



LAPPEENRANNAN
TEKNILLINEN YLIOPISTO

Matematiikan opetuksen virtuaaliympäristöjen pedagoginen käyttö

Liliana Peuhkuri

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Tietotekniikan osasto

Peuhkuri, Liliana

Matematiikan opetuksen virtuaaliympäristöjen pedagoginen käyttö

Kandityö

2006

26 sivua, 2 kuvaa, 4 liitettä

Tarkastaja ja ohjaaja: Filosofian maisteri Kalle Saastamoinen

Filosofian tohtori Tuomo Kauranne

Avainsanat: oppimisympäristö, verkko-opetus, käyttäjäystävällisyys

Tämän kandityön tarkoituksena on selvittää ja kehittää Lappeenrannan teknillisen yliopiston sovelletun matematiikan laitoksella luotua virtuaalimateriaalin käyttöä eri kohderyhmille sopivaksi sekä käyttäjäystävällisemmäksi. Matematiikan virtuaalimateriaali on luotu tukemaan lähiopetusta matematiikan perusopetuksessa. Matematiikan virtuaalimateriaalin hallintaympäristöä on kehitetty vuodesta 2001. Järjestelmää sekä sen opiskelumateriaalia on kehitetty opettajien ja opiskelijoiden avulla. Järjestelmä kattaa teknillisen yliopiston eri osastojen matematiikan peruskurssien materiaalit. Sen käytöllä opettajat voivat hankkia itselleen lisää aikaa opetuksen suunnitteluun materiaalin luomisen nopeutuessa, koska opetusmateriaali voidaan nopeasti kasata valmiista tehtävistä ja teoriaosioista. Opiskelijoiden kannalta hyvätasoinen oppimateriaali on jatkuvasti saatavilla ja sen avulla on myös helppo opiskella hyvien hakutoimintojen ansiosta.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology

Department of Information Technology

Peuhkuri, Liliana

Mathematical teaching in virtual environments and its pedagogical usage

Bachelor's thesis

2006

26 pages, 2 figures, 4 attachments

Examiner and supervisor: Filosofian maisteri Kalle Saastamoinen

Filosofian tohtori Tuomo Kauranne

Keywords: learning environment, e-learning, usability

This Bachelor Thesis purpose is to define and develop the virtual materials of the laboratory of Applied Mathematics at the Lappeenranta University of Technology, mainly by making them more suitable for different target groups and more usable. The virtual material was created to support individual learning process in mathematics and to help teachers in the mechanical but time consuming process of making teaching materials. Development of the mathematical virtual material environment started in 2001. The system and its virtual materials have been developed with the co-operation of teachers and students. It is quite a broad system, since it covers all the basic courses of mathematics from all the departments in the university. System has good means for database searches and it can be used to create both html and pdf materials fast and effective ways. Now teachers can save their time from creation of material to something more demanding and students can freely develop their personal skills in mathematics when ever they feel they want to.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	2
2. VERKKO-OPETUS	3
2.1 VERKKO-OPETUS OPISKELIJAN NÄKÖKULMASTA	3
2.2 VÄLINEITÄ JA OHJELMISTOJA	4
2.2.1 <i>Infrastruktuuri – matemaattisen oppimisympäristön teknologia</i>	4
2.2.2 <i>Verkko-opetuksen viestintävälineet</i>	6
2.3 VUOROVAIKUTUS	7
3. VIRTUAALIOPISKELU	8
3.1 VERKKOMATERIAALIN LAATIMINEN	10
3.2 VERKKO-OPETUKSEN RÄÄTÄLÖINTI ERI KOHDERYHMILLE	12
4. MATEMATIIKAN VERKKO-OPETUKSEN SUUNNITTELU	13
4.1 KOHDERYHMÄT	15
4.2 MATEMATIIKAN VERKKOMATERIAALIN KEHITTÄMINEN	16
4.2.1 <i>Verkkomateriaalin sisältö</i>	17
4.2.2 <i>Oppimateriaalin visuaalisuus</i>	19
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	21
LÄHTEET	22
LIITTEET:	
LIITE I	Matematiikan verkko-opetuksen käyttöliittymän rakenne
LIITE II	Avainsanat ja niiden määrittelyt
LIITE III	Rakenne calculus content dictionary (CCD)
LIITE IV	Käytetyt lyhenteet aakkosjärjestyksessä

1. Johdanto

Oppimisympäristö-ajattelu on lähtöisin 1980-luvun ja 1990-luvun alusta, jolloin nousi esille muutokset koulutuksen järjestelyissä sekä opetuksessa että opiskelussa. Oppimisympäristö-ajattelu on vahvistanut käsitystä siitä, että olennainen osa oppimisestamme on informaalia. (Chiou 1992; Pantzar 1995;). [1,9] Tästä syystä verkkoperustaisen oppimisympäristöjen pedagogisen tarkastelun, erityisesti suunnittelun ja toteutuksen yhteydessä, on oltava laaja sekä yllettävä yli perinteisen koulutuksen.

Tässä kandityössä selvitetään Lappeenrannan teknillisen yliopiston matematiikan verkko-opetuksen käyttöä eri kohderyhmille ja miten sitä voidaan räätälöidä heidän tarpeisiinsa. Koska käsittelen työssäni Lappeenrannan teknillisen yliopiston matematiikan verkko-opetusta tutkien ja analysoiden oppimateriaalia, rajaan pois laajemmat kokonaisuudet, kuten etälukion tai virtuaaliyliopiston. Työn tavoitteena on suunnitella kohderyhmille sopivat oppisisällöt ja tehtäväkokoelmat, sekä käyttöliittymän ja käyttötavan suunnittelu kullekin ryhmälle, jotka pyritään toteuttamaan järjestelmään.

Lähtökohtana pidän olettamusta, että lähiopetus sekä siihen liittyvät perinteiset oppikirjat ja muut opetusmateriaalit ovat toimivia. Miten siis verkko-opiskelu voisi tehostaa lähiopetusta ja tuoda mukaan jotain uutta? Etsin vastausta kysymykseen: millaiset sisällöt ja toiminnot tuovat lisäarvoa matematiikan opiskeluun?

Uskon, että verkko-opetuksen avulla voidaan kehittää nykypäivänä tärkeäksi koettuja ominaisuuksia, kuten itseohjautuvuutta, aktiivisuutta ja vuorovaikutustaitoja. Tavoitteeni on löytää verkko-opetuksesta sisältöjä tai toimintoja, jotka kehittävät näitä ominaisuuksia.

Työn alussa analysoidaan lyhyesti miten verkko-opetus on suunniteltu vastaamaan eri oppijaryhmien tarpeita. Virtuaaliympäristöä käsittelevässä luvussa esitellään virtuaaliopetuksessa käytettävät materiaalit. Lopuksi esitetään virtuaaliopetuksen käytännön muokkausta vastaamaan Lappeenrannan teknillisen yliopiston eri kohderyhmien tarpeita.

Käytännössä esitetään suunnitelma, jossa muokataan yliopistolle yhtenäinen virtuaaliympäristö matematiikan opetukseen tekniikan opiskelijoille. Tämä sisältää eri oppimissisältöjen sekä tehtäväkokoelmien suunnittelun ja muokkauksen vastaamaan eritasoisien eri pääaineiden opiskelijoiden tarpeita.

Eräs etäopiskelun ongelma on opintojen prosessiluonteisuus. Miten tukea opiskelijoita ryhmänä, kun opiskelijat ovat tasoltaan erilaisia ja etenevät omaan tahtiinsa? Tähän ei ole triviaalia ratkaisua, mutta eräs lienee valittujen jaksojen ja moduulien suorittamisen niin, että sallitaan toisten edetä eri tahtia kuin toisten. Tämä mahdollistetaan tarjoamalla pysyvä itseopiskelumahdollisuus verkossa olevan oppimisympäristön kautta.

2. Verkko-opetus

Verkko-opetus voitaisiin jakaa karkeasti ohjattuun verkko-opetukseen, itseopiskeluun verkossa sekä monimuoto-opetukseen, jossa yhdistellään lähiopetusta ja verkko-opetusta. Kansainväliseen alan terminologiaan ei monimuoto-opetus (multiform- tai multimedia - teaching) ole kovinkaan vakiintunut. Tunnetumpia ovat etäopetukseen tai itseohjattuun oppimiseen liittyvät käsitteet (distance education, distance teaching, distance learning, independent studies, self-directed learning etc.). Lisäksi eräissä jaotteluissa eritellään peruslähestymistavat verkko-opetuksessa oppimateriaalikeskeiseen ja vuorovaikutuskeskeiseen lähestymistapaan. Nimensä mukaisesti materiaalikeskeisessä keskitytään digitaalisen materiaalin tuottamiseen, kun taas vuorovaikutuskeskeisessä ovat päähuomion kohteena opetuksen, ohjauksen ja opiskelun vuorovaikutusprosessit. Tämä jaottelu ei tietenkään tarkoita sitä, ettei näitä lähestymistapoja voisi yhdistellä. [2]

2.1 Verkko-opetus opiskelijan näkökulmasta

Opetusprosessi verkossa tarkoittaa opetusta, joka perustuu yhteisölliseen työskentelyyn, jossa opettaja ja opiskelijat ovat aktiivisessa vuorovaikutuksessa keskenään erilaisten digitaalisten työvälineiden avulla. Opintoihin voi sisältyä verkossa tehtäviä yksilö-, pari- ja/tai ryhmätöitä. Opiskeluun voi kuulua samanaikaista yhteydenpitoa esimerkiksi keskustelukanavilla, tai video- ja audioneuvotteluissa.

Itseopiskeluun perustuva verkko-opiskelu tarkoittaa opiskelua, jossa opiskelija opiskelee itsenäisesti verkkoaineiston siihen sisältyvien ohjeiden avulla. Opiskelija voi materiaalin

avulla ratkoa tehtäviä ja saada palautetta. Itseopiskeluun ei sisälly opettajan antamaa ohjausta eikä välttämättä vuorovaikutusta muiden opiskelijoiden kanssa.

Verkko-opetuksessa yhdistyvät yleensä lähiopetus ja verkkopohjainen opetus monimuoto-opetuksiksi. Monimuoto-opetus tarkoittaa useampia opetusmuotoja sisältävää toteutustapaa. Opetus on organisoitu lähi- ja verkko-opiskeluksi. Työskentely voi olla monimuotoista ja se tapahtuu joko itsenäisesti, parityöskentelynä, ryhmätyöskentelynä ja/tai suuryhmäopetuksena. Opiskelu voi tapahtua oppilaitoksessa, työpaikoilla tai tietoverkkojen välityksellä. Monimuoto-opetus edellyttää sekä läsnäoloa lähiopetustilanteissa että työskentelyä verkkoympäristöissä.

Verkon tukema lähiopetus tarkoittaa opetusta, jossa tietoverkkoa käytetään pääasiassa informaation jakamiseen ja pyritään yleensä helpottamaan teoriamateriaalin, aikataulujen ja harjoitustehtävien jakelua opiskelijoille [2].

2.2 Välineitä ja ohjelmistoja

Verkkoympäristö on vielä suhteellisen uusi tulokas oppimiskulttuurissa. Koulussa tapahtuvaa oppimista voidaan laajentaa tieto- ja viestintätekniiikan avulla virtuaalisten oppimisyhteisöjen suuntaan, jolloin tavoitetaan autenttiseen työelämään kytkeytyviä oppimiskulttuurin muotoja. Verkko-opetuksessa on tärkeää valita suunnitteluvaiheessa oikeat välineet sekä ohjelmistot, sekä perustella niiden käyttö tarkoitus. Tärkeää on myös pohtia sitä, että tuleeko aina käyttää resursseja myös välineiden käytön opettamiseen. Verkko-opetuksessa oikeiden välineiden valinnoilla pyritään vuorovaikutukseen ja aktiivisuuteen opetustilanteissa. [12] Seuraavaksi käsitellään erilaisia verkko-opetuksen välineitä ja ohjelmistoja.

2.2.1 Infrastrukturi – matemaattisen oppimisympäristön teknologia

Informaation lähteenä Internet on keskeinen. Verkossa olevan informaation määrän uskotaan jatkavan räjähdysmäistä kasvuaan. Internet yhdistää verkko-opetuksen toimintaulottuvuudet ja on yksi tärkeimmistä verkko-opetuksen työkaluista. Oppiminen kuitenkin muuttuu Internetin hyödyntämisen myötä. Materiaaliin pitää kohdistaa entistä enemmän kritiikkiä. Kriittinen ajattelu ja valintojen teko on tärkeämpää kuin kaikkien Internetissä olevien mahdollisesti väärin asioiden omaksumiseen pyrkiminen [9].

