

Matemaattisten tieteiden koulutusohjelma

Matematiikka on eksakti menetelmätiede, joka on ollut kautta historian merkittävä osa kulttuuriamme. Se on aina ollut läheisessä vuorovaikutuksessa luonnontieteiden ja tekniikan kanssa: näiden alojen ongelmat ovat usein johtaneet uusien matemaattisten teorioiden luomiseen ja toisaalta abstraktien matemaattisten teorioiden kehittäminen on edistänyt luonnontieteiden ja tekniikan kehittymistä –puhutaankin matematiikan ”käsittämättömästä tehokkuudesta” luonnontieteissä ja tänä päivänä voidaan puhua samoin myös tekniikan osalta. Matematiikka ei kuitenkaan ole luonteeltaan luonnontieteiden ja tekniikan tarvitsema kaavakokoelma, vaan elävä ja itsenäinen tiede.

Matematiikka jaetaan usein puhtaaseen ja sovellettuun matematiikkaan. Puhtaassa matematiikassa tutkitaan matemaattisia rakenteita täsmällisin päättelysäännöin. Myös sovelletussa matematiikassa päättely on täsmällistä, mutta kysymykset liittyvät usein matematiikan ulkopuolisiin ongelmiin ja ovat siten käytännönläheisempiä. Tällöin matemaattisen päättelyn ohella korostuu se, minkälaiseen matemaattiseen muotoon tarkasteltava ongelma tulisi pukea, jotta sen ratkaisu vastaisi asetettuja konkreettisia tavoitteita.

Nyky matematiikan laaja-alaisuuden vuoksi yliopisto-opetus tyytyy pääasiassa tarjoamaan sellaisen matemaattisen yleissivistyksen, jota ilman matematiikkaa ei voi käytännössä soveltaa tai sen teorioita syvällisemmin opiskella. Perustutkinnon opetusaines on suurimmaksi osaksi klassista; tieteen uusimpiin saavutuksiin opiskelija tutustuu vasta liseniaatti- ja väitöskirjavaiheessa.

Tilastotiede on tiedettä satunnaislementtejä sisältävistä matemaattisista malleista ja niiden hyödyntämisestä reaali maailman ilmiöiden kuvaamisessa ja ymmärtämisessä. Tilastotiede on todellisuuden ilmiöitä tutkittaessa tai havainnoitaessa hankitun mittausaineiston eli datan analysointia ja ilmiöiden mallittamista käsittelevä yleinen menetelmätiede, jota tarvitaan kaikilla tieteenaloilla. Tilastotiede on tulevaisuuden tiedettä, jonka merkitys tulee kasvamaan entisestään kun olennaista tietoa etsitään räjähdysmäisesti kasvavista datamääristä.

Koulutusohjelman opintojen kautta voi päätyä hyvin erilaisiin työtehtäviin yhteiskunnassa:

- opettajaksi eriasteisissa kouluissa ja oppilaitoksissa
- matematiikan, sovelletun matematiikan, tilastotieteen ja niiden lähialojen asiantuntijaksi teollisuudessa ja muussa elinkeinoelämässä
- tutkijaopettajaksi akateemisissa oppilaitoksissa
- tutkimustehtäviin yritysten tutkimusyksiköissä tai erilaisten järjestöjen ja julkisyhteisöjen ylläpitämissä tutkimuslaitoksissa.

Laaja-alaisuutensa ja keskeisyytensä takia matematiikan, sovelletun matematiikan ja tilastotieteen opinnot antavat myös hyvän pohjan uudelleen suuntautumiseen elämäntilanteen mahdollisesti niin vaatiessa.

Yleistä tutkinnoista

Tutkinnot ja linjat (suuntautumisvaihtoehdot)

Syksyllä 2005 astui voimaan uusi kaksiportainen tutkintorakenne, jossa opiskelijat suorittavat ensin alemman korkeakoulututkinnon, minkä jälkeen voidaan suorittaa ylempi korkeakoulututkinto. Koulutusohjelmaamme hyväksytyt opiskelijat saavat tutkinnonsuoritusoikeuden molempiin tutkintoihin. Tavoitteena on, että opiskelijat suorittavat molemmat tutkinnot.

Alemmassa korkeakoulututkinnossa eli luonnontieteiden kandidaatin (LuK) tutkinnossa pääaineena voi olla joko matematiikka tai tilastotiede. LuK-tutkinnon laajuus on 180 opintopistettä (op) ja se on mahdollista suorittaa kolmessa vuodessa. LuK-tutkinto on suoritettava ennen ylempää korkeakoulututkintoa. Ylemmässä korkeakoulututkinnossa eli filosofian maisterin (FM) tutkinnossa pääaineena on matematiikka, sovellettu matematiikka tai tilastotiede. FM-tutkinto voidaan suorittaa seuraavilla linjoilla:

- aineenopettajan linja
- matematiikan linja
- matematiikan ja tietotekniikan linja
- sovelletun matematiikan linja
- tilastotieteen linja

FM-tutkinnon laajuus kullakin linjalla on 120 op ja se on mahdollista suorittaa kahdessa vuodessa. Jatkotutkentoina matemaattisten tieteiden koulutusohjelmassa on mahdollisuus suorittaa filosofian lisensiaatin (FL) ja filosofian tohtorin (FT) tutkinnot matematiikassa, sovelletussa matematiikassa ja tilastotieteessä.

