



UNIVERSITY OF HELSINKI

Painetut oppikirjat vai sähköinen oppimateriaali

Oppimateriaalin vaikutus opiskelijoiden oppimiskokemukseen MAY-kurssilla

Helsingin yliopisto
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Matematiikan aineenopettajan opinnot
Pro gradu -tutkielma
Elokuu 2017
Anna Peltonen

Ohjaaja: Mika Koskenoja



Tiedekunta - Fakultet – Faculty Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Laitos - Institution - Department Matematiikan ja tilastotieteen laitos	
Tekijä - Författare - Author Anna Peltonen			
Työn nimi - Arbetets titel Painetut oppikirjat vai sähköinen oppimateriaali - Oppimateriaalin vaikutus opiskelijoiden oppimiskokemukseen MAY-kurssilla			
Oppiaine - Läroämne - Subject Matematiikka			
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Pro gradu -tutkielma		Aika - Datum - Month and year Elokuu 2017	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 37 s.
Tiivistelmä - Referat - Abstract <p>Aikaisemmissa tutkimuksissa mitataan sähköisten verkkomateriaalien vaikutusta opiskelijoiden kurssituloksiin. Tässä tutkimuksessa on tarkoitus kartoittaa opiskelijoiden omaa oppimiskokemusta MAY -kurssin eri osa-alueilla, kun käytössä on joko sähköinen verkkomateriaali tai painettu oppikirja (tutkimuskysymys 1) ja sen vaikutusta opiskelijan valinnassa pitkän ja lyhyen matematiikan välillä (tutkimuskysymys 2). Tutkimuskysymysten 1 ja 2 pohjalta lähdetään selvittämään kustantajien tarjoamien painettujen oppikirjojen ja sähköisten verkkomateriaalien eroja (tutkimuskysymys 3).</p> <p>Tutkimusaineisto käsittää 1513 lukio-opiskelijan MAY-kyselyn vastaukset. Aineistoa analysoitiin SPSS ohjelman avulla; ristiintaulukoimalla ja tarkastelemalla suhteellista jakaumaa. Analysoinnissa olennaista oli oppimateriaalin vaikutus opiskelijan oppimiskokemukseen kurssin eri osa-alueilla, sekä käytetyn oppimateriaalin vaikutus opiskelijan jatko-opintojen valintaan. Kustantajien tarjoamia materiaaleja ensin kuvailtiin, ja tämän jälkeen vertailtiin keskenään.</p> <p>Tutkimus osoittaa, että sähköinen verkkomateriaalin tuominen MAY-kurssille ei ole vaikuttanut opiskelijoiden jatko-opintoja koskeviin päätöksiin. Huomattavaa kuitenkin on, että verkkomateriaaleja käyttävät ovat kokeneet monta osa-alueita vaikeammaksi kuin painettua oppikirjaa käyttäneet, mutta helpoksi kokeminen jakautuu suhteellisen tasaisesti. Neutraaliksi asian kokee useammin vain painettua oppikirjaa käyttäneet opiskelijat kuin vain verkkomateriaalia käyttäneet opiskelijat. Vertailussa havaitaan, että eri materiaalien käytettävyyden on mahdollisesti selittävänä tekijänä oppimiskokemuksiin eri materiaalien käyttäjien välillä.</p>			
Avainsanat – Nyckelord painettu oppikirja, sähköinen verkkomateriaali, oppimiskokemus			
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited Kumpulan tiedekirjasto			
Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information			

Sisällys

1	JOHDANTO	2
2	TEOREETTINEN TAUSTA	3
2.1	MAY ja LOPS.....	3
2.2	Oppimateriaalit.....	3
2.2.1	Painettu oppikirja	4
2.2.2	Sähköinen verkkomateriaali	5
2.3	Oppimateriaalien laatu	5
2.4	Aikaisempi tutkimus	7
2.4.1	Painetun oppikirjan vaikutus oppimiseen	7
2.4.2	Sähköisen verkkomateriaalin vaikutus oppimiseen	9
3	TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	12
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	13
4.1	Tutkimusaineiston hankkiminen.....	13
4.1.1	Tutkimukseen osallistuneiden taustaa	13
4.1.2	Tutkimuksessa analysoidut materiaalit.....	14
4.2	Tutkimusaineiston analysoiminen	15
5	TUTKIMUSTULOKSET	18
5.1	MAY-kurssin osa-alueiden kokeminen vaikeaksi.....	18
5.2	Oppimateriaalin vaikutus lyhyen/pitkän valintaan	21
5.3	Painettu oppikirja ja sähköinen verkkomateriaali	22
5.3.1	Yleinen käytettävyys	22
5.3.2	Teoria.....	24
5.3.3	Tehtävät	26
5.3.4	Itsearviointi.....	29
6	LUOTETTAVUUS	31
7	POHDINTAA	32
7.1	Tutkimuksen merkitys ja jatkotutkimusideat	34
8	LÄHTEET	35

1 Johdanto

Suomen lukion opetussuunnitelman mukaisesti opetusta pyritään kehittämään suuntaan, jossa opiskelijoita ohjataan käyttämään tietokoneohjelmistoja matematiikan oppimisen ja tutkimiseen, sekä ongelmanratkaisun apuvälineenä. Opiskelussa tulisi siis hyödyntää eri ohjelmistoja, sekä mahdollisuuksien mukaan digitaalisia tiedon lähteitä.

Matematiikan yhteinen aloituskurssi MAY järjestettiin ensimmäisen kerran Suomen lukioiden syksyllä 2016. Sen tehtävänä on herättää opiskelijoiden kiinnostus matematiikkaan tutustuttamalla opiskelijat matematiikan moninaiseen merkitykseen. Kurssilla on mahdollisuus vahvistaa pohjaa matematiikan opinnoille ja nähdä matematiikka hyödyllisenä ja käyttökelpoisena arkielämässä. (LOPS2016) Kurssin taustalla on myös huoli vähenevästä pitkän matematiikan opiskelijoiden määrästä. Kurssin on toivottu rohkaisevan opiskelijoita valitsemaan lyhyen sijaan pitkän matematiikan.

Jatkuvasti muuttuva teknologia tuo uusia mahdollisuuksia oppimisympäristöihin. Kannettavat tietokoneet ovat vuonna 2016 aloittaneille lukiolaisille välttämättömyys, sillä kevästä 2019 kaikki ylioppilaskirjoitukset tehdään sähköisesti omalla kannettavalla tietokoneella. Kustantajat ovat alkaneet tarjota oppikirjan rinnalle myös digitaalisia versioita, e-kirjoja. Suurimmaksi osaksi ne ovat edelleen käytännössä painetun kirjan pdf muoto. (Ekonoja 2014).

Tässä tutkielmassa perehdytään, kuinka sähköisten oppimateriaalien tuominen oppitunneille on vaikuttanut opiskelijoiden oppimiskokemukseen MAY-kurssin eri osa-alueilla, onko käytetyllä oppimateriaalilla ollut merkitystä valinnassa pitkän ja lyhyen matematiikan välillä, sekä onko kustantajien tarjoamilla materiaaleilla eroja painetussa kirjassa ja verkkomateriaalissa. Tutkielmassa hyödynnetään jo tehtyä kyselyä, johon on vastannut noin 1500 ensimmäisen vuoden opiskelijaa ympäri Suomea lukuvuoden 2016-2017 aikana. Kyselyn pohjalta tehtyjen johtopäätösten perusteella lähdetään tutkimaan kustantajien tarjoamia painettuja oppikirjoja sekä sähköistä verkkomateriaalia, tavoitteena selvittää mahdollisia selityksiä kyselyn antamille tuloksille.

2 Teoreettinen tausta

2.1 MAY ja LOPS

Opetushallitus on valmistellut lukion opetussuunnitelman perusteet niin, että niiden mukaan laaditut opetussuunnitelmat otetaan käyttöön viimeistään 1.8.2016, tämän lyhenne on LOPS 2016

Syksystä 2016 on siirrytty matematiikan yhteiseen opintokokonaisuuteen, lyhenne MAY, jonka suorittavat pakollisena kaikki lukion opiskelijat ensimmäisenä matematiikan kursina. Matematiikan yhteisen opintokokonaisuuden tehtävänä on herättää opiskelijan kiinnostus matematiikkaa kohtaan muun muassa tutustuttamalla hänet matematiikan moninaiseen merkitykseen ihmiselle ja yhteiskunnalle sekä sen ainutlaatuisen ja kiehtovaan olemukseen tieteenalana. Tässä opintokokonaisuudessa opiskelijalla on tilaisuus vahvistaa pohjaa matematiikan opinnoilleen ja nähdä matematiikka hyödyllisenä ja käyttökelpoisena selitettäessä ja hallittaessa muun muassa yhteiskunnan, talouden ja luonnon tapahtumia ja tilanteita. (LOPS2016)

Luvut ja lukujonot (MAY1) tavoitteet ovat seuraavat:

Kurssin tavoitteena on, että opiskelija

- pohtii matematiikan merkitystä yksilön ja yhteiskunnan näkökulmasta
- kertaa ja täydentää lukualueet, kertaa peruslaskutoimitukset ja prosenttilaskennan periaatteet
- vahvistaa ymmärrystään funktion käsitteestä
- ymmärtää lukujonon käsitteen
- osaa määrittää lukujonoja, kun annetaan alkuehdot ja tapa, jolla seuraavat termit muodostetaan
- saa havainnollisen käsityksen lukujonon summan määrittämisestä
- osaa ratkaista käytännön ongelmia aritmeettisen ja geometrisen jonon ja niistä muodostettujen summien avulla
- osaa käyttää teknisiä apuvälineitä funktion kuvaajan ja lukujonojen tutkimisessä sekä lukujonoihin liittyvien sovellusongelmien ratkaisussa. (LOPS2016)

2.2 Oppimateriaalit

Ekolan (1978) mukaan

”Oppimateriaalilla tarkoitetaan johonkin aineeseen, materiaan kytkettyä oppiainesta, jonka tulee välittyä oppilaille ja aikaansaada heissä sellaisia elämyksiä ja oppimiskokemuksia, joiden seurauksena syntyy tavoitteiden mukaisia, pysyväisluontoisia tietojen ja taitojen muunnoksia ja affektiivisia vaikutuksia.”

Hirsjärven (1978) mukaan

”oppimateriaaleja ovat kaikki ne materiaalit, jotka välittävät oppilaille niitä tietoja, taitoja ja asenteita, jotka normatiivisessa suunnittelussa on asetettu koulutuksen tavoitteiksi.” Hieman tuoreempi määritelmä vuodelta 1989 on Kuusiston mukaan *”Käsitteellä oppimateriaali tarkoitetaan ensisijaisesti valtakunnallisesti tuotettuja oppi- ja työkirjoja ja niihin liittyviä oheismateriaaleja, kuten opettajanoppaita ja av-materiaaleja.”*

Oppimateriaaleja voidaan myös luokitella. Määtän (1984) luokittelu on seuraava: kirjallinen oppimateriaali (oppi- ja kurssikirjat, tehtäväkirjat, lukemistot, opettajan materiaalit, monisteet, sanomalehdet), visuaalinen oppimateriaali (opetus- ja kuvataulut, piirrotaulut, piirtoheitinkalvot, diat), auditiivinen oppimateriaali (äänitteet) audiovisuaalinen oppimateriaali (elokuvat, videot) ja muut oppimateriaalit (todellisuuden esineet, oppimispelit ja simuloinnit). Tässä luokittelussa verkkopohjaiset oppimisympäristöt voidaan luokitella muihin oppimateriaaleihin.

Kehittynyt teknologia on mahdollistanut kirjalliselle oppimateriaalille haastajan: sähköinen verkkomateriaali. Korkealaatuinen typografia on mahdollistanut matemaattisen tekstinupottamisen verkkosivuille.

Tässä tutkimuksessa oppimateriaalit luokitellaan vain painettuun oppikirjaan ja sähköiseen verkkomateriaaliin.

2.2.1 Painettu oppikirja

Oppimateriaaleista oppikirja on vanhin ja keskeisin. Oppikirja käsitetään teoksena, joka on laadittu opetustarkoitukseen pohjautuen opetussuunnitelmaan ja sen perusteisiin. Teksti on kohdistettu yleensä tietylle ikäkaudelle sopivaksi ja niissä myös otetaan kantaa, millaisiin opetusmenetelmiin ne soveltuvat (Heinonen).

Oppikirja sisältää kuvia, tekstiä ja tehtäviä. Niiden oletetaan olevan objektiivisia ja neutraaleja. Kirja myös kertoo, mitä pidetään tärkeänä oppia. (Mikkilä-Erdmann, Olkinuora ja Mattila)

Aina vuoteen 1990 Kouluhallituksen piti hyväksyä oppikirjan sisältö ennen sen hyväksymistä julkaistavaksi. Tällä pyrittiin valvomaan materiaalin noudattavan vallitsevaa opetussuunnitelmaa. Tarkastusprosessi vei ½-1 vuotta, joten se hidasti oppikirjojen kehitystyötä ja valmistumista, jonka puitteissa hyväksymismenettely lopulta poistettiin (Heinonen).

