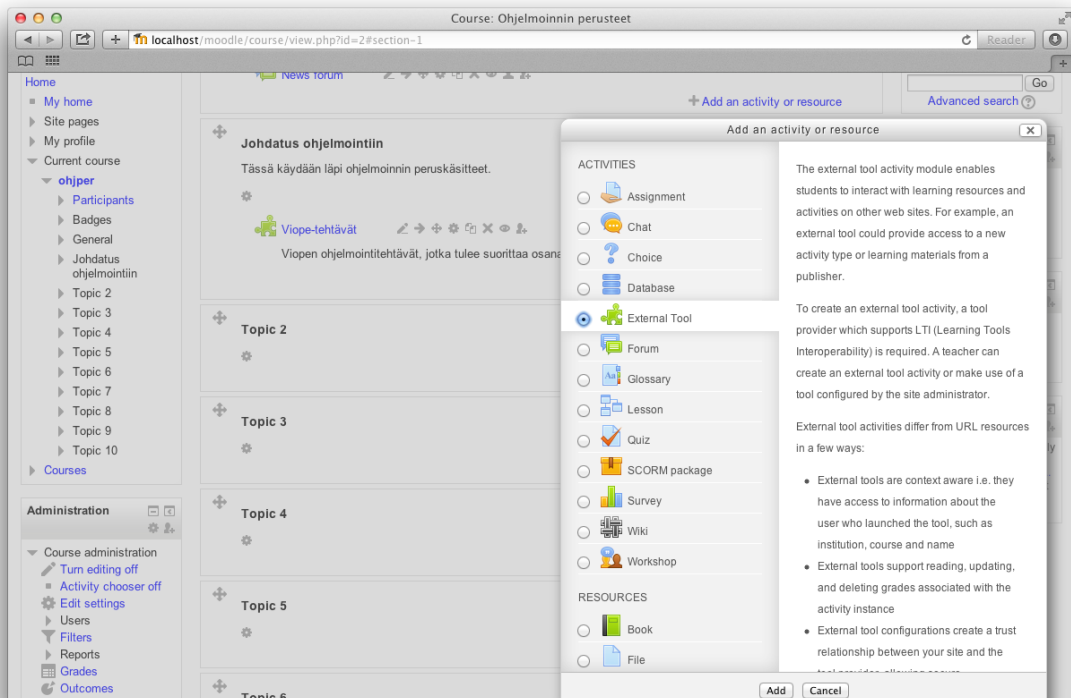
LTI 1.1 -yhteensopiva työkalu voidaan käynnistää Moodlesta määrittämällä uusi aktiviteetti laukaisutietoineen (kuva 6). Aktiviteetti voidaan esimäärittellä Moodleen järjestelmäylläpitäjän toimesta, jolloin kyseisen aktiviteetin lisääminen minkä tahansa kurssin osaksi ei vaadi enää asennustietoja, kuten laukaisuosoitetta (URL) tai jaettuja avaimia. Tämä helpottaa opettajien ja ohjaajien työtä.



The screenshot shows the 'External Tool Configuration' page in Moodle. The browser address bar indicates the URL: `localhost/moodle/mod/lti/typesettings.php?action=update&id=1&sesskey=hPstt5ak.8&tab=lti_configured`. The page title is 'External Tool Configuration'. On the left, there is a navigation menu with sections for 'Navigation', 'Admin bookmarks', and 'Administration'. The 'Administration' section is expanded to show 'My profile settings' and 'Site administration', with 'LTI' selected under 'Activity modules'. The main content area is titled 'External Tool Configuration' and contains several sections: 'Tool Settings', 'Privacy', and 'Miscellaneous'. The 'Tool Settings' section includes fields for 'Tool Name*' (Viopelle), 'Tool Base URL*' (`http://localhost/viopelle/lti/ltitest.php`), 'Consumer Key' (1234567890), 'Shared Secret' (masked with asterisks), and 'Custom parameters' (`foo=1&bar=2`). There is also a checkbox for 'Show tool type when creating tool instances' which is checked, and a 'Default Launch Container' dropdown set to 'New window'. The 'Privacy' section has dropdowns for 'Share launcher's name with tool' (Never), 'Share launcher's email with tool' (Never), and 'Accept grades from the tool' (Always), along with a 'Force SSL' checkbox. The 'Miscellaneous' section contains 'Save changes' and 'Cancel' buttons. A red message at the bottom right states: 'There are required fields in this form marked *.'