Verkkoympäristöihin liittyy monenlaisia ongelmia, jotka osaltaan selittävät sitä, miksi menetelmien levittäminen laajemmin koulutuksen kentässä on ollut suhteellisen hidasta. Kaksi tunnettua amerikkalaista teknologisten oppimisympäristöjen tutkijaa Jeremy Roschelle ja Roy Pea ovat koonneet tutkimukseensa verkkoympäristön monimuotoisia ongelmia. WWW-pohjaiset välineet ovat edelleen ennen kaikkea informaation selailun välineitä ja niiden tarjoama tuki tiedon rakentelulle on vähäinen. Korkeatasoisten monipuolisten oppimisympäristöjen tuottaminen verkkoon on hyvin kallista ja on vain vähän esimerkkejä kaupallisesti kannattavista hankkeista. Informaation tekninen saatavuus ei takaa oppimisen kannalta mielekästä pääsyä tietolähteille. Lisäksi huonosti organisoidun informaation määrä johtaa helposti oppimisen kannalta epätarkoituksenmukaiseen ylikuormittumiseen [12].

Teknologia ei ole uuden oppimisympäristön edellytys, mutta se on keskeinen tekijä, jonka avulla voidaan tuottaa uusia oppimiskäytäntöjä ja – mahdollisuuksia. Teknologia on juuri se tekijä, joka mahdollistaa useimmat verkko-opetuksen lisäarvo-ominaisuudet, kuten matemaattisten kaavojen tehokkaan käytön matematiikan kurssilla [10].

Matemaattisen materiaalin tuottaminen verkko-esitysmuotoon yksinkertaisimmalla tavalla on kirjoittaa matemaattinen teksti HTML-sivuna. Tämä ei kuitenkaan tue matemaattisten kaavojen tuottoa, joten kaavat tulee lisätä kuvina. Erityisesti matemaattisia lausekkeitä, eri kirjasinlajeja ja erikoissymboleja sisältävien julkaisujen tuottamiseen sopii LaTeX, joka on ensisijaisesti matemaattisen tekstin käsittely- ja ladontaohjelma. Tavanomaiseen tekstinkäsittelyyn sopivat yleensä paremmin mikrojen tekstinkäsittelyohjelmat, kuten Microsoft Word ja WordPerfect [8].

Microsoft Word ja WordPerfect tekstinkäsittelyohjelmilla saadaan aikaan varsin monipuolista muotoilua. Ne ovat, niin sanottuja WYSIWYG-ohjelmia (What You See Is What You Get) ja koska kaikki mitä voi tehdä on valmiiksi graafisessa muodossa, niiden käytön oppii yleensä nopeammin kuin LaTeXin käytön. LaTeXin opettelu saattaa olla hyvinkin kannattavaa, jos on tarvetta tehdä laajoja, kirjankokoisia dokumentteja, koska LaTeX-dokumentti sisältää aina tyyli tiedoston, joka määrittelee tekstin asettelun. Sama koskee pieniäkin dokumentteja, jos niissä on paljon matemaattisia kaavoja. LaTeX - pohjaiset ratkaisut ovat vieläkin ainoa järkevä vaihtoehto ainakin laajojen matriisimuotoisten kaavojen tuottamiseksi [8].

LaTeX on Leslie Lamportin kehittämä ladontajärjestelmä. Se koostuu joukosta makroja, jotka on rakennettu alkuperäisen TeX-järjestelmän päälle. LaTeX soveltuu erityisesti matemaattisen materiaalin latomiseen. LaTeX tukee lukuisia kieliä, myös suomea. LaTeXin ajatuksena on yksinkertaistaa ladontaa TeXiin verraten ja ohjata kirjoittaja kiinnittämään huomiota enemmänkin tekstin rakenteeseen kuin ulkoasuun. LaTeXiin löytyy hyvin laaja joukko erilaisia dokumenttityyppejä, minkä ansiosta kirjoittajan ei useinkaan tarvitse itse huolehtia dokumenttien muotoilusta. LaTeX-dokumentin tuottaminen koostuu kahdesta vaiheesta, kuvauskielisen dokumentin kirjoittamisesta ja dokumentin kääntämisestä. Käännettäessä LaTeX tuottaa DVI-tiedoston, jonka voi edelleen muuntaa PDF- tai PostScript-tiedostoksi [8].

LaTeX sisältää runsaasti välineitä muuhunkin kuin pelkkään ladontaan, kuten tekstin lukujen automaattiseen numerointiin, sisällysluettelon automaattiseen tuottamiseen, hakemiston (indeksin) tekemiseen, tekstin sisäisten viittausten (cross-references) sivunumeroiden automaattiseen tuottamiseen sekä kuvioiden tuottamiseen. LaTeX-makropaketilla tehtyjä tiedostoja voi ohjelmallisesti muuntaa Web-esitysmuotoon HTML-dokumentiksi latex2html-ohjelmalla [8].

2.2.2 Verkko-opetuksen viestintävälineet

Sähköposti on yleinen verkko-opetuksen väline. Se ei ole aikaan tai paikkaan sidottu. Viestimenä se on demokraattinen ja epämuodollinen, mikä alentaa käyttökyynnystä. Toisaalta sähköposti suosii aktiivisia ja taitavia kirjoittajia. Sitä käytettäessä kirjallinen ilmaisu kehittyy, mahdollisesti suullisen kustannuksella. Tutkimusten mukaan sähköpostin käyttökulttuureita on erilaisia, joissa voidaan painottaa joko viestinnän tiiviyttä ja epämuodollisuutta tai toisaalta viestinnän ilmaisurikkautta ja kirjallista asua [12].

Sähköpostin ongelmia ovat tietokonevirukset sekä sähköpostin näennäinen nopeus. Ohjaajan asemassa opettajalla voi tulla tunne, että hänen tulisi lyhyessä ajassa antaa kattavia vastauksia opiskelijoilleen, jos nämä näitä vaativat. Tässä tulisi kuitenkin aina ajatella opetustilannetta ja toiminnan hyötyjä ja haittoja [13].

Verkkoyhteistyö on moderni viestintäsovellus, joka hakee omaa osuuttaan verkko-opetuksessa. Chatilla eli verkkoyhteistyöllä tarkoitetaan tosiaikaista vuorovaikutusviestintää verkossa sille varatulla keskustelukanavalla. Viestinnän välineenä chat toimii

parhaimmillaan pienryhmän nopeana ajatusten ja kokemusten vaihdon väylänä aivoriihen tapaisesti. Erilaiset ryhmätyöohjelmat antavat chat-mahdollisuuden yhtäaikaisesti verkossa olevien kesken. Blogi on www-julkaisutapa, jota voi käyttää monella tavalla. Blogin tarkoituksena ei ole tehdä muita viestintävälineitä tarpeettomiksi vaan täydentää niitä. [13].

Uutisryhmät eli "nyyssit" ovat tietokoneviestinnän klassikkosovellus. Keskusteluryhmät ovat maailmanlaajuisia, joihin on pääsy erilaisilla uutisryhmäohjelmilla. Uutisryhmät tarjoavat elävän tietokannan verkko-opetuksen tueksi. Viestit tallentuvat tietokantoihin ja vanhat tietokannat toimivat tietovarantoina, muiden luokiteltujen tietovarantojen joukossa [13].

Ryhmätyöohjelmissa eli virtuaalisissa oppimisympäristöissä yhdistyvät erilaiset verkko-opetuksen välineet yhteisen käyttöliittymän alle. Mitä selkeämpi käyttöliittymä on, sitä paremmin ohjelmisto toimii viestinnänvälineenä. Ryhmätyöohjelmien mahdollisia käyttötapoja ovat esimerkiksi ongelmien ratkominen ryhmissä, ryhmäesityksen valmistelu, kurssikirjasto, itseopiskelukurssit, virtuaalinen opiskelutila ja yleensäkin kokonaisen opiskelujakson verkko-opetuksen järjestäminen [13].

2.3 Vuorovaikutus

Vuorovaikutus on oppimisen ja opettamisen perusedellytys. Vuorovaikutusta voi tapahtua monella tasolla, opettajan ja opiskelijan kesken, opiskelijoiden kesken sekä opiskelijan ja materiaalin välillä. Monimuoto- ja verkkokursseilla vuorovaikutuksen luomiseen käytetään eri keinoja kuin kontaktiopetuksessa [2].

Verkko-opetuksen vuorovaikutteisuus voi olla monenlaista. Ensiksikin vuorovaikutusta tekniikan kanssa, jolloin vuorovaikutteinen ohjelma reagoi opiskelijan tekemisiin. Toiseksi vuorovaikutusta opettajan kanssa, jolloin opettaja ei ole pelkästään tiedonjakajan tai palautteen antajan roolissa, vaan ohjaa opiskelijoita oppimaan, keskinäiseen vuorovaikutukseen ja oman opiskelun arviointiin. Kolmanneksi vuorovaikutus oppimisyhteisön sisällä, niin että opiskelijat voidaan ohjata oppimaan ja suorittamaan tehtäviä aidossa vuorovaikutuksessa. Opiskelijat arvioivat toinen toisensa oppimista, käyvät keskustelua ja antavat toisilleen palautetta. Neljänneksi oppiminen ei rajoitu instituution sisäiseen kontrolliin vain laajentuu oppimisyhteisön ulkopuolelle [10].

Oppijan ja materiaalin välisessä vuorovaikutuksessa opiskelija saa materiaaliin perehtyessään uusia ajatuksia, joita hän yhdistää aikaisemmin oppimaansa. Opiskelijan tehdessä muistiinpanoja, osallistuessa keskusteluryhmään tai tehdessä oppimispäiväkirjaa opiskelija reagoi materiaalien sisältöön. Tärkeää on miten opiskelija hahmottaa materiaalissa esitetyn asian, miten se liittyy kurssin kokonaisuuteen ja ympäröivään todellisuuteen [5].

Oppimisympäristön tärkein tehtävä on oppimisprosessin tukeminen. Oppimisympäristön teknologia käsittää pääpiirteissään käyttöliittymän, navigoinnin, työkalut ja kaikki ne tekniset toiminnot, joita edellä mainittujen välillä tapahtuu. Navigointi tapahtuu hypertekstin tapaan kurssimateriaaliin upotettujen linkkien varassa. Vielä ei ole käytettävissä laajempaa kokemukseen perustuvaa tutkimustietoa siitä, kuinka hyvin avoin oppimisympäristö, oppimateriaalin rakenne ja työkalut käytännössä tukevat konstruktivistista oppimista ja oppijien yhteistoimintaa [12].

Verkko-opetus tarjoaa parhaimmillaan mahdollisuuden monipuoliseen vuorovaikutukseen sekä ryhmätyöskentelyyn. Edellisessä kappaleessa mainitut verkon keskusteluryhmät, ryhmätyöohjelmistot sekä oppimisalustat eivät yleensä pyri korvaamaan perinteistä lähiopetusta luokassa, vaan täydentämään sekä laajentamaan opetusta [4].

Virtuaalisessa oppimisympäristössä jatkuva kontakti opettajaan ei ole mahdollinen. Palautteen antaminen ja opiskelijan seuraaminen on sen tähden tavallista opetustilannetta tärkeämpää. Opintojen suorittamiseksi opiskelijan täytyy olla hyvin motivoitunut ja aktiivinen virtuaalisessa oppimisympäristössä. Useimmat opetukseen tarkoitetut www-sivut eivät käytä verkon mahdollisuuksia täydessä mitassa hyödyksi. Ja mitä konstruktivistisempaan eli yhteistoiminnallisuutta ja vuorovaikutteisuutta painottavampaan suuntaan edetään, sitä vaativammaksi sivustojen rakentaminen muodostuu [10].

3. Virtuaaliopiskelu

Verkko-opetus on nykyään valtavan kiinnostuksen ja kehityksen kohde. Opiskeleminen tietoverkkoihin rakennetuissa oppimisympäristöissä voi tuoda opiskeluun sellaisia lisäarvoja, jotka ovat tärkeitä vastatessamme yhteiskunnan haasteisiin. Nopean muutoksen hallinta on nousemassa yhä keskeisemmäksi toiminnan strategiaksi. Yksilön tasolla olennaiseksi nousee taito luoda nopeasti vastavuoroisia yhteistyösuhteita eri

toimijoiden välille. Lisäksi kyky erottaa itselleen ja työyhteisölleen olennainen ja epäolennainen informaatio toisistaan on ratkaisevan tärkeä ominaisuus [6].

Tietoverkkojen nopea kehitys tarjoaa uusia mahdollisuuksia yliopisto-opetuksen monipuolistamiseen. Kenttä on kuitenkin vielä varsin uusi ja kokemukset vähäisiä, kehitettyä teknologiaa ei ole vielä järkevästi hyödynnetty [12]. Keskeisenä tarkoituksena tällä hetkellä on etsiä ja löytää niitä tilanteita ja toimintamalleja, jotka voisivat parantaa matematiikan opetuksen laatua. Parhaimmillaan hyvä verkko-opiskelumateriaali tarjoaa vuorovaikutuksellisten elementtien lisäksi myös teorioiden sovellutuksia hyödyntäen matemaattisia ohjelmistoja.

