

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT
School of Engineering Science
Tietotekniikan koulutusohjelma

Mastery learning virtuaalisessa oppimisympäristössä

Markus Lähteenmäki

Työn tarkastaja: Apulaisprofessori Antti Knutas

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT

School of Engineering Science

Tietotekniikan koulutusohjelma

Markus Lähteenmäki

Mastery learning virtuaalisessa oppimisympäristössä

Kandidaatintyö 2021

33 sivua, 11 kuvaa, 1 taulukko, 1 liite

Työn tarkastaja: Apulaisprofessori Antti Knutas

Hakusanat: mastery learning, virtuaalinen oppimisympäristö, Moodle

Keywords: mastery learning, virtual learning environment, Moodle

Luokkakokojen suurentuessa opiskelijoiden oppimisen seuraaminen hankaloituu ja oppimisen varmistamiseen täytyy puuttua ennen arvioivaa suoritusta. Teknologia mahdollistaa erilaisten opetusmenetelmien käyttämisen virtuaalisissa oppimisympäristöissä. Tässä työssä tutkittiin, onko mastery learning -opetusmenetelmä tehokas opetusmenetelmä ja onko kurssisivut mahdollista luoda mastery learning -opetusmenetelmän mukaisesti. Kurssisivut oli mahdollista luoda virtuaalisen oppimisympäristön mastery learning -opetusmenetelmän ehdoilla. Aihekokonaisuudet sai eriteltyä toisistaan ja varmistettua, ettei seuraavaan aihekokonaisuuteen päästä ennen kuin edellinen on opittu hallitsemaan. Oppiminen on tärkeää, sillä aihekokonaisuuksissa eteneminen eteenpäin ilman aiheen hallitsemista aiheuttaa ongelmia seuraavissa aihekokonaisuuksissa. Tämä opetusmenetelmä mahdollistaisi oppilaan hallitsemaan aihekokonaisuuden ja tällöin hyödyntämään oppimaansa tulevissa aihekokonaisuuksissa.

ABSTRACT

Lappeenranta-Lahti University of Technology LUT
School of Engineering Science
Degree Programme in Software Engineering
Markus Lähteenmäki

Mastery learning in virtual learning environment

Bachelor's Thesis 2021

33 pages, 11 figures, 1 tables, 1 appendices

Examiner: Assistant Professor Antti Knutas

Keywords: mastery learning, virtual learning environment, Moodle

As class sizes increase, it becomes more difficult to monitor students learning and to ensure learning it must be addressed before evaluative performance. Technology enables the use of different teaching methods in virtual learning environments. In this work, it was investigated whether the mastery learning teaching method is an effective teaching method and whether it is possible to create course pages according to the mastery learning teaching method. The course pages were possible to create a virtual learning environment under the terms of the mastery learning teaching method. The topics were separated, and it was ensured that the next topic would not be reached until the previous one had been learned to master. Learning is important because moving forward on topics without mastering the topic causes problems in the following topics. This teaching method would allow the student to master the topic and then utilize what they have learned in future topics.

ALKUSANAT

Kiitos erittäin paljon Antti Knutakselle nopeista vastauksista, erittäin hyvästä ohjauksesta ja varsinkin kärsivällisyydestä työni kanssa. Kiitos äijille, kun jaksoivat kuunnella jatkuvaa selitystä kandin tekemisestäni ja pahoittelut, että jätin muutamat CS-pelit pelaamatta. Kiitokset perheelle tsemppauksesta ja suuret kiitokset myös mummulle, joka soitti joka sunnuntai ja piristi päivääni.

SISÄLLYSLUETTELO

| | | |
|-----------|-----------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | JOHDANTO..... | 3 |
| 1.1 | TAUSTA..... | 3 |
| 1.2 | TAVOITTEET JA RAJAUKSET..... | 4 |
| 1.3 | TYÖN RAKENNE..... | 4 |
| 2 | KIRJALLISUUSKATSAUS..... | 5 |
| 2.1 | TYÖN RAKENNE..... | 5 |
| 2.2 | AIEMPI TUTKIMUS MASTERY LEARNING OPETUSMENETELMÄSSÄ | 6 |
| 3 | MENETELMÄT..... | 10 |
| 3.1 | VERKKO-OPPIMINEN JA VIRTUAALINEN OPPIMISYMPÄRISTÖ | 10 |
| 4 | MASTERY LEARNING MOODELESSA..... | 12 |
| 4.1 | SIVUJEN RAKENNE | 13 |
| 4.2 | AIHEKOKONAISUUDEN ANALYSOINTI..... | 21 |
| 4.3 | KURSSIN ARVOSTELU JA ANALYSOIMINEN | 22 |
| 5. | POHDINTA JA TULEVAISUUS..... | 24 |
| 6. | YHTEENVETO..... | 26 |
| | LIITTEET | |

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

| | |
|-----|------------------------------|
| BKT | Bayesian Knowledge Tracing |
| CS1 | Computer Science 1 |
| GPA | Grade Point Average |
| ML | Mastery Learning |
| PHP | PHP: Hypertext Preprocessor |
| VLE | Virtual Learning Environment |

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Suomalaisen yhteiskunnan digitalisaation juuret ulottuvat 1980-luvulle, jolloin digitaalitekniikka ja siihen liitettävät sovellukset alkoivat hiljalleen siirtyä osaksi arkielämän toimintoja [20]. Digitalisaation kehitys on ollut nopeaa viimeisen kolmen vuosikymmenen ajan ja digitalisoitumisen myötä peruskouluissa opetusmateriaali on muuttunut sähköiseksi [2]. Digitalisoituminen vaikuttaa opetukseen mahdollistamalla uusien opetustapojen syntyminen ja digitalisoitumisella pystytään varautumaan ennalta arvaamattomiin tapauksiin, kuten esimerkiksi keväällä 2020 peruskoulut siirtyivät etäopetukseen koronaviruksen takia [19].

Opetusmenetelmistä luokkahuonepohjainen lähiopetus on tunnetuin opetusmenetelmä. Luokkahuonepohjaisessa lähiopetuksessa opetusmenetelmässä opiskelija oppii aiheen luokassa, missä on noin 30 oppilasta yhtä opettajaa kohden [4]. Kokeita järjestetään ajoittain opiskelijan oppimisen arvioimiseksi [1]. Henkilökohtainen opetus eroaa luokkahuonepohjaisesta lähiopetuksesta, että oppilaille on henkilökohtainen opettaja, joka keskittyy 1–3 oppilaan auttamiseen [4]. Jokainen opiskelija on omanlainen ja tämä tarkoittaa, että jokainen opiskelija ei opi samalla tavalla, kun toinen opiskelija. Tämä luo ongelmia opiskeluympäristössä, missä on yksi tietty opetustapa. Luokkahuonepohjaisessa lähiopetuksessa oppilaita on paljon yhdessä luokassa, eikä opettaja yksinkertaisesti pysty tietämään jokaisen oppilaan tilannetta oppimisesta. Henkilökohtaisessa opetuksessa tätä olisi helpompi seurata, mutta henkilökohtaisen opettajan järjestäminen 1–3 oppilaan auttamiseen on käytännössä mahdotonta.

On olemassa opetusmenetelmä nimeltä mastery learning (ML), minkä avulla opetuksen sisäistämisen ongelmia voidaan ratkaista. Bloomin kehittämässä ML-opetusmenetelmässä oppilas oppii hallitsemaan aihekokonaisuuden ennen siirtymistä uuteen aihekokonaisuuteen [4]. Opetusmenetelmässä opiskelija etenee omaan tahtiin ja voi yrittää aihekokonaisuutta niin monta kertaa, kunnes hän oppii hallitsemaan sen. Tämä opetusmenetelmä varmistaa sen, että opiskelija varmasti sisäistää oppimansa ja pystyy jatkossa soveltamaan oppimaansa.

Tämä opetusmenetelmä liitettynä virtuaaliseen oppimisympäristöön voisi tuoda uusia mahdollisuuksia tutkia oppimista ja auttaa opiskelijoita sisäistämään opetuksen.

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Tässä kandityössä keskitytään ML-opetusmenetelmään ja miten kyseistä opetusmenetelmää sovelletaan virtuaalisessa oppimisympäristössä. Tavoitteena on perehtyä, miten virtuaalisen oppimisympäristön voi rakentaa tukemaan ML-menetelmää, ja vertailla sitä luokkapohjaisen lähiopetuksen luento ja tentti -rakenteeseen ja pitäisikö ML-opetusmenetelmä tuoda opetukseen. Tässä työssä havainnollistetaan, miten virtuaalisen oppimisympäristön kurssisivut rakennetaan käyttämällä CS1 (Computer Science 1) kurssia esimerkkinä virtuaalisessa oppimisympäristössä ja miten ML-opetusmenetelmä vaikuttaa virtuaalisessa oppimisympäristössä. Rajataan aihetta miettimättä opiskelijan koulutusastetta.

1.3 Työn rakenne

Työn ensimmäinen luku alkaa tästä johdantoluvusta. Luvussa kaksi käydään läpi teoriaa ML-opetusmenetelmästä ja aikaisemmista tutkimuksista työhön liittyen. Kolmannessa luvussa käydään läpi verkko-oppimista ja valitaan oppimisympäristö työhön.