Kuva 6. LTI 1.1 -laukaisutietojen oletusasetukset Viopelle.

Oletusasetusten lisäämisen jälkeen aktiviteetin lisääminen kurssille tehdään kurssin muokkausnäkymässä (kuva 7). Yksityisyysasetuksia lukuun ottamatta jokaista aktiviteettia voi täydentää tai muokata haluamukseen.



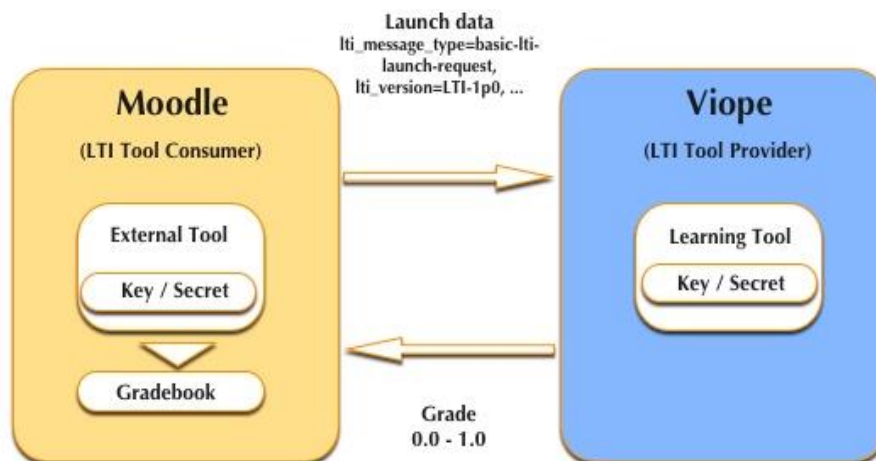
Kuva 7. Aktiviteetin lisääminen kurssille.

LTI-aktiviteettilinkin luomisen ja kurssille lisäämisen jälkeen siirtyminen Tool Provider - palveluun onnistuu aktiviteettilinkkiä seuraamalla. Liitteessä 1 on esitetty LTI 1.1 - standardiin kuuluvat ja Moodlen käyttämät parametrit aktiviteetin laukaisussa, sekä niiden kuvaukset.

3.3.2 Viopete LTI 1.1 Tool Provider

Moodlen tukiessa standardinmukaista LTI 1.1 Tool Consumer -roolia, jäi selvitetäväksi lähinnä LTI 1.1 Tool Provider -rooli ja toiminnallisuuden synkronoiminen Viopen oppimisympäristöön. LTI Tool Provider -toiminnallisuus on suoraviivaista toteuttaa ja avuksi on myös saatavissa esimerkkitoiteuksia useilla eri ohjelmointikielillä. Tämän työn puitteissa hyödynnettiin julkisia esimerkkitoiteuksia GitHub [36] - versionhallintapalvelusta. LTI-toiminnallisuus voidaan käsitellä hyvinkin itsenäisenä osana oppimisympäristöä, joka hoitaa autentikoinnin hyödyntäen olemassa olevia käyttäjätietokantoja ja tarjoaa oppimisympäristölle tiedon sen onnistumisesta, sekä mahdollisista lisäparametreista. Viopen tehtäväksi jää tämän tiedon hyödyntäminen

autorisoinnissa sekä mahdollisten oppimisobjektien (esim. ohjelmointitehtävä) tarjoaminen käyttäjälle lisäparametrien mukaisesti. Tulosten lähettäminen Moodleen voidaan tehdä esimerkiksi jokaisen hyväksytyyn suoritusyrityksen jälkeen, hyödyntäen Moodlen LTI-kutsussa saatuja parametrejä. Moodle tallentaa vastaanotetun suoritustiedon arvostelukirjaan (Gradebook [37]). Kuvassa 8 on yleiskuvaus LTI:n toiminnasta Tool Consumer ja Tool Provider -palveluiden välillä.



