MATEMATIIKAN VERKKO-OPPIMISYMPÄRISTÖ MATEMATIIKAN OPPIMISEN TUKENA AMMATTIKORKEAKOULUSSA

Ilkka Heikkinen & Kati Räisänen

Pro Gradu -tutkielma

Syyskuu 2008

Matematiikan laitos

Jyväskylän yliopisto

Sisällys

Esipuhe

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoitus on tutkia matematiikan verkko-oppimisympäristöä, joka on toteutettu opetusministeriön ja neljän ammattikorkeakoulun rahoittamana. Tutkielman toivomme näyttävän suuntaviivoja sille, kuinka verkko-oppimisympäristöstä saadaan laadukas ja opiskelijan kannalta mukava kokonaisuus nimenomaan matematiikan näkökulmasta katsottuna. Itse tutkielman tekeminen on lisännyt huomattavasti tietämystämme matematiikan luonteesta, ainedidaktiikasta ja sen soveltamisesta verkkoon nykytekniikan mahdollistamien keinojen avulla.

Haluamme kiittää verkko-oppimisympäristön toteutuksessa mukana ollutta kolmea insinööriopiskelijaa hauskoista yhteisistä hetkistä mielenkiintoisen projektikokonaisuuden parissa. Kiitokset myös toimialajohtaja Juha Rissaselle, joka antoi mahdollisuuden osallistua tällaiseen projektiin ja pro gradu -tutkielman tekemiseen. Erityiskiitokset Kauko Hihnalalle, joka otti tämän pro gradu -tutkielman ohjattavakseen. Haluamme kiittää tässä myös testiryhmän opettajaa, joka osoittautui loistavaksi henkilöksi. Hänen kanssaan kahvipöydässä käydyt keskustelut matematiikasta, pedagogiikasta ja muusta mukavasta jäivät mieleen vahvasti.

Jyväskylässä syyskuussa 2008

Ilkka Heikkinen ja Kati Räisänen

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen lähtökohtia

Etäopetus aloitettiin 1800-luvulla kirjeopetuksella ja se on tekniikan kehittyessä muuttunut tietoverkkojen välityksellä tapahtuvaan opetukseen (Immonen, 2000). 1990 -luvulta lähtien verkko-opetus ja -opiskelu on lisääntynyt huimaa vauhtia ja sen merkitys on korostunut tietoyhteiskunnassa. Verkko-oppimisympäristöjen käyttö tuo opetukseen innostavia uudenlaisia mahdollisuuksia. Verkkokeskustelut, tiedon jakaminen verkko-oppimisympäristön avulla ja opiskelijoiden mahdollisuus toisiltaan oppimiseen harjoitusten ja ajatusten jakamisen avulla avaavat sekä opettajalle että opiskelijalle uuden tien opetettavan asian yhteiseen käsittelyyn, tiedon arviointiin ja oppimiseen. Kannustamalla opiskelijoita aktiiviseen opittavan tiedon käsittelyyn voidaan oppimistapahtumaa ohjata syvemmäksi ja rikkaammaksi. Tieto- ja viestintätekniikka ei kuitenkaan itsessään tee opetuksesta laadukasta eikä se yksin auta opiskelijoita oppimaan. Verkkokurssin erilaisuus lähiopetukseen verrattuna tuo mukanaan omat haasteensa, mutta kun opetus on suunniteltu hyvin ja pedagogiset ratkaisut tukevat oppimistavoitteiden saavuttamista, niin tieto- ja viestintätekniikkaa voidaan käyttää onnistuneesti opetuksen ja oppimisen tukena (Nevgi, Löfström ja Evälä, 2005).

Verkko-opetuksesta on tehty paljon tutkimuksia, mutta niissä on keskitytty pohtimaan yleisesti verkko-opetuksen suunnittelua, toteutusta ja arviointia. Eri oppiaineiden tietorakenteiden erilaisuutta ei kuitenkaan ole otettu huomioon näissä tutkimuksissa. Niinpä tämä tutkimus keskittyy erityisesti matematiikan verkko-oppimismateriaalin tuottamiseen mm. ainedidaktiikan tutkimuksen pohjalta.

1.2 MATO-projekti

Tässä tutkielmassa käsitellään ns. MATO-projektin (matemaattis-luonnontieteelliset tekniikan opinnot) verkko-oppimisympäristön, sekä sen materiaalin suunnittelua ja testausta. MATO-projekti on osittain opetusministeriön rahoittama neljän ammattikorkeakoulun yhteinen hanke, jonka tarkoituksena on yhtenäistää matemaattis-luonnontieteellistä perusopetusta ja järjestää yhteinen virtuaalinen oppimisympäristö. Hankkeen tavoitteena on parantaa insinööriopiskelijoiden läpäisyä matemaattis-luonnontieteellisissä opinnoissa tekemällä ainakin matematiikan insinööriopintojen perusopetukseen yhteistä virtuaalimateriaalia. Tällä pyritään paitsi lisäämään opiskelijoiden mahdollisuuksia opiskella virtuaaliympäristössä ajasta ja paikasta riippumatta myös parantaa alisuorittajien sekä aikuisopiskelijoiden mahdollisuuksia läpäistä kurssit ja suorittaa kesken jääneitä opintoja. Hankkeen tuloksena tavoitellaan laadukasta verkko-oppimisympäristöä niin laadullisesti kuin pedagogisestikin. Tarkoituksena on saada tuotettua uutta pedagogisesti osallistavaa ja monimuoto-opetukseen soveltuvaa materiaalia ja kiinnittää huomiota etenkin opettajien ja opiskelijoiden väliseen dialogiin.

1.2.1 MATO -projektin suunnittelu ja toteutus

Keskityimme MATO-projektissa, ja siten myös tässä tutkielmassa, oppimisympäristön pedagogisen puolen suunnitteluun ja sisällön tuottamiseen. Itse toteutuksesta vastasi pääasiassa eräs ammattikorkeakoulun ohjelmistoakatemian insinööriopiskelija. Apuna oli myös kaksi muuta ohjelmistoakatemian insinööriopiskelijaa, joista toinen vastasi hallinnon toteuttamisesta. Virtuaalioppimisympäristö toteutettiin Adobe Flash CS3 Professional -ohjelmalla. Komentosarjakielenä käytettiin ActionScript 2.0 ja 3.0 kieliä. Hallintapuoli on toteutettu PHPkomentosarjakielellä ja MySQL-tietokannan avulla. Toteutuksesta tulee myös kaksi ammattikorkeakoulun opinnäytetyötä.

Lähdimme suunnittelemaan opetusympäristöä ja pedagogista käsikirjoitusta verkko-opetuksen laatukäsikirjan (Nevgi, Löfström ja Evälä, 2005), verkko-opetuksen laadunhallinnan ja laatupalvelun (VOPLA-laatupalvelu, 2006) sekä sosiokonstruktiivisen oppimiskäsityksen avulla hyödyntäen myös erilaisia pedagogisia malleja. Tarkoituksenamme oli siis uusimman verkko-opetuksen teoriatiedon avulla suunnitella, toteuttaa ja arvioida tuottamaamme verkkomateriaalia ja siten saada tuotettua mahdollisimman laadukas kokonaisuus. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että meidän valintojamme ja ratkaisujamme ohjasivat perustellut didaktiset periaatteet, uudenlaisten verkkoon soveltuvien opetuksen ja opiskelun mallien, menetelmien ja käytänteiden noudattaminen sekä tietysti MATO-projektin tavoitteiden toteutuminen. Loimme erityisesti verkkoon soveltuvaa ja interaktiivista materiaalia kursseille matematiikan perusteet ja insinöörimatematiikka 1. Päätavoitteemme oli suunnata materiaali tukimateriaaliksi opiskelijoille, joille matematiikka tuottaa ongelmia. Syksyllä 2008 teimme käyttäjäkyselyn opiskelijoille, jonka perusteella arvioimme toteutuksemme laatua – mikä onnistui ja missä on parantamisen varaa? Näin saimme selville miten opiskelijat kokivat verkko-opetuksen ja opiskelun toteutuneen.

1.3 Tutkimuksen keskeisiä käsitteitä

Ammattikorkeakoulu on työelämäsuuntautunut korkeakoulu. Ensimmäiset ammattikorkeakoulut Suomessa aloittivat toimintansa vuonna 1996.

Verkkodidaktiikka tutkii verkko-oppimisympäristössä toteutettua opetusta, opetusmenetelmiä, opetussuunnitelmia, verkkokurssien rakenteita ja pedagogisia ratkaisuja (Nevgi, Lindblom-Ylänne & Kurhila, 2002).

Verkkopedagogiikka on tieto- ja viestintätekniikan soveltamista opetuksessa ja oppimisessa.

Verkko-opetuksella tarkoitetaan opetusta, opiskelua ja oppimista, jota tuetaan tai jonka jokin osa perustuu tietoverkkojen, erityisesti internetin kautta saataviin tai siellä oleviin tai sinne opetus- ja opiskeluprosessin aikana tuotettuihin aineistoihin ja palveluihin (Tella ym. 2001; Vahtivuori-Hänninen ym. 2004)

Verkko-oppimisympäristö Verkko-oppimisympäristöllä tarkoitetaan joko internet- tai intranet-verkkoon luotua verkkosivustoa, joka tarjoaa opiskelijalle ja opettajalle yhteisen virtuaalisen toimintatilan opiskelua ja opetusta varten. Verkko-oppimisympäristö sisältää yleensä seuraavia ominaisuuksia: teksteistä, grafiikasta ja multimediasta rakentuvan monimuotoisen, hypertekstirakenteisen oppimateriaalin, samanaikaisen ja eriaikaisen kommunikaation mahdollistavia toimintoja, kuten sähköposti, CHAT-keskustelutilan tai videokonferenssin sekä verkossa olevien materiaalien säilytyksen, hallinnoinnin ja ylläpidon toiminnot (Nevgi & Tirri, 2003).

1.4 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää muun muassa parantaako monimuoto-opetuksena toteutettu verkkoavusteinen matematiikan kurssin pitäminen kurssista suoriutumista. Tarkoitus on myös tutkia opiskelijoiden mielipiteitä ja kokemuksia esimerkiksi MATO-verkkomateriaalista ja monimuoto-opetuksesta yleisesti. Tutkimuksen on täten mahdollista näyttää suuntaa toimiviin verkkopedagogisiin ratkaisuihin matematiikan opettamisessa. Tehdyssä verkkomateriaalissa on otettu huomioon myös ne opiskelijat, joille matematiikka on vaikeaa. Tämän perusteella tutkimuksesta voi siten olla hyötyä suunniteltaessa matemaattista verkkomateriaalia heikommille oppilaille.

2 Oppimiskäsitysten tarkastelua

2.1 Behavioristinen oppimiskäsitys

Oppimiskäsitysten tarkastelu on luontevaa aloittaa tarkastelemalla hieman behavioristista oppimiskäsitystä. Behavioristisesta oppimisnäkemyksestä on kaikilla varmastikin kokemusta, erityisesti oppijan roolista käsin katsottuna. Behaviorismin mukaisen opetuksen yleispiirteitä ovat ainakin opettajan merkittävä asema tiedonjakajana, oppilaan passiivinen rooli tiedon vastaanottajana, oppimisen mitattavuus ja vahvistamisen periaate. Ihmisen oppimisprosessi onkin behaviorismin mukaan verrattavissa eläimen oppimisprosessiin (Kauppila, 2007). Oppija nähdään tyhjänä tauluna eli tabula rasana, johon tieto saadaan kirjoitettua ulkoapäin ohjattuna prosessina. Oppiminen nähdään ärsyke-reaktio-yhdistelmänä, jonka jälkeen annetaan välitön palaute eli vahvistaminen (Tynjälä, 2002). Vahvistaminen voi olla positiivista tai negatiivista palautetta; toivotusta käyttäytymisestä annetaan palkkio ja ei-toivotusta käyttäytymisestä rangaistaan.

Behavioristisella oppimiskäsityksellä on kuitenkin varjopuolensa. Yhtenä huonona puolena voidaan pitää opettajan aivan liian suurta ajatuksellista ja älyllistä vastuuta verrattuna oppilaaseen (Kauppila, 2007). Lisäksi oppimisen mittaaminen ja arviointi perustuu liikaa pienten kokonaisuuksien hallintaan. Tällainen määrällisiin seikkoihin keskittyminen laadullisten sijaan ja sen palkitseminen arvioinnissa ei ainakaan edesauta oppijan kehittymistä monimuotoisen tiedon tuottajaksi, vaan se pikemminkin tekee oppijasta kapea-alaisen tiedon hallitsijan. Arvostelijoiden mielestä behaviorismi jättääkin ymmärtämistä koskevat asiat liian vähäiselle käsittelylle (Kauppila, 2007). Vaikka behavioristista oppimiskäsitystä on kritisoitu ajan kuluessa yhä enemmän ja enemmän, voidaan sen sanoa pitäneen pintansa koulumaailmassa. Ei ole myöskään kaukaa haettua sanoa sen olevan edelleenkin vallassa oleva oppimiskäsitys. Mistä behavioristisen opetuksen yleisyys sitten johtuu? Yhtenä tekijänä on varmastikin opetuksen tehokkuus, ei niinkään oppimisen kannalta, vaan asioiden ja opetustavoitteiden etenemisen kannalta. Behavioristinen opetus mahdollistaa tiukan aikataulun mukaisen etenemisen ja suuren asiamäärän sisällyttämisen tiukkaan kurssikokonaisuuteen. Esimerkiksi lukion pitkän matematiikan kurssit ovat asiasisällöltään niin hektisiä, ettei välttämättä ole mahdollista käyttää ajallisesti hitaampaa, mutta oppimisen kannalta parempaa opetusta. Siten voisikin ajatella, että jo opetussuunnitelmat ja niiden aikataulut kanavoivat osaltaan opetusta juuri behavioristiseen suuntaan. Toisena tekijänä behavioristisen opetuksen yleisyyteen on se, että se on opettajan kannalta helppoa ja selkeää toteuttaa. Se saattaa tuntua jopa luonnolliselta tavalta opettaa, koska sitä esiintyy runsaasti ja jokainen on sitä kokenut runsaasti oppijan näkökulmasta. Tähän tarvitaankin opettajalta avarakatseisuutta, jottei uraudu tuttuun ja turvalliseen behavioristiseen opetusteoriaan. (Kauppila, 2007).

2.2 Humanistis-kokemuksellinen oppimiskäsitys

Kokonaisvaltaisen eli humanistisen oppimiskäsityksen ja siihen perustuvan kokemuksellisen oppimiskäsityksen katsomme Kauppilan lailla olevan niin lähellä ja kytköksissä toisiinsa, että käsittelemme ne yhteisenä humanistis-kokemuksellisena oppimiskäsityksenä. Puhuttaessa humanistis-kokemuksellisesta oppimiskäsityksestä voidaan ajatella, että puhutaan humanistisesta oppimiskäsityksestä ja kokemuksellisesta oppimiskäsityksestä. Humanistis-kokemuksellisen oppimiskäsityksen mukaan jokaisessa ihmisessä on potentiaali ainutkertaiseen persoonaan, joka puhkeaa kukkaan opetuksen ja kasvatuksen avulla (Rauste-Von Wright, 1997). Tässä oppimiskäsityksessä opettajan rooli muuttuu enemmän ohjaajaksi. Oppilaan oppimiskokemuksessa korostuu luovuus ja omaehtoisuus, ja siten oppiminen on vapaamuotoisempaa ja vähemmän kontrolloitua. Oppilaan oma toiminta nousee siis tärkeämpään rooliin oppimisessa. Humanistisessa oppimiskäsityksessä oppilaiden kokemukset ja elämykset ovat tärkeässä roolissa (Rauste-Von Wright & Von Wright & Soini, 2003). Tämän takia kokemuksellinen oppimiskäsitys perustuukin hyvin pitkälle humanistiseen teoriaan ja se onkin tietynlainen humanistisesta teoriasta johdettu teoria painotettuna kokemuksella. Humanistisen teorian mukaan oppiminen tapahtuu pääasiassa ryhmissä, joissa kokemuksia jaetaan ja näin yhteen kootut kokemukset laajentavat kunkin oppilaan tietovarastoa ja ymmärrystä (Kauppila, 2007).

Humanistiseen teoriaan perustuvan kokemuksellisen oppimiskäsityksen tunnetuin tutkija on David Kolb, jonka kehittämä kokemuksellisen oppimisen malli sisältää neljä tasoa. Omakohtaisen kokemuksen taso, reflektiivisen havainnoinnin taso, abstraktin käsitteellistämisen taso ja kokeilevan aktiivisen toiminnan taso. Kolbin mukaan kokemuksellinen oppiminen on syklinen kehä, johon nämä tasot kuuluvat. Tieto ja ymmärrys laajenee ja syvenee näin asteittain tässä syklisessä kehässä (Kolb, 1984).

Humanistis-kokemuksellisessa oppimisessa tärkeänä oppimisen lähtökohtana nähdään myös oppilaan motivaatio sekä yhteistoiminnallisuus. Humanistinen ja siihen perustuva kokemuksellinen oppimiskäsitys pitävät siis sisällään hyvin paljon samoja kriteereitä, ja siten on perusteltua laittaa ne yhden humanistis-kokemuksellisen oppimisnäkemyksen alle. Nimensä mukaisesti kokemuksellinen oppimiskäsitys kuitenkin korostaa kokemusta oppimisen lähtökohtana hieman enemmän kuin humanistinen oppimiskäsitys.

2.3 Kognitiivinen oppimiskäsitys

Kognitiivinen oppimiskäsitys lähtee ajatuksesta, jossa oppilas ajatellaan tiedon prosessoijana, kognitiivisena olentona, joka asettaa itselleen tavoitteita ja ohjaa omaa toimintaansa. Kognitiivisen käsityksen mukaan jokaisella ihmisellä on oma tyylinsä oppia ja siten se sallii erilaiset oppimistyylit. Tämän teorian mukaan tieto muodostuu prosessina, jossa oppija valikoi, tulkitsee, havainnoi ja konstruoi erilaista tietoa. Humanistis-kokemuksellisen oppimiskäsityksen lailla kognitiivisen käsityksen mukaan motivaatio ja aikaisempi kokemus on merkittävässä roolissa oppimisprosessissa. Motivaatio ja oppilaan kiinnostus on tärkeää, jotta oppilas saa käsittelemälleen tiedolle merkitystä ja se sulautuu näin jouhevammin oppilaan ajatteluun ja tiedonkäsittelyprosessiin (Rauste-Von Wright, 1997).

Kognitiivisesta oppimiskäsityksestä puhuttaessa käsite skeema nousee usein esille, ja se on merkittävässä roolissa kognitiivisessa oppimiskäsityksessä. Skeema on lyhyesti sanottuna yksilön aikaisempiin kokemuksiin ja tietoihin perustuva sisäinen tietorakenne tai eräänlainen tietokokonaisuus (Kauppila, 2007). Esimerkiksi jos näemme linnun, niin esille nousee skeema, eli sisäinen tietorakenne linnusta. Tähän skeemaan kuuluu mahdollisesti käsitys siitä, että lintu osaa lentää ja se tekee pesän, jossa se munii munia. Jos eteen tulee myöhemmin lintu, joka ei osaa lentää, niin mieleen syntyy tiedollinen ristiriita. Tämän ristiriidan ratkaisuna syntyy uusi skeema linnuista, jossa lintu käsitetään laajempana kokonaisuutena. On siis lintuja, jotka osaavat lentää ja lintuja, jotka eivät osaa lentää. Kognitiivisessa oppimisteoriassa uusi tieto on siis riippuvaista aikaisemmasta tiedosta ja oppimisen tuloksena syntyy skeemoja.

Oppijan rooli on aktiivinen tiedonprosessoija ja tieto käsitetään myös erilaisena verrattuna behavioristiseen oppimiskäsitykseen. Tieto ei ole samanlaista oppilaan päähän ulkoisesti siirrettävää ”materiaalia”, vaan se syntyy prosessissa, jossa oppilas itse on aktiivisessa ja merkittävässä roolissa (Rauste-Von Wright, 1997).

2.4 Konstruktiivinen oppimiskäsitys

Konstruktiivisessa oppimiskäsityksessä on hyvin paljon samoja periaatteita kuin humanistis-kokemuksellisessa ja kognitiivisessa oppimiskäsityksessä.

Konstruktivismissa oppija rakentaa uutta tietoa aikaisempien tietojen ja kokemuksien pohjalta, ja siten rooli on muuttunut tiedon vastaanottajasta aktiiviseksi toimijaksi. Konstruktiivisessa oppimiskäsityksessä keskeistä on ymmärtämien, ajattelu ja tiedon työstäminen. Oppiminen on siis aktiivista tiedon prosessointia, jossa prosessin ytimessä on tiedon konstruointi eli rakentaminen (Tynjälä, 2002). Oppimista auttaa tiedon kontekstuaalisuus, eli liittäminen tilanteisiin ja ympäristöön, jossa sitä oikeasti käytetään. Jo konstruktivismin alkulähteillä esimerkiksi John Dewey oli sitä mieltä, että kontekstuaalisuus ja ongelmalähtöisyys on tärkeää. Kontekstuaalisuutta tarvitaan, jotta saadaan suunnattua oppilaan mielenkiinto opittavaan kohteeseen (Kauppila, 2007). Kun oppilaalla on mielenkiintoa kyseiseen asiaan, on hänellä myös mahdollisesti jo kokemuksia siitä, ja näin saadaan myös kokemuksellisuuden aspekti mukaan oppimiseen.

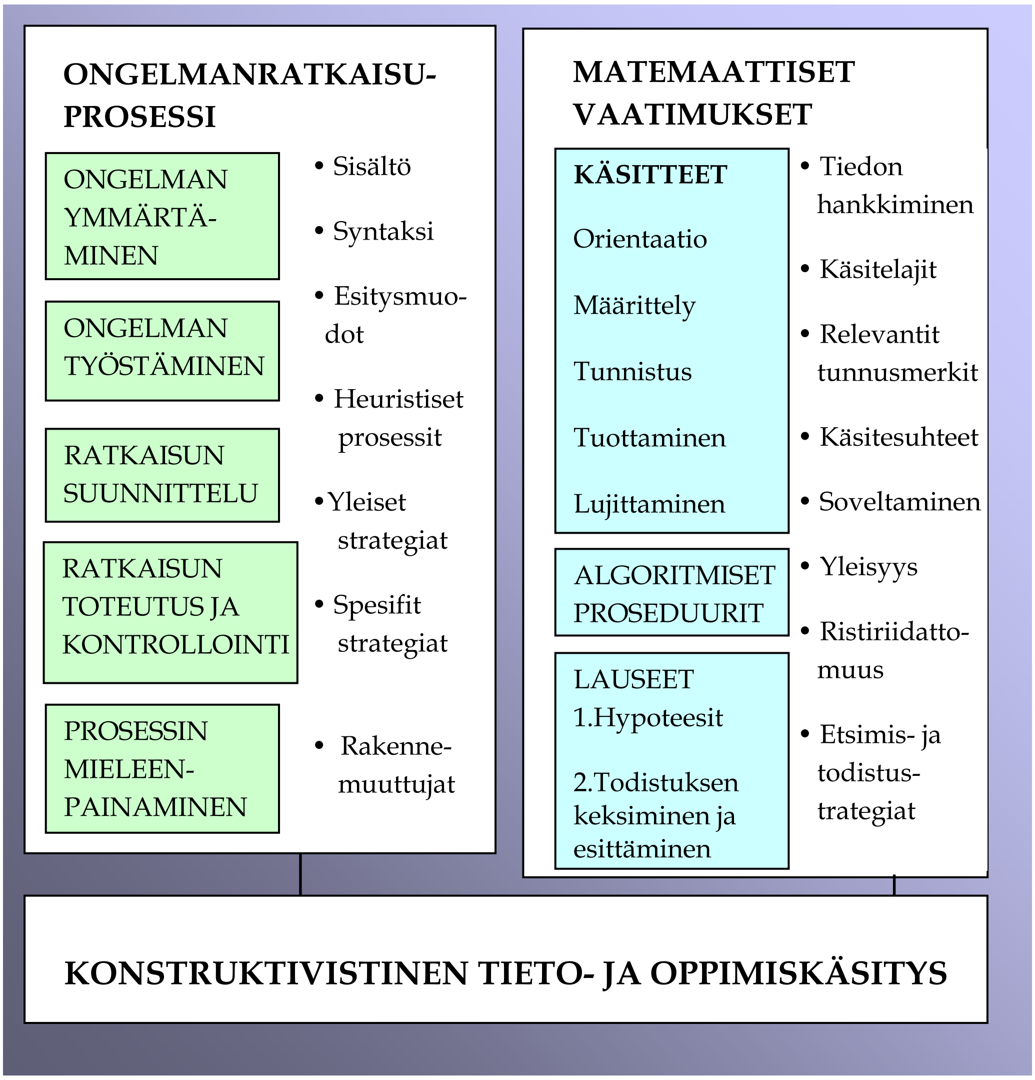
2.4.1 Tiedon dynaaminen luonne ja oppijan metakognitiiviset taidot

Jerome Brunerin mukaan tiedolla on dynaaminen, muuttuva ja suhteellinen luonne. Tämän mukaan tieto ei välity sellaisenaan toiselle, vaan tieto rakentuu jokaiselle omalla tavallaan. Tiedon dynaamisuus riippuu siten oppijan persoonallisuudesta ja siitä, kuinka se ohjaa tiedon rakentumisprosessia (Bruner, 1966). Konstruktivismiin kuuluu myös erilaisten näkökulmien monipuolinen huomioon ottaminen. Esimerkiksi matematiikassa tämä näkyy siten, että erilaiset ratkaisuvaihtoehdot täytyy hyväksyä tasapuolisesti, eikä ole olemassa vain yhtä oikeaa tapaa ratkaista ongelmaa. Myös oppimisen arviointi monipuolistuu konstruktivismissa. Arviointi ei ole pelkästään behaviorismille ominaista mittaamista, vaan se on kokonaisvaltaisempaa, jossa on sekä oppilas että opettaja mukana (Rauste-von Wright & von Wright, 1994).

Konstruktivismin yhteydessä puhutaan usein käsitteestä metakognitio. Metakognitiolla tarkoitetaan yksilön tietoa omista tiedonkäsittelytaidoistaan, kuten ajattelusta ja muistista. Konstruktivismissa oppijan rooli on muuttunut enemmän itseohjautuvaksi ja metakognitiiviset taidot ovat siten tärkeitä oppimisen kannalta. Näiden taitojen avulla oppija pystyy seuraamaan ja ohjaamaan omaa oppimisprosessiaan (Salovaara & Järvelä, 1997).

2.4.2 Systemaattinen konstruktivismi

Konstruktivismista ja sen suhteesta matematiikkaan puhuttaessa on aiheellista ottaa esille systemaattinen konstruktivismi. Systemaattinen konstruktivismi voidaan käsittää kokonaisuutena, jossa yhdistyy nykyaikainen konstruktivistinen oppimiskäsitys ja matematiikan tietorakenteet. Systemaattista konstruktivismia on havainnollistettu kuviossa 1. Sen mukaan systemaattinen konstruktivismi on jaettu kolmeen elementtiin. Ensimmäisessä osassa koulumatematiikka jaetaan matemaattisiin käsitteisiin, algoritmisiin proseduureihin ja matemaattisiin lauseisiin. Näillä kaikilla on puolestaan erilaiset matemaattis-loogiset vaatimukset ja siten tiedon konstruktiossa syntyvät ongelmanratkaisuprosessit ovat myös luonteeltaan erilaisia. Toisessa elementissä käsitellään ongelmanratkaisuprosesseja ja kolmannessa elementissä konstruktivistista tieto- ja oppimiskäsitystä (Haapasalo, 1997).