Aineenopettajan linjalla opiskelevat valmistuvat opettajiksi peruskouluun ja luki-oon sekä muihin oppilaitoksiin. Matematiikan rinnalle toiseksi opetettavaksi aineeksi valitaan fysiikka, kemia tai tietojenkäsittelytiede (tietotekniikka). Opintoihin sisältyy myös 60 op aineenopettajan pedagogisia opintoja. Lähivuosina on matemaattisten aineiden opettajia jäämässä runsaasti eläkkeelle, mistä johtuen aineenopettajan linjalta valmistuvien työllistymismahdollisuudet opettajan ammattiin ovat erittäin hyvät. Tälle linjalle valittavien opiskelijoiden kiintiö on 35 vuosittain ja soveltuvuuskokeet järjestetään kaksi kertaa vuodessa.

Matematiikan linja on tarkoitettu lähinnä tutkijan urasta kiinnostuneille. Koska sen sisältöä koskevat rajoitukset ovat vähäisiä, opiskelija voi sopivilla kurssi- ja sivuainevalinnoilla saada valmiudet toimia matemaattikkona myös teollisuuden tai muun elinkeinoelämän palveluksessa. Sivuaineiksi voidaan valita esim. sovellettu matematiikka, tietojenkäsittelytieteet, tilastotiede, taloustiede tai fysiikka.

Matematiikan ja tietotekniikan linjalta valmistuu matematiikan asiantuntijoita informaatiotekniikan teollisuuden ja tutkimuksen palvelukseen. Koulutuksessa korostuu syvälinen ja laaja matematiikan menetelmien hallinta, jota tukevat opintojen loppuvaiheeseen sijoittuvat soveltavat kurssit ja riittävät ATK-opinnot. Valmistuneet

ovat löytäneet työpaikkansa mm. tietoliikennetekniikan yrityksistä, ohjelmistotaloista, ammattikorkeakouluista ja valtion tutkimuslaitoksista. Sivuaineiksi sopivat esim. tietojenkäsittelytieteet (pakollinen), tilastotiede, tietoliikennetekniikka, taloustieteet ja fysiikka.

Sovelletun matematiikan linjalla perehdytään erikoisesti luonnontieteissä, tekniikassa ja taloustieteissä esiintyvien matemaattisten mallien analysointiin ja niiden ratkaisumenetelmiin. Linja antaa valmiuksia toimia matemaatikkona teollisuuden ja muun elinkeinoelämän palveluksessa, opettajana ammatillisissa oppilaitoksissa sekä sovellusorientaisen matematiikan tutkijana. Sopivia sivuaineita ovat esim. fysiikka, tietojenkäsittelytieteet, tilastotiede ja teknilliset tieteet oppiaineen pääedustajan suostumuksella. Linjalta valmistuneet ovat sijoittuneet erinomaisesti teollisuuteen, muuhun elinkeinoelämään ja erilaisiin opetus- ja tutkimustehtäviin.

Tilastotieteen linjalla opiskelija perehtyy sellaisiin matemaattisiin malleihin, jotka sisältävät vaihtelua ja satunnaisuutta kuvaavia suureita. Tällaisia malleja käytetään kaikilla niillä tieteen ja teknologian aloilla, joilla analysoidaan satunnaisilmiöiden tuottamia havaintoja. Tilastotieteen teoria ja siihen pohjautuvat menetelmät muodostavat sen tieteellis-metodologisen perustan joka mahdollistaa monimutkaisia ilmiöitä koskevien tilastollisten päätelmien ja ennusteiden tekemisen. Linja antaa valmiuksia toimia tilastotieteen asiantuntijana erilaisissa yrityksissä, tutkimuslaitoksissa ja korkeakouluissa sekä tarjoaa hyvän pohjan jatko-opinnoista kiinnostuneelle. Linjalta valmistuneet ovat viime vuosina sijoittuneet erittäin hyvin työelämään. Erityisesti teknistä, lääketieteellistä, maatalous- ja metsätieteellistä sekä taloustieteellistä tutkimusta harjoittavat yksiköt sekä lääketeollisuuden tuotekehitysosastot tarvitsevat jatkuvasti tilastotieteilijöitä.

