

MOOC-OPPIMISYMPÄRISTÖN KÄYTTÖÖNOTTO

Open edX -järjestelmän asennus ja pilotointi

LAB-AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Digitaaliset teknologiat
Opinnäytetyö (ylempi AMK)
Kevät 2020
Matti Peltoniemi

Tiivistelmä

Tekijä(t) Peltoniemi, Matti	Julkaisun laji Opinnäytetyö, YAMK Sivumäärä 62 + 18 liitesivua	Valmistumisaika Kevät 2020
Työn nimi MOOC-oppimisympäristön käyttöönotto Open edX -järjestelmän asennus ja pilotointi		
Tutkinto Insinööri (ylempi AMK), Digitaaliset teknologiat		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli verrata MOOC-alustan (Massive Open Online Course) piirteitä perinteisiin oppimisympäristöihin. Työssä otettiin MOOC-oppimisalusta pilottikäyttöön ja tutkittiin alustan soveltuvuutta sekä oman oppilaitoksen sisäiseen että laajemman yleisön käyttöön. Oppimisalusta valittiin pilottihankkeen tarpeisiin perustuen ja asennettiin organisaation omaan palvelinympäristöön.</p> <p>Oppimisympäristöjä vertailtiin niistä julkaistun tutkimustiedon ja niiden omien dokumentaatioiden avulla. Pilottiin valitusta oppimisalustasta saatiin käytännön kokemuksia käyttöönoton, ylläpidon ja kurssien tuottamisen näkökulmista.</p> <p>Työssä havaittiin, että valitun alustan käyttöönotto ja ylläpito vaatii verrattain paljon työtä ja suunnittelua järjestelmän monimutkaisuuden takia. Käyttöönoton työvaiheet dokumentointiin ja kehitettiin organisaation infrastruktuuriin sopivia käytäntöjä oppimisalustan ylläpitoon.</p> <p>Pilottikäytössä alusta todettiin ominaisuuksiltaan monipuoliseksi oppimisympäristöksi ja puhtaan MOOC-käytön lisäksi soveltuvaksi myös perinteisempään verkko-opetukseen ja lähiopetuksen tueksi.</p>		
Asiasanat MOOC, oppimisalusta, oppimisympäristö		

Abstract

Author(s) Peltoniemi, Matti	Type of publication Master's thesis	Published Spring 2020
	Number of pages 62 + 18 appendices	
Title of publication Deployment of a MOOC platform Installing and piloting the Open edX system		
Name of Degree Master of Engineering, Digital Technologies		
Abstract <p>The aim of this thesis was to compare the characteristics of a Massive Open Online Course (MOOC) platform with traditional online learning platforms. The suitability of a MOOC platform for both the organization's internal use and for a wider audience was tested by installing the platform and running pilot courses on it. The learning platform, the Open edX system, was chosen based on the requirements of the pilot project, and the platform was deployed to the organization's on-premises infrastructure.</p> <p>Methods for learning platform comparison were study of research data concerning platforms and study of documentation of various platforms. Piloting the installed platform provided practical experience about the system deployment, system administration and course production on the learning platform.</p> <p>The study found that a major challenge for the deployment and running the learning platform was the complexity of the system. The deployment phase was documented, and practises were planned for running the system on the organization's infrastructure.</p> <p>In the pilots, the platform was found versatile and suitable for different purposes, including traditional E-learning along with organizing MOOCs.</p>		
Keywords MOOC, online learning platform		

SISÄLLYS

SANASTO.....	1
1 JOHDANTO.....	4
1.1 Tutkimusmenetelmät.....	5
2 DIGITAALISET/VIRTUAALISET OPPIMISYMPÄRISTÖT	7
2.1 Perinteinen verkko-oppiminen.....	7
2.2 MOOC-järjestelmä.....	8
2.3 Hybridikurssit ja sulautuva oppiminen	13
2.4 Verkko-oppimisalustat ja -palvelut.....	13
3 OPEN EDX -JÄRJESTELMÄ	16
3.1 Yleistä.....	16
3.2 Open edX:n arkkitehtuuri.....	18
3.2.1 Järjestelmän komponentit	20
3.2.2 Skaalautuvuus.....	23
3.2.3 Kurssin sisältö ja rakenne	24
3.3 Järjestelmän käyttöönotto	29
3.3.1 Asennustavat ja ylläpitomallit.....	29
3.3.2 Käytännön asennustyö.....	31
3.4 Järjestelmän ylläpito.....	35
3.4.1 Järjestelmän päivittäminen.....	39
3.4.2 Tiedon varmistaminen.....	41
3.4.3 Tietosuoja.....	42
3.4.4 Toiminta ongelmatilanteissa.....	44
3.4.5 Hallintamalli.....	45
4 OPPIMISTALUSTAN PILOTOINTI.....	47
4.1 Hanketausta	47
4.2 Kurssin suunnittelu ja rakentaminen	48
4.3 Yhteisten kurssien ylläpito ja päivitys	50
4.4 Kokemuksia pilotoinnista.....	51
5 YHTEENVETO	55
LÄHTEET.....	57
LIITTEET	63

SANASTO

Taulukossa 1 selvitetään yleisimpiä tässä työssä käytettyjä oppimisympäristöihin ja www-järjestelmiin liittyviä termejä ja käsitteitä.

TAULUKKO 1. Työssä käytettyä terminologiaa

API	Application Programming Interface, rajapinta, jonka kautta ohjelmistot tai niiden komponentit siirtävät tietoa keskenään
AWS	Amazon Web Services, Amazon yhtiön palvelu, joka tarjoaa pilvilaskentaa mm. IAAS-mallilla.
Bash	Bourne again shell, Ubuntu Linuxin komentorivikäyttöliittymän oletusarvoinen komentotulkki
CMS	Course Management System, tarkoitetaan Open edX:n yhteydessä sovellusta tai käyttöliittymää, jolla voi rakentaa kursseja.
CSS	Cascading Style Sheets, HTML:n yhteydessä yleisesti käytetty internetsivustojen graafista ulkoasua määrittävä kieli
Docker	Avoimeen lähdekoodiin pohjautuva Docker Inc. yrityksen kehittämä konttitekniologia.
GDPR	General Data Protection Regulation, EU:n yleinen tietosuojasetus eli henkilötietojen käsittelyä sääntelevä laki, jota alettiin soveltaa kaikissa EU-maissa keväällä 2018.
HTML	Hypertext Markup Language, internet sivujen kirjoittamisessa käytetty kieli, jolla määritellään sisällön lisäksi sivun tekninen ja semanttinen rakenne
IaaS	Infrastructure as a Service, pilvipalvelumalli, jossa tarjotaan laite- ja verkkoinfrastruktuuria skaalautuvana palveluna
JavaScript	HTML:n yhteydessä yleisesti käytetty ohjelmointikieli selaimessa tapahtuvan dynaamisen toiminnallisuuden kehittämiseen
JSON	JavaScript Object Notation, yksinkertainen standardi rakenteellinen tiedostomuoto

Kubernetes	Avoimen lähdekoodin järjestelmä konttien (container) hallintaan. Kokoaa esimerkiksi laajan palvelinklusterin laskentatehon konttien näkökulmasta yhdeksi kokonaisuudeksi ja automatisoi resurssien jakamisen konteille.
LMS	Learning Management System, varsinainen oppimisympäristö tai sen osa, jossa kurssit suoritetaan
LTI	Learning Tools Interoperability, yleisesti käytetty protokolla oppimisalustojen ja ulkoisten palveluiden väliseen kommunikaatioon
MAU	Monthly Active Users, tapa mitata palvelun aktiivista käyttäjämäärää, mukaan lasketaan kaikki vähintään kerran kuussa palveluun kirjautuneet käyttäjät
PaaS	Platform as a Service, pilvipalvelumalli, jossa valmista alustaa sovellusten ylläpitoon skaalautuvana palveluna
REST	RESTful-rajapinta on yksinkertainen http-protokollaan perustuva ohjelmointirajapinta sovellusten väliseen tiedonsiirtoon verkon yli
SaaS	Software as a Service, pilvipalvelumalli, jossa tarjotaan valmiiksi ylläpidettyjä sovelluksia skaalautuvana palveluna
SAML	Security Assertion Mark-up Language, XML-kielinen standardi tietojärjestelmien väliseen käyttäjien tunnistamiseen ja valtuutustietojen jakamiseen, esimerkiksi SSO
SCP	Secure Copy, suojattu yhteystapa tiedostojen kopiointiin tietoverkossa
SLA	Service Level Agreement, palvelutasosopimuksella määritellään palveluntarjoajan ja asiakkaan välisesti palvelulle vaatimustasot, niiden mittarit ja tasojen alittamisesta seuraavat sanktiot
SSH	Secure Shell, salattu tietoliikenteen yhteysohjelma, jota käytetään yleisesti Linux-pohjaisten järjestelmien komentorivin etäkäyttöön
SSO	Single Sign-On, Kertakirjaumisjärjestelmä organisaation tietojärjestelmiin. Käytetään yleensä verkkoselaimella.

XML	Extensible Markup Language, Standardi rakenteellinen kuvauskieli, jota voidaan käyttää tiedostomuotona dokumenttien tallentamiseen
YAML	YAML Ain't Markup Language, Helposti (ihmisen) luettava merkintäkieli, jota käytetään usein tietoteknisten järjestelmien asetustiedostoissa

1 JOHDANTO

Digitaaliset oppimisympäristöt ovat merkittävä osa nykyajan oppilaitoksen työkalupakkia. Digitalisaation mukanaan tuomalla automaatiolla on paljon hyödyntämispotentiaalia etenkin rutiininomaisten tehtävien suorittamisessa myös opetuksessa. Sähköisten staattisten oppimateriaalien lisäksi esimerkiksi palautettujen tehtävien tarkistaminen, arviointi ja palautteen antaminen voidaan tehdä välittömäksi ja automaattiseksi.

Tarve tässä opinnäytetyössä käsiteltävän Open edX -järjestelmän asennukseen lähti opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittamasta BioDigi-hankkeesta, jossa suunniteltiin verkkokoulutusta ja digitaalista oppimisympäristöratkaisua Suomessa Bioanalytiikkaa opettavien ammattikorkeakoulujen yhteiseen käyttöön. Hankkeessa valmisteltiin useampi verkkokurssi, jotka ovat kaikkien mukana olevien koulujen käytettävissä.

Hankkeessa kartoitettiin tarjolla olevat järjestelmävaihtoehdot ja päädyttiin lopulta Open edX -alustaan useammasta eri oppimisympäristöstä tehdyn ominaisuusvertailun perusteella. Metropolia ammattikorkeakoulu vastasi hankkeessa oppimisympäristön teknisestä toteutuksesta, joten tämä työ tehtiin Metropoliaassa. Alustalle oli alun perin suunniteltu myös hankkeen ulkopuolista käyttöä myöhemmin ja sitä kokeiltiin myös muiden hankkeiden ja yksittäisten opettajien toimesta pilotoinnin aikana.

Tämän työn tarkoitus on kuvata alustaksi valitun Open edX -järjestelmän asennusprosessi ja suunnitella sen ylläpitoa. Lisäksi kartoitetaan valitun järjestelmän tärkeimmät ominaispiirteet verraten muihin tarjolla oleviin ratkaisuihin erityisesti teknisestä näkökulmasta, mutta myös pedagogista puolta opettajakäyttäjien näkökulmasta sivuten.

Ensimmäinen aiheeseen liittyvä tutkimuskysymys on:

Mitkä olisivat parhaat käytännöt Open edX-järjestelmän ylläpitoon oman organisaation ympäristössä?

Johon liittyvä kehitystehtävä on asentaa Open edX -järjestelmä ja osallistua alustan päälle rakennettavien kurssien pilotointiin. Toinen tutkimuskysymys on:

Miten MOOC-järjestelmän hyödyntäminen eroaa perinteisen opettajavetoisen verkkokurssin järjestämisestä?

Johon pyritään vastaamaan sekä kirjallisuustutkimuksen että pilotista saatujen käyttökokemusten avulla. Käyttö- ja ylläpitokokemusten avulla pyritään myös vastaamaan kolmanteen tutkimuskysymykseen, joka on:

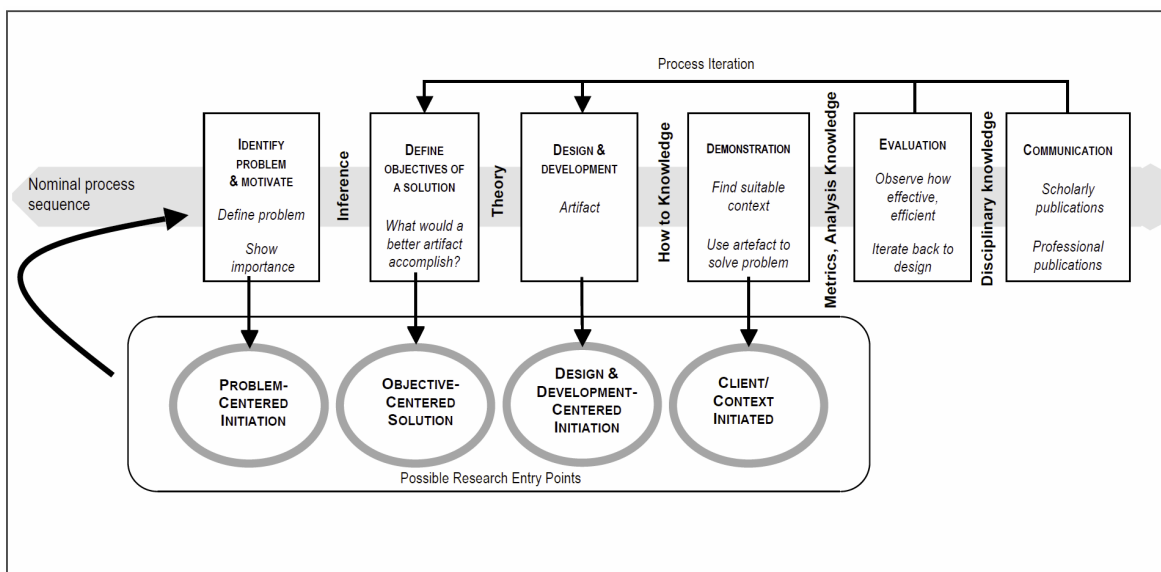
Mitkä ovat Open edX -järjestelmän erityispiirteet verrattuna muihin yleisiin Suomen ammattikorkeakouluissa käytössä oleviin oppimisalustoihin (erityisesti Moodleen)?

1.1 Tutkimusmenetelmät

Työssä käytettävät tutkimusmenetelmät ovat suunnittelutieteinen tutkimus (Design Science), kirjallisuustutkimus ja pilottikursseja pitäneiden opettajien haastattelut. Kirjallisuustutkimuksella perehdytään erilaisiin verkko-oppimisalustoihin, niiden käyttötarkoituksiin, liiketoimintamalleihin, teknologisiin ratkaisuihin ja kevyellä painotuksella myös oppimisalustojen taustalla vaikuttavan pedagogiikan tarpeisiin. Kokemuksia käyttöön otetusta järjestelmästä on kerätty keskustelemalla pilotointiin osallistuneiden opettajien ja muiden alustan käyttäjien kanssa.

Merkittävän osan työstä muodostaa järjestelmän suunnittelu-, käyttöönotto- ja asennustyö, jossa hyödynnetään suunnittelutieteistä tutkimusta. Se on erityisesti tietotekniikan tutkimusmenetelmä, jonka ideana on innovaatisten ratkaisujen luominen ongelmiin, joilla on tunnistettu olevan käytännön merkitystä. Tavoitteena on kehittää tietotekniikan keinoin ratkaisuja ongelmiin, johon ei vielä ole ratkaisua tai kehittää olemassa olevia ratkaisuja kehittyneempi ratkaisu tunnistettuun, eksaktiin ongelmaan. (Hevner et al. 2004)

Suunnittelukeskeisen tutkimuksen iteratiivista prosessia esitellään kuviossa 1. Lyhyesti kuvattuna aluksi tunnistetaan ratkaisua vaativa ongelma. Toisessa vaiheessa kerätään tarvittavaa teoreettista taustatietoa ongelman ratkaisua varten valituilta tieteenhaaroilta. Seuraavaksi vuorossa on varsinainen suunnittelu- ja kehitysvaihe, jossa hyödynnetään edellisessä vaiheessa saatua teoreettista pohjaa. Neljäs eli esittelyvaihe on tyypillinen sovelluskehitykseen liittyvälle tutkimukselle. Voidaan puhua myös prototyypivaiheesta, jossa ratkaisua päästää kokeilemaan käytännössä. Viidennessä vaiheessa edellisen vaiheen tulosta arvioidaan esimerkiksi kehitettyä prototyyppiä oikeilla käyttäjillä testaten. Viimeisessä vaiheessa tutkimustyön tulokset viestitään laajalle yleisölle esimerkiksi julkaisun muodossa. (Hevner et al. 2004; Peffers et al. 2008)



KUVIO 1. Suunnittelukeskeisen tutkimuksen prosessimalli (Peppers et al. 2008)

Tässä työssä sovelletaan suunnittelukeskeisen prosessimallin iteraatioita erityisesti esittelyvaiheen ja kehitysvaiheen välillä, mutta välillä palataan myös teoreettisen taustan tutkimiseen. Uusia tarpeita tunnistetaan jatkuvasti järjestelmää käyttöönotettaessa ja uusien käyttäjäkokemusten myötä. Käyttöönotettua järjestelmää ei tämän työn puitteissa oteta kuitenkaan vielä pilotointia laajempaan tuotantokäyttöön, joten varsinainen julkaisu- ja viestintävaihe jätetään tämän työn ulkopuolelle.

2 DIGITAALISET/VIRTUAALISET OPPIMISYMPÄRISTÖT

2.1 Perinteinen verkko-oppiminen

Verkko-oppimisen ideana on käyttää internetiä ja erilaisia verkkoteknologioita hyväksi opetuksen toteuttamisessa (Airaksinen & Viluksela 2001). Verkko-oppimisen ja -opetuksen yhteydessä käytetään useita eri termejä, kuten e-oppiminen, sähköinen oppiminen, eLearning ja virtuaalioppiminen, jotka käytännössä tarkoittavat samojen teknologioiden hyödyntämistä opetuksessa. Erilaisia opetuksen metodeja ja käsitteitä, joissa verkko-opetusta voidaan hyödyntää ovat esimerkiksi etäopetus, monimuoto-opetus, sulautettu opetus ja itseopiskelu. Kaikissa näissä voidaan hyödyntää verkko-opetusta erilaisin painotuksin. Verkko-oppimisen katsotaan pitävän sisällään muun muassa seuraavia asioita: oppimismateriaalien ja -tehtävien julkaiseminen verkossa, verkkotehtävien ja -testien palautus ja mahdollinen automaattinen palaute ja arviointi, ajankohtaisista asioista tiedottaminen, oppijoiden ratkaisujen julkaisemista, verkkotyökaluilla tehtäviä ryhmätöitä ja muuta keskinäistä vuorovaikutusta verkossa ja yleisesti jonkun verkko-oppimisalustan käyttöä opetuksen tukena tai pääalustana. (Airaksinen & Viluksela 2001; Järvelä et al. 2006; Kalliala 2002.)

Verkko-opetus voidaan siis karkeasti ryhmitellä kolmeen erillaiseen tyyppiin tai kehitysasteeseen:

- verkossa tuettuun lähiopetukseen
- monimuoto-opetukseen verkossa
- itseopiskeluun verkossa.

Verkossa tuetulla lähiopetuksella tarkoitetaan selkeästi opettajavetoisen oppimistoteutuksen järjestämistä, jossa ainakin osa materiaaleista ja tehtävistä on viety verkkoon, mutta oppiminen perustuu kuitenkin vahvasti sekä opettajan että oppijoiden läsnäoloon perinteisessä luokkaympäristössä. Käytännössä esimerkiksi luennoille voi olla mahdollista osallistua myös etäyhteydellä tai katsoa niitä myöhemmin videotallenteiden muodossa, mutta täysipainoinen ryhmätöihin osallistuminen ja opettajan tuen saaminen edellyttää fyysistä läsnäoloa oppitunneilla. Monimuoto-opetuksen tapauksessa taas voidaan ajatella, että vaikka merkittävä osa kurssin suorituksesta on viety selkeästi vain verkkoon, on opettajan rooli ja lähiopetuksen osuus silti vahvasti läsnä oppimisen toteutuksessa. Monimuoto-opetuksen toteuttamiseen on muutama vakiintunut kaksi käsitettä: sulautuva oppiminen (blended learning) ja käännteinen opetus (flipped classroom, flipped learning). Sulautuvalla oppimisella tarkoitetaan sananmukaisesti

fyysisen oppimisympäristön ja virtuaalisen verkko-oppimisalustan sulautumista yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Sulautuvaa oppimista voidaan toteuttaa esimerkiksi käänteisen opetuksen menetelmällä, jossa ajatus on yksinkertaistettuna hyödyntää puhdasta verkko-opetusta ensin aiheisiin perehtymiseen ja perusasioiden opiskeluun, jolloin varsinainen lähiopetusaika ja tapaamiset opettajan kanssa vapautuvat keskustelulle, aiheen syventämiselle, palautteelle, reflektiolle ja kertaamiselle. (Huhtanen 2019; Järvelä et al. 2006; Kalliala 2002.)

Itseopiskelussa taas luotetaan verkkomateriaaliin ja verkossa tapahtuvaan oppimiseen niin paljon, että opettajan rooli painottuu pedagogisesti kurssin verkkototeutuksen suunnitteluun ja implementoimiseen. Oppijan näkökulmasta opettaja on mahdollisesti käytettävissä vain erityistapauksissa ja esimerkiksi suoritusten arvioijana, mutta lähtökohtaisesti opiskelu suoritetaan täysin itsenäisesti verkkomateriaalien avulla. Seuraavassa luvussa käsiteltävä MOOC-ympäristö on eräs tapa mahdollistaa monipuolinen itseopiskelu verkossa.

2.2 MOOC-järjestelmä

Verkossa avoin massakurssi (Massive Open Online Course, MOOC) tarkoittaa pääsääntöisesti kaikille avointa internetin välityksellä järjestettävää kurssia, jossa osallistujien määrää ei yleensä rajata ollenkaan. MOOC-järjestelmän ominaispiirteinä voidaan pitää hyvin pitkälle vietyä automaatiota ja skaalautuvuutta suurillekin yhtäaikaistulle opiskelijamäärille. (Bates 2019; Hiidenmaa 2013)

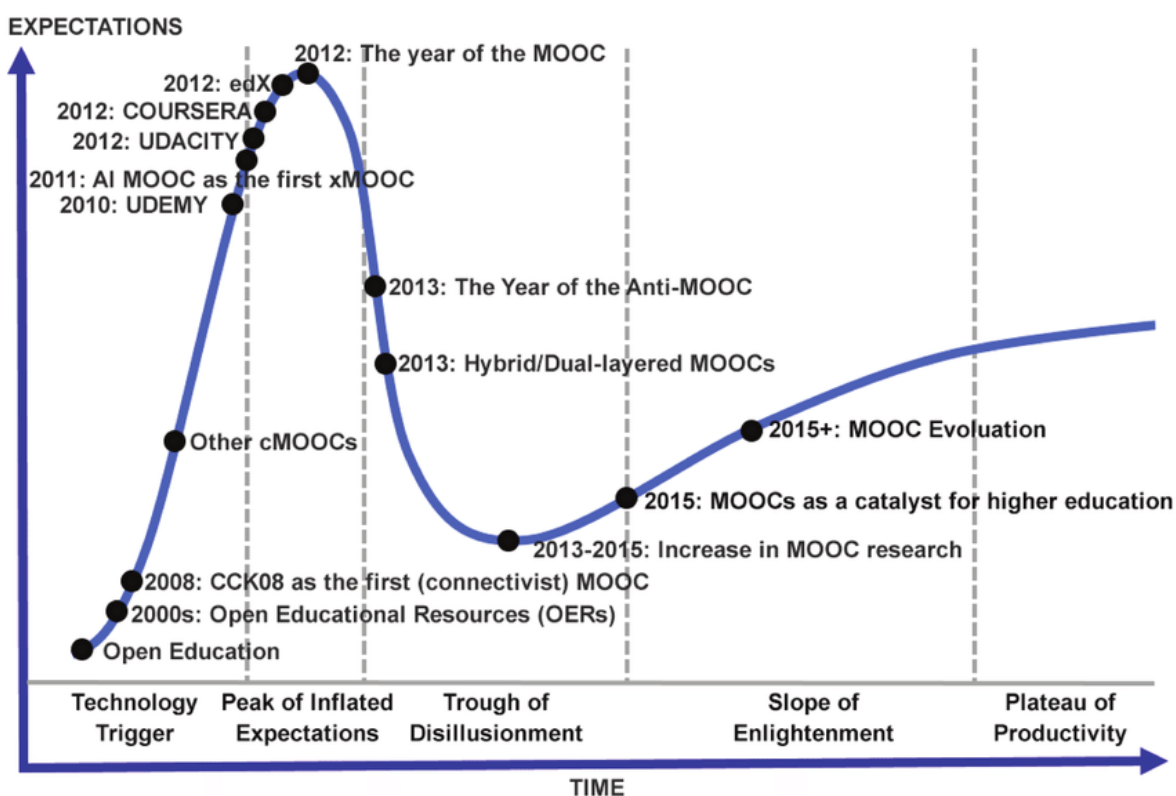
Avoimia massakursseja voidaan pitää 1990-luvulla alkaneen tutkijoiden avoimuuteen pyrkivän liikehdinnän jatkumona. Tavoitteena oli tutkimusjulkaisujen avoin saatavuus (Open Access), jossa yksi virstanpylväs saavutettiin vuonna 2003, kun monet yliopistot ja tutkimuslaitokset ja -rahoittajat allekirjoittivat vaatimuksen, että julkisilla verovarilla tehty tutkimus pitää saattaa kaikille avoimeksi. Tähän ei olla vielä päästy, mutta avoimuutta niin tutkimuksessa, datassa, ohjelmistojen lähdekoodissa kuin opetuksessakin voidaan pitää yhtenä aikamme megatrendeistä. (Hiidenmaa 2013, 2-3.)

Ensimmäisenä nykyisenkaltaisena avoimena joukkokurssina voidaan pitää MIT:ssä vuonna 2001 järjestettyä kaikille avointa ja maksutonta tietotekniikan kurssia "Open CourseWare". Carnegie Mellon aloitti avoimen verkko-opetuksensa tarjoamisen heti perässä vuonna 2002 ja ensimmäisen kerran termiä MOOC käytettiin kanadalaisen Manitoban yliopiston verkkokurssin yhteydessä 2008. MOOC-tarjonta yleistyi vuosina 2011-2012, jolloin aloittivat toimintansa tämän päivän suurimmat MOOC-organisaatiot: yliopistokonsortio Coursera, MIT:n ja Harvardin perustama edX ja Stanfordin yliopistosta

lähtöisin oleva Udacity. Sittemmin uutta MOOC-tarjontaa on syntynyt ympäri maailmaa, ja konsortioihin on liittynyt uusia korkeakouluja ja muita organisaatioita. (Bates 2019, 213; Goldberg 2001; Hiidenmaa 2013, 3-5)

Nykyään MOOC-määritelmän alla järjestetään paljon erityyppisiä opintoja, ja erilaisia alatyyppejäkin on määritelty. Varsinkin MOOCien alkuaikoina kurseja kategorisoitiin kahteen päätyyppiin: Termillä "cMOOC" viitataan yhteisöllisyyteen painottuvaan opiskeluun, jossa hyödynnetään opiskelijoiden välistä vuorovaikutusta ja esimerkiksi vertaisarviointia. "xMOOCeissa" taas opinnot on rakennettu luennoitsijakeskeisesti, ja opiskelu tapahtuu itsenäisemmin. (Hiidenmaa 2013, 2-3; McKay 2015, 51-62)

Gartnerin hypekäyrä on Gartner tutkimusorganisaation luoma yleinen malli, jolla kuvataan uusien teknologioiden markkinoille leviämisen vaiheita ja niiden ympärillä olevaa "hypeä" (Fenn & Blosch 2018). Kuviossa 2 on esitetty MOOC-kurssien yleistymisen Gartnerin hypekäyrällä. Kuvasta voidaan tulkita, että vuonna 2012 MOOCit nousivat yleiseen tietoisuuteen opetusmaailmassa ja suosio alkoi kasvaa. Samaa tulkintaa tukee Googlen hakutrendianalyysi, jonka mukaan MOOC-aiheiset hakusanojen suosio lähti selkeään nousuun vuonna 2012. (Bozkurt et al. 2016.)