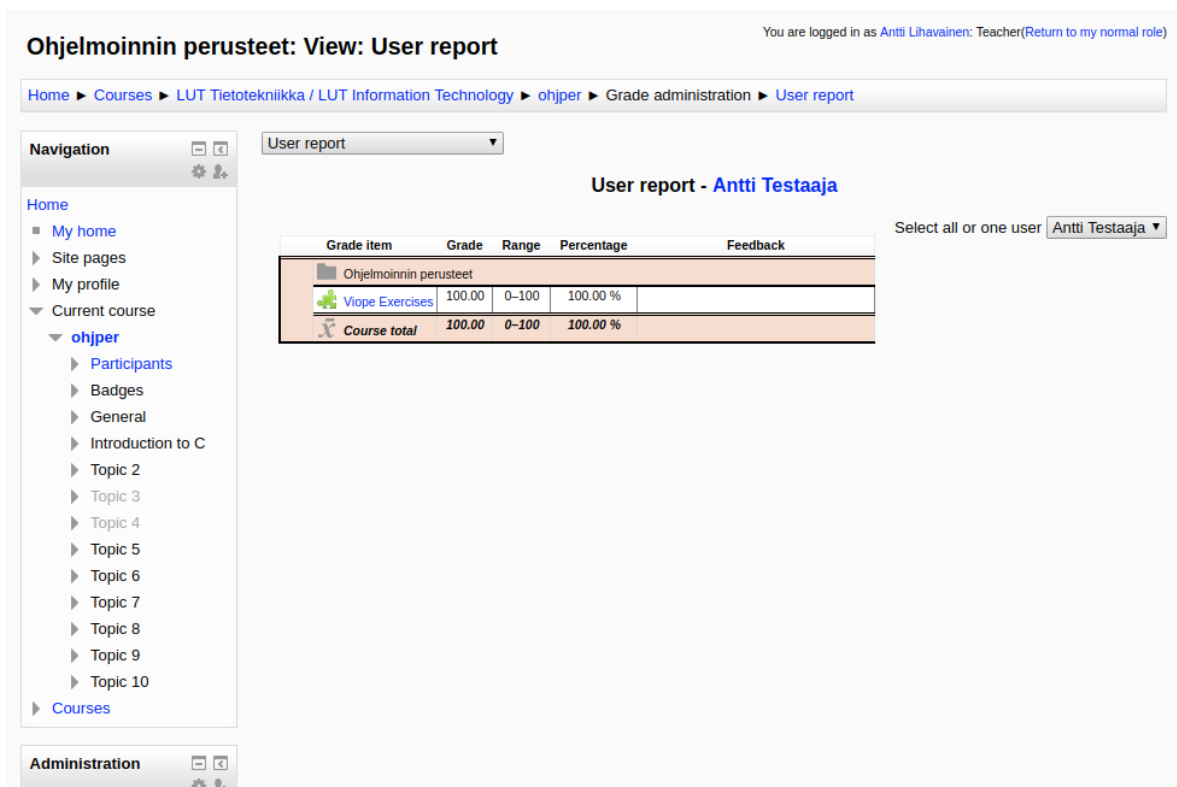
Kuva 8. LTI Tool Consumer ja Provider.

3.3.2.1 Basic Outcomes Service

Tulosten lähettäminen ja vastaanottaminen tapahtuu hyödyntämällä IMS Learning Information Services -spesifikaation [38] mukaista Basic Outcomes Service -palvelua [39]. Palvelu määrittelee kolme erilaista pyyntöä, joilla tuloksia voidaan muokata niitä keräävässä järjestelmässä. Tool Consumer -palvelussa (Moodle) määritetyille LTI-aktiiviteeteille luodaan automaattisesti aktivointilinkit, joiden mukana lähetetään sourcedId -yksilöintitieto sekä Outcome service url, jonne arvostelutiedot toimitetaan Tool Provider (Viope) -palvelusta. SourcedId-tieto on yksilöllinen jokaiselle resurssilinkki-käyttäjän yhdistelmälle, jossa resurssilinkki olisi tässä tapauksessa ohjelmointitehtävä jollakin kurssilla. Esimerkki Moodlen lähettämästä LTI-aktiiviteettilinkin lähettämästä HTTP -pyynnöstä on liitteessä 1.