Opiskelu ja opintojen kulku

Yleistä

Koulutusohjelman opetus koostuu luennoista, laskuharjoituksista, demonstraatioista ja seminaarityyppisestä työskentelystä.

Opinnoissa menestymisen kannalta on tärkeää, että luennoille ja laskuharjoitustilaisuuksiin osallistutaan aktiivisesti ja että harjoitustehtävien pohtimiseen ja omatoimiseen ratkaisemiseen käytetään riittävästi aikaa ennen harjoituksia. Jos kurssista on luentomoniste tai oppikirja, oppimista voi tehostaa merkittävästi tutustumalla esitettäviin asioihin jo ennen opetustilannetta.

Uusille opiskelijoille järjestetään ensimmäisen opiskeluvuoden syksyllä pienryhmäohjausta, johon osallistuminen on pakollista (Orientoivat opinnot, 800008Y, 2 op). Pienryhmäohjauksessa tutustutaan vanhemman opiskelijan johdolla uuteen opiskelu-ympäristöön ja saadaan tietoa opiskeluun liittyvistä käytännön asioista. Tavoitteena on valmentaa uusi opiskelija korkeakoulu-yhteisön aktiiviseksi jäseneksi.

1. ja 2. vuosi

Opintojaksot ovat ensimmäisen vuoden aikana eri linjoilla lähes samat. Toisena vuotena opetus linjasta ja pääaineesta riippuen osittain eriytyy, joten LuK-tutkinnon linjan ja pääaineen valinta on hyvä tehdä jo toisen vuoden aikana.

Jokaiselle opiskelijalle suositellaan seuraavaa ohjelmaa, vaikka kaikki siinä esiintyvät opintojaksot eivät ole kaikille pakollisia.

1. syyslukukausi		1. kevätlukukausi	
Lineaarialgebra I	5	Algebra I	8
Lineaarialgebra II	5	Analyysi I	8
Matematiikan perusmetodit I	10	Englannin kieli 1 ¹	2
Orientoivat opinnot	2	Tilastotieteen perusteet A	5
		Tilastotieteen perusteet B	4
<i>Lisäksi valinnaisia opintojaksoja niin, että opintojen kokonaislaajuudeksi tulee n.60 op.</i>			

2. syyslukukausi		2. kevätlukukausi	
Analyysi II	8	Englannin kieli 2 ¹	2
Todennäköisyyslaskennan pk	4		
Todennäköisyyslaskennan jk	4		
Sivuaineopintoja			
<i>Matematiikan ja tietotekniikan linja sekä tilastotieteen linja:</i>			
Data-analyysin perusmenetelmät	10		
<i>Lisäksi valinnaisia opintojaksoja niin, että opintojen kokonaislaajuudeksi tulee n. 60 op.</i>			

3. vuosi

Kolmantena vuotena jatketaan pääaine- ja sivuaineopintoja valitun linjan mukaisesti. Pakollisista yleisopinnoista 3. vuoden syksyllä suoritetaan ruotsin kieli. Opintojaksoja valittaessa on huomioitava kurssilla vaadittavat esitiedot ja, että syventäviä opintoja ei saa sisällyttää LuK-tutkintoon. Syventäville opintojaksoille voi kuitenkin osallistua jo LuK-vaiheessa. Yleensä ensimmäinen syventävä kurssi valitaan toisena tai kolmantena vuotena. LuK-tutkintoon kuuluva Seminaari (LuK-tutkielma) tai Proseminaari suoritetaan yleensä kolmannen opintovuoden syksyllä tai keväällä. Kypsyysnäyte kirjoitetaan Seminaarin tai Proseminaarin aiheesta.²

Linjojen valinnasta

LuK-tutkinnon suorittamisen jälkeen suoritetaan FM-tutkinto. FM-tutkinnon eri linjo

¹ Katso tarkemmin http://www oulu.fi/kielikeskus/opinto-opas_englanti_lutk.htm

² Katso tarkemmin opinto-oppaan yleisen osan kappaleesta kypsyysnäyte.

jen opiskelijamääriä ei aineenopettajan linjaa lukuun ottamatta ole rajoitettu. Eri linjoilla on kuitenkin erityisvaatimuksia opintojen suhteen, mikä on syytä ottaa huomioon linjaa valittaessa. Lisäksi edellytetään, että linjan pääaineen osalta alemmassa korkeakoulututkinnossa on suoritettu kyseisen pääaineen pakolliset perus- ja aineopinnot. Aineenopettajan linjalle valittavien määrä on rajoitettu (35/vuosi). Opiskelijoilla on mahdollisuus hakeutua aineenopettajan linjalle kaksi kertaa vuodessa, kevätlukukausittain (helmi-maaliskuun vaihde) ja syyslukukausittain (marraskuu). Valintaa tehtäessä otetaan huomioon soveltuvuuskokeesta saatu pistemäärä (50 %) ja pääaineen opintomenestys (50 %). Opintomenestys lasketaan opintojaksoista *Matematiikan perusmetodit I*, *Analyysi I*, *Lineaarialgebra I ja II* sekä yhdestä muusta matematiikan tai tilastotieteen opintojaksosta. Linjalle haku tapahtuu toisen vuoden aikana, mutta linjalle voi hakea jo ensimmäisen vuoden keväällä. Lisätietoa aineenopettajan koulutukseen liittyen löytyy opinto-oppaan kohdasta aineenopettajan koulutus.