KUVIO 2. MOOC-järjestelmien kehitysvaiheet esitettynä Gartnerin hypekäyrällä (Bozkurt et al. 2016)

MOOCeissa automaatiolla korvataan perinteistä manuaalista ja toisteista opettajan työtä, kuten luennointia, tehtävien tarkastusta, kokeiden järjestämistä, kurssisuoritusten arviointia ja henkilökohtaisen palautteen antamista. Perinteiset luennot voidaan korvata esimerkiksi luentovideoin ja kaikki tehtävät pitää suunnitella niin, että ne voidaan arvioida ilman ihmistyöntekijän panosta. Arvioinnin ei kuitenkaan ole pakko olla täysin koneellista, vaan myös opiskelijoiden välistä vertaisarviointia voidaan käyttää hyväksi. Esimerkiksi esseetyyppisiä tehtäviä voi olla vaikeaa pisteyttää mekaanisin säännöin, jolloin opiskelijatyön hyödyntäminen voi olla kätevää ja tuoda myös pedagogian kannalta hyödyllisiä asioita lisää tehtävään. (Bates 2019; McKay 2015, 129.)

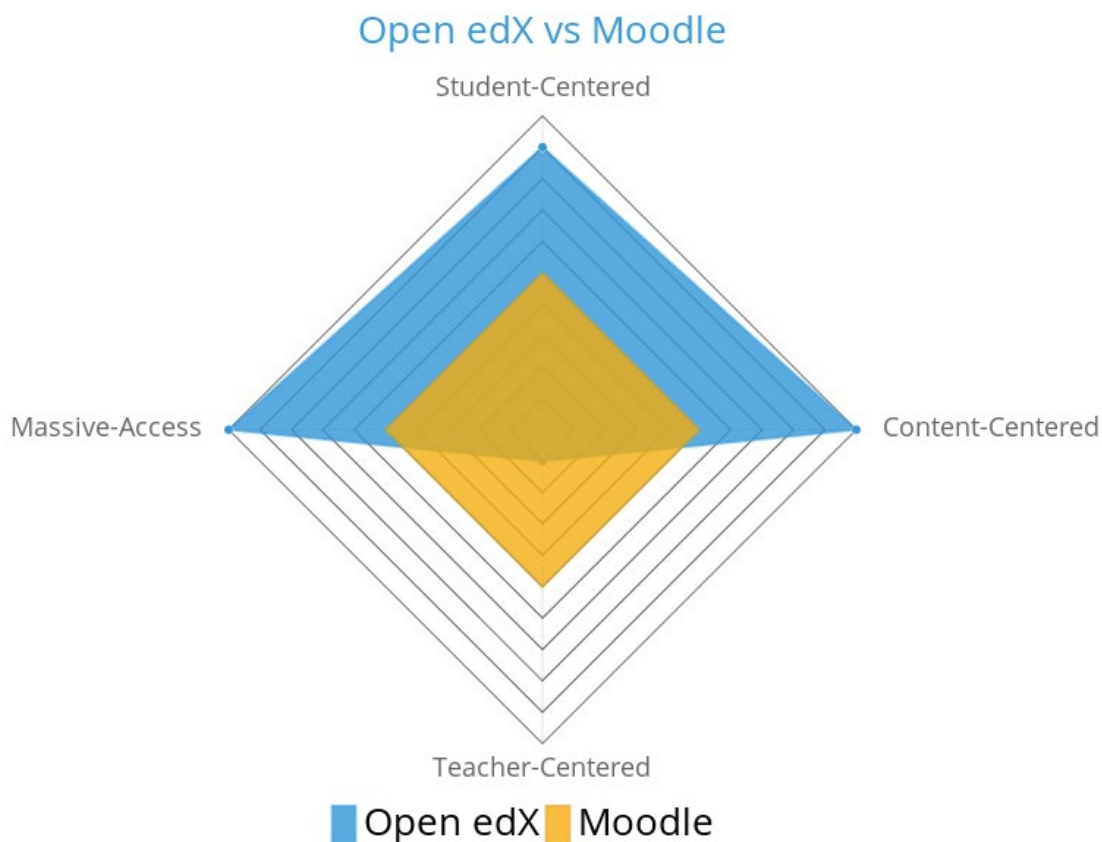
Opettajan rooli muuttuu yhä enemmän suuntaan, missä kurssin sisällön tarkan suunnittelun ja käsikirjoittamisen tärkeys korostuu. Pedagogian rooli on siis käytännössä ennen varsinaista kurssin pitämistä tapahtuva opetuksen aikataulun, rakenteen, sisällön ja arviointikriteeristön suunnittelussa. Varsinainen kurssin pitäminen on taas täysin mekaaninen toimenpide, jonka MOOC-alusta hoitaa automaattisesti. Opettajan näkökulmasta ei siis periaatteessa ole käytännön merkitystä, onko yhdellä kurssitoteutuksella kymmenen vai miljoona opiskelijaa, ja mahdolliset kurssin aikana tarvittavat tekniset tukitoimet voi hoitaa myös esimerkiksi joku avustaja vailla suoraan kurssisisältöön liittyvää substanssia tai pedagogista osaamista.

Koska varsinaista läsnä olevaa opettajaa ei MOOC-kurssilla välttämättä ole ollenkaan, opiskelijoiden keskinäisen vertaistuen merkitys kasvaa. Verkkoympäristössä tähän voidaan antaa mahdollisuuksia esimerkiksi opetusmateriaaliin upotettavilla keskustelualueilla tai verkkojuttelukomponenteilla (chat). Tehtävät pitää suunnitella siten, että riittävä palaute voidaan antaa opiskelijalle automaattisesti välittömästi tehtävään vastaamisen jälkeen. Jotta oikeita ratkaisuja tehtäviin ei voitaisi suoraan jaella opiskelijoiden kesken, voidaan hyödyntää tehtävätyypin mukaan esimerkiksi vastausvaihtoehtojen tai tehtävän lähtöarvojen satunnaistamista. Opiskelijalla tulisi olla myös mahdollisuus seurata omaa edistymistään koko kurssin kontekstissa. (Bates 2019; Huhtanen 2019; McKay 2015, 125.)

Eduardo Serrano (2017) tarjoaa esityksessään yhden näkökulman MOOCin ominaispiirteisiin. Serrano vertaa Open edX -MOOC-oppimisalustaa suosittua perinteisempää verkkokurssialustaa edustavaan Moodleen ja esittelee neljä eri piirrettä verkkoalustojen vertailuun: *opiskelijakeskeisyys*, *sisältökeskeisyys*, *opettajakeskeisyys* ja *avoimuus massoille*.

Kuviossa 3 on kuvattu miten perinteisen ja MOOC-oppimisalustan painotukset näiden piirteiden osalta poikkeavat toisistaan. Moodle tasapainoilee kaikkien neljän välillä, kun

taas MOOC-alustalla kurssia suoritettaessa perinteinen opettajan rooli on häviävän pieni muiden piirteiden painottuessa enemmän.

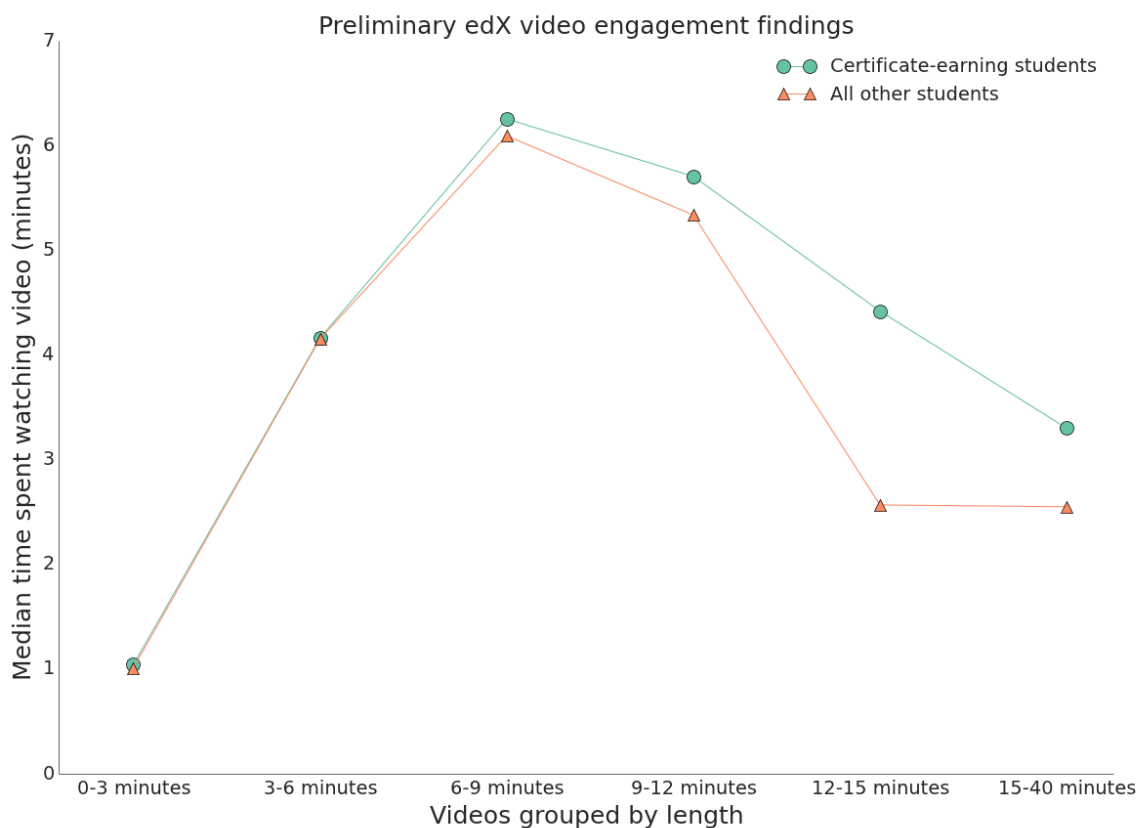


KUVIO 3. Painopistevertailua Open edX ja Moodle -alustojen välillä (Serrano 2017)

Opetusmateriaalin kattavuus ja laatu on tärkeää, koska puutteita ei voi suuresta osallistujamäärästä paikata etenkin opettajan henkilökohtaisella suoralla tuella. MOOC-järjestelmät tallentavat paljon statistiikkaa ja lokitietoa oppimisalustan käytöstä, jolloin tämän järjestelmistä kerättävän suuren tietomäärän (big data) pohjalta tehdyn tutkimuksen avulla voidaan kehittää laadukkaampaa sisältöä kursseille. Datapankkiin voidaan kerätä laajasti aineistoa opiskelijoiden toiminnasta, kuten materiaalin tarkastelusta, tiedostojen latauksista, videoiden katseluista, tehtävien suorituksista, ajankäytöstä, yhteydenotoista ja niin edelleen. Kerättyä tietoa voidaan itse alustan käytön analysoinnin lisäksi käyttää oppimisen ja opiskelun tarkasteluun myös perinteisimmistä näkökulmista. (Hiidenmaa 2013, 16; Guo 2014.)

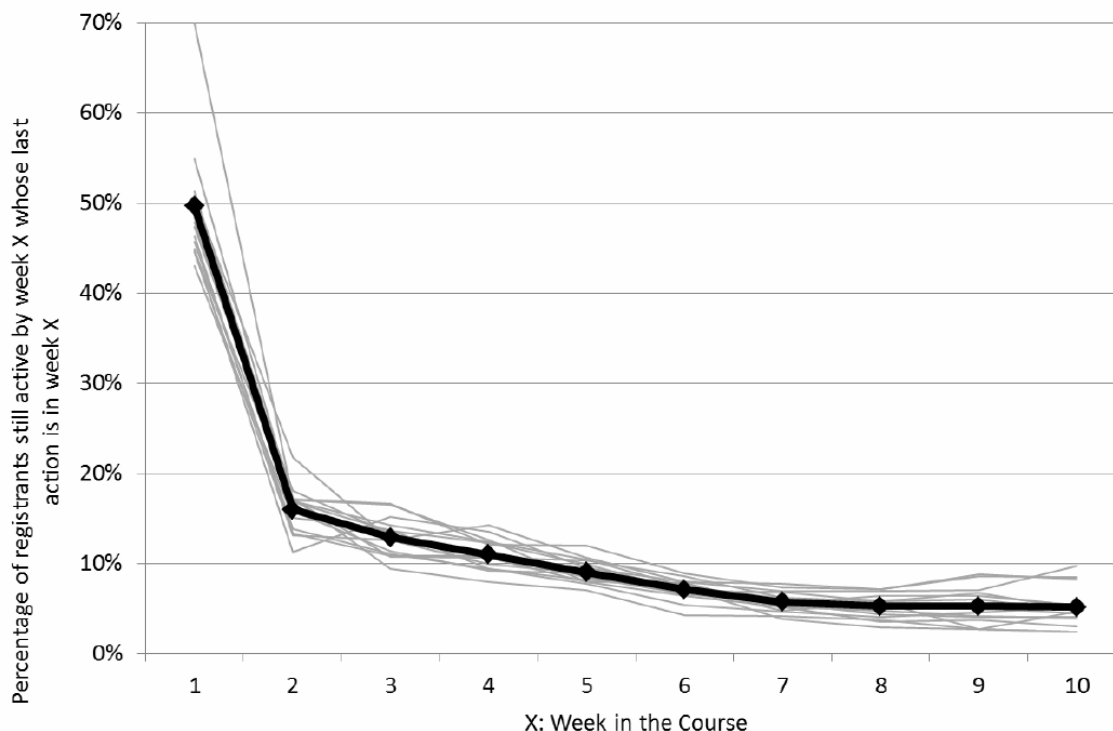
Esimerkiksi Philip Guon opetusvideoiden pituutta koskevassa tutkimuksessa analysoitiin edx.org:ssa syksyllä 2012 pidettyjen kurssien tietoaineistoa, joka sisälsi tiedot yhteensä liki seitsemästä miljoonasta yksittäisestä videon katselukerrasta. Kuviossa 4 esitellään analyysin tuloksia optimaalisen opetusvideon pituuden kannalta. Diagrammista voidaan

päätellä, että noin kuuden minuutin pituiset videot jaksetaan katsoa useasti vielä kokonaan, mutta pidempiä videoita katsotaan itseasiassa sitä lyhyemmän aikaa mitä pidempiä ne ovat. (Guo 2014.)



KUVIO 4. Opetusvideoiden katseluun käytetty aika suhteessa videon kokonaispituuteen (Guo 2014)

Teknisestä näkökulmasta iso yhtäaikainen käyttäjämäärä aiheuttaa haasteita järjestelmän kuormansietokyvyn ja verkkoyhteyksien kannalta. Alan isoimpien toimijoiden toteutuksille saattaa olla kurssin alkaessa ilmoittautunut jopa satoja tuhansia opiskelijoita, joiden määrä kuitenkin laskee murto-osaan heti kurssin alkamisen jälkeen. Kuviossa 5 on esitelty edX-alustalla lukuvuonna 2012-2013 pidetyn 17 kurssin osallistujamääristä (yhteensä 841 687 kurssille ilmoittautumista) tehtyä tutkimusta, josta voidaan nähdä, että heti kurssin alkaessakin ensimmäisellä viikolla kurssille kirjautuu keskimäärin vain noin puolet ilmoittautuneista. Aktiivisten kurssilaisten määrä putoaa lopulliseen noin 5 prosentin osuuteen kahdeksannen opetusviikon kohdalla. Järjestelmän kuormituksen kannalta eri kursseja ei siis kannata aloittaa samanaikaisesti, vaan porrastaa kurssit alkamaan esimerkiksi viikon välein. (Ho et al. 2014.)



KUVIO 5. Viikkokohtainen keskiarvo kurssin aktiivisten käyttäjien osuudesta suhteessa kurssille rekisteröityneisiin opiskelijoihin (Ho et al. 2014)

2.3 Hybridikurssit ja sulautuva oppiminen

Vaikka MOOC-kurssit ovat lähtökohtaisesti tarkoitettu suurien opiskelijamassojen harjoittamaan itseopiskeluun, voidaan MOOC-alustaa käyttää niin sanottujen hybridikurssien järjestämiseen. Hybridikurssilla tarkoitetaan sulautuvan oppimisen (blended learning) hyödyntämistä, jossa MOOC-alustan kurssi yhdistetään lähiopetukseen. Varsinainen opiskeltava tietosisältö ja tehtävät voivat olla verkossa, mutta verkko-opiskelua tuetaan lähiopetuksen keinoin esimerkiksi keskusteluin, lisäharjoituksin ja työpajatyypisillä tukiryhmillä tarpeen mukaan (Cutrell et al. 2015; Huhtanen 2019.)

2.4 Verkko-oppimisalustat ja -palvelut

Erilaisia verkko-oppimisalustoja on tarjolla monessa eri muodossa. Osa alustoista on julkaistu avoimena lähdekoodina ja ovat asennettavissa suoraan organisaation omaan verkkoinfrastruktuuriin. Tällaisia ovat esimerkiksi Canvas, Open edX ja Moodle, joille löytyy myös lukuisia erilaisilla liiketoimintamalleilla operoivia palveluntarjoajia. Oppimisalustaa voidaan tarjota esimerkiksi juuri tietylle asiakkaalle ylläpidettynä instanssina tai laajemmasta yhteiskäytössä olevasta asennuksesta tarjotaan tilaa monen eri koulutusorganisaation tai muun alan toimijan verkko-opinnoille. Open edX:n ylläpito- ja palvelumalleihin palataan tarkemmin luvussa 3.3.1. Myös suosituille avoimen lähdekoodin

sisällönhallintajärjestelmällä ja blogialustalle Wordpressille löytyy kymmeniä pääosin maksullisia mutta veloituksetta toimivia LMS-kategorian lisäosia (plugin) (Wordpress 2020). Taulukossa 2 on vertailtu muutamia tunnetuimpia alustoja. (Moodle 2020a; Open edX 2019a.)

TAULUKKO 2. Tunnettujen verkko-oppimisalustojen vertailua (Bgr 2019; Blackboard 2020; Dalporto 2019; Edx Inc. 2019c; Google 2020; IBL News 2019; Instructure 2020; Lunden 2019; Moodle 2018; Moodle 2020a; OpenCraft 2020; Open edX 2019a; Udemy 2020)

Alusta	Liiketoimintamalli(t)	Käyttäjiä	Erityispiirteitä
Blackboard Open LMS	SaaS	100 miljoonaa	Tuote tunnettiin aiemmin nimellä Moodlerooms, joka pohjautuu Moodlen avoimeen koodiin
Canvas	Open source, SaaS, kolmannen osapuolen palveluntarjoajat	30 miljoonaa	
Coursera	MOOC	43 miljoonaa	Kurssitarjonta tuotettu yhteistyössä yrityksen partnereiden kanssa.
Google Classroom	SaaS	40 miljoonaa	Ilmainen (mainosrahoitteinen) palvelu kaikille käyttäjille
Moodle	Open source, SaaS, partnerit, kolmannen osapuolen palveluntarjoajat	200 miljoonaa 153 000:lla eri sivustolla	
Open edX	Open source, SaaS, MOOC, 3. osapuolen palveluntarjoajat	25 miljoonaa (vain edx.org), 45 miljoonaa Open edX -alustoilla yhteensä	

Udacity	MOOC		Vain konsortion tuottamia, teknologiapainotteisia, kursseja
Udemy	MOOC	50 miljoonaa	Avoim myös opettajille ja muille omien kurssien järjestäjille

Taulukossa 2 esitetyt käyttäjämäärät ovat tuoreimpia luetelluista lähteistä saatavilla olleita tietoja ja vain suuntaa antavia arvioita, eivätkä täysin vertailukelpoisia keskenään, mutta antavat viitteitä mittakaavasta. Luvussa on pyritty ottamaan huomioon kaikkien kyseessä olevaa alustaa hyödyntävien palveluntarjoajien käyttäjämäärät yhteensä, jos muuta ei mainita. Liiketoimintamallisarakeessa termi ”open source” tarkoittaa, että alustan lähdekoodi on vapaasti saatavilla kaikille, ja näin ollen alusta voi olla käytössä lukemattomilla eri organisaatioilla, joten kokonaiskäyttäjämääristä ei ole tarkkoja arvioita saatavilla. Tarkinta tietoa alustansa levinneisyydestä tarjoaa Moodle, jonka alustan asennukset raportoivat oletuksena tietoa Moodle projektille ja yhteenvetoja on saatavilla Moodlen statistiikkasivustolla (Moodle 2020a).

Myös eri alustojen SaaS-palvelumallit eroavat toisistaan. Osa alustojen taustalla olevista organisaatioista tuottaa palvelua vain itse (esimerkiksi Google), osa alustoista on tarjolla SaaS-mallilla vain partnereiden tai kolmannen osapuolten palveluntarjoajien kautta (esimerkiksi Moodle) ja osa useammalla eri tavalla (esimerkiksi Canvas ja Open edX). MOOC-termillä tarkoitetaan liiketoiminnan yhteydessä tässä mallia, jossa alustan taustaorganisaatio tarjoaa suoraan itse ylläpitämäänsä ympäristöä koulutusorganisaatioiden ja opiskelijoiden käyttöön. Kurssit voivat tällöin olla tarjolla ja suoritettavissa ristiin eri koulutusorganisaatioiden ja opiskelijoiden välillä. MOOCissa avoimuus tarkoittaa kurssien avoimuutta opiskelijoille, mutta koulutusorganisaation näkökulmasta mukaan pääseminen saattaa vaatia esimerkiksi partneristatuksen saavuttamista palvelua tarjoavan organisaation kanssa (esimerkiksi edx.org). Hinnoittelu on alustasta ja palvelumallista riippuen kirjavaa vaihdellen käyttäjäkohtaisista kuukausimaksuista organisaation omiin ylläpito- ja tukipalveluiden kustannuksiin, ja vertailu eri alustojen välillä pitää tehdä aina ensin määriteltujen tarpeiden perusteella. (Blackboard 2020; DigiCampus 2019; Edx Inc. 2019c; Google 2020; Instructure 2020; Moodle 2020a; Open edX 2019a.)

3 OPEN EDX -JÄRJESTELMÄ

3.1 Yleistä

Yhdysvaltalaiset yliopistot Harvard University ja Massachusetts Institute of Technology (MIT) perustivat yhteisen voittoa tuottamattoman Edx Inc. -organisaation, joka pyörittää MOOC-tyyppistä edX-oppimisympäristöä web-palveluna osoitteessa www.edx.org vuonna 2012 (Edx Inc. 2019a). Vuonna 2013 yhteistyöhön liittyi mukaan kolmas yhdysvaltalaisyliopisto Stanford University, joka oli siihen asti kehittänyt omaa Class2Go-alustansa. Yhteistyön seurauksena Stanford integroi Class2Go-alustan avainominaisuudet edX-alustaan. Samassa yhteydessä alustakehityksen yhteistyön julkistamisen kanssa kerrottiin, että edX-alustan lähdekoodi julkaistaan avoimena GitHubissa kesäkuun 2013 alusta lähtien. (Edx Inc. 2013.)

Vuonna 2019 edX-palvelulla on itse julkaisemiensa lukujen mukaan tarjolla yli 2400 MOOC-kurssia, yli 20 miljoonaa opiskelijaa maailmanlaajuisesti ja yhteenlaskettuna yli 70 miljoonaa kurssi-ilmoittautumista. EdX listaa yhteensä 120 yhteistyöorganisaatiota, jotka tarjoavat avoimia kursseja edX-sivustolla. Yhteistyökumppanit ovat pääsääntöisesti korkeakouluja, voittoa tavoittelemattomia organisaatioita ja monikansallisia yhtiöitä, joista monet ovat kurssien järjestämisen lisäksi osallistuneet myös alustan kehitykseen. EdX on avoin alusta opiskelijoille, mutta kurssin tuottaminen ja järjestäminen alustalla onnistuu vain yhteistyöorganisaatioksi hakemisen ja hyväksymisen kautta. (Edx Inc. 2019c.)

Edx tarjoaa yhteistyökumppaneilleen kurssialustan lisäksi myös alustan, jolla voi tehdä laajaa oppimiseen liittyvää tutkimusta. Edx kutsuu ohjelmaa nimellä ”The edX research data exchange (RDX) program”, jonka kautta yhteistyökumppanit ja tutkimuslaitokset voivat saada käyttöönsä ja jakaa edX:n palvelussa suoritettujen kurssien tilastoja ja suoritustietoja, joista henkilötiedot on poistettu. (Edx Inc. 2020e.)

Opiskelijoille edX tarjoaa yksittäisten kurssien lisäksi mahdollisuutta suorittaa palvelussa myös laajempia sertifioituja kokonaisuuksia. MicroMasters ohjelmiksi kutsutut paketit koostuvat yleensä useammasta saman teeman ympärille rakentuvasta kurssista, jotka järjestää sama korkeakoulu mahdollisesti yhteistyössä jonkun kyseessä olevan alan merkittävän yrityksen kanssa. Kurssit voi suorittaa oman aikataulun mukaan ja suoritettun kokonaisuuden opintopisteitä voi hakea hyväksiluettavaksi järjestävän korkeakoulun varsinaiseen Master-tason tutkintoon. MicroMasters-ohjelmat ovat maksullisia, mutta niitä markkinoidaan edullisempänä väylänä lukukausimaksuja periviin yliopistoihin. (Edx Inc. 2019b.)

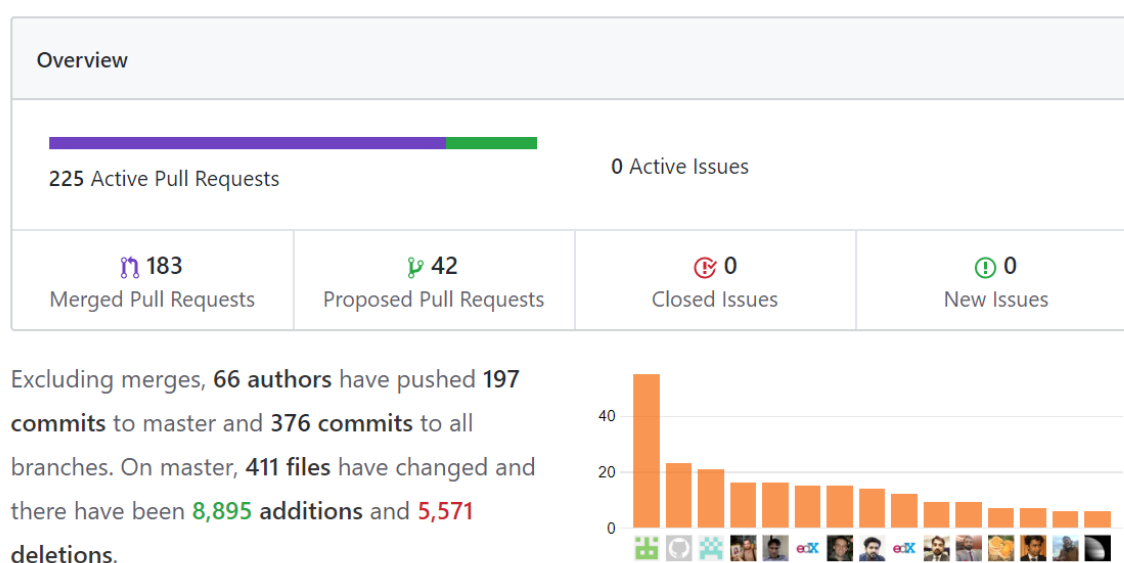
EdX -alustan ja sen liitännäisten lähdekoodia hallitaan Git-versionhallintajärjestelmällä ja koodi on vapaasti saatavilla GitHub-palvelusta edX-projektin alta osoitteesta <https://github.com/edx> (Github 2019). Lähdekoodi on julkaistu käyttäen nimeä Open edX ja ohjelmistokomponentin mukaan kahdella hieman erilaisella avoimen koodin lisenssillä. Alustan ydin ja sen käyttöön välttämättömästi liittyvä koodi jaetaan Free Software Foundation:in hallinnoimalla AGPL-lisenssillä (GNU Affero General Public License), joka sallii koodin vapaan käyttämisen, muokkaamisen ja edelleen jakamisen, mutta myös edellyttää tehtyjen muutosten jakamista samalla lisenssillä. Näin varmistetaan, että alusta on todella avoin kaikille käyttäjillä ja tehdyt parannukset ovat kaikkien osapuolten käytössä. (Edx Inc. 2019a.)

Koska osalle alustan käyttäjistä on vaikea hyväksyä oman kehitystyön ja koodimuutosten pakollista julkaisua alkuperäisellä lisenssillä, julkaistaan alustan varsinaisen ytimen ulkopuoliset ohjelmistot vähemmän rajoittavalla Apache-lisenssillä. Apache Foundation:in hallinnoima lisenssi käsittää samat oikeudet käytön ja muutosten suhteen kuin AGPL, mutta sallii muutosten jakamisen muillakin lisensseillä. (Edx Inc. 2019a.)

Open edX:n ydinohjelmiston lähdekoodia ja se kehitystä voi seurata Githubissa osoitteessa <https://github.com/edx/edx-platform>. Kuvasta 1 voidaan esimerkiksi päätellä kehityksen aktiivisuudesta, että tammikuussa 2020 lähdekoodiin tehtyyn 376 muutokseen osallistui yhteensä 66 kehittäjää muokaten yhteensä noin 10 000 koodiriviä 411 eri lähdekooditiedostossa.