Kuvio 1. Systemaattisen konstruktivismin viitekehys (Haapasalo, 1997)

2.5 Sosiokonstruktiivinen oppimiskäsitys

Kuten jo aiemmin ilmeni, humanistis-kokemuksellisella, kognitiivisella ja konstruktiivisella oppimisnäkemyksellä on paljon yhtäläisyyksiä. Tähän päälle voidaan laittaa vielä sosiokonstruktiivinen oppimisnäkemys, joka perustuu näihin kolmeen näkemykseen (Kauppila, 2007). Siihen sisältyy nimensä mukaisesti vahvasti myös sosiaalisuuden aspekti.

Sosiokonstruktivismissa olennaista on opiskelijan osallistuminen vuorovaikutukseen ja yhteiseen toimintaan (Tynjälä, 2002). Kauppilan mukaan sosiaalinen konstruktionismi korostaa yksilöllisen tiedon erilaisia muotoja ja niiden kehittymistä yhteisöllisten ehtojen kautta, kun taas sosiaalinen konstruktivismi käsittelee puolestaan yhteisöllisen tiedon tasoja ja tieteellisen tiedon kehittymisen ehtoja. Käsite sosiokonstruktivismi kokoaa nämä käsitteet yhteen (Kauppila, 2007). Sosiokonstruktivismissa opettajan rooli on enemmän ohjaaja ja oppimistilanteiden organisoija. Monet sosiokonstruktiivisen käsityksen kehittäjistä ovat nostaneet kielen suureen rooliin tiedon sosiaalisessa rakentumisessa. Kieli onkin luultavasti merkittävin tekijä sosiaalisessa vuorovaikutuksessa ja sosiaalisten verkostojen muotoutumisessa. Sosiokonstruktivismin mukaan oppiminen tapahtuu siis vuorovaikutuksessa, kuitenkin niin, että jokaisen yksilöllinen kokemus on suuressa roolissa. Tieto rakentuu konstruktiivisen käsityksen pohjalta aiemmin opitun päälle ja tiedon muodostusprosessi on jokaisella yksilöllinen ja ainutlaatuinen. Ympäristö, jossa oppiminen tapahtuu, on sosiaalinen ja vuorovaikutus toisten kanssa mahdollistaa ja edesauttaa tätä oppimista (Kauppila, 2007).

Jos ajatellaan ihmisen luonnollista oppimisprosessia kautta aikojen, niin siinä on hyvinkin paljon sosiokonstruktiivisia piirteitä. Esimerkiksi elinkeinojen harjoittaminen tai metsästys on opittu sosiaalisessa vuorovaikutuksessa. Arkipäivän tiedon oppiminen perustuukin hyvin paljon sosiaaliseen vuorovaikutukseen ja siten voidaan ajatella, että ihminen oppii arkitietoa pääosin sosiokonstruktiivisen viitekehyksen sisällä. Luonnontieteellisen tieto on puolestaan luonteeltaan enemmän kaavamaista ja koulumaista, ja siten behavioristinen käsitys on helposti saanut otteen tämäntyylisestä tiedosta. Tieto on kerran rakennettu ja se on kohtuullisen helposti siirrettävissä oppilaille siten, ettei heidän tarvitse konstruoida sitä uudelleen (Kauppila, 2007).

2.5.1 Motivaation merkitys oppimisessa

Sosiokonstruktivismissa oppilaan motivaatio ja oma kiinnostus on merkittävässä roolissa oppimisessa. Kaikkia ei kuitenkaan välttämättä kiinnosta esimerkiksi matematiikka, ja siten oppimistilanteen saaminen hedelmälliseksi on haasteellisempaa. Sosiokonstruktivismin edellyttämä kontekstuaalisuus onkin yksi keino pienentämään tätä haasteellisuutta. Oppilaan mielenkiinto asiaan saadaan naulittua liittämällä se johonkin oppilaalle mieleiseen asiayhteyteen. Näin saadaan myös paremmat edellytykset ymmärtämiselle, koska asia on mielekäs oppimisen kannalta. Ymmärtäminen onkin yhtenä tavoitteena sosiokonstruktiivisessa oppimisessa. Vuorovaikutus ja muiden tuomat näkökulmat edesauttavat tätä ymmärtämistä.

3 Oppimiskäsitykset verkko-opetuksen näkökulmasta

Verkko-opetus tuo omat haasteensa opetuksen toteuttamiselle ja siten oppimiskäsitysten suora soveltaminen verkkoympäristöön poikkeaa tutusta lähiopetustilanteesta. Oppimiskäsitysten teoria on jo pelkästään tietoverkkojen lyhyen olemassaolon takia luotu kuitenkin enimmäkseen lähiopetuksen ehdoin, joka on opetuksen hallitseva muoto vielä tänäkin päivänä.

Tietoverkot ovat avanneet uusia mahdollisuuksia opetukseen ja nykyään yhä isompi osa opetuksesta on joko pelkkää verkko-opetusta tai monimuoto-opetusta (Kurki & Mäki-Komsi, 1996). Tämän myötä on ryhdytty miettimään oppimisteorioiden soveltuvuutta myös verkkoympäristöihin ja verkko-opetukseen. Yleisesti oppimiskäsitysten soveltuvuutta verkkoon pohdittaessa on syytä ottaa huomioon, kenelle verkossa oleva materiaali on suunnattu. Mikäli materiaali on suunnattu esimerkiksi kielten sanojen opiskeluun, niin behavioristinen oppimiskäsitys voi olla hyvä lähtökohta verkkomateriaalille. Kehitettäessä verkkomateriaalia ammattilaisryhmälle, joka kykenee omaan alaan liittyviin syvällisiin keskusteluihin, voi behavioristinen näkemys olla puolestaan huonoin mahdollinen lähtökohta. Verkko-oppimista tarkastellessa oppimisnäkemyksien kannalta on hyvä ottaa myös huomioon verkkoympäristön laajuus, joka on käytettävissä oppimistilanteessa (Mäkinen ym., 2005). Jossain tapauksessa ympäristönä voi olla koko World Wide Web, kun taas toisessa tilanteessa ympäristö saattaa olla verkkoon sulautettu, rajattu käyttöympäristö.

3.1 Behaviorismi verkossa

Behavioristinen oppimiskäsitys on siis luonteeltaan sellaista, jossa opettaja on hyvin suuressa tiedonjakajan roolissa. Verkkoon siirryttäessä behaviorismin edellyttämä opettajan suuri vastuu opetustilanteessa menettää osuuttaan. Behaviorismille ominaisten ärsyke-reaktio-yhdistelmien toteuttaminen verkossa ei ole myöskään suoraan siirrettävissä luokkatilanteesta verkkoon. Behavioristista näkemystä noudattava verkko-opetus on luonteeltaan kaikille oppilaille hyvin kaavamainen ja samanlainen, jossa on mahdollisesti hyvin paljon tekstiä ja tehtäviä, joihin oppilas saa välittömän palautteen. Vuorovaikutuksella ei ole suurta merkitystä opetuksessa ja opetus on suunniteltu hyvin tarkkaan etukäteen (Hynninen-Ojala & Rauste).

3.2 Humanistis-kokemuksellinen verkko-opetus

Humanistis-kokemuksellisen oppimiskäsityksen painottama kokemuksellisuus ja sen jakaminen ryhmissä onnistuu verkon välityksellä vallan mainiosti. Nykytekniikalla kokemusten jakaminen onnistuu kirjoittamisen lisäksi jopa puhumalla, esimerkiksi videoneuvottelulaitteilla. Verkon kautta kommunikointi puhumalla toki vaatii jonkin verran teknisiä valmiuksia ja käytännössä on hyvin vaikea saada etäkeskusteluja yhtä hedelmälliselle tasolle aidon kasvokkain tapahtuvan keskustelun kanssa (Hynninen-Ojaja & Rauste). On vaikea sanoa, kuinka paljon tekniikan mukanaolo sitten syö tällaisten ryhmäkeskustelujen syvyyttä. Kokemusten kirjoittaminen verkkoon ja niiden lukeminen omalta osaltaan saattaa jopa syventää oppimista, mutta edelleen humanistis-kokemuksellisen teorian mukaan syvällisin oppiminen tapahtuu aidon ja vapaamuotoisen keskustelun kautta (Kauppila, 2007).

3.3 Kognitivismin soveltuminen verkko-opetukseen

Kognitiivisen oppimisnäkemyksen mukainen erilaisten oppimistyylien salliminen tulisi ottaa huomioon sovellettaessa kognitiivista teoriaa verkko-opetukseen. Oppimisympäristön ollessa avoin ja vapaamuotoinen oppilaan oma oppimistyyli saattaa toteutua helposti ja luonnollisesti. Erilaisia oppimistyylejä edesauttavat nykyaikaiset tietotekniset mahdollisuudet, joissa on mahdollista käyttää esimerkiksi kuvaa ja ääntä. Mikäli oppimisympäristö on rakennettu valmiiksi, vahvasti ohjaavaksi ja suljetuksi järjestelmäksi, niin se voi puolestaan rajata pois erilaisia oppimistyylejä tukemalla esimerkiksi vain yhtä oppimistyyliä (Kurki & Mäki-Komsi, 1996). Oppimisen tulisi olla myös sidottua oppilaan kannalta mielenkiintoisiin kohteisiin, jotta motivaatio ja mielenkiinto antaisivat hyvän lähtökohdan oppimiselle. Tämä tuo puolestaan omat haasteensa luoda monipuolinen oppimisympäristö, jossa jokaisen kiinnostus saadaan aktivoitua. Tässä vaikuttaa paljon jo aiemmin mainittu oppimisympäristön avoimuus ja laajuus. Verkkoympäristön ollessa rajattu ja materiaalin ollessa suppea on vaikeampaa saada jokaiselle mielekästä oppimista toisin kuin jos lähtökohtana olisi esimerkiksi World Wide Web. Tällöin tosin oppilailla täytyy olla myös kriittiset valmiudet tarkastella tiedon alkuperää ja oikeellisuutta.

Verkko ja nykyaikainen tekniikka mahdollistavat kaiken kaikkiaan monipuoliset puitteet vaihtoehtoisille esitystavoille, joten siinä valossa kognitiivinen teoria on hyvin tuettu verkko-oppimisen kannalta katsottuna. Puhuttaessa ihmisestä kognitiivisena olentona on hyvä ottaa esille myös ihmisen kognitiivinen kuorma. Vaikkakin verkkoympäristöt ja nykyaikainen tekniikka mahdollistavat paljon asioita, niin on muistettava, ettei näiden saa antaa kasvattaa ihmisen kognitiivista kuormaa liian suureksi. Tällöin ihmisen tiedonprosessointi kohdistuu liikaa tekniikan hallintaan eikä itse tietoon (Mäkinen ym., 2005).

3.4 Konstruktivismi verkossa

Konstruktiivinen oppimiskäsitys soveltuu periaatteiltaan ainakin laaja-alaiseen verkkoympäristöön hyvin. Siirryttäessä pienempään ja rajatumpaan verkkoympäristöön on vaarana ajautua liian ohjaavaan behavioristisen teorian sävyttämään malliin, jossa opiskelijan rooliksi saattaa jäädä passiivinen pinnallisen tiedon käsittelijä. Yleisesti verkon rakenne mahdollistaa hyvin konstruktivismin painottaman itseohjautuvuuden. Verkko pakottaa oppilaan toimimaan itse ja tekemään ratkaisuja itsenäisesti (Etelä, 2007). Opettajan ohjaus on edelleen mahdollista verkon kautta. Oppilaan on hallittava lisäksi verkon tarjoaman tiedon kriittinen tarkastelu. Tietomäärän ollessa valtava on osattava arvioida tiedon oikeellisuutta ja tiedon valikointikyky on tärkeää. Itseohjautuvuus mahdollistaa myös kontekstuaalisuuden toteutumisen. Oppilaalla on verkossa mahdollisuus valita itselleen mielekkäitä asiayhteyksiä. Mikäli oppimisympäristö on verkkoon sulautettu pienempi oppimisalusta, niin kontekstuaalisuus vaatii materiaalin suunnittelijalta huomattavasti enemmän resursseja saada mahdollisimman monelle mielekkäitä oppimistilanteita (Mäkinen ym., 2005). Verkko mahdollistaa myös oppimisen monipuolisen arvioinnin.

3.5 Sosiokonstruktivismi ja verkko-opetus

Sosiokonstruktivismin mukaan sosiaalisuus on tärkeä tekijä oppimisprosessissa ja oppiminen siis tapahtuu vuorovaikutuksessa ja yhteistoiminnan tuloksena. Verkko-opetukseen siirryttäessä opettajan ja muiden oppilaiden sosiaalinen läsnäolo vähenee verrattuna normaaliin lähiopetustilanteeseen (Hynninen-Ojala & Rauste). Haasteeksi nouseekin saada vuorovaikutteisuus ja yhteistoiminnallisuus mukaan verkko-oppimiseen. Täytyy myös huomata, että verkkoympäristöt vaativat omanlaisensa vuorovaikutustaidot, jotka eroavat hieman aidosta sosiaalisesta vuorovaikutustilanteesta (Kurki & Mäki-Komsi, 1996). Aito kasvokkain tapahtuva keskustelu jää väkisinkin pois, mutta nykyaikaiset tekniset valmiudet mahdollistavat aitoa keskustelua lähellä olevat virtuaalikeskustelut kuvan ja äänen kanssa. Myös keskustelupalstat ovat hyvä keino saada sosiaalisuutta mukaan. Tekstimuodossa olevat keskustelut ovat omalta osaltaan antoisia, koska ne mahdollistavat syvällisen perehtymisen ja reflektoinnin asiaan. Oppilas saa näin rauhassa sisäistää ja tutkia asiaa. Vuorovaikutukseen ja keskusteluihin osallistumisen rajapinta muuttuu verrattuna lähiopetukseen. Haasteena on saada oppilaat osallistumaan vuorovaikutukseen, ettei se jäisi pelkäksi mahdollisuudeksi. Osalle ihmisistä on luonnollisempaa osallistua aitoon keskusteluun ja virtuaalikeskusteluihin osallistumiseen on suuri kynnys. Osalle ihmisistä puolestaan aito keskustelu voi olla vaikeampaa ja verkon kautta tapahtuva keskustelu rohkaisee heitä osallistumaan keskusteluihin aktiivisemmin (Hynninen-Ojala & Rauste).

Opettajan ohjaus muuttaa muotoaan siirryttäessä verkko-opetukseen ja siten on pohdittava uusia keinoja oppilaan virtuaaliseen ohjaukseen. Nykyisten teknisten valmiuksien myötä on hyvä pohtia mahdollisuutta saada itse oppimisympäristö niin vuorovaikutteiseksi ja interaktiiviseksi, että se ottaisi osan oppilaan ohjauksesta.

4 Pedagogiset mallit ja menetelmät

Pedagogiset mallit ovat teoriapohjaisia jäsennyksiä oppimistilanteiden ja oppimisprosessin etenemisestä. Pedagoginen malli kuvaa, miten oppiminen tapahtuu pedagogisen asetelman mukaan. Ne jäsentävät oppimisprosessin eri vaiheisiin ja toimivat mainiona kehikkona opetuksen suunnittelussa. Nykyisissä yleisesti käytetyissä pedagogisissa malleissa oppija on aktiivinen tiedonrakentelija, joka oppii yhteisöllisesti muiden oppijoiden kanssa (Vahtivuori-Hänninen ym., 2004).

HelLa-projektin (Helsingin ja Lapin yliopistojen tieto- ja viestintätekniikan opetuskäytön koulutusohjelmien tutkimus- ja kehittämisprojekti tulosten mukaan (Vahtivuori-Hänninen ym., 2004)) verkko-opetuksen koettiin vaativan strukturoidumpaa ja täsmällisempää suunnittelua verrattuna lähiopetuksen suunnitteluun ja erilaisten pedagogisten mallien koettiin voivan auttaa opettajaa. Jotta opettaja voi luoda pedagogisesti mielekkäitä oppimisympäristöjä verkkoon, tarvitsee hän verkkopedagogista tietoutta ja hänen tulee ymmärtää miten erilaiset pedagogiset mallit soveltuvat verkko-opetukseen (Nevgi & Heikkilä, 2005). Pedagogisten mallien on koettu antavan uudenlaista näkökulmaa verkko-opetukseen ja hyvien käytänteiden kehittymiseen (Vaara, 2005). Ne ovat välineitä oppimisprosessin suunnitteluun, toteutukseen ja arviointiin. Parhaimmillaan mallit auttavat ja tukevat hahmottamaan ja tiedostamaan opetuksen perusteita ja perusteluja. Pedagogisiin malleihin perehtyminen ja niiden soveltaminen onkin tärkeää, kun pyritään mahdollisimman laadukkaaseen ja tavoitteellisen toimintaan. Koska jokainen opettaja kuitenkin käyttää omaa kokemustaan hyvästä opetuksesta pedagogisen päätöksentekonsa perustana, niin pedagoginen malli muokkautuu käyttäjänsä mukaan. Itse asiassa juuri tällainen kasvatustieteen teorian ja kokemusperäisen tiedon ja käytännön yhdistäminen antaa parhaan tuloksen. Pedagogisen mallin puhdasoppinen käyttö ei ole tarkoituksenmukaista eikä suositeltavaa, vaan on tärkeää käyttää monipuolisesti erilaisia malleja (Vaara, 2005). Mallin liian tarkka noudattaminen saattaa jäykistää ja yksipuolistaa suunnittelua ja siten kahlita luovaa pedagogista ajattelua (Vahtivuori-Hänninen ym., 2004).

Pedagogiset mallit pohjautuvat oppimisteorioihin ja oppimiskäsityksiin sekä pedagogisiin menetelmiin. Malleja voisikin sanoa oppimisteorioiden konkreettisiksi sovelluksiksi. Raja pedagogisten mallien ja menetelmien välillä on häilyvä, mutta Vaara (2005) luokittelee menetelmien sisältyvän pedagogisten mallien toteutusvaiheisiin. Tällöin menetelmät antavat mallille yleisen viitekehyksen. Menetelmien Vaara katsoo perustuvan oppimisteoreettisiin perusperiaatteisiin, kuten konstruktiivisuuteen ja kollaboratiivisuuteen eli yhteistoiminnalliseen oppimiseen. Pedagogisiksi menetelmiksi Vaara luettelee jaetun ja hajautetun asiantuntijuuden, aktivoivan opetuksen, ankkuroidun opetuksen, kognitiivisen konfliktin, vastavuoroisen opettamisen sekä syvenevän osallistumisen. Yhteistoiminnallisuutta ja dialogisuutta, kriittistä ajattelua sekä ongelmakeskeistä opiskelua tukevat mallit ja periaatteet oli todettu parhaiten toimivaksi verkko-opetuksen suunnittelussa ja toteutuksessa (Vahtivuori-Hänninen ym., 2004). Samoilla linjoilla on myös Vaara (2005), joka luokittelee verkkopedagogisiksi malleiksi tutkivan oppimisen, ongelmalähtöisen oppimisen, case-pohjaisen oppimisen, projektiperustaisen oppimisen, DIANA-mallin (uusi pedagoginen malli dialogipohjaisesta verkossa oppimisesta), simulaatiot ja simulaatiopelit oppimisessa, kognitiivisen oppipoikamallin, suggestiopohjaisen oppimisen sekä tutkimus- ja seikkailumatkan. Lisäisimme tähän vielä vastavuoroisen opettamisen, linjakkaan oppimisen ja integroidun didaktis-oppimis-teoreettisen mallin.

Pedagogiset mallit ja menetelmät näyttävätkin kietoutuvan reflektoivaan opetukseen ja sitä kautta tavoitteelliseen opiskeluun ja mielekkääseen oppimiseen. Tätä prosessia kuvataan HelLa-projektin puitteissa kehitetyssä mallissa (Vaara, 2005). Kuviossa 2 TVT on lyhenne tieto- ja viestintätekniikasta.

KUVIO 2 Opetus-opiskelu-oppimisprosessin piirteitä didaktisessa verkkoympäristössä. Integroitu didaktis-oppimis-teoreettisen malli (Vahtivuori-Hänninen ym. 2004).

Uusia malleja ja menetelmiä syntyy koko ajan ja lisäksi mallien ja menetelmien rajapinnoista on vaihtelevia käsityksiä (Vaara, 2005). Siksi keskitymme tässä luvussa esittelemään vain mallit, jotka mielestämme sopivat parhaiten matematiikan verkko-opetukseen. Esittelemme myös pedagogisissa malleissa esiintyviä yhteisiä periaatteita, jotka tulisi huomioida.

4.1 Mielekäs oppiminen

Koska kaiken kohteena ovat opiskelijat, haluamme oppimisen olevan juuri heille mahdollisimman mielekästä. Opiskelijalähtöisyys ja siten myös mielekäs oppiminen on laadukkaan opetuksen edellytys ja pedagogisten mallien taustalla. Mielekkään oppimisen ominaisuudet on otettu HelLa-projektin loppuraportista (Vahtivuori-Hänninen ym., 2004).

Tarkemmat kuvaukset löytyvät ainedidaktiikan symposiumin julkaisusta (Ruokamo ym., 2003). Tässä ominaisuudet on esitelty verkko-oppimisen ja matematiikan näkökulmasta:

1) Konstruktiivisuus ja kumulatiivisuus: Oppijat rakentavat uutta tietoa omien kokemustensa ja aikaisemman tiedon pohjalta. Uusi tieto jäsennetään

ja liitetään aikaisempiin tietoihin. Matematiikan kumulatiivisen luonteen vuoksi tämä on erityisen tärkeää ottaa huomioon. Käsitteet rakentuvat aina toistensa varaan ja peruslaskutoimitusten täytyy sujua ennen kuin voi edetä soveltamiseen ja symboliesitykseen.

2) Aktiivisuus ja itseohjautuvuus: Erityisesti verkko-opetuksessa korostuu opiskelijoiden oma aktiivinen panos, kun vastuu omista oppimistuloksista siirtyy enemmän opiskelijalle. Hypertekstirakenne mahdollistaa ympäristössä liikkumisen vapaasti. Opiskelijan vastuulle jää valita hänelle tarpeelliset aihealueet ja sopivat opiskelumuodot. Lisäksi myös verkko-opiskelulle on varattava aika ja paikka. Opiskelijoiden täytyy sitoutua tavoitteelliseen informaation prosessointiin. Aktiivisuuteen vaikuttaa motivaatio, oppimistehtävien haastavuus sekä itselle asetetut tavoitteet.

3) Yhteistoiminnallisuus ja vuorovaikutteisuus: Joskus matematiikan tehtävä aukeaa paremmin, kun joku toinen opiskelija selittää sen. Myös tehtävien erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja olisi hyvä käydä läpi. Yhteistyö toisten opiskelijoiden kanssa voi auttaa sellaisen tehtävän ratkaisemisessa, jota yksin ei olisi osannut ratkaista. Oppimistilanteita pitäisi järjestää niin, että opiskelijat voivat toimia ryhmissä ja sitoutuvat toimimaan yhdessä. Yhteistoimintaa tukee sähköposti sekä verkkoon laitettava keskustelupalsta.

4) Kontekstuaalisuus ja situationaalisuus: Verkko-opetuksessa ja -opiskelussa fyysisyyteen, situaatioon, aikaan ja paikkaan ja etenkin ajasta ja paikasta riippumattomuuteen liittyvät kysymykset ovat ongelmallisia. Verkossa toimittaessa on pohdittava näiden ilmiöiden muuttumista ja niiden vaikutusta opetus-opiskelu-oppimisympäristön suunnitteluun. Tehtävien täytyisi liittyä opiskelijoiden tulevassa ammatissa tarvittaviin laskuihin sekä arkielämään, jotta matematiikan merkitys tarpeellisena oppiaineena tulisi esille. Olisi tärkeää saada tehtävät liittymään opiskelijalle merkityksellisiin ja todellisiin ongelmatilanteisiin. Kontekstuaalisuus eli tilannesidonnaisuus tuo opiskelun ja oppimisen lähemmäs reaalimaailmaa. Kontekstuaalinen

lähestymistapa tukee myös opiskelijoiden motivaatiota, aktiivisuutta ja intentionaalisuutta eli tavoitteellisuutta.

5) Siirtovaikutus: Oppijat osaavat käyttää muissa tilanteissa ja yhteyksissä oppimiaan ja omaksumiaan tietoja ja taitoja sekä hyödyntää niitä uuden oppimisessa. Matematiikan tietorakenteet ovat kehittyneet niin abstrakteiksi, että niiden sisältämän tiedon hyödyntäminen reaalimaailmassa voi olla vaikeaa.

6) Päämääräsuuntautuneisuus ja tavoitteellisuus: Oppijat yrittävät aktiivisesti saavuttaa kognitiivisen tavoitteen. Oppijat voivat itse määritellä ja asettaa omat päämääränsä. Kun puhutaan tavoitteellisesta opiskelusta, siihen liittyy myös opettajan oikeaan aikaan antama ohjaus ja tuki. Tavoitteellisuuteen liittyy tiiviisti kontekstuaalisuus.

7) Ohjauksellisuus: Oppimista ja oppijan oman osaamisen arviointia edistää opettajalta ja tutorilta sekä muilta oppijoilta ja toimijoilta saatu palaute ja tuki. Ohjauksen tarve pikemminkin kasvaa kuin vähenee, kun osa opetuksesta ja opiskelusta siirretään verkkoympäristöön. Toisaalta opettajan ja oppilaan roolit saavat uusia ulottuvuuksia ja painotuksia. Oppilas ja opettaja sekä ryhmät toimivat vuorollaan toistensa ohjaajina ja asiantuntijoina.

8) Yksilöllisyys: Oppiminen on yksilöllisesti erilaista ja siihen vaikuttavat oppijoiden aikaisemmat tiedot, oppimiskäsitykset, kiinnostuksen kohteet ja motivaatio. Oppimisympäristö on yksilöllinen ja erilainen kaikille oppijoille.

9) Reflektiivisyys: Oppijat ilmaisevat, mitä he ovat oppineet, ja tarkastelevat oppimisprosessin edellyttämiä ajatteluprosesseja ja päätöksiä.

10) Abstraktisuus: Oppiminen on uusien ideoiden konstruointia abstraktilla tasolla ja teoreettisten ideoiden kehittely yltää käytännön kokemusta syvemmälle tasolle.