Pyyntö ”replaceResultRequest” on käytännössä ainoa pakollinen toiminto suoritustietojen siirtämisessä. Kyseinen pyyntö luo tai päivittää numeerisen arvosanan (0.0 – 1.0) sourcedId-tunnisteelle. Muut kaksi pyyntöä ovat ”readGradeRequest” ja ”deleteGradeRequest”, jotka nimensä mukaisesti kysyvät suorituksen arvosanan pyynnössä mukana olevalle sourcedId:lle tai pyytää poistamaan aiemmin tallennetun suorituksen.

Tämän työn puitteissa tehtiin toteutus, jonka avulla oli mahdollista käsitellä LTI Tool Consumer -pyynnöt sekä lähettää suoritustietoja takaisin Moodlen Gradebookiin. Esimerkki suoritustiedon lähettämiseen tarvittavasta XML-pohjaisesta sanomasta on liitteessä 2. Sanoma lähetetään HTTP POST -pyynnön viestiosassa. Onnistuneen suoritustiedon lähettämisen jälkeen tiedot ovat välittömästi nähtävissä Moodlen suoritustietonäkymissä (kuva 9).



The screenshot shows the Moodle interface for a user report. The page title is "Ohjelmoinnin perusteet: View: User report". The user is logged in as Antti Lihavainen, Teacher. The breadcrumb trail is: Home > Courses > LUT Tietotekniikka / LUT Information Technology > ohjper > Grade administration > User report. The navigation menu on the left includes Home, My home, Site pages, My profile, Current course (ohjper), Participants, Badges, General, Introduction to C, Topic 2-10, and Courses. The main content area is titled "User report - Antti Testaaja". It features a table with the following data:

Grade item	Grade	Range	Percentage	Feedback
Ohjelmoinnin perusteet				
Viope Exercises	100.00	0-100	100.00 %	
Course total	100.00	0-100	100.00 %	

There is a "Select all or one user" dropdown menu set to "Antti Testaaja".

Kuva 9. Käyttäjäraportti suorituksista Moodlen opettajaroolissa.

3.4 Moodle-liitännäinen

Moodlen perustoiminnallisuuksien lisäksi kehittäjät ja loppukäyttäjät voivat hyödyntää liitännäisarkkitehtuuria, jonka avulla verkko-oppimisympäristön toimintoja voidaan laajentaa. Yksityiskohtaisempaa tuloraportointia varten olisi mahdollista toteuttaa liitännäinen, joka hakee ja näyttää suoritustietoja Viope-järjestelmästä rajapinnan kautta. Liitännäistä ei toteutettu, koska LTI-integraation todettiin täyttävän välittömät tarpeet tietojen siirtämisessä. Lisäksi tuleva taaksepäin yhteensopiva 2.0 -versio mahdollistaa laajemmat tuloraportoinnit, jolloin erillisen Moodle-liitännäisen toteuttaminen saattaisi olla joka tapauksessa tarpeetonta. Moodle-liitännäisen toteuttaminen voidaan ottaa uudelleen toteutusvaihtoehdoksi, mikäli suoritustietojen lisäksi tarvitaan muutakin tietoa oppimisen hallintajärjestelmään. Tällaisia tietoja voisivat olla erikoistuneessa verkko-oppimisympäristössä tuotetut materiaalit tai tarkemmat seurantatiedot tehtävien tekemisestä.

4 POHDINTA

Verkko-oppimisympäristöjen yhteentoimivuus on vielä monilta osin puutteellista niin sisältöjen kuin toiminnallisuuksienkin osalta. Olemassaolevien standardit eivät tue tarvittavissa määrin suoritustietojen takaisinraportointia, jolloin laajamittaisempaan tiedonsiirtoon on toistaiseksi löydettävä muita ratkaisuja. Tämän työn puitteissa parhaimmaksi ratkaisuksi muodostui malli, jossa hyödynnetään olemassaolevaa IMS LTI-standardia sekä täydentävästi Moodlen omaa liitännäisarkkitehtuuria. Samaa lähestymistapaa voidaan käyttää missä tahansa muussa oppimisen hallintajärjestelmässä, jossa on tuki LTI-standardille sekä liitännäisarkkitehtuuri. Työn osana tehtiin LTI-integraatio, joka otettiin käyttöön Viopen tuotantoympäristössä. Moodle-liitännäistä ei toteutettu, mutta se voidaan toteuttaa yrityksen toimesta erillisenä projektina.