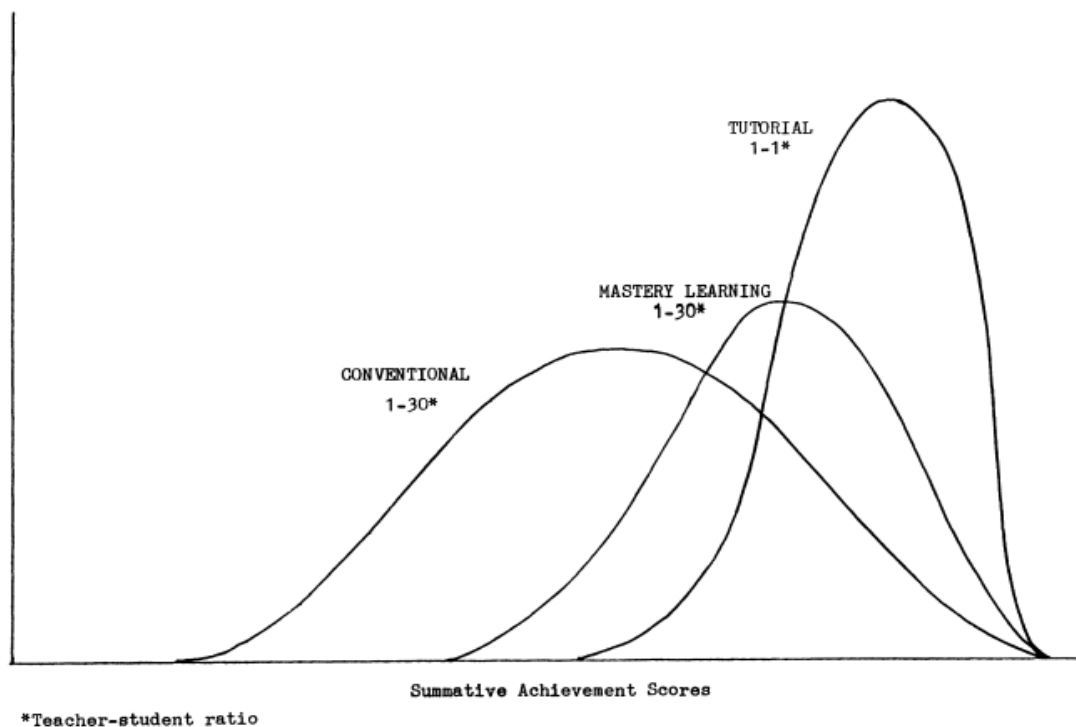
Neljännessä luvussa havainnollistetaan miten virtuaalinen oppimisympäristö ja opetusmenetelmä toimivat keskenään. Viidennessä luvussa pohditaan yleisesti aihetta sekä mietitään opetusmenetelmän kannattavuutta opetuksessa. Viimeisessä luvussa tehdään yhteenveto työssä esille tulleista asioista.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

Työn tekemiseen vaaditaan taustatietoa ML-opetusmenetelmästä. Tässä luvussa käydään läpi mitä on ML-opetusmenetelmä ja tutkitaan mitä aikaisemmissa tutkimuksissa on saatu tulokseksi. Tavoitteena on tutkia mitä ML-opetusmenetelmä on ja verrata erilaisia opetusmenetelmiä ML-opetusmenetelmään.

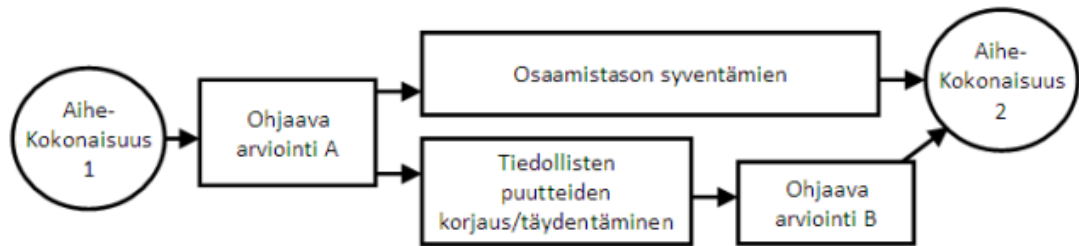
2.1 Työn rakenne

Professori Benjamin S. Bloom esittelee artikkelissaan [4] tutkimustuloksia perinteisen luokkahuonepohjaisen opetuksen, ML-opetusmenetelmän ja henkilökohtaisen opetuksen osaamistasojen eroista. Tutkimuksessa opetusryhmissä oli 30 oppilasta opettajaa kohden paitsi henkilökohtaisessa opetuksessa yhtä oppilasta kohden yksi opettaja. Kuten kuvasta 1. huomataan, että ML-opetusmenetelmässä oppilas oppii paremmin kuin perinteisessä luokkahuonepohjaisessa lähiopetuksessa.



Kuva 1. Perinteinen luokkahuonepohjainen-, mastery learning- ja henkilökohtaisen opetuksen osaamistasojen erot. Lähde: [4]

Bloomin ML-opetusmenetelmän toteutus tapahtuu niin, että kurssilla ei käydä läpi kaikkia sisältöjä putkeen aikataulun mukaisesti kuten luokkahuonepohjainen lähiopetuksessa, vaan asiasisällöt on jaettu pienempiin aihekokonaisuuksiin. Edellinen aihekokonaisuus siis opetellaan aina hallitsemaan (*engl. mastery*) ennen seuraavan aihekokonaisuuden opiskelua (kuva 2).



Kuva 2. Mastery learning -menetelmän idea. Lähde: [8], suom. Peura.

Bloom [4] kritisoi artikkelissaan sitä, että opettajat saattavat usein luoda huomaamatta epätasa-arvoisen oppimisympäristön oppilailleen. Kuten kuvassa 1. huomataan, vain pieni osuus oppilaista oppii yhtä hyvin luokkahuonepohjaisessa lähiopetuksessa kuin muissa opetusmenetelmissä. Normaalijakaumaa käyttäessä keskitytään enemmän opiskelijan suorituksen arviointiin kuin oppimisen varmistamiseen. Jos kurssilla moni oppilas saa parhaimman arvosanan kurssi on liian helppo, mikä tarkoittaa, että opettajan pitää muokata kurssia haastavammaksi ja toisinpäin, jos kurssilla moni oppilas saa huonoimman arvosanan.

Tutkimusten mukaan ML-opetusmenetelmässä puutteiden korjaus ja osaamistason syventäminen tarkoittaa sitä, että oppilaat ovat paremmin valmistautuneet seuraaviin haastavampiin aihekokonaisuuksiin. Tämä saattaa kuulostaa siltä, että ML-opetusmenetelmä hidastaa aikataulua, mutta kurssin edetessä oppilaiden osaamistaso on kasvanut, joka vähentää tulevien aihekokonaisuusien oppimiseen käytettävää aikaa. Tämä tarkoittaa sitä, että ML -opetusmenetelmässä pystytään käsittelemään kaikki kurssin aiheet samassa ajassa mitä luokkahuonepohjaisella menetelmällä.[8]

2.2 Aiempi tutkimus mastery learning opetusmenetelmässä

“Mastery Learning in the Classroom”-tutkimuksessa [21] Whiting et al. osoittavat ML-opetusmenetelmän toimivan käytännössä luokkaympäristössä. He ovat käyttäneet 36

lukukauden (*engl. semester*) eli 18 vuoden ajan ML-opetusmenetelmää lukiossa kursseillaan. Oppilaita on ollut 36 lukukauden aikana 7179. Strategiassa materiaali jaettiin pienempiin aihekokonaisuuksiin ja jokaisen aihekokonaisuudessa aiheen hallitseminen on tavoite. Tutkimuksessa huomattiin oppilaan keskiarvon (*engl. GPA eli Grade Point Average*) olevan huomattavasti korkeampi ML-opetusmenetelmä kursseilla verrattuna oppilaan normaaliin keskiarvoon. Tämä tutkimus todistaa ML-opetusmenetelmän tehokkuutta luokkaympäristössä.

”Five years of Mastery Learning – What did we learn?” tutkimuksessa [15] Ott et al. kertovat kokemuksestaan ML-opetusmenetelmän yhdistämisestä CS1 kurssiin. Tutkimuksessa kurssin muutokset voidaan jakaa kolmeen erilliseen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa (2014–2015) ML-opetusmenetelmä otettiin käyttöön. Kurssin kokonaisarvosana muodostuu seuraavasti: seitsemästä edistymistasosta (*engl. progression levels*) 35 %, harjoitustyöstä 15 % ja monivalintakokeesta 50 %. Kurssin jokaisesta vaiheesta oli saatava 50 % läpäisemiksi. Oppilaille järjestettiin kaksi harjoituskertaa viikossa missä tuutorit avustivat oppilaita harjoituksissa. Harjoituskerralla oppilas voi suorittaa edistymistason ottamalla testin, joka määrittää onko aihe hallinnassa. Testin läpäisseet opiskelijat voivat opiskella seuraavaa aiheita, kun taas testissä epäonnistuneet opiskelijoita kehoitettiin tarkistamaan tehtävät ja pyytämään apua tuutorilta. 2015 luennot vaihdettiin podcasteiksi, koska opiskelijat suorittivat kurssia omaan tahtiin.

Toisessa vaiheessa (2016–2017) vuonna 2016 todettiin, että testit olivat tarpeeksi hyvä mittari määrittämään, onko oppilas oppinut aiheet, joten loppukoe poistettiin. Tämän muutoksen seurauksena testien arvo on 60 % arvosanasta ja kahden harjoitustyön arvo on 40 % arvosanasta. 2017 harjoituksista tehtiin pakollisia, koska vuonna 2016 oli havaittu, että opiskelijat ovat osallistuneet harjoituksiin vähemmän ja etenemistasoja oli suoritettu vähemmän. 2017 lopussa huomattiin, että oppilaita täytyy motivoida jatkuvasti osallistumaan kurssille sen sijaan, että oppilaat käyttäisivät viime hetken lähestymistapaa edistymistasojen suorittamiseen. Kolmannessa vaiheessa (2018) oppilaiden täytyi vähintään kerran viikossa yrittää edistymistasoa, tai muuten oppilaille annettiin pisterangaistuksia.