Teknologia on vapautunut ajan ja paikan sidonnaisuudesta, mikä on johtanut koulutusrakenteiden muuttumiseen yhä joustavammiksi. Lisäksi tiedon määrä ja sen eri esitystavat kasvavat räjähdysmäisesti. Kaiken tämän lisäksi oppimisessa painotetaan itseohjautuvuutta. Virtuaaliopiskelu luo mielikuvan ajasta ja paikasta riippumattomasta mahdollisuudesta opiskella itsenäisesti omaan tahtiin [5].

Itseopiskelu ei ole kuitenkaan mikään itsetarkoitus, sillä kurssista riippuen sen suorittamiseen kuuluu luentoja, harjoitus- ja projektitehtäviä varsin normaaliin tapaan ja yleensä tuotettu verkkomateriaali toimii tällöin enemmänkin normaalin lähiopetuksen tukimateriaalina [13].

Tieto- ja viestintäteknikkaa hyödyntävässä opetuksessa korostuu opiskelijan aktiivinen rooli omassa oppimisessaan. Oppilaan on tunnettava itsensä ja oppimismetodinsa. Avoimessa oppimisympäristössä opiskelijalta edellytetään itseohjautuvuutta ja aktiivisuutta. Tiedon hankinta ja arviointi, kyky oppia oppimaan ja sietää muutoksia nousevat oppimisprosessissa etusijalle. Yksilöllä on yleensä ratkaisuvallaa oman työnsä, ajoituksen ja toteutuksen suhteen. Tässä mielessä virtuaaliopiskelu on luonteeltaan omaa vastuullisuutta korostavaa ja intensiivistä [5].

Verkkokurssillakin on tärkeää, että oppimisen perusehdot täyttyvät. Ensinnäkin oppijan on oltava motivoitunut oppimaan. Verkko-opetusympäristössä motivoituneisuutta voidaan lisätä esimerkiksi multimediaelementeillä, kuten tekstin lisäksi kuvilla, video- ja audiomateriaalilla sekä animaatioilla. Toinen perusehto on, että oppiminen rakentuu vanhoille, jo olemassa oleville tiedoille. Verkko voi tarjota edellisten kurssien

oppimateriaalivaraston, jolloin oppilailla on mahdollisuus kerrata jo oppimaansa ja toinen perusehto täytyy. Kolmannen perusehdon mukaan oppijalla täytyy olla riittävät asenteelliset, sosiaaliset ja taidolliset valmiudet uuden oppimiseen. Tähän verkko-opetus voi vastata tarjoamalla selkeän käyttöliittymän ja mielenkiintoista, sekä tarpeenmukaista sisältöä [10].

3.1 Verkkomateriaalin laatiminen

Digitaalisten oppimateriaalien kehittämisessä pullonkaulaksi muodostuu helposti aineistojen tekijöiden pedagoginen osaamattomuus. Digitaalisilla oppimateriaaleilla voidaan tehdä monia asioita, jotka muutoin eivät olisi mahdollisia. Lisäarvoa opetukseen voidaan hakea simuloimalla ilmiöitä, rakentamalla animaation avulla havainnollisuutta sekä käyttämällä interaktiivisia tehtäviä ja multimediaelementtejä, kuten ääntä, animaatioita, videokuvaa ja staattisia kuvia [11].

Staattinen, lineaarinen sisällön esittämismuoto, kuten oppikirja on helposti hallittavissa ja sen rajoitukset tunnetaan. Oppikirjahan sisältää kerrallaan aina vain yhden tavan esittää asia luokkaopetuksessa. Dynaamiset ja rakenteelliset dokumentit luovat uusia mahdollisuuksia myös oppimateriaaleille ja mahdollistavat opettamisen eri tavoilla. Nykyiset oppimismateriaalit voivat sisältää metatietoa sisällön vaikeudesta ja soveltuvuudesta eri käyttäjille, ja sama oppimateriaali voidaan esittää eri oppimistyyliä käyttäville tai eri vaikeusasteella oleville oppilaille eri tavoin. Verkko voi sitoa sisällöt ja esittämismuodot tiiviimmin toisiinsa [3].

Multimedia mahdollistaa eri navigointitavat materiaalissa, joten pedagogisesti toimiva käyttöliittymäsuunnittelu on eräs lisäarvoa tuova ratkaisu verkko-opetuksessa. Multimediamateriaalin päivittäminenkin on yleensä helpompaa kuin kirjan. Liittämällä kuhunkin oppimateriaalielementtiin tieto sen vaikeusasteesta oppijan kognitiivista taakkaa voidaan keventää, eikä hänen tarvitse kuluttaa resursseja liian vaikean tai helpon materiaalin työstämiseen [13].

Verkkopedagogian kannalta on tärkeä ennen kaikkea huomioida se, että verkkomateriaalien tulisi olla niin pitkälle kehitettyjä, että ne tukevat mahdollisimman hyvin oppijan oppimisprosessia ja ikään kuin ”korvaavat opettajan”. On huomattava, että verkko tuo paljon positiivisia asioita opetuksen, kuten lisää oppimisprosessin näkyvyyttä ja

opetuksen saavutettavuutta. Hyvin suunnitellun verkko-opetuksen avulla voidaan parantaa oppimistuloksia, mutta tämä ei kuitenkaan ole automaattinen seuraus verkon käyttöön otosta, sillä huonosti toteutettu verkko-opetus aikaansaa pinnallista oppimista [6].

Verkkokurssin onnistumisen edellytys on, että opettaja tekee itselleen jo kurssin suunnitteluvaiheessa selväksi, mitä kurssilta ja opiskelijoilta haluaa. Verkko-opetus ei yleensä tarkoita kokonaan verkossa suoritettavaa kurssia. Verkon tukema lähiopetus tarkoittaa opetusta, jossa tietoverkkoa käytetään pääasiassa informaation jakamiseen ja pyritään yleensä helpottamaan teoriamateriaalin, aikataulujen ja harjoitustehtävien jakelua opiskelijoille [3].

Verkko-opetusmateriaalin laatimisen tärkein vaihe on tarkka sisällön suunnittelu. On mietittävä sisällön looginen rakenne ja myös materiaalin audiovisuaalinen ilme. Tämän rinnalla kulkee kunkin opiskelijan ja ryhmän opiskeluprosessin suunnittelu. On pohdittava, millaisista osista kokonaisuus muodostuu ja mikä on näiden osien välinen suhde ja sisällön looginen rakenne. Näiden hahmottamisessa auttaa esim. ajatuskartta [6].

Verkkomateriaali tulisi saada toimivaksi ja helppokäyttöiseksi. Rakenteen pohtiminen on osa didaktista suunnittelua, jossa opettaja hyödyntää omaa taitoaan jäsentää oppiainesta. Toimiva sivu on esteettinen, joten opettajan on myös huomioitava audiovisuaalisen suunnittelun ja viestinnän perusideat [6].

Web-sivuja tehdessä on syytä käyttää erilaisia tehosteita harkitusti. Ne vievät helposti huomion itse pääasialta. Myös liiallisia linkkejä tulisi välttää, ne johtavat opiskelijan helposti harhateille ja aikaa menee hitaasti latautuviin ja "turhiin" sivuihin. Käyttäjien on todettu arvostavan sitä, että navigointi tapahtuisi johdonmukaisesti, esim. aina samanlaista painiketta käyttäen. Myös visuaalinen toistettavuus auttaa materiaalin luettavuutta. Suositusten mukaan vain 30 - 40 % sivun tilasta olisi tekstiä, loppu kuvia tai tyhjää tilaa. Materiaalin tulee toimia eri selaimilla ja oppilailla tulisi olla multimediaselaimen katseluun tarvittavat ohjelmat. Web-sivuja tulee myös päivittää säännöllisesti [4].

Verkkomateriaalin kehittämisessä on hyvin keskeistä menetelmien hallinta. Verkko-opetuksessa materiaalin luoja, tulee hallita samanaikaisesti sekä oppimistilanne, sisällöt, oppimisen edistäminen ja tietotekniset perusvalmiudet. Parhaimmillaan oppimisen ohjaaja kykenee luovasti hyödyntämään teknologian tarjoamia mahdollisuuksia. Suurimmaksi

ongelmaksi muodostuu lopulta yleensä ajan puute. Tällä hetkellä opettajat, jotka kokeilevat verkko-opetusta, joutuvat paneutumaan asiaan omalla ajallaan. Tässä erään etäopetushankkeen tutor kuvailee opettajien asenteita: ”Olen huomannut vähän useammankin opettajan ajatuksista, että kun on tämä ’oikea’ työ niin ei sitten enää kerkeä. Ajatellaan, että tämä olisi sellainen sivuhomma...” [5].

3.2 Verkko-opetuksen räätälöinti eri kohderyhmille

Verkko-opetus tarjoaa mahdollisuuksia ja se asettaa myös vaatimuksia yksilöllistää ja räätälöidä verkko-opetuksen sisältöä ja toteutusta opiskelijoiden profiilien mukaisesti. Räätälöinnin tarve voi johtua teknisistä päätelaite- ja yhteyseroista, eroista teknisessä osaamisessa, kognitiivisissa lähtökohdissa, oppimistyyleissä tai eroista opiskeluvaiheessa ja elämäntilanteessa [3].

Verkko-opetusta suunniteltaessa on otettava huomioon kohderyhmän kyky ja mahdollisuudet käyttää verkkopalveluja samoin kuin myös asenteet verkko-opetusta ja -opiskelua kohtaan. Kohderyhmäanalyysissä sisältöanalyysiin liittyvä osa on opiskelijoiden nykyinen ja tavoiteltava tiedon taso itse käsiteltävästä sisällöstä. Voidaan pohtia millaiselle oppilaalle tai oppijalle verkko-opetus sopii [6]?

Oppilaan täytyy olla avoin, vastuuntuntoinen, itsenäinen ja oma-aloitteinen työskentelijä. Kriittinen tietoisuus on itseohjautuvuuden ja ammatillisen kehittymisen edellytys. Jos oppilaalla itsellään ei ole aitoa opiskelun intressiä, avoimen oppimisympäristön avoimuus saattaa tarjota hänelle vain enemmän mahdollisuuksia vältellä omaa vastuutaan oppimiseen. Keskittämällä huomio käyttäjiin, heidän tarpeisiinsa ja heitä ohjaaviin yhteisöllisiin tekijöihin, päästään lähemmäksi sellaisia verkkoympäristöjä, jotka aidosti tukevat jonkin oppijaryhmän toimintaa ja opiskelua [5].

Verkko-opetuksella pyritään ensinnäkin opiskelun pedagogiseen mielekkyyteen. Verkko-opetuksen nähdään antavan opiskelijalle mahdollisuus opiskella yksilöllisemmin, mikä palvelee erilaisia oppilaita. Verkko-opetuksen avulla halutaan tukea vuorovaikutusta, syväoppimista ja tiedon reflektointia. Toiseksi verkko-opetuksen toivotaan mahdollistavan marginaaliryhmien toiveet ja tarpeet. Yleensäkin uusien mahdollisuuksien luominen sellaisille ihmisille tai alueille, joille normaali lähiopetus ei ole mahdollista tai sitä ei ole

saatavilla. Kolmanneksi verkko-opetuksen avulla voidaan tavoittaa suuret opiskelijajoukot [13].

Opiskelijamääriltään suurten kurssien toteutuksessa on todettu säästöjä, kun opetuksessa ja hallinnoinnissa hyödynnetään tieto- ja viestintätekniiikkaa. Verkko antaa mahdollisuuden ajatella massakursseillakin yksilöllisempiä ja pedagogisesti mielekkäämpiä suoritustapoja. Neljänneksi verkko-opetuksella voidaan vaikuttaa uusien opetusmenetelmien ja uudenlaisen opiskelukulttuurin kehittämiseen ja hyödyntämiseen. Yhteistoiminnallinen oppiminen, tutkiva oppiminen ja itseohjautuva opiskelu kuulostavat epämääräisiltä sanahirviöiltä, joihin saadaan kuitenkin järkevää sisältöä verkko-opetuksen avulla [11].

Muuttuva tietoyhteiskunta sekä yhä rajallisemmaksi käyvät opetusresurssit vaativat yliopistoilta uudenlaisia, tehokkaampia opetusmenetelmiä, joilla opiskelijat voidaan kouluttaa osaaviksi, luoviksi sekä kokonaisuuksia ja asioiden suhteita hahmottaviksi asiantuntijoiksi, jotka kykenevät päivittämään tietojaan jatkuvasti ja soveltamaan niitä käytäntöön. Monimuoto - opetus soveltuu ylempien opetuslaitoksien käyttöön kuten lukioihin sekä korkeakouluihin, koska on joustava, tehokas sekä opiskelijan kannalta mielekäs tapa opiskella [7].