Löydetyllä toteutusmallilla on suoritustietojen siirtämisen lisäksi merkittäviä muita käytännön hyötyjä. Yksi näistä on käyttäjien autentikoiminen Moodlen käyttäjätunnuksilla erikoistuneeseen verkko-oppimisympäristöön. Käytännössä tämä poistaa tarpeen erillisille käyttäjätunnuksille eri kohdejärjestelmissä ja parantaa loppukäyttäjän käyttäjäkokemusta. Lisäksi tämä mahdollistaa käytännössä käyttäjien anonymiteetin ja parantaa näin tietosuojaa; kurssin hallinnoija voi päättää mitä tietoja käyttäjistä siirretään oman verkko-oppimisympäristön ulkopuolelle, jos mitään. Näin ollen suoritustiedot ovat yhdistettävissä opiskelijaan vain oppimisen hallintajärjestelmässä.

Tätä työtä tehtäessä julkistettiin LTI-standardista versio 2.0, joka mahdollistaa monipuolisemman suoritustietojen jakamisen. Ottaen huomioon verkko-oppimisympäristöjen melko maltillisen joskin kiihtyvän kehittymistahdin, kestänee vielä joitakin vuosia ennen kuin uusi versio on otettu käyttöön laajemmin. Samaan aikaan on mielenkiintoista nähdä, kuinka vaihtoehtoiset standardit kuten xAPI kehittyvät.

5 YHTEENVETO

Tämän työn tavoitteena oli löytää soveltuva integrointimalli Moodle- ja Viope-oppimisympäristöjen integrointiin opiskelija- ja suoritustietojen osalta. Työ aloitettiin selvittämällä Viopen verkko-oppimisympäristön tietomalleja sekä kurssin hallintaan ja opiskelijoiden arviointiin tarvittavat välttämättömät tiedot oppilaitokselle. Näihin tietoihin perustuen selvitettiin Moodle-oppimisympäristön käyttämät standardit ja liitännäisarkkitehtuurin mahdollisuudet ja rajoitukset. Ratkaisumalliksi muodostui LTI-spesifikaation mukainen toteutus ja tarvittaessa Moodlen liitännäistoteutus yhdistettynä Viopen vastaaviin rajapintoihin.

Työn puitteissa toteutettiin LTI 1.1 -spesifikaation mukainen rajapinta käyttäjän autentikointiin sekä tulosten siirtoon järjestelmien välillä. Toteutus liitettiin osaksi Viopen tuotantoympäristöä. LTI 1.1 -spesifikaatio on suoritustietojen välittämisen osalta rajoittunut, mutta sen käyttämiseen päädyttiin, koska se täytti välttömät tarpeet tulosten siirron suhteen. Lisäksi tulevat versiot tukevat laajempaa tuloksetointia, jolloin erikseen toteutettavia liitännäisiä ei enää välttämättä tarvita. Liiketoiminnan näkökulmasta laajemmalle tietojen siirtämiselle voi tulla erityistarpeita, jolloin yritys voi käynnistää erillisen kehitysprojektin haluamassaan laajuudessa.

LÄHTEET

1. Dagger, D., O'Connor, A., Lawless, S., Walsh, E. & Wade, V.P. 2007. Service Oriented eLearning Platforms: From Monolithic Systems to Flexible Services. IEEE Internet Computing. Volume: 11, Issue: 3, pp. 28-35.
2. Leal, J.P., Quieros, R. 2011. Integrating the LMS in Service Oriented eLearning Systems. International Journal of Knowledge Society Research, Volume: 2, Issue: 2, pp. 1-12.
3. Moodle Learning Management System [verkkosivu]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: www.moodle.org
4. Räsänen, S. 2002. Verkko-opetuksen tietotekniikkaa - Verkko-oppimisympäristöt. University of Kuopio, Department of Computer Science and Applied Mathematics. Report B / 2002 / 1.
5. Dillenbourg, P., Schneider, D.K. & Synteta, P. 2002. Virtual Learning Environments. Proceedings of the 3rd Hellenic Conference Information & Communication Technologies in Education, pp. 3-18.
6. Kivipensas R., Haavisto T. & Tervo U. 2012. Verkko-opettajan ABC. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu, Ammatillinen opettajakorkeakoulu.
7. Varlamis I. & Apostolakis, I. 2006. The Present and Future of Standards for E-Learning. Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects, Volume: 2, Number: 1, pp. 59-76.
8. Scorm 2004 4th Edition [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <https://www.adlnet.gov/research/SCORM/SCORM-2004-4th-edition/>
9. IMS Content Packaging v1.2 Public Draft v2.0. [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <http://www.imsglobal.org/content/packaging/>
10. Blackboard [verkkosivu]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <http://www.blackboard.com>
11. Queiros, R. & Leal, J. 2011. Using the Learning Tools Interoperability Framework for LMS Integration in Service Oriented Architectures. 2nd International Conference on Technology Enhanced Learning, Quality of Teaching and Reforming of Education.