Lisätietoa linjoista saa vuosittain järjestettävässä linjojen esittelytilaisuudessa.

Sivuaineista

LuK-tutkinnon pakollisiin opintoihin kuuluu sivuaineita joko kaksi 25 opintopisteen kokonaisuutta tai yksi 60 opintopisteen kokonaisuus. Sivuaineiden opiskelu on hyvä aloittaa jo ensimmäisenä vuotena, mutta viimeistään toisen opiskeluvuoden alussa. Sopivista sivuainevalinnoista LuK-tutkinnon ja linjojen osalta on kerrottu tarkemmin kappaleissa Tutkinnot ja linjat sekä Tutkinnon ja linjojen rakenne. Opintokokonaisuudet löytyvät luonnontieteiden osalta tästä opinto-oppaasta opetusta antavan koulutusohjelman yhteydestä. Muiden tiedekuntien osalta lisätietoa löytyy ko. tiedekuntien opinto-oppaista tai internet-sivuilta.

Aineenopettajan linjalla toisesta opetettavasta aineesta on oltava 60 opintopisteen kokonaisuus. Aineenopettajan sivuainekokonaisuuksista on tarkemmin aineenopettajan linjan tutkintorakenteen yhteydessä. Lisäksi pakollisiin opintoihin kuuluu opettajan pedagogiset opinnot, jotka suoritetaan kahden vuoden aikana niin, että ensimmäinen osa suoritetaan kolmannen opiskeluvuoden aikana. Pedagogisiin opintoihin ilmoittaudutaan erikseen.

Matematiikan ja tietotekniikan linjalla pakollisina sivuaineopintoina on tietojenkäsittelytieteiden 60 op:n kokonaisuus ja 19 op tilastotieteen opintoja. Opinnoista on kerrottu tarkemmin kappaleessa Tutkinnot ja linjojen rakenne.

Harjoitusaine ja pro gradu-tutkielma

FM-tutkintoon kuuluu pro gradu-tutkielma ja aineenopettajalinjaa lukuun ottamatta harjoitusaine. Harjoitusaine kirjoitetaan ennen pro gradu-tutkielmaa ja sen tarkoituksena on perehdyttää opiskelija matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen tutkimustyöhön. Se on usein luonteva kirjoittaa läheltä pro gradu-tutkielman aihepiiriä. Aine tehdään yleensä samalle ohjaajalle kuin pro gradu.

Pro gradu-tutkielmassa (gradu) opiskelija syvennyy johonkin oman alansa tutkimus-ongelmaan ja kirjoittaa siitä tutkielman. Laitoksen yliassistentit, lehtorit ja professorit antavat aiheita ja ohjaavat sekä laajempia (30 op/15 ov) että suppeampia (20 op/10 ov) tutkielmia. Aiheet liittyvät usein syventäviin kursseihin tai seminaareihin. Gradu voidaan tehdä myös jonkin sovellusalan tutkimusongelmasta ja yhteistyössä jonkin yrityksen kanssa. Aineenopettajalinjalla on mahdollista tehdä myös ns. didaktinen gradu, jossa käsitellään matemaattista teemaa opettamisen näkökulmasta. Lisätietoja antaa linjan vastuuhenkilö. Aiheesta ja ohjauksesta on kuitenkin sovittava laitoksen jonkun professorin tai muun opettajan kanssa. Tutkielman aiheista kannattaa tulla keskustelemaan melko pian syventävien opintojen aloittamisen jälkeen eikä tutkielmaa kannata jättää viimeiseksi opintosuorituksiksi.

Tutkielman tekemisen tarkoitus ei ole se, että opiskelija hakee aiheen ohjaajalta ja palauttaa myöhemmin hänelle valmiin työn ilman muuta yhteydenpitoa. Tutkielman tekijän ei myöskään oleteta olevan valmis kirjoittamaan itsenäisesti tieteellistä tekstiä työn alkaessa, vaan pikemminkin työn tekeminen antaa valmiudet oman alansa tutkimusmenetelmien ja esitystapojen hallintaan ohjaajan avustuksella.

Tutkielman valmistuttua kirjoitetaan kypsyysnäyte, joka on lyhyt aine tutkielman aihepiiristä. Kypsyysnäytteestä sovitaan ohjaajan kanssa. Mikäli opiskelija on kandidaatintutkinnossaan kirjoittanut kypsyysnäytteen, ei sitä enää maisterivaiheessa tarvitse kirjoittaa uudelleen.