January 1, 2020 – February 1, 2020

Period: 1 month ▾



KUVA 1. Kuvakaappaus edX järjestelmän ydinohjelmiston (edx-platform) kehitysstatistikasta Github-versionhallintapalvelussa

Termeillä edX ja Open edX tarkoitetaan siis kahta eri asiaa. edX viittaa asiayhteydestä riippuen joko edx.org -nettiosoitteessa toimivaan palveluun tai EdX Inc. -organisaatioon. Open edX taas viittaa avoimella lähdekoodilla julkaistuun oppimisalustaan. EdX Inc. omistaa myös "Open edX" -tuotemerkin ja sallii sen käytön vain omien ohjeidensa mukaisesti. (Edx Inc. 2019a.)

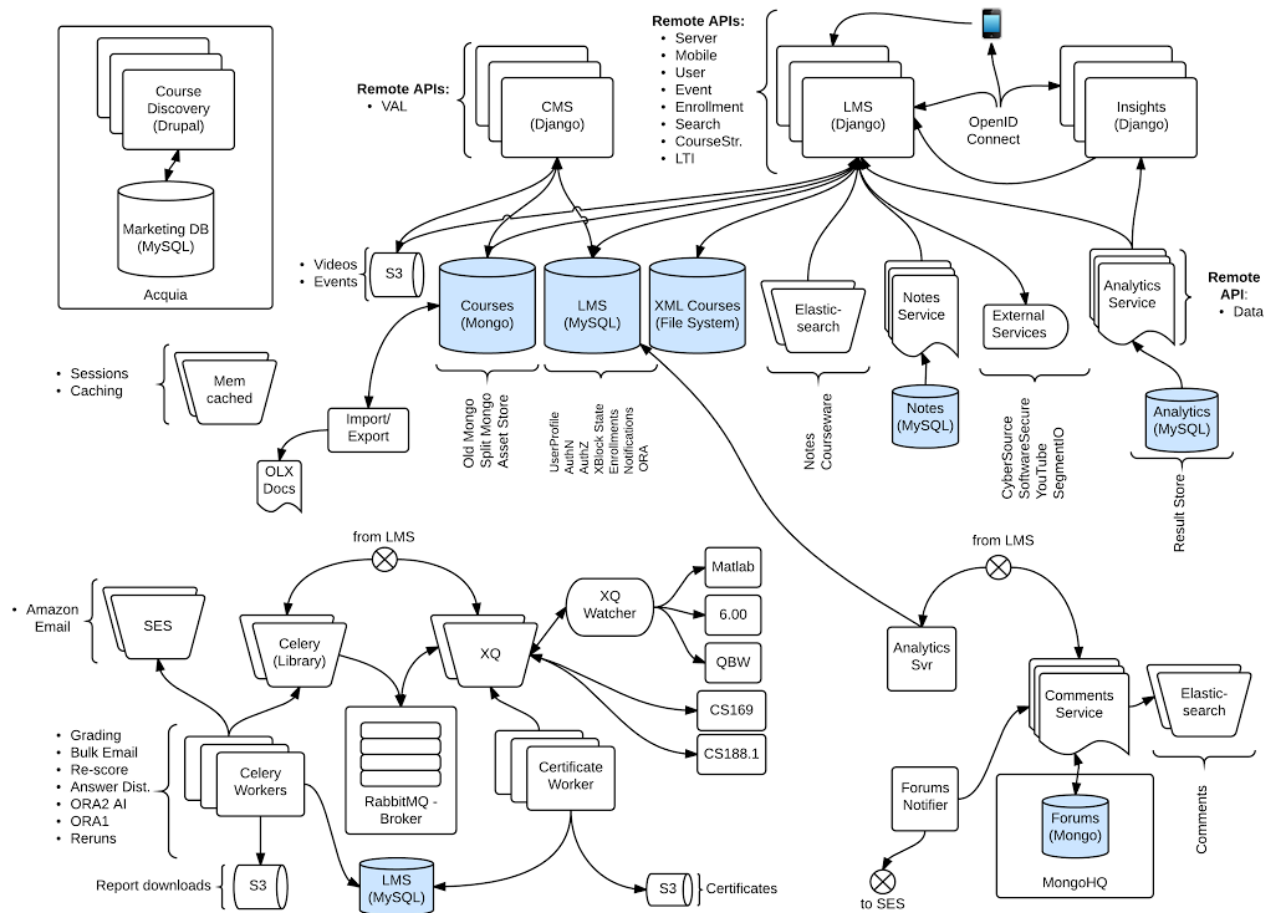
Open edX -alustan ovat ottaneet käyttöönsä koulutusta päätoimenaan tarjoavien organisaatioiden lisäksi myös monet yritykset. Esimerkiksi suosittua avoimen koodin dokumenttitietokantaa kehittävä MongoDB tarjoaa laajasti omaan ohjelmistoonsa liittyvää koulutusta Open edX -alustalla osoitteessa <https://university.mongodb.com/>. Microsoftilla on puolestaan oma oppimisalustansa osoitteessa <https://openedx.microsoft.com/> (Rufo 2019).

3.2 Open edX:n arkkitehtuuri

Järjestelmän käyttäjälle pääasiassa näkyvien LMS- ja CMS-käyttöliittymien alle kätkeytyy useiden eri sovellusten verkosto. Kokonaisuutena Open edX järjestelmä on modulaarinen ja koostuu useista eri ohjelmistoista (komponentit) (Open edX 2015), joista osa on kolmannen osapuolen valmiita ohjelmistoja ja osa Open edX -yhteisön tai edX konsortion kehittämiä. (Aune 2015.)

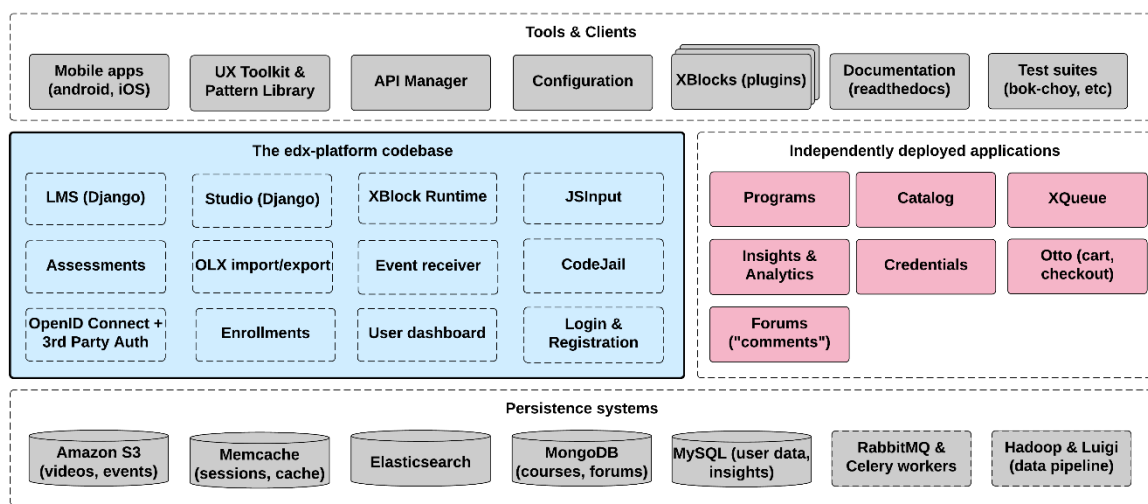
Kokonaisuus on sen verran monimutkainen, että kaikkien osien ja niiden välisten yhteyksien kuvaaminen yhdellä yksiselitteisellä diagrammilla on hankalaa. EdX:n itse julkaisemassa kuviossa 6 kuvataan järjestelmän komponenttien ja välisien yhteyksien lisäksi myös osaa toiminnallisuuksista. Järjestelmä koostuu useasta itsenäisestä osasovelluksesta, tiedontallennusjärjestelmästä ja niiden välille kehitetyistä tiedonsiirtokanavista, joiden välille pitää toteuttaa toimiva konfiguraatio. Komponentit voivat sijaita samalla palvelinkoneella tai ne voi hajauttaa useammalla eri palvelimelle riippuen tarpeesta ja käytössä olevasta tietojärjestelmä infrastruktuurista. Tärkeimmät sovelluskomponentit ja niiden merkitys kokonaisuudelle on kuvattu tarkemmin seuraavassa luvussa.

edX CMS, LMS, Insights Architecture 03.23.2015



KUVIO 6. Open edX -järjestelmän rakenne (Open edX 2015)

Open edX:n tuoreimmassa ylläpitodokumentaatioissa lähestytään järjestelmän kuvausta perinteisemmän komponenttidiagrammin kautta (kuvio 7). Tyypillisimmin käytetyt komponentit on jaoteltu käyttötarkoituksensa ja roolinsa perusteella varsinaisiin ydintoimintoihin ja niihin liittyviin työkalusovelluksiin ja tallennusjärjestelmiin. Varsinaisiin ydintoimintoihin eli ”edx-platform”-koodikantaan kuuluvat projektissa kehitetyt järjestelmän komponentit. Pysyvän tiedon tallennukseen käytetään useita eri avoimen koodin järjestelmiä, mutta myös valinnaisesti kaupallisia palvelun tarjoajia, kuten Amazon S3. (Open edX 2019c.)



KUVIO 7. Open edX -järjestelmän rakenne (Open edX 2019c)

3.2.1 Järjestelmän komponentit

Pääkäyttöliittymä (LMS, Learning Management System) toimii verkkoselaimessa ja on tarkoitettu opiskelijoille kurssin suorittamiseen ja opettajille sekä mahdollisille avustajilla kurssitoteutuksen hallinointiin. Kuvassa 2 on esimerkki opiskelijan näkymästä kurssimateriaaliin. LMS on toteutettu Python-ohjelmointikieleen pohjautuvalla Django-ohjelmistokehyksellä. LMS käyttää sekä MySQL- että MongoDB-tietokantajärjestelmiä tiedon pysyvään tallennukseen. (Edx Inc. 2020a; Open edX 2019c).

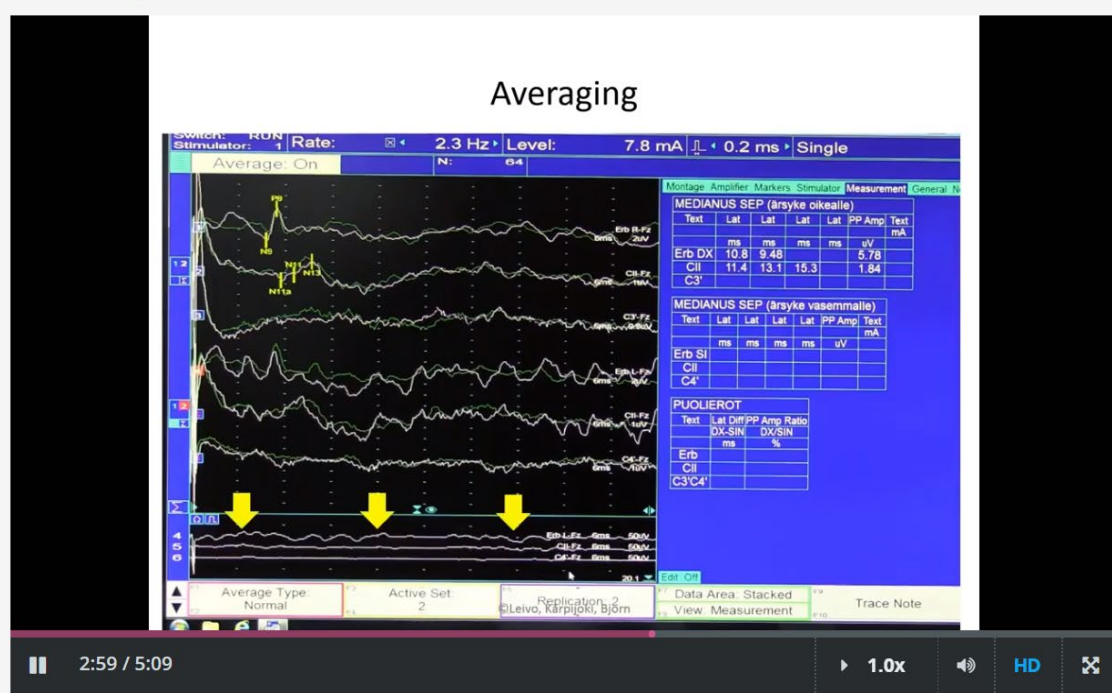
[← Previous](#)

[Next →](#)

Evoked potentials videos

[Bookmark this page](#)

Evoked potentials video 1



Video 1 task 1

0/1 point (graded)

What do evoked potentials measure?

- Electrophysiological responses of the nervous system?
- Sensory receptors receiving stimulus?
- Brain wave activation?
- Auditory responses generated in auditory pathway?

KUVA 2. Kuvakaappaus opiskelijan näkymästä kurssimateriaaliin

Kurssit rakennetaan ja niiden rakennetta, sisältöä, aikataulusta ja arviointikriteerejä hallitaan Studio-käyttöliittymällä (CMS, Course Management System). Studio on ensisijaisesti opettajan työkalu. Se on verkkosovellus ja ohjelmoitu Django-päälle kuten LMS:kin. Studiolla on mahdollista luoda uusia kursseja, varmuuskopioida kurssisisältöjä ja kopioida valmiita kurssirakenteita ja -sisältöjä pohjaksi uusille kurssitoteutuksille. Kuvassa 3 on esimerkki Studion tehtävän muokkaustyökalusta, jossa kohteena on edellisessä kuvassa 2 esiintyvä yksinkertainen monivalintakysymys. Erilaisia tehtävätyyppejä ja kurssin rakennetta kuvataan tarkemmin seuraavassa luvussa.

The screenshot shows the Studio interface. At the top, there's a video player titled 'Evoked potentials video 1'. Below it, a task editor window is open, titled 'Editing: Video 1 task 1'. The task editor contains the following XML code:

```

1 <problem>
2   <choiceresponse>
3     <label>What do evoked potentials measure?</label>
4     <checkboxgroup>
5       <choice correct="true">Electrophysiological responses of the nervous system?</choice>
6       <choice correct="true">Sensory receptors receiving stimulus?</choice>
7       <choice correct="false">Brain wave activation?</choice>
8       <choice correct="true">Auditory responses generated in auditory pathway?</choice>
9     </checkboxgroup>
10  </choiceresponse>
11 </problem>
12

```

Below the XML code, there are 'Save' and 'Cancel' buttons. In the background, a video player shows a graph titled 'Averaging' with a table of data:

Test	Lat	Lat	Lat	Lat	PP Amp	Test
	ms	ms	ms	ms	μV	ms
Erb DX	10.8	9.48			6.78	
Cu	11.4	13.1	15.3		1.84	
CS						

KUVA 3. Kuvakaappaus kurssin ylläpitäjän näkymästä kurssimateriaaliin

Kolmas erillinen Django-pohjalle rakennettu verkkosovellus on oppimisanalytiikan käsittelemiseen tarkoitettu Insights, joka ei kuitenkaan kuulu projektinhallinnallisesti kehitystyössä varsinaiseen ydinalustaan (edx-platform), vaan luokitellaan itsenäisesti kehitettäviin komponentteihin (kuvio 7). (Edx Inc. 2020d; Github 2020.)

Forums-komponenttia käytetään kurssialueella olevien keskustelufoorumien luomiseen. Jokaiselle kurssille voi luoda yhden yleisen kurssin päävalikosta saavutettavissa oleva keskustelufoorumin, mutta sen lisäksi erillisiä keskustelufoorumikomponentteja voi sijoittaa mihin tahansa kurssin muun sisällön sekaan. Esimerkiksi jonkun kurssin tehtävän tai minkä tahansa muun materiaalin yhteydessä voi olla siihen suoraan liittyvä oma keskustelunsa, jota voi hyödyntää esimerkiksi vertaistuen tai palautteen tuottamiseen vapaasti kurssin osallistujien ja ylläpitäjien kesken. (Open edX 2015.)

MySQL on avoin relaatiotietokantahallintajärjestelmä, jota Open edX:ssä käytetään esimerkiksi järjestelmän eri käyttöliittymien (LMS, CMS, jne.) käyttäjätietojen tallentamiseen. Toinen keskeinen tietokantaohjelmisto on dokumenttiorientoitunutta tallennusjärjestelmää käyttävä MongoDB, jota Open edX järjestelmässä käytetään muun muassa kurssisisältöjen ja keskustelufoorumien viestien tallentamiseen. (Open edX 2015.)

XBlocks-spesifikaatio tarjoaa standardin komponenttiarkkitehtuurin ohjelmiston lisäosien, laajenteiden (XBlock) suunnitteluun ja toteutukseen. Käytännössä XBlock on sovellus, jota ajetaan isäntäjärjestelmän, eli Open edX:n tarjoamassa ajoympäristössä (runtime) ja on toteutettu hyödyntämällä isäntäjärjestelmän tarjoamaa ohjelmointirajapintaa (XBlock API). Open edX:n lisäosien sovelluslogiikka ohjelmoidaan Python- ja JavaScript-ohjelmointikielillä ja ulkoasu toteutetaan verkkoympäristöön tyypillisillä HTML- ja CSS-kielillä. (Open edX 2015; Edx Inc. 2020c.)

Open edX -alusta tarjoaa mahdollisuuden käyttää kurssitehtävien arviointiin myös alustan ulkopuolisia ohjelmistoja (external grader). Tämän yhteysteknologian nimi on XQueue. Se tarjoaa REST-tyyppisen rajapinnan oppimisalustan ja ulkoisen arviointiin käytettävän työkalun välille verkon yli. (Edx Inc. 2020b.)

Memcached on Django-sovellusten (LMS ja CMS) hyödyntämä nopea välimuistipalvelin, joka nopeuttaa järjestelmän toimintaa vähentämällä tietokantahakuja säilyttämällä useimmin käytettyä dataa palvelimen käyttömuistissa kovalevyjärjestelmän sijaan (Django 2019). Elasticsearch on avoimen lähdekoodin hakukoneohjelmisto, millä on toteutettu Open edX-alustan hakutoiminnallisuudet (Edx Inc. 2020a).

3.2.2 Skaalautuvuus

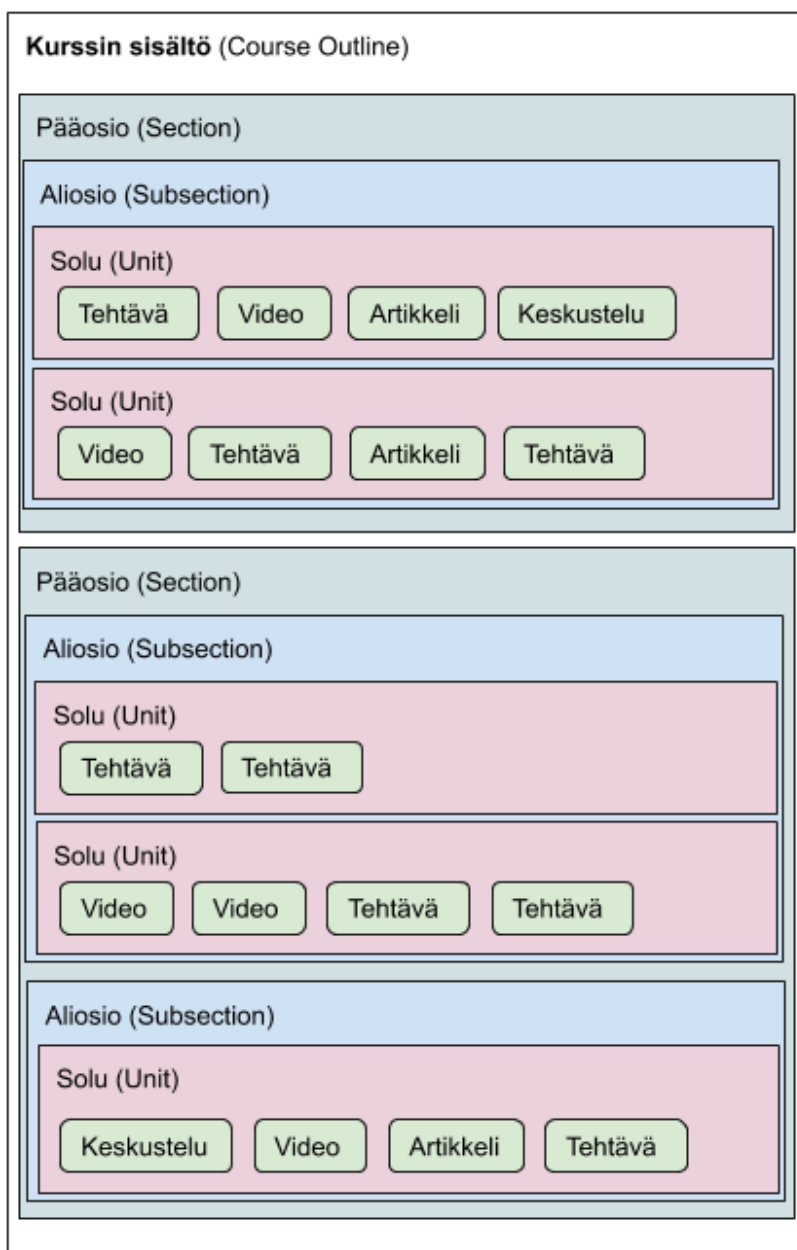
Komponenttipohjainen arkkitehtuuri mahdollistaa järjestelmän monipuolisen skaalaamiseen kuormituksen tarpeiden mukaisesti. Eri ohjelmistokomponentit voidaan asentaa useille eri palvelimille ja tasata kuorma näiden välillä. Open edX -järjestelmä on suunniteltu toimimaan erityisesti Amazonin AWS-pilvipalvelualustalla, jossa edX.org-

palvelukin pyörii. Amazonin EC2 instanssit ovat virtuaalipalvelimia, joiden käyttö mahdollistaa laskenta- ja tallennuskapasiteetin horisontaalisen skaalauksen erilaisin tavoin. Järjestelmää voidaan skaalata manuaalisesti, mutta myös automaattisesti erilaisin perustein. Aikataulupohjaisella skaalauksella voidaan hyödyntää ennalta tiedettyjä kuormapiikkejä tai hiljaisia aikoja. Dynaamisella skaalauksella järjestelmä reagoi suoraan tarpeen mukaan ja ennustavalla automaattisella skaalauksella saadaan resursseja tarpeen vaatiessa käyttöön nopeastikin. (Smith 2016; Amazon Web Services 2019.)

Esimerkkinä edx.org -sivuston käyttämä pilvipalvelinarkkitehtuuri on julkaistu vuodelta 2015 ja siinä kyseinen alusta on jaettu yhteensä yli 20 eri EC2 virtuaalipalvelimelle, joista esimerkiksi 10 järeän kokoluokan palvelinta on varattu LMS- ja CMS-sovellusten pyörittämiseen ja kaksi palvelinta pelkästään keskustelufoorumikomponentteja varten. EC2-instanssien lisäksi käytössä on useita AWS RDS -alustan (Amazon Relational Database Service) alustan palvelimia MySQL-tietokantoja varten ja MondoDB-tietokantoja ylläpidetään Compose.io-palvelussa. (Smith 2016.)

3.2.3 Kurssin sisältö ja rakenne

Open edX kurssin sisältö (outline) rakentuu aina tietynlaisen hierarkkisen mallin pohjalle (kuvio 8). Ylimmällä tasolla kurssi jaetaan pääosiin (section), jotka jaetaan aliosioihin (subsection). Aliosiot koostuvat soluista (unit), jotka puolestaan sisältävät varsinaisen oppimateriaalin erillisinä komponentteina (component). Komponentit voivat olla neljää eri tyyppiä: keskustelufoorumi (discussion), html-muotoinen artikkeli (HTML), tehtävä (problem) tai video.



KUVIO 8. Kurssisisällön rakenne Open edX -alustalla

Osioiden, solujen tai komponenttien määrää hierarkiassa ei ole määrätty, vaan esimerkiksi yhteen soluun voi lisätä niin monta tehtävää kuin haluaa. Rakenteen avulla suunnitellaan, miten kurssisisältö esitetään opiskelijoille. Käytännössä pääosiot näkyvä vain otsikoina ja opiskelija voi valita yhden aliosion suoritettavaksi kerrallaan. Kuvassa 4 on esitetty opiskelijan näkymä sekä kurssin päävalikkoon että siitä avautuvaan aliosioon.

The image shows a screenshot of the BioDigi Clinical Neurophysiology course interface. The left sidebar contains a navigation menu with sections: Introduction, Course overview, Tasks, EEG and Evoke potentials part (with a 'Resume Course' button), Related articles, Homework, and Subsection. Annotations point to 'Pääosio' (Main section) and 'Aliosio' (Subsection) in the Introduction and Tasks sections, and 'Aliosiot' (Subsections) in the Subsection section. The main content area shows the course path: Home > Course > Wiki > Progress > Course > Tasks > EEG and Evoke potentials part > Evoke potentials videos. A 'Solut' (Solution) button is annotated. Below this is a video player titled 'Evoked potentials video 1' showing an 'Averaging' plot of EEG waveforms. Annotations point to 'Videokomponentti' (Video component) and 'Tehtäväkomponentti' (Task component) on the video player. Below the video is a task titled 'Video 1 task 1' with a score of '0/1 point (graded)'. The question is 'What do evoked potentials measure?' and the answer options are 'Electrophysiological responses of the nervous system?' and 'Sensory receptors receiving stimulus?'.

KUVA 4. Kurssin rakenne opiskelijan käyttöliittymän näkökulmasta

Aliosionäkymässä selaimessa näytetään yksi solu kerrallaan ja niiden välillä navigoidaan horisontaalisesti sivun yläosan navigaatiopalkin avulla. Kaikki solun eri komponentit näkyvät sivulla allekkain.

Kaikkien hierarkian osien näkyvyyttä voidaan säätää erikseen, ja pää- ja aliosioden julkaisua voidaan myös aikatauluttaa ja automatisoida kalenterin ja kellonajan perusteella. Näin voidaan toteuttaa kursseja esimerkiksi viikkokohtaisen aikataulusuunnitelman pohjalta, jossa kaikkea materiaalia ei haluta julkaista opiskelijoille heti kurssin aluksi.

Kurssin arviointi voidaan jakaa erilaisiin kategorioihin aliosioden avulla. Kurssin asetuksista määritellään erilaiset tehtäväkategoriat ja niiden painotus kurssin kokonaisarvioinnissa (kuva 5). Tämän jälkeen voidaan jokaisen aliosion asetuksissa määritellä, mihin tehtävätyyppikategoriaan minkäkin aliosion sisältämien tehtäväkomponenttien pisteet lasketaan mukaan. Yksittäisten tehtävien painotus suhteessa arviointikategoriaan taas määritetään suoraan yksittäisten tehtävien asetuksista. Oletuksena jokaisen tehtävän arvo on yksi piste, jolloin tehtävät ovat tehtävätyypistä riippumatta arvioinnin näkökulmasta samanarvoisia keskenään.

Assignment Types

Categories and labels for any exercises that are gradable

Assignment Type Name <input type="text" value="Homework"/> <small>The general category for this type of assignment, for example, Homework or Midterm Exam. This name is visible to learners.</small>		Abbreviation <input type="text" value="HW"/> <small>This short name for the assignment type (for example, HW or Midterm) appears next to assignments on a learner's Progress page.</small>
Weight of Total Grade <input type="text" value="60"/> <small>The weight of all assignments of this type as a percentage of the total grade, for example, 40. Do not include the percent symbol.</small>	Total Number <input type="text" value="12"/> <small>The number of subsections in the course that contain problems of this assignment type.</small>	Number of Droppable <input type="text" value="2"/> <small>The number of assignments of this type that will be dropped. The lowest scoring assignments are dropped first.</small>
<input type="button" value="Delete"/>		

Assignment Type Name <input type="text" value="Lab"/> <small>The general category for this type of assignment, for example, Homework or Midterm Exam. This name is visible to learners.</small>		Abbreviation <input type="text" value="LAB"/> <small>This short name for the assignment type (for example, HW or Midterm) appears next to assignments on a learner's Progress page.</small>
Weight of Total Grade <input type="text" value="40"/> <small>The weight of all assignments of this type as a percentage of the total grade, for example, 40. Do not include the percent symbol.</small>	Total Number <input type="text" value="8"/> <small>The number of subsections in the course that contain problems of this assignment type.</small>	Number of Droppable <input type="text" value="2"/> <small>The number of assignments of this type that will be dropped. The lowest scoring assignments are dropped first.</small>
<input type="button" value="Delete"/>		

KUVA 5. Kuvakaappaus tehtävien arviointikategorioiden määrittelystä Studioissa

Videoiden toistamiseen Open edX:n videokomponentti tarjoaa oman videotoistimen, joka suunniteltu erityisesti luentovideoiden toistamiseen. Esimerkiksi YouTube-videoita käytettäessä videotoistimen lisäominaisuuksia YouTubeen omaan web-toistimeen verrattuna ovat mahdollisuus säätää toistonopeutta 0,5 – 2,0 kertaiseksi ja nähdä videon mahdollinen tekstitys kokonaan kerrallaan. Skrollattava tekstitys on käytännössä lista linkkejä, joiden avulla voi hypätä videon toistossa suoraan tekstityksestä valittuun kohtaan.

HTML-artikkelikomponentin avulla kurssisisältöön voi lisätä käytännössä melkein mitä tahansa oppimateriaalia, mitä voisi lisätä mille tahansa www-sivulle. HTML-komponenttia käytetään siis esimerkiksi teksti- ja kuvasisällön sekä linkkien lisäämiseen kurssimateriaaliin.