Ensimmäisenä vuonna ML-opetusmenetelmä osoitti suurta osallistumista ja läpikäymistä edistymistasoissa. Tuutorin kanssa käydyt keskustelut epäonnistuneesta testistä todettiin

hyväksi tavaksi oppia miten kehittyä aiheessa. Kuitenkin itsevalvonnan ja palautteen kierto rikkoutui, kun opiskelijat eivät olleet aktiivisia kurssilla. Tutkimuksessa uskottiin kuitenkin, että motivaatio ja todellinen kiinnostus edetä ovat arvokkaampia opiskelijoiden oppimiskokemukselle kuin asetettu tahti ja lopputentin "uhka". Tämä ei ole kuitenkaan helppoa, varsinkin ensimmäisen vuoden ensimmäisen lukukauden kurssilla, joka on useimmille opiskelijoille ensimmäinen kurssi yliopistotasolla. Uusille opiskelijoille tähän on vaikea tottua, kun aikaisemmin koulussa on käytetty luokkahuonepohjainen opetusmenetelmää.

"Self-paced Mastery Learning CS1" tutkimuksessa [5] henkilöt tutkivat omaan tahtiin suoritettavan ML -opetusmenetelmää ja vertasivat sitä online- ja flipped learning -menetelmiin. Kurssin kokonaisarvosana muodostuu seuraavasti: kysely 1 %, osallistuminen 5 %, moduulit 28 % (4 % jokainen moduuli), harjoitustehtävät 1, 2 ja 3 21 % (5 %, 8 % ja 8 %) ja loppukoe 45 %. Kurssi jaettiin 7 moduuliin ja moduuleja kutsuttiin tehtäviksi (engl. quests). Jokaisessa moduulin lopussa oli testi, mistä piti saada 80 % oikein päästäkseen eteenpäin kurssilla. Jos testiä ei läpäisty, piti uusia eri versio testistä. Harjoituksia oli viikoittain kolmesti. Kurssilla ei ollut aikarajoja (engl. deadline), mutta kaikki tehtävät piti olla tehtynä ennen loppukoetta. Loppukoe oli mahdollisuus tehdä kaksi tai neljä kuukautta kurssin loppumisen jälkeen.

Tuloksista huomattiin, että ML-opetusmenetelmä menestys ei poikennut flipped learning -menetelmästä, mutta toimi paremmin kuin online-muodossa. Kuitenkin oppilaat jäivät jälkeen helpommin aikataulussa, kun tekivät omaan tahtiin. Oppilailta kysyttiin asteikolla 1–7 kuinka vaikeata oli päästä takaisin aikatauluun. Vastaus oli keskimääräisesti 5 kaikilla opetustyyliellä.

Taulukossa 1 tutkitaan aikaisempia tutkimuksia ML-opetusmenetelmän käytöstä ja vertaillaan kurssin arvostelua ja läpipääsy prosentteja.

Taulukko 1. Vertailutaulukko ML -opetusmenetelmän tutkimuksista

| Tutkimuksen nimi | Testin läpäisyyn vaadittava pistemäärä maksimipisteistä prosentuaalisesti | Yhden testin prosentuaalinen painotus koko arvosanasta | Testien prosentuaalinen painotus koko arvosanasta | Läpäisy prosentti |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Mastery Learning in the Classroom [21] | 95 % | - | 100 % | - |
| Five years of Mastery Learning 2014-2015 [15] | - | 5 % | 35 % | 2014: 81 % 2015: 75,7 % |
| Five years of Mastery Learning 2016-2018 [15] | - | ~8.57 % | 60 % | 2016– 2017: 75,7 % 2018: 73,3 % |
| Self-paced Mastery Learning CS1 [5] | 80 % | 4 % | 28 % | 70 % |

3 MENETELMÄT

Tässä kappaleessa käydään läpi verkko-oppimista, selvennetään mikä virtuaalinen oppimisympäristö on ja esitellään suunnitelma soveltamisesta, miten ML-opetusmenetelmä liitetään kyseiseen virtuaaliseen oppimisympäristöön.

3.1 Verkko-oppiminen ja virtuaalinen oppimisympäristö

Verkko-opetus on yleistynyt digitalisaation kasvun aikana, ja verkko-oppimis termiä voidaan käyttää, kun verkolla on jokin rooli oppimisprosessissa [11]. Verkko-opiskelu tapahtuu hyödyntäen tietokonetta, tablettia tai mobiililaitetta verkkopohjaisessa oppimisympäristössä kuten virtuaalisessa oppimisympäristössä. Virtuaalinen oppimisympäristö (*engl. Virtual Learning Environment eli VLE*) on opetusteknologiassa käytetty verkkopohjainen alusta, missä opettaja voi rakentaa kurssisivuja ja lisätä luoduille kursseille verkko-oppimismateriaalit. Verkko-oppimismateriaalilla tarkoitetaan yleensä opettajan laatimaa materiaalia, mutta kehittäjä voi olla suunnittelijaryhmä, johon voi kuulua useita opettajia sekä sisällön, visuaalisen suunnittelun, pedagogiikan, multimedian ja tekniikan asiantuntijoita [11]. Verkko-oppimismateriaaleihin voi kuulua lähiopetuksessa esitettyjä kalvot, ohjeistus, tehtävät tai verkkokirja, joka korvaa paperimuotoon painetun oppikirjan. Helposti saattaa olettaa, että verkko-oppimismateriaali olisi vain kirjoitettua tekstiä, mutta se voi sisältää myös kuvaa, ääntä, videoita tai pelejä.

Virtuaalisessa oppimisympäristössä on helppo toteuttaa testejä ja testit sopivat tiettyihin tilanteisiin, esimerkiksi opiskelijoiden lähtötason määrittämiseen tai opiskelijoiden oman opiskelun kontrollointiin. Hyvin laaditut testit säästävät opettajan aikaa mekaanisessa tehtävien korjaamisessa ja antavat oppijalle välittömän palautteen etenemisestä [11]. Hyvänä esimerkkinä toimii rasti ruutuun -tehtävät, missä opiskelija lukee kysymyksen ja valitsee vaihtoehdoista oikean vastauksen. Testien avulla voidaan vähentää opettajan työtä, mutta syvällisten asioiden opiskelussa tarvitaan opettaja ja muiden oppijoiden läsnäoloa, vuorovaikutusta, kysymyksiä ja vastauksia, erilaisia näkemyksiä ja niiden perusteluja [11].

Virtuaalisen oppimisympäristön tarkempi vaatimusmäärittely on määritelty liitteessä 1. Vaatimusmäärittelyn vaatimusten perusteilla virtuaaliseksi oppimisympäristöksi olisi hyvä valita Moodle [14]. Moodlessa voi rakentaa kursseja, mihinkä voi lisätä materiaalia sekä

tehdä testejä. Moodle on avoimen lähdekoodin alusta (*engl. open-source environment*), joten Moodleen voidaan helpommin lisätä ulkopuolisia liitännäisohjelmia (*engl. plug-in tai plugin*). Moodle toimii Microsoft Windowsissa, Linuxissa ja Mac OS (Operating System) -käyttöjärjestelmässä ja on pääosin toteutettu PHP (PHP: Hypertext Preprocessor) -kielellä, mutta järjestelmä sisältää muitakin ohjelmointikieliä, kuten Java.

Suunnitelmana on havainnollista suunnittelema CS1 kurssia Moodlella ja hyödyntää ML-opetusmenetelmää kurssin rakenteessa. CS1 termi on suomessa tunnettu nimellä Ohjelmoinnin perusteet, missä otetaan ensiaskeleet ohjelmointiin ja perehdytään ohjelmoinnin keskeisiin periaatteisiin ja ajattelutapoihin. Moodle tarjoaa ilmaisen kokeiluajan MoodleCloud [13] ylläpitopalvelussa. Käytämme MoodleCloudia tässä työssä kurssisivujen rakentamiseen.

4 MASTERY LEARNING MOODELESSA

Tässä luvussa demonstroidaan miten CS1 kurssi voidaan rakentaa Moodleen ML-opetusmenetelmän ehdoilla. Tarkoituksena on tehdä laadukas ympäristö, mutta kuitenkin laatu sanaa käytetään liian herkästi, ilman miettien sanan määritelmää. Laatu on vaikeaa määritellä yksiselitteisesti kasvatus- ja opetustoimessa, mutta opetustoimessa laadun voi määritellä kyvyksi täyttää asiakkaiden palvelujen tarve ammattitaidolla ja kustannustehokkaasti kasallisten tavoitteiden, lakien, asetusten ja määräysten mukaan [9]. Suomen Standardisoimisliiton SFS-ISO 8402 [18] standardi määrittelee, että laatu voidaan määritellä niistä ominaisuuksista koostuvaksi kokonaisuudeksi, johon perustuu organisaation, tuotteen, palvelun tai tietyn prosessin kyky täyttää sille asetetut vaatimukset ja siihen kohdistuneet odotukset.

Padayachee et al. artikkelissa [16] kuvataan 392 matematiikan opiskelijan kokemuksia arvioiden suorittamisesta Moodlen kautta hyödyntäen ML -opetusmenetelmää.