Lisää ohjeita tutkielman kirjoittamiseen löytyy laitoksen kotisivuilta. Graduun liittyvissä asioissa voit ottaa yhteyttä myös pro gradu-tutkielmien opintoneuvoja Juha Kinnuseen.

Jatko-opinnot

Laitoksella on useita aktiivisia tutkimusryhmiä ja –seminaareja, joihin jatko-opinnoista kiinnostuneiden kannattaa ottaa yhteyttä. Laitos on mukana useissa tutkijakouluissa ja tutkimushankkeissa. Tämän lisäksi laitoksen henkilökunnalla on laaja kansainvälinen yhteistyöverkosto.

Lisää tietoa tutkimusryhmistä ja –seminaareista löytyy laitoksen kotisivuilta. Luonnontieteellisessä tiedekunnassa suoritettaviin jatko-opintoihin liittyviä yleisiä ohjeita löytyy yleisestä osasta.

Vaihto-opinnot

Vaihto-opiskelijana oppii paremmin ymmärtämään vierasta kulttuuria ja kieltä, ja lukukautta ulkomailla voidaankin melkein pitää akateemisen yleissivistyksen osana. Lisäksi voi toisen maan yliopistossa oppia erilaisia ajatus- ja oppimismalleja sekä käydä sellaisilla ainekursseilla, joita ei Oulussa ole tarjolla. Opiskelijoilla on matemaattisten tieteiden laitoksella erinomaiset mahdollisuudet opiskelijavaihtoon, koska meillä on vaihtopaikkoja peräti 27. Tämän lisäksi on käytössä myös yliopiston yhteiset vaihdot (pääsääntöisesti Euroopan ulkopuolelle). Opintojen kannalta mielekkäin

ajoitus vaihto-opiskeluun on 3. tai 4. vuosi. Onnistuneen vaihtokokemuksen edellytyksenä on riittävä kielitaito sekä etukäteissuunnittelu.

Lisätietoja vaihtoon liittyen löytyy mm. Oulun yliopiston kv-yksikön internet-sivuilta. Laitoksella vaihto-opiskeluun liittyvissä asioissa opastusta antavat amanuenssi Markku Kuukasjärvi (Erasmus-koordinaattori), professori Esa Läärä (tilastotieteen Erasmus-koordinaattori) ja professori Peter Hästö (kv-opintoneuvoja).

Opinto-ohjaus

Opiskelun tukena ovat päivittäin myös tuutorit, joina toimivat opettajat ja edistyneet opiskelijat. He opastavat laitoksella varatussa tilassa kotitehtävien ratkaisemisessa, oppimateriaaliin perehtymisessä ja muissa opiskeluun liittyvissä ongelmissa.

Laitoksen opintoneuvojat ja amanuenssi opastavat kaikkien vuosikurssien opiskelijoita mm. opiskelun suunnitteluun liittyvissä kysymyksissä. Heidän puoleensa voi yleensäkin kääntyä kaikissa opiskeluun liittyvissä käytännön asioissa. Yksittäiseen opintojaksoon liittyvissä kysymyksissä tulee kuitenkin kääntyä opintojakson vastuuhenkilön puoleen.

Kuulustelut ja arvosanojen laskeminen

Kuulustelut ja niihin ilmoittautuminen

Opintojaksot suoritetaan joitakin vaihtoehtoisia suoritustapoja (esim. harjoitustyö, testikokeet) lukuun ottamatta joko välikokeilla tai loppukokeella. Koko lukukauden kestäville kursseille järjestetään yleensä 2 välikoetta (ensimmäinen kurssin puolivälin jälkeen ja toinen kurssin lopussa). Kurssin suorittaminen edellyttää tietyn ennalta sovittavan vähimmäispistemäärän saavuttamista molemmista kokeista ja kokonaispistemäärää, joka on noin puolet maksimipistemäärästä. Pisterajat vaihtelevat jonkin verran kurssi kurssilta ja niistä ilmoitetaan kurssin aloitusluennoilla.

Opintojaksojen loppukokeita järjestetään pääsääntöisesti kahdesta neljään kertaan lukuvuodessa. Loppukokeet järjestetään Linnanmaalla salissa L1 klo 14-18 matemaattisten tieteiden laitoksen ilmoitustaululla ja internet-sivuilla lukukauden alussa ilmoitettavina maanantaipäivinä. Ilmoitustaululla ja internet-sivuilla ilmoitetaan tarkemmin myös se, mitä loppukokeita kunakin päivänä voi tenttiä. Mikäli opiskelija haluaa tenttiä loppukoeistalle kuulumattoman opintojakson, niin hänen tulee ottaa yhteyttä laitoksen amanuenssiin tai opintojakson vastuuhenkilöön. Loppukokeisiin on ilmoitauduttava viimeistään tenttipäivää edeltävänä torstaina. Ilmoittautuminen tapahtuu joko Weboodin kautta osoitteessa <https://weboodi oulu.fi/oodi> tai laitoksella olevien ilmoittautumislistojen kautta. Matematiikan loppukokeiden ilmoittautumislistat ovat 2. kerroksen hissiaulassa olevassa kansiossa ja tilastotieteen loppukokeiden ilmoittautumislistat ovat 3. kerroksen hissiaulassa olevassa kansiossa.