12. Viope Solutions Oy [verkkosivu]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <http://www.viope.com>
13. Masie Center's e-Learning Consortium. 2003. Making Sense of Learning Specifications & Standards: A Decision Maker's Guide to their Adoption 2nd Edition.
14. IMS Global Learning Consortium [verkkosivu]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <https://www.imsglobal.org>
15. IEEE Learning Technology Standards Committee [verkkosivu]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <https://ieee-sa.centraldesktop.com/ltsc>
16. Ariadne Foundation [verkkosivu]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <http://www.ariadne-eu.org>
17. Advanced Distributed Learning Initiative [verkkosivu]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <http://www.adlnet.org>
18. Dublin Core Metadata Initiative [verkkosivu]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <http://dublincore.org>
19. ISO/IEC JTC 1/SC 36 [verkkosivu]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <https://www.iso.org/committee/45392.html>
20. AICC Document Archive [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <https://github.com/ADL-AICC/AICC-Document-Archive/>
21. Marciniak, J. 2014. Building E-learning Content Repositories to Support Content Reusability. International Journal of Emerging Technologies in Learning, Volume: 9, Number: 3, pp.45-52.
22. IEEE 1484.12.1-2002 IEEE Standard for Learning Object Metadata [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: https://standards.ieee.org/standard/1484_12_1-2002.html
23. Learning Resource Meta-data Specification Version 1.3 – Final Specification [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <http://www.imsglobal.org/metadata/index.html>
24. Barker, P. 2005. What is IEEE Learning Object Metadata / IMS Learning Resource Metadata? The Centre for Educational Technology Interoperability Standards. Cetus briefings, sarjanumero: 2005:B01.

25. IMS Meta-data Best Practice Guide for IEEE 1484.12.1-2002 Standard for Learning Object Metadata. [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: https://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3/imsmd_bestv1p3.html
26. ISO/IEC 19788 Metadata for learning resources. [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <https://www.iso.org/standard/50772.html>
27. IMS Common Cartridge Specification [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <https://www.imsglobal.org/cc/index.html>
28. cmi5 Specification Profile for xAPI [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: https://github.com/AICC/CMI-5_Spec_Current/blob/quartz/cmi5_spec.md
29. xAPI [verkkosivu]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <https://xapi.com/>
30. International Digital Publishing Forum [verkkosivu]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <http://idpf.org/>
31. EPUB [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <http://www.idpf.org/epub/31/spec/epub-spec.html>
32. EPUB for Education [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <http://www.idpf.org/epub/profiles/edu/spec/>
33. IMS Learning Tools Interoperability [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <https://www.imsglobal.org/activity/learning-tools-interoperability>
34. ItsLearning Extensions API [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <http://developer.itslearning.com/>
35. Blackboard API Services [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <https://developer.blackboard.com/>
36. GitHub [verkkosivu]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <https://github.com/>
37. Moodle Gradebook [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <https://docs.moodle.org/27/en/Gradebook>
38. IMS Global Learning information Services Specification Version 2.0.1 Final [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <http://www.imsglobal.org/lis/lisv2p0p1/LISSpecificationv2p0p1.html>
39. IMS Global Learning Tools Interoperability Outcomes Management Final Release Version 1.0 [verkkodokumentti]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavilla: <https://www.imsglobal.org/specs/ltiomv1p0/specification>