Tehtäväkomponentit jaetaan kahteen peruskategoriaan: yleisiin tehtävätyyppeihin (common problem types) ja edistyneisiin tehtäviin (advanced). Yleisiin tehtävätyyppeihin kuuluvat esimerkiksi perinteiset monivalintatehtävät eri muodoissaan sekä yksinkertaiset kysymykset, joihin voi vastata avoimeen sana- tai numerokenttään. Yhteistä näille tehtäville on, että Open edX:n Studio tarjoaa yksinkertaisen tekstieditorin ja syntaksin tehtäviin luomiseen.

Edistyneet tehtävät vaativat yleensä tehtävän toteuttajalta (opettaja/avustaja) enemmän perehtymistä tekniseen toteutukseen, XML-kielen tuntemusta ja mahdollisesti myös ohjelmointiosaamista Python ja/tai JavaScript -kielellä. Edistyneisiin tehtäviin kuuluu muutama sisäänrakennettu erityistapauksiin soveltuva tehtävätyyppi, joille on kehitetty myös oma muokkaustyökalu, eikä ohjelmointiosaamista tarvita. Tällaisia tehtäviä ovat esimerkiksi sähkökytkentäkaavion suunnittelu (circuit schematic builder), raahaa ja pudota (drag and drop), molekyyliarakenteen piirtäminen (molecular structure), kuvakartta (image mapped input) ja essee (open response assessment, ora).

Esimerkiksi raahaa ja pudota -tehtävään tuodaan taustakuva ja raahattavat objektit joko kuvina tai tekstinä. Taustakuvaan määritetään koordinaatit, joihin tehtävän suorittajan pitää sijoittaa raahattavat objektit saadakseen pisteitä tehtävän asetusten mukaisesti. Essee tehtävässä taas annetaan kirjoitustehtävä ja määritellään arviointiperusteet sekä ohjeistukset itsearviointiin, vertaisarviointiin ja mahdollisesti myös opettajan antaman arvion yhdistelmänä.

Edistyneellä tehtävätyypillä on käytännössä mahdollisuus toteuttaa minkälainen tehtävä tahansa. Tehtävän ulkoasun ja käyttöliittymän toiminnallisuuden voi toteuttaa www-ohjelmoinnin keinoin HTML-, CSS- ja JavaScript-kielillä. Tehtävän palautusta, palautetta ja arviointia varten tarvittava toiminnallisuus toteutetaan tällöin omilla Python-funktioilla.

Käytännössä kaikki kurssisisältö (pois lukien binääriformaateissa olevat dokumentit, kuten pdf- ja kuvatiedostot) tallennetaan järjestelmään yleisissä avoimissa tekstipohjaisissa formaateissa, joita ovat XML, HTML ja JSON. Kurssisisältö on siirrettävissä eri Open edX -alustojen välillä zip-pakettina, joka sisältää kokoelman tiedostoja edellä mainituissa formaateissa. Esimerkki yksinkertaisen kurssin kansiorakenteesta on listattu liitteessä 1. Avoimet tekstipohjaiset tiedostomuodot mahdollistavat kurssisisällön käsittelyn myös järjestelmän ulkopuolisilla työkaluilla ja versionhallinnan esimerkiksi Git-järjestelmällä. Versionhallintatyökalujen käyttö kurssien sisällön arkistointiin ja hallinnointiin puolestaan mahdollistaa kätevän tavan ylläpitää tarvittaessa esimerkiksi samanaikaisesti useita hieman toisistaan erovia versioita samasta kurssisisällöstä. Versionhallinnan työkaluilla pidetään zip-tiedostokokoelmaan verrattuna kokonaisuus paremmin hallussa, koska

tekstipohjaisiin tiedostoihin tehdyt muutokset ja versioiden väliset erot on helppo nähdä ja jäljittää.

3.3 Järjestelmän käyttöönotto

3.3.1 Asennustavat ja ylläpitomallit

Open edX:n virallisessa dokumentaatiossa suositellaan ensisijaiseksi tavaksi ottaa järjestelmä käyttöön yhteydenottoa johonkin lukuisista kolmannen osapuolen palveluntarjoajista. Edellisessä luvussa (3.2.) kuvatun kompleksisuuden takia järjestelmän asennus tuotantokäyttöön oman organisaation tietojärjestelmäinfrastruktuuriin vaatii perehtymistä alustan toimintaan ja sen eri komponenteissa käytettyihin teknologioihin. Asennuksen voi kuitenkin halutessaan tehdä sekä paikallisille (on-premises) virtualisoidulle tai fyysiselle palvelimelle ja/tai laaS-tyyppiselle pilvialustalle, joista Open edX tukee suoraan Amazonin AWS-palvelun käyttöä. Esimerkiksi edx.org-palvelun Open edX -alustaa ajetaan miljoonille käyttäjille skaalatussa AWS-ympäristössä. (Edx Inc. 2019a; Edx Inc. 2020a; Open edX 2019c.)

Käytännön Open edX -alustan asentaminen vaatii oman dedikoidun palvelimen, jonka laitteistovaatimuksia ovat vähintään 8 Gt:n käyttömuisti ja oma prosessori 2 GHz laskentateholla. Lisäksi tuotantokäyttöön suositellaan alkuun 50 Gt:n kovalevytilaa. Laitteistovaatimukset kertovat osaltaan järjestelmän raskaudesta ja monimutkaisuudesta. Vertailun vuoksi esimerkiksi Moodlen vastaavat minimivaatimukset ovat 1 GHz prosessori, 512 Mt käyttömuistia ja levytilasuositus on 5 Gt, josta sovellus itsessään vie noin 200 Mt. Moodlea voidaan ajaa pienimuotoisesti myös jaetuilla verkkopalvelimilla, kuten web-hotelleissa, koska sen ohjelmistovaatimukset rajoittuvat yleisiin PHP-ympäristöön ja MySQL- tai PostgreSQL-yhteensopivaan tietokantaan. Käyttäjämäärien kasvaessa järjestelmän laitteistovaatimukset kuitenkin lähenevät toisiaan. (Edx Inc. 2020a; Open edX 2019c; Moodle 2020b.)

Myös konttiteknologialla voidaan helpottaa Open edX -alustan asennus- ja ylläpitotyötä. Esimerkiksi Tutor-niminen Docker-pohjainen avoimen lähdekoodit jakelupaketti tarjoaa valmiiksi rakennetun Open edX -paketin, jolle on tarvittaessa saatavilla myös laaja maksullinen tukipalvelu. Docker-pohjaisuuden ansiosta Open edX -kontti voidaan ottaa käyttöön esimerkiksi useiden PaaS-palveluntarjoajien alustoilla ja se tukee esimerkiksi suosittua avoimeen lähdekoodiin pohjautuvaa Kubernetes konttien ajo- ja hallintaympäristöä. (Edx Inc. 2020a; Tutor 2020.)

Sekä omaa palvelininfrastruktuuria että konttitekniologiaa ja muita PaaS- ja IaaS-pilvipalvelumalleja käytettäessä lankeaa lopullinen vastuu järjestelmän teknisestä toimivuudesta, tietosuoja- ja -turvavaatimuksiin ja muihin toiminnallisiin vaatimuksiin vastaamisesta alustan käyttäjäorganisaatiolle itselleen. Esimerkiksi alustan yleisiä tai sen eri komponenttien versiopäivityksiä ei voi tehdä suoraan tuotantojärjestelmään täysin vaarantamatta sen toimivuutta, vaan käytännössä tuotantojärjestelmän rinnalla kannattaa ylläpitää mahdollisimman samankaltaista testialustaa, jonka avulla päivityksien, datamigraatioiden ja uusien ohjelmistokomponenttien toimivuus voidaan varmistaa. Valmista konttijakelua käytettäessä on tarjolla mahdollisesti maksullinen tukipalvelu jakelun tuottajan toimesta ja myös uusien alustaversioiden toimivuus voidaan olettaa testatun etukäteen konttijakelun ylläpitäjän toimesta. (Edx Inc. 2020a; Open edX 2019c; Tutor 2020.)

Kymmenet yritykset tarjoavat Open edX -alustaa palveluna myös SaaS-mallilla, ja Open edX -yhteisö ylläpitää ajantasaista listaa palveluntarjoajista wikissään (Open edX Community 2020). Suomalaisesta ja eurooppalaisesta näkökulmasta vain sellaiset palveluntarjoajat tulevat kyseeseen, jotka täyttävät Euroopan Unionin yleisen tietosuojasetuksen, GDPR:n vaatimukset. Osa palveluntarjoajista on tuotteistanut palvelun SaaS-mallilla todella pitkälle, ja alusta on helpoimmillaan otettavissa nopeasti koekäyttöön vain rekisteröitymällä palveluun ja tekemällä minimaaliset alkuasetukset sivustolle. Tällöin palvelun hinnoittelu voi tapahtua esimerkiksi aktiivisten käyttäjien määrän mukaan. Aktiivikäyttäjää määrää voidaan mitata esimerkiksi suurella MAU (Monthly Active Users), jolloin jokainen palveluun vähintään kerran kuussa kirjautunut käyttäjä lasketaan mukaan. Usein palvelusta tarjotaan myös useaa eritasoista kuukausiveloitukseen perustuvaa palvelusopimusta, joista edullisimmassa tarjotaan vaan perustoiminnallisuudet kurssien rakentamiseen ja toteuttamiseen. Maksamalla enemmän on mahdollista saada käyttöön lisää toiminnallisuuksia, alustan mukauttamisasetuksia ja kattavammat tukipalvelut. (Appsembler 2019; BeDjango 2020; Edunext 2020; OpenCraft 2020; Open edX Community 2020; Tietosuojavaltuutetun toimisto 2020.)

Valmiissa palvelussa alustan asetuksia säädetään palveluntarjoajan www-hallintapaneelin kautta ja räätälöitävyys rajoittuu ominaisuuksiin, joiden muokkaukseen palveluntarjoaja on toteuttanut toiminnallisuudet ja käyttöliittymän. Käytännössä räätälöinti siis rajoittuu yleisesti käytännönläheisiin asioihin, kuten esimerkiksi sivuston osoitteeseen, graafiseen ulkoasuun, sähköpostiviestien mallipohjiin, käyttäjäasetuksiin, kurssien näkyvyyteen ja niin edelleen. Kalliimmissa palvelupaketeissa on myös yleensä mahdollista käyttää kolmannen osapuolen kirjautumispalvelua ja avata joitain alustan rajapintoja (API, Application Programming Interface) tilaajan omien sovellusten hyödynnettäviksi. Käyttäjän

tunnistautumispalveluna voidaan käyttää sosiaalisen median palveluiden (Google, Facebook, LinkedIn ja niin edelleen) tarjoamaa kirjautumista tai oman organisaation kertakirjautumisjärjestelmiä, kuten Microsoftin Active Directorya tai mitä tahansa SAML protokollaa tukevaa autentikointipalvelua. Rajapintojen kautta voidaan päästä ohjelmallisesti käsiksi esimerkiksi alustan käyttäjä- ja kurssisuoritustietoihin, sekä kurssisisältöihin vaikka mobiilisovellusten käyttöä varten. (Appsembler 2019; BeDjango 2020; Edunext 2020; OpenCraft 2020.)

Suuri osa palveluntarjoajista luottaa perinteiseen tilaaja-toimittajamalliin, jossa alustapalvelu räätälöidään, tuotetaan ja hinnoitellaan tarjosten, neuvotteluiden ja sopimusten perusteella. Tällöin teknisestä näkökulmasta ratkaisumalli on samankaltainen kuin alustan käyttöönotto suoraan omaan organisaation infrastruktuurissa, mutta käyttöönotto ja ylläpito ulkoistettu. Alusta on siis täysin räätälöitävissä ja integroitavissa muihin käytössä oleviin järjestelmiin ja järjestelmä on skaalattavissa isoillekin käyttäjämäärille sopimuksen mukaan. Käyttöönoton ja jatkuvan ylläpidon kannalta SaaS-malli tarjoaa luonnollisesti helpoimman ja huolettomimman vaihtoehdon. Open edX -järjestelmän ylläpito vaatii paljon asiantuntijatyötä ja varsinkin pienille käyttäjämäärille valmis palvelu on kustannustehokas ratkaisu. Mutta aktiivisen käyttäjämäärän kasvaessa ja järjestelmän mukauttamiseen kohdistuvien vaatimusten myötä oman instanssin käyttöönotto saattaa olla varteenotettava vaihtoehto. (BeDjango 2020; Edunext 2020; OpenCraft 2020; Open edX Community 2020.)

3.3.2 Käytännön asennustyö

Open edX -järjestelmä asennettiin ja otettiin käyttöön pilottia varten asentamalla se organisaation oman infranstruktuurin VMware vSphere -virtualisointiympäristössä sijaitsevalle palvelimelle. Rahoitusteknisistä syistä alustan ostaminen valmiina SaaS-mallilla ei ollut käytännössä varteenotettava vaihtoehto, vaikka oletetun käyttäjämäärän ja muiden vaatimusten kannalta mallia olisikin voinut harkita. Tarjolla olevat konttiteknoologiaan perustuvat ratkaisut käytiin läpi, mutta tarpeisiimme nähden riittävän luotettavasti toimivaa, muokkautuvaa ja riittävän kustannustehokasta ratkaisua ei ollut tarjolla käyttöönottohetkellä, joten järjestelmän asennustavaksi valikoitui vaatimuksiin sopiva ja tarvittaessa räätälöitävissä oleva yhden palvelimen natiivi asennus. Pilottia sekä sen taustoja ja tarpeita kuvataan tarkemmin luvussa 4.

Koska alustan yhtäaikaiset käyttäjämäärät käyttötarkoituksen ja hankkeen laajuuden huomioon ottaen jäisivät suurimmillaan joihinkin satoihin, todettiin että yhden palvelimen asennus on ominaisuuksiltaan riittävä ja mahdollista skaalausta suurempaan käyttöön suunniteltaisiin tarpeen ilmetessä tarkemmin jälkepäin. Oleellisin tieto tässä vaiheessa

oli, että alusta mukautuu tarvittaessa laajempaankin käyttöön ja palvelimen resursseja on käytettävissä ympäristössä mahdollista kasvattaa välittömästi akuutin tarpeen ilmaantuessa. Open edX:n dokumentaatioissa tästä asennustavasta käytetään nimitystä natiiviasennus (native installation). Palvelimen käyttöjärjestelmäksi piti tässä tapauksessa valita Linux ja ainoa virallisesti tuettu Linux-jakelu (distro, distribution) oli Ubuntu palvelinversio 16.04 64-bittisenä, joka on niin sanottu pitkän tuen (LTS, Long Term Support) versio, jota luvataan Ubuntu toimesta tukea muun muassa tietoturvapäivityksien muodossa ainakin viisi vuotta julkaisusta eteenpäin (Open edX 2019c; Ubuntu 2020).

Ensin siis asennettiin valittu Ubuntu-käyttöjärjestelmä ja päivitettiin sen kaikki ohjelmistopakettit ajan tasalle. Tämän jälkeen hyödynnettiin edX-yhteisön kehittämää GitHubissa jaeltavaa Configuration-projektia, joka on käytännössä kokoelma erilaisia työkaluja, asetustiedostoja ja skriptejä, joita esimerkiksi edx.org käyttää alustan tuottamiseen ja ylläpitoon. Projektista löytyvät myös sopivat skriptit natiiviasennuksessa alkuun pääsemiseksi. Ennen skriptin asennusta voitiin tehdä käyttöjärjestelmän ympäristömuuttujiin muutamia perusasetuksia, joita asennusskriptit noudattivat, esimerkiksi haluttu Open edX:n julkaisuversio ja palveluiden yhteydessä käytettävät verkkotunnukset (domain). Open edX -alustan tuotantoversioiden hallinnoinnissa käytetään termiä nimetty julkaisu (named release), joista valittiin asennushetkellä tuorein, nimeltään "Hawthorn". (Edx Inc. 2020a.)

Käytännössä valmiiden skriptien avulla tehtävä perusasennus oli kolmivaiheinen. Ensimmäinen skripti (liite 2) valmistelee järjestelmän, eli tarkastaa, että käyttöjärjestelmä on oikea ja asentaa tarvittavat ohjelmistopakettit käyttöjärjestelmän pakettienhallinnasta ja lisää sinne tarvittavat ohjelmistolähteet. Lisäksi se hakee ja asentaa Configuration-projektin työkalut ja Ansible automatisointiohjelmiston. Ansible on avoimen lähdekoodin ohjelmisto, joka tarjoaa työkaluja muun muassa tietojärjestelmien asetusten hallintaan, sovellusten julkaisemiseen ja palveluiden orkestrointiin automaattisesti. Open edX -alustan asennus nojaa vahvasti Ansiblen käyttöön. Ansible hyödyntää YAML-kielisiä konfiguraatitiedostoja, eräänlaisia "reseptejä", joita voidaan kutsua myös käsikirjoituksiksi tai pelikirjoiksi (virallisesti playbook). Näissä YAML-tiedostoissa määritellään esimerkiksi, miten ja mitkä sovellukset tai komponentit asennetaan, miten ne integroidaan toisiinsa, missä verkko-osoitteissa ne toimivat, miten käyttäjät määritellään ja niin edelleen. (Ansible 2020; Edx Inc. 2020a; Open edX 2019c.)

Toisessa asennusvaiheessa generoitiin salasanat eri ohjelmistokomponenttien käyttöä varten. Esimerkiksi tietokantojen käyttöä varten tarvitaan erilaisia käyttöoikeuksia eri ohjelmistokomponentteja varten; keskustelukomponentti tarvitsee käyttäjän tietoihin

huomatusti rajatumman pääsyn kuin vaikka tehtävien arviointi vaatii. Koska palvelut voivat olla hajautettuna eri palvelimille verkossa, pienennetään tietovuotojen riskiä avaamalla tietojen saatavuutta eri palveluille vain tarpeen mukaan. Liitteessä 3 on esitelty salasanojen generointiin käytetty skripti ja liitteessä 4 sen hyödyntämä YAML-tiedosto. Luotuja salasanoja käytetään seuraavassa vaiheessa, mutta ne laitettiin jo tässä vaiheessa varmaan talteen mahdollisesti tulevia päivitys-, kehitys- tai virheenkorjaustilanteita varten. (Edx Inc. 2020a.)

Kolmannessa vaiheessa päästiin varsinaiseen järjestelmän asennukseen. Asennusskripti hyödyntää Ansiblea, joka lukee useita eri YAML-tiedostoja ja asentaa kaikki järjestelmään kuuluvat ohjelmistot yhdeksi kokonaisuudeksi ja tekee niille yhteensopivat konfiguraatiot. Käytännössä tämä kesti kokonaisuudessaan useamman tunnin, eikä onnistunut ensimmäisellä kerralla, vaan vaati ongelmatilanteissa hieman käsityötä versioristiriitojen ratkaisemiseksi ja asennusskriptin ajamista uudelleen. Virheilmoitusten ratkomisen ja skriptin onnistuneen suorituksen jälkeen käytössä oli toimiva perusasennus, jossa kirjautuminen sekä LMS:ään että Studioon onnistui. (Open edX 2019c.)

Seuraavaksi järjestelmälle täytyi tehdä alustavat suojaustoimenpiteet ja räätälöidä sitä oman organisaation käytön tarpeisiin. Järjestelmässä oli oletuksena käytössä testitunnukset eri käyttäjärooleille yksinkertaisilla salosanoilla. Nämä testitunnukset ovat samat kaikille alustan perusasennuksille, joten ne oli syytä poistaa käytöstä heti, kun ylläpitäjän omalle tunnukselle oli annettu oikeudet järjestelmän täyteen hallintaan. Verkkokäyttöliittymät toimivat alkuun ilman salausta, joten toinen heti tehtävä tärkeä asia oli SSL-sertifikaatin hankkiminen käytössä oleville verkko-osoitteille ja sen asentaminen järjestelmän käytössä olevaan Nginx www-palvelinohjelmistoon. (Open edX 2019c.)

Yhteyden suojaamisen jälkeen säädettiin alustan käyttöliittymien perusasetukset kuntoon. Koska sekä LMS että Studio ovat samaan Django ohjelmistokehykseen pohjautuvia, mutta erillisiä sovelluksia, niillä on kummallakin omat toisistaan riippumattomat asetuksensa. Django-ympäristössä perusasetukset säädetään JSON-muotoisissa konfiguraatitiedostoissa, joissa määriteltäviä asioita ovat esimerkiksi palvelun eri osaluokkien yhteyssähköpostiosoitteet, liittyvien palveluiden osoitteet, välimuistin tallennuspalvelut, käyttöön otettavat ominaisuudet, käyttäjiltä vaaditut rekisteröitymistiedot, palvelun yhteydessä käytettävät sosiaalisen median tilit ja niin edelleen. Tarkemmin esimerkiksi asetustiedostojen sisällöstä voi tutustua liitteessä 5. Asetustiedostoihin tehdyt muutokset otetaan käyttöön aina käynnistämällä kyseessä oleva Django-sovellus uudelleen supervisorctl-hallintatyökalulla. Käytössä olevat oletusasetukset tulevat osin Ansiblen käytön myötä sitä ohjaavista YAML-määrittelyistä ja

muokattuja asetuksia voitaisiin ylläpitää toistuviin asennustarpeisiin myös näissä tiedostoissa. (Ansible 2020; Django 2019; Edx Inc. 2020a; Open edX 2019c.)

Oletuksena perusasennus ei sisällä myöskään minkäänlaista brändäystä, vaan käyttöliittymien ulkoasu, palvelun nimi, logot, sähköpostiviestipohjat voidaan säätää kuntoon ohjelmiston asennuksen jälkeen. Järjestelmän automaattisesti lähettämät viestit ovat oleellinen osa palvelun toimintaa. Niiden lähetysosoitteet järjestelmä poimii Django-sovellusten asetuksista, mutta viestien varsinaista sisältöä hallitaan palvelimen tiedostojärjestelmässä olevien mallipohjien (template) avulla. Oikeiden sähköpostipohjien löytäminen vaati tiedostojärjestelmän ja asetustiedostojen tutkimista. Kaikki pohjat eivät sijainneet samassa paikassa ja osa niistä vaikutti olevan käyttötarkoitukseltaan päällekkäisiä, osa taas käytöstä poistuneilta. Nopeimmaksi käytännön tavaksi varmistua oikeista tiedostoista oli vain muokata niitä, ja kokeilla niitä käytännössä verkkokäyttöliittymien toimintojen kautta. Sähköpostipohjat käyttämät Django-sovelluskehityksen hyödyntämää Python-pohjaista Mako-kieltä. Pohjat ovat normaalissa txt-tiedostomuodossa mutta niihin voidaan sisällyttää esimerkiksi Pythonilla ohjelmoituja muuttujien arvoja, ehtolauseita ja muuta logiikkaa. Sähköpostia lähettäessään Open edX siis ajaa mallipohjan koodit ensin Python-tulkin läpi personoiden viestin sisällön tarpeen mukaan. Esimerkki Mako hyödyntävästä sähköpostipohjasta löytyy liitteestä 6, jossa viestipohja käyttäjän sähköpostiosoitteen vaihdon vahvistamista varten. (Django 2019; Mako 2020; Edx Inc. 2020a; Open edX 2019c.)

Ensimmäisessä vaiheessa pientä ulkoasun muokkausta vaati vain kurssien suoritukseen tarkoitettu LMS, koska se on pääkäyttöliittymä ja käytännössä valtaosalle käyttäjistä ja erityisesti opiskelijoille se ainoa suoraan käytettävä sovellus Open edX -ympäristössä. Studion geneerinen oletuskäyttöliittymä puolestaan otettiin käyttöön sellaisenaan, eikä sen ulkoasun muokkaamista koettu ainakaan pilottivaiheessa tarpeelliseksi, koska Studio-käyttöliittymä on vain kurssimateriaalin tuottajien käytössä. LMS on Django-sovellus, joten myös sen ulkoasu hyödyntää Mako-mallipohjia. Mallipohjat ovat HTML-tiedostoja, jotka voivat sisältää perinteisen HTML-rakenteen, CSS-määreiden ja JavaScript-koodin lisäksi Pythonilla ohjelmoitua logiikkaa. Makolla sivuston ulkoasu voidaan rakentaa modulaarisesti useasta eri HTML-tiedostosta. Näin sivuston perusrakenne voi käyttää aina samaa pohjaa ja siihen voidaan liittää aina näkymäkohtaisesti eri komponentteja. Esimerkki Mako hyödyntävästä HTML-tiedostosta, jolla tuodaan videotuotteen komponentti sivulle, esitellään liitteessä 7. Jos samalla verkkosivulla on esillä useampi video, upotetaan tämä komponentti sivulle useampaan kertaan, mutta eri Python-muuttujien arvoilla, eli käytännössä eri videosisällöllä. (Django 2019; Edx Inc. 2020a; Mako 2020; Open edX 2019c.)

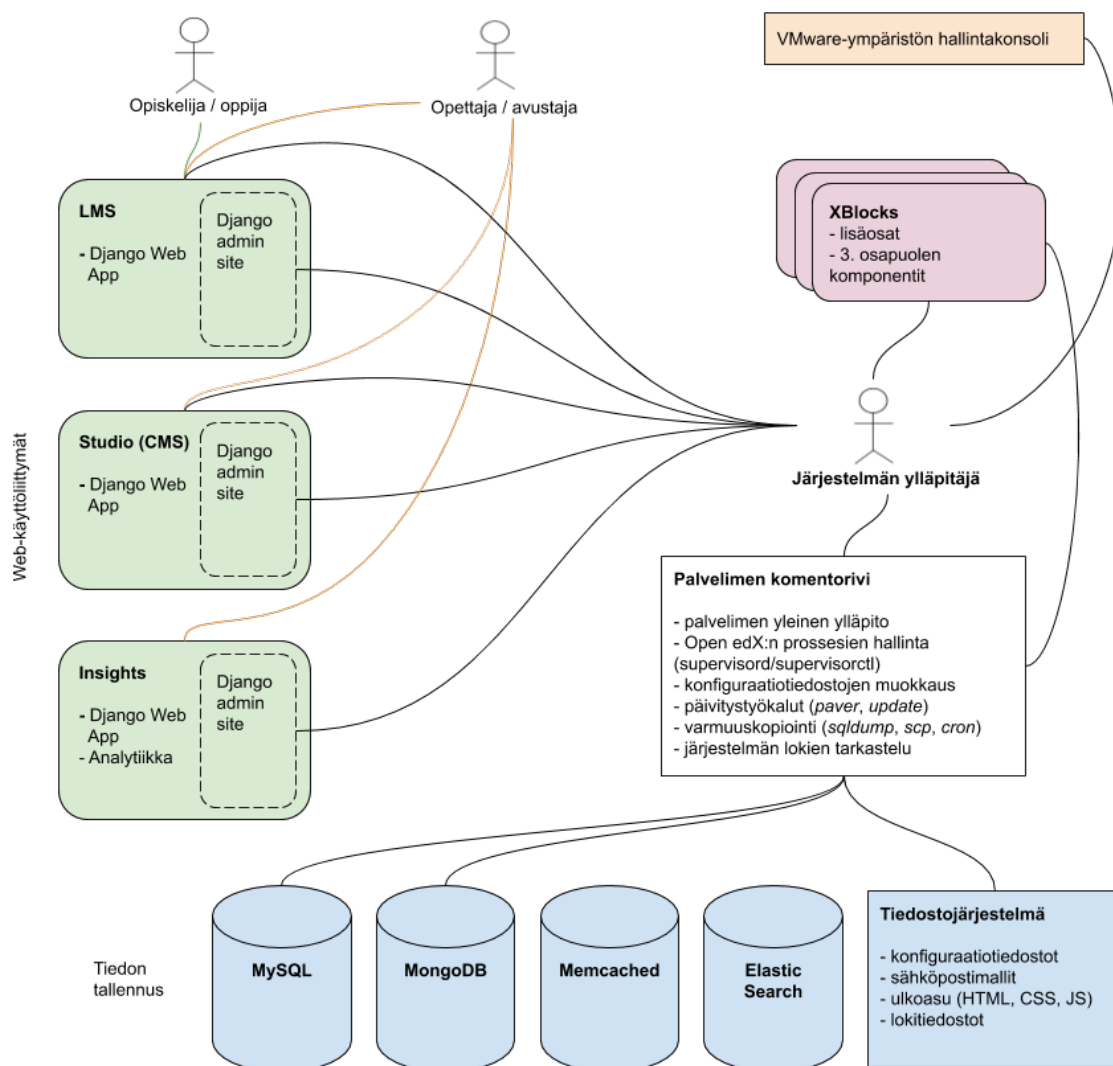
Open edX -alusta sisältää valmiiksi sisäänrakennettuna muutaman erilaisen ulkoasun eli teeman (theme/template). Näitä ovat edx.orgin itsensä käyttämä ulkoasu, Stanfordin yliopiston oman edX-ympäristön ulkoasu ja Open edX brändäämätön oletusulkoasu, joita voi muokata ja käyttää suoraan oman ulkoasun pohjina. Ongelmaksi tässä voisi muodostua se, että järjestelmän päivityksen yhteydessä muokatut tiedostot palautuvat oletusmuotoonsa. Toinen tapa on hyödyntää Djangon hallintapaneelista löytyvää oman teeman määrittämismahdollisuutta. Hallintapaneelista voi valita käyttöön oman teeman määrittelemällä sen kansion sijainnin tiedostojärjestelmässä. (Django 2019; Edx Inc. 2020a.)