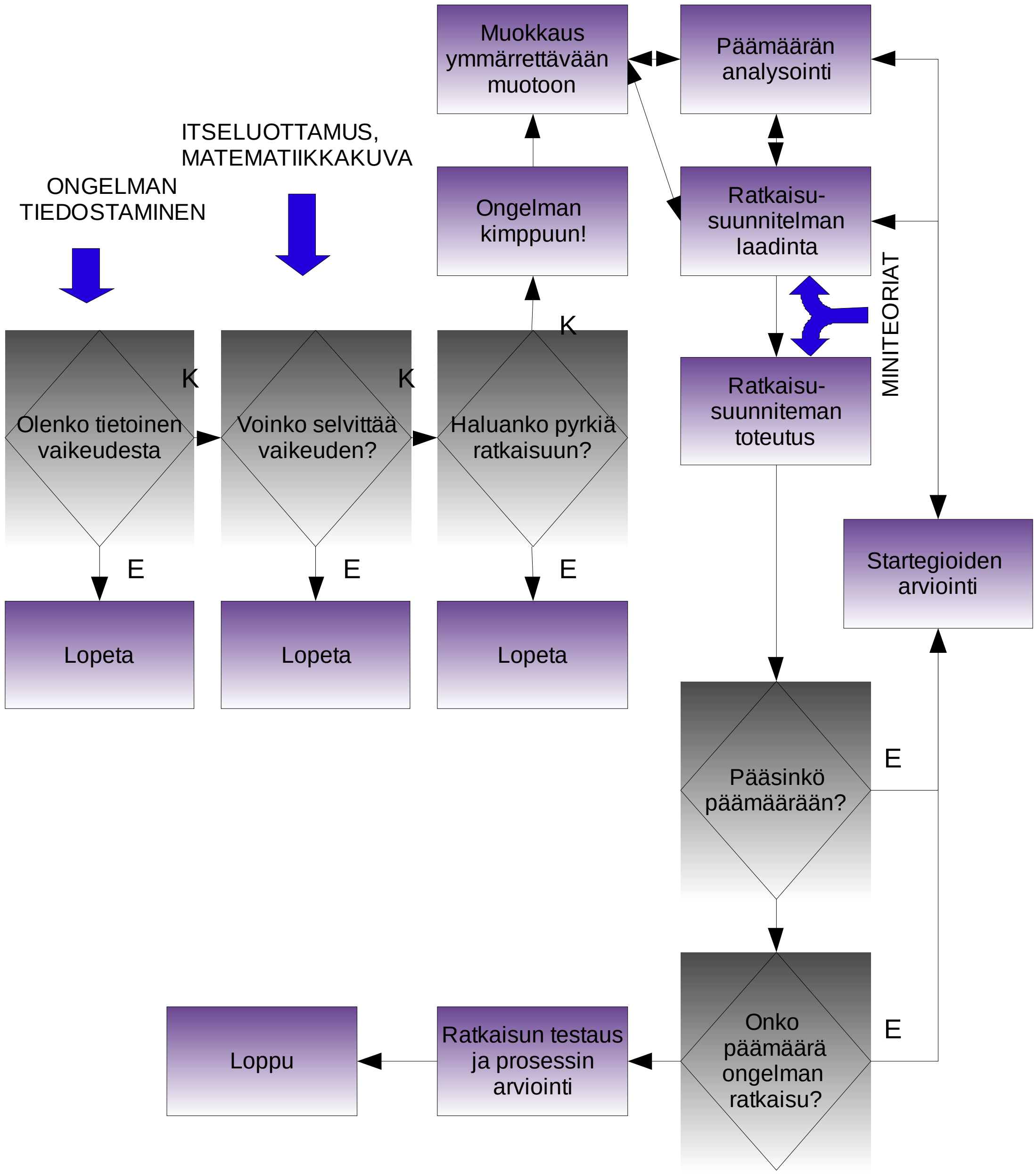
Kaikki nämä ominaisuudet ovat keskinäisessä suhteessa olevia, vuorovaikutteisia ja riippuvaisia toisistaan. Mielekkään oppimisen periaatteet liittyvät läheisesti sosiokonstruktivismiin ja ovat keskeisiä kaikille pedagogisille malleille ja menetelmille (Kurki & Mäki-Komsi, 1996).

4.2 Ongelmalähtöinen oppiminen

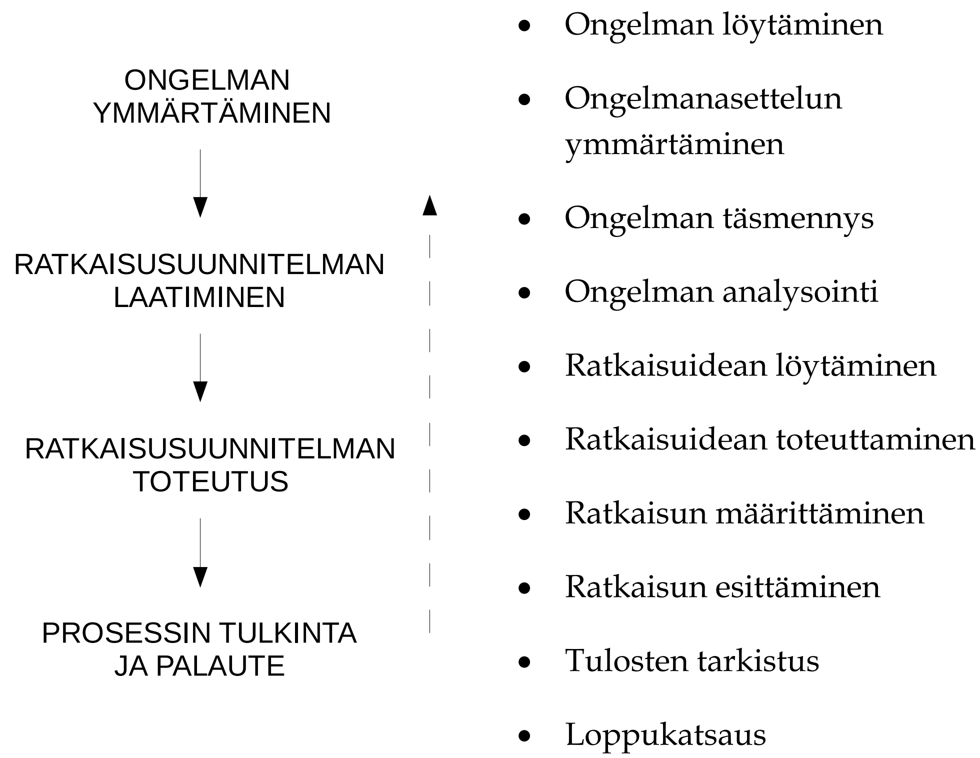
Matematiikassa tarvitaan ongelmanratkaisutaitoa ja siksi ongelmalähtöinen oppiminen soveltuu matematiikan opetukseen hyvin. Ongelmalähtöinen oppiminen ei ole vain opetuksen suunnittelumenetelmä vaan oppimistapa. Tarkoituksena on ohjata opiskelijat kohti uutta matemaattista sisältöä ratkaisemalla ongelma, jossa uuden sisällön päätekijät ovet edustettuina. Opettajan tehtäväksi jää sopivan oppimisympäristön järjestäminen, ongelman valinta ja ohjaus vihjeitä antamalla (Pehkonen, 2007). Kun tieto syntyy ongelmanratkaisuprosessin yhteydessä, oppijoille muodostuu vankka konseptuaalis-proseduraalinen pohja, jolle he voivat rakentaa myöhempää tietoa. Matematiikka on tunnustettava joksikin enemmäksi kuin pelkäksi kokoelmaksi opittavia käsitteitä, kaavoja ja taitoja. Ongelmalähtöinen oppiminen edistää tietorakenteiden ja ongelmanratkaisun käsittämistä yhtenä suurena elementtinä ja siten edesauttaa todellisen oppimisen tapahtumista (Haapasalo, 2004).

Tässä vaiheessa on hyvä määritellä, mitä tarkoitamme ongelmalla. Haapasaloa (2004) lainaten ongelma on tilanne, johon liittyy yksilön kannalta ristiriita- ja epätasapainotila, kognitiivinen konflikti. Tämä saa aikaan päämäärähakuista ajattelua ja tähtää ristiriidan poistamiseen eli ratkaisun löytämiseen. Ellei konfliktia synny, tilanne on joko rutiinitehtävä tai yksilö ei halua siihen reagoida. Tilanne on ongelma vain silloin, kun se saa aikaan heuristisia prosesseja eli strategioita ja niiden valintaa sääteleviä metakognitioita, jotka tähtäävät ratkaisun löytämiseen. (KUVIO 3)

On myös hyvä havaita merkitysero ongelman ratkaisun ja ongelmanratkaisun välillä. Ongelman ratkaisu tarkoittaa valmiin ratkaisun esittämistä, kun taas ongelmanratkaisu yhdyssanana tarkoittaa kuviossa 4 esitettyjen prosessien kaikkien vaiheiden kokonaisuutta.



KUVIO 3 Ongelmanratkaisun dynaaminen malli (Haapasalo, 2004). Muokattu Haapasalon mallin pohjalta



KUVIO 4 Ongelmanratkaisuprosessi (Haapasalo, 2003; Polya, 1973)

Ongelmanratkaisutaidot ovat keskeinen osa konstruktiivista oppimiskäsitystä ja siksi ongelmalähtöisen oppimisen periaatteita esiintyy monissa pedagogisissa malleissa (Vaara, 2005). Siitä on sovelluksia aina askelittain etenevistä tutkivan oppimisen malleista joustaviin sovelluksiin asti (Boud & Feletti, 1999). Ongelmalähtöinen oppiminen on noussut esille erityisesti teknologiaperustaisissa oppimisympäristöissä, joissa se tuntuukin olevan toimiva malli monenlaiseen opiskeluun (Vaara, 2005).

Ruokamo (2000) on tutkinut väitöskirjassaan matemaattisten sanallisten ongelmanratkaisutaitojen kehittymistä teknologiaperustaisessa oppimisympäristössä. Ruokamon mukaan ongelmanratkaisutaidot olivat kokeilun jälkeen hieman kehittyneemmät teknologiaperustaisessa oppimisympäristössä opiskelleilla oppilailla, vaikka tutkimus ei ollutkaan tilastollisesti merkitsevä. Tutkimuksen mukaan erityisesti matemaattisesti lahjakkailla oppilailla taidot kehittyivät eniten. Voidaan siis ajatella, että ongelmalähtöistä oppimista voidaan soveltaa esimerkiksi sanallisiin ongelmanratkaisutehtäviin.

Konstruktiivisesta näkemyksestä käsin ongelmatilanteet voidaan nähdä toimivan tiedonmuodostuksen alkulähteinä sekä samalla konseptuaalisen ja proseduraalisen tiedon, kokemusten sekä arvojen soveltamiskohteina (Haapasalo, 2004).

Koska loogis-kognitiivinen ristiriita on ongelmakeskeisyys-käsitteen looginen perusta, niin voimme yhtä hyvin puhua konstruktivistisesta oppimisesta. Ristiriitojen synnyttäminen kun on konstruktivistisen pedagogiikan ydinkysymys. (Haapasalo, 2004).

4.3 Linjakkaan oppimisen malli

Linjakkaalla opetuksella tarkoitetaan sitä, että kaikki opetuksen ja oppimisympäristön osatekijät tukevat toisiaan ja ovat linjassa keskenään. Linjakkaan opetuksen kannalta keskeisiä oppimisympäristön osatekijöitä ovat opintojakson tai -kokonaisuuden tavoitteet ja sisällöt, opetus- ja opiskelumenetelmät, oppimisen arviointimenetelmät sekä opiskeluilmapiiri, joka syntyy opiskelijoiden ja opettajan vuorovaikutuksen tuloksena (Repo-Kaarento, 2007; Biggs, 2003; Löfström ym., 2006).

Mallin mukaan on siis tärkeää esittää kurssin oppimisen tavoitteet eli keskeiset tiedot ja taidot, jotka on osattava. Lisäksi tavoitteiden pitää olla kietoutuneena opiskeltavaan sisältöön. Tavoitteiden ja sisällön määrittämisen yhteydessä pitäisi myös miettiä opiskelijan työmäärää. Vastaako kurssin työmäärä opintopisteiden määrää? Usein etenkin verkkokurssin työmäärä paisuu kohtuuttoman suureksi, kun hypertekstirakenne johtaa liian etäälle opiskeltavasta ydinaineksesta. Verkkomateriaalissa pitäisikin kertoa selkeästi, mikä on lisämateriaalia ja mikä kurssin ydinainesta.

Oppimislähtöisiä opetusmenetelmiä valitessaan opettajan on hyvä pohtia, miten hän ja oppimisympäristö materiaaleineen, tehtävineen ja keskusteluineen parhaalla mahdollisella tavalla edistäisi opiskelijoiden oppimisprosesseja. Kurssi, jossa on sopivasti pitkin matkaa aktivoivia tehtäviä ja väliarviointia, tukee ja pitää yllä opiskelijan oppimisprosessia.

Oppimisen arvioinnissa keskeistä on määritellä etukäteen arviointikriteerit sekä antaa opiskelijoille palautetta oppimisesta myös kurssin aikana. Liian usein ainoa palaute on kurssin loppuarvosana.

Oppimista edistävä ilmapiiri on innostava, haastava ja hyväntahtoinen. Opettajan haasteena on luoda usein aika heterogeeniselle ryhmälle innostava ilmapiiri. Opiskelijoiden välisen vuorovaikutuksen käynnistäminen ja tukeminen edistää oppimista ja välitöntä ilmapiiriä.

Biggs (2003) yhdistää linjakkaan opetuksen ja konstruktivistisen oppimiskäsityksen käsitteeksi konstruktivistisesti linjakkaasta opetuksesta. Tällaisen opetuksen tavoitteena on tukea opiskelijaa opiskelemaan niin, että tuloksena on kokonaisuuksia ja asioiden välisiä yhteyksiä ymmärtävä oppiminen. (Lindblom-Ylänne & Nevgi, 2003; Biggs, 2003.)

Todellisuudessa opetus tukee helposti pintasuuntautunutta lähestymistapaa. Tällä tarkoitetaan opiskelijan huomion kiinnittymistä tekstin tai muun oppiaineksen mieleen painamiseen sellaisenaan, asioiden rutiininomaiseen toistamiseen ja kurssivaatimuksista selviytymiseen. Pintasuuntautunut lähestymistapa voi olla tehokasta joillain kursseilla, mutta pidemmän päälle lähestymistapa on tehoton ja opiskelu alkaa kuormittaa liikaa. Tällöin opiskelija voi kokea opiskelun stressaavana. Tämä voi johtua siitä, että pinnallisesti omaksuttu tieto ei kumuloidu eikä se tue tulevia opintoja.

5 Matematiikan ainedidaktiikka

5.1 Matematiikan luonteesta

Matemaattinen tieto käsitteenä ymmärretään usein tosiasian opiskelemisena tai tällaisen (absoluuttisen) tiedon hallitsemisena (Yrjönsuuri, 2004). Matematiikan tietämys tosin rakentuu hierarkiseksi järjestelmäksi, jossa useimmat käsitteet on mahdollista konstruoida aiemmista käsitteistä. Aikaisemman tiedon rooli uuden oppimisessa onkin matematiikassa merkitsevässä asemassa (Merenluoto & Lehtinen, 2004). Täytyy kuitenkin muistaa, että matematiikka on alkujaan hyvin havainnollinen tiede, joka myöhemmässä vaiheessa muuttuu abstraktiksi tieteeksi. Tämä tulisi pitää mielessä, koska havainnointi saa helpommin innostumaan, jota abstrakti matematiikka ei useimmille välttämättä tee (Sorvali, 2004). Täytyy myös muistaa, että oppimisessa ymmärtäminen on oleellisessa asemassa, ja ymmärtäminen vaatii aktiivista osallistumista tapahtuakseen. Tämän vuoksi on tarkoituksenmukaisempaa korostaa tarkkojen määritelmien ja aksioomien asemasta konkreettisista tilanteista ja käsitteistä lähteviä yleistyksiä, jotta matematiikka ulottuisi mahdollisimman monen tavallisen kansalaisen luokse (Haapasalo, 1997).

Matematiikalla on ollut arvostettu asema kautta aikojen koulussa ja siksi se saattaa muodostua tunteita herättäväksi asiaksi, varsinkin sellaisille, joilla on matematiikassa vaikeuksia (Linnanmäki, 2004). Matematiikkaa on yleisesti myös pidetty miesten alana, mutta tämä käsitys on muuttunut paljon nykypäivään mennessä. Mielenkiintoista tosin on, että poikien asenne matematiikkaan on myönteisempi kuin tyttöjen (Hannula ym., 2004). Useat tutkijat ovat sitä mieltä, että oppilaiden uskomukset ja asenteet ovat jarruttamassa matematiikan oppimista. Tärkeinä tekijöinä matematiikan oppimisessa on opettajan innostus matematiikkaa kohtaan ja hyvä ilmapiiri luokassa. Nämä asiat osoittavat, että matematiikan oppimiseen vaikuttaa sisäisten tekijöiden lisäksi myös paljon ulkoisia tekijöitä (Lindgren, 2004).

5.2 Matematiikan oppimisvaikeudet

Matematiikka herättää voimakkaita tunteita ja se koetaan usein vaikeaksi ja epämiellyttäväksi. Tällöin matematiikkaan liittyvät kokemukset ovat usein muistoja ja tunnelmia tilanteista, joissa matematiikka on tuntunut vaikealta ja epämiellyttävältä. Kun jokin asia tuntuu vaikealta, sitä vastaan täytyy kehittää suojamuuri tai puolustautua muulla tavoin. Negatiiviset matematiikkakokemukset, matematiikan ominaisuudet, sosiaaliset tekijät, kyvyttömyys käsitellä turhautumisen tunnetta, itseluottamuksen puute yms. voivat johtaa jopa matematiikkapelkoon, joka määritellään pelon ja jännittyneisyyden tuntemuksiksi, jotka häiritsevät numeroiden käsittelyä ja matemaattisten ongelmien ratkaisemista (Newstead, 1998). Matematiikkapelko voi estää ajattelun matematiikassa ja siten myös oppimisen (Huhtala & Laine, 2004).

Matematiikan perinteinen opetustapa, matematiikan opettaminen puhtaana teoriana ja ikuisesti totena tietorakenteena, saattaa jättää opiskelijoiden omat kiinnostukset ja matematiikan löytämisprosessin taka-alalle. Asiayhteydet, joiden jäsentämistä varten matematiikan symboliikka sekä algoritmiset prosessit on alun perin kehitetty, jäävät pimentoon. Nämä johtavat yksipuoliseen kuvaan matematiikasta, matematiikan kokemiseen merkityksettömänä ja vaikeana, huonoon motivaatioon, huonoihin oppimistuloksiin sekä jopa matematiikan oppimisvaikeuksiin (Räsänen ym., 2004).

Usein oppilailla on ongelmia matematiikan perustaitojen oppimisessa sekä yrityksissä soveltaa opittuja taitoja ongelmanratkaisussa. Tehtävän ratkaisemisessa siirtyminen verbaalisesta kielestä symboliseen kieleen sekä matemaattisten käsitteiden, lauseiden ja operaattoreiden ominaisuuksien pohtiminen tuottavat suuria vaikeuksia etenkin heikommille oppilaille.

Tämä johtuu siitä, että matematiikan tehtävät ovat olleet pääasiallisesti tietyn menetelmän harjoituksia (Räsänen ym., 2004).

Matemaattisten käsitteiden procept-ominaisuus on yksi tärkeimmistä syistä siihen, että matematiikka koetaan vaikeana (Grey & Tall, 1993). Procept voi tarkoittaa samaan aikaan mentaalista objektia, siihen liittyvää prosessia, prosessin lopputulosta tai joitakin tähän objektiin liittyviä riippuvuuksia. Haapasalo havainnollistaa tätä Ottamalla esimerkiksi murtoluvun $\frac{1}{2}$. Sen objektikäsite on pelkkä ilmaus ”puoli”, joko verbaalisena, kuvallisena tai symbolisena. Operaatiokäsitteenä on ”puolet jostakin” ja suhdekäsitteenä lukujen 1 ja 2 välinen suhde tai jakolasku 1 : 2. Jakolaskun tulos olisi taas objektikäsite (Haapasalo, 2004).

Matematiikan oppimisvaikeudet ovat pohjimmiltaan vaikeaselkoisia ja usein vaikeasti selitettävissä. On esimerkiksi oppilaita, jotka pärjäävät kaikissa muissa aineissa kiitettävästi paitsi matematiikassa. Oppimisvaikeudet saattavat saada oppilaan ajattelemaan, että hän on yksinkertaisesti huono matematiikassa. Tällainen ajattelu ruokkii itse itseään negatiivisella tavalla. Terveen minäkäsityksen ja hyvän itseluottamuksen on huomattu olevan yhteydessä matemaattisiin saavutuksiin ja tämä yhteys voimistuu ylemmillä luokkatasoilla. Joissain tapauksissa syynä oppimisvaikeuksiin saattaa olla dyskalkylia, joka on laskutaitoon kohdistuva luku- ja kirjoitusvaikeus (Linnanmäki, 2004). Usein oppimisvaikeudet ilmenevät kuitenkin monitaustaisina ja niille löytyy useita selittäviä tekijöitä (Räsänen & Ahonen, 2004). Matematiikan oppiminen ja ymmärtäminen on hyvin henkilökohtainen ja kullakin oman aikansa vaativa prosessi. Usein ajatellaan, että toinen on matematiikassa tyhmempi kuin toinen, vaikka kyse saattaa olla vain siitä, että saman tiedon konstruoimiseen kuluu pidempi aika, ja siten kyse on henkilökohtaisesta ominaisuudesta (Leino, 2004). Matematiikan ongelmien ratkaisukyky ja ratkaisunopeus on toisaalta kaksiteräinen miekka. Pitäisikö ratkaisunopeus pitää erillään ratkaisukyvystä vai kuuluuko ratkaisunopeus osaksi ratkaisukykyä? Toki toiset ovat matematiikassa lahjakkaampia kuin toiset. Lahjakkuuteen vaikuttaa myös perintötekijät (Hannula ym., 2004).

5.3 Matematiikan ainedidaktiikka

Lenni Haapasalo määrittelee didaktiikan seuraavin sanoin: ”(Matematiikan) didaktiikka on tiedon olemusta sekä oppimis- ja kasvatusprosesseja tutkiva tiede, joka pyrkii löytämään innovatiivisia ratkaisuja (matematiikan) opiskelu- ja kasvatustilanteiden suunnittelemiseen, toteuttamiseen ja arvioimiseen. Tässä tutkimuksessa se hyödyntää erityisesti kyseisen tieteen (matematiikan), sen historian, filosofian, psykologian, antropologian, sosiologian ja fysiologian tutkimustuloksia ja menetelmiä korostaen samalla integroitumista muihin tiedonaloihin sekä yhteiskuntaan” (Haapasalo, 1997). Matematiikka on luonteeltaan aine, jonka oppimisessa ohjaus on hyvin tärkeässä roolissa. Nykyään lisääntyvän etäopiskelun ja verkko-opiskelun ohessa on muistettava myös lähiopetuksen tärkeys matematiikan opettamisessa. Tutkimukset osoittavat, että esimerkiksi tietokoneavusteisella opetuksella on myönteisiä vaikutuksia oppimiseen ja erityisesti oppimisvaikeuksissa tämäntyylisestä opetuksesta on nähty olevan apua. Täytyy kuitenkin muistaa, etteivät tietokoneet korvaa täysin opettajaa, joka pystyy havainnoimaan oppilaan ohjauksen tarpeen paljon tarkemmin ja kohdistetummin (Räsänen & Ahonen, 2004).

6 Oppimiskäsitykset ja pedagogiset mallit MATO-projektissa

Oppimiskäsitykset ja pedagogiset mallit tuovat pohjateoriaa myös MATO-projektiin. Matematiikan luonne pakottaa kuitenkin ajattelemaan oppimiskäsityksiä ja pedagogisia malleja hieman eri näkökulmista. Teorioiden soveltuvuutta pohdittaessa on myös hyvä ottaa huomioon, että MATO-projektin kohderyhmä on alisuoriutujat ja matemaattisilta taidoiltaan heikommat oppilaat.

6.1 MATO-projektiin sovelletut oppimisnäkemykset

HelLa-projektin (Vahtivuori-Hänninen ym., 2004) mukaan opettajat kokivat sosiokonstruktiivisen näkemyksen soveltuvan hyvin verkossa opiskelun ja opetuksen suunnittelun taustalle. Opettajat nostivat esille myös suuntauksen mukaiset käsitykset opiskelijalähtöisyydestä, aktiivisesta opiskelijasta ja vastavuoroisuudesta, kun tutkittiin suunnittelun lähtökohtia. Olemmekin ottaneet tähän tutkielmaan ja aineiston suunnitteluun päälähtökohdaksi sosiokonstruktiivisen oppimisnäkökulman. Tavoitteena olisi saada toteutettua mahdollisimman vuorovaikutteinen oppimisympäristö ja materiaali, jotta oppilas ei tuntisi olevansa yksin opiskellessaan verkossa.

Matematiikan aineen luonne tuo kuitenkin omat haasteensa verkkoon. Tämän vuoksi on oltava kykyä soveltaa tarvittaessa myös muita oppimiskäsityksiä, mikäli ne antavat monipuolistavaa teoriaa pohjaksi. Käytännössä on vaikeaa soveltaa vain yhtä oppimiskäsitystä ja siten on luontevaa valita suuntaus, joka sopii opetettavaan asiaan ja sen luonteeseen parhaiten. Verkossa ilmenevät ongelmat saattavat olla hyvinkin yksinkertaisia. Esimerkiksi jos oppilas haluaa keskustelupalstalta apua johonkin asiaan, jonka esittämiseen tarvitaan matemaattisia symboleja, niin ongelmaksi saattaa koitua helposti pelkästään asian esittäminen keskustelupalstalla. Matemaattisen tekstin tuottaminen tietokoneella ei ole useimmille tuttua ja siten esimerkiksi matemaattisten kaavojen kirjoittaminen tietokoneella saattaa olla miltei mahdotonta tai ainakin hidasta ja turhauttavaa. Lähiopetus nouseekin tärkeäksi osaksi opetusta ja antaa mahdollisuuden oppilaalle oppia vaikeimmat asia myös aidossa sosiaalisessa opetustilanteessa.

6.2 MATO-projektin pedagogiset mallit

Käytimme suunnittelun pohjalla erilaisia pedagogisia malleja yhdistelemällä ja oman pedagogisen ajattelun mukaisesti. Koimme, että yksittäisen mallin mukainen verkko-opetuksen suunnittelu rajaisi meitä liikaa ja että mikään malleista ei suoraan sopinut matematiikan perusteet -kurssin opetukseen. Suurin osa malleista korostaa verkkokeskustelua ja tieteellisen ajattelun kehittymistä. Kun kyseessä on monimuoto-opetuksena suoritettava peruskurssi, ei tällaiseen ole tarvetta. Oletamme yhteisöllisyyden syntyvän kontaktiopetuksen parissa. Kurssin luonne matematiikan perusteiden kertaamisena ei tavoittele syvällistä tieteellisen ajattelun kehittymistä. Ammattikorkeakoulun opiskelijoille tärkeämpää on käytännön osaaminen.

7 Verkko-oppimisympäristön suunnittelu ja esittely

7.1 Oppimista edistävät ja estävät tekijät verkkokurssilla

Kokosimme suunnittelumme pohjaksi verkko-opetuksen edistäviä ja estäviä tekijöitä (Tella ym., 2001; Nevgi & Tirri, 2003).

7.1.1 Oppimista edistävät tekijät

Oppimista edistävät tekijät ovat

- oppimisen siirtovaikutus (asioista käytännön hyötyä)
- yhteistoiminnallisuus (oppimista edistävät verkkokeskustelut, yhteensitoutuminen, palautteen antaminen)
- intentionaalisuus ja aktiivisuus (opiskelijan henkilökohtainen aikataulun suunnittelu, omaan tahtiin eteneminen, opiskelun itseohjautuvuus)
- palaute ja tuki (opettajan antama yksilöllinen palaute)
- konstruktiivisuus (uudet asiat liittyvät aikaisempaan tietoon, käytännön kokemusta voidaan hyödyntää)
- yksilöllinen oppimisympäristö (yksilöllisen lähtötason ja niiden erilaisuuden huomioiminen)
- verkkokurssin rakenteen selkeys (materiaaleissa helppo liikkua, tieto selkeästi jäsenneltynä)
- vuorovaikutuksellisuus (houkuttelee keskusteluun opettajan ja opiskelijoiden kanssa)
- monipuolisuus (erilaisia materiaaleja, tietopainotteinen)
- sisältö (tarjoaa myös lisämateriaalia)

- esteettinen ulkoasu (miellyttävä, houkuttelee opiskelemaan, hyödynnetään visuaalisuutta ja äänimateriaalia)
- onnistunut linkitys (linkit selkeitä, polut helppokäyttöisiä ja viitteitä riittävästi)
- opiskelija tietää, miten heidän tulee toimia ja mitä heiltä odotetaan verkossa

Tehokkaan verkko-opiskelun kulmakiviä ovat sosiaalisuus, vuorovaikutteisuus ja kommunikointitermit (puutteiden kritisointi).