Opiskelijoiden täytyi suorittaa viikoittain opetuskokonaisuuksia matemaattisista käsitteistä. Opiskelijoilla oli käytössään kaikki resurssit verkossa, kuten kurssimuistiinpanot, luentodiat ja erilaiset linkit opetusvideoihin. Verkkoarviointi (*engl. online assessment*) voisi optimoida tuloksia, lyhentää hallinnollista aikaa, edistää välitöntä palautetta, antaa arvosanoja ja edistymistä napin painalluksella ja tarjota useita mahdollisuuksia harjoitteluun mitkä tukevat ML-opetusmenetelmää. Korvaamaton piirre verkkoarvioinnissa Moodle ympäristössä on sen luontaiset oppimishallintajärjestelmän ominaisuudet. Näitä ovat kyky hallita opetusta, opiskelijoiden oppimista ja kaikkia arvioinnin osa-alueita, kuten työkaluja raporttien luomiseen, arvosanojen ja opiskelijoiden oppimismallien analysointiin, opiskelijoiden osallistumiseen, arvioinnin suunnitteluun, pisteiden analysointiin ja tulkintaan ja oppimisanalytiikkaan. Hyödyt, joita verkkoarviointi tuo voivat käsitellä joitain suuriin luokkiin liittyviä opetus-, oppimis- ja arviointihaasteita sekä opiskelijoiden alhaista motivaatiota ja matematiikan alivalmiutta. Esimerkiksi saatavuus missä tahansa, milloin tahansa, millä tahansa laitteella, useat mahdollisuudet hallita omaan tahtiinsa, erinomainen välitön muodostava palaute sekä automaattinen arviointi ja raportointi ovat joitakin verkkoarvioinnin eduista.

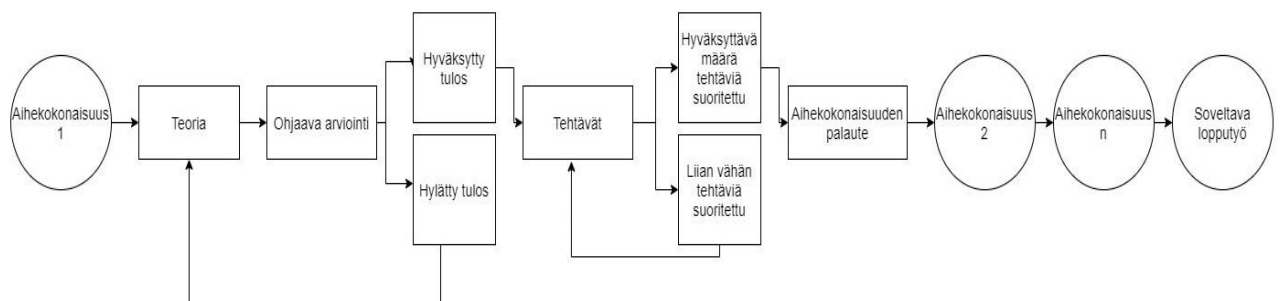
Tutkimuksen tulokset osoittavat, että monet suunnittelun näkökohdat voivat vaikuttaa opiskelijoiden menestykseen. Näitä ovat: 1) sopiva aikataulu korkealaatuisten kysymysten, kysymyspankkien ja monenlaisten kysymysten kehittämiseksi useista resursseista; (2) joustava integroitu lähestymistapa laajentaa useammassa kuin yhdessä moduulissa; (3) automaattisen järjestelmäpalautteen optimaalinen käyttö; (4) Arviointihäiriöiden vähentäminen kommunikoimalla opiskelijoiden kanssa arvioinnin peruseriaatteista, kuten oikeudenmukaisuudesta, puolueettomasta arvioinnin toteutuksesta ja järjestelmän eheydestä. ja (5) Verkkoarviointien muodostava ja kehittävä luonne. Tutkimus on osoittanut, että suurille opiskelijaryhmille näiden ominaisuuksien hyödyt ovat korvaamattomia. Groen et al. [7] raportoivat positiivisista tuloksista ja ehdottivat hallitsevaa oppimista ratkaisuksi ongelmiin. Suurten luokkien opetukseen, oppimiseen ja arviointiin liittyvien haasteiden ratkaisemisesta on tultava etusijalle, jos haluamme tarjota laadukasta koulutusta tuleville sukupolville

Rajataan oppimisympäristön laatu edellisten tutkimukset pohjalta tässä merkityksessä siihen, että se on käyttäjäystävällinen, tehokas ja täyttää käyttäjän tarpeet perusominaisuuksillaan.

4.1 Sivujen rakenne

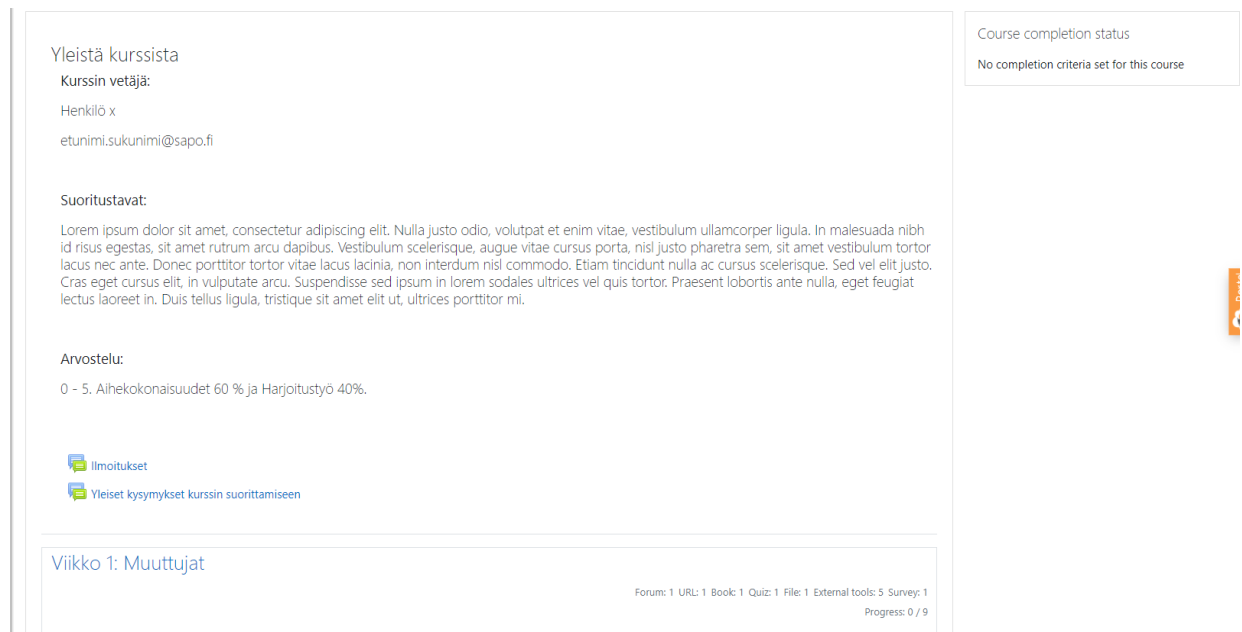
Tässä kappaleessa käydään läpi, miten kurssisivut on rakennettu, miten kurssi suoritetaan ja havainnollistetaan miten opiskelija suorittaa yhden viikon aihekokonaisuuden.

Kuvassa 3 havainnollistetaan mistä asioista kurssi koostuu ja miten kurssi suoritetaan.



Kuva 3. Kurssin suorittaminen

Lähdetään havainnollistamaan kurssisivuja opiskelijan näkökulmasta. Opiskelija avaa kurssisivut Moodlesta. Kuvassa 4 kurssisivut on jaettu 3 eri alueeseen.



The screenshot shows a Moodle course page with the following content:

- Yleistä kurssista**
 - Kurssin vetäjä:
 - Henkilö x
 - etunimi.sukunimi@sapo.fi
 - Suoritustavat:
 - Placeholder text: Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla justo odio, volutpat et enim vitae, vestibulum ullamcorper ligula. In malesuada nibh id risus egestas, sit amet rutrum arcu dapibus. Vestibulum scelerisque, augue vitae cursus porta, nisi justo pharetra sem, sit amet vestibulum tortor lacus nec ante. Donec porttitor tortor vitae lacus lacinia, non interdum nisi commodo. Etiam tincidunt nulla ac cursus scelerisque. Sed vel elit justo. Cras eget cursus elit, in vulputate arcu. Suspendisse sed ipsum in lorem sodales ultrices vel quis tortor. Praesent lobortis ante nulla, eget feugiat lectus laoreet in. Duis tellus ligula, tristique sit amet elit ut, ultrices porttitor mi.
 - Arvostelu:
 - 0 - 5. Aihekokonaisuudet 60 % ja Harjoitustyö 40%.
 - Ilmoitukset
 - Yleiset kysymykset kurssin suorittamiseen
- Viikko 1: Muuttujat**
- Forum: 1 URL: 1 Book: 1 Quiz: 1 File: 1 External tools: 5 Survey: 1
- Progress: 0 / 9
- Course completion status: No completion criteria set for this course

Kuva 4. Kurssisivut












Ensiksi on yleisestä tietoa kurssista ja tässä osiossa on tiedotuskanava ja mahdollisuus kysyä kysymyksiä kurssiin liittyvistä asioista. Oikealla on alue mihin voi lisätä palikoita (*engl. block*) ja tähän alueelle on laitettu palikka, mistä nähdä kuinka paljon kurssia on suoritettu. Lopuksi yleisen tiedon alapuolelle tulee aihekokonaisuudet.