Käytännössä oman ulkoasun ja järjestelmän asetusten hallintaa varten tehtiin oma Git-repositorio, jossa ylläpidettiin kaikkia omaan käyttöön muokattuja tai luotuja asetus- ja ulkoasutiedostoja, kuten HMTL-pohjia, CSS-tiedostoja ja kuvia sekä omia työkaluskriptejä. Oman ulkoasun pohjana käytettiin oletusteemaa, jolloin omaan teemaan ei tarvitse ottaa mukaan kuin muokkauksia sisältävät tai uudet tiedostot ja Django käyttää muilta osin oletusteeman tiedostoja. Sähköpostipohjien käytöstä poiketen Mako-muotoiset HTML-tiedostot täytyy kääntää ja ottaa käyttöön Open edX:n tarjoamalla työkaluilla, jotta muutokset päivittyvät tuotantoon ja näkyvät verkossa. Päivitys tapahtuu Python-projektien automatisointiin kehitetyllä Paver-työkalulla, joka suoritetaan palvelimen komentoriviltä. Työnkulun sujuvoittamiseksi luotiin yksinkertainen työkalu, Bash-skripti, joka kopioi kaikki Git-repositorion sisältämät tiedostot oikeisiin paikkoihin Open edX -järjestelmässä, suorittaa tarvittavat päivityskomennot ja käynnistää palvelut uudestaan. (Django 2019; Edx Inc. 2020a; Paver 2020.)

3.4 Järjestelmän ylläpito

Asennuksen tapaan myös ylläpito vaatii useiden erilaisten työkalujen käyttöä riippuen järjestelmän osasta ja ylläpitotehtävästä. Kuviossa 9 on kuvattu järjestelmän ylläpitäjän ja muiden pääkäyttäjryhmien yhteydet järjestelmän komponentteihin. Kuviosta on selkeyden vuoksi jätetty pois eri komponenttien sidokset toisiinsa, jotka on kuvattu tarkemmin luvussa 3.2.

Alustamme toimii VMware vSphere -virtualisointiympäristössä, joten alimman tason hallintatyökaluna voidaan pitää virtualisointiympäristön hallintakonsolia. Siellä määritellään palvelimen käytössä olevat virtuaaliset laitteistoresurssit, kuten esimerkiksi laskentateho, käyttömuistin määrä ja levytilan kapasiteetti. Laitteistoresurssien hallinnan lisäksi konsolilla voidaan tallentaa koko virtuaalipalvelimen laajuisia tilannekuvia (snapshot), joita voidaan hyödyntää varmuuskopioina ja järjestelmän palautuspisteinä. Varmuuskopiointiin palataan tarkemmin luvussa 3.4.2.



KUVIO 9. Open edX -järjestelmän rakenne kuvattuna yksinkertaistettuna ylläpitäjän näkökulmasta

Ylläpitäjän tunnuksilla pääsee käyttämään opiskelijoiden ja opettajien käytössä olevaa LMS-webkäyttöliittymää lisätyillä oikeuksilla. Pääkäyttäjä näkee kaikki järjestelmässä olevat toteutukset ja voi valita roolin, jossa niitä tarkastelee. Koska LMS on toteutettu Django-ohjelmistokehyksellä, on ylläpitäjän käytössä myös Django-sovelluksiin kuuluva Django Admin site, ylläpitäjän käyttöliittymä (kuva 6) (Django 2019). Django admin-sovelluksen kautta hallitaan monia sivuston asetuksia sekä LMS:n käyttäjätunnuksia ja -rooleja.

The screenshot shows the Django Admin interface. At the top, there is a header with 'Django administration' on the left and 'Welcome, [user] View site / Change password / Log out' on the right. Below the header is the 'Site administration' section, which is a table of various administrative tasks. Each task has an 'Add' button (green plus icon) and a 'Change' button (pencil icon). The tasks are grouped into sections: 'Api_Admin', 'Assessment', 'Authentication and Authorization', 'Badges', 'Block_Structure', and 'Branding'. To the right of the main table is a 'Recent Actions' sidebar, which contains a 'My Actions' section with a list of recent actions, each with a pencil icon.

Site administration	
Api_Admin	
Api access configs	+ Add Change
Api access requests	+ Add Change
Assessment	
Ai classifier sets	+ Add Change
Ai grading workflows	+ Add Change
Ai training workflows	+ Add Change
Assessment feedbacks	+ Add Change
Assessments	+ Add Change
Peer workflows	+ Add Change
Rubrics	+ Add Change
Authentication and Authorization	
Groups	+ Add Change
Users	+ Add Change
Badges	
Badge Classes	+ Add Change
Course complete image configurations	+ Add Change
Course event badges configurations	+ Add Change
Block_Structure	
Block structure configurations	+ Add Change
Branding	
Branding api configs	+ Add Change

KUVA 6. Kuvakaappaus Django Admin site -käyttöliittymästä

Studio ja Insights ovat LMS:n tavoin Django-sovelluksia ja sisältävät myös omat erilliset Django Admin -hallintapaneelinsa. Pääkäyttäjän roolissa näkee myös Studion kautta kaikki kurssit samaan tapaan kuin olisi luonut kurssit itse opettajan roolissa.

Keskeisin ylläpitotyökalu on palvelimen komentorivikäyttöliittymä, jonka kautta pääsee käsiksi koko järjestelmään. Sen kautta esimerkiksi hallitaan alustan eri ohjelmistojen suoritusta Supervisor-ohjelmistolla, jonka hallintakäyttöliittymää on esitelty kuvassa 7. Komentorivin kautta päästään käsiksi myös esimerkiksi eri ohjelmistojen asetus- ja lokitiedostoihin, tietokannoissa olevaan tietoon, käyttäjätietoihin, käyttöliittymien teemoihin ja ulkoasuun, sähköpostipohjiin ja niin edelleen. Myös sovellusten ja itse palvelimen käyttöjärjestelmän päivitys hoidetaan komentorivin kautta.

```

supervisor> status
analytics_api          RUNNING      pid 1971, uptime 106 days, 0:00:06
certs                  RUNNING      pid 16413, uptime 7 days, 23:59:18
discovery              RUNNING      pid 2016, uptime 106 days, 0:00:06
ecommerce              RUNNING      pid 1995, uptime 106 days, 0:00:06
ecomworker             RUNNING      pid 1968, uptime 106 days, 0:00:06
edxapp:cms              RUNNING      pid 1992, uptime 106 days, 0:00:06
edxapp:lms              RUNNING      pid 20438, uptime 51 days, 5:35:30
edxapp_worker:cms_default_1  RUNNING      pid 2011, uptime 106 days, 0:00:06
edxapp_worker:cms_high_1    RUNNING      pid 2006, uptime 106 days, 0:00:06
edxapp_worker:cms_low_1     RUNNING      pid 2002, uptime 106 days, 0:00:06
edxapp_worker:lms_default_1  RUNNING      pid 2007, uptime 106 days, 0:00:06
edxapp_worker:lms_high_1    RUNNING      pid 2015, uptime 106 days, 0:00:06
edxapp_worker:lms_high_mem_1  RUNNING      pid 2004, uptime 106 days, 0:00:06
edxapp_worker:lms_low_1     RUNNING      pid 2012, uptime 106 days, 0:00:06
forum                  STOPPED      Nov 22 01:57 PM
insights               RUNNING      pid 1980, uptime 106 days, 0:00:06
notifier-celery-workers  RUNNING      pid 1970, uptime 106 days, 0:00:06
notifier-scheduler      RUNNING      pid 1978, uptime 106 days, 0:00:06
xqueue                 RUNNING      pid 1967, uptime 106 days, 0:00:06
xqueue_consumer         RUNNING      pid 1973, uptime 106 days, 0:00:06
supervisor> help

default commands (type help <topic>):
=====
add      exit      open  reload  restart  start  tail
avail   fg        pid   remove shutdown status update
clear   maintail quit   reread signal  stop  version

supervisor> |

```

KUVA 7. Kuvakaappaus supervisorctl-ohjelman käyttöliittymästä

Monet ylläpitotehtävät vaativat järjestelmän asetusten muuttamista useamman käyttöliittymän kautta. Esimerkkinä Open edX -alusta sisältää toiminnon, jolla kurssin suorituksesta voi generoida eräänlaisen todistuksen, sertifiikaatin (certificate) opiskelijalle. Ominaisuuden käyttöönotto vaatii sekä LMS- että CMS-sovelluksen konfiguroimista tukemaan sertifiikaatteja. Kummankin Django-sovelluksen osalta pitää muokata sekä tiedostojärjestelmän asetustiedostoja, että Djangon hallintapaneelin kautta muokattavia asetuksia. Sertifiikaattien sisältö määritellään Mako-muotoisina mallipohjina ja ne otetaan käyttöön Python-pohjaisella komentorivi työkalulla. Lisäksi opettajien pitää aktivoida ja konfiguroida sertifiikaatit kurssikohtaisesti Studion avulla. (Open edX 2019c.)

Omat haasteensa Open edX:n järjestelmän ylläpitoon aiheuttaa se, että sitä koskeva dokumentaatio on hajallaan useassa eri lähteessä, jotka saattavat sisältää osittain vaillinaista, vanhentunutta tai keskenään ristiriitaista tietoa. Ohjeissa on myös useasti ristiin linkityksiä toisiinsa ja jo poistuneisiin websivuihin. Ylläpitoon liittyvää dokumentaatiota löytyy mm. seuraavista Open edX -yhteisön ylläpitämistä www-lähteistä:

- Docs: <https://docs.edx.org/>
- Read the Docs: <https://edx.readthedocs.io/projects/edx-installing-configuring-and-running/>

- Projektien "readme"-tiedostot Githubissa: <https://github.com/edx>
- Wiki: <https://openedx.atlassian.net/wiki/spaces/COMM/overview>

sekä alustaa koskevilta Open edX:n tuki- ja keskustelupalstoilta:

- Keskustelufoorumit: <https://discuss.openedx.org/>
- Slack-kanava: <https://openedx.slack.com/>
- Google Groups: <https://groups.google.com/forum/#!forum/edx-code>.

3.4.1 Järjestelmän päivittäminen

Suosittelutapa päivittää koko Open edX -järjestelmä julkaisuversiosta toiseen on tehdä järjestelmän uudesta versiosta puhtas asennus uudelle palvelimelle ja kopioida kaikki data ja asetukset vanhasta ympäristöstä sille, testata toimivuus ja korvata vanha palvelin uudella. Alustan ylläpitoa varten täytyy siis käytännössä ylläpitää kahta identtistä palvelinta, joista toinen on aina testipalvelimen roolissa. Onnistuneen päivityksen jälkeen voidaan virtualisointiympäristössä toimiva tuotantopalvelin kloonata testipalvelimeksi. Tämän jälkeen testipalvelinta voidaan käyttää riskittömästi muiden pienempien päivitysten ja kehitystoimenpiteiden vaikutuksien testaamiseen täysin tuotantopalvelinta vastaavassa ympäristössä. (Open edX 2019c.)

Pilotissa päivitysprosessin kulku suunniteltiin kuvion 10 mukaiseksi. Ensimmäiseksi luodaan uusi palvelin VMware vSphere -virtualisointiympäristöön tai käytetään jo olemassa olevaa kehityspalvelinta. Koska uudella palvelimella korvataan tuotantopalvelin, on tässä vaiheessa hyvä tilaisuus myös tarkastaa käytettyjen laitteistoresurssien riittävyys. Esimerkiksi levytilaa on helppo kasvattaa tässä vaiheessa jo ennen uuden käyttöjärjestelmän asennusta. Open edX asennetaan muuten vastaavasti kuin luvussa 3.3.2 on kuvattu, mutta salasanoja ei generoida uudelleen, jotta ei rikota yhteensopivuutta esimerkiksi salasanoja käyttävien varmuuskopiointiskriptien kanssa. Oma ulkoasu, järjestelmäasetukset ja omat ylläpitoskriptit tuodaan alkuperäisen asennuksen yhteydessä luodusta omasta Git-repositoriostaan. Asetus- ja ulkoasutiedostojen yhteensopivuus uuden Open edX -järjestelmäversion kanssa varmistetaan ja tarvittaessa ne päivitetään uuden version mukaisiksi.

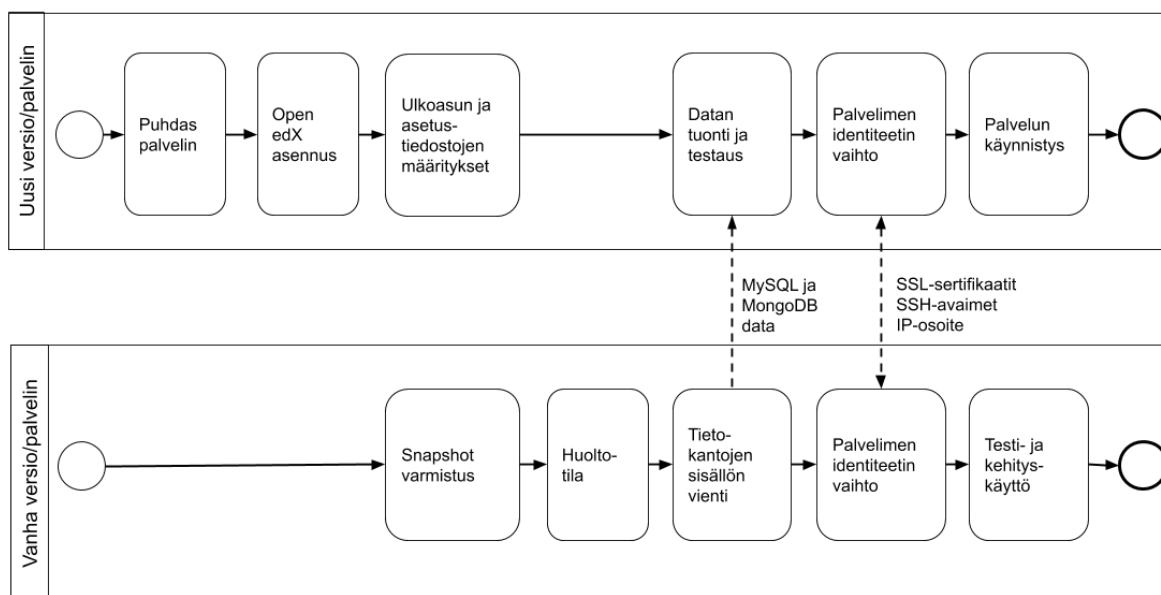
Uuden järjestelmän toimintakuntoon saattamisen jälkeen voidaan aloittaa tietojen siirto vanhalta palvelimelta uudelle. Tässä vaiheessa joudutaan tuotantopalvelimen Open edX -palvelut ajamaan alas, koska siirrettävän dataan ei saa tulla muutoksia siirron aikana. Koko virtuaalikoneesta voidaan ottaa varmuuden vuoksi ennen palvelimen vaihtoa myös

snapshot-varmistus, jotta vakavien ongelmien ilmetessä voidaan hätätapauksessa palata helposti huoltotilaa edeltävään tilanteeseen ja saadaan palvelu takaisin toimintaan.

Teknisesti huoltotila suunniteltiin toteutettavan niin, että Nginx-palvelin ohjaa kaikki palvelimelle tulevat http-pyyntöet samalle huoltokatkosta kertovalle sivulle. Huoltoikkunan ajankohta kannattaa luonnollisesti sijoittaa ajankohtaan, jolloin järjestelmän käyttö on vähäisintä ja lisäksi tiedottaa käyttäjille palvelukatkoksesta hyvissä ajoin. Vanhan palvelimen tietokannoista tiedot saadaan ulos sitä varten tehdyllä skriptillä, joka käyttää mysqldump- ja mongodump-ohjelmia kaiken tiedon ulos viemiseen. Skripti pakkaa datatiedostot zip-muotoon. Pakattu tiedosto kopioidaan uudelle palvelimelle, puretaan ja datat tuodaan tietokantoihin mysql- ja mongostore-komentorivityökaluilla. Tietojensiirto viimeistellään ajamalla uuden Open edX -version ohjeistuksen mukaiset datamigraatioskriptit ja -komennot.

Tietojen siirtämisen jälkeen testataan uuden version LMS- ja Studio-verkkokäyttöliittymillä, että kurssit ja käyttäjät todella löytyvät uudesta järjestelmästä, eikä muitakaan ongelmia niiden käytössä ilmene. Ennen uuden palvelimen viemistä tuotantoon ja avaamista käyttäjille pitää sen identiteettitiedot vielä päivittää vastaamaan alkuperäistä tuotantopalvelinta. Tämä suunniteltiin tehtävän vaihtamalla identiteetin määrittävät tiedot kuten SSH-avaimet, SSL-varmenteet, ip-osoitteet ja koneiden nimet päittäin uuden ja vanhan palvelimen kesken. Näin uusi palvelin voi korvata vanhan palvelimen ilman, että se näkyy järjestelmän käyttäjille periaatteessa mitenkään. Vanha palvelin saa puolestaan

kehityspalvelimen roolin ja identiteetin. Identiteettitietojen vaihdon jälkeen kaikki palvelut käynnistetään ja huoltokatko on ohi.



KUVIO 10. Prosessikaavio Open edX -järjestelmän päivityksen yhteydessä tehtävistä toimenpiteistä

Lopulta, kun uusi järjestelmä on saatu ongelmitta käyttöön, voidaan vanhalle palvelimelle kloonata Open edX:n uusi versio uudelta tuotantopalvelimelta, jolloin käytössä on tuotantojärjestelmän kanssa identtinen kehitysympäristön seuraavaa kehitys- tai päivityssykliä varten. Monimutkaisemmalle, esimerkiksi useammalle palvelimelle hajautetulle Open edX -järjestelmällä näin yksinkertainen malli ei toimisi, vaan prosessi pitäisi suunnitella uudelleen.

3.4.2 Tiedon varmistaminen

Open edX alustan tietojen ja toiminnan varmistamista varten suunniteltiin kaksiportainen malli, jossa ylemmällä tasolla varmuuskopioidaan koko järjestelmä kerran viikossa ja alemmalla tasolla kopioidaan järjestelmän koko tietosisältö vuorokausittain talteen. Järjestelmätason varmuuskopiot toteutettiin virtualisointijärjestelmän tarjoamalla snapshot-toiminnolla, joka ajastettiin ottamaan järjestelmäkuva talteen aina sunnuntai öisin.

Vuorokausittaiset varmuuskopiot tietokantojen datasta toteutettiin Bash-skriptillä, jota ajettiin joka aamuyö Linux-järjestelmissä yleisesti ajastettuja tehtäviä mahdollistavan cron-työkalun avulla. Varmuuskopiointiskripti toteutettiin käytännössä niin, että sen ensin vie käyttäjätiedot MySQL-kannasta ulos mysqldump-työkalulla ja kurssien tiedot MongoDB-

kannasta mongodump-työkalulla. Ulos vietyt tiedot pakataan zip-formaattiin, ja pakettien tiedostonimiin lisätään arkistoinnin helpottamista varten päiväys ja kellonaika.

Seuraavaksi skripti kopioi zip-paketit talteen Open edX -alustan ulkopuoliselle Linux-palvelimelle scp-yhteydellä. Lopulta skripti poistaa varmuuskopiointitiedostot Open edX -palvelimelta, jotta niillä ei turhaan kuluteta palvelimen tallennustilaa.

Snapshottien tekeminen ja cronilla suoritettavat ajastetut tehtävät eivät edellytä palvelukatkoa, vaan ne ajastettiin palvelun käytön kannalta hiljaisiin ajankohtiin lähinnä yleisen laitteistoresursseihin kohdistuvan kuorman tasaamiseksi. Pilottivaiheessa Studion käyttäjiä ohjeistettiin ottamaan säännöllisesti varmuuskopioita omista kurseistaan Studion export-työkalulla.

Seuraavat kehitysvaiheet olisivat olleet kaiken kurssimateriaalin saaminen myös päivittäisen varmuuskopioinnin piiriin ja varmuuskopiopalvelimelle kopioiden hallintaan kehitettävä automatiikka. Myös kriittisten lokitiedostojen varmuuskopiointi olisi vakavien ongelmien selvittelyyn varautumisen kannalta hyödyllistä. MongoDB:stä kopioidut tiedot sisältävät suuren osan kurssisisällöstä, mutta sieltä puuttuu esimerkiksi kuvat ja muut tiedostoliitteet, jotka täytyisi kopioida talteen suoraan palvelimen tiedostojärjestelmästä. Varmuuskopiointipalvelimen osalta taas täytyisi pohtia, millä aikavälillä, tiheydellä ja miten pitkään varmuuskopioita on tarkoituksenmukaista arkistoida, jotta levytilaa ei tuhlata tarpeettomasti ja toisaalta varmistetaan tietosuoja-asetuksen mukainen toiminta.

3.4.3 Tietosuoja

Euroopan yleistä tietosuoja-asetusta (GDPR) alettiin soveltaa kaikissa EU-maissa kesken Open edX -alustan pilotoinnin keväällä 2018. Käyttöön otetun alustan osalta tunnistettiin ja käynnistettiin organisaation sisäinen DPIA-prosessi (Data Protection Impact Assesment), johon täytyy GDPR:n artiklan 35, kohdan 1 mukaan ryhtyä kun:

Jos tietyntyyppinen käsittely etenkin uutta teknologiaa käytettäessä todennäköisesti aiheuttaa – käsittelyn luonne, laajuus, asiayhteys ja tarkoitukset huomioon ottaen – luonnollisen henkilön oikeuksien ja vapauksien kannalta korkean riskin, rekisterinpitäjän on ennen käsittelyä toteutettava arviointi suunniteltujen käsittelytoimien vaikutuksista henkilötietojen suojalle. Yhtä arviota voidaan käyttää samankaltaisiin vastaavia korkeita riskejä aiheuttaviin käsittelytoimiin

(Euroopan Unioni 2016.)

Suomen Tietosuojavaltuutetun toimiston (2020) ohjeistus listaa tapauksia, jolloin vaikutustenarviointi on erityisesti tehtävä, ja Open edX -alustan kohdalla esiin nousevat seikat ovat: kun henkilötietojen käsittelyssä käytetään uutta teknologiaa, ja kun henkilön

henkilökohtaisia ominaisuuksia arvioidaan automaattisen käsittelyn avulla, järjestelmällisesti ja kattavasti, ja arvio johtaa päätöksiin, joilla on oikeusvaikutuksia tai jotka muuten vaikuttavat henkilöön merkittävästi. Vaikka Open edX -ympäristössä ei tehdä varsinaista käyttäjän profilointia, perustuu esimerkiksi kurssien suorittaminen ja opiskelijoiden tehtäväpalautusten arvioiminen lähtökohtaisesti automaattiaan, joten asia on käsiteltävä myös tietosuojan kannalta. (Open edX 2019b; Tietosuojavaltuutetun toimisto 2020.)

Koska hankkeessa päädyttiin muista syistä luopumaan Open edX:n alustan käytöstä, jäi prosessi tietosuojaselosteen viimeisteleminen ja GDPR:n vaatimuksiin vastaamisen varmistamisen osalta kesken. Lisää itse hankkeesta kerrotaan luvussa 4. Pääosin Open edX vaikutti vastaavan GDPR:n vaatimuksiin, mutta muutamat asiat olisivat vaatineet vielä jatkoselvityksiä. Esimerkiksi käyttäjän oikeuteen peruuttaa suostumus henkilötietojen käsittelemiseen Open edX ei tarjoa oletuksena automaattista toimintoa. Tekniseltä kannalta Open edX -järjestelmää kehitettäessä ei ole ennen tiukempien tietosuojalakien ja -asetusten tuloa tunnistettu tällaista tarvetta, ja johtuen järjestelmän monimutkaisuudesta se on hankala toteuttaa. Käyttäjätiedot täytyy saada poistettua kaikista järjestelmän komponenteista ilman, että mikään toiminnallisuus hajoaa. Uusissa versioissa Open edX tarjoaa tähän työkalun ja rajapinnan, mutta niiden käyttöönotto vaatii konfigurointityötä. Lisäksi täytyy varmistaa, että kaikki mahdollisesti käytössä olevat lisäosat ovat yhteensopivia tämän toiminnallisuuden kanssa. (Edx Inc. 2020a; Euroopan Unioni 2016; Open edX 2019c.)

Toinen käyttäjien poistoon liittyvä selvitettävä asia olisi käyttäjätietojen automaattinen poisto tiedoille määritellyn säilytysajan jälkeen. Tähän ei vielä toistaiseksi ole automaattista toimintoa, joten se toteuttaminen vaatisi ylläpitäjiltä säännöllistä käsityötä ja poistoprosessin suunnittelun. Kolmas selvitettävä ja suunniteltava asia olisi, miten vastataan mahdollisiin henkilötietojen tarkastuspyyntöihin. Tietosuoja-asetuksen mukaan rekisteröidyllä on oikeus tarkastaa, mitä häntä koskevia tietoja henkilötietorekisteriin on tallennettu. Kysymys kuuluu, miten järjestelmän eri osiin hajautetut henkilötiedot saadaan kaikki koostettua samaan, helposti luovutettavaan pakettiin. (Edx Inc. 2020a; Euroopan Unioni 2016.)

Asian haasteellisuutta kuvaa sekin, ettei esimerkiksi alustan merkittävin hyödyntäjä, edx.org-palvelua ylläpitävä yhdysvaltalainen Edx Inc., lupaa selväsanaisesti, että heidän tuottamansa palvelu olisi täysin GDPR-yhteensopiva vaan kertoo tekevänsä paljon työtä täyttääkseen vaatimukset. Kolmannen osapuolen palveluntarjoajista esimerkiksi Appsembler taas lupaa olevansa sitoutunut tekemään GDPR-yhteensopivuuden

saavuttamisen mahdollisimman helpoksi asiakkailleen. (Appsembler 2020; Edx Inc. 2020f.)

3.4.4 Toiminta ongelmatilanteissa

Ongelmatilanteisiin ja muihin palvelukatkoihin varautuminen on oleellinen osa tietojärjestelmän ylläpitoa. Ongelmien ilmetessä on tärkeää olla valmis strategia paitsi niiden ratkaisemiseen myös niistä tiedottamiseen. Open edX -alustan käytön pilottivaiheessa analysoitiin alustavasti riskejä ja hahmoteltiin käytäntöjä sekä ohjeistusta ongelmatilanteiden varalle. Vakavia ongelmatilanteita ei käytön aikana ilmennyt, joten käytännön kokemusta suunnitelluista prosesseista ei saatu.

Pahimmillaan tekninen ongelma voi johtaa järjestelmän kaatumiseen ja jumiutumiseen siten, ettei sitä saada enää nostettua ylös. Nopein tapa reagoida tähän on palauttaa koko palvelin tuoreimmasta snapshotista ja tuoda siihen viimeisimmät sisältövarmuuskopiot. Tässä menetetään kuitenkin ne tiedot, mitkä ovat muuttuneet sitten viimeisimmän sisältövarmuuskopion. Muuttuneet tiedot voivat sisältää esimerkiksi opiskelusuorituksia, joten kovin kepeästi tähän ei kannata kuitenkaan lähteä harkitsematta seurauksia. Mahdolliseen tiedon katoamiseen poikkeustilanteessa täytyy varautua myös kirjaamalla riittävät vastuunrajoitukset palvelun käyttöehtoihin oikeudellisten seurausten ehkäisemiseksi.

Virtualisointiympäristö mahdollistaa hajonneen palvelimen säilyttämisen, vaikka palvelu palautetaankin tuotantoon varmuuskopioista. Tämä mahdollistaa kaatumiseen johtaneiden syiden tutkimista esimerkiksi hajonneen järjestelmän lokitiedoista, vaikka korjattu järjestelmä pyöriikin jo rinnalla. Ongelmiin johtaneiden syiden selvittämisestä voi olla merkittävää hyötyä suojautumisessa vastaavilta tilanteilta jatkossa. Lokitietojen osalta olisi syytä myös kartoittaa järjestelmän kaikkien eri komponenttien tavat pitää kirjaa tapahtumista, varmistaa niiden kattavuus ja sisällyttää lokitiedot varmuuskopiointiohjelmaan.

Hätätilanteessa palvelun ongelmista voidaan viestiä käyttäjille suoraan käyttäjätietokannasta saatavien sähköpostiosoitteiden avulla käyttämällä mitä tahansa käytössä olevaa massasähköpostien lähettämiseen kykenevää ohjelmaa. Jos palvelu kuitenkin on vielä käynnissä ja palvelun alasajo ei ole poikkeustilanteen vuoksi välttämätöntä, tai tiedetään tulevasta palvelukatosta, voidaan hyödyntää Open edX -alustan ”ajankohtaista/uutiset”-osiota. Viestintää uutisesta voidaan tehostaa esittämällä käyttäjille palvelun ulkoasuun liitettyä uutisbanneria, jossa on linkki tiedotteeseen. Tarpeen mukaan banneria voi esittää vaikka koko ajan palvelua käytettäessä upotettuna

esimerkiksi sivuston yläosaan tai siitä voi tehdä ponnahdusikkunatyylisen ilmoituksen, jonka käyttäjä voi kuitata nähdynksi ja poistaa näkyvistä. Teknisesti banneri voidaan toteuttaa valmiiksi teeman Mako-pohjiin ja ottaa helposti käyttöön sivuston ulkoasun päivitystyökalulla.