LIITE 1. LTI 1.1 ja Moodlen käynnistyspyyntöparametrit

LTI 1.1 parametri	Esimerkkiarvo	Pakollisuus (kyllä/ei/suosittelut)	Moodle (kyllä/ei)	Kuvaus
lti_message_type	basic-lti-launch-request	Kyllä	Kyllä	Määrittää työkaluntarjoajalle viestityypin
lti_version	LTI-1p0	Kyllä	Kyllä	Aktiviteetin LTI-standardiversio
resource_link_id	88391-e1919-bb3456	Kyllä	Kyllä	Yksilöllinen resurssitunniste työkalun käynnistäjän järjestelmässä
resource_link_title	Viope-tehtävät	Suosittelu	Kyllä	Resurssin kuvaus, joka näkyy linkissä
resource_link_description	Viope-tehtävät ovat kurssin osasuoritus	Ei	Kyllä	Kuvaus resurssista, joka näytetään resurssilinkin yhteydessä
user_id	3	Suosittelu	Kyllä	Käyttäjän yksilöllinen tunnistus Moodle-ympäristössä
user_image	Http://...	Ei	Ei	URI käyttäjän profiilikuvaan
roles	Learner	Ei	Kyllä	Pilkulla eroteltu lista ko. käyttäjän rooleista
lis_person_name_given	Antti	Ei	Kyllä	Käyttäjän etunimi
lis_person_name_family	Lihavainen	Ei	Kyllä	Käyttäjän sukunimi
lis_person_name_full	Antti Lihavainen	Ei	Kyllä	Käyttäjän koko nimi
lis_person_contact_email_primary	alihavai@lut.fi	Ei	Kyllä	Käyttäjän sähköpostiosoite

(jatkuu)

LIITE 1. (jatkoa)

lis_result_source did	{"data":{"instanceid":"1","userid":"3","launchid":341930594},"hash":"7f3992c2e75081bb13d7e569ed7adef995abb73925997043971b4b5d706fdb28"}			Yksilöivää tietoa tulosten palautusta varten
lis_outcome_service_url	http://localhost/moodle/mod/lti/service.php			URL tulosten palauttamista varten
context_id	2	Suositteltu	Kyllä	Linkin kontekstin yksilöllinen tunnistus Moodle-ympäristössä
context_type	CourseSection	Ei	Ei	Pilkuilla eroteltu lista kontekstityypeistä
context_title	Ohjelmoinnin perusteet	Suositteltu	Kyllä	Kuvaus kontekstista
context_label	ohjper	Suositteltu	Kyllä	Kontekstin luokittelutunnus
launch_presentation_locale	en	Ei	Kyllä	Kieli- ja maamääritykset
launch_presentation_document_target	window	Suositteltu	Ei	Määrittää mihin työkalu avataan (kehys, iframe, selainikkuna)
launch_presentation_css_url	Http://...	Ei	Ei	URL tyylimäärityksiin

(jatkuu)

LIITE 1. (jatkoa)

launch_presentation_width	320	Suositteltu	Ei	Ikkunan tai kehyksen leveys laukaistavalle työkalulle
launch_presentation_height	240	Suositteltu	Ei	Ikkunan tai kehyksen korkeus laukaistavalle työkalulle
launch_presentation_return_url	http://localhost/moodle/mod/lti/return.php?course=2&launch_container=4&instanceid=1	Ei	Kyllä	Osoite, johon käyttäjä ohjataan työkalun käytön jälkeen
tool_consumer_info_product_family_code	moodle	Ei	Kyllä	Tuoteperhemäärittely, joka kertoo mistä ohjelmistosta LTI-kutsu on käynnistetty
tool_consumer_info_version	2013051400	Ei	Kyllä	Työkalun versionumero
tool_consumer_instance_guid	localhost	Suositteltu	Kyllä	Työkalun käyttäjän yksilöllinen tunniste
tool_consumer_instance_name	TestiYO	Suositteltu	Ei	Työkalun käyttäjän (organisaation) lyhyt nimi/tunniste
tool_consumer_instance_description	Testi yliopisto	Ei	Ei	Työkalun käyttäjän (organisaation) nimi
tool_consumer_instance_url	Http://localhost	Ei	Ei	Työkalun käyttäjän URL
tool_consumer_instance_contact_email	sysadmin@localhost	Ei	Ei	Työkalun käyttäjän tekninen yhteystieto
custom_avain	custom_kurssiid	Ei	Kyllä	LTI-käynnistyslinkin luojan määrittämä oma parametri

(jatkuu)