2.2.2 Sähköinen verkkomateriaali

Sähköiselle verkkomateriaalille on monta nimeä: elektroninen oppimateriaali, e-oppimateriaali, digitaalinen oppimateriaali tai verkko-oppimateriaali. Yhteistä kaikille on, että niitä käytetään tietokoneella tai muulla tietoteknisellä laitteella. (Ekonoja) Opetushallituksen suositus käytetylle nimelle on e-oppimateriaali: kaikki verkossa saatavilla oleva oppimateriaaliksi tarkoitettu sisältö (Ilomäki). Kirjallisen oppikirjamaisen aineiston yhdistäminen esimerkiksi interaktiiviseen digitaaliseen multimediamateriaaliin käytetään termiä hybridimedia (Opetushallitus 2011).

Sähköisestä verkkomateriaalista löytyy parhaiten tietoa käsitteellä verkko-oppimateriaali. Tähän tosin rinnastetaan myös verkko-opetus, joka ei kuitenkaan tämän tutkielman osalta ole olennaista. Tässä tutkielmassa, kun viitataan sähköiseen verkkomateriaaliin, tarkoitetaan sillä materiaalia, joka on sähköisessä muodossa, opetusmenetelmään ei oteta kantaa.

Ross ja Grinder esittelevät hypertekstikirjan, opetushallituksen määrittelemän hybridimedian kanssa rinnastettava. Se on WWW-pohjainen opetuksen ja oppimisen apuväline, jonka tarkoitus on tuoda lisää ominaisuuksia perinteiseen oppiainekirjaan. Lisäominaisuuksia ovat esimerkiksi videot, äänileikkeet, visuaaliset animaatiot ja aktiiviset linkit muihin lisämateriaaleihin.

2.3 Oppimateriaalien laatu

Suomessa Heinonen on tehnyt tutkimusta oppimateriaalin ja opetussuunnitelman suhteesta. Hänen tulokset perustuvat kirjallisuuteen sekä empiiriseen aineistoon. Oppimateriaalikustantamisen määritelmä oppimateriaaleille on ”se on sisältöjen tuottamista eri muodoissa opetusta ja oppimista varten”. Tämä ei erottele, onko materiaali painettua vai sähköistä materiaalia, vaan oleellista on oppimateriaalin ”rakenne, sisältöjen oikeellisuus, pedagogiset ratkaisut, tekstin vaikeustaso ja kiinnostavuus, opetusmenetelmälliset ratkaisut, kuvituksen havainnollisuus, tehtävien monipuolisuus ja muut tekijät.” Heinosen tutkimustuloksena opettajien mielestä hyvä oppimateriaali on 1. selkeä, 2. oppilaita innostava ja motivoiva, 3. riittävästi eriyttämistä helpottava, 4. monipuolisesti erilaisten opetusmenetelmien käyttöä tukeva ja 5. opettajan työtä helpottava (myös hyvät opettajan oppaat). (Heinonen)

Laadukas oppimateriaali motivoi oppilaita, ja motivaatio vaikuttaa merkittävästi oppimiseen. Hyvä, motivoiva oppimisympäristö sisältää Malonen ja Lepperin tutkimuksen mukaan seuraavat ominaisuudet:

- Haastava (engl. *Challenge*): Oppijalle pitää löytyä optimaalinen vaikeustaso.
- Mielenkiinto (engl. *Curiosity*): Oppijalle tulee tarjota uutta informaatiota ottaen huomioon nykyinen tietotaso.
- Kontrolli (engl. *Control*): Oppilaan pitää tarjota tunne itse kontrolloivasta oppimisesta

- Fantasia (engl. *Fantasy*): Oppijan sisäistä motivaatiota voidaan tukea fantasian avulla.
- Yhteistyö (engl. *Cooperation*): Oppijoilla mahdollisuus yhteistyöhön
- Kilpailu (engl. *Competition*): Oppijoilla mahdollisuus kilpailuun
- Tunnustukset: (engl. *Recognition*): Oppijoilla mahdollisuus saada toisilta ja antaa toisille tunnustuksia

Ekonoja toteaa väitöskirjassaan, ettei erilaisten oppimateriaalien laatukriteereiden välillä ole isoja eroja; samat periaatteet löytyvät yleisesti oppimateriaaleille kuin tarkennettuna oppikirjoille tai sähköiselle verkkomateriaalille. Etenkin laadukkaana oppikirjan kriteerit ovat hyvin tiedossa. Sähköisen verkkomateriaalin osalta huomataan pitkien perinteiden puuttuminen. Perusominaisuuksien esimerkiksi interaktiivisuuden ja mediaelementtien monipuolisesta käytöstä ollaan jo samaa mieltä, mutta esimerkiksi motiivoinnin osalta löytyy vielä kysymyksiä.

Opetushallitus on päivittänyt laatimaansa *Verkko-oppimateriaalin* laatukriteerit raporttia vuodelta 2005 nykyiseen *laatua e-oppimateriaaleihin* oppaaseen. Oppaasta on tehty edu.fi sivustolle (opetushallituksen ylläpitämä verkkopalvelu opetuksen ja oppimisen sekä kehittämisen tueksi) tiivistelmän *e-oppimateriaalin laatukriteerit*. Vuoden 2005 laatukriteereissä painotetaan tasaisesti pedagogista laatua, käytettävyyttä, esteettömyyttä sekä tuotannon laatua. Uudistettu versio keskittyy pedagogiseen laatuun ja tekniset vaatimukset on jätetty kokonaan pois. Opetushallitus määrittelee pedagogisen laadun seuraavasti ”e-oppimateriaalin pedagogisella laadulla tarkoitetaan sitä, että oppimateriaali soveltuu luontevasti opetus- ja opiskelukäyttöön, tukee opetusta ja oppimista ja tarjoaa pedagogista lisäarvoa” (Opetushallitus 2012a). Lisäarvolla tarkoitetaan esimerkiksi uusien tiedon käytön ja kehittämisen keinoja, yhteisöllisyyden ja jakamisen mahdollisuuksia tai monipuolisempia tapoja tehdä tehtäviä.

Verkkomateriaalin ei ole tarkoitus olla vain ”kirja verkossa”, vaan opittavan asian esittämisessä tulisi käyttää hyväksi verkon teknisiä mahdollisuuksia, kuten vuorovaikutteisuutta, jakamista ja linkitystä. Kun verkkomateriaaleja tuotetaan, on tärkeää ottaa huomioon oppimisen piirteet:

- Oppimisen yhteisöllisyyden ja yhteisen työskentelyn tukeminen
- Oppijan oppimisen taitojen tukeminen
- Oppijan aktiivisuuden tukeminen opittavan ilmiön suhteen
- Oppimistehtävien on oltava haasteellisia, avoimia ja autenttisia. (Opetushallitus 2012a)

Krnel ja Bajd korostavat sähköisen materiaalin didaktista suunnittelua, helposti lähestyttävyyttä sekä ymmärrettävää materiaalia, joka sisältää multimediaa ja interaktiivisia elementtejä. Sähköisen verkkomateriaalin motivointikykyvystä verrattuna painettuun oppikirjaan on ristiriitaista tietoa. Krnel ja Bajd kokevat, että mitä lähempänä oppimateriaali on nykypäivän oppilaiden jokapäiväistä elämäntapaa, sitä motivoivampaa ja tehokkaampaa se on. Vastaväitteenä Tapoja ja Veermans artikkelissaan *Herätä ja tue kiinnostusta ja motivaatiota* toteavat, ettei teknologia itsessään herätä motivaatiota oppimiseen. Motivaatiota voidaan tosin tukea esimerkiksi multimedian käytöllä, yksilöllisillä oppimispoluilla sekä interaktiivisilla palautteilla tehtävistä.

Ilomäki summaa ajatuksen laadukkaasta verkkomateriaalista näin:

”sitä voi käyttää joustavasti oppilaan osaamisen tason, kiinnostuksen ja tarpeiden mukaan, se tukee yhteisöllistä, pitkä- kestoista työskentelyä ja aktivoi oppijan ajattelua, keskittyy opittavan ilmiön ydinasioihin ja tukee oppimisen taitojen kehittymistä. Toiminnallisesti hyvä e-oppimateriaali on teknisesti helppokäyttöistä ja ulkoasultaan pedagogisia ja sisällöllisiä tavoitteita tukeva.”

Ekonoja toteaa sähköisten verkkomateriaalien suureksi haasteeksi käyttöliittymän; painettujen oppikirjojen vahva luotettavuus ja käytettävyys ovat saavutteleminen arvoista.

Oppikirjan heikkous sähköiseen verkkomateriaalin verrattuna on sen päivitettävyys; kirjat kiertävät vuosia opiskelijalta toiselle. Siksi laadukkaan oppikirjan yksi suurista haasteista on Heinosen mukaan olla moderni ja tuoda esille uusia näkemyksiä. Kirjantekijän on tiedettävä, mitkä asiat ovat perusasioita, jotka kirjan tulee sisältää. Laadukkaassa oppikirjassa tiedetään, mitä oppilas on aikaisemmin oppinut. Kirjan on muodostettava tämän pohjalta selkeä kokonaisuus opittavasta asiasta ja linkittää se jo opittuun tietoon (Häkkinen). Mikkilä-Erdmann, Olkinuoran ja Mattilan mukaan kirjojen suurin ongelma myös on, etteivät ne pyri herättämään lukijan uteliaisuutta eikä virittämään kysymyksiä tai ongelmia, jolloin lukijan aikaisempi tieto ja taito tulisi hyötykäyttöön.

2.4 Aikaisempi tutkimus

Tässä luvussa selvitetään aikaisempia tutkimustuloksia sekä painettujen oppikirjojen, että sähköisten verkkomateriaalien käytöstä opetuksessa. Luku 2.3.1 käsittelee painettuja oppikirjoja opetuksessa, kun taas luku 2.3.2 sähköistä oppimateriaalia opetuksessa.

Oppikirjat ovat säilyttäneet vahvan aseman opetuksessa, vaikka sähköistä materiaalia on tarjolla yhä enemmän (Perkkilä). UNESCO (Yhdistyneiden kansakuntien kasvatus-, tiede- ja kulttuurijärjestö) teettämässä tutkimuksessa toteaa Pingel etteivät asiantuntijat usko sähköisten verkkomateriaalin syrjäyttävän painettuja oppikirjoja tulevaisuudessa. Sähköinen materiaali parantaa myös oppikirjoja, jolloin hyöty on molemminpuolinen. Opetusministeriön mukaan tulisi etsiä uusia innovatiivisia ratkaisuja, joissa hyödynnetään erilaisten materiaalien hyviä puolia. (Opetushallitus 2012b)

2.4.1 Painetun oppikirjan vaikutus oppimiseen

Oppikirjoilla on suomalaisen tutkimuksen mukaan edelleen hyvin vahva rooli opetuksessa. Opetussuunnitelmien uudistumisen vuosina 1985, 1994 ja 2004 myötä kirjojen käytössä ei ole tapahtunut huomattavaa muutosta, vaikka opettajan vapaus opetusmenetelmien ja oppimateriaalin suhteen on entistä avoimempaa.

Törnroos viittaa teoksessaan ruotsalaisen Englundin tekemään oppimateriaalitutkimukseen, jonka perusteella voidaan nostaa viisi asiaa, mitkä tekevät oppikirjan asemasta niin vahvan

- 1) Tietotavoitteet täyttyvät - opettajat kokevat oppikirjan vastaavan opetussuunnitelmaa
- 2) Oppikirjat pitävät opetuksen koossa ja luo turvallisuuden tunnetta – selkeä yhteisen toiminnan tarkoitus
- 3) Oppilasarviointi helpottuu – arviointi oppikirjojen pohjalta mahdollistaa opetussuunnitelman mukaisen arvioinnin
- 4) Helpottaa opettajien työtä
- 5) Auttaa järjestyksen ylläpitämisessä luokassa; kaikille löytyy oppikirjasta tekemistä

Erityisesti matematiikassa kirjan rooli opiskelussa on suuri, suurempi jopa kuin itse opetussuunnitelman. Maita, Suomen lisäksi, joissa kirja on merkittävä apuväline ovat esimerkiksi Ruotsi, Saksa, Englanti, Yhdysvallat ja Japani. Poikkeavuutena näistä ovat esimerkiksi Ranska ja Uusi-Seelanti, sekä kehitysmaat. Kehitysmaiden oppikirjojen käyttöä vähentää selkeästi oppikirjojen heikko laatu (Ekonoja 2011).

Törnroos vertailee väitöstutkimuksessaan useita eri tutkimuksia erityisesti matematiikan oppitunneilla teetettyjä, etsien vastausta kysymykseen: kuinka oppikirjat vaikuttavat oppilaiden kehitykseen? Yhteenvedossa hän toteaa:

”Kaiken kaikkiaan suhtautuminen oppikirjojen käyttämiseen on hyvin kaksitahoista. Oppikirjojen katsotaan usein rajoittavan opetusta sekä sisältöjen että käytettyjen opetusmenetelmien suhteen, mutta samanaikaisesti ne tukevat opettajan työtä ja tuovat tasa-arvoa opetukseen.”