7.1.2 Oppimista estävät tekijät

Oppimista estävät tekijät verkkokurssilla ovat

- eristyneisyys ja yksinäisyys (ei tutustu muihin)
- motivaation puute
- tietotekniset vaikeudet (ongelmia sivujen näkyviin saamisessa, materiaalin tulostusongelmat, haluttu sivu ei löydy)
- ajanhallinnan vaikeudet (ohjastettava käyttämään riittävästi aikaa vaikkapa esimerkkiehdotuksella kurssin aikatauluttamisesta)
- verkkokeskustelun outous
- verkkoympäristön hahmottamisvaikeudet (esim. huonot linkkipolut)
- palautteen puute (puutteellinen henkilökohtainen palaute, riittämätön ohjaus, vaikeudet yhteydenotoissa opettajiin)
- sisältöjen liian vaativa taso (liikaa tietoa, vaativa sisältö tai opiskelijan liian suureksi kokema vastuu omasta oppimisesta)
- opiskelija ei ymmärrä mitä häneltä odotetaan tai mitä hänen tulisi tehdä seuraavaksi

7.2 Matematiikan perusteet -kurssi ja oppilaiden lähtötaso

Linjakkaan opetuksen suunnittelumallin mukaisesti lähdimme liikkeelle määrittelemällä yleiset oppimistavoitteet sekä kohderyhmän:

Kaikki opiskelijat osallistuvat matematiikan diagnostiseen eli lähtötasoa mittaavaan kokeeseen lukukauden alussa. Jos koetta ei läpäise, niin oppilas laitetaan matematiikan perusteet -kurssille. Tasokokeen läpäisseet siirtyvät suoraan kurssille insinöörimatematiikka 1, jonka laajuus on 5 op. Matematiikan perusteet -kurssin (3op) tavoitteena on nimensä mukaisesti matematiikan perustaitojen oppiminen ja matematiikan opiskelun lähtötason saavuttaminen. Ammattikorkeakouluun tulee muun muassa opiskelijoita, jotka ovat käyneet perus- ja ammattikoulun kauan sitten ja osa matematiikan perusteista on päässyt unohtumaan. Erityisesti näillä vanhemmilla opiskelijoilla tekninen osaaminen ja verkko-oppimiskokemukset voivat olla vähäisiä, joten jo senkin takia panostimme ohjeistukseen ja sivuston käytettävyyteen erityisen paljon. Kurssin sisältö on seuraavan taulukon mukainen.

TAULUKKO 1. Matematiikan perusteet -kurssin sisältö.

Matematiikan perusteet - sisältö
lausekkeiden sieventäminen
likiarvoilla laskeminen
murtoluvut
potenssiopin ja juuriopin alkeita
1. ja 2. asteen yhtälöt
lineaarinen yhtälöpari
suhde ja verranto
prosenttilaskut
polynomit
funktion käsite ja kuvaaja
geometriaa

Kurssi toteutetaan kahden viikon intensiivikurssina siten, että ensimmäisen viikon aikana oppitunteja on 28 ja seuraavan viikon aikana 10. Kurssista saa suoritusmerkinnän läpäisemällä loppukokeen. Kurssi arvioidaan hyväksytty/hylätty.

7.3 suunnittelu kognitiivisesta näkökulmasta

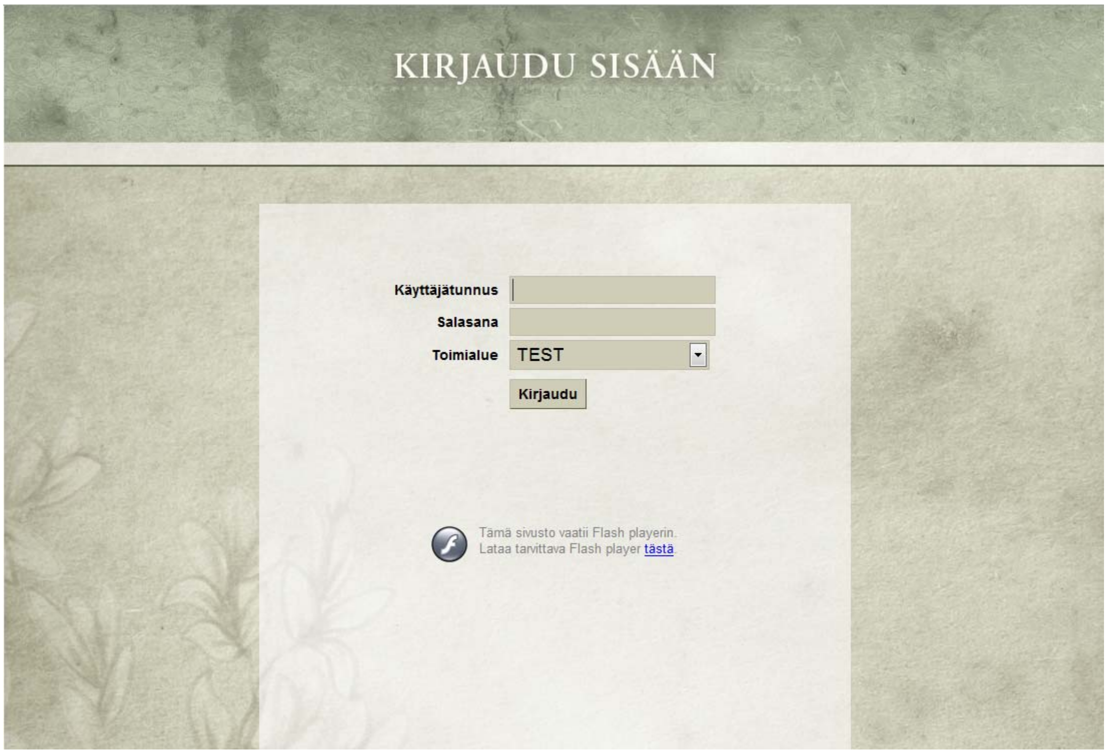
Hyvin suunnitellussa ja laadukkaassa verkko-oppimisympäristössä on huomioitu myös ihmisen tiedonkäsittelykykyyn liittyvät lainalaisuudet eli kognition lainalaisuudet. Ne asettavat reunaehdot sille, miten verkon kautta esitettyä materiaalia voidaan hyödyntää oppimisprosessin aikana.

Kuormitus voidaan jakaa sisäisiin kuormitustekijöihin sekä ulkoisiin kuormitustekijöihin. Sisäiseen kuormitukseen vaikuttaa oppimateriaalin sisällön monimutkaisuus ja se, mitä tehtävä vaatii ihmisen tiedonkäsittelyjärjestelmältä (Nevgi, Löfström ja Evälä, 2005; Sweller ym., 1998). Mitä paremmat pohjatiedot opiskelijalla on, sitä vähemmän oppimateriaali aiheuttaa sisäistä kuormitusta, koska tällöin opiskelijalla on aiheeseen liittyviä automatisoituneita skeemoja säiliömuistissa ja se vapauttaa työmuistiin kapasiteettia.

Ulkoisiin kuormitustekijöihin vaikuttaa esimerkiksi materiaalin esitystapa, kuten kuvitettu teksti, animaatiot ja hyperteksti (Nyman & Kanerva, 2005). Verkko-oppimisympäristössä ulkoisen kuormituksen minimoiminen on tärkeää.

7.4 MATO-verkko-oppimisympäristön ulkoasu

Graafisen ilmeen on suunnitellut graafikko Jukka Hjerppe jo ennen kuin tulimme mukaan MATO-projektiin (KUVA1 ja 2). Me olemme olleet mukana suunnittelemassa sivujen rakennetta (KUVA 3) ja materiaalin sijoitusta sivuille sekä ympäristön navigointia.

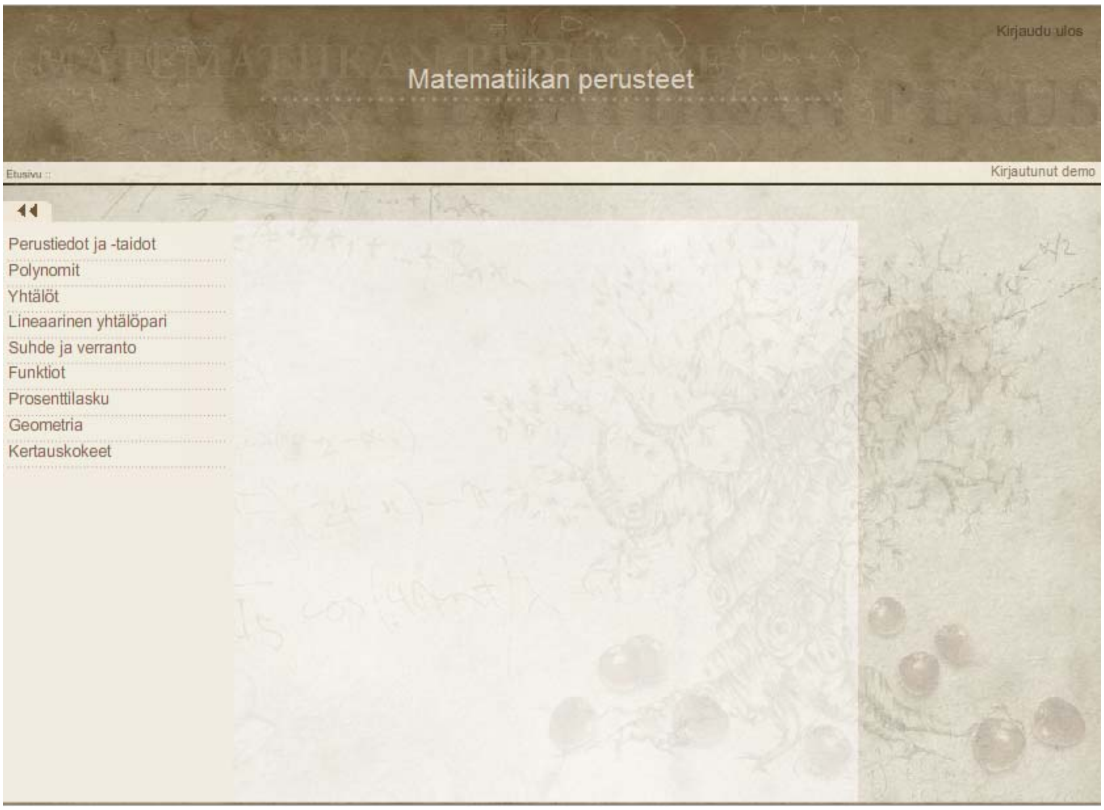


KUVA 1. MATO-ympäristöön kirjautuminen

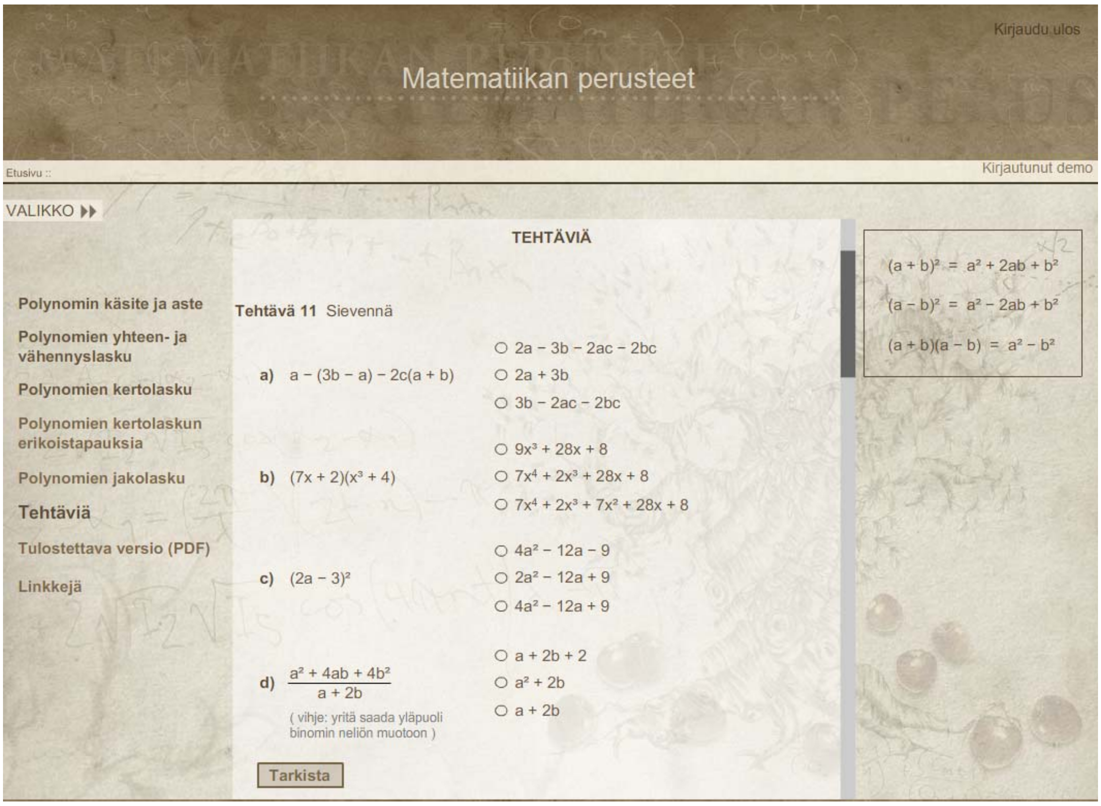
KUVA 2. MATO -ympäristön etusivu

Olisimme halunneet muuttaa ympäristön etusivua pirteämmäksi vaikkapa muuttamalla sivun ruskean yläosan vihreäksi, aivan kuten kirjautumissivulla. Etusivu on tällä hetkellä hieman masentavan oloinen. Etusivun ulkoasua korjattaneen vielä vuoden 2008 aikana, mutta tämän tutkielman kirjoitusvaiheessa se näytti vielä kuvan 2 mukaiselta (KUVA 2).

Kuvasta kolme näemme MATO -ympäristön sivun rakenteen. Sivu on jaettu sivusuunnassa kolmeen osaan siten, että vasen laita on varattu navigoinnille ja oikea laita ns. muistiinpanoille. Esimerkiksi polynomien tehtäviä -sivulla oikeaan laitaan on laitettu binomin neliön kaavat sekä neliöiden erotus -kaava (ks. KUVA 4). Suurin alue, keskipalsta, on itse teoriaa ja tehtäviä varten. Keskiosan tausta on vaalennettu, jotta taustalla oleva omenapuun kuva ei häiritsisi liikaa ja sivun tärkein asia erottuisi paremmin.



KUVA 3. MATO-verkko-oppimisympäristön sivun rakenne



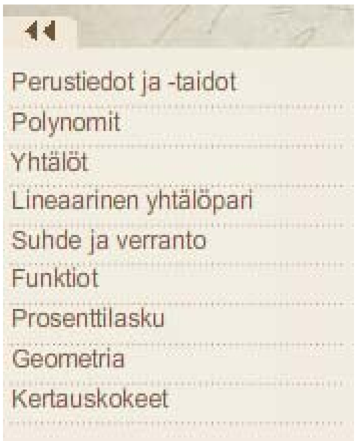
KUVA 4. Näkymä polynomien tehtäviä -sivulta

7.5 Navigointi

Koska tiedon aktiivinen mielessä pitäminen hidastaa olennaisen tiedon hakemista näytöltä ja uusien asioiden oppimista, halusimme vähentää ulkoisen kuormituksen määrää mahdollisimman paljon hyvällä käyttöliittymällä. Koetimme panostaa erityisesti navigoinnin selkeyteen sekä ympäristön käytön ohjeistukseen. Tavoitteena oli, että opiskelijan ei tarvitsisi opeteltavan materiaalin lisäksi keskittyä sijaintiinsa hypertekstidokumenteissa, vaan hän tietäisi missä pääaihealueessa on menossa, mitä se sisältää, missä hän on sillä hetkellä, missä hän on ollut ja minne aikoo edetä.

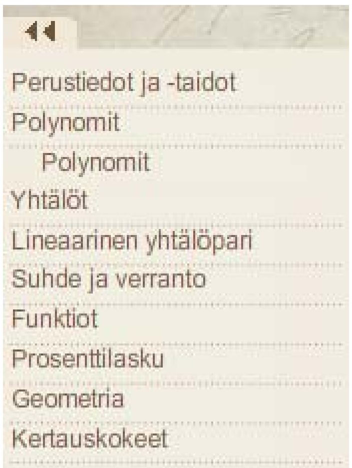
Navigoinnin selkeyden lisäämiseksi vaihdoimme 3-portaisen navigoinnin 2-portaiseen siirtämällä opiskeluympäristön etusivulle kurssin valinnan (KUVA 2: Opiskeluympäristön etusivu). Lisäksi laitoimme aina yhden pienemmän aihekokonaisuuden samalle sivulle sisältäen teorian, esimerkit ja tehtävät. Se mahdollisti teoriaan palaamisen kesken tehtävän ilman sivunvaihtoa pelkästään vierityspalkin avulla. Koska huono navigointi vaikuttaisi negatiivisesti opiskeluprosessiin sekä motivaatioon, niin koetimme erityisesti panostaa ympäristössä liikkumisen helppouteen.

Navigointi on tällä hetkellä toimiva, mutta vaatii vielä lisäkehittelyä.



KUVA 5. Navigoinnin ensimmäinen taso

KUVA 6. Navigoinnin toinen taso



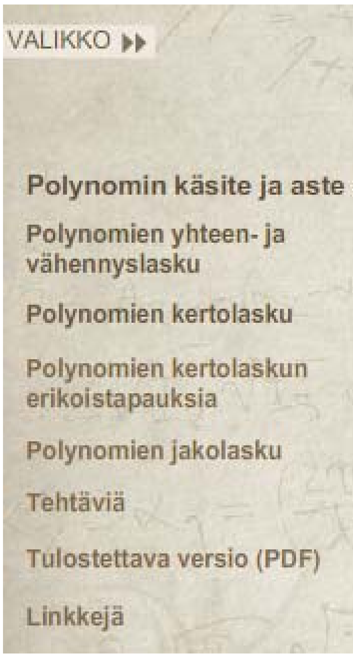
KUVA 7. Navigoinnin toinen taso

Navigoinnin kaksiportaisuus on toimiva perustiedot ja -taidot oppimisaihion kohdalla (KUVA 6), mutta muissa oppimisaihioissa se on kömpelö, koska jos haluaa mennä vaikka polynomit -sivulle, joutuu klikkaamaan kahdessa tasossa polynomit -tekstiä (KUVA 7). Yksi vaihtoehto oli tiputtaa perustiedot ja -taidot ensimmäisen tason navigoinnista pois ja korvata se esimerkiksi laittamalla sieltä seuraavat osa-alueet ensimmäisen tason navigointiin:

Lukualueet
Sieventäminen (sisältäen laskujärjestyksen)
Murtoluvut
Juuret ja potenssit
Likiarvot

Tällä ratkaisulla ensimmäisestä navigoinnin tasosta olisi päässyt suoraan aihealueen sivulle. Ympäristö tulee kuitenkin käyttöön myös Insinöörimatematiikka 1 ja 2 kursseille, tilastomatematiikan kurssille sekä joillekin fysiikan ja kemian kursseille, ja navigoinnin yksitasoisuus voisi aiheuttaa niissä ongelmia. Siksi päädyimme pitämään navigoinnin kaksitasoisena.

Jokaisen aihealueen sisällä on sivun vasemmassa laidassa oma navigointinsa (KUVA 8).



KUVA 8 : Polynomit -sivun navigointi.

Sijainnin aihealueen sisällä näkee navigoinnin suuremman ja tummemman tekstin avulla. Esimerkiksi kuvassa 8 ollaan sivulla Polynomin käsite ja aste.

Painamalla nappia 

pääsee takaisin ensimmäisen tason navigointiin (KUVA 1). Kun taas navigoinnin ylälaidan napista  saa ensimmäisen ja toisen tason navigoinnin piiloon.

7.6 Oppimateriaalin suunnittelu

Koska materiaali tulee neljän eri ammattikorkeakoulun käyttöön ja siten kurssin opettajia on useita ja heidän kurssisisältönsä vaihtelee, niin materiaali on tehty sisältöalueittain paketteihin eli niin kutsuttuihin oppimisaihioihin. Näin jokainen opettaja voi valita haluamansa aihekokonaisuudet, jotka hänen opiskelijansa näkevät. Kukin paketti sisältää teorian, esimerkkejä, tehtäviä, sovellustehtäviä sekä tulostettavan version materiaalista. Aihepaketin valittuaan opettaja ei voi muokata paketin sisältöä. Ajattelimme kurssin muokkaamisen menevän muuten liian työlääksi ja hankalaksi opettajan kannalta.

Opiskelijalähtöisesti yritimme tehdä sovellustehtävistä, teoriasta ja sanallisista esimerkeistä pääsääntöisesti ongelmalähtöisiä, teoriaa käytäntöön soveltavia ja kiinnostavia. Halusimme hyödyntää verkon tuomia mahdollisuuksia monipuolisesti ja näin tuoda esille lisäarvon, jonka verkko-opiskelu voi tuoda lähiopetuksen lisäksi. Suunnittelimme materiaalit juuri verkkoa varten välttäen pitkiä tekstiosuuksia, käyttämällä välitöntä palautetta antavia vuorovaikutteisia tehtäviä, dynaamisia kuvia ja erilaisia animaatioita sekä lyhyitä opetusvideoita. Tehtävät yritimme suunnitella ammattikorkeakoulun tekniikan ja liikenteenalan asioita soveltaviksi, jotta opiskelijat huomaisivat matematiikan hyödyntämisen omassa ammatissaan. Matematiikan merkitys insinöörin ammattitaidossa täytyi saada esille. Tämä osoittautuikin haasteelliseksi omien yliopistotaustojemme vuoksi. Saimme kuitenkin laadittua logistiikkaan, rakennustekniikkaan sekä energiatekniikkaan liittyviä tehtäviä ja esimerkkejä. Toivoimme monipuolisen materiaalin lisäävän opiskelijoiden motivaatiota ja pitävän heidän mielenkiintonsa paremmin yllä.

Hypertekstimäisesti rakentuva ympäristö mahdollistaa yksilölliset ja joustavat opiskelumahdollisuudet. Opiskelija sai itse valita ympäristöstä ne aihealueet, joita hän halusi opiskella. Liikkumista ympäristössä ei rajoitettu ja tehtäviä sai tehdä vapaavalintaisessa järjestyksessä. Teoria lähti aivan alkeista, samoin ensimmäiset tehtävät. Perustehtävät olivat algebrallisia laskurutiinin ja teorian harjoittelua.

Ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi yritimme välttää myös ylimääräistä puoleensa vetävää materiaalia, kuten turhia kuvia ja animaatioita, jotta emme veisi huomiota itse opiskeltavalta asialta. Ympäristön taustakuvaa lukuun ottamatta kuvituksemme oli laitettu sivustolle vain havainnollistamaan ilmiötä ja auttamaan asian ymmärtämisessä. Tämä paitsi säästi aikaamme, myös noudatti verkko-opetuksen tutkimusten tuloksia. Muun muassa HelLa-projektin (Vahtivuori-Hänninen ym., 2004) tutkimuksen mukaan opiskelijoista visuaalisuus ei ollut oleellista vaan materiaalin sisältö ja rakenne olivat tärkeämpiä. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että olisimme unohtaneet verbaalisen, symbolisen ja kuvallisen esitystavan soveltamisen materiaalissa. Lisäksi täytyy myös muistaa kuvien ja silmää miellyttävän visuaalisuuden affektiivinen eli tunteita, asenteita ja motivaatiota herättävä vaikutus.

7.7 Animaatiot

Animaatiossa on pause-nappi (tauko) sekä mahdollisuus palata taaksepäin ja mennä eteenpäin animaatiota raahaamalla alalaidan osoitinta. Tämä antaa opiskelijalle mahdollisuuden pysähtyä miettimään sekä siirtyä haluamaansa kohtaan katsomatta koko animaatiota uudestaan. Pääasiassa animaatiot upotettiin sivulle, mutta muutamat isommat, kuten yhtälön ratkaisu, avautuu omalle sivulleen.

Joissakin asioissa koimme animaation paremmaksi havainnollistukseksi kuin staattisen kuvan selityksen kanssa. Animaation avulla pystyimme näyttämään paremmin, miten jotakin laskua laskiessa mietitään ja edetään. Esimerkiksi polynomi kertaa polynomi animaatio havainnollistaa mielestämme hyvin, miten etumerkki kannattaa päätellä ensin ja vasta sitten laskea termien tulo. (Katso animaatio: http://users.jyu.fi/~katjohra/gradu/polynomi_kertaa_polynomi_TAPA1.wmv). Tavallisesta tekstiversiosta

$$(a-2)(2a-3) = +a \cdot 2a - a \cdot 3 - 2 \cdot 2a + 2 \cdot 3$$
$$= 2a^2 - 3a - 4a + 6 = 2a^2 - 7a + 6$$

tätä ei huomaa.

Animaation katsominen tekstin lukemisen sijaan myös keventää opiskelua. Animaatioita matematiikan perusteisiin tuli 15 kappaletta. Aiheina binomin neliö, polynomi kertaa polynomi, polynomin jakaminen polynomilla, polynomin jakaminen monomilla, monomin jakaminen monomilla, prosentti, suoran yhtälö, murtolukujen yhteenlasku, samanmuotoisten termien yhdistäminen, ympyrän pinta-ala, yhtälön ratkaiseminen ja toisen asteen yhtälön ratkaiseminen.

Suunniteltuamme muutaman animaation palkkasimme erään ulkopuolisen firman toteuttamaan niitä. Firma toteutti itse animaatiot amatöörimäisesti. Vaikka heille selitettiin millaiseen ympäristöön ne upotetaan, heidän animaationsa eivät olisi toimineet ympäristössämme. Lisäksi animaatioihin nauhoitettu puhe oli epäselvää ja animaatioissa oli asiavirheitä johtuen toteuttajien matematiikan huonosta osaamisesta. Niinpä päädyimme toteuttamaan animaatiot itse käyttämällä SMART Board -interaktiivista esitystaulua ja sen tallenna-toimintoa.

Animaatiomme ovat siis tallenteita meidän aktiivitaululle kirjoittamisestamme. Lisäksi on hyödynnetty SMART Boardissa mukana olevia piirto- ja kirjoitustoimintoja. Tallenteet on viimeistelty Windows Movie Maker -ohjelmalla. Osassa animaatioita on käytetty apuna myös ilmaista GeoGebra-ohjelmaa. Teimme GeoGebralla ensin dynaamisen työtiedoston ja nauhoitimme sen liikkuvaksi animaatioksi Smart-ohjelmiston avulla. Mielestämme käsinkirjoitetun näköinen teksti tuo opiskelijan lähemmäs luokassa tapahtuvaa opettajan taululle kirjoittamisen seuraamista, eikä siten vaikuta niin vieraalta kuin vaikkapa Flashilla toteutettu koneella kirjoitettu animaatio. Lisäksi se tuo rentoutta muuten konemaisesti kirjoitetun tekstin sekaan. Katso esim. Polynomin jakaminen monomilla.