Eräs oppimisympäristöjen vaikeus on liiallinen avoimuus. Toiset opiskelijat ovat enemmän aktiivisia verkossa kuin toiset. Kun esimerkiksi keskustellaan verkossa, ei toisia näy eikä kuulu, kun eräät ovat mukana jatkuvasti. Miten löytää ns. pehmeitä keinoja, jolla saada kaikki vapaaehtoisesti mukaan? Jos pehmeitä keinoja ei etsi, käy helposti niin, että iso joukko opiskelijoista seuraa passiivisesti, jos ylipäättään edes seuraa. Opiskelijoiden itseohjautuvuuden varaan ei voi täysin oppimista jättää [4].

4. Matematiikan verkko-opetuksen suunnittelu

Useat professorit suhtautuvat verkko-opetukseen vielä kovin skeptisesti. Monetkaan professoreista eivät uskalla kokeilla verkko-opetusta edes muun opetuksen tukena ennen kuin verkko-opetuksen käytännöt ja mahdollisuudet lisäkoulutukseen ovat vakiintuneet. Monet professoreista haluavat tietää tarkasti, mitä hyötyä ja millaista lisäarvoa verkko-opetuksesta voi saada erilaisille oleville opetusryhmille.

Lappeenrannan teknillisen yliopiston matematiikan opetuksen virtuaaliympäristön pedagogisen käytön tutkimukseni pohjautuu siihen tietoon, että perinteiset lähiopetustunnit

ja jo olemassa olevat oppikirjamateriaalit ovat toimivia. Tutkimuksen avulla yritän löytää ne sisällöt ja toiminnot, jotka tuovat lisäarvoa opiskeluun.

Kehittyypä Lappeenrannan teknillisen yliopiston verkko-opetus ja sen käyttäminen mihin suuntaan tahansa, varmaa on, että tulevaisuudessa oppimisympäristöjen vaatimukset ovat kovin monimuotoisia. Verkko-oppimisympäristöstä täytyy muodostua selkeä kokonaisuus, ja sen täytyy rakentaa opiskelijalle selvä käsitteellinen kehys ja ennen kaikkea sen pitää yhdistyä saumattomasti muihin oppimisresursseihin.

Arviointini mukaan tutkimissani matematiikan verkko-oppimateriaalin tarjonnassa oppimisen kolme perusehtoa eivät täysin täyty. Verkkoympäristö tarjoaa tarpeenmukaista sisältöä, mutta ei kata kaikkien eri osastojen matematiikan kurssien sisältöä. Lisäksi se tarjoaa mahdollisuuden opiskeluun luentosalien ulkopuolella, mutta verkkoympäristön käyttö ei lisää motivoituneisuutta.

Matematiikan kurssien verkkosivuja pidettiin onnistuneina, mutta mielestäni verkkosivujen asettelu ja rakenne eivät ole riittävän selkeitä. Liikkuminen ei ollut helppoa eikä tarpeellinen tieto hyvin esillä. Verkko-opetuksen on tarkoitus toimia uudenlaisena lisäarvoa tuovana elementtinä oppimisprosessissa, tässä tapauksessa lähiopetuksen täydentäjänä.

Verkko-opetus itsessään on mielestäni tehokasta ja mielekästä, mutta lisäarvoa opetukseen tuodakseen se vaatii innostavan opiskeluympäristön. Mielekkyyttä opiskeluympäristöön luo sivustojen helppokäyttöisyys, tässä se voidaan luoda loogisemmalla sivustojen järjestyksellä sekä helpottamalla tehtäväkokonaisuuksien löytämistä.

Latex2html dokumentoinnilla luodut verkkosivut sisältävät hakukoneen, jolla voi etsiä tiettyjä tehtäviä. Kuitenkin, kun haetaan yhdellä hakusanalla tietyn tyyppistä tehtävää, haun tulos on absoluuttisen riippuvainen valitusta hakutermitä. Tällöin esimerkiksi sanan kirjoitusmuodosta riippuen voidaan saada aivan erilaisia hakutuloksia. Tämä on tekninen ongelma, joka johtuu ensisijaisesti tehtäväkokonaisuuksista sekä niiden järjestyksistä. Muita teknisiä ongelmia ei tässä verkkoympäristössä ole ilmennyt.

Seuraavissa luvuissa esittelen suunnitelman, jonka olen luonut pedagogisten lähtökohtien avulla. Kohderyhmien määrittelemine on ensiarvoisen tärkeää, koska kaikkia osastoja ei

voi palvella samalla materiaalilla. Suunnitelmassa on määritelty ja rajattu matematiikan aihealueet, jotka palvelevat eri osastojen matematiikan kursseja. Verkkomateriaalin tavoitteena on palvella eritasoisten opiskelijoiden matematiikan opintoja sekä lisätä motivoituneisuutta opiskeluun verkkomateriaalin visuaalisuudella.

4.1 Kohderyhmät

Matematiikan virtuaalimateriaali on laaja, kattaen teknillisen yliopiston eri osastojen matematiikan peruskurssien materiaalit. Kohderyhminä ovat Lappeenrannan teknillisen yliopiston eri pääaineiden tekniikan perusopiskelijat. Verkko auttaa oppimisessa lähinnä niitä, jotka eivät osallistu lähiopetukseen ja niitä jotka haluavat kerrata oppimaansa. Verkko auttaisi enemmän oppimisessa, jos siellä olisi paremmin saatavilla tietoa ja teoriaa eri menetelmistä.

Koska verkossa on paljon materiaalia, se tulee yksilöidä paremmin eri kohderyhmille sopivaksi, muutoin järjestelmä ei helpota kurssin suoritukseen liittyviä käytäntöjä. Toisaalta, koska materiaalia on paljon ja eri osastojen opetuksen materiaalin samankaltaisuuden vuoksi sitä on hyvin vaikeaa spesifioida tehtävä tehtävältä. Tämä johtuu siitä että eri osastojen matematiikan opetuksessa käytetään samaa kirjallisuutta, josta verkkomateriaali on luotu. Näin ollen on hankalaa kohdistaa eri tehtäväkokonaisuuksia eri opetussuunnalle kuuluvaksi.

Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa matematiikan peruskurssien opetus on kohdistettu tekniikan eri pääaineita opiskeleville. Näitä pääaineita ovat kemian-, kone-, sähkö-, energia- ja tietotekniikka. Matematiikan peruskurssit käsittävät kahden eri kokonaisuuden, matematiikka A osa sisältää kaksi kurssia ja matematiikka B sisältää kolme kurssia.

Eri pääaineiden matematiikan opetusmateriaalien samankaltaisuuden vuoksi, ne ovat yhdistetty käsittämään kahta eri osakokonaisuutta. Nämä kaksi osakokonaisuutta ovat matematiikan osat A ja B. Tämän vuoksi, matematiikka A:n kurssit ovat kemian-, ja konetekniikan opiskelijoille yhteiset, sekä sähkö-, energia- ja tietotekniikan opiskelijoille yhteiset. Matematiikka B on kohdistettu kolmelle eri ryhmälle, yksi osakokonaisuus on kohdistettu kemian-, ja konetekniikan pääaineita lukeville, toinen sähkö- ja

energiatekniikkaa opiskeleville, tietotekniikkaa opiskeleville on matematiikka B:n kurssit erikseen.

LTY:n Matematiikan virtuaalimateriaali perustuu matematiikan kursseilla käytetyn kirjallisuuden teorioihin sekä tehtävä esimerkkeihin. Koska virtuaalimateriaali sisältää eri osakokonaisuuksia, sitä on vaikea spesifioida ja kohdistaa eri pääaineita lukeville. Liitteessä 1 on kuvattu miten virtuaalimateriaalin voidaan kohdistaa sekä eritellä eri pääaineita lukeville. Liitteen 1 virtuaalimateriaalin kuvaus perustuu matematiikan peruskurssien A sekä B jakoihin osastojen kesken.

4.2 Matematiikan verkkomateriaalin kehittäminen

Materiaalin ei tarvitse olla täydellinen verkkokirja, vaan se voi muodostua opettajan laatimasta rungosta ja ohjeista, joiden perusteella opiskelijat tuottavat osan oppimismateriaalista. LTY:lla virtuaalimateriaali on luotu matematiikan peruskursseilla käytetyn kirjallisuuden perusteella. Opiskelumateriaalia on lisätty opettajien ja opiskelijoiden avulla.

Helpoimmin pääsee alkuun miettimällä mitkä näillä matematiikan sivustoilla esitellyt verkkokomponentit saattaisivat palvella kurssien oppilaiden oppimista tai muuten helpottaa kurssin suoritukseen liittyviä käytäntöjä. Esimerkiksi verkkosivuilla navigointi on hidasta, koska tehtävien sekä niiden ratkaisujen haku onnistuu vasta monen sivun ja linkin kautta. Virtuaaliympäristö ei ole kuitenkaan liian raskas ja yhteydet toimivat, mikä on olennaista opetuksen kannalta. Verkkoopetus tulisi nähdä apuvälineenä, joka on auttamassa sekä opettajaa työssään, että opiskelijaa oppimisessa.

Verkkokomponenttien käytön tulisi tarjota lisäarvoa opetukseen ja niiden käyttöä tulisi miettiä suhteessa komponenttien käyttöönottoon kuluvan ajan ja pidemmän aikavälin hyödyn näkökulmasta.

Verkkoympäristön opetuksellista hyötyä voidaan laajentaa tarjoamalla verkko-opetusta lukioiden käyttöön. Esimerkiksi kemian- sekä konetekniikan matematiikalle kohdistettua materiaalia voisi tarjota Metsälukion saataville. Etelä – Karjalaan ei ole vielä perustettu Metsäteknikkaan erikoistunutta lukiota, mutta metsäalalle erikoistuminen saattaa olla ajankohtaista muutaman vuoden kuluttua.

Eräs tärkeä tutkimuskohde verkko-opetuksen tutkimisessa on vuorovaikutus. Kauan on ajateltu, että tärkein lisäarvo verkko-opiskelussa on ennennäkemätön vuorovaikutuksen lisääntyminen. Mielestäni verkko-opetuksen suurimmat hyödyt eivät liity vuorovaikutukseen vaan enemmänkin ajankäyttöön ja tavoitettavuuteen.

Jos esimerkiksi verkkokurssi toteutetaan useissa oppilaitoksissa samanaikaisesti, oppilaat voivat jakaa toistensa kanssa eri näkökulmia ja uutta tietoa. Sidoskurssit helpottavat mm. yliopistoon siirtymistä varsinkin silloin, kun lukion oppilaat voivat työskennellä yhdessä yliopistolaisten kanssa samoilla verkkokursseilla. Vanhemmat opettavat nuorempia ja eri alat toisiaan.

4.2.1 Verkkomateriaalin sisältö

Oppiminen ei välttämättä perustu valmiiseen oppimateriaaliin. Nykyiset oppimiskäsitykset korostavat ympäröivän maailman ja yksilön kokemusten merkitystä oppimisessa. Koulutusteknologiset ratkaisut voivat siis olla myös pelkästään prosessityökaluja. Tällaiset välineet voivat olla opiskelijoita aktivoivia ja oppimista tukevia, mutta ”sisällöllisesti tyhjiä”.

Verkko-oppimismateriaalia ei välttämättä riittävästi integroida muuhun opetukseen, mikä olisi ensiarvoisen tärkeää. Verkkoa voi olla hankala hyödyntää yhteisöllisen toiminnan välineenä. Verkkoympäristössä voi olla vaikea kehittää oppilaiden ns. korkeamman tason taitoja kuten ongelmanratkaisua, kriittistä ajattelua ja tiimityöskentelyä.

LTYn Matematiikan verkko-opetuksen sisältö on suhteellisen hyvä, mutta joitakin muutoksia pitäisi tehdä. Kurssien kotisivujen interaktiivisuuteen tulee kiinnittää enemmän huomiota ja oheismateriaalia pitää saada lisää. Erityisesti kannattaa lisätä jo olemassa olevien interaktiivisten toimintojen, kuten keskustelualustan ja ilmoitustaulun käytettävyyttä. Tehtäviä matematiikan kurssien hallintaympäristöihin olisi hyvä varioida enemmän ja lisätä niihin teoriaa.

Kuten edellä on mainittu, matematiikan peruskurssien eri osastojen samankaltaisuuden vuoksi, kurssit jaettiin uudelleen syyslukukaudella 2005. Uuden järjestelyn mukaisesti matematiikan kurssit A1 ja A2 ovat yhteiset konetekniikan ja kemiantekniikan osastojen kesken sekä sähkö-, energia- ja tietotekniikan osastojen kesken. Matematiikan peruskurssi A on jaettu kahteen osaan, koska näiden osastojen matematiikan luennot ja harjoitukset

ovat yhteisiä. Tätä järjestelyä ei kuitenkaan ole vielä päivitetty virtuaalimateriaaliin. Virtuaalimateriaalissa linkki A sisälsi osien A1 sekä A2 kaikkien osastojen matematiikan perusopetuksen.