Tutkimustuloksia oppikirjojen käytöstä löytyy niin positiivisia, kuin negatiivisia kokemuksia. Ekonoja on koonnut aikaisempia tutkimustuloksia julkaisussaan ”Oppimateriaalien kehittäminen, hyödyntäminen ja rooli tieto- ja viestintätekniikan opetuksessa” seuraavasti; positiivisia tutkimustuloksia on havaittu esimerkiksi seuraavat:

- Nicaraguassa oppikirjojen käytön lisääminen edesauttoi oppilaiden kehitystä
- Oppikirjojen tuominen opetukseen paransi oppilaiden suoritustasoa Filippiineillä
- Englannissa lisääntynyt oppikirjojen käyttö paransi matematiikan oppimistuloksia
- Kehitysmaiden oppimateriaalin puute heikentää opetusta merkittävästi, joka voidaan tulkita käänteisesti siten, että oppimateriaalilla on positiivinen vaikutus oppimiseen

Ekonoja listaa myös seuraavat negatiiviset tutkimustulokset julkaisussaan:

- Oppikirja rajoittaa opettajan ajattelua hänen opettaessa oppikirjan avulla
- Oppikirjan ajoitus suunnitelmat luovat kiireen tunnetta opetukseen
- Opetusta ohjaa oppikirja, ei oppiaineen sisältö

Oppikirjat saavat kohdalleen myös paljon kritiikkiä mm. asiavirheistä, lähestymistavoista, epäloogisuudesta, liiallisesta kuvituksesta ja yksipuolisista tehtävistä. (Mikkilä-Erdmann, M., E. Olkinuora, ja E. Mattila)

Oppikirjojen käytöstä opetuksessa voidaan siis todeta, että laatu ratkaisee. Laadukas oppikirja saa aikaan positiivisia tuloksia, mutta tätä laatua eivät monet kirjat toteuta. Ekonoja myös toteaa opettajan vaikutuksesta oppimiseen; oppikirjan pitäisi olla vain opetuksen tukena, eikä opetuksen koko perusta. Myös laadukkaat muut oppimateriaalit edistävät oppimista.

2.4.2 Sähköisen verkkomateriaalin vaikutus oppimiseen

Tutkimukseni kannalta Opetusteknologia koulun arjessa (OPTEK)-tutkimushankkeen julkaisu on kuin kultakaivos. Sen tavoitteena on luoda innovatiivisia ratkaisuja ja malleja tietotekniikan ja sähköisen median hyödyntämiseen ja käyttöön koulun arjessa. OPTEK-hankkeessa eri yliopistojen tutkimusryhmät ovat keränneet yhteisiä aineistoja laajoilla kyselyillä ja koulukohtaisilla tapaustutkimuksilla. Tutkimusaiheita ovat esimerkiksi lähikohdat tietotekniikan opetuskäytölle, tietotekniikan käyttötavat ja sen onnistunut ja tehokas opetuskäyttö.

Vaikka sähköistä verkkomateriaalia on ollut tarjolla opetuskäyttöön jo vuosia, on niiden käyttöönotosta ja toimivuudesta tehty suhteellisen vähän tutkimusta. Materiaalia löytyy paljonkin eri aihealueisiin, mutta kattavaa kurssin kokoista kokonaisuutta ainakaan ilmaiseksi ei ole paljoa saatavilla (Ilomäki). EU-tasolla 57% kahdeksannen vuosiluokan oppilaista ei ole koskaan käyttänyt sähköisiä oppikirjoja opiskelussa (European Commission). OPTEK-hankkeessa Kankaanranta raportoi Suomen tilanteesta vuosina 2009-2011. Digitaalisilla oppi- ja opetusmateriaaleilla on rehtoreiden mukaan yli 70% suomalaisista kouluista täydennetty tekstimateriaalia. Lisäksi vajaan puolet kouluista opettajia on myös kannustettu tuottamaan oppimateriaaleja verkkoon muiden saataville

Petri Sallasmaan ym. artikkeli ”Interaktiivinen oppimisympäristö matematiikan opetukseen – kokemuksia ja tulevaisuuden haasteita” raportoi tutkimuksesta, jonka tarkoituksena oli luoda interaktiivinen oppimisympäristö matematiikan opetukseen joka sopii luokkaopetukseen, tarjoaa monipuolisia oppimateriaaleja, sekä antaa opettajalle riittävästi tukea sen käyttämiseen. Myös vaikutus oppimistuloksiin oli tutkimuskohteena, joka on tärkeässä asemassa tutkimukseni näkökulmasta. Tutkimus tehtiin kokeiluryhmälle (7.luokka), joka käytti ainoastaan sähköistä materiaalia, sekä kontrolliryhmälle, jolle opetus tehtiin perinteisellä tavalla saman opettajan johdolla.

Tutkimustuloksina saatiin, että käytetyllä oppimateriaalilla ei ollut merkitystä oppimistuloksiin; ryhmien keskiarvojen ero pysyi samana ennen ja jälkeen kurssin. Arvosanoista voidaan tehdä yksi mielenkiintoinen havainto; keskinkertaisten määrä laskee yläkouluun siirryttäessä, jonka myötä heikkojen ja hyvien määrä kasvaa. Myös kiinnostavuus tietokoneesta työvälineenä laskee kurssin jälkeen n. neljänneksen. Lisäksi havaittiin, että pelkästään tehtyjen tehtävien määrä ei vaikuta oppimistuloksiin, mutta tehtävien oikeellisuus korreloi suoraan oppimistuloksiin.

Ekonoja raportoi väitöskirjassaan ”Oppimateriaalien kehittäminen, hyödyntäminen ja rooli tieto- ja viestintäteknikan opetuksessa ” tekemänsä tutkimuksen, joka käsittelee sähköisten oppimateriaalien koekäyttöä kouluissa. Tutkimus teetettiin seitsemässä eri koulussa ympäri suomea, kahdeksan eri opettajan toimesta. Oppilaiden kyselyyn vastasi vain ne (142 oppilasta), jotka olivat aikaisemmin opiskelleet TVT-kursseja painetun oppikirjan avulla. Tutkimukseen osallistuneista kolme neljästä koki hyötynensä sähköisen verkkomateriaalin käytöstä. Tutkimuksen oleellisempia tuloksia olivat

- Opettajat näkivät jäsenneilyn teoriapakettin suurimpana hyötynä, kun taas oppilaat kokivat hyötynensä eniten oppimateriaalin tehtävistä.
- Oppilaiden mielestä oppimateriaali tuki itsenäistä opiskelua
- Noin puolet oppilaista koki motivoituneensa sähköisen oppimateriaalin kanssa työskentelystä. Opettajat näkivät oppimateriaalin motivointikyvyn parempana kuin oppilaat
- Sähköinen oppimateriaali on oppilaiden mielestä huomattavasti painettua oppikirjaa mieluisampi apu TVT:n opiskeluun.
- Oppilaat kokivat oppimateriaalin käytöstä olleen sitä enemmän hyötyä, mitä laadukkaampana he käyttämäänsä oppimateriaalia pitivät.
- Oppilaat kokivat oppimateriaalin käytön ja sen laadun sitä positiivisempina, mitä paremmin opettaja heidän mielestään oppimateriaalia hyödynsi.
- Oppilaiden suhtautuminen TVT:hen vaikutti heidän vastauksiinsa oppimateriaalista koettua hyötyä koskeneissa kysymyksissä. Mitä enemmän oppilas piti tietoa ja viestintäteknikasta, sitä positiivisempina hän koki oppimateriaalin käytön.
- Sukupuoli ei vaikuttanut oppilaiden vastauksiin, sillä tyttöjen ja poikien vastauksissa ei ollut suuria eroja.
- Kaikkien opettajien mielestä sähköinen oppimateriaali oli joko parempi tai vähintään yhtä hyvä kuin painettu oppikirja

Selkeimpiä sähköisen oppimateriaalin vahvuuksia ovat tehtävien tekeminen, opettajan saama hyöty, materiaalin käytön nopeus sekä opettamisen helppous ja miellyttävyys. Myös saatavuus on merkittävä tekijä. Sen sijaan motivointikyvyssä ja oppilaiden oppimistuloksissa ero painettuun oppikirjaan ei näyttäisi olevan kovin merkittävä (Ekonoja).

OPTEK-hankkeen ulkopuolisia tutkimuksia sähköisen verkkomateriaalin käytöstä löytyy yllättävän vähän. Suomessa tehdyt tutkimukset on raportoitu korkeintaan yliopiston tai ammattikorkeakoulun opinnäytteinä, eikä nämä ole siis vielä kovin yleistettäviä. Opetushallituksen koordinoimia hankkeita voi tarkastella sen verkkosivuilta. Viimeisimmät hankkeet ovat vuodelta 2010, mutta näistä ei ole vielä tehty kattavaa raportointia.

Yhteenvetona Ekonoja summaa ajatuksensa sähköisen verkkomateriaalin tulevaisuudesta seuraavasti:

- 1) käyttökelpoisia sähköisiä verkkomateriaaleja tulisi saada lisää tarjolle,
- 2) jotta sähköinen verkkomateriaali toimii hyvin, tulee sen teknisen toteutuksen olla laadukasta: teknisiä ongelmia ei saisi tulla vastaan,
- 3) sähköiset verkkomateriaalit tulisivat olla yhtenäisiä kokonaisuuksia: opettajat turhautuvat etsimään materiaaleja monista eri lähteistä,
- 4) sähköisessä muodossa olevien harjoitustehtävien monipuolisuutta ja niiden automaattisen tarkistamisen mahdollisuutta tulee edelleen kehittää sekä

5) opettajan rooli pysyy tärkeänä myös sähköisten verkkomateriaalien aikana.

Tutkimusta, joka keskittyy saavutettujen arvosanojen sijaan juuri opiskelijoiden omiin oppimiskokemuksiin, en löytänyt lainkaan. Täten tutkimukseni on hyvin ainutlaatuinen.

3 Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset

Tutkielmassa perehdytään kyselyyn, josta ilmenee MAY-kurssin aikana käytetyn oppimateriaalin vaikutus opiskelijan oppimiskokemukseen; kuinka vaikeaksi opiskelijat ovat kokeneet kurssilla käsitellyt eri osa-alueet. Jos oppimiskokemuksissa löytyy eroavaisuuksia käytetyn oppimateriaalin suhteen, on mielenkiintoista lähteä jatkotutkimuksena pohtimaan tekijöitä, jotka tämän eron aiheuttavat. Kiinnostavaa on myös, onko käytetyllä oppimateriaalilla ollut vaikutusta siihen, ovatko opiskelijat valinneet jatko-opinnoikseen pitkän vai lyhyen matematiikan. Tarkoituksena siis pohtia, ajaako sähköisten verkkomateriaalien tuominen opetukseen myös itse uuden kurssin luomisen tavoitetta; saada enemmän opiskelijoita lukemaan pitkää matematiikkaa.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Onko MAY-kurssilla käytetyllä oppimateriaalilla merkitystä kurssin eri osa-alueiden vaikeaksi kokemiseen?
2. Onko käytetyllä oppimateriaalilla ollut vaikutusta pitkän ja lyhyen matematiikan valinnassa?
3. Löytyykö kustantajien tarjoamista painetuista oppikirjoista ja sähköisistä verkkomateriaaleista eroja?

Hypoteesini on, että sähköinen verkkomateriaali tuo enemmän mahdollisuuksia visuaaliseen esitykseen. Tämän taas olettaisi auttavan opiskelijan ymmärrystä osa-alueesta, jolloin sähköistä materiaalia käyttäneet ovat oletettavasti kokeneet osa-alueet helpomaksi ja harvemmin vaikeaksi kuin kirjaa käyttäneet. Toisaalta sähköisten verkkomateriaalien käyttö jakaa hyvin paljon mielipiteitä, ja täten ennakoasenteella vain digitalisuutta kohtaan voi olla suurikin merkitys osa-alueiden oppimiskokemukseen.

4 Tutkimuksen toteutus

Tässä luvussa perehdytään tutkimusaineiston hankintamenetelmään, sekä kuinka saatu dataa on käsitelty.

4.1 Tutkimusaineiston hankkiminen

Tutkimus teetettiin Helsingin metropolialueen lukioissa, joita täydennettiin Tampereen, Turun, Lappeenrannan, Imatran ja Joensuun alueen lukiolla. Kysely lähetettiin yhteensä 64 eri lukioon, kattaen n. 10 000 ensimmäisen vuoden opiskelijaa. Kyselyssä oli kaksi osiota, toinen oli suunnattu opettajille, toinen opiskelijoille.