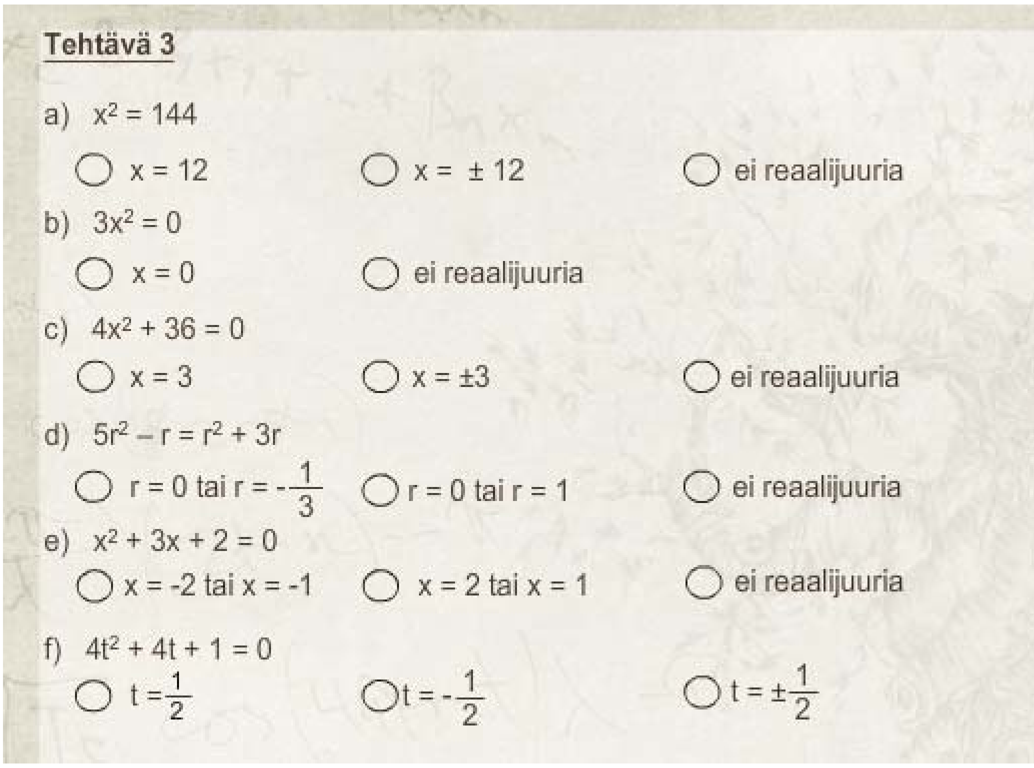
Pohdimme myös äänen lisäämistä joihinkin animaatioihin, mutta tiukan aikataulun vuoksi jouduimme jättämään äänen pois ennen testausta.

7.8 Tehtävien suunnittelu verkkoon

Kohtasimme monenlaisia ongelmia tehtävien toteutuksessa MATO-projektin aikana. Otetaan esimerkiksi polynomitehtävät. Mitä tulee vastaukseksi, kun kerrotaan polynomi (ab – ac) polynomilla (a^2 + b + c)? Vastaus $a^3b - a^3c + ab^2 - ac^2$ voidaan kirjoittaa monella kymmenellä eri tavalla, kun termien kaikki eri järjestysvaihtoehdot otetaan huomioon. Lisäksi potenssien merkitseminen tuottaa ongelmia. Pitäisikö edellinen kirjoittaa vastausruutuun a^3 b – a^3 c + ab^2 – ac^2? Jos kirjoittaa a^3b ilman väliä kolmosen ja b:n välissä saadaan

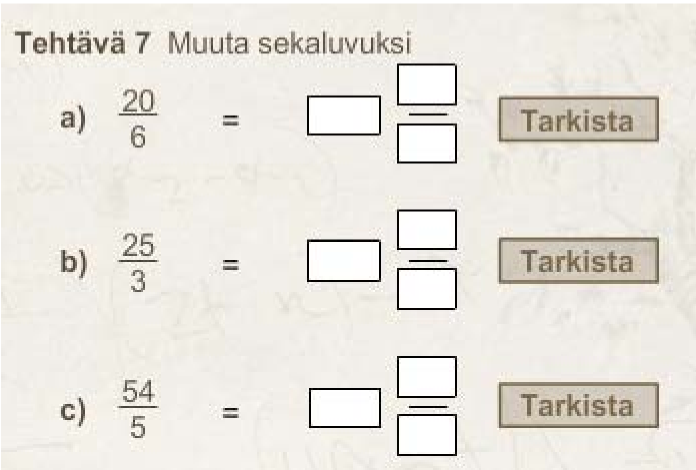
a^{3b}. Pitäisikö polynomin kirjoittamisessa käyttää siis myös sulkuja: a^{3}b? Opiskelijalla ja tehtävän koodaajalle nämä vaihtoehdot menisivät erittäin työläiksi. Sen takia päädyimme tämäntyyppisissä tehtävissä monivalinta- tai raahaustehtäviin (ks. KUVA 11, 13 ja 14). Näin vältimme hankalan potenssien kirjoittamisen ja vastausten eri kirjoitusmuotojen tarkistamisen.

Potenssin lisäksi ongelmallista oli, jos tehtävän vastaus on ± jotakin, kuten vaikkapa toisen asteen yhtälöissä usein on. Ratkaisimme tämän kuten edellisen ongelmankin – toteutimme tehtävät monivalintatehtävinä (KUVA 9).

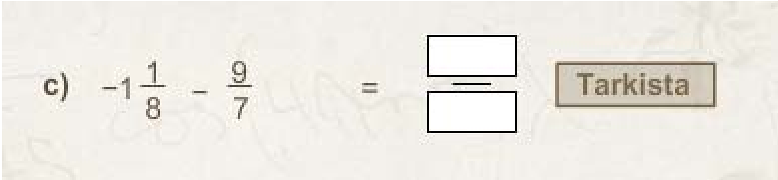


Kuva 9. ± vastaukset

Edellisten lisäksi mietimme pitkään murtolukulaskujen toteuttamista. Koska matematiikassa on tapana, että murtoluvut sievennetään mahdollisimman sievään muotoon, päädyimme siihen, että vastaus täytyy antaa sievennetyssä muodossa. Tällöin vastaukseksi hyväksytään vain yksi vaihtoehto, mikä helpottaa toteutusta. Lisäksi opiskelijalle automatisoituu supistamisen yrittäminen. Murtoluvuissa oli vaikeaa toteuttaa myös murtoluvun etumerkin syöttäminen. Koska meillä oli tehtäviä, joissa murtoluku täytyi syöttää sekalukumuodossa (KUVA 10), koimme etumerkin syöttämisen murtoluvun edessä olevaan laatikkoon sekoittavana. Siten päädyimme kuvan 11 mukaiseen ratkaisuun. Tämä oli kuitenkin opiskelijoille hämmentävää. Moni ei ymmärtänyt, miten negatiivisen murtoluvun voi merkitä, jos tehtävässä on syöttölaatikko vain osoittajalle ja nimittäjälle. Kuvan 11 c -tehtävän ratkaisu on $-\frac{135}{56}$ ja moni opiskelija päätyi merkitsemään sen vastausruutuihin virheellisesti $\frac{-135}{-56}$, eikä toivomallamme tavalla $\frac{-135}{56}$ tai $\frac{135}{-56}$. Opiskelijoiden toiveesta muutamme kuvan 11 tapaiset tehtävät sellaisiksi, että ensin täytyy valita etumerkki valintalistasta ja sitten syöttää murtoluku ilman etumerkkejä. Tämä tapa on parempi myös siksi, että se tukee etumerkin miettimistä ensin ja tällä tavoin toteutettuna myös etumerkin paikka on siinä, mihin se yleensäkin merkitään eli murtoluvun edessä. Monivalintatehtävien sijaan myös esimerkiksi toisen asteen yhtälön ratkaisujen syöttö voisi olla sellainen, että ensin valitaan etumerkki valintalistasta: vaihtoehtoina +, - ja ±.



KUVA 10: Murtolukujen syöttäminen sekamuodossa



KUVA 11: Miten negatiivinen murtoluku syötetään?

Kaikki tehtävät on tarkoitettu ratkaistavaksi käyttämällä apuna myös kynää ja paperia sekä joissain tehtävissä myös laskinta. Tästä muistutettiin kurssin ensimmäisellä sivulla sekä myös joidenkin tehtävien kohdalla.

Osassa tehtävissä on mahdollista saada vihje, joka opasti ratkaisuun tai tarvittavan teorian tai esimerkin luo. Tehtävää sai yrittää ratkaista myös ilman vihjeitä, mutta jos antaa väärän vastauksen, niin saa ensimmäisen vihjeen, jos kyseiseen tehtävään oli olemassa vihjeitä. Jos vastaa kahdesti väärin, niin näkyviin tuli tehtävän malliratkaisu, jonka sai halutessaan katsoa.

Jokaisen aihealueen lopussa olevat pidemmät sanalliset sovellustehtävät soveltuivat jo paremmin asiat hallitseville tai kertaukseksi koetta varten. Tehtävät suunniteltiin ikään kuin ratkaistavaksi yhdessä opettajan kanssa. Tämä tapahtui pilkkomalla tehtävä pienempiin ongelmiin ja antamalla niihin vihjeitä. Tällöin matematiikan taidoiltaan heikommankin oli mahdollista ratkaista tehtävä, jota hän ei olisi yksin osannut. Ongelmaksi tarkasti ohjattuun tehtävän ratkaisuun tuli erilaiset ratkaisutavat.

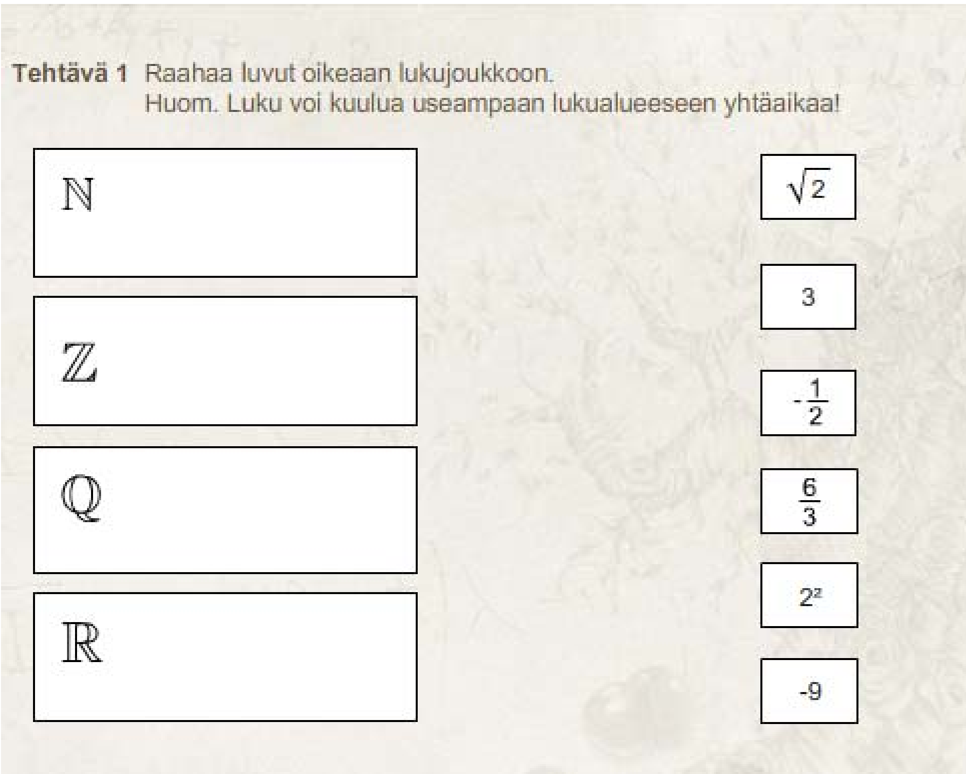
Joissakin tehtävissä ratkaisutapoja olisi ollut niin monia, että sovelluksesta olisi tullut liian raskas. Niinpä päätimme vain valita mielestämme selkeimmän ratkaisutavan ja ainoastaan mainita myös eri ratkaisutapojen mahdollisuus. Tehtäviä täytyi siis toteuttaa osittain tekniikan ehdoilla. Erilaisten ratkaisutapojen ja päättelyketjujen vertailu ja selittäminen voisi tapahtua esimerkiksi keskustelupalstan kautta tai kontaktiopetuksen parissa.

7.9 Tehtävätyypit

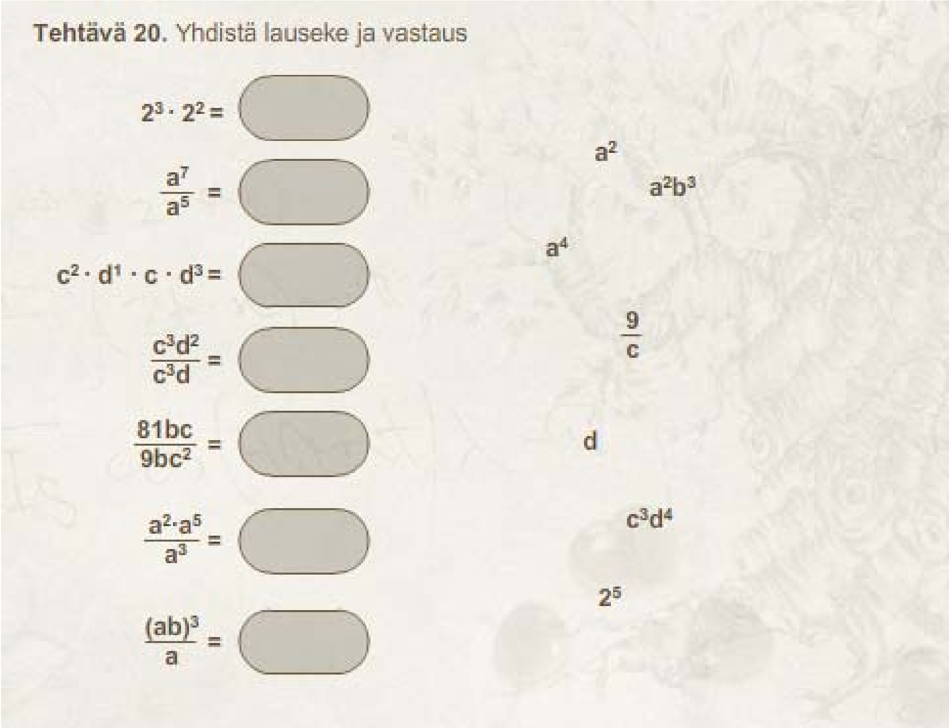
Ympäristössä olevat tehtävät voidaan luokitella kolmeen ryhmään: Raahaustehtäviin (KUVA 12 ja 13), monivalintatehtäviin (KUVA 14 ja 15) sekä täydennystehtäviin (KUVA 18 ja 19). Olemme ottaneet esimerkeiksi muutamasta tehtävästä ruutukaappauskuvat.

7.9.1 Raahaustehtävät

Raahaustehtävissä ohjelma palautti raahattavan lähtöpaikkaansa, mikäli se raahattiin väärään paikkaan.



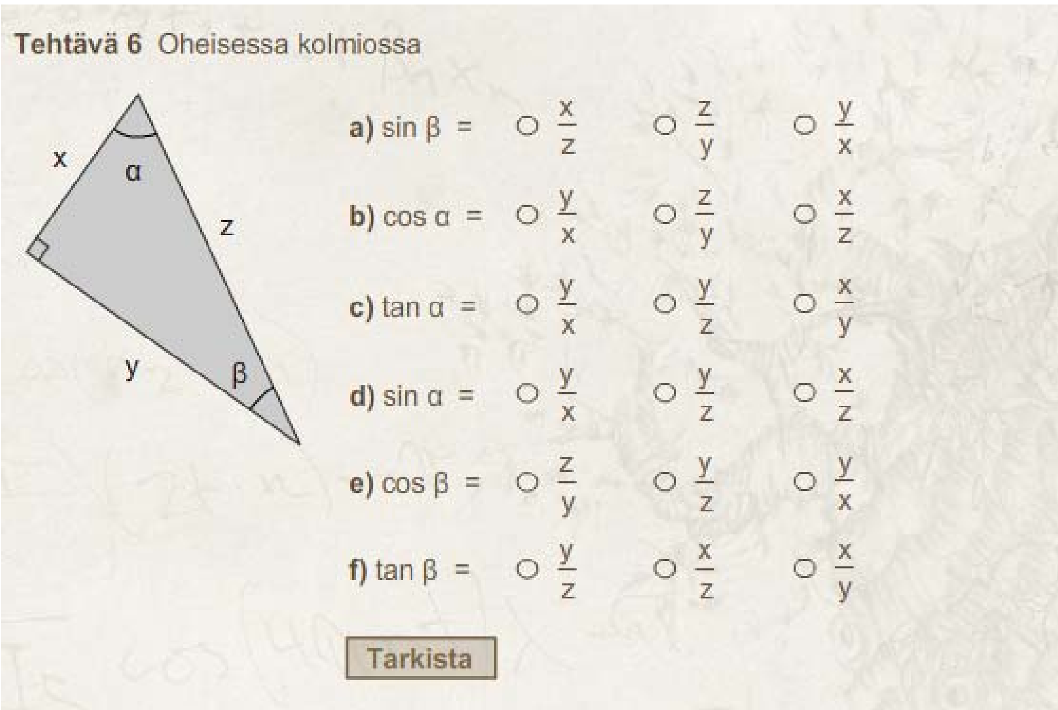
KUVA 12. Esimerkiksi lukualueet osiossa on raahaustehtävä



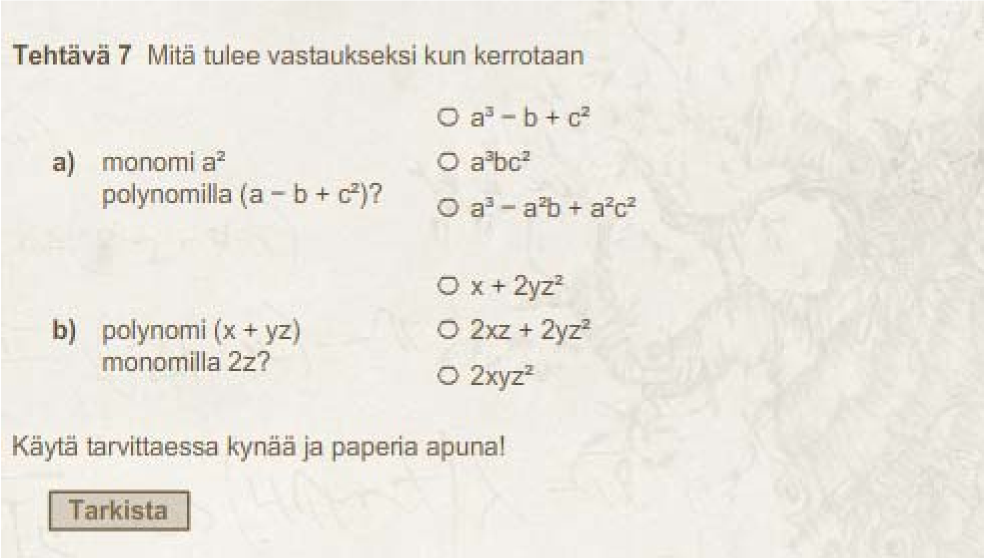
KUVA 13. Potenssitehtävän raahausversio

Kuvan 13 tapaisissa tehtävissä kannattaisi olla enemmän vastausvaihtoehtoja, jolloin ratkaisua ei voi päätellä laskematta.

7.9.2 Monivalintatehtävät

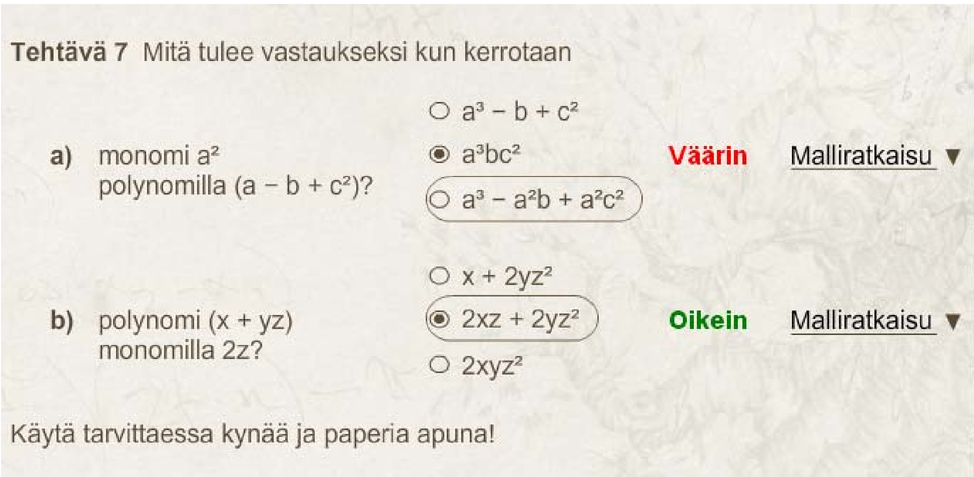


KUVA 14: Trigonometriset funktiot monivalintatehtävä



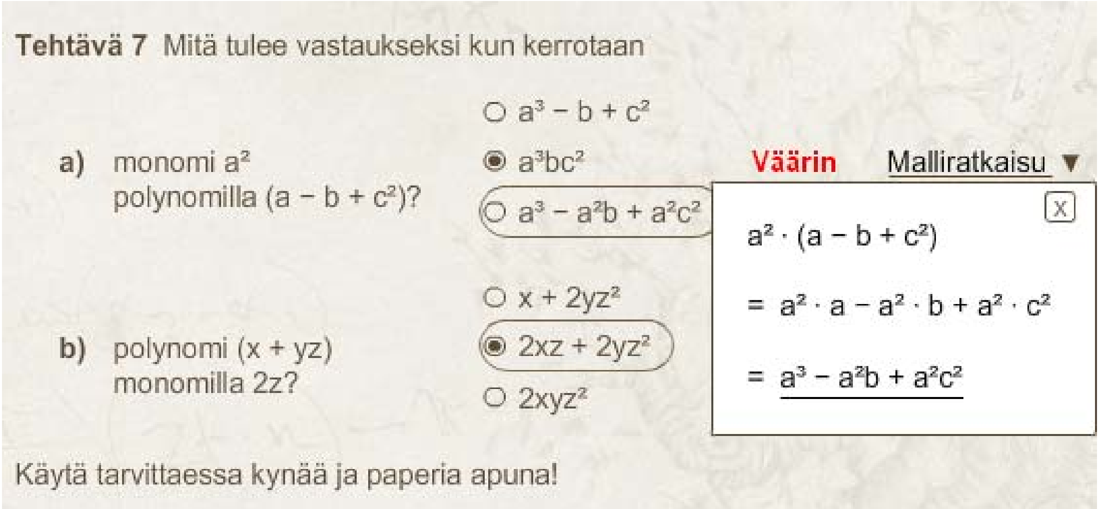
KUVA 15. Polynomien kertolasku monivalintatehtävä

Monivalintatehtävissä tarkistaminen tapahtui, kun oli ensin vastannut kaikkiin kohtiin ja painanut tarkista -nappia.



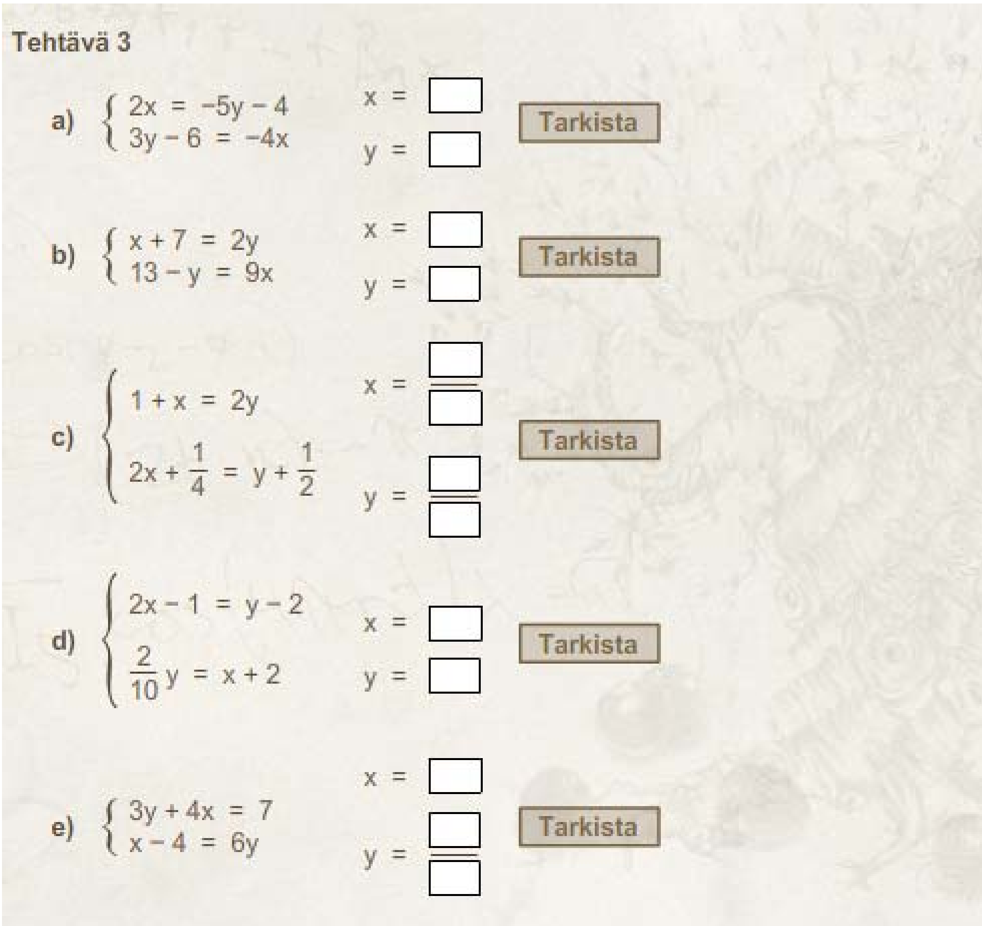
KUVA 16. Näkymä tarkistuksen jälkeen

Ohjelma kertoo onko vastannut oikein vai väärin ja lisäksi ympyröi oikean vastauksen. Malliratkaisun saa katsoa halutessaan klikkaamalla Malliratkaisua.

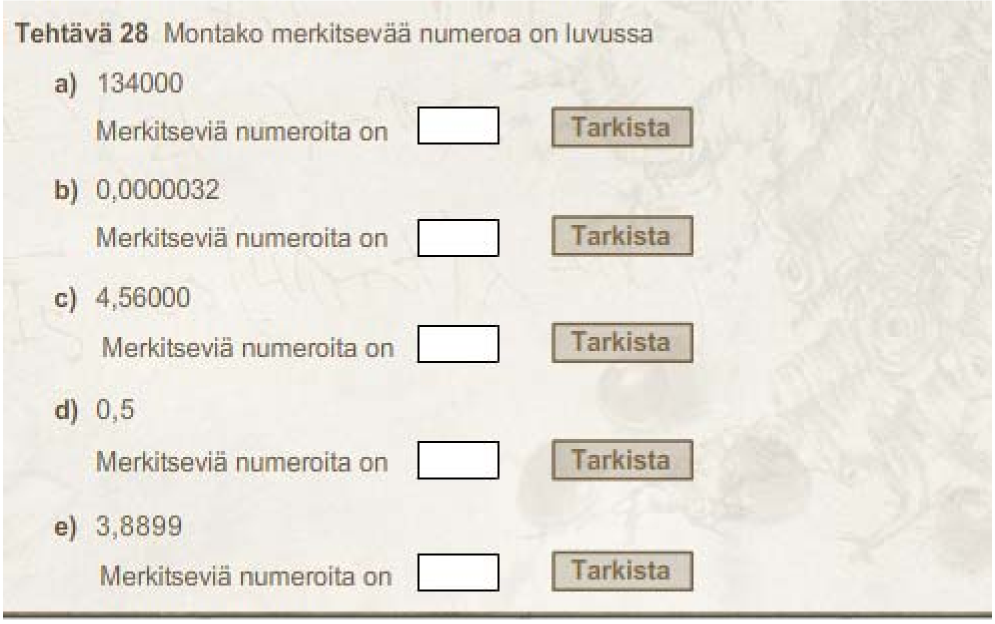


KUVA 17: Malliratkaisun näkyminen

7.9.3 Täydennystehtävät



KUVA 18. Lineaarinen yhtälöpari osion täydennystehtävä



KUVA 19. Likiarvo täydennystehtävä

Täydennystehtävissä sai yrittää kaksi kertaa ratkaisua. Vastauksen ollessa väärin, ohjelma kehottaa yrittämään uudestaan.