Bloomin ML-opetusmenetelmässä mainittiin, että asiasisällöt jaetaan pienempiin aihekokonaisuuksiin. Aihekokonaisuus opitaan hallitsemaan ensiksi ennen kuin voi jatkaa seuraavaan aihekokonaisuuteen. Aihekokonaisuus täytyy avata omalle sivulleen päästäkseen suorittamaan aihekokonaisuutta. Oma sivu takaa selkeän ymmärryksen aihekokonaisuuden sisällöstä. Kuten kuvasta 5 huomataan, aihekokonaisuus koostuu seuraavista asioista:

- Kysymykset: Aihekokonaisuuden suorittamiseen liittyvät kysymykset
- Luentovideo: Sisältää teorian videona
- Luentomateriaali: Sisältää teoria tekstimuodossa
- Tehtävänanto: Sisältää ohjeistuksen tehtäviin
- Tehtävä: Tehtävien palautus, tarkastus ja arviointi
- Palautekysely: Aihekokonaisuuden palaute

Viikko 2: Merkkijonot ▶

Viikko 1: Muuttujat

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|  Kysymykset | |
|  Luentovideo 1: Muuttujat | <input checked="" type="checkbox"/> |
|  Viikko 1 Luentomateriaali | <input checked="" type="checkbox"/> |
|  Viikko 1 Teoriatesti | <input checked="" type="checkbox"/> |
|  Tehtävänanto | |
|  Tehtävä 1-1 | <input checked="" type="checkbox"/> |
|  Tehtävä 1-2 | <input checked="" type="checkbox"/> |
|  Tehtävä 1-3 | <input checked="" type="checkbox"/> |
|  Tehtävä 1-4 | <input checked="" type="checkbox"/> |
|  Tehtävä 1-5 | <input checked="" type="checkbox"/> |
|  Viikko 1 Palautekysely | <input checked="" type="checkbox"/> |

Jump to...

Viikko 2: Merkkijonot ▶

Kuva 5. Aihekokonaisuuden rakenne

Ensimmäiseksi opiskelija aloittaa opiskelemaan materiaaleista aihekokonaisuuden teoriaa. Kuvassa 6 näytetään esimerkkinä miltä teoria voisi näyttää tekstimuodossa.

LASKUOPERAATIOT

Laskentaoperatioita ovat:

-Summa: +

-Erotus: -

-Kerto: *

-Jako: /

-Jakojäännös: %

Laskentajärjestys tapahtuu vasemmalta oikealle sulut huomioon ottaen.

Sulut = (1 + 3) + 2 * (2 + 4)

Suluitta = 1 + 3 + 2 * 2 + 4

```
print "Lasku suluilla: " + str(Sulut);
```

```
print "Lasku suluitta: " + str(Suluitta);
```

Lasku suluilla: 16

Lasku suluitta: 12

Jakojäännös kertoo jakojäännöksen. Esimerkiksi laskun 5 % 2 jakojäännös on 1.

```
int jakojaannos = 5 % 2; # jakojäännös on 1 (kokonaisluku)
```

Jako on hieman hankalampi, koska täytyy ottaa huomioon kokonais- ja liukuluvut. Jos kaikki laskuoperaatioissa olevat muuttujat ovat kokonaislukuja, on tulos myös kokonaisluku.

```
tulos = 4 / 3; # tulos on 1 (kokonaisluku), sillä 4 ja 3 ovat myös kokonaislukuja
```

Jos jokin laskuoperaatioissa oleva muuttuja on liukuluku, tulee tulokseksi myös liukuluku

```
JaettavaOnLiukuluku = 4.0 / 2; # tulokseksi: 2.0
```

```
JakajaOnLiukuluku = 4 / 2.0; # tulokseksi: 2.0
```

Kuva 6. Teoria tekstimuodossa

Opiskeltuaan teoriaa ja koettuaan oppimansa aiheen opiskelija siirtyy suorittamaan teorialtestiä, missä opittu aihe testataan ennen kuin opiskelija pääsee suorittamaan tehtäviä. Kuvasta 7 nähdään esimerkki miltä teorialtesti voi näyttää.

Question 1
Not yet answered
Marked out of 1.00
Flag question
Edit question

$$10 / 2.0 = X$$

- a. $X = 5.0$
- b. $X = 5$

Question 2
Not yet answered
Marked out of 1.00
Flag question
Edit question

Jakojäännöksen merkki on:

- a. *
- b. %
- c. /

Question 3
Not yet answered
Marked out of 1.00
Flag question
Edit question

$$2*(3+5)-(3-1) = X$$

- a. $X = 12$
- b. $X = 7$
- c. $X = 14$

Question 4
Not yet answered
Marked out of 1.00
Flag question
Edit question

Jos yksi laskuoperaatioissa oleva muuttuja on liukuluku, tulos on kokonaisluku

Select one:

- True
- False

Question 5
Not yet answered
Marked out of 1.00
Flag question
Edit question

Laskujärjestys:

- a. Ensimmäiseksi lausekkeesta lasketaan kaikki laskut sulkeiden sisällä. Toiseksi lasketaan kerto- ja jakolaskut vasemmalta oikealle. Viimeiseksi lasketaan yhteen- ja vähennyslaskut vasemmalta oikealle
- b. Ensimmäiseksi lausekkeesta lasketaan kerto- ja jakolaskut vasemmalta oikealle. Toiseksi lasketaan kaikki laskut sulkeiden sisällä. Viimeiseksi lasketaan yhteen- ja vähennyslaskut vasemmalta oikealle

Finish attempt ...

Kuva 7. Teoriatesti Moodlessa

Tarkoituksena on ML-opetusmenetelmän mukaan saada 80 % oikein ja jos opiskelija ei saavuta rajaa, niin hänen täytyy mennä takaisin opiskelemaan teoriaa ja yrittää uudestaan myöhemmin. Teoriatestin suoritettuaan hyväksytysti opiskelija siirtyy lukemaan tehtävänantoa ennen tehtävien suorittamista. Kuvasta 8 nähdään esimerkki miltä tehtävänanto näyttää.

Tehtävien yleinen ohjeistus:

Tällä viikolla tehtävät liittyvät laskuoperaatioihin. Tehtäviä on viisi kappaletta ja on suositeltavaa tehdä tehtävät järjestyksessä. Tee ohjelmasi valitsemallasi ohjelmointiympäristöllä ja palauta tiedosto moodleen arvosteltavaksi.

Tehtävä 1.

Kirjoita ohjelma, joka iteroi kokonaisluvut 1:stä 50. Jos luku on kolmella jaollinen, luvun sijaan tulostetaan "Fizz". Jos luku on viidellä jaollinen, luvun sijaan tulostetaan "Buzz". Jos luku on sekä kolmella että viidellä jaollinen, luvun sijaan tulostetaan "FizzBuzz".

Kuva 8. Viikkotehtävien ohjeistus

Tämän jälkeen opiskelija ottaa valitsemansa ohjelmointiympäristön ja aloittaa suorittamaan tehtävää kuten kuvasta 9 nähdään.

The image shows a Python IDE window titled 'main.py' with a dark theme. The code is as follows:

```
1 def fizz_buzz():
2     for fizzbuzz in range(51):
3         if fizzbuzz % 3 == 0 and fizzbuzz % 5 == 0:
4             print("fizzbuzz")
5             continue
6         elif fizzbuzz % 3 == 0:
7             print("fizz")
8             continue
9         elif fizzbuzz % 5 == 0:
10            print("buzz")
11            continue
12            print(fizzbuzz)
13
14
15 if __name__ == '__main__':
16     fizz_buzz()
17
```

The breadcrumb below the code reads: `fizz_buzz()` > `for fizzbuzz in range(51)` > `elif fizzbuzz % 5 == 0`. Below the code editor is a 'Run:' panel with a 'main' tab. It shows the execution output:

```
1
2
fizz
4
buzz
fizz
7
8
fizz
buzz
11
fizz
13
14
fizzbuzz
16
17
fizz
19
buzz
```

Kuva 9. Tehtävän tekeminen

Kun opiskelija on saanut valmiiksi tehtävän, hän palauttaa sen Moodlen tehtävänantopalautus kohtaan. Tehtävästä riippuen millainen palautuskohta virtuaalisessa oppimisympäristössä on. Tehtävissä missä ei ole suoraan oikeaa vastausta on vaikea automatisoida. Esimerkiksi kooditehtävien tarkastus on mahdollista automatisoida, koska tehtävästä odotetaan yhtä tiettyä vastausta verrattuna esseeseen. Automatisoinnin hyvänä puolena on välitön palaute, milloin oppilas voi mennä korjaamaan tehtävän, jos tarkastus ilmoittaa virheellisestä vastauksesta. Suoritettuaan tarpeeksi monta tehtävää opiskelija antaa palautetta aihekokonaisuudestaan ja on valmis seuraavaan aihekokonaisuuteen. Kuvassa 10 nähdään esimerkki miltä palaute voisi näyttää. Palautteen avulla voidaan kehittää kursssia ja aihekokonaisuuksia.

The screenshot displays three questions in a Moodle interface. Each question has a sidebar on the left with status and action options, and a main content area on the right.