Koulujen rehtorit tekivät päätöksen saatuaan kyselyn, haluaako koulu osallistua tutkimukseen. Rehtori lähetti tutkimuspyynnön eteenpäin opettajille ja opiskelijoille. Tutkimuksen ajankohta oli viikoilla 7 ja 8 (helmikuu 2017), sekä muutamien lukioiden osalta vastausaikaa jatkettiin viikolle 11 (maaliskuu 2017) asti. Yhteensä vastauksia saatiin 37 eri lukiosta; opiskelijavastauksia 1513 kappaletta ja opettajavastauksia 46 kappaletta. Tässä tutkimuksessa käsitellään vain opiskelijoiden vastauksia.

Eri kustantajien tarjoamien materiaalien analysoimista varten käytössäni oli painetut oppikirjat sekä tunnukset kustantajien tarjoamille sähköisille verkkomateriaaleille.

4.1.1 Tutkimukseen osallistuneiden taustaa

Kyselyyn vastanneista n. 55% oli tyttöjä, n. 41% poikia, reilu 3% ei vastannut. Ikäjakauma kuvaa hyvin lukion ensimmäisen vuoden opiskelijoita; yli 85% opiskelijoista on 16 vuotiaita. Kyselyssä selvitettiin myös opiskelijoiden vanhempien korkeinta koulutusta. Merkittävää on, että lähes 40% vanhemmista ovat suorittaneet ylemmän korkeakoulututkinnon (Taulukko 1)

Taulukko 1

vanhempien koulutus		
	lm.	%
peruskoulu	87	5,8
ammattillinen koulutus	184	12,2
ylioppilas	400	26,4
alempi korkeakoulututkinto	212	14,0
ylempi korkeakoulututkinto	560	37,0
Ei vastausta	70	4,6
Yhteensä	1513	100,0

Vanhempien korkea koulutustaso näkyy myös opiskelijoiden perusopetuksen päättö-
distuksen matematiikan arvosanassa; 8-10 arvosanan ovat saaneet 86,5% opiskelijoista
(Taulukko 2).

Taulukko 2

**Perusopetuksen päättötodistuksen
arvosanat, matematiikka**

	lkm.	%
1	1	,1
5	5	,3
6	29	1,9
7	145	9,6
8	318	21,0
9	535	35,4
10	456	30,1
19	1	,1
Ei vastausta	23	1,5
Yhteensä	1513	100,0

Myös itse kurssista vastanneet ovat suoriutuneet suhteellisen hyvin; 8-10 arvosanan
ovat saaneet 52% vastanneista ja vain 1,5% ei päässyt kurssista läpi. Yllättävän suuri osa,
reilu 20%, ei tosin vastannut kysymykseen ollenkaan (Taulukko 3).

Taulukko 3

MAY-kurssin arvosana

	lkm.	%
4	22	1,5
5	73	4,8
6	105	6,9
7	198	13,1
8	245	16,2
9	307	20,3
10	235	15,5
Ei vastausta	328	21,7
Yhteensä	1513	100,0

4.1.2 Tutkimuksessa analysoidut materiaalit

Tutkittavat painetut oppikirjat ovat

- Yhteinen Tekijä, kustantaja SanomaPro
- MAY1 Luvut ja lukujonot, kustantaja Otava

Tutkittavat sähköiset verkkomateriaalit ovat

- Yhteinen Tekijä, kustantaja SanomaPro
- MAY1 Luvut ja lukujonot, kustantaja Otava
- Lukion yhteinen matematiikka MAY1, kustantaja Edita
- Kisällioppiminen.fi

4.2 Tutkimusaineiston analysoiminen

Tutkimuskysymystä 1 ja 2 aineiston analysoiminen toteutettiin seuraavaksi esitellyin menetelmin. Opiskelijoille tehdyssä kyselyssä oli kysymys ja vastausmahdollisuudet käytetyn oppimateriaalin suhteen (Kuva 1):

MAY-kurssilla käytetty oppimateriaali	Edita	Otava	SanomaPro	Emme käyttäneet	Muu
Käytimme kurssilla yksinomaan painettua oppikirjaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Käytimme kurssilla rinnakkain painettua oppikirjaa ja digitaalista oppimisolustaa tai -ohjelmaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Käytimme kurssilla yksinomaan digitaalista oppimisolustaa tai -ohjelmaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Kuva 1

Ajatuksia lyhyen vai pitkän matematiikan valinnasta ennen (Kuva 2) ja jälkeen (Kuva 3) MAY kurssin kysytään seuraavasti:

Ajatuksesi matematiikkavalinnasta ennen lukioon tuloa

Ajatuksesi matematiikkavalinnasta MAY1-kurssin jälkeen

-valitse-
 lyhyt matematiikka
 pitkä matematiikka
 en ollut päättänyt
 -valitse-

Kuva 2

Ajatuksesi matematiikkavalinnasta MAY1-kurssin jälkeen

Valitsin MAY1-kurssin ensimmäiseen jaksoon

valitse
 lyhyt matematiikka
 pitkä matematiikka
 en ole vielä päättänyt
 valitse

Kuva 3

Lisäksi MAY-kurssin eri osa-alueet on lajiteltu kyselylomakkeeseen ja niihin on vastausvaihtoehdot välillä 1-5 vaikeusasteen mukaan (Taulukko 4):

Taulukko 4

Kuinka vaikeiksi itsellesi koit kurssin eri osa-alueet (vastaa käyttäen asteikkoa, jossa 1= Ei lainkaan vaikea...5=Erittäin vaikea 6= Ei käsitelty)

	1	2	3	4	5	Ei käsitelty
reaaliluvut	●	●	●	●	●	●
peruslaskutoimitukset	●	●	●	●	●	●
murtoluvut	●	●	●	●	●	●
prosenttilaskenta	●	●	●	●	●	●
funktio, kuvaajan piirto ja tulkinta	●	●	●	●	●	●
yhtälöt	●	●	●	●	●	●
muotoa $a^x=b$ olevien yhtälöiden ratkaiseminen	●	●	●	●	●	●
logaritmi ja potenssi sekä niiden välinen yhteys	●	●	●	●	●	●
lukujono	●	●	●	●	●	●
rekursiivinen lukujono	●	●	●	●	●	●
aritmeettinen jono ja summa	●	●	●	●	●	●
geometrinen jono ja summa	●	●	●	●	●	●

Kyselylomakkeen tuloksia käsitellään SPSS :n avulla. Tuloksista analysoidaan oppimateriaalin vaikutus eri osa-alueiden oppimiskokemukseen ja onko oppimateriaalilla ollut vaikutusta siihen, onko opiskelija valinnut pitkän vai lyhyen matematiikan.

Tutkimukseen vastanneista 53,9% käytti vain painettua kirjaa, kirjaa ja sähköistä verkkomateriaalia rinnakkain 37,2% sekä pelkkää sähköistä verkkomateriaalia 6,9%. (Taulukko 5)

Taulukko 5

Kirja vs. verkkomateriaali

	lkm.	%
Vain kirja	815	53,9
Molemmat	563	37,2
Vain verkko	105	6,9
Puuttuu	30	2,0
Yhteensä	1513	100,0

Selvässä enemmistössä on SanomaPron tuottama materiaali, jota kyselyyn vastanneista käytti 68,0%. Seuraavaksi suosituin kustantaja oli Otava 21,8%, viimeisenä Edita 1,7%. Vain verkkomateriaalia tarjoava Kisällioppiminen oli käytössä 4,7%. Käytettyjen kustantajien prosentuaaliset erot ovat hyvin suuria, ja täten vähemmän vertailukelpoisia. Jatkossa tutkielmassa keskitytään vain kirjaa ja vain sähköistä verkkomateriaalia käyttäneisiin opiskelijoihin, kiinnittämättä sen tarkempaa huomiota kustantajaan.

Taulukko 6

Julkaisija		lkm.	%
		46	3,0
	Edita	25	1,7
	Kisällioppiminen	71	4,7
	Otava	330	21,8
	Otava & Edita	1	,1
	Otava & Kisällioppiminen	1	,1
	Otava & SanomaPro	4	,3
	SanomaPro	1029	68,0
	SanomaPro & Edita	2	,1
	SanomaPro & Otava	2	,1
	Tabletkoulu	2	,1
	Yhteensä	1513	100,0

Seuraavaksi käydään läpi jokainen osa-alue, ja tutkitaan osa-alueiden vaikeaksi kokevista käytettyjen oppimateriaalien suhteen. Kyselyssä vastaaminen tapahtui asteikolla 1-5, mutta tuloksia analysoidessa tehdään vaikeusasteita kolme: 1-2 helppo, 3 neutraali, 4-5 vaikea. Taulukossa prosentuaaliset arvot on suhteutettu jakauma tiettyä oppimateriaalia käyttäneiden vastauksista. Vain kirjaa käyttäneitä on 815, ja vain sähköisiä verkkomateriaaleja käyttäviä on 105. Prosentuaaliset arvot ovat kuitenkin vertailukelpoisia, sillä prosentit on laskettu tiettyä oppimateriaalia käyttävien kesken, ei kokonaismäärän suhteen.

Tutkimuskysymystä 3 varten kehitettiin teorian pohjalta oppimateriaalien vertailua vasten seuraavat osa-alueet:

1. Yleinen käytettävyys
2. Teoria
3. Tehtävät
4. Itsearviointi

Kustantajien painetut oppikirjat sekä sähköiset verkkomateriaalit käydään osa-alueittain läpi, tavoitteena löytää mahdollisia eroja näiden välillä.

5 Tutkimustulokset

Tässä luvussa perehdytään SPSS ohjelmiston avulla saatuihin tutkimustuloksiin. Alaluvussa 5.1 käsitellään ensimmäinen tutkimuskysymys, alaluvussa 5.2 toinen tutkimuskysymys, sekä alaluvussa 5.3 kolmas tutkimuskysymys;

1. Onko MAY-kurssilla käytetyllä oppimateriaalilla merkitystä kurssin eri osa-alueiden vaikeaksi kokemiseen?
2. Onko käytetyllä oppimateriaalilla ollut vaikutusta pitkän ja lyhyen matematiikan valinnassa?
3. Löytyykö kustantajien tarjoamista painetuista oppikirjoista ja sähköisistä verkkomateriaaleista eroja?

5.1 MAY-kurssin osa-alueiden kokeminen vaikeaksi

Tässä kappaleessa käydään läpi kaikki MAY-kurssin eri osa-alueet, ja tutkitaan oppimateriaalin merkitystä opiskelijan oppimiskokemukseen. Taulukossa 7 on esitetty kaikkien 12 eri osa-alueen prosentuaaliset jakaumat oppimateriaaleittain opiskelijoiden kokemuksen mukaan. Taulukosta löytyy myös graafinen esitys, joka havainnollistaa opiskelijoiden jakaumaa prosentuaalisesti osa-alueittain vain kirjaa (tumma käyrä) ja vain sähköistä verkkomateriaalia (vaalea käyrä) käyttäneiden kesken.

Taulukko 7

		Helppo	Neutraali	Vaikea	Yhteensä	
1.Reaaliluvut	Vain kirja	61,50 % 490	23,20 % 185	13,40 % 107	100,00 % 797	
	Vain sähköinen	59,60 % 62	26,00 % 27	12,50 % 13	100,00 % 104	
2.Peruslaskutoimitukset	Vain kirja	71,80 % 573	16,70 % 133	10,30 % 82	100,00 % 798	
	Vain sähköinen	80,00 % 84	9,50 % 10	7,60 % 8	100,00 % 105	
3.Murtoluvut	Vain kirja	57,20 % 456	26,10 % 208	15,50 % 124	100,00 % 797	
	Vain sähköinen	54,20 % 57	31,40 % 33	12,40 % 13	100,00 % 105	
4.Prosenttilaskenta	Vain kirja	52,80 % 419	27,70 % 220	18,40 % 146	100,00 % 793	
	Vain sähköinen	59,60 % 62	26 % 27	12,50 % 13	100,00 % 104	
5.Funktio,kuvaajan piirto ja tulkinta	Vain kirja	40,90 % 325	34,30 % 273	22,50 % 179	100,00 % 796	
	Vain sähköinen	43,20 % 45	22,10 % 23	31,70 % 33	100,00 % 104	
6.Yhtälöt	Vain kirja	49,20 % 393	31,80 % 254	17,80 % 142	100,00 % 799	
	Vain sähköinen	47,60 % 50	21,90 % 23	28,60 % 30	100,00 % 105	
7. Muotoa a*x=b olevien yhtälöiden ratkaiseminen	Vain kirja	28,70 % 259	38,50 % 305	25 % 198	100,00 % 792	
	Vain sähköinen	36,20 % 38	21,00 % 22	34,30 % 36	100,00 % 105	
8. Logaritmi ja potenssi, sekä niiden välinen yhteys	Vain kirja	28,40 % 229	33,80 % 269	34,10 % 272	100,00 % 797	
	Vain sähköinen	28,80 % 30	26,90 % 28	43,40 % 45	100,00 % 104	
9.Lukujono	Vain kirja	34,30 % 272	38,10 % 302	26,10 % 207	100,00 % 793	
	Vain sähköinen	33,10 % 34	28,20 % 29	37,90 % 39	100,00 % 103	
10.Rekursiivinen lukujono	Vain kirja	25,10 % 201	35,00 % 280	36,00 % 288	100,00 % 799	
	Vain sähköinen	25,00 % 26	27,90 % 29	38,50 % 40	100,00 % 104	
11. Aritmeettinen jono ja summa	Vain kirja	27,40 % 219	32,50 % 259	38,10 % 304	100,00 % 798	
	Vain sähköinen	22,10 % 23	27,90 % 29	47,10 % 49	100,00 % 104	
12. Geometrinen jono ja summa	Vain kirja	25,50 % 203	33,50 % 266	38,90 % 309	100,00 % 795	
	Vain sähköinen	21,10 % 22	28,80 % 30	47,20 % 49	100,00 % 104	

Jatkossa osa-alueisiin viitataan vain taulukossa esitetyn numeroinnin mukaisesti, jotta liialliselta toistolta välttyttäisiin.