KUVA 20. Ensimmäinen vastausyritys väärin

KUVA 21. Myös toisella vastausyrityksellä väärin

8 Tutkimuksen toteuttaminen

8.1 Tutkimuskysymykset

MATO-projektissa tehtiin siis matemaattista verkkomateriaalia kursseille matematiikan perusteet ja insinöörimatematiikka 1. MATO-projektin materiaalia ja ympäristöä tutkittiin matematiikan perusteet -kurssin aikana. Materiaali suunniteltiin siten, että se ottaisi huomioon myös sellaiset opiskelijat, joilla on vaikeuksia matematiikassa ja matematiikan kurssien läpäisemisessä. Yhtenä tutkimuskysymyksenä voidaankin pitää, millä tavalla tämä verkkomateriaali paransi opiskelijoiden suoriutumista matematiikan perusteet -kurssista. Tarkoituksena on myös verrata keskenään verkkomateriaalia käyttäneiden ja pelkkää perinteistä menetelmää käyttäneiden opiskelijoiden koepistemääriä ja sitä kautta kurssin läpäisyä.

Pyrimme tutkimaan myös verkkomateriaalin laatua. Tarkoituksena oli saada selville, millaisena opiskelijat kokivat projektin aikana tehdyn verkkomateriaalin ja verkko-oppimisympäristön. Yhtenä mielenkiinnon kohteena oli myös se, että millaisena opiskelijat kokivat monimuoto-opetuksen verrattuna pelkkään perinteiseen opettajajohtoiseen opetukseen. Näiden perusteella vastausta haettiin myös siihen, että kuinka kurssi kannattaa jatkossa toteuttaa.

8.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen yhtenä tarkoituksena oli siis verrata vaikuttaako MATO-verkko-oppimisympäristö matematiikan perusteet -kurssin asioiden ymmärtämiseen ja sitä kautta läpäisemiseen. Tämän testaamiseen käytettiin tavanomaisia matematiikan kokeita, joista ensimmäinen oli lähtötasokoe ennen kurssia ja toinen kurssin päättökoe. Nämä kokeet olivat siis ammattikorkeakoulun laatimia normaaleja matematiikan kokeita, joiden pistemäärät otimme tähän tutkimukseen. Tutkimuksen tarkoituksena oli myös tutkia oppilaiden asenteita ja mielipiteitä MATO-verkko-oppimisympäristöä kohtaan. Tämän toteutimme kyselylomakkeella (liite 2), jossa oli ennalta valitut kysymykset joihin piti vastata 5-portaisella asteikolla. Lisäksi neljälle oppilaalle tehtiin avoin haastattelu liittyen MATO-verkko-oppimisympäristöön.

Tutkimusmenetelmänä tässä tutkimuksessa voidaan pitää toimintatutkimusta. Toimintatutkimus on kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen suuntaus (Heikkinen & Jyrkämä, 1999), ja se nähdään pikemminkin tutkimusstrategiana kuin erityisenä tutkimusmenetelmänä (Aaltola & Syrjälä, 1999). Toimintatutkimusprosessissa tutkittavat ovat aktiivisesti osallisena tutkimusprosessissa sekä tutkijan ja tutkittavien suhteen perustana on yhteistyö ja yhteinen osallistuminen (Kuula, 2000). Kun ajatellaan kahden viikon intensiivistä yhteistyötä tutkittavien oppilaiden kanssa, niin näiden kriteerien voidaan hyvinkin katsoa täyttyvän.

8.3 Tutkimusasetelma

8.3.1 Ryhmien muodostaminen ja valinta

Testasimme MATO-verkko-oppimisympäristöä 18.8. – 28.8.2008 eräällä ammattikorkeakoululla. Kyseisessä ammattikorkeakoulussa järjestettiin matematiikan tasokoe (liite 1) 18.8.2008 uusille tekniikan alan opiskelijoille. Tasokokeen läpäistäkseen, täytyi kokeesta saada 24p/30p. Aiempien vuosien hakijamäärien ja tasokoetulosten perusteella arvioimme matematiikan perusteet -kurssille osallistujia tulevan noin 100 – 110 henkilöä. (vuonna 2005 120 hlö ja vuosina 2006 ja 2007 109 hlö). Tällöin opetusryhmiä olisi muodostunut kuusi kappaletta. Tarkoituksenamme oli antaa kahdelle heikoimmalle ryhmälle MATO käytettäväksi. Tasokokeissa oli kuitenkin paras tulos vuosiin, ja kokeen läpäisemättömiä oli vain 99 henkilöä. Ryhmät jaettiin opiskelijoiden koulutusohjelman ja pistemäärien perusteella siten, että melkein läpipäässeillä (20 – 23 pistettä) oli oma 25 henkilön ryhmänsä, jolle järjestettiin opetusta vain ensimmäisellä viikolla 30 oppituntia ja lopuille (alle 20 pistettä) ryhmäjako tehtiin koulutusohjelman mukaan. Tämän seurauksena täysimittaiselle matematiikan perusteet -kurssille jäi vain 74 henkilöä. Edellisten seurauksena opetusryhmistä vain neljä toteutui ja saimme vain yhden ryhmän testaamaan MATO-verkko-oppimisympäristöä. Saamaamme vähäiseen testaajamäärään vaikutti myös ammattikorkeakoulun vakituisten opettajien negatiivinen asenne ympäristöömme. He halusivat pitää kurssin ennemmin pelkästään perinteisellä opetuksella peläten mm. työmääränsä lisääntyvän, mikäli he ottaisivat verkkoympäristön käyttöönsä.

Meistä riippumattomista syistä emme myöskään saaneet haluamaamme pistekeskiarvoltaan huonointa ryhmää, vaan itse asiassa toiseksi parhaan. Tämä on harmi, koska materiaalimme oli suunnattu erityisesti heikommille opiskelijoille, eikä ympäristömme siis tavoittanut haluamaamme kohderyhmää.

Tarkoituksenamme oli myös verrata testiryhmien ja verrokkiryhmien tuloksia, ja saada selville parantaako MATO-verkko-oppimisympäristön käyttö arvosanoja. Pienen otoksen vuoksi emme olisi voineet saada luotettavaa tulosta, mutta siitä huolimatta päätimme verrata testiryhmämme ja erään toisen ryhmän pistetuloksia loppukokeessa.

Seurasimme koeryhmämme kurssin etenemistä koko kahden viikon ajan kuuntelemalla kontaktiopetuksen tunnit sekä tarkkailemalla tietokoneluokassa työskentelyä. Olemalla tunneilla läsnä toivoimme löytävämme opiskelijoiden kompastuskiviä niin tiedollisissa asioissa kuin ympäristön käytettävyydessäkin ja sitä kautta parantaa MATO-verkko-oppimisympäristöä. Saimmekin reilun viikon aikana hyviä parannusehdotuksia ja korjattua ympäristössä esiintyviä kirjoitus- ja toimintavirheitä.

8.3.2 Testi- ja verrokkiryhmä

Testiryhmämme koostui kone- ja tuotantotekniikan sekä tietotekniikan koulutusohjelman valinneista ja siihen kuului 17 opiskelijaa, joista 16 oli miehiä ja yksi nainen. Yksi miesopiskelijoista ei tosin koskaan ilmaantunut itse kurssille. Ryhmämme tasokokeen pistekeskiarvo oli alun perin 13,6 parhaiden pisteiden ollessa 18 ja huonoimman tuloksen ollessa 3 pistettä. Tilastolliseen analyysiin otettava opiskelijamäärä kuitenkin pieneni kolmella opiskelijalla, koska he eivät saapuneet loppukokeeseen. Käyttämämme toistomittausanalyysi ei salli katoa ja nämä oppilaat täytyi poistaa aineistosta kokonaan. Tämä aiheutti sen, että tasokokeen pistekeskiarvo nousi 14,1 pisteeseen. Testiryhmämme opettaja toimi ammattikorkeakoululla tuntiopettajana ja on pitänyt kurssin jo useita kertoja.

Verrokkiryhmäksi valittiin 17 hengen ryhmä, joka koostui rakennustekniikan koulutusohjelman valinneista. Tämän ryhmän opettajalla on myös usean vuoden kokemus matematiikan perusteet -kurssin opettamisesta. Verrokkiryhmän pistekeskiarvo oli 10,3 ja ryhmässä oli kaksi naisopiskelijaa ja 15 miesopiskelijaa. Koska MATO-verkko-oppimisympäristössä on pyritty ottamaan huomioon myös heikommat oppilaat, niin lähtötasokokeen pistekeskiarvojen perusteella verrokkiryhmä olisi ollut jopa sopivampi testiryhmäksi, koska sen pistekeskiarvo oli noin 4 pistettä matalampi kuin varsinaisen testiryhmän pistekeskiarvo. Mutta kuten jo aiemmin todettiin, ryhmien valinnat tapahtuivat meistä riippumattomista syistä ja siksi ryhmien valinnat eivät ole välttämättä parhaat mahdolliset tämän tutkimuksen kannalta. Pistekeskiarvoltaan heikoin ryhmä olisi ollut metsätalouden koulutusohjelman sekä metsä- ja puutalouden markkinoinnin koulutusohjelman valinneista koostuva ryhmä. Tämä ryhmä jätettiin kuitenkin ammattikorkeakoulun opettajien yhteisen päätöksen johdosta kokonaan pois tutkimuksesta, koska se ei ole vertailukelpoinen heikomman tasonsa vuoksi. Heikoimman tasonsa vuoksi tämä ryhmä olisi kuitenkin voinut olla yksi potentiaalinen ehdokas testiryhmäksi, koska MATO-verkko-oppimisympäristössä on pyritty nimenomaan ottamaan huomioon heikommat oppilaat.

8.4 Matematiikan perusteet -kurssin eteneminen testiryhmällä

Testiryhmän kurssi toteutettiin monimuoto-opetuksena siten, että hieman yli puolet kurssin oppitunneista oli perinteistä kontaktiopetusta ja loput tunnit ATK-luokassa MATO-verkko-oppimisympäristöä käyttäen. Sisällytimme MATO-verkko-oppimisympäristön käyttöä kurssin oppitunteihin, jotta työn määrä ei ylittäisi opiskelijoilla kurssista saatavaa kolmea opintopistettä. Lisäksi halusimme taata, että kaikki varmasti tutustuisivat ympäristöön, jotta voisimme saada palautetta MATO-verkko-oppimisympäristöstä. Testiryhmämme käytti verkko-oppimisympäristön lisäksi samaa paperimonistetta kuin muutkin ryhmät. Päädyimme tähän ratkaisuun, koska ympäristö ei ollut vielä testausvaiheessa täysin valmis ja ympäristön tehtävien määrä ei olisi ollut riittävä kurssin suorittamiseen pelkän MATO-materiaalin avulla. Emme kuitenkaan kokeneet materiaalien rinnakkaiskäyttöä ongelmana, koska halusimme tutkia toisiko MATO-verkko-oppimisympäristö jotakin lisäarvoa perinteiseen materiaaliin ja opetustapaan. Mielestämme opiskelijoiden on myös helpompi vertailla materiaalien hyviä ja huonoja puolia, kun he ovat tutustuneet molempiin materiaaleihin. Alkuperäisen suunnitelman mukaan materiaalien ero oli tarkoitus saada esille vertaamalla eri materiaalia käyttäneiden ryhmien vastauksia ja tuloksia.

MATO-verkko-oppimisympäristö ei siis ollut testikäyttöön otettaessa täysin valmis. Toteutetuista aihealueista puuttui kokonaan vain funktiot, jota ajan puutteen vuoksi ei ehditty toteuttamaan testivaiheeseen mennessä. Tosin kaikista aihealueista oli saatavilla tulostettava pdf-versio, ja siten myös funktioihin oli mahdollista kuitenkin tutustua pdf-version avulla. Myös toteutukseltaan työläitä sovellustehtäviä ei saatu testivaiheeseen mennessä toteutettua, mikä on sinänsä harmi, koska jotkut oppilaat toivoivat vaativampia tehtäviä. Sovellustehtävistä tätä haluttua vaativuutta olisi ehkä löytynyt. Suunnittelimme myös laittavamme osaan videoista ääntä, jota emme kuitenkaan ehtineet testivaiheeseen mennessä tehdä. Toisaalta kurssin lopussa tehdyn kyselyn perusteella oppilaat vastasivat pääosin kieltävästi kysymykseen, jossa kysyttiin olisivatko he kaivanneet ääntä videoihin. Kurssin aikana MATO-verkko-oppimisympäristöön tehtiin korjauksia ja muutoksia niin paljon kuin niitä ehdittiin tehdä. Testiryhmän aktiivinen osallistuminen ympäristön parantamiseen oli muutenkin hyvää ja testiryhmän oppilailta saimme monia hyviä parannusehdotuksia. Lisäsimme kurssin aikana ympäristöön myös kertauskokeita ja lisää tehtäviä. Käytimme MATO-ympäristössä joitain samoja tehtäviä kuin oppilaille jaetussa perinteisessä paperimonisteessa. Tämän jotkut oppilaat näkivät huonona asiana.

TAULUKKO 2. Viikon 34 matematiikan perusteet -kurssin ohjelma.

KLO	MA	TI	KE	TO	PE
9.00–11.45	Tasokoe	MATO	Kontakti	Kontakti	Kontakti
12.30–14.45	Kontakti-opetusta	Kontakti-opetusta	MATO	MATO	MATO

TAULUKKO 3. Viikon 35 matematiikan perusteet -kurssin ohjelma.

KLO	MA	TI	KE	TO
8.00–9.30	Kontakti-opetusta	MATO	Kontakti-opetusta	Kontakti-opetusta
9.45–11.00	-	-	-	MATO

Maanantai 18.8.2008

Päätimme aloittaa maanantain pelkällä kontaktiopetuksella, jotta ehdimme luoda kaikille asianosaisille käyttäjätunnukset. Maanantain neljästä oppitunnista kaksi meni tasokokeen tehtävien läpikäymiseen. Loput kaksi tuntia opiskelijat laskivat itsenäisesti murtolukutehtäviä. Lopussa opettaja kävi taululla muutaman tehtävän läpi.

Tiistai 19.8.2008

Päivä aloitettiin kolmella tunnilla tietokoneluokassa. Ohjeistuksena oli käydä läpi perustiedot ja -taidot osiota, johon kuuluu lukualueet, laskujärjestys, sieventäminen, murtoluvut, juuret, potenssi ja likiarvot. Osa opiskelijoista ehti käymään koko osion läpi linkkejä lukuun ottamatta.

Yksi opiskelija halusi mennä polynomeihin, koska ne tuottivat hänelle ongelmia. Hänen kohdallaan MATO siis mahdollisti yksilöllisen opetuksen, mikä onkin yksi verkko-opetuksen eduista. Saimme tietokoneluokassa kierrellessämme myös muutaman kommentin MATO-ympäristöstä. Erään opiskelijan mielestä verkkomateriaalia on kivempi katsoa kuin perinteistä vanhan materiaalin paperimonistetta. Kyseinen opiskelija piti ympäristöä myös selkeänä. Toisen opiskelijan kommentti oli, että ympäristön tehtävät ovat aika helppoja ja paperiversiosta on helpompi valita vaativampia tehtäviä.

Iltapäivän kolme tuntia oli perinteistä kontaktiopetusta. Aiheena oli muun muassa sieventäminen ja likiarvot. Nyt kun opiskelijoilla oli jo kokemusta siitä, että ensin käydään teoriaa ja esimerkkejä kontaktiopetuksessa ja siirrytään vasta sen jälkeen tietokoneavusteiseen opetukseen sekä päinvastoin, niin kysyimmekin heiltä kumminpäin on parempi. Kaikki olivat sitä mieltä, että on parempi käydä asia ensin opettajajohtoisesti läpi ja siirtyä vasta sitten tietokoneluokkaan. Tämä on ymmärrettävästi opiskelijalle kevyempi vaihtoehto kuin perehtyä asiaan lukemalla itse. Kun kysyttiin oliko murtolukujen opiskelusta MATO-verkko-oppimisympäristössä hyötyä enää kontaktiopetuksen jälkeen, ainakin kolme opiskelijaa viittasi varovasti. Mainittakoon, että toisena opiskelupäivänään opiskelijat olivat vielä arkoja vastaamaan. Luokassa vallitsi hiljaisuus eivätkä oppilaat tuntuneet kommunikoivan keskenään edes tauoilla.

Keskiviikko 20.8.2008

Oppilaiden eilisten vastausten perusteella keskiviikko alkoi kontaktiopetuksella. Opettaja kävi läpi tärkeimmät potenssikaavat, jonka jälkeen opiskelijat laskivat itsenäisesti. Myöhemmin aamupäivällä käsiteltiin myös polynomien teoriaa taululla, jonka jälkeen oli taas itsenäistä laskemista.

Eilisen tapaan iltapäivä vietettiin tietokoneluokassa. Opiskelijat kävivät läpi pääasiassa polynomeja. Polynomien jakolasku -videossa siirtyminen muodosta $\frac{3x+6xy}{6xz+12xw}$ muotoon $\frac{3x(1+2y)}{3x(2z+4w)}$ herätti eräässä opiskelijassa ihmetystä. ”Miksi sulkujen sisälle osoittajaan jää 1?” Lisäsimme tämän perusteella videoomme yhden välivaiheen, jolloin alku näytti seuraavalta:

$$\frac{3x+6xy}{6xz+12xw} = \frac{3x\cdot 1+3x\cdot 2y}{3x\cdot 2z+3x\cdot 4w} = \frac{3x(1+2y)}{3x(2z+4w)}$$

MATO -sivulla polynomin kertolaskun erikoistapauksia binomin neliö on annettu selityksineen muodossa

$$(a+b)^2 = (a+b)(a+b) = a\cdot a + a\cdot b + b\cdot a + b\cdot b = a^2+ab+ba+b^2 = a^2+ab+ab+b^2$$
$$= a^2+2ab+b^2$$

Suoraan tämän alapuolella on tehtävä 9 a)

O x^2+y^2

$(x+y)^2$ O $x^2 - 2xy + y^2$

O $x^2 + 2xy + y^2$

Huomasimme todella yleiseksi virheeksi $(x+y)^2 = x^2+y^2$. Virhe ei ollut yllätys, mutta niin monen henkilön vastaaminen väärin (arviolta 5 hlö) hieman yllätti, koska asiaa oltiin käsitelty jo aamupäivän kontaktiopetuksessakin. Opiskelijat eivät joko osaa käyttää kaavaa $(a+b)^2 =$

$a^2 + 2ab + b^2$ - eri kirjaimet saavat tilanteen näyttämään aivan erilaiselta - tai asiaan sekoitetaan potenssisääntö $(a \cdot b)^2 = a^2 \cdot b^2$.

Lisäsimme ennen tehtävää yhden esimerkin ja videon, jotta kaavan hyöty summa- tai erotuslausekkeiden neliöiden laskemisessa tulisi selvemmin ilmi ja kaavan käyttö selventyisi.

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(3z+4)^2 = (3z)^2 + 2 \cdot 3z \cdot 4 + 4^2 = 9z^2 + 24z + 16$$

Myös tehtävä:

$$\frac{a^2 + 4ab + 4b^2}{a + 2b}$$

O a +2b +2

O a^2+2b

O a + 2b

tuotti ongelmia, vaikka vihjeenä luki: Yritä saada yläpuoli binomin neliön muotoon. Kaavan käyttö toiseen suuntaan vaikuttaa olevan lähes ylivoimaisen vaikeaa.

Torstai 21.8.

Aamu aloitettiin perinteisellä opetuksella kertaamalla nopeasti vastaluku ja käänteisluku ja perehtymällä käsitteiden lauseke ja yhtälö eroihin. Myös yhtälön ratkaisemisesta käytiin esimerkki. Tunnilla tuli esille yleinen ajatteluvirhe:

$x \cdot \frac{1}{x} = \frac{x}{x} = 0$, koska x:t supistuvat pois.

Iltapäivä vietettiin ATK-luokassa MATO-verkko-oppimisympäristön parissa. Ryhmäytymistä alkoi olla havaittavissa, koska välillä kuului puhetta. Aiempina päivinä oli hiiren hiljaista.

Perjantai 22.8.2008

Aamupäivä oli jälleen perinteistä luokkaopetusta. Aiheena oli toisen asteen yhtälön ratkaiseminen. Iltapäiväksi siirryttiin ATK-luokkaan. Useimmat opiskelijat olivat jo ehtineet tehdä yhtälöitä koskevat tehtävät MATO-verkko-oppimisympäristöstä ja he opiskelivat joko trigonometriaa tai prosenttilaskuja.

Maanantai 25.8.2008

Tällä jälkimmäisellä viikolla matematiikan perusteet -kurssin oppitunteja oli paljon vähemmän kuin ensimmäisellä viikolla. Maanantain kaksi oppituntia pidettiin kontaktiopetuksena. Aiheena oli suoran piirtäminen ja paraabelin piirtäminen.

Tiistai 26.8.2008

Koska edellinen päivä pidettiin kokonaan perinteiseen opetustapaan, oli tiistain kaksi oppituntia omistettu kokonaan tietokoneavusteiseen opetukseen. Aluksi harjoiteltiin miten Excel-taulukkolaskentaohjelmalla voi piirtää suoria. Koska funktiot osio oli MATO-verkko-oppimisympäristössä pelkästään pdf-versiona kehotimme opiskelijoita harjoittelemaan suoran piirtoa myös sivulla http://www.edu.fi/oppimateriaalit/aihiot/fi/matematiikka/suora_piirto/suora_piirto.htm. Sivuilta löytyy ohjelma, joka antaa funktioita joko normaalimuodossa tai ratkaistussa muodossa (saa valita) ja suorat täytyy piirtää avautuvaan ikkunaan valitsemalla koordinaatistosta kaksi pistettä, joiden kautta suora kulkee. Ohjelma kertoo, onko suora piirretty oikein ja kehottaa siirtämään pisteitä, mikäli suora on väärin. Vaikeusastetta nostaakseen voi valita, että ohjelma arpoo myös muita kuin peruskoordinaatistoja. Paraabelin piirron tarkistukseen neuvoimme ilmaisen GeoGebra-ohjelman nettiversion käytön.

Keskiviikko 27.8.2008

Koska MATO-verkko-oppimisympäristön senhetkinen aineisto alkoi olla jo käyty, niin keskiviikko oli perinteistä luokkaopetusta. Aiheena oli paraabeli. Oppilaat saivat laskea reilun tunnin.

Torstai 28.8.2008

Aamun kaksi ensimmäistä tuntia oli perinteistä luokkaopetusta trigonometrian parissa, jonka jälkeen opiskelijat täyttivät kyselylomakkeen (liite2). Seuraavan kahden tunnin aikana oltiin ATK-luokassa ja opiskelijat saivat laskea muun muassa MATO-verkko-oppimisympäristön harjoituskokeita. Sillä aikaa kun muut laskivat, haastattelimme viereisessä luokassa neljää eri opiskelijaa.

8.5 Kyselylomake

Jaoimme opiskelijoille kyselylomakkeet (liite 2) kurssin viimeisenä päivänä ja he täyttivät sen oppitunnilla. Lomakkeessa kysyttiin taustatietojen, kuten pohjakoulutuksen, aikaisempien matematiikan arvosanojen ja tietokoneen käyttötaitojen lisäksi mielipiteitä väittämiin oppimisympäristöstä ja sen rakenteesta sekä oppimateriaalista. Kyselyyn vastasi 15 opiskelijaa testiryhmästämme. Vastausten asteikkona käytettiin Likertin 5-portaista väittämämittaria (täysin eri mieltä – täysin samaa mieltä).

8.6 Haastattelut

Saadaksemme pienestä koeryhmästä mahdollisimman paljon irti, päätimme myös haastatella neljää MATO-verkko-oppimisympäristöä käyttänyttä opiskelijaa sekä kurssin opettajaa. Valitsimme haastateltavat siten, että yksi oli työssä käyvä aikuisopiskelija, yksi suoraan lukiosta tullut, yksi ammattikoulun ja armeijan jälkeen tullut ja yksi lukion ja armeijan jälkeen tullut. Lisäksi kaksi haastateltavista oli ryhmän huonoiten menestyneitä tasokokeessa.

Haastattelu oli vapaamuotoinen, mutta ohjaavina kysymyksinä olivat seuraavat:

- Oliko MATO-verkko-oppimisympäristöstä hyötyä? Miksi?

- Mikä ympäristössä miellytti, mikä ei?

- Mitä mieltä olet tehtävien tasosta? Entä erityyppisistä tehtävistä, kuten raahaus-, monivalinta- ja täyttötehtävistä?

- Oliko sinulla ongelmia ympäristön käytössä?

- Motivoiko ympäristön käyttö?

- Miten kurssi kannattaisi toteuttaa jatkossa? Oliko jako, jossa noin puolet tunneista oli ATK-luokassa, mielestäsi hyvä?

- Avaavatko visualisoinnit (animaatiot) hankalasti ymmärrettäviä asioita?

- Oliko ympäristössä liian pitkiä ja vaikeasti ymmärrettäviä lauseita?

8.6.1 Opiskelijan haastattelu 1

Ensimmäinen haastateltavamme oli lähtötasokokeesta 13 pistettä saanut yli kolmekymmentävuotias mies, joka on ollut töissä jo useamman vuoden. Hän on opiskelujen ohessa kolmivuorotyössä ja hän on lisäksi perheellinen kahden lapsen isä. Työn, perheen ja opiskelun yhteensovittaminen aiheutti aikatauluongelmia jo matematiikan perusteidenkin aikana, eikä hän päässyt aina oppitunneille. Hän mainitsi verkko-oppimisympäristön parhaaksi puoleksi sen, että kun hän ei päässyt tunnille, niin hän katsoi töissä MATO-verkko-oppimisympäristöä ja tulosti sieltä itselleen materiaalia. Näin hän ei jäänyt jälkeen. Hänen kohdallaan MATO siis mahdollisti opiskelun joustamisen elämäntilanteen mukaan. Hänen mielestään on mukavampi opiskella paperilta kuin tietokoneelta, ja siksi hän tulosti ympäristön pdf-versiot itselleen ja luki niistä. Hän kuitenkin sanoi arvelevansa nuorempien tykkäävän enemmän tietokoneella ”räpläämisestä”. Tehtävät olivat hänen mielestään sopivia tasoltaan, mutta hän olisi kaivannut niitä lisää. Mikään verkko-oppisympäristössä ei varsinaisesti ärsyttänyt häntä, mutta raahaustehtävistä hän ei tykännyt. Mitään ongelmia hänellä ei ollut ympäristön käytössä. Kurssin toteuttaminen monimuoto-opetuksena toi hänen mielestään hyvää vaihtelua. Matematiikan opiskelua ei olisi jaksanut koko kuuden tunnin päivää luokassa. MATO toi myös erilaisen näkökulman opiskeltavaan asiaan. Hän toivoi lisätehtävien lisäksi selvennystä paraabeliin, koska koki sen vaikeaksi. Miten paraabeli piirretään? Loppuun hän vielä totesi MATOn helpottavan paljon.