Opintojaksojen ja -kokonaisuuksien arvostelu

Opintosuoritukset arvioidaan kokonaislukuina asteikolla 0-5 tai sanallisesti arviolla hyväksytty/hylätty. Lukuarvioinnissa 0 tarkoittaa hylättyä suoritusta.

Syventävien opintojen hyväksyttyä arvosanaa saa yrittää korottaa kerran. Yritykseksi katsotaan vastauspaperin palauttaminen tarkastettavaksi.

LuK-tutkinnossa pääaineen arvosana on 60 op:n laajuisten pääaineopintojen, joissa on mukana pakolliset opinnot, opintopisteiden mukaan painotettu keskiarvo. FM-tutkinnossa aineenopettajan linjaa lukuun ottamatta pääaineen arvosana lasketaan 50 op:n laajuisten syventävien pääaineopintojen ja LuK-tutkinnon pääaineen arvosanan painotettuna keskiarvona siten, että syventävät opinnot on painotettu opintopisteiden mukaan ja LuK-tutkinnon pääaineen arvosanan painona on luku 20. Aineenopettajan linjalla pääaineen opintojen arvosana lasketaan kuten edellä paitsi, että syventäviin opintoihin huomioidaan 30 op:n laajuiset opinnot.

Sivuaineopiskelijoilla matematiikan, sovelletun matematiikan ja tilastotieteen arvosana määräytyy suoritettujen opintokokonaisuuden (25 op, 60 op) opintopisteiden mukaan painotetusta keskiarvosta niin, että mukana ovat pakolliset opinnot.

Opintokokonaisuuksien laatuarvosanat määräytyvät opintopistemäärillä painotetusta keskiarvosta x seuraavasti:

Arvosana	Painotettu keskiarvo
1/5 välttävä	$1 \leq x < 1,5$
2/5 tyydyttävä	$1,5 \leq x < 2,5$
3/5 hyvä	$2,5 \leq x < 3,5$
4/5 kiitettävä	$3,5 \leq x < 4,5$
5/5 erinomainen	$4,5 \leq x \leq 5$

Pro gradu-tutkielman arvolausetta ei oteta huomioon pääaineen opintojen arvostelussa.