Taulukosta voidaan havaita, että käytetty oppimateriaali ei vaikuta osa-alueiden 1., 2., 3. ja 4. oppimiskokemukseen. Osa-alue 1. koetaan näistä neljästä osa-alueesta helpoimmaksi; 71,8% vain kirjaa ja 80,0% vain sähköistä verkkomateriaalia käyttäneistä opiskelijoista ja samaan aikaan myös kaikista pienin määrä kokee kyseisen osa-alueen vaike-

aksi; 10,3% vain kirjaa käyttäneistä ja 7,6% vain sähköistä verkkomateriaalia käyttäneistä. Neutraaleja vastauksiakin oli osa-alueen 1. suhteen vähiten; 16,7% (kirja) ja 9,5%(sähköinen). Osa-alueiden 2., 3., ja 4. graafiset esitykset ovat hyvin toisiaan vastaavat; suurin prosenttiyksikkö kasautuu helppoon päähän, pienempi osuus vaikeaan.

Osa-alueet 5. ja 6.käyttäytyvät graafisen esityksen mukaan hyvin saman kaltaisesti. Helpoksi osa-alueen 5. kokevat vain kirjaa käyttäneistä 40,9% ja vain verkkomateriaalia käyttäneistä 43,2%. Myöskään osa-alueessa 6. ei löydetä prosentuaalisesti merkittävää vaihtelua; helpoksi osa-alueen kokee vain kirjaa käyttäneistä 49,2% ja vain verkkomateriaaleja käyttäneistä 47,6%. Molemmissa osa-alueissa havaitaan, että neutraaleja vastauksia ovat antaneet selkeästi enemmän vain kirjaa käyttäneet kuin vain verkkomateriaalia käyttäneet. Ero 5. osa-alueessa neutraalien välillä on noin 12 prosenttiyksikköä, 6. osa-alueessa noin 10 prosenttiyksikköä. Vaikeammaksi nämä kaksi osa-aluetta kokevat vain verkkomateriaalia käyttäneet. 5. osa-alueessa 22,5% vain kirjaa käyttäneistä ja 31,7% vain verkkomateriaalia käyttäneistä kokevat osa-alueen vaikeaksi, 6. osa-alueessa 17,8% vain kirjaa käyttäneistä ja 28,6% vain verkkomateriaalia käyttäneistä. Erot ovat siis jopa 10 prosenttiyksikön luokkaa. Suurempi jakauma kuitenkin painottuu edelleen helpoksi koetun puolelle.

Osa-alue 7. koetaan vain verkkomateriaalia käyttäneiden kesken useammin helpoksi ja useammin vaikeaksi kuin vain kirjaa käyttäneet. Mielenkiintoista on suuri 38,5% määrä kirjaa käyttäneistä, jotka kokevat asian neutraaliksi; vastaavan vastauksen vain verkkomateriaaleja käyttäneistä antoi vain 21,0% joka on selkeässä linjassa myös osa-alueiden 1. – 6. kanssa. Graafisesti voidaan havaita jakauman olevan hyvin tasainen vaikeaksi ja helpoksi kokemisen välillä.

Osa-alueet 8. ja 9. muistuttavat jälleen graafisesti toisiaan. Käytetyllä oppimateriaalilla ei ole ollut merkitystä vertailussa, kuinka helpoksi osa-alueet koetaan; prosenttijaumat ovat osa-alueessa 8. noin 28,5% ja osa-alueessa 9. noin 34,5%. Vain kirjaa käyttäneistä noin 10 prosenttiyksikköä enemmän molemmissa osa-alueissa vastaa neutraali, kuin vain verkkomateriaalia käyttäneet. Vain verkkomateriaaleja käyttäneet kokevat osa-alueet useammin vaikeaksi. Osa-alueen 8. kokee vaikeaksi 34,1% vain kirjaa käyttäneistä ja 43,4% vain verkkomateriaalia käyttäneistä ja osa-alueen 9. kokee vaikeaksi 26,1% vain kirjaa käyttäneistä ja 37,9% vain verkkomateriaalia käyttäneistä. Prosenttiyksikköjen ero on noin 10 luokkaa.

Osa-alue 10. koetaan käytetystä materiaalista riippumatta yhtä usein helpoksi (n.25%) ja yhtä usein vaikeaksi (n.37%). Ero syntyy neutraaleja vastauksia tarkasteltaessa; havaitaan 7 prosenttiyksikön ero vain kirjaa käyttäneiden (35%) ja vain verkkomateriaalia käyttäneiden (27.9%) välillä. Graafisesti voidaan havaita, että suurempi prosenttiyksiköllinen määrä sijoittuu vaikeaksi kokemisen puolelle.

Osa-alueet 11. ja 12. ovat hyvin samankaltaiset. Suurempi joukko on sijoittunut vaikeaksi vastanneiden puolelle. Osa-alueessa 11. vain kirjaa käyttäneistä 27,4% ja vain verkkomateriaalia käyttäneistä 22,1% kokee osa-alueen helpoksi. Vaikeaksi osa-alueen kokee prosentuaalisesti useammin vain verkkomateriaalia käyttäneet; jopa 47,1%, kun vain kir-

jaa käyttäneistä 38,1%. Osa-alueen 12. vain kirjaa käyttäneistä 25,5% ja vain verkkomateriaalia käyttäneistä 21,1% kokee osa-alueen helpoksi. Jälleen vaikeaksi osa-alue koetaan useammin vain verkkomateriaalia käyttäneiden (47,2%) kuin vain kirjaa (38,9%) käyttäneiden keskuudessa.

5.2 Oppimateriaalin vaikutus lyhyen/pitkän valintaan

Taulukosta 5 voidaan lukea prosentuaaliset arvot, kuinka vain kirjaa käyttäneet ja vain verkkomateriaalia käyttäneet opiskelijat olivat ajatelleet ennen MAY-kurssin suorittamista valinnassa pitkän ja lyhyen matematiikan välillä. Taulukko 8 esittää vastaavat tulokset MAY-kurssin suorittamisen jälkeen.

Taulukko 8

Kirja vs. verkkomateriaali * Matematiikkavalinta ennen

	Matematiikkavalinta ennen			Total
	lyhyt	pitka	ei päättänyt	
Vain kirja	181	573	59	813
	22,3%	70,5%	7,3%	100,0%
Vain verkko	33	64	7	104
	31,7%	61,5%	6,7%	100,0%

Taulukko 9

Kirja vs. verkkomateriaali * Matematiikkavalinta jälkeen

	Matematiikkavalinta jälkeen			Total
	lyhyt	pitka	ei päättänyt	
Vain kirja	258	546	10	814
	31,7%	67,1%	1,2%	100,0%
Vain verkko	42	61	2	105
	40,0%	58,1%	1,9%	100,0%

Ennen MAY-kurssin suorittamista vain kirjaa käyttäneistä opiskelijoista 22,3% oli lyhyen kannalla, 70,5% oli pitkän kannalla ja 7,3% ei ollut vielä päättänyt. Vain verkkomateriaalia käyttäneistä 31,7% oli lyhyen kannalla, 61,5% oli pitkän kannalla ja 6,7% ei ollut vielä päättänyt.

MAY-kurssin jälkeen lyhyen matematiikan valinneiden määrä kasvoi vain verkkomateriaalia käyttäneiden opiskelijoiden keskuudessa 8,3 prosenttiyksikköä ja vain kirjaa käyttäneiden keskuudessa 9,4 prosenttiyksikköä; eli lyhyen valitsi lopulta 40,0% vain verkkomateriaali käyttäneistä ja 31,7% vain kirjaa käyttäneistä.

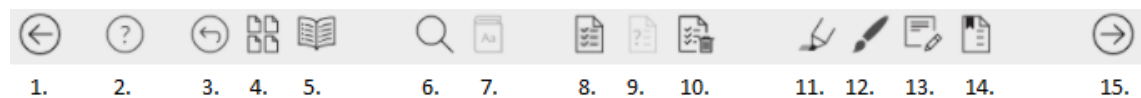
Pitkän matematiikan valinneiden määrä laski vain verkkomateriaalia ja vain kirjaa käyttäneiden opiskelijoiden keskuudessa 3,4 prosenttiyksikköä; eli pitkän valitsi lopulta 58,1% vain verkkomateriaalia käyttäneistä ja 67,1% vain kirjaa käyttäneistä.

5.3 Painettu oppikirja ja sähköinen verkkomateriaali

Seuraavaksi käydään oppimateriaalit läpi neljän eri kriteerin avulla. Pohdinta luvussa keskitytään materiaalien vertailuun ja pohditaan mahdollisten erojen tuomia vaikutuksia opiskelijoiden oppimiskokemuksiin.

5.3.1 Yleinen käytettävyys

SanomaPron oppimisympäristössä on käytössä alapalkki, josta löytyy kaikki tarvittava sivuilla navigointiin.



Kuva 4

Selitykset SanomaPron navigointipalkille Kuvaan 4

1. Edellinen sivu
2. Ohje
3. Sivuhistoria
4. Sivunäkymä
5. Sisällysluettelo
6. Haku
7. Sanasto
8. Näytä tehtävät
9. Mallivastaus
10. Poista vastaukset
11. Korosta tekstiä
12. Piirtotyökalu
13. Muistiinpanot
14. Kirjanmerkit
15. Seuraava sivu

Selitykset yhtenä sanana ovat varsin kuvaavia, joten näitä ei avata sen enempää.

SanomaPron sivut vastaavat pituudeltaan painetun oppikirjan sivuja; sivu saadaan näky-mään siis kokonaisuudessaan selaimella ilman vierityspalkin käyttöä. Sivuilla voidaan na-vigoida edellinen, seuraava näppäinten avulla, tai valitsemalla sivunäkymästä minkä ta-hansa sivunumeron tai sisällysluettelon kautta halutun kappaleen ensimmäisen sivun.

Tekstin korostuksen, piirtotyökalun, muistiinpanojen ja kirjanmerkkien avulla sähköi-sestä verkkomateriaalista on mahdollista luoda hyvin persoonallinen; mahdollisuudet

muokata sähköistä kirjaa ovat vastaavat kuin painetussa oppikirjassa. Nämä toiminnot saadaan käyttöön navigointipalkin avulla, josta aukeaa ponnahdusikkuna. Ponnahdusikkunasta löytyy valinta lisätä uusi muistiinpano/kirjanmerkki, jonka jälkeen muistiinpanon paikka voidaan valita itse. jonka jälkeen ponnahdusikkunaan avautuu muistilappu. Muistilapun paikkaa voidaan siirtää milloin vain, ja sen muokkaaminen/ poistaminen käy nopeasti klikkaamalla muistilappua, ja valitsemalla sen jälkeen muokkaa/poista. Korostuskynä otetaan käyttöön niin ikään navigointipalkista. Korostuksen jälkeen sen väriä voidaan muokata ja poistaminen onnistuu myös suoraan klikkaamalla korostusta ja valitsemalla poista.



Kuva 5

Editalla on vastaava, mutta hieman suppeampi palkki navigointiin. Selitykset kuvaan 5

1. Koti
2. Sisältö/hakemisto
3. Sivunavigointi
4. Haku
5. Muistio
6. Omat tiedot

Koti kuvakkeesta siirrytään Editan verkkosivuille, Omat tuotteet- välilehdelle. Sisältö/Hakemisto avaa kuvan X mukaisen yläpalkin. Sivunavigoinnilla siirrytään vastaavan painetun oppikirjan mukaisesti sivulta toiselle. Haku-painikkeesta aukeaa ikkuna, johon voi kirjoittaa hakusanan. Muistio- kuvakkeesta aukeaa ikkuna, josta löytyy kaikki verkkomateriaaliin tehdyt muistiinpanot, korostukset, sekä vapaa muistio -kenttä. Omat tiedot-kuvakkeesta löytyy fonttikoko. tehtäväraportti, sekä kirjaudu ulos -toiminto.

Sivut ovat aseteltu siten, että yhden kappaleen kaikki teoria ovat yhdellä sivulla, jossa edetään vierityspalkin avulla. Kappaleen tehtävät avautuvat uudelle sivulle. Sivulla liikkuessa ylös ja alas, ikkunassa liikkuu mukana edellinen ja seuraava nuolinäppäimet, jonka avulla pystytään siirtymään teoriaosiosta tehtäväsivulle ja siitä taas edelleen seuraavaan teoriaan.