Jos epäillään, että käyttäjien henkilötiedot ovat vaarantuneet järjestelmän kautta, kyseessä voi olla GDPR:n artiklan 33 mukainen tietosuoja- tai tietoturvapoikkeamatilanne. Tällöin otetaan välittömästi yhteyttä oman organisaation tietosuojavastaavaan, ja aloitetaan tarvittaessa oman organisaation ohjeistuksen mukainen tietosuoja- ja tietoturvapoikkeaman käsittelyprosessi. Asetuksen mukaan organisaatiolla on rekisterinpitäjänä vain 72 tuntia aikaa reagoida siihen, kun on huomattu mahdollinen tai toteutunut henkilötietojen päätyminen sellaiselle taholle tai tahoille, joiden ei kuulu saada siirtyneitä henkilötietoja haltuunsa tai kuulu saada edes katseluoikeutta kyseessä olevaan henkilötietoon. Havaitusta poikkeamasta voi seurata tiedottamisvelvollisuus Tietosuojavaltuutetun toimistoon ja henkilöille, joiden tietoja on vuotanut ulkopuoliselle. (Euroopan Unioni 2016; Tietosuojavaltuutetun toimisto 2020.)

3.4.5 Hallintamalli

Pilottivaiheessa Open edX -järjestelmän tekninen ylläpito ja viimeisen vaiheen käyttötuki oli käytännössä yhden henkilön vastuulla. Varsinaisessa tuotantokäytössä tämä ei tietenkään olisi kestävä, vaan ylläpito- ja tukipalveluiden tulisi olla keskitetty esimerkiksi organisaation tietohallintoon, joka kykenee järjestämään riittävän lyhyen vasteajan teknisten ongelmien ratkaisemiseen. Myös jatkuva ja tarpeeseen skaalautuva käyttötuki opiskelijoille ja opettajille olisi tarjottava.

Oppimisalustan pilotin jälkeistä hallintaa varten pohdittiin muutamaa erilaista mallia. Ensimmäinen vaihtoehto oli hankkeessa alun perin suunniteltu yhden palveluntarjoajan malli, jossa yksi ammattikorkeakoulu ylläpitää järjestelmää ja tarjoaa sitä palvelusopimuksella muille esimerkiksi arvioitua omakustannehintaan. Mallin vahvuuksia olisi ylläpitokustannusten suhteellisen tasapuolinen jakautuminen ja kaiken tuotetun kurssimateriaalin yhdestä paikasta saatavuuden varmistaminen. Koska kyseessä on ennalta tuntematon järjestelmä, on todellisten ylläpitokustannusten arvioiminen etukäteen kuitenkin hankalaa. Tämä malli myös edellyttää, että kaikki osapuolet sitoutuvat palvelun käyttöön ennalta määritetyksi sopimusajaksi, koska yhden organisaation vetäytyessä muiden kustannukset kasvavat. Jos hinnoittelun perusteena käytetään oletettua omakustannehintaa, on palveluntuottajan riskien kannalta myös palvelutasosopimus, SLA määriteltävä niin, että esimerkiksi mahdollisten sanktioiden määrä on kohtuullinen saatavaan liiketoimintahyötyyn nähden. Palvelutason tavoitteet voidaan määritellä, mutta

käytännössä poikkeamien sanktiointi on vaikeaa. Koska mahdollisista ongelmatilanteista ei ole vielä juuri kokemusta, niihin varautuminen on vaikeaa ja esimerkiksi taloudellisia vaikutuksia on hankala arvioida.

Toinen vaihtoehto olisi tuottaa Open edX -alustaa organisaation oman käytön lisäksi puhtaasti kaupallisen perustein myös muiden organisaatioiden käyttöön. Tässä mallissa tehtäisiin jokaisen asiakasorganisaation kanssa erillinen sopimus palveluntuottamisesta SLA-liitteineen. Tavoitteena olisi tuottaa toiminnalla voittoa, jolla voitaisiin rahoittaa järjestelmän ylläpidon lisäksi esimerkiksi alustan oma käyttö. Kilpailutilanteen suhteen suomalaista palvelutarjontaa ei vielä ollut markkinoilla. Tämä vaihtoehto sisältäisi kuitenkin merkittäviä taloudellisia riskejä, eikä välttämättä sovi koulutusorganisaation strategiaan.

Kolmas vaihtoehto olisi tuottaa oppimisalustaa vain omaan organisaation sisäiseen käyttöön. Esimerkiksi Moodleen verrattuna Open edX:n järjestelmän ylläpidon voidaan kuitenkin olettaa vaativan enemmän ylläpitohenkilöstön koulutusta ja eri teknologioihin perehtymistä, eli käytännössä taloudellista panostusta. Moodle on monelle organisaatiolle entuudestaan tuttu järjestelmä ja laajasti käytössä, joten sen ylläpitoon löytyy jo asiantuntemusta, ja sitä on myös helpommin saatavilla. Yksittäiselle ammattikorkeakoululle kynnys aloittaa oman Open edX -palvelun ylläpito vain omaan käyttöön on siis jo taloudellisesti arvioiden korkea. Varsinkin jos uudella oppimisympäristöllä ei korvata vanhaa, vaan tuotetaan uusi palvelu rinnalle.

Yleisemmin problematiikkaa yhteisesti usean korkeakoulun käytössä olevan oppimisalustan suhteen on selvitelty myös DigiCampus-hankkeessa, jossa pilottijärjestelmäksi valikoitui Moodle. Hallinnollisen mallin lisäksi käytännön haasteiksi ja kehityskohteiksi oikeasti yhteistä tuotantotason järjestelmää kohti mentäessä muodostuvat erilaiset järjestelmäintegraatiot sekä tekniseltä että tietosuojan kannalta. Korkeakouluilla on erilaisia tarpeita ja käytössään erilaisia tietojärjestelmiä, joiden välillä tietoa tulisi saada siirrettyä. (DigiCampus 2019.)

4 OPPIMISTALUSTAN PILOTOINTI

4.1 Hanketausta

Metropolia ja erityisesti sen bioanalytiikan koulutusohjelma osallistui opetus- ja kulttuuriministeriön osaamisen ja koulutuksen kärkihankkeen 3 erityisavustuksella rahoittamaan Bioanalytiikan digitaalinen verkkoportaali -hankkeeseen (BioDigi-hanke), jonka tarkoituksena oli tuottaa sekä sähköinen opintoportaali että tutkinto-ohjelman substanssiopintojen keskeiset tietopuoliset sisällöt kaikkien bioanalytikoita kouluttavien ammattikorkeakoulujen käyttöön. BioDigi-hankkeeseen osallistuivat kaikki Suomessa bioanalytikkokoulutusta toteuttavat ammattikorkeakoulut; Metropolian lisäksi Novia, Oulun, Tampereen, Turun ja Savonia ammattikorkeakoulut.

Hankkeessa tuotettiin 12 englanninkielistä viiden opintopisteen laajuista kliinisen laboratoriotyön keskeisintä opintomoduulia, joita bioanalytikoita kouluttavat ammattikorkeakoulut voivat vapaasti käyttää omassa opetuksessaan. Digitaalisen portaalin ja tuotettujen opintomoduulien käyttöä ja toimivuutta sekä sisältöjä oli tarkoitus arvioida hankkeen aikana ja sen jälkeen käyttäjien palautteen avulla. Hankkeen koordinoinnista ja oppimistalustan tuottamisesta vastasi Metropolia ammattikorkeakoulu.

Verkkoportaalin alustan valintaa varten tehtiin vertailu esille nousseiden vaihtoehtojen välillä, jossa alustat pisteytettiin hankkeen kannalta oleellisiksi tunnistettujen ominaisuuksien perusteella. Oppimisympäristövertailun pohjalta alustaksi valittiin lopulta avoimen lähdekoodin Open edX, jonka tekninen toteutus ja käyttöönotto tehtiin Metropolian Tieto- ja viestintäteknologian koulutusohjelmassa Metropolian tietohallinnon ylläpitämään verkko- ja palvelinympäristöön. Alkuperäisenä ajatuksena oli, että Metropolia jatkaisi hankkeen jälkeen oppimistalustan palveluntarjoajana muille ammattikorkeakouluille ja tästä sovittaisiin erillisellä palvelusopimuksella hankkeen edetessä.

Open edX -alusta oli lähes kaikille hankkeen osapuolille uusi tuttavuus ja sen valinta hankkeen oppimisympäristöksi aiheutti heti alusta lähtien jonkin verran vastarintaa. Tuttu ja turvallinen Moodle olisi ollut enemmän monen osapuolen mieleen, koska siitä oli kertynyt jo rutkasti kokemusta. Hankkeen loppuvaiheessa ei lopulta päästy kuitenkaan toteuttamiskelpoiseen ratkaisuun järjestelmän yhteisen hallintamallin suhteen. Koska Open edX -alustan käyttöön ei näin ollen olisi mahdollisuutta enää hankkeessa tehtävien pilottikurssien jälkeen, päättyivät mukana olleet koulut yhdessä tuumin siirtämään opintomoduulit kukin omaan digitaaliseen oppimisympäristöönsä. Ennen alustasta luopumista sitä ehdittiin kuitenkin kokeilla kurssimateriaalin tuottamisen lisäksi myös käytännön kurssitoteutuksilla.

4.2 Kurssin suunnittelu ja rakentaminen

Lähtökohta kurssimateriaalin suunnittelemiselle ja rakentamiselle Open edX -alustalle on opettajan näkökulmasta periaatteessa sama kuin minkä tahansa muunkin oppimisympäristön tapauksessa. Pedagoginen pohja syntyy kurssin rungon suunnittelusta, kurssin käsikirjoittamisesta, tarvittavien opetusmateriaalien suunnittelusta ja kokoamisesta, tehtävien suunnittelusta ja toteutuksesta, arviointiperusteiden määrittämisestä ja kokonaisuuden aikatauluttamisesta.

Vaikka Open edX edellyttää kurssilla tiettyä teknistä rakennetta (esitely luvussa 3.2.3), ei se käytännössä rajoita, miten oman kurssinsa materiaalit sinne sijoittaa, ja rakennetta voi soveltaa varsin vapaasti monella eri tavalla. Järjestelmä ei myöskään aseta tiukkoja rajoitteita kurssin aikataulutuksen suhteen, vaan kurssin voi pilkkoa osioihin, joita julkaisee opiskelijoille esimerkiksi ennalta määritellyn aikataulun mukaisesti. Kaikki osiot voi luonnollisesti julkaista myös heti kurssin alettua. Tehtävien suorituksen aikarajojen suhteen takarajat voi määrittää vapaasti tehtävä- tai osiokohtaisesti tai jättää määrittämättä. Kurssia voi tietyin reunaehdoin ajaa myös niin sanottuna jatkuvana toteutuksena, jolloin opiskelija voi suorittaa kurssin vapaasti oman aikataulunsa mukaan. Tämä on mahdollista tehdä niin, että kurssilla on pitkä toteutusaika, ja kurssille ilmoittautuminen on auki jatkuvasti. (Edx Inc. 2020a.)

Videoluentojen ja muun tavallisen verkkovideosisällön upottaminen tekstityksineen ja nopeudensäätötoiminnallisuksineen osaksi Open edX -kurssin aikajanaa on helppoa esimerkiksi YouTube-videoita hyödyntämällä. Open edX:ää ei ole kuitenkaan suoraan suunniteltu videotiedostojen jakelemiseen, joten videoita varmaan joudutaan hyödyntämään ulkoisia palveluita. Jos videoiden jakelu haluttaisiin rajoittaa vain omaan Open edX -ympäristöön, vaatisi se käytännössä organisaation oman videosisällön hallinta- ja jakelupalvelun pystyttämistä videoiden lataamista varten. Muuten opetussisällön lataaminen järjestelmään on melko vapaata, ja käytännön rajoitteen muodostaa oikeastaan vain tiedostokoko, joka on ylläpidon säädettävissä. Tekstisisällön lisäämistä varten Open edX tarjoaa yksinkertaisen tekstieditorin, mutta HTML-taitoiselle ei aseteta käytännössä rajoituksia muotoilun suhteen ja sisältöä voi upottaa myös toisilta verkkosivustoilta. (Edx Inc. 2020a.)

Yhden merkittävimmistä eroista kurssin suunnittelemisen näkökulmasta esimerkiksi Moodleen verraten tuo Open edX:n tausta MOOC-alustana, jossa koko kurssin suoritus pystyttävä automatisoimaan. Tästä syystä kaikki Open edX:n Studion tarjoamat valmiit tehtävätyypit perustuvat ajatukseen, että niiden suoritukset arvioidaan automaattisesti. Jos opettaja siis etsii tehtävätyyppejä, jossa opiskelija palauttaa tehtävän, jonka opettaja

arvioi manuaalisesti, ei sellaista suoraan vakiona löydykään. Esseetyyppinen tehtävä (open response assesment) on vakio tehtävistä oikeastaan ainoa poikkeus tähän, ja senkin arvioinnista voidaan opettajan osuus jättää halutessa kokonaan pois, ja hyödyntää vain itse- tai vertaisarviointia vapaasti määritettävillä painotuksilla. Myös uusimmassa Open edX:n Ironwood-versiossa, joka ei ehtinyt enää pilotin käyttöön, tarjotaan ensiapua tällaiseen tarpeeseen tehtävätyypillä, joka perustuu vain opettajan antamiin pisteisiin (Staff Graded Points assignment). Tehtävätyypin ideana on, että se tehdään tai palautetaan esimerkiksi jossain ulkopuolisessa järjestelmässä, josta opettaja tuo arvioinnin tulokset pisteinä Open edX:ään. Lisäksi tarjolla on myös Open edX -yhteisön kehittämä XBlock-lisäosa ”Staff Graded Assigment”, joka voidaan asentaa ja konfiguroida ylläpidon toimesta järjestelmän käyttöön. Studiassa lisäosa pitää ottaa ensin kurssin asetuksista käyttöön, jonka jälkeen se näkyy uutena tehtävätyypinä valikossa. Tehtävätyyppi toimii niin, että opiskelija syöttää siihen vastauksen ja pisteitä saa vasta opettajan arvioitua palautuksen. (MIT Office of Digital Learning 2020; Edx Inc. 2020a.)

Koska tehtävät perustuvat siis valtaosin täysin automaattiseen tarkastukseen, kannattaa miettiä tarkkaan, mikä olisi paras strategia esimerkiksi yksittäisten tehtävien yritysmääriin, mahdollisten välivinkkien näyttämiseen ja oikean ratkaisun paljastamiseen. Jos esimerkiksi monivalintaan perustuvan tehtävän yritysmäärää ei rajata, voi opiskelijalle syntyä kiusaus vain arvailla toistuvasti niin kauan uudestaan, että saa kaikki oikein. Toisaalta välivinkeillä voidaan tukea oppimista ja korjata vaikka sen tietyn käsiteltävän aihepiiriin yleisiä väärinymmärryksiä. Järjestelmä mahdollistaa myös monipuolisen palautteen antamisen, joka voidaan suunnitella hyvin tapauskohtaiseksi riippuen tehtävävastauksen laadusta. Poikkeustilanteissa opettaja voi esimerkiksi tarkastaa ja nollata tehtävään jo käytettyjen yritysten lukumäärän opiskelijakohtaisesti, jolloin tehtävän vastaukset on mahdollista palauttaa jälleen uudelleen.

Kaikkia tehtävätyyppejä ei tässä käydä läpi, mutta yleisesti voidaan todeta, että lähes kaikkiin tarpeisiin voidaan löytää jonkinlainen ratkaisu olemassa olevia vakio tehtävätyyppejä soveltamalla. Jos sopivaa tehtävätyyppejä ei kuitenkaan löydy, voidaan sellainen kehittää Studion tarjoamalla toiminnallisuuksilla itse. Yleisesti tehtäviä suunniteltaessa kannattaa huomioida, että yksittäisten tehtävien toteuttaminen huolellisesti mietityin automaattisiin palautteihin ja vinkeihin voi viedä paljon aikaa jo suhteellisen yksinkertaisia vakio tehtävätyyppejä käytettäessä.

Tehtävävaihtoehdot eivät rajoitu siis näihin Studiosta suoraan löytyviin valmiisiin malleihin, vaan koodaustaitoiselle melkein kaikki on mahdollista. Kurssisisältö ja myös tehtävät on tallennettu XML-formaatissa, joka tehtävien osalta voi sisältää myös dynaamista

toiminnallisuutta JavaScript-kielellä toteutettuna ja tehtävien arviointilogiikkaa Python-kielellä toteutettuna. Studio on lopulta vain työkalu, jolla tarjotaan helppo käyttöliittymä tämän rakenteen luomiseen ja muokkaamiseen, mutta ohjelmointitaitoiselle tämä pohja tarjoaa paljon enemmän mahdollisuuksia, ja logiikan tehtävien arviointiin voi ohjelmoida täysin vapaasti itse Python-funktioita kirjoittaen.

Liitteessä 8 on esitelty koodiesimerkki, jolla luodaan erittäin yksinkertaiseen avainsanojen tunnistamiseen perustuva tehtävä, jossa opiskelijan tarkoitus on palauttaa tehtävään ennalta määritetyn pituinen esseevastaus. Tehtävän ulkoasu on muotoiltu JavaScript-kielen avulla ja arviointia (hyväksytyt/hylätty) varten on toteutettu Python-funktio, joka tarkastaa, että tekstillä on pituutta riittävästi ja että se sisältää määrätyn määrän aiheeseen liittyviä avainsanoja. Jokainen avainsana synonyymeineen lasketaan mukaan vain sen esiintyessä tekstissä ensimmäisen kerran. Arviointifunktio ei näy mitenkään opiskelijalle, joten sen yksinkertaista toimintaperiaatetta on vaikea arvata. Tässä tarpeena oli luoda esseevastustehtävä edellä esitetyn videon aiheesta. Tehtävällä haluttiin varmistaa vain videon katsominen, eikä näin ollen ollut tarvetta toteuttaa aiemmin mainitun sisäänrakennetun esseetehtävän monimutkaisia arviointikäytäntöjä.

Myös ulkopuolisia palveluita voi periaatteessa hyödyntää kursseilla suoraan opettajan toimesta ilman, että järjestelmän ylläpidon tarvitsee asentaa mitään lisäosia. Open edX tukee suoraan IMS Globalin kehittämää avointa LTI-protokollaa, joka on tarkoitettu oppimisalustojen ja niihin liittyvien palveluiden väliseen kommunikointiin. Esimerkiksi Moodlen yhteydessä suosituille interaktiivisen kurssisisällön luomiseen tarkoitettua H5P:n kaltaiselle lisäosalle ei löydy suoraa tukea Open edX -järjestelmästä, mutta LTI mahdollistaa näiden toiminnallisuuksien sisällyttämisen Open edX -kurssille jostain muusta kyseistä palvelua tarjoavasta järjestelmästä. (H5P 2020; IMS Global Learning Consortium. 2020; Kronos 2019; Edx Inc. 2020a; Open edX 2019c.)

Kurssin tekijän kannalta ero moniin muihin järjestelmiin on suuri vapaus käyttää monenlaista sisältöä, toteuttaa monipuolisia tehtäviä ja käyttää hyväksi järjestelmän ulkopuolisia palveluita. Vapaudesta seuraa myös vastuuta. Opettajan on esimerkiksi pidettävä huolta varsinkin ulkopuolisia palveluja hyödyntäessään, ettei kurssin toteutus riko palvelun tai organisaation käyttöehtoja esimerkiksi tietosuojan suhteen.

4.3 Yhteisten kurssien ylläpito ja päivitys

Open edX -ympäristössä yksi järjestelmään luotu kurssi tarkoittaa käytännössä yhtä kurssitoteutusta, jolla on oma ajoitus, suorittavat opiskelijat ja kurssin toteuttavat opettajat ja avustajat. Jos samansisältöinen kurssi toteutetaan eri ajoituksella, opiskelijoilla tai

henkilöstöllä, täytyy järjestelmään luoda uusi kurssi. Olemassa oleva kurssin sisällöstä voi luoda uuden kurssin kahdella eri tavalla, joko käyttämällä suoraan Studion "Re-run"-toimintoa tai hyödyntämällä "export"- ja "import"-työkaluja. (Open edX 2019b.)

"Re-run"-toiminto ei vaikuta alkuperäiseen kurssiin mitenkään, ja uudelle toteutukselle annetaan uudet tiedot: nimi, järjestävä organisaatio, kurssin koodi (Course number) ja kurssitoteutuksen tunnus (Course run). Näistä kaikkien muiden tietueiden paitsi kurssin nimen pitää muodostaa uniikki yhdistelmä, jolla kurssitoteutus voidaan yksilöidä.

"Export"-työkalulla kokonaisen kurssisisällön saa vietyä yhteen zip-muotoiseen tiedostopakettiin, jonka voi ladata omalle koneelleen talteen. "Import"-työkalulla zip-paketin voi tuoda kokonaisuutena sisään kurssille, jolloin se korvaa valitun kurssin sisällön. Käytännössä siis ennen sisällön tuontia täytyy luoda uusi "tyhjä" kurssi, jolle annetaan vastaavat tiedot kuin "re-run"-toimintoa käytettäessäkin.

Kummassakin vaihtoehdossa lopputulos on sama sillä erolla, että "re-run"-toiminnolla kopion luoneesta opettajasta tulee automaattisesti uuden kurssin ylläpitäjä. Viemällä kurssin sisällön zip-paketiksi saa samalla kätevästi varmuuskopion sisällöistä talteen itselleen. Ja kuten luvussa 3.2.3 kurssin rakenteesta todettiin, mahdollistavat paketin käyttämät avoimet tekstipohjaiset tiedostomuodot esimerkiksi ulkoisten versionhallintatyökalujen käytön opetusmateriaalin muutostenhallintaan.

BioDigi-hankkeessa lähdettiin liikkeelle strategialla, että jokaisella kurssilla on vastuuhenkilöt, jotka vastaavat kurssin sisällöstä ja sen päivittämisestä. Jokaisesta kurssista on olemassa "export"-työkalulla luotu paketti kurssin sisällöstä eli niin sanottu "master"-kurssi. Pakettia jaellaan kaikille tarvitseville yhteisessä käytössä olevan pilvipalvelun kautta. Vastuuhenkilöiden tehtävänä on huolehtia, että jakelupaketti sisältää aina tuoreimman version kurssin sisällöstä. Pääsyä kurssipaketteihin hallitaan tarvittaessa pilvipalvelun (Microsoft OneDrive) käyttöoikeuksien avulla. Näin kuka opettaja tahansa, kenellä oikeudet kurssimateriaaliin, voi aina ottaa viimeisimmän version kurssista käyttöönsä, vaikka hänellä ei olisi Open edX -alustalla vielä toteutusta samasta kurssista olemassa.

4.4 Kokemuksia pilotoinnista

Analyysi ensimmäisten kurssien tuotannosta ja pilotoinnista saaduista kokemuksista Open edX -alustalla pohjautuvat osin tämän opinnäytetyön kirjoittajan kokemukseen alustan teknisestä ja käyttötuesta sekä opiskelumateriaalin ja tehtävien tuottamisesta ja suurelta osin myös muiden alustan käyttäjien kokemuksiin. Kokemuksia on kerätty noin kymmeneltä alustaa käyttäneeltä opettajalta ja oppimateriaalintuottajalta ja niitä

käsitellään tässä työssä anonyymisti. Esiin nostetaan erityisesti useasti toistuneita samakaltaisia havaintoja. Järjestelmää kokeiltiin myös BioDigi-hankkeen ulkopuolella ja mukana on myös näistä kokeiluista saatuja kokemuksia. Suurimmalla osalla pilotointiin osallistuneista alustan käyttäjistä on kokemusta myös muista oppimisalustoista, yleisimmin Moodlesta.

Kuten tässä työssä on jo aiemmin kuvattu, ei Open edX -alusta ole ylläpitäjän näkökulmasta aivan yksinkertainen järjestelmä, vaan jo peruskäyttöön saaminen vaatii suunnitelmallisuutta. Monia asioita tuli myös käytännössä tehtyä yrityksen ja erehdyksen kautta. Asiaa ei helpota se, että liittyvä dokumentaatio on levitetty useaan paikkaan. Materiaali ei liene hajallaan niin monessa paikassa tarkoituksellisesti, vaan ilmiö selittyy ainakin osittain järjestelmän historialla.

Koska järjestelmä on alun perin rakennettu vain edx.org:n perustajaorganisaatioiden omaan käyttöön ja päätetty julkaista avoimena lähdekoodina vasta myöhemmin, ei myöskään dokumentaatiota ole alun perin suunniteltu suurelle yleisölle julkaistavaksi. Ensimmäistä kertaa testiasennuksia tehtäessä yksi järjestelmän kehitystiimin jäsen totesi järjestelmän silloisella IRC-tukikanavalla, että merkittävä osa järjestelmän dokumentaatiosta sijaitsee heidän sisäisessä wikissään, eikä sitä voi sellaisenaan julkaista esimerkiksi sen sisältämien salassa pidettävien tietojen vuoksi, vaan dokumentaatio pitäisin ennen julkaisua käydä kunnolla läpi.

Historian painolasti näkyy myös siinä, miten järjestelmä on koostettu monesta eri avoimen koodin ohjelmistosta, mikä vaatii tarkkuutta muun muassa eri ohjelmistojen versioiden riippuvuuksien ja yhteensopivuuden hallinnassa. Myös ylläpitotyökalut ovat hajallaan ja koostuvat osin erillisistä skripteistä, jotka kehitetty vain tiettyä tehtävää varten. Helpotusta koko palapelin hallintaan toi oman ylläpitotyön dokumentointi. Merkitsemällä säännönmukaisesti ylös mitä on tehty, milloin, minkälaisin tuloksin ja mihin dokumentaatioon perustuen on helpompi toimia jatkossa.

Muutaman vuoden ylläpito- ja käyttökokemuksella voidaan kuitenkin todeta, että järjestelmän dokumentaatio ja ylläpidettävyys on kehittynyt koko ajan parempaan suuntaan. Avoimen koodin version käyttötukeakin on tarjolla hieman keskitetyemmin sitä varten perustetun Slack-kanavan kautta. Pilotin aikana ei myös tullut ilmi mitään sellaista, etteikö myönteinen kehityskulku olisi jatkumassa myös tulevaisuudessa.

Versionhallintatyökalu Git:in käyttö järjestelmän asetustiedostojen, ylläpitoskriptien, itse koodattujen tehtävien ja kokonaisen kurssin sisällön hallinnan osalta koettiin toimivaksi tavaksi niiden käyttäjien toimesta, joilla oli siitä jo aiempaa kokemusta. Myös järjestelmän käyttämät avoimet formaatit ja sen tarjoamat tekniset mahdollisuudet omien ratkaisujen

suunnitteluun ja implementointiin nähtiin positiivisena varsinkin teknisesti orientoituneiden käyttäjien kannalta. Kurssien kehittämisen osalta päädyttiinkin johtopäätökseen, että laadukkaan verkkokurssin toteuttaminen Open edX -alustalle tehostuu huomattavasti, jos tekijätiimissä on kurssin aihepiirin substanssiosaamisen lisäksi myös teknistä osaamista erityisesti ohjelmoinnin saralla.

Yksi tyypillinen opettajien keskuudessa hämmennystä aiheuttanut piirre oli opettajan rooli itse kurssitoteutuksella. Opettajalla ei ole ilmeistä suoraa kosketuspintaa opiskelijoiden tehtävävastauksiin, vaan koska ne tarkastetaan automaattisesti, tarjotaan opettajalle ensisijaisesti vain yleisnäkymät suoritusten edistymiseen eräänlaisena sivusta seuraajana, ei niinkään aktiivisena toimijana. Yhteenvetojen kautta opettajalla on kuitenkin mahdollista päästä tarkastelemaan tarvittaessa yksittäisten opiskelijoiden yksittäisiä suorituksia.

Alussa hämmennystä aiheutti myös kahden eri käyttöliittymän suhde toisiinsa. Studio, jolla kurseja tehdään, tarjoaa erilaisen näkymän kurssin sisältöön kuin itse LMS, eikä sillä ole oikeastaan mitään käyttöä sen jälkeen, kun kurssi on rakennettu valmiiksi. Studio on nykyään tärkeä osa Open edX -järjestelmää tarjoten graafisen käyttöliittymän ja työkalut, mutta alun perin sen rooli on ollut pienempi, kun alustalle tehtyjen kurssien teknisestä toteutuksesta on vastannut ohjelmointitaitoinen kehittäjä tai tiimi. Studion kehitys on kuitenkin vaikuttanut olevan aktiivista viime vuosina, ja senkin käyttö on helpottunut ensimmäisiin kokeiltuihin versioihin nähden.