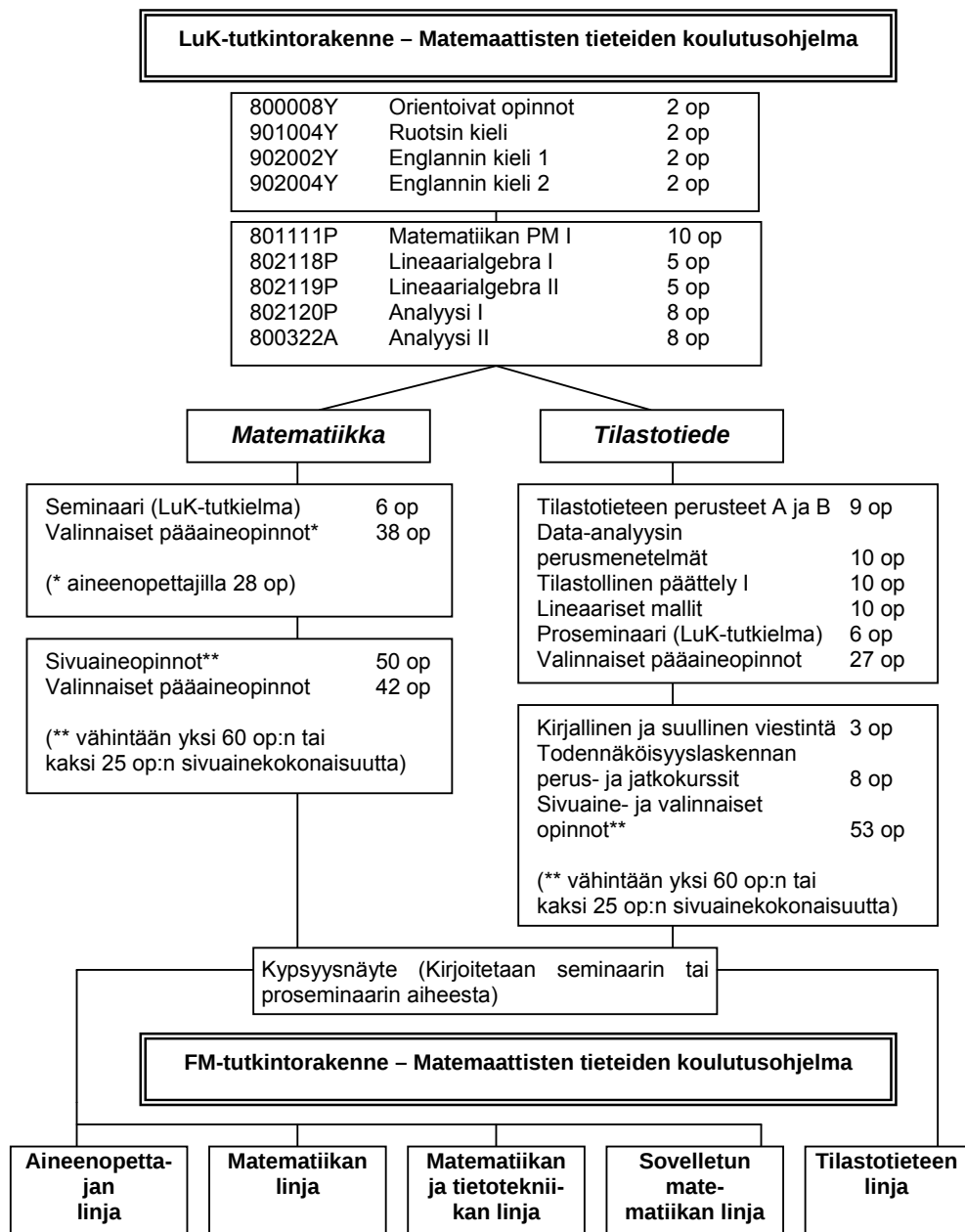
Tutkinnon ja linjojen rakenne

Opintojaksot jakautuvat neljään luokkaan: Y, P, A ja S. Yleisopintoja (Y) ovat mm. orientoivat opinnot sekä kieliopinnot. P, A tai S opintojakson koodinumeron perässä ilmoittaa sen, kuuluuko ko. jakso perusopintoihin, aineopintoihin vai syventäviin opintoihin. Sekä LuK- että FM-tutkintojen rakenne on kuvattu seuraavan sivun kaaviossa.

Huom! Syventäviä opintoja ei voida sisällyttää LuK-tutkintoon.

Aineopintoihin voidaan sisällyttää työharjoittelua korkeintaan 7 op (ei opetusharjoittelusta). Työharjoittelu voidaan hyväksyä **etukäteen** tehdyn sopimuksen mukaisesti ja siitä on jätettävä lyhyt kirjallinen selvitys päättöseminaarin yhteydessä. Työharjoittelun vastuuhenkilö on Marjatta Mankinen.

Matemaattisten tieteiden koulutusohjelma



LuK-tutkinto (180 op)

LuK-tutkinnossa pääaine voi olla joko matematiikka tai tilastotiede.

LuK-tutkinnossa kaikille pakollinen osa:

Pakolliset yleisopinnot (8 op)		
Orientoivat opinnot	2	800008Y
Ruotsin kieli (3. vuoden syyslukukausi)	2	901004Y
Englannin kieli 1 (Reading for Academic Purposes, 1. vuoden kevät)	2	902002Y
Englannin kieli 2 (Scientific Communication, 2. vuoden kevät)	2	902004Y
Lisätietoja kieliopinnoista löytyy kielikeskuksen nettisivuilta: http://www oulu.fi/kielikeskus/ .		
Ydin (42 op)		
Matematiikan perusmetodit I	10	801111P
Analyysi I	8	800120P
Lineaarialgebra I	5	802118P
Lineaarialgebra II	5	802119P
Analyysi II	8	800322A
joko LuK-tutkielma (seminaari)	6	801323A
tai Proseminaari (tilastotieteessä)	6	805331A
<i>On suositeltavaa, että LuK-tutkielma tai Proseminaari kirjoitetaan LaTeX- tai jollakin muulla tieteellisen ja matemaattisen tekstin tuottamiseen sopivalla ladontaohjelmalla (ks. esim. Johdatus LaTeXiin kurssikuvauksista).</i>		
LuK-tutkintoon kuuluva kypsyysnäyte 800600S kirjoitetaan opintojakson 801323A tai 805331A aiheesta.		
Sivuaineopinnot		
Vähintään yksi 60 op:n tai kaksi 25 op:n kokonaisuutta		

Sivuaineopinnot

Sivuaineina voivat olla esimerkiksi fysiikka, teoreettinen fysiikka, kemia, tietojenkäsittelytiede, taloustiede sekä pääaineesta riippuen tilastotiede, sovellettu matematiikka tai matematiikka. Aineenopettajaksi opiskeleville sivuaineeksi on suositeltavaa valita fysiikka, kemia tai tietojenkäsittelytiede. Muille työllistymisen kannalta tärkeää ja suositeltava sivuaine on tietojenkäsittelytiede. Linjan vastuuhenkilön suostumuksella sivuaineopinnoiksi voidaan valita myös jonkin muun luonnontieteellisen tai teknillisen tieteenalan opintoja. Opintojaksojen valinnassa on hyvä kääntyä matemaattisten tieteiden ja opetusta antavan laitoksen puoleen.