Matematiikan B osan kurssit ovat jaettu konetekniikan ja kemiantekniikan osastoille sekä sähkö- ja energiatekniikan osastoille yhteiseksi ja tietotekniikan matematiikan opetuksen erikoistumisen vuoksi sen luennot sekä harjoitukset ovat erikseen. Virtuaaliympäristössä osa B sisälsi matematiikka B kolmen kurssin oppimateriaalit, kohdistamatta materiaalin osia eri osastoille.

Tavoitteena on ollut matematiikan virtuaaliympäristön oppimateriaalin osakokonaisuuksien muokkaaminen. Koska virtuaalimateriaali perustuu matematiikan kursseilla käytetyn kirjallisuudessa esiintyvään teoriaan sekä tehtäviin ja jotta verkko-opetus integroitaisiin opetukseen, tulee verkkomateriaalissa olla saatavilla kaikki kursseilla käytetyt teoriat, menetelmät sekä tehtävät. Tässä piilee kuitenkin se ongelma, että laskuharjoituksia on paljon ja kuten jo mainittu, sitä on vaikea kohdistaa tiettyyn osaan koska virtuaaliympäristö on laaja.

Jotta oppimateriaali kattaisi kurssien sisällön, lisättiin virtuaalimateriaaliin n. 300 tehtävää sekä lisää teoriaa. Lisäksi oppimateriaalia päivitettiin poistamalla niin kutsutut turhat teoriaosuudet, jotka eivät kuuluneet mihinkään oppikokonaisuuteen, eivät näin edistäneet oppimista. Tehtävät eli laskuesimerkit ovat tehty matemaattisia lausekkeita lukevalla LaTeX – dokumentoinnilla (LaTeX- kieli) sekä lisätty virtuaaliympäristöön Latex2html – ohjelmalla. Tehtävät ja teoriat on luotu LaTeX - pohjaan käyttämällä avainsanoja jotka löytyvät liitteestä 2. Avainsanat määrittelevät materiaalin lopullisen sijainnin verkkosivulla [14].

LaTeX- tekstinkäsittely ohjelma soveltuu matemaattisen materiaalin luontiin parhaiten, sillä materiaali on laaja. Tehtäväesimerkit sisältävät tehtävän lisäksi ratkaisun, sekä vastauksen. Virtuaaliympäristö sisältää ohjelmointi toiminnot, joilla voidaan päivittää sivuja syöttämällä käskyt suoraan tietokantaan.

Kuvassa 1 nähdään kuinka tehtävät viedään virtuaaliympäristöön. Avainsanojen avulla tehtävä viedään tiettyyn osakokonaisuuteen sekä tietyn tehtävä linkin alle. Avainsanojen

määrittäminen tehtävien kohdalle on aikaa vievää sekä työlästä, sillä jokainen tehtävä tulee käydä läpi, jotta sen voi viedä kurssin sisällön mukaisesti oikean linkin alle (Liite 3).

MATEMATIIKAN VIRTUAALINEN MATERIAALI

Ylläpidon etusivulle

Muokkaa henkilötietojasi

Poista Henkilö

Kurssit:

- Luo uusi kurssi
- Muokkaa kurssia
- Poista kurssi

Ylläpitäjät:

- Lisää ylläpitäjä
- Poista ylläpitäjä

Lähetä uusi tehtävä

Kirjaudu ulos

TEHTÄVÄN/ARTIKKELIN MUOKKAUS

Tehtävän/artikkelin sisältö:

```

\begin{Tehtava}
\tunniste{mth201}
\alue{}
\luku{}
\kappale{}
\CCD{leerja}
\luonne[{}]{harjoitustehtävä}
\tekija{Miika Tolonen}
\pvm{5.7.2006}
\ahde{Kesäkurssit 2006}
\ahdekoodi{LaTeX}
\aitos[{}]{LTKK}
\avain[Kirjoita summan termit peräkkäin]{kuvaus}
\avain[kaikki]{osasto}
\avain[MatematiikkaA]{kurssi}
\avain{summa}
\avain{lukio}

\begin{tehtava}
//
Kirjoita summan termit peräkkäin.
//
\\a)
\begin{displaymath}
\sum_{j=1}^{100} \frac{j}{j+1}
\end{displaymath}
b)
\begin{displaymath}
\sum_{i=0}^{n-1} \frac{(-1)^i}{i+1}
\end{displaymath}
c)
\begin{displaymath}
\sum_{j=1}^n \frac{j^2}{n^3}
\end{displaymath}
\end{tehtava}

\begin{info}
\\a)
\begin{displaymath}

```

Ei html-käännöstä:

Tallenna

Lappeenrannan teknillinen yliopisto / Tietotekniikan osasto / Sovelletun matematiikan laitos

YLLÄPITO

Kuva 1. Artikkelin muokkaus


Osa tehtävistä on kohdistettu lukiolaisille, käytännössä nämä tehtävät löytyvät hakutermillä "lukio". Tällä tavoin verkkomateriaalia tuodaan eri oppilaitoksien saataville, joka tuo lisäarvoa verkko-opetukseen.

4.2.2 Oppimateriaalin visuaalisuus

Virtuaaliympäristön käyttöliittymä sekä visuaalisuus pohjautuvat kurssien sisältöihin. Matematiikan virtuaalimateriaali on muokattu opiskeluprosessin mukaisesti. Opiskeluprosessiin kuuluvat matematiikan osakokonaisuudet A sekä B, joiden sisälle

kuuluvat eri teorit sekä tehtävät. Työssä muokattiin visuaalisuutta ilmettä käyttäjäystävällisemmäksi rakentamalla käyttöliittymää loogisemmaksi.

Käytännössä muokattiin otsikoita sekä kohdistettiin linkkejä eri ryhmille. Matematiikka A:n linkki kohdistettiin tekniikan perusmatematiikan opiskeluun, johon kuuluvat kaikki tekniikan pääaineet, koska kurssien sisällöt ovat samankaltaiset. Matematiikan osakokonaisuus B eriteltiin kahteen osaan kurssien sisällön mukaisesti. Käytännössä lisättiin linkki tietotekniikan pääaineen matemaattiselle materiaalille, koska opetus on muista tekniikan osastoista eriytyvää. Toinen matematiikan B kurssien 1-3 kohdistettiin muiden osastojen eli kone-, kemian-, sähkö-, energiatekniikan käyttöön kurssien sisällön mukaan.



MATEMATIIKAN VIRTUAALINEN MATERIAALI

Ylläpidon etusivulle
Kurssin etusivulle

Muokkaa henkilötietojasi
Poista Henkilö

Kurssit:
Luo uusi kurssi
Muokkaa kurssia
Poista kurssi

Ylläpitäjät:
Lisää ylläpitäjä
Poista ylläpitäjä

Lähetä uusi tehtävä
Kirjautu ulos

Kurssin ylläpitäjät:
Hiirsalmi Lila
Ketola Jaakko

Kurssin tutorit:

Etsi

KURSSI: MATEMATIIKKA A

[Lisää kurssille ylläpitäjä](#) | [Lisää kurssille tutor](#) | [Poista kurssilta ylläpitäjä/tutor](#)
[Tee uusi hakemisto](#) | [Muokkaa hakemistoa](#) | [Poista hakemisto](#)
[Tee uusi tehtäväkokoelma](#) | [Muokkaa tehtäväkokoelmaa](#) | [Poista tehtäväkokoelma](#)

Kurssin rakenne:

- Yhden muuttujan funktioiden differentiaalilaskenta (diff)(5, 0)
- Yhden muuttujan funktioiden integraalilaskenta (integr)(4, 0)
- Sarjat (sarja)(2, 1)
 - Lukujonot ja sarjat (lsarja)(3, 9)
 - Raja-arvotesti ja suhdetestit (rstesti)(0, 6)
 - Vertailutesti ja integraalitestit (vitesti)(0, 7)
 - Ehdollinen/itsenäinen suppeneminen (esup)(0, 6)
 - Lukujono ja suppeneminen
 - Sarjoista (päättymättömistä)
 - Vuorottelevat sarjat
 - Kirjoita summan termit peräkkäin
 - Kuinka moneksi vuodeksi turve riittää?
 - Määritellään lukujono rekursiivisesti (osoita suppeneminen ja laske raja-arvo)
 - Määritä sarjan $2/(n(n+2))$ summa
 - Onko lukujono rajoitettu, nouseva/laskeva, suppeneva?
 - Suppeneeko sarja $(n^2+1)/(2n^2+5)$?
- Potenssisarjat (pots)(4, 1)
- Analyttinen geometria (analg)(4, 4)
- Kompleksiluvut (kompl)(3, 3)

Tehtäväkokoelmia:

- Lilan L'hospital (PDF)
- Tehtäväkokoelma 1 (PDF)
- Tehtäväkokoelma 2 (PDF)
- TiA1 testitehtävät (PDF)
- harjoituskokoelma (PDF)
- jarin kokoelma (PDF)
- tapio testaa (PDF)
- vko 1 (PDF)

YLLÄPITO

Lappeenrannan teknillinen yliopisto / Tietotekniikan osasto / Sovelletun matematiikan laitos

Kuva 2. Matematiikan virtuaalisen materiaalin tehtäväkokoelmat

Kuvassa 2 nähdään virtuaalimateriaalin visuaalinen ilme, joka perustuu kurssin rakenteeseen. Loogisuus luo pedagogisesti toimivan käyttöliittymän, joka on lisäarvoa tuova ratkaisu verkko-opetuksessa.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Olennaista on ymmärtää verkko-opetuksesta saatava hyöty ja aktivoida opiskelijat ajattelemaan itse. Tutkin LTY:n matematiikan verkko-opetusta sillä periaatteella, että verkko-opetus on ns. lisäopetusta, joka kytketään osaksi lähiopetusta. En usko, että oppikirjat ym. opetusmateriaalit menettävät merkityksensä. Uskon kuitenkin, että perinteinen opetus tarvitsee uusia elementtejä, jotta se pystyy vastaamaan paremmin muuttuneisiin oppilaiden, yhteiskunnan ja työelämän haasteisiin. Tekniikan ja viestintävälineiden käyttö ei ole itsetarkoitus, sillä väline ei sinänsä opeta, vaan sen avulla opetetaan ja opitaan. Välineen, tässä tapauksessa verkko-oppimisympäristön soveltuvuus tai pedagoginen tehokkuus suhteessa tavoitteisiin on keskeinen tekijä.

Arviointini mukaan tutkimissani matematiikan verkkomateriaaleissa ei toteutunut täysin tekniikan ja pedagogiikan yhdistäminen. Opetusmenetelmistä riippumatta verkko-opetuksen tulee kattaa eri osastojen matematiikan perusopetus. Sivustoja tuleekin päivittää sekä ylläpitää keskittyen opettajien käyttäjäryhmiin, jotta verkkosivustot palvelisivat myös lähiopetusta. Verkko-opetuksen ei kuitenkaan pidä riippua kokonaan lähiopetuksen toteutuksesta.

Verkko on moniulotteinen työskentely ympäristö. Verkossa informaation prosessointi on assosiativista ja tapahtuu vapaassa järjestyksessä. Juuri tätä vastaanottajan vapautta on arvosteltu huonoksi keinoksi oppia, koska liika vapaus sulkee pois systemaattisen oppimisen idean. Mielestäni tämä kuitenkin osoittaa, että verkkoympäristössä opettaminen vaatii enemmän suunnittelua kuin lähiopetustunti kirjoineen. Normaalisti resurssit tai aika eivät riitä hyödyntämään verkon tarjoamia mahdollisuuksia ja ulottuvuuksia tehokkaasti.

Teknologian hallinta, sen sovittaminen toimiviin oppimiskäsityksiin ja oikeasti arvokkaat sisällöt saavat aikaan kokonaisuuden, jota voidaan kutsua onnistuneeksi verkko-opetuksiksi.