- Question 1:** "Kuinka vaikeat tehtävät olivat tällä viikolla. Anna arvosi asteikolla 1-5." (How difficult were the tasks this week. Give your rating on a scale of 1-5). It features five radio button options: "Ei lainkaa samaa mieltä", "Osoittain eri mieltä", "Ei samaa, eikä eri mieltä", "Osoittain samaa mieltä", and "Ehdottomasti samaa mieltä".
- Question 2:** "Edistivätkö viikkotehtävät osaamistamistani? Anna arviosi asteikolla 1-5" (Did the weekly tasks advance my skills? Give your rating on a scale of 1-5). It features the same five radio button options as Question 1.
- Question 3:** "Kirjoita sanallisesti palaute viikkotehtävistä (MAX 1000 sanaa)" (Write a written feedback on the weekly tasks (MAX 1000 words)). It features a rich text editor toolbar with icons for undo, font color, bold, italic, bulleted list, numbered list, link, unlink, insert link, insert image, and help.

Kuva 10. Palaute Moodlessa

4.2 Aihekokonaisuuden analysointi

Oppijoita on erilaisia ja neljä yleisintä oppimistyyliä ovat: kuuntelu, katsominen, tekeminen ja lukeminen [21]. Tämän vuoksi teoriamateriaali tulee olla monipuolista maksimoidessa opiskelijan oppiminen. Videot sopivat niille, jotka oppivat parhaiten kuuntelemalla ja katsomalla. Sen lisäksi lukemalla oppiville opiskelijoille olisi mahdollisuus lukea tekstinä. Teorian tulisi sisältää esimerkkejä asian havainnollistamiseksi kuten CS1 kurssilla koodi esimerkkejä, kuten kuvassa 11.

```
#Esimerkki Muuttujista
#Muuttujat ovat säiliöitä data-arvojen tallentamiseen
nimi = "Eero"
print("Hei nimeni on:", nimi)
luku1 = 2
luku2 = 3
summa = luku1 + luku2
print("Summa on:", summa)
TULOSTE:
>>>
Hei nimeni on: Eero
Summa on: 5
>>>
```

Kuva 11. Koodiesimerkki

Teoria olisi hyvä tenttiä opiskelijan ymmärtämisen varmistamiseksi. Tähän voidaan käyttää Moodlen omaa rasti ruutuun ominaisuutta ja opiskelijan pitäisi saada vähintään 80–90 % oikein hallinnan saavuttamiseksi ja päästääkseen tekemään soveltavia tehtäviä. Jos oppilas ei pääse läpi testistä, hänet ohjataan takaisin opiskelemaan teoriaa ja yrittämään uudestaan, kunnes hallistaa teorian.

Soveltavissa tehtävissä opiskelijan pitää suorittaa 80–90 % tehtävistä päästäkseen eteenpäin. Tähän sopisi viisi eri vaikeustasoista viikkotehtävää, joiden vaikeustaso kasvaa aihekokonaisuudessa tehtävien välillä. Neljä viidestä tehtävästä tulisi suorittaa oppimisen varmistamiseksi ja viidennen tehtävän tekeminen parantaisi kurssiarvosanaa.

Lopuksi täytyisi antaa palautetta aihekokonaisuudesta ja sen jälkeen oppilas pääsee seuraavaan aihekokonaisuuteen. CS1 kurssilla on hyvä järjestää lopuksi soveltava lopputyö, missä mitataan kurssilla opittuja taitoja.

4.3 Kurssin arvostelu ja analysoiminen

”Five years of Mastery Learning – What did we learn?” tutkimuksessa [15] loppukoe poistettiin, koska aihekokonaisuuksissa olevat testit koettiin tarpeeksi hyväksi mittariksi määrittelemään, onko oppiminen tapahtunut. Kuten kuvasta 6 huomataan, aihekokonaisuudesta ei pääse eteenpäin, ennen kun hallinta on saavutettu, joten pidetään tässäkin aihekokonaisuutta tarpeeksi hyvänä tapana määrittellä oppiminen. Aihekokonaisuuksien lisäksi on otettu soveltavatyö käyttöön, missä opiskelija pystyy soveltamaan ja näyttämään opittuja taitojaan aihekokonaisuuksista. Kuten lähteessä, niin tämänkin kurssin arvostelussa aihekokonaisuuksien arvo on 60 % arvosanasta ja harjoitustyön arvo on 40 % arvosanasta.

Tämä mahdollistaa myös monipuoliset kurssiarvosanat ja palkitsee niitä, jotka suorittavat mahdollisimman paljon tehtäviä aihekokonaisuuksissa.

Oppimisen analysoiminen on myös tärkeä asia kurssin tehokkuuden ja oppimisen varmistamisen takia. Kurssipisteet ja pakollinen palaute auttaa opettajaa ymmärtämään oppilaiden oppimista aihekokonaisuuksissa. Kuitenkin on olemassa analysointityökaluja, jotka voisivat tukea palautetta kuten Bayesian Knowledge Tracing (BKT) algoritmi. BKT algoritmi [6] on arvioalgoritmi, joka mallintaa opiskelijoiden oppimisprosessia.

Algoritmi tukisi tässä tapauksessa palautetta ja kurssipisteitä tai mahdollisesti voisi korvata pisterajat aihekokonaisuuksille, jos algoritmi pystyisi selvittämään onko oppilas oppinut aihekokonaisuuden. BKT algoritmia on aikaisemmin käytetty CS1 kurssilla. ”Estimating programming knowledge with Bayesian knowledge tracing” – tutkimuksessa [12] Kasurinen

et al., BKT algoritmi otettiin käyttöön oppilaiden oppimisen arvioimiseksi. Malli tuotti tuloksia, jotka vahvistavat opiskelijan aiemman tiedon oppimisen, mikä osoittaa mahdollisuuden kehittää konseptia pidemmälle.

BKT algoritmille ei ole kehitetty helposti käyttöön otettavaa liitännäisohjelmaa, mutta kuitenkin olemassa python kirjasto nimeltä pyBKT, mitä voisi hyödyntää tulosten analysoimisessa. ”pyBKT: An Accessible Python Library of Bayesian Knowledge Tracing Models” -tutkimuksessa [3] Badrinath et al. kokivat, että kirjasto on helppokäyttöinen ja laskennallisesti tehokas. Python kirjasto on avointa lähdekoodia ja lisenssi on myös avoin, jonka tarkoituksena on tehdä tiedonseurannasta helpompaa tutkimusyhteisöille ja helpottaa alan edistymistä. Lopuksi tutkimuksessa reaali maailman tietojoukkoanalyysien avulla on osoitettu mallin pätevyyttä.

Arvioalgoritmeja täytyy tutkia vielä tarkemmin ennen, kuin ne voidaan implementoida arvioimaan oppilaan oppimista. Ongelmana on, että algoritmi arvioi myös arvailuja ja vahinkovastauksia, mikä voi aiheuttaa ongelmia tehtävien lopputuloksissa. Kuitenkin arvaamista ei suoraan pystytä ehkäisemään, mutta arvailun estämiseen on myös keinoja. Matemaattisissa tehtävissä arvailun pystyy ehkäisemään kirjoittamalla suoraan vastauksen eikä tee tehtävästä monivalintaa, missä oppilas pystyy päättämään vastauksen arvaamalla. Myös oikein väärin kysymykset voi muuttaa monivalintakysymyksiksi. Toistaiseksi testit ja tehtävät ML-opetusmenetelmässä toimii hyvänä mittarina oppimisen ymmärtämiseksi, koska et voi jatkaa eteenpäin ennen, kun vaatimukset ovat täytyneet.

5. POHDINTA JA TULEVAISUUS

VLE:n ja ML-opetusmenetelmän yhdistäminen on mahdollista toteuttaa lähiopetuksessa sekä yksilöllisessä opiskelussa. Kuitenkin yksiköllisessä opiskelussa on vaarana, että oppilas jää jälkeen aikataulusta kuten ”Self-paced Mastery Learning CS1” [5] tutkimuksessa. Olisi siis hyvä, että yksilöllistä opiskelua hyödynnettäisiin vasta myöhemmissä vaiheissa koulutusta, missä opiskelija on vastuussa omasta opiskelustansa. ”Five years of Mastery Learning – What did we learn?” tutkimuksessa [15] aikataulussa pysymistä lähdettiin ratkaisemaan viikoittaisilla pakollisilla yrityksillä. Opiskelijan piti osallistua vähintään yhteen harjoituskertaan viikossa, joka auttoi aikataulussa pysymistä.

Aikataulusta jälkeen jääminen voi myös johtua oppimisen puutteesta, kuten oppimisvaikeuksista. Oppimisvaikeuksilla viitataan hyvin vaihtelevaan joukkoon ongelmia, jotka ilmenevät merkittävänä vaikeuksina esimerkiksi luku-, kirjoitus- tai matematiikan taitojen hankkimisessa ja käytössä [1]. Riippumatta siitä, mitkä tekijät vaikeuksien taustalla ovat, ajan myötä kognitiiviset, motivaationaaliset, emotionaaliset ja sosiaaliset yksilön ja ympäristön yhteensopivuuden ongelmat muodostavat yhä merkittävämmän osan oppimisen taitojen ja ongelmien kehityksessä [17].

Peruskoulun oppilaista 18,8 prosenttia sai tehostettua tai erityistä tukea syksyllä 2018[19]. On kuitenkin otettava huomioon, vaikka teknologia voi avata uusia mahdollisuuksia oppimiseen, se pahimmillaan voi luoda uudenlaisia oppimisen vaikeuksia. Tämän takia on tärkeää ymmärtää miksi ja millä ehdoilla teknologiaa voidaan hyödyntää oppimisvaikeusoppilaiden ohjauksessa ja opetuksessa. Parhaimmassa tapauksessa teknologian käyttö mielekkäiden oppimisympäristöjen rakentamisessa saattaa osalta ehkäistä oppimisessa erityistä tukea tarvitsevien oppilaiden syrjäytymistä oppijoiden yhteisöistä ja tätä kautta myöhemmin työ- ja koulutusmahdollisuuksista [10].