8.6.2 Opiskelijan haastattelu 2

Seuraavana haastateltavana oli noin 20-vuotias, joka sai lähtötasokokeesta 13,5 pistettä. Hän tuli opiskelemaan suoraan lukiosta. Hän koki MATO-ympäristöstä olleen jotakin hyötyä. Erityisesti videot olivat hänestä hauskoja, niinpä hän toivoi animaatioita lisää. Niistä oppi jos ei jaksanut lukea. Lisäksi verkko-oppimisympäristön teoriassa asiat oli eri tavalla selitetty, joka lisäsi oppimista. Lisäksi hän piti tarkasti esitetyistä esimerkeistä. Niiden avulla ymmärsi paremmin. Teksti ei ollut hänen mielestään liian pitkää. Verkon tehtäviä oli hänen mielestään hauskempi laskea, koska sai heti tietää oliko vastaus oikein vai väärin. Mitään ongelmia hänellä ei ollut ympäristön käytössä. Pelkkä perinteinen opetus olisi ollut hänen mielestään tylsää. ”Hyvä, että oltiin välillä ATK-luokassa”.

Hän piti huonona, että osa tehtävistä oli samoja kuin tunnilla jaetussa materiaalissa, tehtävät olivat tasoltaan helppoja ja vaikeat tehtävät puuttuivat. Lisäksi tehtäviä oli liian vähän. Hän kuitenkin sanoi, että olisi varmasti selvinnyt kurssista myös pelkällä MATO-verkko-oppimisympäristöllä.

8.6.3 Opiskelijan haastattelu 3

Tasokokeesta huonoimman pistemäärän saanut ei ilmestynyt kurssille enää ainakaan kahtena viimeisenä päivänä, joten otimme haastateltavaksi toiseksi heikoiten menestyneen, 9 pistettä saaneen noin 20-vuotiaan miehen. Hän oli lukion jälkeen käynyt armeijan, ennen kuin aloitti opiskelut. MATO-verkko-oppimisympäristön parhaaksi puoleksi hän sanoi, että verkko-oppimisympäristössä pystyy keskittymään rauhassa ja etenemään omaan tahtiin. Opettajajohtoisessa opetuksessa pitää edetä opettajan tahtiin, mutta verkko-oppimisympäristössä voi pysähtyä miettimään. Hän piti siitä, että opettaja neuvoi ensin taululla uuden asian, jonka jälkeen hän pystyi MATO-ympäristön avulla selventämään epäselväksi jääneet asiat. MATO-ympäristön teoria oli hänen mielestään yksinkertaisesti selitetty, joten hän pystyi ymmärtämään teorian. Hän kuvasi MATOa moderniksi versioksi oppikirjasta, pitäen MATOa laajempana, sopivan sen hyvin itsenäiseen opiskeluun ja olevan parempi kuin kirja. Tehtävät olivat hänen mielestään perustason tehtäviä ja esimerkit olivat hyviä. Soveltaminen jäi kuitenkin omalle vastuulle, koska vaikeammat tehtävät puuttuivat. Hän piti siitä, että oli eri tavalla toteutettuja tehtäviä (raahaus ym.) Videoita hän piti asioita kertaavina ja koki, että asiat jäivät paremmin mieleen. MATO-ympäristön huonoimpana puolena hän piti navigointia. Hänen mielestään se ei ollut aina looginen, vaikka löysikin aina haluamansa sivut.

8.6.4 Opiskelijan haastattelu 4

Myös seuraava haastateltavamme valittiin heikon tasokoepistemäärän perusteella. Hän sai tasokokeesta 10 pistettä. Tämä 19-vuotias mies, joka on käynyt ammattikoulun jälkeen armeijan ja aloittanut opiskelut, piti MATOa hyvänä. Parhaita puolia verkko-oppimisympäristössä oli hänen mielestään, että sai edetä omaa vauhtiaan, esimerkit olivat hyviä ja tehtävät antoivat yrittää uudestaan, jos oli vastannut väärin. Lisäksi hän koki MATO-ympäristön selventävän asioita. Hän myös koki ajan kuluvan nopeammin verkko-oppimisympäristön parissa kuin luokassa ja tuovan MATOn käytön vaihtelua opiskeluun. Kontaktiopetuksen parissa hän sanoi lähinnä kopiovan sen, mitä opettaja kirjoittaa, kun taas MATOa käyttäessä hän itse miettii enemmän. Hän piti myös siitä, että ympäristössä näkee, mitä asioita tulee seuraavaksi, kun taas perinteisellä kurssilla on riippuvaisempi opettajasta. Siten tietää seuraavan asian vasta, kun opettaja sanoo mikä se on. Erilaiset raahaustehtävät ja animaatiot hän koki myös mielekkäiksi. Eritoten animaatiot hän koki selventäviksi ja toivoi niitä muutaman lisää. Hän koki jaon puolet tuntiopetusta ja puolet ATK-luokassa olevan sopiva kurssin toteutukseen jatkossa. Hän oli käyttänyt ympäristöä myös kotona ja tulostellut osan pdf-tiedostoista. Huonoiksi puoliksi hän mainitsi vain ympäristöön jääneet muutamat virheet. Lisäksi hän toivoi lisää selvennystä paraabeliin, koska se oli hänelle aivan uusi asia. Ammattikoulussa sitä ei oltu käsitelty. Hän sanoi, että olisi toivonut myös ammattikouluun jotakin vastaavaa ympäristöä ja uskoi sen lisäävän ammattikoulun oppilaiden motivaatiota matematiikan opiskelussa.

8.6.5 Opettajan haastattelu

Lopuksi vielä kurssin opettajan mielipide MATO-verkko-oppimisympäristön käytöstä. Hänen mielestään kurssi on kivempi ja helpompi vetää kun käyttää myös MATO-verkko-oppimisympäristöä. Ympäristön käyttö tuo myös mukavaa vaihtelua kurssiin. Hän suosittelee ympäristöä ja materiaalia muille opettajille. Se tuo hänen mielestään aidosti lisäarvoa opiskeluun ja sopii hyvin kurssin teemaan. Hän aikoo käyttää MATOa jatkossa.

9 Tulokset

9.1 Tutkimuksen tilastollinen analysointi

Tutkimuksen tilastollisessa analysoinnissa käytettiin toistomittausten analyysiä. Kyseessä oli kaksitekijäinen toistomittausasetelma. Tämä on perusteltua, koska mittauskertoja oli kaksi ja oppilaat jakautuivat kahdeksi toisistaan riippumattomaksi ryhmäksi. Nollahypoteesina oli, että MATO-verkko-oppimisympäristöllä ei ole vaikutusta pistekeskiarvojen paranemiseen.

9.1.1 Kovarianssimatriisien erisuuruustarkastelu

Koska mittauskertoja on vain kaksi, niin sfäärisyysoletus on automaattisesti kunnossa. Jäljelle jää vain kovarianssimatriisien erisuuruustarkastelu. Kovarianssimatriisit eivät saisi olla merkitsevästi erisuuria. Kuten odottaa saattoi, Boxin kovarianssimatriisien erisuuruustesti antoi merkitsevän tuloksen ($p=0{,}043$) eli ryhmien kovarianssimatriisit olisivat tämän perusteella erisuuria. Tämä johtunee siitä, että tasokokeessa ryhmien varianssit olivat merkitsevästi erilaiset ($p=0{,}001$). Varianssien erilaisuus selittyy puolestaan osin sillä, että testiryhmän opiskelijoiden tasokoepistemäärät olivat sattumoisin lähellä toisiaan, kun taas verrokkiryhmään oli sattunut esimerkiksi aineiston kaksi parasta ja kaksi huonointa tasokokeen pistemäärää. Varianssien erilaisuutta vauhditti myös esimerkiksi se, että testiryhmän huonoimman tasokoepistemäärän saanut oppilas ei saapunut loppukokeeseen ja siten hänet täytyi jättää kokonaan tarkastelun ulkopuolelle. Tämäntyylisessä tilastollisessa analysoinnissa aineiston täytyy olla täydellinen eli vajaat tiedot täytyy poistaa kokonaan. Tämä tasoitti entisestään jo tasaista testiryhmää ja lisäsi siten varianssien välistä erisuuruutta. Verrokkiryhmässä puolestaan aineisto pysyi täydellisenä eli kaikki tasokokeeseen osallistuneet osallistuivat myös loppukokeeseen. Näiden analysointien perusteella kovarianssimatriisien erilaisuus on selitettävissä, ja siten tutkimuksen kokonaiskuva ja tulosten tulkinta on siltä osin vielä luotettavaa.

9.1.2 Mittauskerran päävaikutus

Kokeen eli mittauskerran vaikutus (p=0,000) on niin selkeä, ettei kovarianssimatriisien erisuuruus edes vaikuttaisi siihen. Mikäli p-arvo olisi ollut vain hieman alle 0,05, niin tällöin olisi mahdollista, että kovarianssimatriisien erisuuruus olisi muuntanut tuloksen merkitseväksi, mutta kun tulos on näin selkeä, niin kovarianssimatriisien erisuuruudella ei ole merkitystä. Siispä mittauskerralla on tilastollisesti merkitsevä päävaikutus. Tämä on selvää, koska luonnollisesti loppukokeesta saa paremman pistemäärän kuin tasokokeesta. Toisin sanoen oppilaat olivat oppineet kurssin aikana, olipa kyseessä sitten testiryhmä tai verrokkiryhmä.

9.1.3 Ryhmän päävaikutus

Ryhmän päävaikutus ei ole puolestaan tilastollisesti merkitsevä (p=0,109). Tämän perusteella ryhmien välisillä eroilla ei siis olisi tilastollista merkitsevyyttä. Tämä tulos on myös niin selvä, ettei kovarianssimatriisien erisuuruus vaikuta tulokseen millään tavalla. Itse asiassa todellinen p-arvo olisi jopa suurempi, koska kovarianssimatriisien erisuuruus vääristää p-arvoa hieman alaspäin.

9.1.4 Mittauskerran ja ryhmän yhdysvaikutus

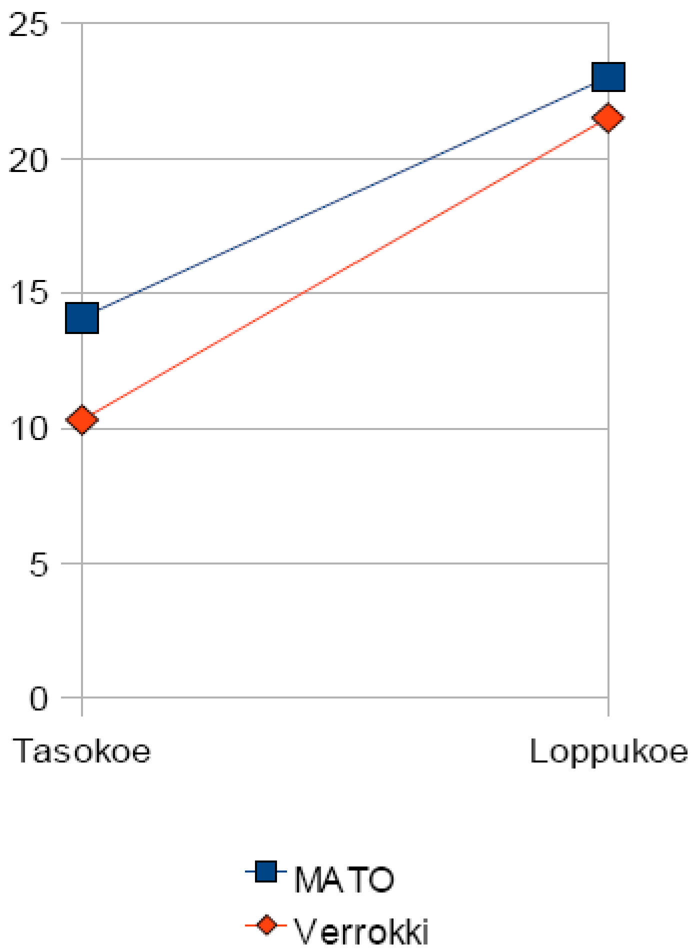
Ryhmän ja mittauskerran yhdysvaikutus ei myöskään ole tilastollisesti merkitsevä (p=0,215). Tämä tulos on samalla tavalla niin selvä, ettei kovarianssimatriisien erisuuruus siihen vaikuta. Oikea p-arvo olisi myös tässä vieläkin suurempi kuin 0,215.

9.1.5 Tilastollisten testien lopputulokset

Mittauskertojen välille siis saatiin tilastollisesti merkitsevä päävaikutus. Tämä on luonnollista, koska luonnollisestikin loppukoe menee paremmin kurssin jälkeen kuin ennen kurssia. Ryhmien välille ei syntynyt tilastollisesti merkitsevää päävaikutusta. Ryhmän ja mittauskerran yhdysvaikutus ei myöskään osoittautunut tilastollisesti merkitseväksi. Siten ainoaksi merkitseväksi tulokseksi jäi mittauskertojen päävaikutus, joka on puolestaan järkevästi selitettävissä. Itse asiassa olisi ollut hyvinkin merkillistä, jos mittauskertojen päävaikutus ei olisi ollut tilastollisesti merkitsevää. Siinä tapauksessa oppilaat eivät oppisi kurssin aikana juuri mitään. Tulokset osoittavat, ettei ole väliä käydäänkö Matematiikan Perusteet -kurssi perinteisellä tavalla vai monimuoto-opetuksena käyttäen MATO-verkko-oppimisympäristöä. Näiden tulosten perusteella voidaan sanoa, että MATO-verkko-oppimisympäristöllä ei ole vaikutusta pistekeskiarvojen paranemiseen, eli nollahypoteesi jää voimaan.

9.2 Tilastollisten tulosten pohdintaa

Verrattaessa testiryhmän ja verrokkiryhmän tulosten paranemista tasokokeesta loppukokeeseen ei tilastollisesti merkitsevää tulosta siis syntynyt. Verrokkiryhmän tulokset paranivat keskiarvoltaan enemmän kuin testiryhmän (DIAGRAMMI 1). Sekä taso- että loppukokeissa mukana olleiden pistekeskiarvon nousu oli testiryhmän osalta 8,9 pistettä, kun taas verrokkiryhmän vastaava nousu oli 11,2 pistettä. Tässä täytyy kuitenkin muistaa, että tasokokeiden pistekeskiarvot olivat varsin erilaiset ja siten jo lähtötilanne ei ollut sellainen kuin olisi haluttu. Pistekeskiarvo tasokokeessa oli testiryhmällä 14,1 pistettä, kun taas verrokkiryhmän vastaava keskiarvo oli vain 10,3. Maksimipistemäärän ollessa 30 pistettä on myös muistettava, että mitä ylempänä tasokokeen pistekeskiarvo on, niin sitä vaikeampaa on pistekeskiarvon nostaminen. Jos ryhmien välillä on jo lähtötilanteessa 4 pisteen ero, niin esimerkiksi 15 pisteen nousu vaikuttaisi paljon vaikeammalta ryhmälle, jonka pistekeskiarvo alussa on korkeampi. Jos esimerkiksi testiryhmä nostaisi pistekeskiarvoa 15 pistettä, eli 14 pisteestä 29 pisteeseen, niin se vaikuttaisi paljon vaikeammalta kuin pistekeskiarvon nostaminen 10 pisteestä 25 pisteeseen. Tämän pohdinnan perusteella voisi olettaa, että lähtötilanteessa heikompi ryhmä nostaa pistekeskiarvoa suhteessa enemmän.



DIAGRAMMI 1. Keskiarvojen nousu testiryhmällä ja verrokkiryhmällä.

Olisi myös mielenkiintoista tietää, kuinka monta lukiotaustan omaavaa henkilöä verrokkiryhmässä oli. Verrokkiryhmä koostui siis rakennustekniikan koulutusohjelmaan hakeneista opiskelijoista. Olisiko mahdollista, että rakennustekniikkaan olisi suurempi imu ammattikoulusta kuin lukiosta, koska rakennusala on kuitenkin merkittävä osa ammattiopetusta? Testiryhmä puolestaan koostui kone- ja tuotantotekniikan sekä tietotekniikan opiskelijoista. Verrattuna rakennustekniikkaan näihin koulutusohjelmiin voisi ajatella puolestaan olevan lukiosta suurempi imu. Tätä ajatusta puoltaa se, että testiryhmän opiskelijoista kymmenellä oli lukiotausta. Jos rakennustekniikan opiskelijoissa olisi enemmän ammattikoulupohjaisia opiskelijoita, niin selittäisikö se osittain verrokkiryhmän huonomman keskiarvon ja suuremman varianssin verrattuna kone- ja tuotantotekniikan sekä tietotekniikan opiskelijoista koostuvaan testiryhmään? Lukiotaustan voidaan kuitenkin katsoa antavan laajemmat matemaattiset pohjatiedot kuin ammattikoulutaustan.

Kuten jo aiemmin todettiin, tutkimuksen kannalta olisi ollut toivottavampaa, että ryhmät olisivat olleet toisinpäin eli lähtötasoltaan heikompi ryhmä olisi ollut testiryhmänä, koska MATO-verkko-oppimisympäristössä on pyritty ottamaan huomioon nimenomaan heikommat oppilaat. Kokeeko tällainen heikommat huomioon ottava ympäristö sitten inflaation lahjakkaampien oppilaiden käytössä? Mahdollisesti, koska esimerkiksi pieniin osiin puretut laskut, joissa on paljon välivaiheita, saattavat olla pitkäveteisiä oppilaille, jotka oppisivat asiat pienemmällä materiaalimäärällä ja lyhyemmällä esitystavalla.

9.3 Kyselyn tulokset

Kyselylomakkeella (liite 2) kysyimme siis opiskelijoiden taustatietoja. Kysyimme opiskelijan ikää, pohjakoulutusta, peruskoulun matematiikan arvosanaa, lukion tai ammattikoulun matematiikan arvosanaa ja ATK-taitoja. Kysyimme myös onko opiskelijalla käytössään tietokone kotona. Lisäksi selvitimme oppilaiden mielipiteitä MATO-verkko-oppimisympäristöstä 5-portaisen kyselylomakkeen avulla. Lopuksi pyysimme opiskelijoita laittamaan mieluisuusjärjestykseen opiskelutavat, eli vanha tunnilla jaettu materiaali, verkko-oppimisympäristöstä tulostettu materiaali ja MATO-verkko-oppimisympäristö. Kyselyyn vastasi 15 opiskelijaa.

9.3.1 Opiskelijoiden taustatiedot

Opiskelijat olivat iältään 19 vuodesta 34 vuoteen. Pääosa opiskelijoista oli kuitenkin noin 20-vuotiaita. Pohjakoulutus jakautui siten, että puhtaan lukiotaustan omaavia henkilöitä oli 8, puhtaan ammattikoulutaustan omaavia henkilöitä oli 5 ja kaksi henkilöä oli käynyt yhdistetyn lukio- ja ammattikoulututkinnon. Opiskelijoiden peruskoulun matematiikan arvosanojen keskiarvo oli 7,86. Lukion käyneistä henkilöistä vain kaksi oli käynyt pitkän matematiikan oppimäärän. Heistä toinen oli saanut hylätyn arvosanan kirjoituksista ja toinen oli kirjoittanut lyhyen matematiikan arvosanalla C. Lyhyen oppimäärän käyneiden opiskelijoiden kirjoituksista saadut tulokset olivat skaalalla A:sta E:hen. Ammattikoulututkinnon suorittaneiden matematiikan arvosanojen keskiarvo oli 4,2 asteikolla 1-5. Tosin kaksi ammattikoulututkinnon omaavaa opiskelijaa ei vastannut arvosanan kysymiseen ollenkaan. Toinen heistä oli kylläkin suorittanut yhdistetyn lukio- ja ammattikoulututkinnon ja kirjoittanut lyhyen matematiikan arvosanalla C. Opiskelijoiden ATK-taidot olivat hyvät tai kohtalaiset. Opiskelijoista 10 piti ATK-taitojaan hyvänä ja 5 opiskelijaa kohtalaisena. Kaikilla opiskelijoilla oli lisäksi käytettävissä kotona tietokone. Kyselyn pohjatietojen perusteella huomataan, että opiskelijoiden taso on suhteellisen hyvä. Toisaalta tämä ei ole yllättävää, koska verrattaessa muihin ryhmiin kyseessä oli tasokokeen pistekeskiarvoltaan toiseksi paras ryhmä.

9.3.2 Kyselyn mielipidetulokset

Kyselyn mielipidetulokset (liite 3) osoittautuivat pääasiassa hyvinkin positiivisiksi. Sivuilta toiselle siirtyminen oli opiskelijoiden mielestä pääasiassa vaivatonta, vaikkakin muutaman opiskelijan mielestä sivujen välillä siirtyminen ei ollut helppoa. Opiskelijat hahmottivat myös sijaintinsa ympäristössä hyvin. Ympäristön tekniseen toimivuuteen, ulkonäköön, helppokäyttöisyyteen ja oppimisympäristöön pääsyyn opiskelijat olivat tyytyväisiä. Tehtävien hajautettu sijainti oli myös hyvä ratkaisu useimpien opiskelijoiden mielestä. Kuten haastatteluissakin jo ilmeni, opiskelijat olivat sitä mieltä, että MATO-verkko-oppimisympäristö toi jotakin lisää perinteiseen opetukseen verrattuna. Mielenkiintoista tosin oli, että opiskelijat valitsivat kuitenkin pääasiassa mieluisimmaksi opiskelutavaksi vanhan tunnilla jaetun materiaalin ja perinteisen opetuksen. Tämä on toisaalta ymmärrettävää, koska matematiikan opiskelu pelkästään yksin on raskasta ja opettajan merkitystä matematiikan oppimisessa ei voi väheksyä. Pelkästään vanha perinteinen opetus ja jaettu materiaali ei ollut kuitenkaan haastattelujen ja kyselyn perusteella siltikään paras mahdollinen. MATO-verkko-oppimisympäristö suunniteltiin perinteisen lähiopetuksen tueksi ja vaikuttaisikin siltä, että juuri tällainen monimuoto-opetus olisi opiskelijoidenkin mielestä paras mahdollinen tapa opiskella. Opiskelijat olivatkin kyselyssä samaa mieltä siitä, että verkkomateriaali sopi hyvin lähiopetuksen tueksi.

Opiskelijoiden mielestä verkkomateriaalissa oli huomioitu opiskelijoiden lähtötaso melko hyvin. Muutama opiskelija ei ollut kuitenkaan tyytyväinen tähän. Johtuiko tämä sitten siitä, että verkkomateriaali oli liian helppoa opiskelijoiden hyvän tason vuoksi vai oliko esimerkiksi jollain opiskelijalla suurempia puutteita matematiikan perustaidoissa? Opiskelijoiden mielestä verkkomateriaali lisäsi asioiden ymmärtämistä. Tästäkin huolimatta suurin osa opiskelijoista ei olisi uskonut pystyvänsä kurssia suorittamaan pelkästään verkkomateriaalin avulla. Suurin osa opiskelijoista ei ollut käyttänyt verkkomateriaalia omalla ajalla. Tämä on toisaalta ymmärrettävää, koska kurssi pidettiin intensiivikurssina ja siten voimavaroja omalle ajalle ei välttämättä riittänyt. Verkkomateriaalin teoriaosuuksiin, esimerkkeihin, videoihin ja tehtävien malliratkaisuihin oppilaat olivat tyytyväisiä. Osaan verkkomateriaalin videosta suunniteltiin alunperin liitettäväksi myös ääntä, mutta kiireellisen aikataulun vuoksi sitä ei ehditty tekemään. Kyselyn perusteella opiskelijat eivät kuitenkaan kaivanneet ääntä videoihin. Tämä laittoikin meidät ajattelemaan, että kannattaako ääntä liittää videoihin ollenkaan, koska se nostaisi puolestaan laitevaatimuksia. Esimerkiksi tietokoneluokissa täytyisi olla jokaisessa koneessa kuulokkeet, jotta ääni ei häiritsisi muita opiskelijoita. Opiskelijat olivat myös sitä mieltä, että verkkomateriaalia oli helppo opiskella.

Kuten jo todettiin, suurin osa opiskelijoista valitsi mieluisimmaksi opiskelutavaksi vanhan tunnilla jaetun materiaalin ja perinteisen opetuksen. Kaikista kyselyyn vastanneista opiskelijoista 11 valitsi vanhan materiaalin ja perinteisen opetuksen mieluisimmaksi tavaksi, MATO-verkko-oppimisympäristön toiseksi mieluisimmaksi ja tulostettavan materiaalin vähiten mieluisimmaksi. Opiskelijoista 2 valitsi puolestaan MATO-verkko-oppimisympäristön mieluisimmaksi tavaksi opiskella, vanhan materiaalin ja perinteisen opetuksen toiseksi mieluisimmaksi ja verkosta tulostettavan materiaalin vähiten mieluisimmaksi. Yksi opiskelija piti puolestaan MATO-verkko-oppimisympäristöä vähiten mieluisimpana tapana opiskella pitäen vanhaa materiaalia ja perinteistä opetusta parhaana. Yhden opiskelijan mielestä puolestaan verkosta tulostettava materiaali oli mieluisin tapa opiskella ja vanha materiaali perinteisellä opetuksella oli vähiten mieluista. Nämä tulokset tukevat sitä ajatusta, että opiskelijoiden mielestä paras tapa opiskella olisi monimuoto-opetus, jossa olisi opettajajohtoista perinteistä lähiopetusta sekä MATO-verkko-oppimisympäristössä tapahtuvaa itsenäistä opiskelua.

Kuten jo aiemmin todettiin, matematiikassa ei sovi väheksyä opettajan roolia oppimisessa. Jäisikö opiskelijoille sitten liian suuri vastuu oppimisesta pelkästään itsenäisesti opiskeltavan materiaalin kanssa? Vaikuttaisi siltä, että opiskelijat eivät halua tätä vastuuta itselleen liian suurena. Tätä ajatusta tukee se, että kaikki oppilaat halusivat käydä uudet asiat ensin perinteisellä tavalla opettajajohtoisesti ja sitten vasta MATO-verkko-oppimisympäristön avulla. Toisaalta tämä on ymmärrettävää, koska näin opiskelijoiden ei tarvitse opiskella yksin uutta asiaa, joka on helposti raskasta. Uusi asia tuodaan esille opettajan avustuksella ja MATO-verkko-oppimisympäristö antaa opiskelijalle mahdollisuuden tutustua asiaan ehkä hieman eri näkökulmasta ja omaan rauhalliseen tahtiin.

10 Tutkimuksen luotettavuus

10.1 Aineiston koko ja testiryhmän valinta

Tutkimuksen aineisto oli jo itsessään niin pieni, että tutkimus ei ole ensinnäkään siltä osin luotettava. Toisekseen tutkimuksen lähtöasetelmat eivät olleet sellaiset kuin olisi ollut toivottavaa. Kuten jo aiemmin todettiin, otollisinta olisi ollut testata MATO-verkko-oppimisympäristöä heikomman tason oppilailla, koska se on suunnattu nimenomaan heikommille oppilaille. Tässä tapauksessa siis testiryhmänä oli toiseksi paras ryhmä ja verrokkiryhmänä lähtötilanteeltaan heikompi ryhmä. Ryhmien määrä oli siis pienin mahdollinen, eli testiryhmiä oli vain yksi ja sillä oli yksi verrokkiryhmä. Alunperin oli tarkoitus, että testiryhmiä olisi ollut kaksi ja verrokkiryhmiä olisi ollut myös kaksi. Tämä suunnitelma kutistui kuitenkin vain yhteen testiryhmään ja yhteen verrokkiryhmään meistä riippumattomista syistä.

10.2 Opettajien vaikutus

Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttaa myös se, että eri ryhmien kokeiden pisteytyksestä vastasivat eri opettajat. Luotettavampi tapa olisi ollut, jos kaikki kokeet olisi tarkastanut yksi ja sama opettaja sekä alussa, että lopussa. Opettajalla on kuitenkin mahdollisuus vaikuttaa pistemääriin joko tiedostaen sen tai tietämättään siitä. Toinen opettaja voi olla esimerkiksi paljon ankarampi arvostelussa siitä huolimatta, että heillä olisikin käytössään viitteelliset pisteytysohjeet. Verrokkiryhmän opettaja oli tietoinen siitä, että hänen ryhmänsä tulee vertailtavaksi testiryhmän kanssa. Luotettavuuden kannalta tutkimustilanteessa olisi ollut suotavaa, ettei verrokkiryhmän opettaja olisi tiennyt hänen ryhmänsä olevan tutkimuksessa mukana. On mahdollista, että tietoisuus ''kilpailuasetelmasta'' vaikutti opetukseen.