Muistilappuja voidaan Editalla lisätä haluamaansa kohtaan tuplaklikkaamalla. Muistilapun lisääminen on sujuvaa, sen poistaminen pitää tehdä yläpalkin kuvakkeen kautta, kaikkien lisättyjen muistilappujen joukosta. Korostuksia testiin voidaan tehdä yliviivamalla haluttu pätkä, jonka jälkeen saa valita haluamansa yliviivausvärin kolmesta eri vaihtoehdosta. Myös tämän yliviivauksen poisto tapahtuu yläpalkin korostus-listan kautta.

Otavan sähköinen verkkomateriaali poikkeaa hieman enemmän käytettävyydeltään SannaPron ja Editan tarjoamista materiaaleista. Varsinaista kokonaista sisällysluetteloa

ei ole lainkaan, vaan ensin valitaan haluttu luku, jonka jälkeen avautuu luvun sisällysluettelo, josta klikataan edelleen haluttu alaluku. Tämän jälkeen vasempaan laitaan avautuu luettelo, josta löytyy teoria, tehtävien yleisnäkymä, sekä yksittäiset tehtävät. Kuvassa 6 on osa vasemmanpuoleisesta palkista alaluvulle 1.1. Luettelo jatkuu yksittäisillä tehtävillä.



1.1 Laskutoimituksia kokonaisluvuilla

- Teoria
- Tehtävien yleisnäkymä
- Luo perusta 101

Kuva 6

Muistiinpanoja voidaan tehdä alaluku kohtaisesti. Tehdystä muistiinpanosta jää merkintä koko sivulle, mutta sitä ei voida merkitä tiettyyn kohtaan. Myös teoriasivun väleihin on upotettu muistiinpanoja -ruutuja, joihin voi joko kirjoittaa suoraan tai valita tiedosto. Yliviihaus tai kirjanmerkki työkalua ei Otavalla ole.




Kuva 7


Kisällioppiminen on kaikille ilmainen eikä sivustolle tarvitse kirjautua. Keväällä 2017 julkaistu Beta -versio vaatii kirjautumisen, joka on myös ilmainen. Kisällioppiminen toimii normaalilla verkkoselaimella, ilman lisäohjelmia. Täten sivuja ei pysty itse muokkaamaan lainkaan.

Kisällioppimisella on koko ajan näkyvä yläpalkki (kuva 7), joka toimii myös sisällysluettelona. Yläpalkista avautuu luvun alaluvut; Ensin teoriaosuudet, perään tehtäväsarjat sekä itsearviointitehtävät. Sivustolla navigoidaan vierityspalkin avulla. Kaikkien lukujen alaluvut avautuvat toistensa peräjälkeen. Beta-versiossa, jossa uudistuksena on alapalkki, voidaan piilottaa/avata kaikki tehtävät, teoria tai molemmat.

5.3.2 Teoria

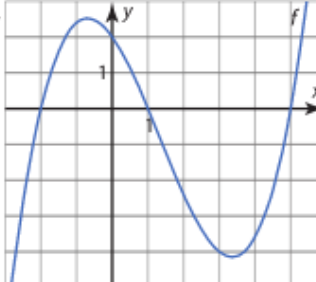
SanomaPron sähköisen verkkomateriaalin teoria on vastaava kuin sen painetun oppikirjan teoria. Lisänä verkkomateriaaliin on upotettu teoriaa visualisoivia appletteja.

ESIMERKKI 2 

 GeoGebra

Kuvassa on erään funktion f kuvaaja. Määritä kuvaajan perusteella

- funktion nollakohdat
- funktion arvo kohdassa nolla
- millä muuttujan x arvoilla funktion arvot ovat positiivisia.



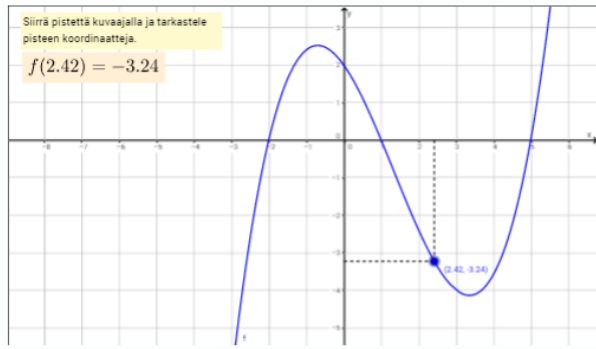
Kuva 8

Kuvassa 8 on esimerkki tehtävästä, johon on upotettu kuvake, josta pääsee tarkastelemaan geogebraalla tehtyä havainnollistusta kyseisestä esimerkkitehtävästä. Kuva 9 on kuvakaappaus geogebra appletista, joka aukeaa pikkuikkunana teorian rinnalle. Appletti havainnollistaa koordinaatiston pisteiden yhteyttä funktion kuvaajaan ja sen saamiin arvoihin. Tarkastelupistettä kuvaajalla voidaan itse liikuttaa, jolloin liikuteltavan pisteen sekä funktion kuvaajan arvot muuttuvat.

GeoGebra: esimerkki 2 ×

Siirrä pistettä kuvaajalla ja tarkastele pisteen koordinaatteja.


$f(2.42) = -3.24$




s a n o m a p r o

Kuva 9

Teorian rinnalle on upotettu myös vaihekuvia, joissa esimerkki esitetään vaihe vaiheelta liukusäädintä säätämällä. Kuvassa 10 on esimerkkitehtävään upotettu vaihekuva ratkaisu -malli. Myös Helsingin Sanomien artikkeleita on upotettu teoriaan, artikkelille sopivaan asiayhteyteen.

ESIMERKKI 2 

 Vaihekuva: ratkaisu

RATKAISU

Laske.

a) $\left(\frac{7}{9}\right)^{-2}$ b) $\left(\frac{1}{3}\right)^{-3}$ c) $\left(2\frac{1}{5}\right)^{-1}$

a) $\left(\frac{7}{9}\right)^{-2} = \left(\frac{9}{7}\right)^2 = \frac{9^2}{7^2} = \frac{81}{49}$

Lasketaan käänteisluvun toinen potenssi.

Kuva 10

Myös Editan teoria osuus on sama painetussa oppikirjassa kuin sähköisessä verkkomateriaalissa. Osaan teorian esimerkkitehtävistä löytyy video, jossa käydään kuvan ja äänen kanssa tehtävä läpi välivaiheineen. Teoriaan on upotettu myös aikaisemmin opittuja määritelmiä (kuva 11). Käsitettä klikkaamalla avautuu ponnahdusikkuna käsitteen viereen, josta selviää aikaisemmin opittu määritelmä.

$$b) f(x) = 9 + 1,55x$$

Funktio

Funktio on sääntö, joka liittää jokaiseen mahdolliseen **muuttujan** arvoon toisen luvun, funktion arvon. Säännön täytyy olla sellainen, että kutakin muuttujan arvoa vastaa vain yksi funktion arvo.

muuttuja
tutkittavasta ilmiöstä tai ominaisuudesta käytetty nimitys

Kuva 11

Otavan teorialat ovat vastaavat sekä painetussa oppikirjassa, että sähköisessä verkkomateriaalissa. Verkkomateriaaliin on lisätty paljon teoriaa havainnollistavia appletteja. Appletit ovat myös merkittynä painettuun oppikirjaan.

Kisällioppimisen teoria sisältää paljon esimerkkitehtäviä, joihin ei ole esitetty ratkaisuja. Teoriassa ei ole hyödynnetty verkon tarjoamia visuaalisia elementtejä, vaan materiaalin saa muutettua suoraan myös kuin painetuksi oppikirjaksi pdf muodossa.


5.3.3 Tehtävät

Tehtävien yhteydessä on SanomaPron oma kaavaeditori, joka kuvakkeen (neliöjuuri-kuvake) kautta avautuu omaan pieneen ikkunaan. Laskut voidaan siis laskea suoraan tehtävänumeroinnin alle (tehtävä sivu näkyy ponnahdusikkuna kaavaeditorin alla), ja valmis ratkaisu voidaan tallentaa. Tallennettu ratkaisu merkitsee kaavaeditorin kuvakkeen tummemmaksi, jonka avulla käyttäjän on helppo havaita, mitä laskuja on jo tarkasteltu (Kuvassa 12 tehtävä 160 sisältää jo tallennetun kaavan).

159. Lukujen k ja n suhteesta tiedetään, että $k : n = 3 : 4$. Kuinka monta prosenttia



- a) suurempi n on verrattuna lukuun k
- b) pienempi k on verrattuna lukuun n ?

 **Vihje: teht. 160**

160. Suureen a arvo 1,5-kertaistuu. Tämän jälkeen saatu arvo kerrotaan luvulla 0,7, jolloin päädytään arvoon b . Kuinka monta prosenttia arvo a on arvosta b ?



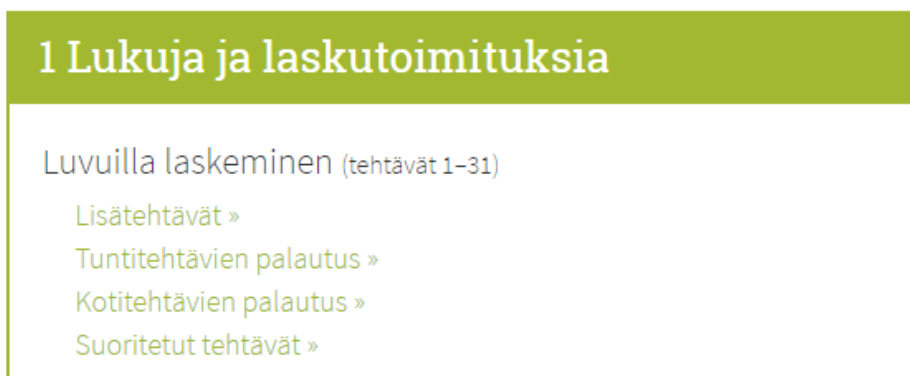
Kuva 12

Jos tehtävät ovat vastaavia, kuin teorian esimerkit, on tehtävänumeron vieressä viittaus esimerkkitehtävään, jonka saa auki ponnahdusikkunaan kuvakkeesta. Vaikeimpiin teh-

täviin saa myös vihjeen tehtävänumeron vierestä, joka avautuu ponnahdusikkunaan (kuvassa 12 tehtävä 160 sisältää vihjekuvakkeen). Painettu oppikirja ei sisällä vihjeitä. Sivun vasemmasta yläkulmasta saa ponnahdusikkunaan auki kyseisen sivun tehtävien ratkaisut. Osaan tehtävistä on myös upotettu video, joka käy kuvan ja äänen kanssa yksityiskohtaisesti tehtävän ratkaisun läpi. Muihin löytyy vastaus -kuvakkeen takaa pelkät lopulliset ratkaisut ilman välivaiheita.

Tehtävien tekeminen kaavaeditoriin tuntuu varsin toimivalta vaihtoehdolta. Kaavaeditori aukeaa omaan ponnahdusikkunaan, jolloin verkkomateriaalia pystyy selata taustalla ilman, että editori katoaa. Itse tehtävänanto ei tosin pysy mukana, eikä sitä pysty esimerkiksi suoraan kopioimaan kaavaeditorille.

Editalla tehtävien ratkaisut löytyvät tehtävisivun alaosasta, josta aukeaa uusi välilehti. Ratkaisuna on pelkkä lopullinen vastaus, ei välivaiheita. Editalla ei ole omaa kaavaeditoria, vaan tehtävät ratkaistaan sähköisen verkkomateriaalin ulkoisessa, itse valitsemassa paikassa. Tehtävät voidaan lähettää opettajalle tarkistettavaksi, tehtävisivun aivan alukulmasta löytyvän painikkeen kautta. Tehtävät palautetaan tiedosto-muodossa. Tehdyt tehtävät voidaan myös merkitä tehdyiksi verkkomateriaaliin klikkaamalla kyllä/ei kappaleen tehtävälisteristä. Läksyksi tulleet tehtävät on mahdollista merkitä läksy-kuvakkeen avulla punaiseksi tehtävä -sivulla. Tehtävien palautusta, tehtävien merkitsemistä sekä itsearviointia varten avautuu kokonaan uusi välilehti. Kuva 13 on malli ensimmäisen luvun, ensimmäisen kappaleen koonnista.