Aikaisemmista ML-opetusmenetelmän tutkimuksista löytyi paljon yhtenäisyyksiä. Kaikissa tutkimuksissa oli suurin piirtein sama läpikäisyprosentti 70%-81% ja tulokset ja läpikäisyprosentti kasvoi verrattuna luokkapohjaiseen opiskeluun. Suurimpana eroavaisuutena tutkimusten välillä oli erilaiset tilanteet, missä ML-opetusmenetelmää tutkittiin luokassa, virtuaaliympäristössä ja omatoimisessa opetuksessa.

Virtuaalinen oppimisympäristö auttaa opettajia seuraamaan opiskelijoiden oppimista ja pystyy ajoissa puuttamaan epäkohtiin, mikäli on tarvetta. Suurissa luokissa opettajan on mahdotonta nähdä kaikkien opiskelijoiden oppimista, joten teknologian liittäminen arviointiin auttaa. Tulevaisuudessa oppimisen analysoimisen voisi tuoda monia hyötyjä, kuten tunnistamaan oppimisvaikeudet. Toistaiseksi kuitenkin pisteytys toimii hyvänä mittarina varmistaa oppimista.

Kurssi on rakennettava aihekokonaisuus kerrallaan varsinkin, jos edellinen tieto tukee tulevaa tietoa. Kuten CS1 kurssilla, vaikka et ole oppinut aihekokonaisuutta niin seuraavalla viikolla sinulta oletetaan, että osaat edelliset asiat ja tämä tietää ongelmia. Tämän takia on erittäin tärkeää olla päästämättä oppilasta eteenpäin ennen kuin hän hallitsee aihekokonaisuuden. Tässä asiassa luokkahuonepohjainen lähiopetus epäonnistuu, koska kursseilla jatketaan eteenpäin aiheissa aikataulun mukaisesti, vaikka asiaa ei olisi opittu.

Koulutus on suuri osa elämäämme ja se määrittelee meidän tulevaisuutemme. Koska maailman muuttuu ja kehittyy, niin opetuksen täytyy myös muuttua kohti nykyajan standardeja. Virtuaalinen oppimisympäristö ja ML-opetusmenetelmä tukisi parhaiten opiskelijoita ja mahdollistaisi erilaisia oppimistyyliä. Kuten aikaisemmissa tutkimuksissa huomataan, ML-opetusmenetelmä tulokset ovat parempia kuin luokkahuonepohjaisessa opetuksessa, joten opetusmenetelmä kannattaisi tuoda koulutukseen mukaan varsinkin isoille luokille.

6. YHTEENVETO

Tässä työssä tutkittiin mastery learning -opetusmenetelmän liittämistä virtuaaliseen oppimisympäristöön ja vertailtiin erilaisiin opetusmenetelmiin. Mastery learning -opetusmenetelmässä asiasisällöt on jaettu pienempiin aihekokonaisuuksiin ja edellinen aihekokonaisuus opetellaan aina hallitsemaan ennen seuraavan aihekokonaisuuteen siirtymistä. Virtuaalinen oppimisympäristö on opetusteknologiassa käytetty verkkopohjainen alusta kurssisivujen rakentamiseen. Työssä toteutettiin kurssisuunnitelma ohjelmoinnin perusteet kurssille hyödyntäen virtuaalista oppimisympäristöä ja mastery learning -opetusmenetelmää. Teknologian kehitys mahdollistaa paljon uusia opetustyyylejä, joita on hyvä tutkia, jos halutaan kehittää tehokkaampaa opetusta. Työssä tutkittiin, onko tehokkaampaa opetusmenetelmää, kun perinteinen luokkahuonepohjainen opetusmenetelmä, missä oppilaan osaamista testataan kokeilla ja edetään tietyn aikataulun mukaisesti. Mastery learning -opetusmenetelmän implementoiminen virtuaaliseen oppimisympäristöön onnistui, koska teknologia on kehittynyt niin pitkälle, että erilaisia toteutuksia on mahdollista saavuttaa.

Tutkimusten mukaan mastery learning -opetusmenetelmässä puutteiden korjaus ja osaamistason syventäminen tuki oppilaita seuraavissa aihekokonaisuuksissa ja kurssin edetessä oppilaiden osaamistaso on kasvanut, joka vähentää tulevien aihekokonaisuuksien oppimiseen käytettävää aikaa. [8] Opetusmenetelmän lisääminen virtuaaliseen oppimisympäristöön mahdollistaa monipuolisemman opetuksen ja helpottaa oppilaan ja opettajan työtä. Tämän tutkimuksen tulokset osoittavat, että opetusmenetelmä on mahdollista tuoda virtuaaliseen oppimisympäristöön. Oppilas voi tällöin edetä omassa tahdissa ja varmistaa oppimansa. Virtuaalinen oppimisympäristö myös mahdollistaa oppilaiden etenemisen seuraamisen, joka on erittäin hyödyllinen, koska suurissa luokissa opettaja ei voi yksinkertaisesti huomata kaikkien opiskelijoiden edistymistä ennen arviointia ja silloin on jo liian myöhäistä.

Tätä työtä voi jatkaa tutkimalla, onko mastery learning -opetusmenetelmä ja virtuaalinen oppimisympäristö toimiva eri ikäisten opiskelijoiden oppimisessa ja arviointialgoritmien syvällisempi tutkiminen mastery learning -opetusmenetelmän kanssa.

LÄHTEET

- [1] Ahonen, T., Aro, T., and Niilo Mäki -instituutti (Jyväskylän yliopisto) 1999. *Oppimisvaikeudet*. Atena.
- [2] Askelmerkit digiloikkaan 2016, 26. Saatavilla: <https://www.oaj.fi/ajankohtaista/julkaisut/2016/oajn-askelmerkit-digiloikkaan/> Viitattu:21.09.2021
- [3] Badrinath, A., Wang, F. and Pardos, Z. 2021. pyBKT: An Accessible Python Library of Bayesian Knowledge Tracing Models. *arXiv:2105.00385 [cs]*. (May 2021).
- [4] Bloom, B.S. 1984. The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. *Educational Researcher*. 13, 6 (Jun. 1984), 4–16. DOI:<https://doi.org/10.3102/0013189X013006004>.
- [5] Campbell, J., Petersen, A. and Smith, J. 2019. Self-paced Mastery Learning CS1. *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (Minneapolis MN USA, Feb. 2019), 955–961.
- [6] Corbett, A.T. and Anderson, J.R. 1995. Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge. *User Modelling and User-Adapted Interaction*. 4, 4 (1995), 253–278. DOI:<https://doi.org/10.1007/BF01099821>.
- [7] Groen, L., Coupland, M., Langtry, T., Memar, J., Moore, B. and Stanley, J. 2015. The Mathematics Problem and Mastery Learning for First-Year, Undergraduate STEM Students. (2015), 20.
- [8] Guskey, T.R. 2007. Closing Achievement Gaps: Revisiting Benjamin S. Bloom’s “Learning for Mastery.” *Journal of Advanced Academics*. 19, 1 (Nov. 2007), 8–31. DOI:<https://doi.org/10.4219/jaa-2007-704>.
- [9] Idänpään-Heikkilä, U. 2000. *Laatukriteerit: suuntaviivoja tekijöille ja käyttäjille*. Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimus- ja kehittämiskeskus.
- [10] Järvelä, S., Häkkinen, P., Lehtinen, E. and Arvaja, M. 2006. *Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö*. WSOY Oppimateriaalit.
- [11] Kalliala, E. 2002. *Verkko-opettamisen käsikirja*. Finn Lectura.
- [12] Kasurinen, J. and Nikula, U. Estimating Programming Knowledge with Bayesian Knowledge Tracing.
- [13] MoodleCloud. Saatavissa: <https://moodle.com/moodlecloud/> Viitattu 21.9.2021.
- [14] Moodle. Saatavissa: <https://moodle.org/> Viitattu 21.9.2021.
- [15] Ott, C., McCane, B. and Meek, N. 2018. Five years of Mastery Learning: What did we learn? *Proceedings of the 18th Koli Calling International Conference on Computing Education Research - Koli Calling '18* (Koli, Finland, 2018), 1–2.
- [16] Padayachee, P., Wagner-Welsh, S. and Johannes, H. 2018. Online assessment in Moodle: A framework for supporting our students. *South African Journal of Higher Education*. 32, 5 (Oct. 2018). DOI:<https://doi.org/10.20853/32-5-2599>.
- [17] Sameroff, A. 1975. Transactional Models in Early Social Relations. *Human Development*. 18, 1–2 (1975), 65–79. DOI:<https://doi.org/10.1159/000271476>.
- [18] SFS-ISO 8402. *Suomen Standardisoimisliitto* 1995.
- [19] Suomen virallinen tilasto (SVT). Tilastokeskus: Saatavissa: https://www.stat.fi/til/erop/2018/erop_2018_2019-06-19_tie_001_fi.html Viitattu: 21.9.2021
- [20] Taimio, H. Makromallien kanssa saa olla varuillaan. *Talous & Yhteiskunta* 4/2018. 64.

[21] Whiting, B., Wright Van Burgh, J. and Render, G. Mastery Learning in the Classroom.

LIITE 1. Vaatimusmäärittely

Vaatimusmäärittely

Markus Lähteenmäki

21.09.2021

(jatkuu)

LIITE 1. (jatkoa)

SOVELLUSALUEEN JA TARPEEN KUVAUS

Moodle on virtuaalinen oppimisympäristö, missä voidaan luoda kursseja. Järjestelmän tehtävä on pitää kaikki materiaali yhdessä paikassa, helpottaa opettajan ja opiskelijan työtä ja tukea opiskelua.