10.3 Intensiivikurssin vaikutus

Tämä tutkimus tehtiin siis kahden viikon intensiivikurssin pohjalta. Tutkimustuloksia on sovellettava harkiten kurssiin, joka etenee normaalilla aikataululla. Lähtökohdat oppilaan näkökulmasta ovat kuitenkin hyvin erilaiset intensiivikurssille ja normaalille kurssille. Normaalilla kurssilla, jossa perinteistä lähiopetusta on esimerkiksi vain neljä tuntia viikossa, oppilaalla jää luultavasti enemmän aikaa ja voimia käyttää verkko-oppimisympäristöä myös omalla ajallaan. Intensiivikurssilla verkko-oppimisympäristön käyttö puolestaan toi mukavaa vaihtelua kurssin opiskeluun ja lisäsi siten mahdollisesti motivaatiota. Normaalilla kurssilla perinteiset lähiopetustunnit saattaisivat olla tärkeitä sellaisenaan ja verkko-oppimisympäristö saattaisi nousta tärkeään osaan esimerkiksi harjoitustehtävien avustamisessa.

11 Pohdinta

Vaikka tutkimus ei täyttänyt pätevän tieteellisen tutkimuksen kriteereitä, niin silti saimme vahvoja suuntaviivoja siitä, millä tavalla verkkoavusteisesta opetuksesta on hyötyä matematiikassa. Vahvasti näyttää siis siltä, että paras tapa virtuaaliympäristön hyödyntämiseen matematiikassa on monimuoto-opetus, jossa osa on perinteistä opettajajohtoista opetusta ja osa verkkoavusteista opetusta. Osoittautui, että verkkoympäristö tuo omalta osaltaan matematiikan opiskeluun kuitenkin jotain lisäarvoa. Varsinkin ohjaava ja pitkälle suunniteltu verkko-oppimisympäristö mahdollistaa oppilaan itsenäisen opiskelun siten, että oppilas pääsee esimerkiksi ongelmatilanteista oppimisympäristön antamien vihjeiden avulla eteenpäin. Verkkoympäristö tuo myös mukavaa vaihtelua perinteiseen matematiikan opetukseen ja siten se saattaisi parantaa myös opiskelijoiden motivaatiota.

Erilaiset tietotekniset ratkaisut mahdollistavat asioiden esityksen tavalla, joka ei perinteisellä tavalla olisi välttämättä edes mahdollista. Tietotekniikan kanssa täytyy kuitenkin muistaa myös se, että oppiminen on etusijalla, ei mahdollisimman pitkälle viety teknologinen toteutus. Tässä voisikin sanoa, että verkkoympäristössä tietotekninen toteutus on hyvä renki mutta huono isäntä.

Hypertekstimäisesti rakentuva verkkoympäristö tarjoaa kaiken kaikkiaan monipuolista materiaalia animaatioiden, tekstien, graafisten esitysten, java-applettien ja interaktiivisten tehtävien avulla. Havainnollistaminen on monipuolisempaa kuin pelkän kirjan avulla opiskeltaessa. Kuten eräs haastateltava opiskelijakin mainitsi, ”MATO on kuin modernimpi versio oppikirjasta. Se on laajempi ja sopii itsenäiseen opiskeluun paremmin kuin kirja. Toisin kuin oppitunnilla, pystyy rauhassa keskittymään, voi pysähtyä ja miettiä – edetä omaan tahtiin”. Ja erästä toista opiskelijaa lainaten ”En olisi jaksanut opiskella koko ajan luokassa”.

Kuten jo aiemmin todettiin, intensiivikurssin ja normaalitahdilla etenevän kurssin lähtökohdat ovat hyvin erilaiset verkko-oppimisympäristöä ajatellen. Olisikin mielenkiintoista tietää, kuinka opiskelijat olisivat kokeneet ympäristön esimerkiksi kurssilla insinöörimatematiikka 1, joka pidetään normaalilla aikataululla. Mielenkiintoinen jatkotutkimusaihe olisi myös se, että kuinka MATO-verkko-oppimisympäristö toimisi pelkästään verkkokurssina, vaikkakin opiskelijoilta kävi jo ilmi perinteisen opetuksen tärkeys.

Lähdeluettelo

Aaltola, J. & Syrjälä, L. 1999. Tiede, toiminta ja vaikuttaminen. Teoksessa Heikkinen, Hannu L.T. & Huttunen, Rauno & Moilanen, Pentti (toim.) Siinä tutkija missä tekijä - toimintatutkimuksen perusteita ja näköaloja. Jyväskylä: Atena Kustannus, 11-24.

Biggs, J. 2003. Teaching for quality of learning at university (2. painos). Suffolk, UK: Open University Press and the Society for Research into Higher Education.

Bound, D. & Feletti, G. (toim.) 1999. Ongelmalähtöinen oppiminen. Uusi tapa oppia. Helsinki. Hakapaino.

Bruner, J. 1966. Toward a Theory of Instruction, Cambridge, MA. Harvard University Press

Etelä, R. 2007. Verkko-opiskeluympäristön käyttöönoton ohjaus ja konstruktivistinen oppimiskäsitys verkko-opetuksessa. Kehittämishankeraportti, JAMK

Grey, E. & Tall, D. 1993. Success and Failure in Mathematics: The Flexible Meaning of Symbols. as Process and Concept. Mathematics Teaching 142

Haapasalo, L. 1997. Oppiminen, tieto & ongelmanratkaisu. Vaajakoski. Medusa-Software

Haapasalo, L. 2004. Pitääkö ymmärtää voidakseen tehdä vai pitääkö tehdä voidakseen ymmärtää? Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.). Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen, 2. uudistettu painos. Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä: Yliopistopaino

Hannula, S., Kupari, P., Pehkonen, L., Räsänen, P. ja Soro, R. 2004. Matematiikka ja sukupuoli. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.). Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen, 2. uudistettu painos. Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä: Yliopistopaino

Heikkinen, H. & Jyrkämä, J. 1999. Mitä on toimintatutkimus? Teoksessa H. Heikkinen, R. Huttunen & P. Moilanen (toim.) Siinä tutkija missä tekijä - toimintatutkimuksen perusteita ja näköaloja. Jyväskylä: Atena Kustannus, 25-56.

Huhtala, S. & Laine, A. 2004. ”Matikka ei ole mun juttu” – Matematiikkavaikeuksien syntyminen ja niihin vaikuttaminen. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.). Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen, 2. uudistettu painos. Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä: Yliopistopaino

Hynninen-Ojala, M. & Rauste, T. Vuorovaikutus oppimisympäristöissä. Elektroninen aineisto (luettu 30.6.2008) www.cs.helsinki.fi/u/kurhila/sem/valmiit/vosem-hynninen.rtf

Immonen, J. 2000. Kirjeopetuksesta verkko-opiskeluun – etäopetuksen neljä sukupolvea. Teoksessa J. Matikainen ja J. Manninen (toim.) Aikuiskoulutus verkossa. Verkkopohjaisten oppimisympäristöjen teoriaa ja käytäntöä. 3. p. Palmenia – kustannus. Tampere: Tammer-paino. 15-28.

Kauppila, R. 2007. Ihmisen tapa oppia – Johdatus sosiokonstruktiiviseen oppimiskäsitykseen. PS-kustannus, Opetus 2000, WS Bookwell Oy, Juva 2007

Kolb, D.1984. Experiential learning. Experience as the source of learning and development. New Jersey, Prentice Hall.

Kurki, M. & Mäki-Komsi, S. 1996. Oppiminen tietokoneavusteisessa ympäristössä. Etäkamu-raportti, Etäopiskelun menetelmät - työryhmä. Tampereen yliopiston täydennyskoulutuskeskus. http://matwww.ee.tut.fi/kamu/julkaisut/raportit/oppimi.htm

Kuula, A. 2000. Toimintatutkimus. Kenttätyötä ja muutospyrkimyksiä. Tampere: Vastapaino.

Kämäräinen, J. & haapasalo, L., 1998. Hyperteksti - laatiminen ja käyttö oppimisen, tiedonhankinnan ja kirjallisuuden näkökulmista, Joensuu: MEDUSA-Software

Leino, J. 2004. Konstruktivismi matematiikan opiskelussa. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.). Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen, 2. uudistettu painos. Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä: Yliopistopaino

Lindblom-Ylänne, S. & Nevgi, A. 2003. Yliopisto- ja korkeakouluopettajan käsikirja. Helsinki: WSOY

Lindgren, S. 2004. Voidaanko matematiikka-asenteita muuttaa?. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.). Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen, 2. uudistettu painos. Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä: Yliopistopaino

Linnanmäki, K. 2004. Minäkäsitys ja matematiikan oppiminen. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.). Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen, 2. uudistettu painos. Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä: Yliopistopaino

Löfström, E., Kanerva, K., Tuuttila, L., Lehtinen, A. ja Nevgi, A. 2006. Laadukkaasti verkossa: verkko-opetuksen käsikirja yliopisto-opettajalle. Helsingin yliopiston hallinnon julkaisuja 33, Helsinki: Yliopistopaino. 2006. Saatavana myös pdf-dokumentina sivulta (luettu 23.5.2008) http://www.helsinki.fi/opetus/julkaisut/hallinnon_julkaisuja_33_2006.pdf

Merenluoto, K. & Lehtinen, E. 2004. Käsitteellisen muutoksen näkökulma matematiikan oppimiseen ja opettamiseen. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.). Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen, 2. uudistettu painos. Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä: Yliopistopaino

Mäkinen, P., Nokelainen, P., Raittinen, V., Peräkylä, L. ja Ihanainen, M. 2005. Verkko-tutor -projekti Tampereen yliopisto täydennyskoulutuskeskus. http://www.uta.fi/tyt/verkkotutor/

Nevgi, A. & Heikkilä, M. 2005. Yliopistollinen verkko-opetus. Teoksessa A. Nevgi, Löfström, E. & A. Evälä (toim.) Laadukkaasti verkossa. Yliopistollisen verkko-opetuksen ulottuvuudet. Kasvatustieteen laitos. Käyttäytymistieteellinen tiedekunta. Helsinki: Helsingin yliopisto.

Nevgi, A. & Tirri, K. 2003. Hyvää verkko-opetusta etsimässä. Oppimista edistävät ja estävät tekijät verkko-oppimisympäristössä – Opiskelijoiden kokemuksia ja opettajien arviot Suomen kasvatustieteellisen seura, Painosalama Oy, Turku, 2003

Nevgi, A., Löfström, E. ja Evälä, A. (toim.) 2005. Laadukkaasti verkossa: Yliopistollisen verkko-opetuksen ulottuvuudet. Helsinki: Yliopistopaino 2005. Saatavana myös pdf-dokumenttina sivulta (luettu 23.5.2008) http://www.helsinki.fi/ktl/julkaisut/lv/laadukkaastiverkossa.pdf

Nevgi, A., Lindblom-Ylänne, S. & Kurhila, J., 2002. Yliopisto-opetusta verkossa. Kirjassa Yliopisto- ja korkeakouluopettajan käsikirja. Toim. Lindblom-Ylänne, S. & Nevgi A. Vantaa: WSOY

Newstead, K., 1998. Aspects of children’s mathematics anxiety. Educational Studies in Mathematics 36.

Nyman, P. ja Kanerva, K. 2005. Oppijan tiedonkäsittelyjärjestelmän huomioiminen laadukkaan verkko-opetuksen suunnittelussa. Teoksessa Nevgi A., Löfström E., ja Evälä A. (toim.) 2005. Laadukkaasti verkossa: Yliopistollisen verkko-opetuksen ulottuvuudet. Helsinki: Yliopistopaino 2005. Saatavana myös pdf-dokumenttina sivulta (luettu 23.5.2008) http://www.helsinki.fi/ktl/julkaisut/lv/laadukkaastiverkossa.pdf

Polya, G., 1973. How to solve it. NJ: Princeton University Press

Pehkonen, E. 2007. Tehokas matematiikan opetus. Elektroninen aineisto, (luettu 13.6.2008) http://www.helsinki.fi/sokla/malu/7_tehok_matem_opet.pdf

Rauste-Von Wright, M.-L. & Von Wright, J. 1994. Oppiminen ja koulutus. Juva: WSOY.

Rauste-Von Wright, M.-L. 1997 Opettaja tienhaarassa. Konstruktivismia käytännössä. Juva. WSOY

Rauste-Von Wright, M.-L. & Von Wright, J. & Soini, T. 2003 Oppiminen ja koulutus. Helsinki. WSOY.

Repo-Kaarento, S.1997. Elektroninen aineisto (luettu 29.6.2008) http://www.avoin.helsinki.fi/opetuksentuki/opetus.htm

Rouet, J-F. & Levonen, J. 1996. Studying and learning with hypertext: Empiral studies and their implications. In J-F. Rouet, J. J. Levonen, A. Dillon, & R. J. Spiro (eds.) Hypertext and Cognition (3-8). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Ruokamo, H. ja Pohjolainen, S. Etäopetus Multimediaverkoissa (ETÄKAMU) – tavoitetutkimushanke. Elektroninen aineisto (luettu 10.7.2008) http://matwww.ee.tut.fi/kamu/loppuraportti/

Ruokamo, H. 2000. Matemaattinen lahjakkuus ja matemaattisten sanallisten ongelmanratkaisutaitojen kehittyminen teknologiaperustaisessa oppimisympäristössä. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Helsinki: Hakapaino.

Räsänen, P. & Ahonen, T. 2004. Oppimisvaikeudet matematiikassa - neuropsykologinen näkökulma. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.). Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen, 2. uudistettu painos. Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä: Yliopistopaino

Salovaara, H. ja Järvelä S. 1997. Teorioita ja käsityksiä oppimisesta. Elektroninen aineisto (luettu 15.6.2008) http://wwwedu.oulu.fi/okl/lo/kt2/kasitt.htm

Sorvali, T. 2004. Matematiikan opettajankoulutuksen kehittämisestä. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.). Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen, 2. uudistettu painos. Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä: Yliopistopaino

Sweller, J., van Merriënboer, J. ja Paas, F. 1998. Cognitive architecture and instructional design. Educational Psychology Review, 10, 251–296.

Tella, S. 1994. Uusi tieto- ja viestintätekniikka avoimen oppimisympäristön kehittäjänä. Osa I. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitoksen tutkimuksia 124

Tella, S., Vahtivuori S., Vuorento, A.; Wager, P. & Oksanen, U. 2001. Verkko-opetuksessa – opettaja verkossa, Edita Oyj, Helsinki.

Tella, S. 2001. Verkko-opetuksen lähtökohtia ja perusteita. Teoksessa Tella, S., Nurminen O., Oksanen, U. & Vahtivuori S. (toim.) Verkko-opetuksen teoria ja käytäntöä. Helsingin yliopisto, opettajankoulutuslaits, Vantaan täydennyskoulutuskeskus. Studia Paedagogica 25, 13-34.

Tynjälä, P. 2002. Oppiminen tiedon rakentamisena. Helsinki. Kirjayhtymä

Vaara, S.-I. 2005. Näkökulmia verkkopedagogisiin malleihin ja menetelmiin. Kasvatustieteen päivät 2005 verkkojulkaisusta Koulutuksen kulttuurit ja hyvinvoinnin politiikat. Toim. Anna-Leena Huttunen ja Anna Mari Kaikkonen. Suomen kasvatustieteellinen seura, Jyväskylä 2005 s.347-362. (Luettu 4.6.2008) http://ebooks.jyu.fi/isbn9513923843.pdf

Vahtivuori-Hänninen, S., Tissari V., Vaattovaara V., Rajala R., Ruokamo H. ja Tella S. HelLa – projekti: Helsingin ja Lapin yliopistojen tieto- ja viestintätekniikan opetuskäytön tutkimus- ja kehittämisprojekti 2001–2003. Loppuraportti. Elektroninen aineisto (luettu 23.5.2008) http://www.edu.helsinki.fi/media/hellaraportti.pdf Helsinki ja Rovaniemi 2004

VOPLA-laatupalvelu, 2006. Verkko-opetuksen laadunhallinta ja laatupalvelu – Internet sivusto http://www.vopla.fi/ (Luettu 11.9.2008)

Yrjönsuuri, R. 2004. Matemaattisen ajattelun opettaminen ja oppiminen. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen & P. Malinen (toim.). Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen, 2. uudistettu painos. Niilo Mäki Instituutti. Jyväskylä: Yliopistopaino

Oppikirjalähteet

Etelämäki, H., Hellsten, A., Hirvonen, K., Nieminen, J., Pösö, J., 2008. Summa 1. Lausekkeet ja yhtälöt. Edita prima Oy, Helsinki 2008

Jäppinen, P., kupiainen, A., Räsänen, M., 2007. Matematiikan linkki. Johdantokurssi lukion matematiikkaan. Otavan kirjapaino Oy, Keuruu 2007

Sorvali, E., Toivonen, P. 2005. TAMbeeta. Geometria. Vektorit.Werner Söderström Osakeyhtiö

LIITTEET

LIITE 1: Matematiikan perusteet, tasokoe 18.8.2008

Huom! Vastausten perusteluina olevat laskutoimitukset on esitettävä. Alleviivaa lopullinen vastaus.

1. Laske laskimella arvo x:lle, kun $x = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{ac}} + d$ ja a = 4,6 b = 1,9 c = 1,7 ja d = 3,14. Ilmoita välituloksena juuren alla olevan lausekkeen arvo. Pyöristä lopputulos oikeaan tarkkuuteen. (3 p.)

2. Erään ammattikorkeakoulun teknillisen toimialan opiskelijoista 1/5 opiskelee rakennustekniikan, 3/8 tietotekniikan ja 1/4 konetekniikan koulutusohjelmassa. Loput opiskelevat logistiikkaa. Kuinka suuri osuus opiskelijoista opiskelee logistiikkaa? Ilmoita tulos murtolukuna. (3 p.)

3. Erään epävakaan osakkeen kurssi oli maanantaina 13,00 €. Tiistaina kurssi laski 10 % ja keskiviikkona se nousi 20 %. Mikä oli osakkeen kurssi keskiviikon nousun jälkeen? Montako prosenttia se oli muuttunut maanantain arvosta? (3 p.)

4. Ratkaise yhtälöpari $\begin{cases} -3x + 8 = y \\ x + 2y = -9 \end{cases}$ (3 p.)

5. Ratkaise yhtälö $3(x-4) = 2-(2x-1)$ (3 p.)

6. Suorakulmaisen kolmion toinen kateetti on 12 metriä ja hypotenuusa 13 metriä. Laske toisen kateetin pituus ja kolmion kulmien suuruudet. Piirrä kuva, mistä käyttämäsi merkinnät selviävät. (3 p.)

7. Sievennä (jos mahdollista)

   a) $\frac{8m-4m}{4m}$ (1 p.) b) $\frac{a^2bc^3}{ab}$ (1 p.) c) $\frac{a^2b}{a+c}$ (1 p.)

8. Sievennä lauseke $(a-b)^2 - (a-b)(a+b)$ (3 p.)

9. a) Ratkaise I kaavasta $R = \frac{U}{I}$ (1 p.)
   b) Ratkaise r kaavasta $A = \pi r^2$ (2 p.)

10. Ratkaise 2.asteen yhtälöiden molemmat juuret:

    a) $x^2 = 121$ (1 p.) b) $x^2 - 6x = 0$ (1 p.)
    c) $2x^2 - 6x - 20 = 0$ (1 p.)

Toisen asteen yhtälön ratkaisukaava: $x_{1,2} = \dfrac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

LIITE 2: Kyselylomake

Kysely matematiikan perusteet -kurssin verkko oppimisympäristöstä
Tämä kysely on osa matematiikan verkko-opetuksen tutkimusta. Vastauksesi on meille – ja myös sinulle – erittäin tärkeä. Kyselyn perusteella voimme kehittää ympäristöä ja materiaalia paremmaksi.

Annettuja tietoja käytetään vain tutkimuskäyttöön ja nimet eivät tule tutkimuksessa julki.

Opiskelijan tiedot

Nimi____

Ikä___________

Pohjakoulutus

- □ Ammattikoulu
- □ Lukio
- □ Muu, mikä?______________________________

Jos olet käynyt lukion, niin opiskelitko

- □ Pitkän matematiikan
  YO –arvosana L E M C B A
- □ Lyhyen matematiikan
  YO –arvosana L E M C B A

Jos olet käynyt ammattikoulun, mikä oli matematiikan arvosanasi siellä? _________

Peruskoulun matematiikan arvosana________

ATK-taitoni ovat mielestäni

- □ Hyvät
- □ Kohtalaiset
- □ Heikot

Onko kotonasi käytettävissä tietokone?

- □ Kyllä
- □ Ei

Merkitse sopivin vaihtoehto

1 = Täysin eri mieltä

2 = Melko eri mieltä

3 = En osaa sanoa

4 = melko samaa mieltä

5 = Täysin samaa mieltä

Oppimisympäristö ja sen rakenne

	Täysin eri mieltä	Melko eri mieltä	En osaa sanoa	Melko samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
1. Oppimisympäristössä olevan materiaalin sivut etenivät loogisesti	1	2	3	4	5
2. Sivuilta toiselle siirtyminen oli helppoa	1	2	3	4	5
3. Ulkonäkö oli miellyttävä	1	2	3	4	5
4. Ympäristö toimi teknisesti hyvin (videot toimivat jne.)	1	2	3	4	5
5. Pääsy oppimisympäristöön oli vaivatonta	1	2	3	4	5
6. Verkko-oppimisympäristö antoi jotakin lisää perinteiseen lähiopetukseen verrattuna	1	2	3	4	5
7. Ympäristöä oli helppo käyttää	1	2	3	4	5
8. Tehtävien hajautettu sijainti ympäristössä oli hyvä ratkaisu	1	2	3	4	5
9. Hahmotin sijaintini ympäristössä	1	2	3	4	5

Oppimateriaali

10. Verkko-oppimateriaalin määrä oli sopiva suhteessa kurssin laajuuteen	1	2	3	4	5
11. Verkkomateriaalissa oli huomioitu opiskelijoiden lähtötaso	1	2	3	4	5
12. Verkkomateriaali lisäsi kurssin asioiden ymmärtämistä	1	2	3	4	5
13. Verkkomateriaali sopi lähiopetuksen tueksi	1	2	3	4	5
14. Olisin pystynyt suoriutumaan kurssista pelkän verkkomateriaalin avulla ilman lähiopetusta	1	2	3	4	5
15. Verkkomateriaalia oli helppo opiskella	1	2	3	4	5
16. Käytin verkkomateriaalia myös omalla ajalla	1	2	3	4	5
17. Tulostettavat pdf -tiedostot olivat hyödyllisiä	1	2	3	4	5
18. Tein useimmat verkkotehtävät	1	2	3	4	5
19. Verkkomateriaalin tehtävät olivat liian vaikeita	1	2	3	4	5
20. Verkkomateriaalin tehtävät olivat liian helppoja	1	2	3	4	5
21. Verkkomateriaalin teoriaosuudet olivat selkeitä	1	2	3	4	5

	Täysin eri mieltä	Melko eri mieltä	En osaa sanoa	Melko samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
22. Verkkomateriaalin esimerkit havainnollistivat hyvin teoriaa	1	2	3	4	5
23. Verkkomateriaali oli suunnattu tekniikan alan opiskelijoille	1	2	3	4	5
24. Uskon tarvitsevani kurssin asioita ammatissani	1	2	3	4	5
25. Videot olivat havainnollistavia	1	2	3	4	5
26. Malliratkaisut olivat hyödyllisiä	1	2	3	4	5
27. Olisin kaivannut ääntä videoihin	1	2	3	4	5
28. Aion kerrata kokeeseen käyttämällä verkkomateriaalia	1	2	3	4	5
29. Olisin halunnut käydä kurssin pelkästään perinteisellä tavalla	1	2	3	4	5
30. Valmistauduin matematiikan tasokokeeseen	1	2	3	4	5

Miten opiskelit mieluiten? Laita paremmuusjärjestykseen (numeroi 1-3)

___ Tunnilla jaetun materiaalin avulla

___ Verkkoympäristöstä tulostetulla materiaalilla

___ MATO –verkkoympäristössä

Parannusehdotuksia, muuta kommentoitavaa jne.

Kiitos!

LIITE 3: Kyselyn mielipidetulokset

	Täysin eri mieltä	Melko eri mieltä	En osaa sanoa	Melko samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
1. Oppimisympäristössä olevan materiaalin sivut etenivät loogisesti	0%	0%	0%	67%	33%
2. Sivuilta toiselle siirtyminen oli helppoa	0%	13%	7%	27%	53%
3. Ulkonäkö oli miellyttävä	0%	0%	7%	53%	40%
4.Ympäristö toimi teknisesti hyvin (videot toimivat jne.)	0%	0%	13%	60%	27%
5. Pääsy oppimisympäristöön oli vaivatonta	0%	0%	0%	47%	53%
6. Verkko-oppimisympäristö antoi jotakin lisää perinteiseen lähiopetukseen verrattuna	0%	7%	0%	33%	60%
7. Ympäristöä oli helppo käyttää	0%	0%	0%	47%	53%
8. Tehtävien hajautettu sijainti ympäristössä oli hyvä ratkaisu	0%	7%	7%	53%	33%
9. Hahmotin sijaintini ympäristössä	0%	0%	20%	47%	33%
10.Verkko-oppimateriaalin määrä oli sopiva suhteessa kurssin laajuuteen	0%	20%	13%	40%	26%
11. Verkkomateriaalissa oli huomioitu opiskelijoiden lähtötaso	0%	7%	20%	40%	33%
12. Verkkomateriaali lisäsi kurssin asioiden ymmärtämistä	0%	0%	13%	33%	53%
13. Verkkomateriaali sopi lähiopetuksen tueksi	0%	0%	0%	60%	40%
14. Olisin pystynyt suoriutumaan kurssista pelkän verkkomateriaalin avulla ilman lähiopetusta	27%	20%	33%	20%	0%
15. Verkkomateriaalia oli helppo opiskella	0%	7%	7%	53%	33%
16. Käytin verkkomateriaalia myös omalla ajalla	60%	7%	7%	13%	13%
17. Tulostettavat pdf -tiedostot olivat hyödyllisiä	7%	0%	53%	13%	27%
18. Tein useimmat verkkotehtävät	0%	0%	13%	20%	67%
19. Verkkomateriaalin tehtävät olivat liian vaikeita	47%	47%	0%	7%	0%
20. Verkkomateriaalin tehtävät olivat liian helppoja	7%	53%	27%	13%	0%
21. Verkkomateriaalin teoriaosuudet olivat selkeitä	0%	0%	0%	87%	13%
22.Verkkomateriaalin esimerkit havainnollistivat hyvin teoriaa	0%	0%	13%	60%	27%
23. Verkkomateriaali oli suunnattu tekniikan alan opiskelijoille	7%	13%	27%	33%	20%
24. Uskon tarvitsevani kurssin asioita ammatissani	7%	13%	27%	40%	13%
25. Videot olivat havainnollistavia	0%	7%	13%	40%	40%
26. malliratkaisut olivat hyödyllisiä	0%	0%	7%	47%	47%
27. Olisin kaivannut ääntä videoihin	47%	27%	20%	0%	7%
28. Aion kerrata kokeeseen käyttämällä verkkomateriaalia	13%	0%	40%	40%	7%
29. Olisin halunnut käydä kurssin pelkästään perinteisellä tavalla	43%	50%	7%	0%	0%