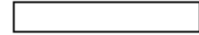
Kuva 13

Otavalla tehtävät löytyvät sekä tehtävien yleisnäköinä, että luvun sisällysluettelosta vasemmasta sivupalkista yksittäisinä tehtävinä. Tehtävätyypistä riippuen tehtävien tekemiseen löytyy vastauskenttä tai vastauskenttä ja mahdollisuus liittää tiedosto. Osan tehtävistä ohjelmisto tarkistaa itse ja antaa välittömän palautteen, loppuihin saa vastauksen näkyviin, kun on kirjoittanut tehtäväkenttään laskuyrityksen Näytä vastaus-kuvakkeesta. Vastauksena on lopullinen ratkaisu, ei välivaiheita. Jokaisen tehtävän jälkeen on myös itsearviointi Ymmärsin tämän. /En ymmärtänyt tätä. Jokaisen luvun päätteeksi löytyy raportti, josta löytyy näkymä, joka ilmoittaa tehdyt tehtävät. Tehdyt tehtävät voi myös itse merkitä vasemmalle sivuun aukeavaan luetteloon mustalla täplällä (Kuvassa 6 sinin ympyrä muuttuu mustaksi, kun sen merkitsee tehdyksi).

[Luo perusta 102](#)

0 / 3 pistettä

0%

[Luo perusta 103](#)

OK

50%



Kuva 14

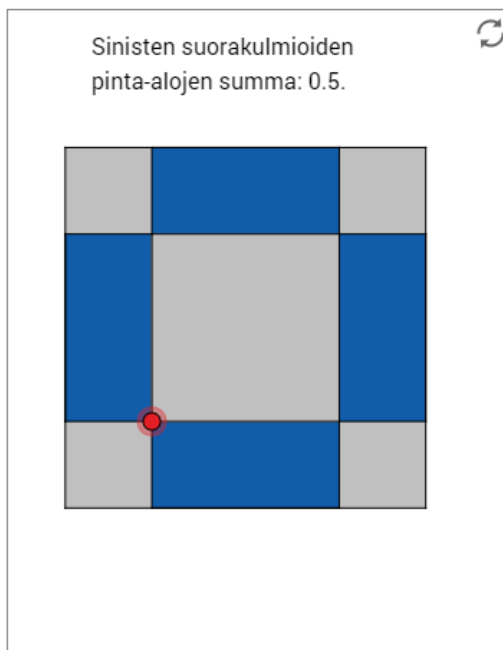
Kuvassa 14 on osa tehtävien raporttia. Luo perusta 102- tehtävä tarkistaa vastaukset ja tekee pisteytyksen automaattisesti. Luo perusta 103- tehtävään on vastattu puolet, sen oikeellisuuden opiskelija pystyy itse tarkistamaan tehtävän yhteydestä löytyvän mallivastauksen avulla.

Jos tehtävään on vihje, saa sen auki kysymysmerkki-painikkeen kautta. Osassa tehtävistä on myös appletteja, jotka visualisoivat tehtävää. Kuvassa 15 on tehtävään lisätty GeoGebralla tehty appletti.

Tehtävien tekeminen verkkomateriaaliin on suhteellisen raskasta, sillä samanaikaisesti saa näkyviin ainoastaan tehtävänannon sekä vastauksen kirjoittamiseen tarjotun alustan. Jos teoriaa haluaa selata, pitää vastauksen kirjoittaminen keskeyttää, ja palata kokonaan omalle teoriasivulle.

622.

Appletti havainnollistaa neliötä, jonka sivun pituus on 1 ja jonka keskellä on toinen pienempi neliö. Pienen neliön sivuja on jatkettu suuren neliön sivuille saakka. Jatkeet rajaavat neljä samankokoista sinistä suorakulmiota.



- a) Muodosta funktio A , joka ilmaisee sinisten suorakulmioiden pinta-alojen summan pienen neliön sivun pituuden x funktiona.

Kuva 15

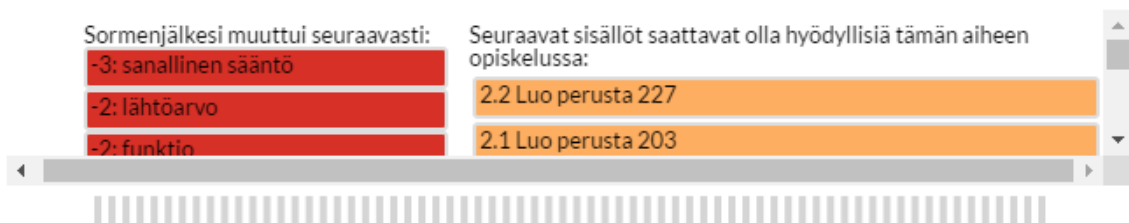
Kisällioppimisessa tehtäviä on upotettu teorian väleihin, sekä omaan lukuun. Teorian väleissä olevat ovat hyvin perustehtäviä, jotka vahvistavat oppimista juuri käsitellystä teoriasta. Oma lukuna olevat tehtävät ovat tehtäväpaketteja, jotka on jaoteltu tehtävän haastavuuden mukaan. Tehtäväpakettien tehtäviin on kaikkiin saatavilla heti tehtävänannon jälkeen vastaus, jonka saa auki vastaus- painiketta klikkaamalla. Vastaus sisältää vain ratkaisun, ei välivaiheita. Tehtävät sisältävät pääasiassa tekstiä ja kuvaa, geogebralla tehtyjä appletteja löytyy muutama koko kurssista.

5.3.4 Itsearviointi

SanomaProlla ei ole erillistä itsearviointia verkkomateriaaleissa. Ainoa elementti mikä löytyy, on tehtävistä saatava välitön palaute tehtävän ratkaisun oikeellisuudesta.

Editalla löytyy tehtävisivulta linkki sähköisiin lisätehtäviin. Ohjelma tarkistaa lisätehtävät ja antaa tehdystä osa-alueesta kokonaispisteityksen. Myös lasketut tehtävät koostaan osa-alueittain, joista on nähtävissä tehtyjen tehtävien määrä kaikista sen luvun tehtävistä. Jokaisen osa-alueen lopusta löytyy itsearviointi lomake, joka kasaa kurssin keskeisimmät tavoitteet. Varsinaista palautetta tästä ei saa, vaan vastaukset jäävät opiskelijalle itse nähtäväksi myöhempää tarkastelua varten.

Otavalla on näistä neljästä verkkomateriaalia tarjoavasta kustantajasta monipuolisin itsearviointi -järjestelmä. Teoria osuuksissa jokaisen esimerkkitehtävän jälkeen on kysely Ymmärsin tämän. / En ymmärtänyt tätä, ja sen jälkeen on tilaa muistiinpanoille. Vastava painike löytyy myös jokaisesta yksittäisestä tehtävästä.



Kuva 16

Oman arvioinnin jälkeen saadaan palaute siitä, kuinka tämän yksittäisen tehtävän ymmärtäminen vaikutti eri osa-alueiden oppimiskokonaisuuteen, sekä mitä sisältöjä kannattaa opiskella kyseisen esimerkkitehtävän perusteella.

Hyvä ++	Teema pääosin hallussa	Alustavaa osaamista
Hyvä +	Osaamista löytyy	Haastava teema
Hyvä osaaminen	Jonkin verran osaamista	Vaikea teema
		Ei tunnistettua osaamista

murtoluku	osamäärä	erotus	analyttinen sääntö	funktion arvo	muuttuja	aika	leikkauspiste
ilman teknisiä apuvälineitä	tulo	eksponentti	logaritmi	tekninen apuväline	funktio	koordinaatisto	laskevasuora
summa	potenssi	kantaluku	eksponenttiyhälö	samankantaiset potenssit	kuvaaja	piste	suora

Kuva 17

Klikkausten perusteella saadaan raportti (kuva 17), josta selviää värikoodauksen avulla; kuinka hyvin kurssin keskeiset käsitteet on ymmärretty kymmenellä eri tasolla.

Kisällioppiminen hyödyntää itsearviointissa opetus.tvn polku-tehtäviä. Polusta löytyy aihealueittain tehtävät, joihin löytyy pisteytysohjeet. Opiskelija voi kirjata saavuttamansa pisteet ja arvioida omaa ymmärrystä. Kaikki kyseisen aihealueen tehtävät suoritettuaan saadaan raportti prosentuaalisesti ratkaistuista tehtävistä, sekä pieni kannustusteksti (Kuva 18).

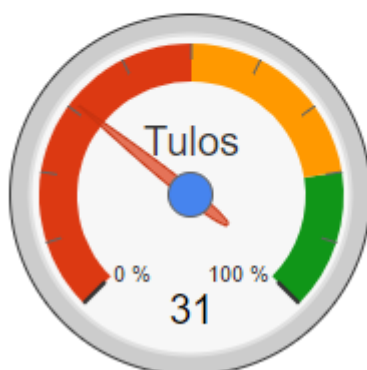
Testi on tarkoitettu kisällioppiminen.fi-sivun MAY1-kurssin itsearviointiin.

Suosittelava osaamistaso:

80%

Teht 1	Teht 2	Teht 3	Tulos	<input type="text"/>
--------	--------	--------	-------	----------------------

Tekemäsi itsearvion pohjalta tuloksesi prosentteina on:



Älä lannistu :) Opit kyllä asiat kun treenaat vähän lisää :)

Kuva 18

6 Luotettavuus

Kysely pyrittiin tekemään mahdollisimman laajalla otannalla, mutta moniportaisten päästösten jälkeen vastaajat ovat hyvin valikoituja. Tämä huomataan tutkimustuloksista; jos koko Suomen pitkän matematiikan lukijoiden määrä olisi yli 60%, ei meillä olisi minkäänlaista ongelmaa pitkän matematiikan lukijoiden suhteen. Täten myös oppimiskokemukset saattavat olla vääristyneitä koko Suomen laajuisesti tarkasteltuna.

Vain verkkomateriaalia käyttäneiden määrä on suhteessa hyvin pieni vain kirjaa käyttäneiden määrään. Yksi opiskelija vastaa noin 1%. Koska opiskelijoita ei voida yhdistää opettajiin, on hyvin mahdollista, että vain verkkomateriaalia käyttäneet ovat vain muutamien opettajan oppitunneilla käyneitä, jolloin osa-alueiden oppimiskokemukseen vaikuttavat suuresti materiaalin lisäksi myös opettaja.

Kysely oli hyvin laaja, oppimiskokemus vain pieni osa sitä. Tutkimuksen kannalta olisi ollut mielekkäämpää keskittyä vain opiskelijoiden kokemuksiin, ja antaa mahdollisesti myös tilaa vapaaseen kommentointiin osa-alueittain.

7 Pohdintaa

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen

1. Onko MAY-kurssilla käytetyllä oppimateriaalilla merkitystä kurssin eri osa-alueiden oppimiskokemukseen?

hypoteesini osoittautui yllättäen hieman vääräksi;

Vain verkkomateriaalia käyttäneet kokevat osa-alueet useammin vaikeaksi kuin vain kirjaa käyttäneet. Osa-alueet, jotka vain kirjaa käyttäneet kokevat useammin vaikeammaksi, ovat: reaalitylvut, peruslaskutoimitukset, murtoluvut ja prosenttilaskenta. Suurimpana erona prosenttilaskennassa 5,9 prosenttiyksikköä. Kaikki muut kahdeksan osa-alueetta koetaan vaikeammaksi vain verkkomateriaalia käyttäneiden keskuudessa. Suurin ero lukujonoissa 11,8 prosenttiyksikköä, pienin ero rekursiivinen lukujono 2,5 prosenttiyksikköä.

Tämä on sinänsä yllättävää. Verkkomateriaalit kun ovat toistaiseksi edelleen pääasiassa opetushallituksen määrittelemän hybridimedian mukaisia; joten oletettavaa olisi, että visualisoinnin ansioista vain verkkomateriaalia käyttävät saisivat enemmän tietoa ja havainnollistavaa materiaalia irti kuin vain kirjaa käyttävät. Myös huomiota herättävää ovat osa-alueet, jotka vain kirjaa käyttävät kokevat useammin vaikeammaksi; reaalitylvut, peruslaskutoimitukset, murtoluvut ja prosenttilaskenta. Nämä kaikki sijoittuvat kurssin alkupään asioihin. Koetaanko verkkomateriaali kenties raskaammaksi käyttää, jonka jälkeen innostus verkkomateriaaleista opiskelemiselle lopahtaa, jonka myötä myös osa-alueet koetaan vaikeammaksi? Tätä teoriaa tukisi Pallasmaan tekemä tutkimus, jonka tuloksena todettiin, että kiinnostus tietokoneavusteiseen oppimiseen laski neljänneksen kurssin suorittamisen jälkeen.

Helpoksi osa-alueet koetaan tasaisemmin eri materiaalia käyttäneiden välillä kuin vaikeaksi kokeminen. Alle kahden prosenttiyksikön erolla ovat osa-alueet: reaalitylvut, yhtälöt, logaritmi ja potenssi, sekä niiden laskeminen, lukujono ja rekursiivinen lukujono. Helpommaksi vain verkkomateriaalia käyttäneet kokevat osa-alueet (suluissa prosenttiyksikkö ero): peruslaskutoimitukset (8,2), prosenttilaskenta (6,8), funktio, kuvaajan piirto ja tulkinta (2,3) ja muotoa $a^x=b$ olevien yhtälöiden ratkaiseminen (7,5). Helpommaksi vain kirjaa käyttäneet kokevat osa-alueet (suluissa prosenttiyksikkö ero): murtoluvut (3), aritmeettinen jono ja summa (5,3) ja geometrinen jono ja summa (4,4).