RAJOITTEET

| ID | Rajoite | Rajoitteen kuvaus | Huomautuksia |
|------|-------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| RA-1 | Älylaitteen puute | Käyttäjä ei omista älylaitetta | Oppilaitos voi tarjota mahdollisuuden käyttää omistamaansa älylaitetta |
| RA-2 | Verkkoyhteys | Verkkoyhteys ei toimi | |

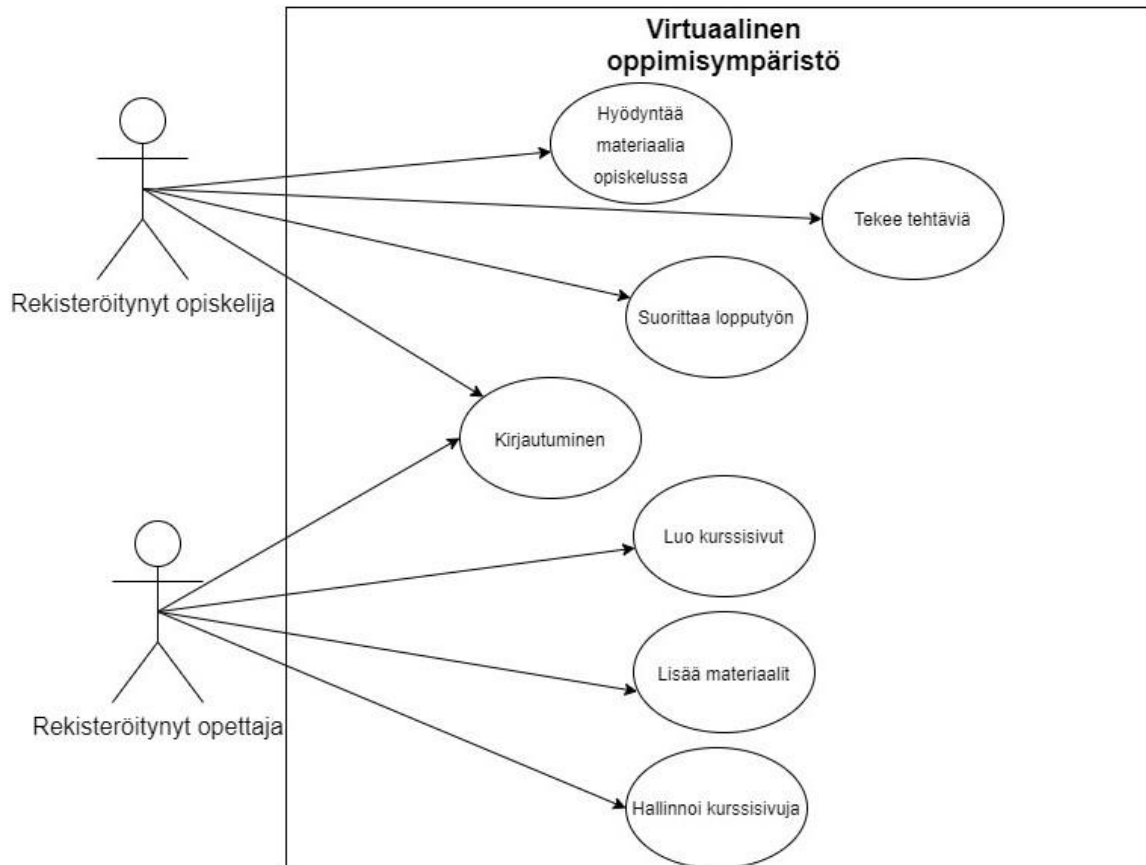
KÄYTTÄJÄRYHMÄT

| ID | Käyttäjärühmä | Kuvaus ja rooli | Huomautuksia |
|------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------|
| KR-1 | Rekisteröitynyt opettaja | Luo kurssisivut, lisää materiaalin ja ylläpitää kurssisivuja. | |
| KR-2 | Rekisteröitynyt opiskelija | Käyttää kurssisivuja opiskeluun. | |

(jatkuu)

LIITE 1. (JATKOA)

KÄYTTÖTAPAUSKAAVIO



OLETTAMUKSET

- Käyttäjällä on tietokone
- Internet-selain on mahdollisimman uusi versio yleisimmistä selaimista (Microsoft Edge, Firefox, Chrome, Safari)
- Palvelin toimii normaalisti.
- Opettajalla on koulutus ohjelmiston käytöstä ja kurssien luomisesta.
- Opiskelijalla ei tarvitse olla erityisosaamista ohjelmiston käytöstä.

(jatkuu)

LIITE 1. (JATKOA)

VAATIMUKSET

Prioriteetit ovat numeroitu ja laitettu asteikolle 1–3. Prioriteetti 1 on korkeampi ja tärkeämpi kuin prioriteetti 3.

| ID | Vaatus | Vaatumuksen kuvaus | Prioriteetti |
|-------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| VA-1 | Avoimuus | Oppimisympäristön lähdekoodi on avointa | 1 |
| VA-2 | Helppokäyttöinen | Oppimisympäristön tulee olla perustoiminnoiltaan helppokäyttöinen | 1 |
| VA-3 | Ilmainen | Oppimisympäristön tulee olla ilmainen | 1 |
| VA-4 | Järjestelmäriippumaton | Käyttäjän tulee pystyä käyttämään oppimisympäristöä eri käyttöliittymillä. | 1 |
| VA-5 | Kevyt | Oppimisympäristö tulee olla kevyt mahdollistaakseen erilaisten laitteiden toimivuuden | 1 |
| VA-6 | Kieliasetukset | Oppimisympäristössä tulee pystyä valitsemaan käyttöliittymän kieleksi ainakin suomen, ruotsin tai englannin | 1 |
| VA-7 | Kirjautuminen | Pitää pystyä kirjautumaan oppimisympäristöön, jolloin käyttäjän tiedot tallennetaan tietokantaan. | 1 |
| VA-8 | Käyttäjärajoitteet | Opettajilla ja oppilailla on eri resurssit?? | 1 |
| VA-9 | Laadukas | Oppimisympäristön tulee olla laadukas | 1 |
| VA-10 | Mainosvapaa | Oppimisympäristö ei saa sisältää mainoksia | 1 |
| VA-11 | Ohje ja tukikeskus | Oppimisympäristön tulee sisältää ohje ja tukikeskus sivu? | 1 |
| VA-12 | Optimoitu | Oppimisympäristön täytyy olla optimoitu hyvän käyttökokemuksen takia. | 1 |
| VA-13 | Rehellisyys | Oppimisympäristön ei saa sisältää piilotettuja asioita, joista käyttäjä ei ole tietoinen. | 1 |
| VA-14 | Responsiivinen | Oppimisympäristön täytyy skaalautua eri kokoisilla näytöillä. | 1 |
| VA-15 | Turvallinen | Oppimisympäristön tulee olla tietoteknisesti turvallinen, eikä se saa loukata käyttäjän yksityisyyttä | 1 |
| VA-16 | Vakaa | Oppimisympäristön palvelimen täytyy olla toiminnassa | 1 |
| VA-17 | Ylläpidettävä | Oppimisympäristöä tulee pystyä ylläpitämään helposti | 1 |
| VA-18 | Ilmoitukset | Oppimisympäristö luo ilmoituksia oppimisympäristössä ja lähettää ilmoituksia sähköpostiin | 2 |
| VA-19 | Pelit | Oppimisympäristö sisältää pelejä. | 3 |
| VA-20 | Visuaalisesti miellyttävä | Oppimisympäristöä tulee olla visuaalisesti miellyttävä | 3 |

LIITE 1. (JATKOA)

KÄYTTÖTAPAUSKUVAUKSET

Käyttötapaus 1

| | |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ID | UC-1 |
| Nimi ja versio | Kurssin luominen |
| Suorittajat | Rekisteröitynyt opettaja |
| Esiehdot | Käyttäjä on rekisteröitynyt, kirjautunut palveluun ja on pääkäyttäjä. |
| Kuvaus | Käyttäjä etsii verkkoselaimella oppimisympäristön. Käyttäjä painaa oppimisympäristön etusivulla sisään kirjautumisnappia, joka ohjaa käyttäjän kirjoittamaan käyttäjätunnuksensa ja salasansansa. Kirjoitettuaan käyttäjätunnuksensa ja salasansansa oikein käyttäjä ohjataan oppimisympäristön pääsivulle |
| Poikkeukset | Rekisteröinti tai kirjautuminen ei ole onnistunut |
| Lopputulos | Kurssisivut on luotu onnistuneesti ja jaettu opiskelijoille. |
| Muut vaatimukset | |

Käyttötapaus 2

| | |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ID | UC-2 |
| Nimi ja versio | Testiin osallistuminen |
| Suorittajat | Rekisteröitynyt opiskelija |
| Esiehdot | Käyttäjä on rekisteröitynyt, kirjautunut palveluun ja käyttäjä on hyväksytty kurssisivuille. |
| Kuvaus | Käyttäjä avaa kurssisivut ja on suorittanut testin aloittamiseen vaaditut määritelmät. |
| Poikkeukset | Rekisteröinti tai kirjautuminen ei ole onnistunut tai vaaditut määritelmät ei ole suoritettu. |
| Lopputulos | Opiskelija pääsee suorittamaan testiä. |
| Muut vaatimukset | |