LIITE 1. (jatkoa)

oauth_version	1.0	Ei	Kyllä	Oauth-protokollan versionumero
oauth_nonce	b0a8d3013dd13ad2690fcb16a441a8aa	Ei	Kyllä	Viestin
oauth_timestamp	1377755335	Ei	Kyllä	Aikaleima
oauth_consumer_key	1234567890	Ei	Kyllä	Autentikoinnissa käytettävä avain (työkalun tarjoajan toimittama yksilöivä tieto).
oauth_callback	about:blank	Ei	Kyllä	Ei käytössä LTI-standardissa
oauth_signature_method	HMAC-SHA1	Ei	Kyllä	Käytetty metodi palvelupyyntöjen todentamisessa (PLAINTEXT, HMAC-SHA1, RSA-SHA1)
oauth_signature	1op8FhxutI1CC huX1qt8Z+Xgnr E=	Ei	Kyllä	Allekirjoitus
ext_submit	Press to launch this activity	Ei	Kyllä	Aktiviteetin käynnistyspainikkeen teksti
ext_lms	moodle-2	Ei	Kyllä	Ohjelmiston versiotieto

LIITE 2. LTI 1.1 Tool Consumer HTTP POST -pyynnön viestiosan sisältö tulostettuna PHP-ohjelmointikielen print_r-funktiolla.

```
Array
(
    [oauth_version] => 1.0
    [oauth_nonce] => d4273b668a6accca9d2b3835ff5ced88
    [oauth_timestamp] => 1554227620
    [oauth_consumer_key] => 1234567890
    [custom_foo] => 1&bar=2
    [custom_demo] => true
    [resource_link_id] => 1
    [resource_link_title] => Viope Exercises
    [resource_link_description] =>
    These are MANDATORY exercises in order to pass the course.
    [user_id] => 3
    [roles] => Learner
    [context_id] => 2
    [context_label] => ohjper
    [context_title] => Ohjelmoinnin perusteet
    [launch_presentation_locale] => en
    [lis_result_sourcedid] =>
    {"data":{"instanceid":"1","userid":"3","launchid":1735494999},"hash":"4e6
    bfbbf624fff5320f36c98f3579880309b38c89a1530c3a3a794caad28ee82"}
    [lis_outcome_service_url] =>
    http://localhost/moodle/mod/lti/service.php
    [ext_lms] => moodle-2
    [tool_consumer_info_product_family_code] => moodle
    [tool_consumer_info_version] => 2013051400
    [oauth_callback] => about:blank
    [lti_version] => LTI-1p0
    [lti_message_type] => basic-lti-launch-request
    [tool_consumer_instance_guid] => localhost
    [launch_presentation_return_url] =>
    http://localhost/moodle/mod/lti/return.php?course=2&launch_container=4&in
    stanceid=1
    [oauth_signature_method] => HMAC-SHA1
    [oauth_signature] => fi5eI1/WBzj++RFRy3KuDb6zMZ4=
    [ext_submit] => Press to launch this activity
)
```

LIITE 3. LTI 1.1 Tool Provider HTTP POST -kutsun viestiosan sisältö.

```
<?xml version = "1.0" encoding = "UTF-8"?>
<imsx_POXEnvelopeRequest xmlns =
"http://www.imsglobal.org/services/ltiv1p1/xsd/imsoms_v1p0">
  <imsx_POXHeader>
    <imsx_POXRequestHeaderInfo>
      <imsx_version>V1.0</imsx_version>
      <imsx_messageIdentifier>5cc34cfddb720</imsx_messageIdentifier>
    </imsx_POXRequestHeaderInfo>
  </imsx_POXHeader>
  <imsx_POXBody>
    <replaceResultRequest>
      <resultRecord>
        <sourcedGUID>
<sourcedId>{"data":{"instanceid":"1","userid":"3","launchid":1677319251},
"hash":"591fd8ec7d6cd6e5a9df61972b7265599f615d0ab5736e6bf86c4d54b01d75f9"
}</sourcedId>
          </sourcedGUID>
          <result>
            <resultScore>
              <language>en-us</language>
              <textString>1.00</textString>
            </resultScore>
          </result>
        </resultRecord>
      </replaceResultRequest>
    </imsx_POXBody>
  </imsx_POXEnvelopeRequest>
```