Erikoista on osa-alueiden helpoksi kokemisen tasaisuus. Vain verkkomateriaalia käyttäneet näyttäisivät kokonaisuudessa jopa kokevan suuremman osan osa-alueista helpommaksi kuin vain kirjaa käyttäneet. Peruslaskutoimitukset, prosenttilaskenta ja muotoa $a^x=b$ olevien yhtälöiden ratkaiseminen koetaan erityisesti helpommaksi verkkomateriaalina. Hyvin mielenkiintoista, koska sinänsä sähköinen verkkomateriaali ei tuo ainakaan vastaavaa visuaalista lisäarvoa kuin esimerkiksi osa-alueeseen funktio, kuvaajan piirto ja tulkinta toisi.

Neutraaleja vastauksia antoi huomattavasti enemmän vain kirjaa käyttäneet kuin vain verkkomateriaalia käyttäneet. Vain kahdessa osa-alueessa; reaalitylvut (23,2% vain kirja, 26% vain verkko) ja murtoluvut (26,1% vain kirja, 31,4% vain verkko) vain verkkomateriaalia käyttäneet ovat vastanneet enemmän neutraalia kuin vain kirjaa käyttäneet. Reaalitylvuissa ja prosenttilaskennassa keskimäärin joka neljäs (n.25%) vastaa neutraali. Lopuissa osa-alueissa vain kirjaa käyttäneistä neutraalin vastauksen antaa yli 30% ja vain verkkomateriaalia käyttäneistä alle 30%. Suurin prosenttiyksiköllinen ero löytyy osa-alueesta muotoa $a^x=b$ olevien yhtälöiden ratkaiseminen; 12,5 prosenttiyksikköä.

Sähköisen verkkomateriaalin käyttäneet ovat myös selkeästi rohkeampia kertomaan mielipiteensä osa-alueista kuin painettua kirjaa käyttäneet. Tämä näkyy huomattavasti pienemmästä neutraalien vastauksien määrästä. Myös Ekononjan teettämän tutkimuksen tulokset tukevat tätä ajatusta; Mitä enemmän oppilas piti TVT:n käytöstä, sitä positiivisempänä hän koki oppimateriaalin käytön. Onko sähköisen verkkomateriaalin käytöstä jo niin selkeä mielipide, että se vaikuttaa myös omaan oppimiskokemukseen, vai onko kenties kirjoista lukeminen jo niin rutinoitunutta, että sen käyttäneiden on jotenkin luontevaa vastata neutraalia?

Toinen tutkimuskysymykseni oli

2. Onko käytetyllä oppimateriaalilla ollut vaikutusta pitkän ja lyhyen matematiikan valinnassa?

Koska monet aikaisemmat tutkimukset rinnastavat oppimisen tuloksen koetuloksiin, voidaan tässä tutkimuksessa rinnastaa valinta pitkän ja lyhyen matematiikan valinta samaan merkitykseen. Sallasmaan teettämä tutkimus kokeilu- ja kontrolliryhmälle osoitti, ettei käytetyllä oppimateriaalilla ole merkitystä koetuloksiin. Samaan tulokseen päädyttiin myös tutkimuksessani; vaikka verkkomateriaalia käyttäneet kokevat monta osa-alueita vaikeammaksi kuin kirjaa käyttäneet, ei se ole vaikuttanut negatiivisesti pitkän matematiikan valintaan.

Kolmas tutkimuskysymykseni oli

3. Löytyykö kustantajien tarjoamista painetuista oppikirjoista ja sähköisistä verkkomateriaaleista eroja?

Suurimmaksi osaksi sähköinen verkkomateriaali on painettua oppikirjaa vastaava, mutta siihen on lisätty visuaalisia appletteja. Appletit ovat upotettu materiaaliin siten, että opiskelija voi itse päättää käyttääkö hän niitä. Voidaan siis todeta, että sisällöllisesti teoria ja tehtävät ovat painetussa oppikirjassa ja sähköisessä verkkomateriaalissa opiskelijan niin halutessaan identtiset. Täten materiaalien sisältö ei selitä tutkimuskysymyksen 1 eroavaisuuksia.

Järkevänä erojen luojana voidaan siis pitää sähköisen verkkomateriaalin käytettävyyttä. SanomaPron sähköinen verkkomateriaali on kuin painettu oppikirja; yksi kirjan aukeama

mahtuu myös tietokoneen näytölle. Editan ja Otavan materiaalit erosivat painetusta oppikirjasta enemmän, sillä niissä navigoidaan vierityspalkin avulla. Verkkomateriaalien käytön opettelussa menee pieni hetki, mutta kaikissa materiaaleissa on tehty selkeät ja johdonmukaiset ratkaisut, joten niiden oppiminen ei ole mahdottomuus.

Hypoteesissani esittämäni ajatus ennakkokäsityksien vaikutuksista astuu voimaan myös tutkimuksen tehtyäni. Erot painettujen oppikirjojen sekä sähköisten verkkomateriaalien välillä on sen verran pienet, että taustalla on pakko olla ajatus siitä; halutaanko verkkomateriaalia käyttää, vai onko se jo alun perinkin vastenmielistä. Ekonoja listaa tulevaisuuden haasteeksi; jotta sähköinen verkkomateriaali toimii hyvin, tulee sen teknisen toteutuksen olla laadukasta: teknisiä ongelmia ei saisi tulla vastaan. Vai voisiko mahdollisesti myös opiskelijoiden käyttämien laitteiden vaikuttavan itse oppimiskokemukseen. Jos esimerkiksi opiskelijan käyttämä kannettava tietokone on hieman hidas, siirtyy turhautuminen laitteesta myös opiskeltavaan asiaan.

7.1 Tutkimuksen merkitys ja jatkotutkimusideat

Tutkimus osoittaa, että sähköinen verkkomateriaalin tuominen MAY-kurssille ei ole vaikuttanut opiskelijoiden jatko-opintoja koskeviin päätöksiin. Painetulla oppikirjalla ja sähköisellä verkkomateriaalilla ei myöskään ole merkittäviä eroja varsinkaan sisällöllisesti. Huolestuttavaa kuitenkin on, miksi verkkomateriaaleja käyttävät ovat kokeneet niin monta osa-aluetta vaikeammaksi kuin painettua oppikirjaa käyttäneet. Jatkotutkimuksena olisi mielenkiintoista lähteä tutkimaan opiskelijoiden ennakkokäsityksiä sähköisiä verkkomateriaaleja kohtaan ja niiden mahdollisia tarkempia vaikutuksia itse oppimiseen.

8 Lähteet

Journaaliartikkeli

Applefield, J. M., Huber, R., & Moallem, M. (2000/2001). Constructivism in theory and practice: Toward a better understanding. *The High School Journal*.

Atjonen, P., I. Halinen, S. Hämäläinen, E. Korkeakoski, G. Knubb-Manninen, P. Kupari, J. Mehtäläinen, A.-M. Risku, M. Salonen, ja T. Wikman. ”Tavoitteesta vuorovaikutukseen. Perusopetuksen pedagogiikan arviointi.” *Koulutuksen arviointineuvost on julkaisu* 30, 2008.

Ekola, J. 1978. Oppikirjan arviointikriteerien kehittäminen peruskoulu 1–4. luokkien opettajien arviointien pohjalta. Research reports N:o 64/1978. University of Jyväskylä. Department of Education.

Ekonoja, A. 2011. Oppikirjan rooli tieto- ja viestintätekniikan opetuksessa. Jyväskylän yliopisto. Jyväskylä Licentiate Theses in Computing 15.

Ekonoja, A. Oppimateriaalien kehittäminen, hyödyntäminen ja rooli tieto- ja viestintätekniikan opetuksessa. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2014.

European Commission. 2013. Survey of Schools: ICT in Education. Benchmarking Access, Use and Attitudes to Technology in Europe’s Schools. Final Study Report, February 2013. Bryssel, Belgia: European Commission.

Heinonen, J. ”Opetussuunnitelmat vai oppimateriaalit - Peruskoulun opettajien käsityksiä opetussuunnitelmien ja oppimateriaalien merkityksestä opetuksessa.” Väitöskirja. Helsingin yliopisto. Soveltavan kasvatustieteen laitos, 2005.

Häkkinen, K. (2002). Suomalaisen oppikirjan vaihteita. Hakapaino Oy, Helsinki.

Ilomäki, L. 2012. Erilaiset e-oppimateriaalit. Teoksessa L. Ilomäki (toim.) *Laatua e-oppimateriaaleihin: E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa*. Helsinki: Opetushallitus. *Oppaat ja käsikirjat* 2012:5, 7–11.

Karjalainen, K. 2006. Laadukasta verkko-oppimateriaalia tuottamassa. Teoksessa J. Muukkonen (toim.) *Oppiva opettaja 3: Verkko-opetusta Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa*. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. *Hallinnon julkaisu* 155, 33–41.

Krnel, D. & Bajd, B. 2009. Learning and E-materials. *Acta Didactica Napocensia*, Volume 2, Number 1, 97–107.

- Michelle Millar & Thomas Schrier (2015) Digital or Printed Textbooks: Which do Students Prefer and Why?, *Journal of Teaching in Travel & Tourism*, 15:2, 166-185
- Mikkilä-Erdmann, M., E. Olkinuora, ja E. Mattila. ”Muuttuneet käsitykset oppimisesta ja opettamisesta : haaste oppikirjoille.” *Kasvatus*, 1999.
- Määttä, K. 1984. Oppimateriaalin käyttö ja valinta. Helsingin yliopisto. Kasvatustieteiden osaston julkaisuja C 4. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Perkkilä, P. 2002. Opettajien matematiikkauskomukset ja matematiikan oppikirjan merkitys alkuopetuksessa. Jyväskylän yliopisto. *Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research* 195.
- Pingel, F. 2010. UNESCO Guidebook on Textbook Research and Textbook Revision. 2nd revised and updated edition. Pariisi: UNESCO & Braunschweig: Georg Eckert Institute for International Textbook Research.
- Ross, R. J. & Grinder, M. T. 2002. Hypertextbooks: Animated, Active Learning, Comprehensive Teaching and Learning Resources for the Web. Teoksessa S. Diehl (toim.) *Software Visualization, LNCS 2269*. Berliini: Springer, 269– 283
- Sallasmaa, P., Mannila, L., Peltomäki, M., Salakoski, T., Salmela, P. & Back, R-J. 2011. Haasteet ja mahdollisuudet tietokonetuettuun matematiikan opetukseen. Teoksessa M. Kankaanranta (toim.) *Opetusteknologia koulun arjessa*. Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos, 125–137.
- Sallasmaa, P., Liimatainen, T., Mannila, L., Peltomäki, M., Salakoski, T., Salmela, P. & Back, R-J. 2011. Interaktiivinen oppimisympäristö matematiikan opetukseen – kokemuksia ja tulevaisuuden haasteita. Teoksessa M. Kankaanranta & S. Vahtivuori-Hänninen (toim.) *Opetusteknologia koulun arjessa II*. Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos, 101–120.
- Tapola, A. & Veermans, M. 2012. Herätä ja tue kiinnostusta ja motivaatiota. Teoksessa L. Ilomäki (toim.) *Laatua e-oppimateriaaleihin: E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa*. Helsinki: Opetushallitus. *Oppaat ja käsikirjat 2012:5*, 74–81.
- Törnroos, J. 2004. Opetussuunnitelma, oppikirjat ja oppimistulokset – seitsemänn luokan matematiikan osaaminen arvioitavana. Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos. *Tutkimuksia* 13.

Teos ilman tekijää

LOPS-matematiikka (2016). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2016*. Helsinki: Opetushallitus.

Opetushallitus. 2005. Verko-oppimateriaalin, laatukriteerit. Helsinki.

Opetushallitus. 2011. Tieto- ja viestintäteknikka opetuskäytössä - Välineet, vaikuttavuus ja hyödyt. Tilannekatsaus toukokuu 2011. Muistiot 2011:2. Helsinki.

Opetushallitus. 2012a. EDU.fi: E-oppimateriaalin laatukriteerit. [Viitattu 23.5.2017] Saatavana WWW-muodossa: <URL: http://www.edu.fi/verko_oppimateriaalit/e-oppimateriaalin_laatukriteerit>

Opetushallitus. 2012b. Luonnos perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiksi 2014 (sisällysluettelo ja luvut 1–5), 14.11.2012. Saatavana WWW-muodossa:< URL: http://www.oph.fi/download/146131_Luonnos_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteiksi_VALMIS_14_11_2012.pdf>

Kirja

Halinen, Hähköniemi, Juhala, Kurvinen, Louhikallio-Fomin, Luoma-aho, Ottelin, Parmanen, Raittila, Tauriainen, Tikka, Vallineva (2016). *MAY1 – luvut ja laskutoimitukset*. Helsinki: Otava.

Ekonen, Hassinen, Heiskanen, Hemmo, Kaakinen, Tahvanainen, Taskinen (2016). *Yhteinen tekijä, lukion matematiikka 1*. Helsinki: SanomaPro Oy.