Yksi Studion ja LMS:n rinnakkaiseen käyttöön liittyvä yleinen huomio koski niiden tapaa esittää kurssin aikajana eri muodossa. Studion suunnittelunäkymä näyttää kurssisisällön hierarkian osioineen, soluineen ja komponentteineen kokonaisuudessaan vertikaalisesti allekkain, kun taas opiskelijan näkymässä solut sijoitetaankin navigaatioissa horisontaalisesti (kuva 4). Tämän koettiin aiheuttavan sekaannusta ja vaativan totuttelua. Myös Open edX:n kurssien hierarkkinen rakenne koettiin moneen käyttöön liian moniportaiseksi.

Open edX tarjoaa opettajille kattavan dokumentaation kurssien rakentamisesta Open edX -alustalle. Lisäksi edx.org-palvelusta olisi löytynyt maksuton viiden kurssin kokonaisuus opetuksen järjestämisestä edX-alustalla. Kurssikokonaisuus koskee periaatteessa edX.org palvelun käyttöä itseään, mutta on suurelta osin validia asiaa myös avoimen koodin Open edX -version kanssa. Alustan perinpohjainen opiskelu olisi vienyt kuitenkin sen verran aikaa, että näihin kaikkiin kattaviin tarjolla oleviin itseopiskelumateriaaleihin ei pilottien aikana yleisesti kovin syvästi perehdytty, vaan nojattiin hankkeen omiin

koulutustilaisuuksiin ja alustan intuitiivisuuteen. Moneen tukipyyntöön olisi kuitenkin löytynyt valmis vastaus tai ratkaisu suoraan käyttöohjeista.

Yksi käyttöohjeistuksen käyttöön liittyvä ongelma oli myös väärälle sivustolle eksyminen. Suoraan verkkohausta saatettiin päätyä jonkin vanhemman version ohjeisiin tai edX.orgin ohjeistukseen, joka eroaa joiltain osin hieman Open edX -alustan ohjeistukseen verrattuna esimerkiksi videolatauksien toteutukseen liittyen. Myös muutama kirjautumisongelmiin liittyvä tukipyyntö ratkesi lopulta sillä, että varmistettiin käyttäjän olevan oikeassa osoitteessa ja oikean (Open) edX-järjestelmän kirjautumissivulla.

Järjestelmän kokonaiskäytettävyyden suhteen pilotissa mukana olleiden opettajien kokemukset ja mielipiteet tuntuivat jakautuvan melko selkeästi kahteen leiriin. Osa ei kertomansa perusteella löytänyt järjestelmästä juuri mitään uutta ja hyvää verrattuna aiemmin käyttämiinsä oppimisalustoihin. Osa pilottikäyttäjistä taas piti Open edX:ää nykyaikaisempänä ja käytettävyydeltään selvästi intuitiivisempänä verrattuna esimerkiksi Moodleen.

Yksi toistunut mielipide oli myös, että pedagogisesti hyvä verkkokurssitoteutus voi olla myös teknisesti alustariippumaton. Kaikista nykyaikaisista oppimisympäristöistä löytyy samankaltaiset perustoiminnot, joiden avulla hyvän suunnitelman voi toteuttaa ja tarpeen mukaan hieman soveltaa. Myöskään Open edX:n kanssa ei tämän työn yhteydessä tullut vastaan kurssisisällön osalta semmoista ongelmaa, mitä ei olisi voinut jotenkin alustan teknisiä ominaisuuksia soveltamalla ratkaista. Pilottikursseja ei myöskään aina toteutettu itsenäisinä verkkokursseinaan, vaan verkko-osuutta saatettiin käyttää lähiopetuksen tukena osana niin sanottua hybridikurssia. Tätä kokeilleiden opettajien mukaan Open edX -alusta taipui myös tällaiseen käyttöön oikein hyvin.

5 YHTEENVETO

Digitaalisten oppimisympäristöjen hyödyntäminen opetuksessa ja erityisesti MOOC-kurssien tarjonta on kasvanut vahvasti viime vuosina. Tässä työssä oli tarkoitus selvittää MOOC-järjestelmän olennaisia eroja perinteiseen verkko-opetukseen verrattuna sekä kirjallisuustutkimuksen että käytännön järjestelmäpilotoinnin avulla.

Työssä perehdyttiin erilaisiin verkko-oppimisen järjestelmiin ja tapoihin. Pilottikäyttöä varten asennettavaksi järjestelmäksi valikoitui alun perin MOOC-kurssien järjestämiseen suunniteltu Open edX, joka pystytettiin virtualisoituun palvelinympäristöön.

Oppimisalustan päälle suunniteltiin ja rakennettiin verkkokursseja OKM:n rahoittaman useamman ammattikorkeakoulun yhteistyössä toteuttaman BioDigi-hankkeen puitteissa.

Ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä tässä työssä oli, mitkä olisivat parhaat käytännöt Open edX-järjestelmän ylläpitoon oman organisaation ympäristössä? Järjestelmään perehtymisen, sen asennuksen ja ylläpidon myötä nousi esiin monia ideoita ja hyviä käytäntöjä, jolla toisaalta voidaan helpottaa itse ylläpitotyötä omassa ympäristössä ja toisaalta varmistaa järjestelmän toimivuutta. Työssä käydään läpi järjestelmän asennus- ja ylläpito prosessit, tietosuojakäytäntöjä sekä varautuminen mahdollisiin ongelmatilanteisiin.

Työn toisena tutkimuskysymyksenä esitettiin, miten MOOC-järjestelmän hyödyntäminen eroaa perinteisen opettajavetoisen verkkokurssin järjestämisestä? Voidaan todeta, että tähän kysymykseen löydettiin tavallaan useampikin vastaus, joista ensimmäinen on, että ei välttämättä juuri mitenkään. Open edX:n työkaluilla voidaan toteuttaa esimerkiksi sulautetun oppimisen metodein pidettävä kurssi pienryhmälle. Yleisesti kuitenkin MOOC-järjestelmän ominaispiirteinä nähdään järjestelmän skaalautuvuus massojen käyttöön ja kurssisuoritusten täysi automatisointi. Vaikka perinteisissä verkko-opetusympäristöissä materiaali ja kurssin toteutus olisi viety kokonaisuudessaan verkkoon, on opettaja tavallaan edelleen keskeisenä toimijana koko kurssin ajan opiskelijoiden lisäksi. MOOC-luonteisella kurssilla opettaja jää aktiivitoimijasta sivuroolin. Kasvot voi näkyä edelleen luentovideoilla, mutta henkilökohtaista kanssakäymistä jokaisen osallistujan kanssa ei välttämättä ole ollenkaan. Lopulta verkkokurssin toteutustapa MOOC-järjestelmällä on kiinni enemmän opettajan ja organisaation pedagogisista linjauksista kuin alla pyörivästä teknisestä järjestelmästä.

Kolmantena kysymyksenä vahvasti edelliseen kysymykseen liittyen mietittiin, mitkä ovat Open edX -järjestelmän erityispiirteet verrattuna muihin yleisiin Suomen ammattikorkeakouluissa käytössä oleviin oppimisalustoihin (erityisesti Moodleen)? Oleellisimpina eroina tulivat esiin jo äsken mainittu ero järjestelmien opettaja- ja

opiskelijakeskeisyydessä, ero oppimisympäristöjen käyttökokemuksessa ja täysin erilaiset tekniset ratkaisut. Käyttökokemusten perusteella Moodle-tausta ei juuri helpottanut opettajien Open edX -järjestelmän omaksumista, vaan käyttökokemus ja -logiikka nähtiin toisistaan poikkeavina. Teknisistä eroista ylläpidon kannalta merkittävin on järjestelmien rakenne. Moodle on periaatteessa yksi PHP-ohjelmointikielellä toteutettu sovellus, joka käyttää MySQL-kantaa tietojen tallennukseen. Open edX on kokonaisuutena puolestaan lukuisista eri ohjelmistoista koostuva järjestelmä.

Vaikka Open edX -alustan käyttöönoton osalta päädyttiinkin keskeyttämään projekti tältä erää, saatiin siitä arvokasta kokemusta jatkon kehityshankkeita varten. Verkossa tapahtuva opiskelu kasvaa ja oppimisalustat kehittyvät vauhdilla, joten nyt esiintyneet tekniset, käytön ja mahdolliset tietosuojongelmat ovat varmasti helpommin selätettävissä tulevaisuudessa tarvittaessa myös Open edX:n osalta, ja jo nyt saadut käyttökokemukset osoittivat alustan potentiaalin.

Itse BioDigi-hankkeen osalta uuden oppimisalustan pystyttäminen muodosti vain osan hankkeen tavoitteista, eikä sille suunniteltu opiskelumateriaali mennyt hukkaan. Suunniteltu kurssirakenne ja opiskelumateriaali muodostavat pedagogisen pohjan, joka on otettavissa käyttöön pienin variaatioin usealla erilaisella oppimisalustalla. Toki kurssimateriaalin ja erityisesti automaattisesti pisteytettävien tehtävien siirto toiselle alustalle vaati käsityötä. Opintojakson suunnittelu uudelle alustalle, ja sen käyttökokemukset avasivat uusia näkökulmia ja mahdollisuuksia digitaalisen opintomateriaalin kehitystä varten jatkossa.

LÄHTEET

Airaksinen, H., Viluksela, P. 2001. Verkko-opetus mediatekniikan insinöörikoulutuksessa. Espoo: Espoon-Vantaan teknillinen ammattikorkeakoulu.

Amazon Web Services. 2019. What Is Amazon EC2 Auto Scaling? [viitattu 24.2.2020]. Saatavissa: <https://docs.aws.amazon.com/autoscaling/ec2/userguide/what-is-amazon-ec2-auto-scaling.html>

Ansible. 2020. How Ansible Works [viitattu 27.04.2020]. Saatavissa: <https://www.ansible.com/overview/how-ansible-works>

Appsembler. 2019. Pricing – Appsembler Tahoe [viitattu 27.11.2019]. Saatavissa: <https://www.appsembler.com/tahoe/pricing/>

Appsembler. 2020. Appsembler and the GDPR [viitattu 30.4.2020]. Saatavissa: <https://www.appsembler.com/gdpr/>

Aune, N. 2015. Why Open edX hosting is so complicated [viitattu 5.9.2019]. Appsembler blog. Saatavissa: <https://www.appsembler.com/blog/why-open-edx-hosting-is-so-complicated/>

Bates A.W. Teaching in a Digital Age – Second Edition. 2019. Tony Bates Associates Ltd. Vancouver, B.C. Saatavissa: <https://pressbooks.bccampus.ca/teachinginadigitalagev2/>

BeDjango. 2020. Open edX Services [viitattu 29.4.2020]. Saatavissa: <https://www.bedjango.com/services/openedx/>

Bgr. 2019. Google Classroom program now has 40 million users, 30 million Chromebooks students [viitattu 11.4.2020]. Bgr.in 24.1.2019. Saatavissa: <https://www.bgr.in/news/google-classroom-program-now-has-40-million-users-30-million-chromebooks-students-765359/>

Blackboard Inc. 2020. Blackboard Open LMS [viitattu 10.4.2020]. Saatavissa: <https://www.blackboard.com/en-eu/teaching-learning/learning-management/blackboard-open-lms>

Bozkurt, A., Keskin, N. O., de Waard, I. 2016. Research Trends in Massive Open Online Course (MOOC) Theses and Dissertations: Surfing the Tsunami Wave. Open Praxis, vol. 8 issue 3, July–September 2016. s. 203–221.

Cutrell, E., O'Neill, J., Bala, S., Nitish, B., Cross, A., Gupta, N., Thies, W. Blended learning in Indian colleges with massively empowered classroom. 2015. In Proceedings of the Second (2015) ACM Conference on Learning@ Scale. s. 47–56.

Dalporto, G. 2019. Udacity 2019: The Year in Review [viitattu 20.4.2020]. Udacity Blog 19.12.2019. Saatavissa: <https://blog.udacity.com/2019/12/looking-back-2019-udacity-year-in-review.html>

DigiCampus. 2019. Yhteiskäyttöisen oppimisolun selitys [viitattu 20.11.2019]. Saatavissa: <https://wiki.eduuni.fi/pages/viewpage.action?pageId=123769108>

Django. 2019a. Django Documentation. Django Software Foundation [viitattu 5.6.2019]. Saatavissa: <https://docs.djangoproject.com/en>

Django. 2019b. The Django admin site. Django Software Foundation [viitattu 4.12.2019]. Saatavissa: <https://docs.djangoproject.com/en/3.0/ref/contrib/admin/>

EduNext. 2020. Cloud subscriptions Powered by the Open edX platform [viitattu 29.4.2020]. Saatavissa: <https://www.edunext.co/cloud/>

Edx Inc. 2013. EdX learning platform to be open source and available on June 1 [viitattu 3.6.2019]. Saatavissa: <https://www.edx.org/press/stanford-university-collaborate-edx>

Edx Inc. 2019a. About edX [viitattu 29.11.2019]. Saatavissa: <https://www.edx.org/about-us>

Edx Inc. 2019b. MicroMasters Programs [viitattu 2.12.2019]. Saatavissa: <https://www.edx.org/micromasters>

Edx Inc. 2019c. Schools and Partners [viitattu 4.6.2019]. Saatavissa: <https://www.edx.org/schools-partners>

Edx Inc. 2020a. Installing, Configuring, and Running the Open edX Platform [viitattu 1.2.2020]. Saatavissa: <https://edx.readthedocs.io/projects/edx-installing-configuring-and-running/en/latest/configuration/>

Edx Inc. 2020b. External Grader [viitattu 30.1.2020]. Saatavissa: https://edx.readthedocs.io/projects/open-edx-ca/en/latest/exercises_tools/external_graders.html

Edx Inc. 2020c. Open edX XBlock Tutorial [viitattu 30.1.2020]. Saatavissa: <https://edx.readthedocs.io/projects/xblock-tutorial>

Edx Inc. 2020d. Using edX Insights [viitattu 30.1.2020]. Saatavissa: <https://edx.readthedocs.io/projects/edx-insights/>

- Edx Inc. 2020e. Using the Research Data Exchange Data Package [viitattu 1.2.2020]. Saatavissa: <https://edx.readthedocs.io/projects/devdata/en/latest/rdx/index.html#research-data-exchange>
- Edx Inc. 2020f. Frequently Asked Questions (FAQs) about GDPR [viitattu 30.4.2020]. Saatavissa: <https://support.edx.org/hc/en-us/articles/360004449033-Frequently-Asked-Questions-FAQs-about-GDPR>
- Euroopan Unioni. 2016. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2016/679 [viitattu 4.5.2020]. Euroopan unionin virallinen lehti 27.4.2016. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0679&from=FI>
- Fenn, J., Blosch M. 2018. Understanding Gartner's Hype Cycles [viitattu 1.2.2020]. Gartner Research. Saatavissa: <https://www.gartner.com/en/documents/3887767>
- GitHub. 2019. Open edX code repositories [viitattu 4.8.2019]. Saatavissa: <https://github.com/edx>
- GitHub. 2020. edX Analytics Dashboard [viitattu 30.1.2020]. Saatavissa: <https://github.com/edx/edx-analytics-dashboard>
- Goldberg, C. 2001. Auditing Classes at M.I.T., on the Web and Free. The New York Times 4.4.2001. Saatavissa: <https://www.nytimes.com/2001/04/04/us/auditing-classes-at-mit-on-the-web-and-free.html>
- Google. 2020. Manage teaching and learning with Classroom [viitattu 11.4.2020]. Saatavissa: <https://edu.google.com/products/classroom>
- Guo, P., Kim, J., Rubin, R. 2014. How Video Production Affects Student Engagement: An Empirical Study of MOOC Videos. ACM Conference on Learning at Scale.
- H5P. 2020. Installation & setup [viitattu 24.4.2020]. Saatavissa: <https://h5p.org/installation>
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., Ram, S. 2004. Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly.
- Hiidenmaa, P. 2013. Jos vastaus on mooc, mikä on kysymys? Helsinki: Koulutus- ja kehittämiskeskus Palmenia, Helsingin yliopisto.
- Hill, P. 2013. Emerging Student Patterns in MOOCs: A (Revised) Graphical View [viitattu 2.2.2020]. Saatavissa: <https://mfeldstein.wpengine.com/emerging-student-patterns-in-moocs-a-revised-graphical-view/>

Ho, A. D., Reich, J., Nesterko, S., Seaton, D. T., Mullaney, T., Waldo, J., & Chuang, I. 2014. HarvardX and MITx: The first year of open online courses. HarvardX and MITx Working Paper No. 1.

Huhtanen, A. 2019. Verkko-oppimisen muotoilukirja. Aalto-yliopisto. Saatavissa: <https://fitech.io/app/uploads/2019/09/Verkko-oppimisen-muotoilukirja-v-1.4.1-web.pdf>

IBL News. 2019. Canvas LMS Increases Its Lead to 30 Million Users, According to Its CEO's Data [viitattu 11.4.2020]. IBL News 10.7.2019. Saatavissa: <https://iblnews.org/canvas-lms-increases-its-lead-to-30-million-users/>

IMS Global Learning Consortium. 2020. Learning Tools Interoperability [viitattu 24.4.2020]. Saatavissa: <http://www.imsglobal.org/activity/learning-tools-interoperability>

Instructure. 2020. Canvas the Learning Management Platform [viitattu 11.4.2020]. Saatavissa: <https://www.instructure.com/canvas/>

Järvelä, S., Häkkinen, P., Lehtinen, E. 2006. Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö. Porvoo: WSOY.

Järvinen, P., Järvinen, A. 2011. Tutkimustyön metodeista. Tampere: Opinpajan kirja.

Kalliala, E. 2002. Verkko-opettamisen käsikirja. Finn Lectura.

Krones, T. 2019. Creating Course Content with H5P for the Open edX platform [viitattu 24.4.2020]. OpenCraft Blog 14.8.2019. Saatavissa: <https://opencraft.com/blog/creating-course-content-with-h5p/>

Lunden, I. 2019. Coursera makes its first acquisition, Rhyme Softworks, to power new Coursera Labs offering [viitattu 20.4.2020]. TechCrunch 28.8.2019. Saatavissa: <https://techcrunch.com/2019/08/28/coursera-makes-its-first-acquisition-rhyme-softworks-to-power-new-coursera-labs-offering/>

Mako. 2020. Mako Templates for Python [viitattu 20.4.2020]. Saatavissa: <https://www.makotemplates.org/>

McKay, E. 2015. Macro-Level Learning through Massive Open Online Courses (MOOCs): Strategies and Predictions for the Future. IGI Global.

MIT Office of Digital Learning. 2020. Staff Graded Assignment XBlock [viitattu 4.5.2020]. Saatavissa: <https://github.com/mitodl/edx-sqa>

Moodle. 2018. Blackboard is no longer a Certified Moodle Partner [viitattu 11.4.2020]. Saatavissa: <https://moodle.com/moodle-partners-moodlerooms/>

Moodle. 2020a. About Moodle [viitattu 10.4.2020]. Saatavissa:

https://docs.moodle.org/38/en/About_Moodle

Moodle. 2020b. Installing Moodle [viitattu 15.4.2020]. Saatavissa:

https://docs.moodle.org/38/en/Installing_Moodle

OpenCraft. 2020. Hosting – Your own Open edX instance [viitattu 29.4.2020]. Saatavissa:

<https://opencraft.com/hosting/>

Open edX. 2015. Open edX Architecture [viitattu 27.10.2017]. Saatavissa:

<https://open.edx.org/contributing-to-edx/architecture>

Open edX. 2018. Trademark & Licensing [viitattu 27.11.2019]. Saatavissa:

<https://open.edx.org/trademark-licensing-details/>

Open edX. 2019a. Open edX FAQ [viitattu 4.6.2019]. Saatavissa: <https://open.edx.org/faq/>

Open edX. 2019b. Building and Running an Open edX Course [viitattu 4.6.2019].

Saatavissa: <https://edx.readthedocs.io/projects/open-edx-building-and-running-a-course>

Open edX. 2019c. Open edX Developer's Guide [viitattu 4.8.2019]. Saatavissa:

<https://edx.readthedocs.io/projects/edx-developer-guide>

Open edX Community. 2020. Open edX Service Providers [viitattu 28.4.2020].

Saatavissa:

<https://openedx.atlassian.net/wiki/spaces/COMM/pages/65667081/Open+edX+Service+Providers>

Paver. 2020. Paver: Easy Scripting for Software Projects [viitattu 4.5.2020]. Saatavissa:

<https://pythonhosted.org/Paver/>

Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., Chatterjee, S. 2008. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information Systems, Volume 24 Issue 3, Winter 2007-8. s. 45-78.

Rufo, C. 2019. MongoDB University: How MongoDB Built a World-Class Training Machine [viitattu 30.1.2020]. Appsembler blog. Saatavissa:

<https://www.appsembler.com/blog/mongodb-university-mongodb-training-machine/>

Serrano, E. 2017. Open edX vs Moodle [viitattu 27.10.2017]. BeDjango blog. Saatavissa:

<https://www.bedjango.com/blog/open-edx-vs-moodle/>

Smith, F. 2016. Running Open edX in Production. Open edX wiki [viitattu 24.2.2020].

Saatavissa:

<https://openedx.atlassian.net/wiki/spaces/OpenOPS/pages/60228120/Running+Open+EdX+in+Production>

Tietosuojavaltuutetun toimisto. 2020. EU:n tietosuojasetus [viitattu 22.4.2020].

Saatavissa: <https://tietosuoja.fi/gdpr>

Tutor. 2020. Tutor: the docker-based Open edX distribution designed for peace of mind [viitattu 15.4.2020]. Saatavissa: <https://docs.tutor.overhang.io/>

Ubuntu. 2020. Xenial Xerus Release Notes [viitattu 25.4.2020]. Ubuntu wiki. Saatavissa: <https://wiki.ubuntu.com/XenialXerus/ReleaseNotes>

Udemy. 2020. Learn about Udemy culture, mission, and careers - About Us [viitattu 24.4.2020]. Saatavissa: <https://about.udemy.com/>

Wordpress. 2020. Wordpress lisäosat [viitattu 10.4.2020]. Saatavissa: <https://fi.wordpress.org/plugins/>

LIITTEET

LIITE 1. Ulos viedyen kurssisisällön tiedostorakenne

course/

```
|   course.xml
|---about
|   description.html
|   duration.html
|   entrance_exam_enabled.html
|   entrance_exam_id.html
|   entrance_exam_minimum_score_pct.html
|   overview.html
|   short_description.html
|   subtitle.html
|   title.html
|---assets
|   assets.xml
|---chapter
|   5d1b3ab8f8494bfe926e74834b1d1277.xml
|   8ef8d693f89d488192dad0435495560b.xml
|---course
|   course.xml
|---drafts
|   |---html
|   |   64a960235ea34fd09d91eef21b42c9d1.html
|   |   64a960235ea34fd09d91eef21b42c9d1.xml
|   |---problem
|   |   038bf335bedf41f1b5a0b7a148bed784.xml
|   |   04163587a7384c8198994c2268a88aff.xml
|   |   12f9475cb47840c680ca0e4bae0619d7.xml
|   |---vertical
|   |   002f74bce37d45c58576238a5e567934.xml
|   |   5612e10a7f8e4466894e5f45b70617b1.xml
|   |---video
|   |   90354c959a634f118576f50bc6e69cdd.xml
|---html
|   74dfce84c75a4ed29bb264af0199c218.html
|   74dfce84c75a4ed29bb264af0199c218.xml
```

- | 95cf8c3bbf461598f15fb2668a02bb.html
- | 95cf8c3bbf461598f15fb2668a02bb.xml
- |—info
 - | handouts.html
 - | updates.html
 - | updates.items.json
- |—policies
 - | | assets.json
 - | |—course
 - | | grading_policy.json
 - | | policy.json
- |—problem
 - | 038bf335bedf41f1b5a0b7a148bed784.xml
 - | 12f9475cb47840c680ca0e4bae0619d7.xml
 - | 298a3dee813b482ea8d362e35bb32acf.xml
 - | db7d5566b5a04471b06282a01a7e3f81.xml
 - | dba4c169e78340ccafe7cea6aef7aa9a.xml
- |—sequential
 - | 06f9cd25eb7d4f97b4aae777b394a896.xml
- |—static
 - | word-test.docx
- |—tabs
 - | 425ce5c74de04a8c8898f1b2597c5db8.html
- |—vertical
 - | 5612e10a7f8e4466894e5f45b70617b1.xml
 - | 75ffeed88dce4296ad33a62f7781f87f.xml
- |—video
 - | 544c5ee03f544cf0b0372b64c19cd415.xml
 - | 90354c959a634f118576f50bc6e69cdd.xml

LIITE 2. Asennuksen alustusskripti

```
#!/usr/bin/env bash

#
# Script for installing Ansible and the edX configuration repository
# onto a host to enable running ansible to complete configuration.
# This script can be used by Docker, Packer or any other system
# for building images that requires having ansible available.
#
# Can be run as follows:
#
# UPGRADE_OS=true CONFIGURATION_VERSION="master" \
# bash <(curl -s https://raw.githubusercontent.com/edx/configuration/master/util/install/ansible-
bootstrap.sh)

set -xe

if [[ -z "${ANSIBLE_REPO}" ]]; then
    ANSIBLE_REPO="https://github.com/edx/ansible.git"
fi

if [[ -z "${ANSIBLE_VERSION}" ]]; then
    ANSIBLE_VERSION="master"
fi

if [[ -z "${CONFIGURATION_REPO}" ]]; then
    CONFIGURATION_REPO="https://github.com/edx/configuration.git"
fi

if [[ -z "${CONFIGURATION_VERSION}" ]]; then
    CONFIGURATION_VERSION="master"
fi

if [[ -z "${UPGRADE_OS}" ]]; then
    UPGRADE_OS=false
fi

if [[ -z "${RUN_ANSIBLE}" ]]; then
    RUN_ANSIBLE=true
fi

#
# Bootstrapping constants
#
VIRTUAL_ENV_VERSION="15.2.0"
PIP_VERSION="9.0.3"
SETUPTOOLS_VERSION="39.0.1"
VIRTUAL_ENV="/tmp/bootstrap"
PYTHON_BIN="${VIRTUAL_ENV}/bin"
ANSIBLE_DIR="/tmp/ansible"
CONFIGURATION_DIR="/tmp/configuration"
EDX_PPA_KEY_SERVER="keyserver.ubuntu.com"
EDX_PPA_KEY_ID="B41E5E3969464050"

cat << EOF
*****

Running the edx_ansible bootstrap script with the following arguments:

ANSIBLE_REPO="${ANSIBLE_REPO}"
ANSIBLE_VERSION="${ANSIBLE_VERSION}"
CONFIGURATION_REPO="${CONFIGURATION_REPO}"
CONFIGURATION_VERSION="${CONFIGURATION_VERSION}"

*****
EOF

if [[ $(id -u) -ne 0 ]] ;then
    echo "Please run as root";
    exit 1;
fi
```

```

if grep -q 'Trusty Tahr' /etc/os-release
then
    SHORT_DIST="trusty"
elif grep -q 'Xenial Xerus' /etc/os-release
then
    SHORT_DIST="xenial"
else
    cat << EOF

    This script is only known to work on Ubuntu Trusty and Xenial,
    exiting. If you are interested in helping make installation possible
    on other platforms, let us know.

EOF
    exit 1;
fi

EDX_PPA="deb http://ppa.edx.org ${SHORT_DIST} main"

# Upgrade the OS
apt-get update -y
apt-key update -y

if [ "${UPGRADE_OS}" = true ]; then
    echo "Upgrading the OS..."
    apt-get upgrade -y
fi

# Required for add-apt-repository
apt-get install -y software-properties-common python-software-properties

# Add git PPA
add-apt-repository -y ppa:git-core/ppa

# For older software we need to install our own PPA.
apt-key adv --keyserver "${EDX_PPA_KEY_SERVER}" --recv-keys "${EDX_PPA_KEY_ID}"
add-apt-repository -y "${EDX_PPA}"

# Install python 2.7 latest, git and other common requirements
# NOTE: This will install the latest version of python 2.7 and
# which may differ from what is pinned in virtualenvironments
apt-get update -y

apt-get install -y python2.7 python2.7-dev python-pip python-apt python-yaml python-jinja2 build-
essential sudo git-core libmysqlclient-dev libffi-dev libssl-dev

pip install --upgrade pip=="${PIP_VERSION}"

# pip moves to /usr/local/bin when upgraded
PATH=/usr/local/bin:${PATH}
pip install setuptools=="${SETUPTOOLS_VERSION}"
pip install virtualenv=="${VIRTUAL_ENV_VERSION}"

if [[ "true" == "${RUN_ANSIBLE}" ]]; then
    # create a new virtual env
    /usr/local/bin/virtualenv "${VIRTUAL_ENV}"

    PATH="${PYTHON_BIN}":${PATH}

    # Install the configuration repository to install
    # edx_ansible role
    git clone ${CONFIGURATION_REPO} ${CONFIGURATION_DIR}
    cd ${CONFIGURATION_DIR}
    git checkout ${CONFIGURATION_VERSION}
    make requirements

    cd "${CONFIGURATION_DIR}"/playbooks
    "${PYTHON_BIN}"/ansible-playbook edx_ansible.yml -i '127.0.0.1,' -c local -
e "configuration_version=${CONFIGURATION_VERSION}"

    # cleanup
    rm -rf "${ANSIBLE_DIR}"