LÄHTEET

- [1] Chiou, G. 1992 Situated Learning, Metaphors and Computer-based Learning Environments. *Educational Technology*, XXXII(8), 7-11.
- [2] Blended Learning Project [PDF-dokumentti].. [viitattu 11.07.2006] Saatavissa [http://www.knowledgenet.com/pdf/Blended Learning Design_1028.PDF](http://www.knowledgenet.com/pdf/Blended_Learning_Design_1028.PDF)
- [3] Erämetsä H. & Kanerva J. (toim.) 1993. Tarttuvaan tietoon. Hyper- ja multimedia -koulutuksen ja oppimisen mahdollinen maailma. Helsinki: Yliopistopaino.
- [4] Kalliala, E. 2002. Verkko-opettamisen käsikirja. Helsinki: Finn Lectura. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- [5] Kiviniemi, K. 2000. Johdatus verkkopedagogiikkaan. Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun julkaisuja. A: Tutkimusraportteja. Kokkola.
- [6] Koivisto, J., Huovinen, L. & Vainio, L. 1999. Opettajat oppimisympäristöjen rakentajina – tieto- ja viestintätekninen näkökulma tulevaisuuteen. Opettajien perus- ja täydennyskoulutuksen ennakointihankkeen (OPEPRO). Helsinki: Opetushallitus.
- [7] Korhonen Vesa (toim.) 2004. Verkko-opetus ja yliopistopedagogiikka. Tampere: Tampere University Press.
- [8] LaTeX – A document preparation system [www-dokumentti], [viitattu 11.07.2006] Saatavissa < <http://www.latex-project.org/>>
- [9] Pantzar, E., Pohjolainen, S., Ruokamo-Saari, H. & Viteli, J. 1995. Theoretical Foundations and Applications of Modern Learning Environments. Tampereen yliopiston tietokonekeskuksen julkaisuja. Tampere. University of Tampere, Computer Centre, Hypermedia Laboratory.
- [10] Pohjolainen, S. & Ruokamo, H. 1999. Etäopetus multimediaverkoissa (ETÄKAMU) – <http://matriisi.ee.tut.fi/kamu/loppuraportti/> [viitattu 12.07.2006]
- [11] Posterit: Huovinen, T. & Heikinaro-Johansson, P. 2004. Physical Education for All (PEFA) Program: Developing Pre-service APE Programs by Using e-Learning as Part of

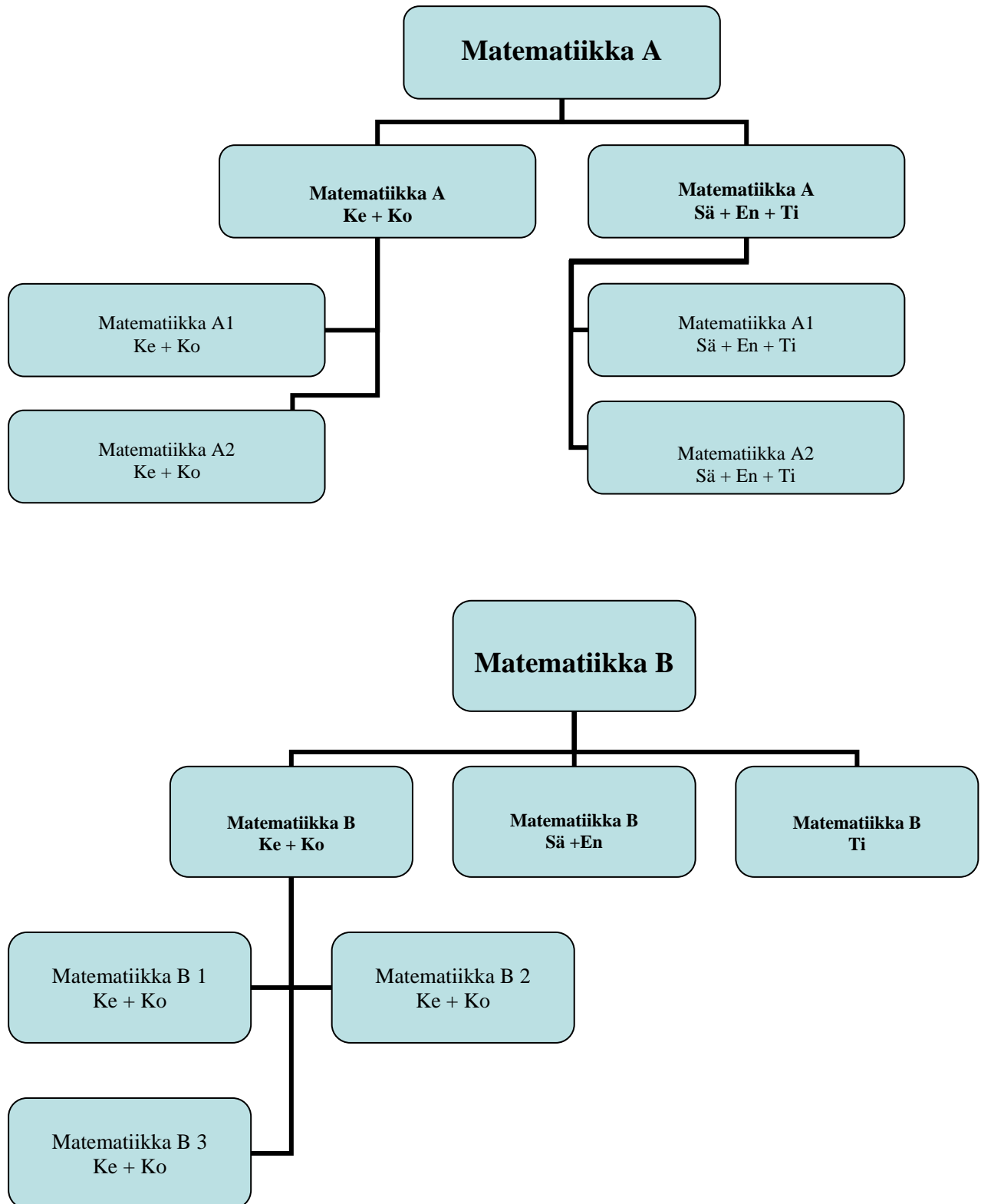
University Classroom Teacher Training in Finland. At the AAHPERD National Convention. 30.3.-3.4.2004, New Orleans, IL.

[12] Roschelle, J., & Pea, R. (1999). Trajectories from today's web to a powerful educational structure. *Educational Researcher*, 28(5), 22-25. [viitattu 11.07.2006]
<http://scholar.google.com/url?sa=U&q=http://www.ctl.sri.com/publications/downloads/TrajectoriesWWW.pdf>

[13] Tella, S., Vahtivuori, S., Passi, A., Wager, P. & Oksanen, U. 2001. *Verkkoon opetuksessa - opettaja verkossa*. Helsinki: Edita.

[14] Torikka Liisa. *Matemaattiset opetusympäristöt ja matemaattisen käyttöliittymän käytettävyys*, Helsinki, 2006.

LIITE 1. Matematiikan verkko-opetuksen käyttöliittymän rakenne



LIITE 2. Avainsanat ja niiden määrittelyt

- `\begin{Tehtava}` tai `\begin{Artikkeli}`: Määrittelee onko kyseessä teoria- vai tehtävätyyppinen tiedosto.
- `\tunniste{ }`: Kertoo tiedoston nimen ilman päätettä, esim. `\tunniste{mth235}`.
- `\CCD{ }`: Kertoo pääotsikon, minkä alle tehtävä sijoitettiin, esimerkiksi `\CCD{raja}` tarkoitti raja-arvo
- `\luku{ }`: Kertoo aliotsikon, minkä alle tehtävä sijoitettiin.
- `\kappale{ }`: Kuvaa alinta otsikkoa, jonka alle tehtävä sijoitettiin.
- `\otsikko{ }`: Tehtävän tai teorian otsikko.
- `\luonne[]{ }`: Sisältää kaksi parametria, jonka kuvailevat tiedostoa. Esimerkiksi `\[Matlab]{ harjoitustehtävä }`, missä Matlab tarkoittaa, että harjoitustehtävän ajamiseen tarvitaan Matlab-ohjelma ja harjoitustehtävä tarkoittaa, että kyseessä on harjoitustehtävä tyyppinen tiedosto.
- `\tekijä{ }`: Kirjoittajan nimi, esim. `{ Matti Meikäläinen}`.
- `\pvm{ }`: Tehtävän kirjoituspäivämäärä, esim. `\pvm{5.7.2006}`
- `\kieli{ }`: Kieli.
- `\lahde{ }`: Alkuperäinen lähde. `\lähde{Kesäkurssit 2006}`
- `\kayttoikeus{ }`: Tekijän oikeudet.
- `\lähdekoodi{ }`: Lähdekoodi, esim. `\lähdekoodi{LaTeX}`
- `\laitos[]{LTKK}`: Hakusulkuihin määritellään tehtävän taso ja aaltosulkeisiin laitetaan laitoksen nimi, esim. `\laitos[hard]{LUT}`.
- `\avain[]{kuvaus}`: Lyhyt kuvaus siitä, mitä tiedosto sisältää, esim. `\avain[Etsi raja-arvot l'Hospitalin säännöllä]{kuvaus}`.
- Lopuksi määritellään tarvittavat avainsanat, jotka auttavat tehtävän löytämisessä, kun niitä etsitään hakukoneella tietokannasta. Esimerkiksi avainsanoja saattaa olla useita kuten:
 - `\avain[kaikki]{osasto}`
 - `\avain[Matematiikka A]{kurssi}`
 - `\avain{derivaatta}`
 - `\avain{raja-arvo}`

- \avain{!Hôspitalin sääntö}

Esimerkki tehtävä:

\begin{Tehtava}

\tunniste{mth235}

\value{}

\luku{}

\kappale{}

\CCD{raja}

\luonne[][harjoitustehtävä]

\tekija{Miika Tolonen}

\pvm{5.7.2006}

\lahde{Kesäkurssit 2006}

\lahdekoodi{LaTeX}

\laitos[][LUT]

\avain[Etsi raja-arvot !Hospitalin säännöllä]{kuvaus}

\avain[kaikki]{osasto}

\avain[MatematiikkaA]{kurssi}

\avain{derivaatta}

\avain{raja-arvo}

\avain{!Hôspitalin sääntö}

\begin{tehtava}

Määritä raja-arvot

\begin{eqnarray*}

(a) $\lim_{x \rightarrow (\pi/2)^-} \frac{\sec x}{1 + \tan x}$

(b) $\lim_{x \rightarrow (\infty)} \frac{\ln x}{2 \sqrt{x}}$

(c) $\lim_{x \rightarrow (\infty)} \frac{e^x}{x^2}$

\end{eqnarray*}

\newline

\end{tehtava}%tässä loppuu{tehtävä} määrittely

\begin{info}

\(a) \quad \text{Osoittaja ja nimittäjä ovat epäjatkuvia kohdassa } x = \pi/2, \text{ joten tutkimme vain toispuoleiset raja-arvot. Käytämme l'Hôspitalin sääntöä}

voimme valita minkä tahansa avoimen välin, jonka päätepiste on

$$x = \pi/2.$$

$$\lim_{x \rightarrow (\pi/2)^-} \frac{\sec x}{1 + \tan x} \stackrel{(\text{L'H})}{=} \lim_{x \rightarrow (\pi/2)^-} \frac{\sec x \tan x}{\sec^2 x} =$$

$$\lim_{x \rightarrow (\pi/2)^-} \sin x = 1$$

oikeanpuoleinen raja on myös 1, koska

$$\lim_{x \rightarrow (-\infty)^+} \lim_{x \rightarrow (-\infty)^-}$$

on määrittelemätön muoto. Siksi kaksipuoleinen raja-arvo on 1.

(b)

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\ln x}{2 \sqrt{x}} =$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{x}}{\frac{1}{\sqrt{x}}} =$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{\sqrt{x}} = 0$$

\\

(c)

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{e^{-x}}{x^2} =$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{e^{-x}}{2x} =$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{e^{-x}}{2} = \infty$$

\end{info}

\begin{vastaus}

\begin{eqnarray*}

(a) & \text{Raja-arvo on} & 1

(b) & \text{Raja-arvo on} & 0

(c) & \text{Raja-arvo on} & \infty

\end{eqnarray*}

\end{vastaus}

\end{Tehtava}

Liite 3. Rakenne calculus content dictionary (CCD)

Alla näemme matematiikan peruskurssien järjestyksen, sekä jokaisen nimikkeen perässä sen lyhenteen calculus content dictionary (CCD) määrittelyssä, joka määrittää lisättävän tiedoston sijainnin tietokannassa. Lyhenteen jälkeen on numerosarja, joka kertoo kuinka monta pää- ja sivuotsaketta kyseisessä hakemistossa on.

Esimerkiksi \ ccd {likia} likia sijoittaa tiedoston kohdan - Likiarvon laskeminen alle ja (likia)(0, 11), kertoo, että ko. hakemistossa on 11 tiedostoa, mutta ei yhtään hakemistoa.

Kurssi: Matematiikka A1-2

Kurssin rakenne:

1. Yhden muuttujan funktioiden differentiaalilaskenta (diff)(5, 1)
 - a. Funktiot, raja-arvot ja jatkuvuus (funkrajajatk)(4, 7)
 - i. Itseisarvoepäyhtälö (its)(0, 4)
 - ii. Yhdistetty funktio (yhd)(0, 5)
 - iii. Raja-arvo (raja)(0, 61)
 - iv. Jatkuvuus (jatk)(0, 6)
 - b. Derivaatat (derva)(4, 55)
 - i. Matemaattinen induktio (induk)(0, 4)
 - ii. Ketjusääntö (ketju)(0, 9)
 - iii. Sovellusesimerkki (sov)(0, 4)
 - iv. Implisiittinen differentiointi (impl)(0, 5)
 - c. Derivaattojen soveltaminen (dervasov)(4, 9)
 - i. Alkuarvotehtävä (aarvo)(0, 10)
 - ii. Funktion ääriarvot (aaria)(0, 9)
 - iii. Likiarvon laskeminen (likia)(0, 11)
 - iv. Linearisointi (linearis)(0, 3)
 - d. Transkendenttifunktiot (transk)(4, 0)
 - i. Käänteisfunktio (kaant)(0, 3)
 - ii. Logaritminen differentiointi (logdiff)(0, 11)
 - iii. Trigonometriset käänteisfunktiot (trikaant)(0, 3)
 - iv. Hyperboliset funktiot (hyperb)(0, 5)
 - e. Väliarvolause ja sen sovelluksia (valia)(3, 1)
 - i. Konkaavisuus, kasvavuus ja vähenevyys (konk)(0, 5)
 - ii. Toisen asteen lineaariset homogeeniset vakiokertoimiset differentiaaliyhtälöt (2ast)(0, 4)
 - iii. Määrittelemättömät muodot (maarmuod)(0, 3)
2. Yhden muuttujan funktioiden integraalilaskenta (integr)(4, 0)
 - a. Integrointi (int)(2, 11)
 - i. Määrätty integraali (mint)(0, 30)
 - ii. Pinta-ala (pala)(0, 6)
 - b. Integrointitekniikat (inttek)(9, 1)

- i. Osittaisintegrointi (osi)(0, 18)
 - ii. Reduktiokaava (reduk)(0, 5)
 - iii. Sijoitusmenetelmä (sijo)(0, 50)
 - iv. Osamurtohajotelma (omurto)(0, 8)
 - v. Epäoleelliset integraalit (epaint)(0, 8)
 - vi. Vertailulause (vert)(0, 2)
 - vii. Keskipistesääntö (kesks)(0, 3)
 - viii. Puolisuunnikassääntö (puols)(0, 3)
 - ix. Simpsonin sääntö (simps)(0, 4)
- c. Integrointisovellukset (intsov)(6, 1)
 - i. Massa (massa)(0, 4)
 - ii. Keskipiste (kp)(0, 7)
 - iii. Keskipiste Pappuksen lauseella (pappus)(0, 3)
 - iv. Pyörähdyskappaleen tilavuus (tilav)(0, 6)
 - v. Kaaren pituus (kpituus)(0, 12)
 - vi. Pinta-ala (piala)(0, 5)
- d. Tasokäyrät (task)(5, 2)
 - i. Parametriset käyrät (parak)(0, 3)
 - ii. Tangentin yhtälö ja kulmakerroin (tanyk)(0, 3)
 - iii. Alueen pinta-ala (apala)(0, 4)
 - iv. Pyörähdyskappaleen pinta-ala (ppala)(0, 3)
 - v. Napakoordinaatisto (polarcoord)(0, 0)
- 3. Sarjat (sarja)(2, 1)
 - a. Lukujonot ja sarjat (lsarja)(3, 35)
 - i. Raja-arvo testi ja suhdetestti (rstesti)(0, 6)
 - ii. Vertailutesti ja integraalitestti (vitesti)(0, 7)
 - iii. Ehdollinen/itsenäinen suppeneminen (esup)(0, 6)
 - b. Potenssisarjat (pots)(4, 1)
 - i. Potenssisarjan summa (potsum)(0, 9)
 - ii. Potenssisarjan ominaisuuksia (potomin)(0, 5)
 - iii. Taylorin ja MacLaurenin sarjat (taymasc)(0, 8)
 - iv. Potenssisarjaesitys (potes)(0, 5)
- 4. Analyttinen geometria (analg)(4, 20)
 - a. Ristitulo (rist)(0, 4)
 - b. Skalaarikolmitulo (skal)(0, 4)
 - c. Tason yhtälöt (tasoyh)(0, 9)
 - d. Suorien välinen etäisyys (suoret)(0, 3)
- 5. Kompleksiluvut (kompl)(3, 3)
 - a. Kompleksilukujen esitys (komple)(0, 5)
 - b. Kompleksilukuyhtälöt (kompy)(0, 3)
 - c. Kompleksilukujen aritmetiikka (kompa)(0, 3)

Kurssi: Matematiikka B1-3

Kurssin rakenne:

- 1. Usean muuttujan funktio (umuutfkt)(3, 0)
 - a. Esitiedot (etiedot)(5, 1)
 - i. Määritelmä (umuutfktmaarit)(0, 4)
 - ii. Määrittely- ja arvojoukko (maaritarvoj)(0, 2)

- iii. Graafi (graafi)(0, 3)
- iv. Kuvaaja (kuvaaja)(0, 0)
- v. Korkeuskäyrä (kkayra)(0, 3)
- b. Differentiaaleista (diff)(21, 8)
 - i. Raja-arvo ja jatkuvuus (rajaarvojatkuv)(0, 8)
 - ii. Osittaisderivaatan laskeminen (osderlask)(0, 47)
 - iii. Graafinen esimerkki (osdergesim)(0, 1)
 - iv. Tangenttitaso ja normaalisuora (normaali) (tansionormaali)(0, 7)
 - v. Graafinen esimerkki (tantasgesim)(0, 1)
 - vi. Pisteiden etäisyys (petaisyyss)(0, 4)
 - vii. Harmoninen funktio (harmfkt)(0, 6)
 - viii. Laplacen yhtälö (laplace)(0, 2)
 - ix. Ketjusääntö (ketjus)(0, 13)
 - x. Lineaarinen approksimaatio (linappr)(0, 2)
 - xi. Differentioituvuus (diffvuus)(0, 0)
 - xii. Kokonaisdifferentiaali (kokdiff)(0, 3)
 - xiii. Gradientti (grad)(0, 8)
 - xiv. Suunnattu derivaatta (suunder)(0, 5)
 - xv. Yhtälöryhmä (yhtryhma)(0, 3)
 - xvi. Jacobin determinantti (jacobdet)(0, 3)
 - xvii. Implisiittifunktiot (impfkt)(0, 3)
 - xviii. Taylorin sarja (taylor)(0, 6)
 - xix. Fourier - sarjat (fourier)(0, 11)
 - xx. Äänenpakkaus (mp3)(0, 2)
 - xxi. Kuvanpakkaus (kuva)(0, 0)
- c. Funktioiden ääriarvoteoriaa ja -probleemoja (aariarvoprob)(8, 1)
 - i. Ääriarvot (aariarvo)(0, 13)
 - ii. Ääriarvojen luokittelu (aariarvoluok)(0, 10)
 - iii. Lineaarinen optimointi (linopt)(0, 4)
 - iv. Lagrangen kertoimien menetelmä (lagrange)(0, 13)
 - v. Pienimmän neliösumman menetelmä (pnmenet)(0, 11)
 - vi. Parametrisointi (paramet)(0, 5)
 - vii. Verhokäyrät (verhok)(0, 6)
 - viii. Newtonin menetelmä (newton)(0, 4)
- 2. Lineaarialgebra (linalg)(2, 0)
 - a. Matriisit (matr)(14, 10)
 - i. Matriisin summa ja skalaarilla kertominen (matrsumskalk)(0, 3)
 - ii. Matriisin kertolasku (matrklasku)(0, 5)
 - iii. Yhtälöryhmät ja niiden ratkeavuus (yhtryhratkvuus)(0, 5)
 - iv. Gaussin eliminaatio (gausselim)(0, 13)
 - v. Matriisin aste (matraste)(0, 6)
 - vi. Matriisin determinantti (matrdet)(0, 9)
 - vii. Cramerin sääntö (cramer)(0, 5)
 - viii. Käänteismatriisi (kaantmatr)(0, 10)
 - ix. Gauss-Jordan eliminaatio (gaussjordan)(0, 3)
 - x. Symmetriset, vinosymmetriset ja ortogonaaliset matriisit (symmvsymmortogmatr)(0, 3)
 - xi. Matriisin diagonalisointi (matrdiag)(0, 5)
 - xii. Ominaisarvot ja -vektorit (ominarvotvekt)(0, 18)

- xiii. Hakumoottorit (hakukone)(0, 2)
- xiv. Singulaariarvohajotelma (svd)(0, 0)
- b. Vektorit (vekt)(6, 4)
 - i. Vektori, määritelmä (vektmaar)(0, 1)
 - ii. Vektoriavaruus, määritelmä (vektavarmaar)(0, 5)
 - iii. Lineaarinen riippumattomuus (linriipmuus)(0, 8)
 - iv. Sisätuloavaruus (sistulavar)(0, 1)
 - v. Koordinaatiston muunnokset ja lineaarikuvaukset (koordmuunlinkuv)(0, 14)
 - vi. Kannanvaihto (kanvaihto)(0, 3)
- 3. Tavalliset differentiaaliyhtälöt (tavdy)(7, 0)
 - a. Peruskäsitteet (tavdyperkas)(9, 7)
 - i. Tavalliset ja osittaisdifferentiaaliyhtälöt (tavosdy)(0, 2)
 - ii. Riippuvat ja riippumattomat muuttujat (riipmuut)(0, 0)
 - iii. Differentiaaliyhtälön kertaluku (dykluku)(0, 0)
 - iv. Differentiaaliyhtälön normaalimuoto (dynormmuoto)(0, 0)
 - v. Differentiaaliyhtälön ratkaiseminen (dyratkaiseminen)(0, 6)
 - vi. Differentiaaliyhtälön ratkaisut (dyratkaisut)(0, 0)
 - vii. Homogeeniset ja epähomogeeniset differentiaaliyhtälö (homogdy)(0, 0)
 - viii. Lineaariset ja epälineaariset differentiaaliyhtälöt (lindy)(0, 2)
 - ix. Differentiaaliyhtälöiden käyttö (dykaytto)(0, 7)
 - b. Ensimmäisen kertaluvun differentiaaliyhtälöt ja ratkaisutapoja (1kdyratk)(5, 3)
 - i. Käyräparven differentiaaliyhtälö (kparvidy)(0, 4)
 - ii. Separoituva differentiaaliyhtälö (separdy)(0, 22)
 - iii. Differentiaaliyhtälön palauttaminen separoituvaan muotoon (dypalsepar)(0, 5)
 - iv. Eksakti differentiaaliyhtälö (eksdy)(0, 6)
 - v. Integroiva tekijä (integtekija)(0, 23)
 - c. Ensimmäisen kertaluvun lineaariset differentiaaliyhtälöt (1klindy)(5, 0)
 - i. Määritelmä (1kdymaarit)(0, 1)
 - ii. Ratkaisu (1kdyratkaisu)(0, 12)
 - iii. Ratkaisu yritteellä (1kdyratkyrite)(0, 16)
 - iv. Epälineaarinen, epäseparoituva ensimmäisen kertaluvun DY, Bernoullin yhtälö (epalinsep1kdybernoull)(0, 6)
 - v. Käyräparven kohtisuorat leikkaajat (kparvikohtsuorleik)(0, 10)
 - d. Toisen kertaluvun differentiaaliyhtälöt (2kdy)(9, 3)
 - i. Peruskäsitteitä (2kdyperkas)(0, 2)
 - ii. Lineaarinen riippuvuus, ratkaisun olemassaolo ja Wronskin determinantti (linriipratkowronsk)(0, 9)
 - iii. Karakteristinen yhtälö (karaktyht)(0, 15)
 - iv. Differentiaalioperaattori (diffop)(0, 3)
 - v. Kertaluvun pudotus (kpudotus)(0, 11)
 - vi. Euler-Cauchyn differentiaaliyhtälö (2keulercauchydy)(0, 6)
 - vii. Epähomogeeniset toisen kertaluvun differentiaaliyhtälöt (ehomog2kdy)(0, 4)
 - viii. Ratkaisu yritteellä (2kdyratkyrite)(0, 10)

- ix. Parametrien variointimenetelmä ja Wronskin determinantti (parvarwronsk)(0, 12)
 - e. Korkeamman kertaluvun differentiaaliyhtälöt (kkdy)(6, 1)
 - i. Homogeeniset lineaariset differentiaaliyhtälöt (kkhomoglin)(0, 5)
 - ii. Vakio kertomiset homogeeniset differentiaaliyhtälöt (kkvakiokhomog)(0, 6)
 - iii. Epähomogeeniset differentiaaliyhtälöt (kkdyehomog)(0, 1)
 - iv. Parametrien variointimenetelmä (kkdyparvar)(0, 7)
 - v. Ratkaisu yritteellä (kkdyratkyrite)(0, 9)
 - vi. Euler-Cauchyn differentiaaliyhtälö (kkeulercauchydy)(0, 2)
 - f. Differentiaaliyhtälöryhmät (dyryhmat)(5, 0)
 - i. Peruskäsitteet (dyryhmatperkas)(0, 5)
 - ii. Kriittiset pisteet ja stabiilisuus (dyryhmatkrpt)(0, 5)
 - iii. Vakio kertomiset homogeeniset (dyryhmatvakiokhomog)(0, 7)
 - iv. Ratkaiseminen (dyryhmatratk)(0, 14)
 - v. Parametrien variointimenetelmä (dyryhmatparvar)(0, 3)
 - g. Differenssiyhtälöt (diffyht)(0, 0)
4. Mat TiB1 Teoriaa (B1Teoria)(0, 0)