```

```
rm -rf "${CONFIGURATION_DIR}"
rm -rf "${VIRTUAL_ENV}"
rm -rf "${HOME}/.ansible"

cat << EOF
*****

Done bootstrapping, edx_ansible is now installed in /edx/app/edx_ansible.
Time to run some plays.  Activate the virtual env with

> . /edx/app/edx_ansible/venvs/edx_ansible/bin/activate

*****
EOF
else
mkdir -p /edx/ansible/facts.d
echo '{ "ansible_bootstrap_run": true }' > /edx/ansible/facts.d/ansible_bootstrap.json
fi
```

LIITE 3. Skripti salasanojen generointia varten

```
#!/usr/bin/env bash
# Read a list of Ansible variables that should have generated values, and make
# a new file just like it, with the generated values.

TARGET=${OPENEDX_RELEASE-master}
wget -
q "https://raw.githubusercontent.com/edx/configuration/$TARGET/playbooks/sample_vars/passwords.yml"
-O passwords-template.yml

while IFS= read -r line; do
    # Make a random string. SECRET_KEY's should be longer.
    length=35
    if [[ $line == *SECRET_KEY* ]]; then
        length=100
    fi
    REPLACE=$(LC_ALL=C < /dev/urandom tr -dc 'A-Za-z0-9' | head -c$length)
    # Change "!!null"-to-end-of-line to the password.
    echo "$line" | sed "s/\\!!null.*\\/\\'$REPLACE\\'/"
done < passwords-template.yml > my-passwords.yml
```


LIITE 4. Esimerkki YAML-tiedostosta (passwords.yml)

```
# This file is used to generate overridden, unique secrets
# for Open edX deployment environments
# The current process is described here: https://openedx.atlassian.net/wiki/x/dQArCQ

ANALYTICS_PIPELINE_OUTPUT_DATABASE_PASSWORD: !!null
ANALYTICS_SCHEDULE_MASTER_SSH_CREDENTIAL_PASSPHRASE: !!null
COMMON_HTTPASSWD_PASS: !!null
COMMON_HTTPASSWD_USER: !!null
PROSPECTUS_PREVIEW_COMMON_HTTPASSWD_PASS: !!null
PROSPECTUS_PREVIEW_COMMON_HTTPASSWD_USER: !!null
COMMON_MONGO_READ_ONLY_PASS: !!null
COMMON_MYSQL_ADMIN_PASS: !!null
COMMON_MYSQL_MIGRATE_PASS: !!null
COMMON_MYSQL_READ_ONLY_PASS: !!null
COMMON_ANALYTICS_MYSQL_READ_ONLY_PASS: !!null
CREDENTIALS_MYSQL_PASSWORD: !!null
DISCOVERY_EMAIL_HOST_PASSWORD: !!null
DISCOVERY_MYSQL_PASSWORD: !!null
ECOMMERCE_BROKER_PASSWORD: !!null
ECOMMERCE_DATABASE_PASSWORD: !!null
ECOMMERCE_WORKER_BROKER_PASSWORD: !!null
EDXAPP_CELERY_PASSWORD: !!null
EDXAPP_COMMENTS_SERVICE_KEY: '{{ FORUM_API_KEY }}'
EDXAPP_EMAIL_HOST_PASSWORD: !!null
EDXAPP_MYSQL_CSMH_PASSWORD: !!null
EDXAPP_MYSQL_PASSWORD: !!null
EDXAPP_MYSQL_PASSWORD_ADMIN: !!null
EDXAPP_MYSQL_PASSWORD_READ_ONLY: !!null

EDXAPP_MYSQL_CSMH_USER: "edxapp_cmsh001"

FLOWER_BROKER_PASSWORD: !!null
FORUM_API_KEY: !!null
HIVE_METASTORE_DATABASE_PASSWORD: !!null
INSIGHTS_DATABASE_PASSWORD: !!null
INSIGHTS_EMAIL_HOST_PASSWORD: !!null
JENKINS_ANALYTICS_GITHUB_CREDENTIAL_PASSPHRASE: !!null
JENKINS_ANALYTICS_USER_PASSWORD_PLAIN: !!null
MARIADB_CLUSTER_PASSWORD_ADMIN: !!null
MONGO_ADMIN_PASSWORD: !!null
mongo_admin_password: '{{ MONGO_ADMIN_PASSWORD }}'
NOTIFIER_COMMENT_SERVICE_API_KEY: '{{ FORUM_API_KEY }}'
NOTIFIER_EMAIL_PASS: !!null
NOTIFIER_USER_SERVICE_HTTP_AUTH_PASS: !!null
POSTFIX_QUEUE_EXTERNAL_SMTP_PASSWORD: !!null
REDIS_PASSWORD: !!null
SPLUNKFORWARDER_PASSWORD: !!null
```

```
SPLUNK_SMTP_PASSWORD: !!null
SPLUNK_SSL_PASSWORD: !!null
SWIFT_LOG_SYNC_PASSWORD: !!null
XQUEUE_BASIC_AUTH_PASSWORD: !!null
XQUEUE_BASIC_AUTH_USER: !!null
XQUEUE_MYSQL_PASSWORD: !!null
XQUEUE_RABBITMQ_PASS: !!null

EDXAPP_MONGO_PASSWORD: !!null
EDXAPP_MONGO_USER: 'edxapp'

FORUM_MONGO_USER: "cs_comments_service"
FORUM_MONGO_PASSWORD: !!null

RABBIT_ADMIN_PASSWORD: !!null

# Secret keys for Django Applicatons
ANALYTICS_API_SECRET_KEY: !!null #SECRET_KEY
CREDENTIALS_SECRET_KEY: !!null #SECRET_KEY
DISCOVERY_SECRET_KEY: !!null #SECRET_KEY
ECOMMERCE_SECRET_KEY: !!null #SECRET_KEY
EDX_NOTES_API_SECRET_KEY: !!null #SECRET_KEY
EDXAPP_EDXAPP_SECRET_KEY: !!null #SECRET_KEY
EDXAPP_PROFILE_IMAGE_SECRET_KEY: !!null #SECRET_KEY
INSIGHTS_SECRET_KEY: !!null #SECRET_KEY
NOTIFIER_LMS_SECRET_KEY: !!null #SECRET_KEY

MONGO_USERS:
- user: "{{ FORUM_MONGO_USER }}"
  password: "{{ FORUM_MONGO_PASSWORD }}"
  database: cs_comments_service
  roles: readWrite
- user: "{{ EDXAPP_MONGO_USER }}"
  password: "{{ EDXAPP_MONGO_PASSWORD }}"
  database: edxapp
  roles: readWrite

RABBIT_USERS:
- name: 'admin'
  password: "{{ RABBIT_ADMIN_PASSWORD }}"
- name: 'edx'
  password: "{{ XQUEUE_RABBITMQ_PASS }}"
- name: 'celery'
  password: "{{ EDXAPP_CELERY_PASSWORD }}"

# JWT-related settings
COMMON_JWT_AUDIENCE: !!null
COMMON_JWT_SECRET_KEY: !!null #SECRET_KEY
ECOMMERCE_WORKER_JWT_SECRET_KEY: !!null #SECRET_KEY
```

LIITE 5. cms.env.json -tiedosto

```
{
  "ACTIVATION_EMAIL_SUPPORT_LINK": "",
  "AFFILIATE_COOKIE_NAME": "dev_affiliate_id",
  "ALTERNATE_WORKER_QUEUES": "lms",
  "ANALYTICS_DASHBOARD_URL": "http://localhost:18110/courses",
  "ANALYTICS_DATA_URL": "",
  "ANALYTICS_SERVER_URL": "",
  "AWS_SES_REGION_ENDPOINT": "email.us-east-1.amazonaws.com",
  "AWS_SES_REGION_NAME": "us-east-1",
  "BLOCK_STRUCTURES_SETTINGS": {
    "COURSE_PUBLISH_TASK_DELAY": 30,
    "TASK_DEFAULT_RETRY_DELAY": 30,
    "TASK_MAX_RETRIES": 5
  },
  "BOOK_URL": "",
  "BUGS_EMAIL": "bugs@example.com",
  "BULK_EMAIL_DEFAULT_FROM_EMAIL": "no-reply@example.com",
  "BULK_EMAIL_EMAILS_PER_TASK": 500,
  "BULK_EMAIL_LOG_SENT_EMAILS": false,
  "CACHES": {
    "celery": {
      "BACKEND": "django.core.cache.backends.memcached.MemcachedCache",
      "KEY_FUNCTION": "util.memcache.safe_key",
      "KEY_PREFIX": "celery",
      "LOCATION": [
        "localhost:11211"
      ],
      "TIMEOUT": "7200"
    },
    "configuration": {
      "BACKEND": "django.core.cache.backends.memcached.MemcachedCache",
      "KEY_FUNCTION": "util.memcache.safe_key",
      "KEY_PREFIX": "edx",
      "LOCATION": [
        "localhost:11211"
      ]
    },
    "course_structure_cache": {
      "BACKEND": "django.core.cache.backends.memcached.MemcachedCache",
      "KEY_FUNCTION": "util.memcache.safe_key",
      "KEY_PREFIX": "course_structure",
      "LOCATION": [
        "localhost:11211"
      ],
      "TIMEOUT": "7200"
    },
    "default": {
      "BACKEND": "django.core.cache.backends.memcached.MemcachedCache",
      "KEY_FUNCTION": "util.memcache.safe_key",
      "KEY_PREFIX": "default",
      "LOCATION": [
        "localhost:11211"
      ],
      "VERSION": "1"
    },
    "general": {
      "BACKEND": "django.core.cache.backends.memcached.MemcachedCache",
      "KEY_FUNCTION": "util.memcache.safe_key",
      "KEY_PREFIX": "general",
      "LOCATION": [
        "localhost:11211"
      ]
    },
    "mongo_metadata_inheritance": {
      "BACKEND": "django.core.cache.backends.memcached.MemcachedCache",
      "KEY_FUNCTION": "util.memcache.safe_key",
      "KEY_PREFIX": "mongo_metadata_inheritance",
      "LOCATION": [
        "localhost:11211"
      ],
      "TIMEOUT": 300
    }
  }
}
```

```

    "staticfiles": {
        "BACKEND": "django.core.cache.backends.memcached.MemcachedCache",
        "KEY_FUNCTION": "util.memcache.safe_key",
        "KEY_PREFIX": "edx_general",
        "LOCATION": [
            "localhost:11211"
        ]
    },
},
"CAS_ATTRIBUTE_CALLBACK": "",
"CAS_EXTRA_LOGIN_PARAMS": "",
"CAS_SERVER_URL": "",
"CDN_VIDEO_URLS": {},
"CELERY_BROKER_HOSTNAME": "localhost",
"CELERY_BROKER_TRANSPORT": "amqp",
"CELERY_BROKER_USE_SSL": false,
"CELERY_BROKER_VHOST": "",
"CELERY_EVENT_QUEUE_TTL": null,
"CELERY_QUEUES": [
    "edx.cms.core.low",
    "edx.cms.core.default",
    "edx.cms.core.high"
],
"CERT_QUEUE": "certificates",
"CMS_BASE": "localhost:80",
"CODE_JAIL": {
    "limits": {
        "CPU": 1,
        "FSIZE": 1048576,
        "PROXY": 0,
        "REALTIME": 3,
        "VMEM": 536870912
    },
    "python_bin": "/edx/app/edxapp/venvs/edxapp-sandbox/bin/python",
    "user": "sandbox"
},
},
"COMMENTS_SERVICE_KEY": "UoanW64LpIqWJit4bR4C5L8iWJgncijllhu",
"COMMENTS_SERVICE_URL": "http://localhost:18080",
"COMPREHENSIVE_THEME_DIR": "",
"COMPREHENSIVE_THEME_DIRS": [
    ""
],
},
"COMPREHENSIVE_THEME_LOCALE_PATHS": [],
"CONTACT_EMAIL": "info@example.com",
"CORS_ORIGIN_ALLOW_ALL": false,
"CORS_ORIGIN_WHITELIST": [],
"COURSES_WITH_UNSAFE_CODE": [],
"COURSE_ABOUT_VISIBILITY_PERMISSION": "see_exists",
"COURSE_CATALOG_API_URL": "http://localhost:8008/api/v1",
"COURSE_CATALOG_VISIBILITY_PERMISSION": "see_exists",
"COURSE_IMPORT_EXPORT_BUCKET": "",
"CREDENTIALS_INTERNAL_SERVICE_URL": "http://localhost:8005",
"CREDENTIALS_PUBLIC_SERVICE_URL": "http://localhost:8005",
"CROSS_DOMAIN_CSRF_COOKIE_DOMAIN": "",
"CROSS_DOMAIN_CSRF_COOKIE_NAME": "",
"CSRF_COOKIE_SECURE": false,
"DEFAULT_FEEDBACK_EMAIL": "feedback@example.com",
"DEFAULT_FILE_STORAGE": "django.core.files.storage.FileSystemStorage",
"DEFAULT_FROM_EMAIL": "registration@example.com",
"DEFAULT_SITE_THEME": "",
"DEPRECATED_ADVANCED_COMPONENT_TYPES": [],
"ECOMMERCE_API_URL": "http://localhost:8002/api/v2",
"ECOMMERCE_PUBLIC_URL_ROOT": "http://localhost:8002",
"EDXMTG_USER_INFO_COOKIE_NAME": "edx-user-info",
"ELASTIC_SEARCH_CONFIG": [
    {
        "host": "localhost",
        "port": 9200,
        "use_ssl": false
    }
],
},
"EMAIL_BACKEND": "django.core.mail.backends.smtp.EmailBackend",
"EMAIL_HOST": "localhost",
"EMAIL_PORT": 25,

```

```

"EMAIL_USE_TLS": false,
"ENABLE_COMPREHENSIVE_THEMING": false,
"ENTERPRISE_API_URL": "https://edx.metropolia.fi/enterprise/api/v1",
"FEATURES": {
  "AUTH_USE_OPENID_PROVIDER": true,
  "AUTOMATIC_AUTH_FOR_TESTING": false,
  "CUSTOM_COURSES_EDX": false,
  "ENABLE_COMBINED_LOGIN_REGISTRATION": true,
  "ENABLE_CORS_HEADERS": false,
  "ENABLE_COUNTRY_ACCESS": false,
  "ENABLE_CREDIT_API": false,
  "ENABLE_CREDIT_ELIGIBILITY": false,
  "ENABLE_CROSS_DOMAIN_CSRF_COOKIE": false,
  "ENABLE_CSMH_EXTENDED": true,
  "ENABLE_DISCUSSION_HOME_PANEL": true,
  "ENABLE_DISCUSSION_SERVICE": true,
  "ENABLE_EDXNOTES": false,
  "ENABLE_GRADE_DOWNLOADS": true,
  "ENABLE_INSTRUCTOR_ANALYTICS": false,
  "ENABLE_MKTG_SITE": false,
  "ENABLE_MOBILE_REST_API": false,
  "ENABLE_OAUTH2_PROVIDER": false,
  "ENABLE_ONLOAD_BEACON": false,
  "ENABLE_READING_FROM_MULTIPLE_HISTORY_TABLES": true,
  "ENABLE_SPECIAL_EXAMS": false,
  "ENABLE_SYSADMIN_DASHBOARD": false,
  "ENABLE_THIRD_PARTY_AUTH": true,
  "ENABLE_VIDEO_BEACON": false,
  "ENABLE_VIDEO_UPLOAD_PIPELINE": false,
  "PREVIEW_LMS_BASE": "preview.edx.metropolia.fi",
  "SHOW_FOOTER_LANGUAGE_SELECTOR": false,
  "SHOW_HEADER_LANGUAGE_SELECTOR": false
},
"FEEDBACK_SUBMISSION_EMAIL": "",
"FILE_UPLOAD_STORAGE_BUCKET_NAME": "SET-ME-PLEASE (ex. bucket-name)",
"FILE_UPLOAD_STORAGE_PREFIX": "submissions_attachments",
"FINANCIAL_REPORTS": {
  "BUCKET": null,
  "ROOT_PATH": "sandbox",
  "STORAGE_TYPE": "localfs"
},
"FOOTER_ORGANIZATION_IMAGE": "images/logo.png",
"GITHUB_REPO_ROOT": "/edx/var/edxapp/data",
"GIT_REPO_EXPORT_DIR": "/edx/var/edxapp/export_course_repos",
"GRADES_DOWNLOAD": {
  "BUCKET": "",
  "ROOT_PATH": "",
  "STORAGE_CLASS": "django.core.files.storage.FileSystemStorage",
  "STORAGE_KWARGS": {
    "location": "/tmp/edx-s3/grades"
  }
},
"STORAGE_TYPE": ""
},
"HELP_TOKENS_BOOKS": {
  "course_author": "http://edx.readthedocs.io/projects/open-edx-building-and-running-a-
course",
  "learner": "http://edx.readthedocs.io/projects/open-edx-learner-guide"
},
"ICP_LICENSE": null,
"JWT_AUTH": {
  "JWT_AUDIENCE": "SET-ME-PLEASE",
  "JWT_ISSUER": "http://127.0.0.1:8000/oauth2",
  "JWT_SECRET_KEY": "SET-ME-PLEASE"
},
"JWT_EXPIRATION": 30,
"JWT_EXPIRED_PRIVATE_SIGNING_KEYS": [],
"JWT_ISSUER": "http://127.0.0.1:8000/oauth2",
"JWT_PRIVATE_SIGNING_KEY": null,
"LANGUAGE_CODE": "en",
"LANGUAGE_COOKIE": "openedx-language-preference",
"LMS_BASE": "edx.metropolia.fi",
"LMS_ROOT_URL": "https://edx.metropolia.fi",
"LOCAL_LOGLEVEL": "INFO",
"LOGGING_ENV": "sandbox",

```

```

"LOG_DIR": "/edx/var/logs/edx",
"MEDIA_ROOT": "/edx/var/edxapp/media/",
"MEDIA_URL": "/media/",
"MICROSITE_CONFIGURATION": {},
"MICROSITE_ROOT_DIR": "/edx/app/edxapp/edx-microsite",
"MKTG_URLS": {},
"MKTG_URL_LINK_MAP": {},
"MOBILE_STORE_URLS": {},
"OAUTH_OIDC_ISSUER": "http://127.0.0.1:8000/oauth2",
"ONLOAD_BEACON_SAMPLE_RATE": 0.0,
"ORA2_FILE_PREFIX": "default_env-default_deployment/ora2",
"PARTNER_SUPPORT_EMAIL": "",
"PASSWORD_RESET_SUPPORT_LINK": "",
"PAYMENT_SUPPORT_EMAIL": "billing@example.com",
"PERFORMANCE_GRAPHITE_URL": "SetPerformanceGraphiteHostName",
"PLATFORM_FACEBOOK_ACCOUNT": "http://www.facebook.com/YourPlatformFacebookAccount",
"PLATFORM_NAME": "Your Platform Name Here",
"PLATFORM_TWITTER_ACCOUNT": "@YourPlatformTwitterAccount",
"PRESS_EMAIL": "press@example.com",
"REGISTRATION_EXTRA_FIELDS": {
  "city": "hidden",
  "confirm_email": "hidden",
  "country": "required",
  "gender": "optional",
  "goals": "optional",
  "honor_code": "required",
  "level_of_education": "optional",
  "mailing_address": "hidden",
  "terms_of_service": "hidden",
  "year_of_birth": "optional"
},
"SERVER_EMAIL": "devops@example.com",
"SESSION_COOKIE_DOMAIN": "",
"SESSION_COOKIE_NAME": "sessionid",
"SESSION_COOKIE_SECURE": false,
"SESSION_SAVE_EVERY_REQUEST": false,
"SITE_NAME": "localhost",
"SOCIAL_MEDIA_FOOTER_URLS": {},
"SOCIAL_SHARING_SETTINGS": {
  "CERTIFICATE_FACEBOOK": false,
  "CERTIFICATE_TWITTER": false,
  "CUSTOM_COURSE_URLS": false,
  "DASHBOARD_FACEBOOK": false,
  "DASHBOARD_TWITTER": false
},
"STATIC_ROOT_BASE": "/edx/var/edxapp/staticfiles",
"STATIC_URL_BASE": "/static/",
"STUDIO_NAME": "Studio",
"STUDIO_SHORT_NAME": "Studio",
"SUPPORT_SITE_LINK": "",
"SYSLOG_SERVER": "",
"TECH_SUPPORT_EMAIL": "technical@example.com",
"TIME_ZONE": "America/New_York",
"UNIVERSITY_EMAIL": "university@example.com",
"VIDEO_IMAGE_MAX_AGE": 31536000,
"VIDEO_IMAGE_SETTINGS": {
  "VIDEO_IMAGE_MAX_BYTES": 2097152,
  "VIDEO_IMAGE_MIN_BYTES": 2048
},
"VIDEO_UPLOAD_PIPELINE": {
  "BUCKET": "",
  "ROOT_PATH": ""
},
"VIRTUAL_UNIVERSITIES": [],
"WIKI_ENABLED": true,
"XBLOCK_FS_STORAGE_BUCKET": null,
"XBLOCK_FS_STORAGE_PREFIX": null,
"XBLOCK_SETTINGS": {},
"ZENDESK_CUSTOM_FIELDS": {},
"ZENDESK_URL": ""
}

```

LIITE 6. Mako-pohja, sähköposti

```
<%! from django.utils.translation import ugettext as _ %>
<%! from openedx.core.djangoapps.site_configuration import helpers as configuration_helpers %>
${_("We received a request to change the e-mail associated with your "
    "{platform_name} account from {old_email} to {new_email}. "
    "If this is correct, please confirm your new e-mail address by "
    "visiting:").format(
    platform_name=configuration_helpers.get_value('PLATFORM_NAME', settings.PLATFORM_NAME),
    old_email=old_email,
    new_email=new_email
    )
}

% if is_secure:
    https://${ site }/email_confirm/${ key }
% else:
    http://${ site }/email_confirm/${ key }
% endif

${_("If you didn't request this, you don't need to do anything; you won't "
    "receive any more email from us. Please do not reply to this e-mail; "
    "if you require assistance, check the help section of the "
    "{platform_name} web site. ").format(platform_name=configuration_helpers.get_value('PLATFORM_NAME'
, settings.PLATFORM_NAME))}
```

LIITE 7. Mako-pohja, html

```
<%page expression_filter="h"/>

<%!
from django.utils.translation import ugettext as _
from openedx.core.djangolib.js_utils import js_escaped_string
%>
% if display_name is not UNDEFINED and display_name is not None:
    <h3 class="hd hd-2">${display_name}</h3>
% endif

<div
    id="video_${id}"
    class="video closed"
    data-metadata='${metadata}'
    data-bumper-metadata='${bumper_metadata}'
    data-poster='${poster}'
    tabindex="-1"
>
    <div class="focus_grabber first"></div>

    <div class="tc-wrapper">
        <div class="video-wrapper">
            <span tabindex="0" class="spinner" aria-hidden="false" aria-
label="${_('Loading video player')}"></sp
an>
            <span tabindex="-1" class="btn-play fa fa-youtube-play fa-2x is-hidden" aria-
hidden="true" aria-label
="${_('Play video')}"></span>
            <div class="video-player-pre"></div>
            <div class="video-player">
                <div id="${id}"></div>
                <h4 class="hd hd-4 video-error is-
hidden">${_('No playable video sources found.')}</h4>
                <h4 class="hd hd-4 video-hls-error is-hidden">
                    ${_('Your browser does not support this video format. Try using a different brows
er.')}
                </h4>
            </div>
            <div class="video-player-post"></div>
            <div class="closed-captions"></div>
            <div class="video-controls is-hidden">
                <div>
                    <div class="vcr"><div class="vidtime">0:00 / 0:00</div></div>
                    <div class="secondary-controls"></div>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
```



```

</div>

<div class="focus_grabber last"></div>

% if download_video_link or track or handout or branding_info:
  <h3 class="hd hd-4 downloads-heading sr" id="video-download-
transcripts_{id}">${_('Downloads and transcrip
ts')}</h3>
  <div class="wrapper-downloads" role="region" aria-labelledby="video-download-
transcripts_{id}">
    % if download_video_link:
      <div class="wrapper-download-video">
        <h4 class="hd hd-5">${_('Video')}</h4>
        <a class="btn-link video-sources video-download-button" href="{download_video_link}">
          ${_('Download video file')}
        </a>
      </div>
    % endif
    % if track:
      <div class="wrapper-download-transcripts">
        <h4 class="hd hd-5">${_('Transcripts')}</h4>
        % if transcript_download_format:
          <ul class="list-download-transcripts">
            % for item in transcript_download_formats_list:
              <li class="transcript-option">
                <% dname = _("Download {file}").format(file=item['display_name']) %>
                <a class="btn btn-link" href="{track}" data-
value="{item['value']}">${dname}</a>
              </li>
            % endfor
          </ul>
        % else:
          <a class="btn-link external-track" href="{track}">${_('Download transcript')}</a>
        % endif
      </div>
    % endif
    % if handout:
      <div class="wrapper-handouts">
        <h4 class="hd hd-5">${_('Handouts')}</h4>
        <a class="btn-link" href="{handout}">${_('Download Handout')}</a>
      </div>
    % endif
    % if branding_info:
      <div class="branding">
        <span class="host-tag">${branding_info['logo_tag']}</span>
        <a href="{branding_info['url']}"></a>
      </div>

```

```

        % endif
    </div>
    % endif
</div>
% if cdn_eval:
<script>
//TODO: refactor this js into a separate file.
function sendPerformanceBeacon(id, expgroup, value, event_name) {
    var data = {event: event_name, id: id, expgroup: expgroup, value: value, page: "html5vid"};
    $.ajax({method: "POST", url: "/performance", data: data});
}
var cdnStartTime;
var salt = Math.floor((1 + Math.random()) * 0x100000).toString(36);
var id = "${id | n, js_escaped_string}";
function initializeCDNExperiment() {
    sendPerformanceBeacon(id + "_" + salt, ${cdn_exp_group}, "", "load");
    cdnStartTime = Date.now();
    $.each(['loadstart', 'abort', 'error', 'stalled', 'loadedmetadata',
        'loadeddata', 'canplay', 'canplaythrough', 'seeked'],
        function(index, eventName) {
            $("#video_" + id).bind("html5:" + eventName, null, function() {
                timeElapsed = Date.now() - cdnStartTime;
                sendPerformanceBeacon(id + "_" + salt, ${cdn_exp_group}, timeElapsed, eventName);
            });
        });
}
$("#video_" + id).bind("initialize", null, initializeCDNExperiment);
if ($("#video_" + id).hasClass("is-initialized")) {
    initializeCDNExperiment();
}
</script>
% endif;

```

LIITE 8. Esimerkki omasta tehtävätyypistä

```
<problem>
<div class="problem-description">
<p>In the text input field below, type your answer (min 150 words). Click "Submit" to submit your t
ext. You can add new text to your answer by writing and submitting it.</p>
</div>

<label>Your answer:</label>
<script type="loncapa/python">
<![CDATA[
# The block below is the grading function for this problem.
# The name you assign it here will be used below.

import re
def grade(expect, answer):
    minWordCount = 150
    minKeyWordCount = 2
    keywords=[['keyword1', 'synonym-keyword1', 'synonym2-keyword1'],
'keyword2',
'keyword3'] # Add your keywords here!
    for word in keywords:
        if isinstance(word, list):
            for synonym in word:
                if re.search(r'\b{}\b'.format(synonym), answer.lower()):
                    keywordCount += 1
                    break
            elif re.search(r'\b{}\b'.format(word), answer.lower()):
                keywordCount += 1
    if (keywordCount >= minKeyWordCount) & (wordCount >= minWordCount):
        return 1
    else:
        return 0
]]>
</script>
<span id="short_response_question_1"/> <!-- Edit this id, for each problem -->
<script type="text/javascript">
/* The object here is to replace the single line input with a textarea */
(function() {
    var elem = $("#short_response_question_1")
        .closest("div.problem")
        .find(":text");
    var label = $("#short_response_question_1")
        .closest("div.problem")
        .find('label');
    label.attr('for', elem.attr('id'));
    var description = $("#short_response_question_1")
        .closest("div.problem")
        .find('.problem-description');
```

```

description.attr('id', elem.attr('id')+'-description');
/* There's CSS in the LMS that controls the height, so we have to override here */
var textarea = $('<textarea style="height:25em" rows="25" cols="100"/>');

//This is just another way to do an iterator in JS
for (attrib in {'id':null, 'name':null}) {
    textarea.attr(attrib, elem.attr(attrib));
}
textarea.attr('aria-describedby', elem.attr('id')+'-description');
/* copy over the submitted value and give an aria description*/
textarea.val(elem.val());
elem.replaceWith(textarea);
/* clear out echoed text */
textarea.siblings(".status").text("");

})();
</script>
<customresponse cfn="grade"><!--
- This 'cfn' name is the name of the python grading function above -->
    <textline/>
</customresponse>
</problem>

```