Liite 4. Käytetyt lyhenteet aakkosjärjestyksessä

Käytetyt lyhenteet calculus content dictionary (CCD), Matematiikka A1-2

- Aaria** - Funktion ääriarvot (1,c,2)
- Aarvo** - Alkuarvot tehtävä (1,c,1)
- Analg** - Analyttinen geometria (4)
- Apala** - Alueen pinta-ala (2,d,3)
- Derva** - Derivaatat (1,b)
- Dervasov** - Derivaattojen soveltaminen (1,c)
- Diff** - Yhden muuttujan funktioiden differentiaalilaskenta (1)
- Epaint** - Epäoleelliset integraalit (2,b,5)
- Esup** - Ehdollinen/itsenäinen suppeneminen (3,a,3)
- Funkrajajatk** - Funktiot, raja-arvot ja jatkuvuus (1,a)
- Hyperb** - Hyperboliset funktiot (1,d,4)
- Impl** - Implisiittinen differentiointi (1,b,4)
- Induk** - Matemaattinen induktio (1,b,1)
- Int** - Integrointi (2,a)
- Integr** - Yhden muuttujan funktioiden integraalilaskenta (2)
- Intsov** - Integrointisovellukset (2,c)
- Inttek** - Integrointitekniikat (2,b)
- Its** - Itseisarvoepäyhtälö (1,a,1)
- Jatk** - Jatkuvuus (1,a,4)
- Kaant** - Käänteisfunktio (1,d,1)
- Kesks** - Keskipistesääntö (2,b,7)
- Ketju** - Ketjusääntö (1,b,2)
- Kompa** - Kompleksilukujen aritmetiikka (5,c)
- Kompl** - Kompleksiluvut (5)
- Komple** - Kompleksilukujen esitys (5,a)
- Kompy** - Kompleksilukuyhtälöt (5,b)
- Konk** - Konkaavisuus, kasvavuus ja vähenevyys (1,e,1)
- Kp** - Keskipiste (2,c,2)
- Kpituus** - Kaaren pituus (2,c,5)
- Likia** - Likiarvon laskeminen (1,c,3)
- Linearis** - Linearisointi (1,c,4)
- Logdiff** - Logaritminen differentiointi (1,d,2)
- Lsarja** - Lukujonot ja sarjat (3,a)
- Maarmuod** - Määrittelemättömät muodot (1,e,3)
- Massa** - Massa (2,c,1)
- Mint** - Määrätty integraali (2,a,1)
- Omurto** - Osamurtohajotelma (2,b,4)
- Osi** - Osittaisintegrointi (2,b,1)
- Pala** - Pinta-ala (2,a,2)

Pappus - Keskipiste Pappuksen lauseella (2,c,3)
Parak - Parametriset käyrät (2,d,1)
Piala - Pinta-ala (2,c,6)
Polarcoord - Napakoordinaatisto (2,d,5)
Potes - Potenssisarjaesitys (3,b,4)
Potomin - Potenssisarjan ominaisuuksia (3,b,2)
Pots - Potenssisarjat (3,b)
Potsum - Potenssisarjan summa (3,b,1)
Ppala - Pyörähdyskappaleen pinta-ala (2,d,4)
Puols - Puolisuunnikkasääntö (2,b,8)
Raja - Raja-arvo (1,a,3)
Reduk - Reduktiokaava (2,b,2)
Rist - Ristitulo (4,a)
Rstesti - Raja-arvo testi ja suhdetesti (3,a,1)
Sarja - Sarjat (3)
Sijo - Sijoitusmenetelmä (2,b,3)
Simps - Simpsonin sääntö (2,b,9)
Skal - Skalaarikolmitulo (4,b)
Sov - Sovellusesimerkki (1,b,3)
Suoret - Suorien välinen etäisyys (4,d)
T2ast - Toisen asteen lineaariset homogeeniset vakiokertoimiset differentiaaliyhtälöt (1,e,2)
Tanyk - Tangentin yhtälö ja kulmakerroin (2,d,2)
Task - Tasokäyrät (2,d)
Tasoyh - Tason yhtälöt (4,c)
Taymasc - Taylorin ja MacLaurenin sarjat (3,b,3)
Tilav - Pyörähdyskappaleen tilavuus (2,c,4)
Transk - Transkendenttifunktiot (1,d)
Trikaant - Trigonometriset käänteisfunktiot (1,d,3)
Valia - Väliarvolause ja sen sovelluksia (1,e)
Vert - Vertailulause (2,b,6)
Vitesti - Vertailutesti ja integraalitestit (3,a,2)
Yhd - Yhdistetty funktio (1,a,2)

Käytetyt lyhenteet calculus content dictionary (CCD), Matematiikka B1-3

1kdymaarit - Määritelmä (3,c,1)
1kdyratk - Ensimmäisen kertaluvun differentiaaliyhtälöt ja ratkaisutapoja (3,b)
1kdyratkaisu - Ratkaisu (3,c,2)
1kdyratkyrite - Ratkaisu yrittäällä (3,c,3)
1klindy - Ensimmäisen kertaluvun lineaariset differentiaaliyhtälöt (3,c)

2kdy - Toisen kertaluvun differentiaaliyhtälöt (3,d)
2kdyperkas - Peruskäsitteitä (3,d,1)
2kdyratkyrite - Ratkaisu yritteellä (3,d,8)
2keulercauchydy - Euler-Cauchyn differentiaaliyhtälö (3,d,6)
Aariarvo - Ääriarvot (1,c,1)
Aariarvoluok - Ääriarvojen luokittelu (1,c,2)
Aariarvoprob - Funktioiden ääriarvoteoriaa ja -probleemoja (1,c)
Cramer - Cramerin sääntö (2,a,7)
Diff - Differentiaaleista (1,b)
Diffop - Differentiaalioperaattori (3,d,4)
Diffvuus - Differentioituvuus (1,b,11)
Diffyht - Differenssiyhtälöt (3,g)
Dykaytto - Differentiaaliyhtälöiden käyttö (3,a,9)
Dykluku - Differentiaaliyhtälön kertaluku (3,a,3)
Dynormmuoto - Differentiaaliyhtälön normaalimuoto (3,a,4)
Dypalsepar - Differentiaaliyhtälön palauttaminen separoituvaan muotoon (3,b,3)
Dyratkaiseminen - Differentiaaliyhtälön ratkaiseminen (3,a,5)
Dyratkaisut - Differentiaaliyhtälön ratkaisut (3,a,6)
Dyryhmat - Differentiaaliyhtälöryhmät (3,f)
Dyryhmatkrpt - Kriittiset pisteet ja stabiilisuus (3,f,2)
Dyryhmatparvar - Parametrien variointimenetelmä (3,f,5)
Dyryhmatperkas - Peruskäsitteet (3,f,1)
Dyryhmatratk - Ratkaiseminen (3,f,4)
Dyryhmatvakiokhomog - Vakiokertoimiset homogeeniset (3,f,3)
Ehomog2kdy - Epähomogeeniset toisen kertaluvun differentiaaliyhtälöt (3,d,7)
Eksdy - Eksakti differentiaaliyhtälö (3,b,4)
Epalinsep1kdybernoull -Epälineaarinen,epäseparoituva ensimmäisen kertaluvun DY,Bernoullin yhtälö (3,c,4)
Etiedot - Esitiedot (1,a)
Fourier - Fourier - sarjat (1,b,19)
Gausselim - Gaussin eliminaatio (2,a,4)
Gaussjordan - Gauss-Jordan eliminaatio (2,a,9)
Graafi - Graafi (1,a,3)
Grad - Gradientti (1,b,13)
Hakukone - Hakumoottorit (2,a,13)
Harmfkt - Harmoninen funktio (1,b,7)
Homogdy - Homogeeniset ja epähomogeeniset differentiaaliyhtälö (3,a,7)
Impfkt - Implisiittifunktiot (1,b,17)
Integtekija - Integroiva tekijä (3,b,5)
Jacobdet - Jacobin determinantti (1.b.16)
Kaantmatr - Käänteismatriisi (2,a,8)
Kanvaihto - Kannanvaihto (2,b,6)
Karaktyht - Karakteristinen yhtälö (3,d,3)
Ketjus - Ketjusääntö (1,b,9)

Kkayra - Korkeuskäyrä (1,a,5)
Kkdy - Korkeamman kertaluvun differentiaaliyhtälöt (3,e)
Kkdyehomog - Epähomogeeniset differentiaaliyhtälöt (3,e,3)
Kkdyparvar - Parametrien variointimenetelmä (3,e,4)
Kkdyratkyrite - Ratkaisu yritteellä (3,e,5)
Kkeulercauchydy - Euler-Cauchyn differentiaaliyhtälö (3,e,6)
Kkhomoglin - Homogeeniset lineaariset differentiaaliyhtälöt (3,e,1)
Kkvakiokhomog - Vakiokertoimiset homogeeniset differentiaaliyhtälöt (3,e,2)
Kokdiff - Kokonaisdifferentiaali (1,b,12)
Koordmuunlinkuv - Koordinaatiston muunnokset ja lineaarikuvaukset (2,b,5)
Kparvidy - Käyräparven differentiaaliyhtälö (3,b,1)
Kparvikohtsuorleik - Käyräparven kohtisuorat leikkaajat (3,c,5)
Kpudotus - Kertaluvun pudotus (3,d,5)
Kuva - Kuvanpakkaus (1,b,21)
Kuvaaja - Kuvaaja (1,a,4)
Lagrange - Lagrangen kertoimien menetelmä (1,c,4)
Laplace - Laplacen yhtälö (1,b,8)
Linalg - Lineaarialgebra (2)
Linappr - Lineaarinen approksimaatio (1,b,10)
Lindy - Lineaariset ja epälineaariset differentiaaliyhtälöt (3,a,8)
Linopt - Lineaarinen optimointi (1,c,3)
Linriippuus - Lineaarinen riippumattomuus (2,b,3)
Linriiipratkowronsk - Lineaarinen riippuvuus, ratkaisun olemassaolo ja Wronskin determinantti (3,d,2)
Maaritarvoj - Määrittely- ja arvojoukko (1,a,2)
Matr - Matriisit (2,a)
Matraste - Matriisin aste (2,a,5)
Matrdet - Matriisin determinantti (2,a,6)
Matrdiag - Matriisin diagonalisointi (2,a,11)
Matrklasku - Matriisin kertolasku (2,a,2)
Matrsumskalk - Matriisin summa ja skalaarilla kertominen (2,a,1)
Mp3 - Äänenpakkaus (1,b,20)
Newton - Newtonin menetelmä (1,c,8)
Ominarvotvekt - Ominaisarvot ja -vektorit (2,a,12)
Osdergesim - Graafinen esimerkki (1,b,3)
Osderlask - Osittaisderivaatan laskeminen (1,b,2)
Paramet - Parametrisointi (1,c,6)
Parvarwronsk - Parametrien variointimenetelmä ja Wronskin determinantti (3,d,9)
Petaisyys - Pisteiden etäisyys (1,b,6)
Pnmenet - Pienimmän neliösumman menetelmä (1,c,5)
Rajaarvojatku - Raja-arvo ja jatkuvuus (1,b,1)
Riipmuut - Riippuvat ja riippumattomat muuttujat (3,a,2)
Separdy - Separoituva differentiaaliyhtälö (3,b,2)

Sistulavar - Sisätuloavaruus (2,b,4)

Suunder - Suunnattu derivaatta (1,b,14)

Svd - Singulaariarvohajotelma (2,a,14)

Symmvsymmortogmatr - Symmetriset, vinosymmetriset ja ortogonaaliset matriisit (2,a,10)

Tantasgesim - Graafinen esimerkki (1,b,5)

Tantasonnormaali - Tangenttitaso ja normaalisuora (normaali) (1,b,4)

Tavdy - Tavalliset differentiaaliyhtälöt (3)

Tavdyperkas - Peruskäsitteet (3,a)

Tavosdy - Tavalliset ja osittaisdifferentiaaliyhtälöt (3,a,1)

Taylor - Taylorin sarja (1,b,18)

Umuutfkt - Usean muuttujan funktio (1)

Umuutfkmaarit - Määritelmä (1,a,1)

Vekt - Vektorit (2,b)

Vektavarmaar - Vektoriavaruus, määritelmä (2,b,2)

Vektmaar - Vektori, määritelmä (2,b,1)

Verhok - Verhokäyrät (1,c,7)

Yhtryhma - Yhtälöryhmä (1,b,15)

Yhtryhratkvuus - Yhtälöryhmät ja niiden ratkeavuus (2,a,3)