Lisäksi on suositeltavaa, että opiskelija hankkii tieteellisen tiedon hankinnan ja arvioinnin perustaidot (ks. esim. kurssin 03005P Tiedonhankintakurssi (1 op) kuvaus).

Pääaine: matematiikka

Muilla kuin aineenopettajaksi opiskelevilla yllä olevien opintojen lisäksi

Muita matematiikan aineopintoja vähintään 38 op esimerkiksi seuraavista		
Matematiikan historia	6	801390A
Kompleksianalyysi I	4	801385A
Kompleksianalyysi II	4	801386A
Differentiaaliyhtälöt I	4	800345A
Differentiaaliyhtälöt II	4	800346A
Todennäköisyyslaskennan peruskurssi	4	801195P
Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi	4	801396A
Algebra I	8	800333A
Algebra II	8	800343A
Salausmenetelmät	4	801346A
Numeriikan peruskurssi	6	801387A
Numeriikan peruskurssin harjoitustyö	2	801388A
Koulugeometrian perusteet	6	801389A
Topologia I	8	800329A
Matematiikan ATK	8	801344A
Tuutorointi	4	802327A
<i>tai jokin muu opintojakso linjan vastuhenkilön suostumuksella.</i>		

HUOM! Opintojaksoa *800148P Matematiikan perusmenetelmät II* ei hyväksytä pääaineopintoihin. Näiden lisäksi aineopintoihin voi sisällyttää työharjoittelun.

Lisäksi tarvittava määrä valinnaisia pää- tai sivuaineopintoja.

Pää- ja sivuaineopintoja valittaessa on huomattava, että FM-tutkinnossa voi olla erityisvaatimuksia ko. opintoihin liittyen. Katso FM-tutkintojen eri linjojen tutkintovaatimukset.

Aineenopettajaksi opiskelevilla

Pakollisia aineopintojaksoja ytimen lisäksi ovat		
Algebra I	8	800333A
Koulumatematiikan perusteet	4	800104P
<i>Vähintään toinen opintojaksoista:</i>		
Tilastotieteen perusteet A	5	806113P
Todennäköisyyslaskennan peruskurssi	4	801195P
<i>Muita matematiikan aineopintoja sopimuksen mukaan väh. 16 op.</i>		
<i>Valinnaisia opintojaksoja tarvittava määrä.</i>		

Huom! Sivuaineopintoihin on mahdollista sisällyttää pedagogisia opintoja 25 op.

Pääaine: tilastotiede

Yleisopintoihin kuuluu ytimessä olevien lisäksi		
Kirjallinen ja suullinen viestintä	3	900004Y

Pakollisia aineopintoja ytimen lisäksi ovat		
Tilastotieteen perusteet A	5	806113P
Tilastotieteen perusteet B	4	806114P
Data-analyysin perusmenetelmät	10	806112P
Tilastollinen päättely I	10	805310A
Lineaariset mallit	10	806308A
Todennäköisyyslaskennan peruskurssi	4	801195P
Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi	4	801396A

Muita tilastotieteen aineopintoja vähintään 27 op esimerkiksi seuraavista		
Aikasarja-analyysi	9	805324A
Kliininen biostatistiikka	6	805380A
Koesuunnittelu	6	805332A
Luokitettujen aineistojen analysointi	9	805334A
Pitkittäisaineistojen analysointi	9	805308A

Huom! Perusopintojaksot ja proseminaari pidetään joka vuosi, kun taas pakolliset aineopinnot kahden vuoden välein niin, että seuraavan kerran luennoidaan Satunnaismallien teoria sl. 2008, Lineaariset mallit kl. 2009 ja Tilastollinen päättely I kl. 2008. Yksittäisiä valinnaisia opintopaketteja luennoidaan korkeintaan joka toinen vuosi. Laitoksen ilmoitustaululta ja verkkosivuilta käyvät ilmi kunakin lukukautena luennoitavat kurssit. Harvoin luennoituja erikoiskursseja on mahdollista suorittaa sopimuksen mukaan myös kirjatenttinä.

Sivuaineopintoja vähintään joko kaksi 25 op:n tai yksi 60 op:n kokonaisuus. Sivuaineopinnot voivat sisältää ylimääräisiä tilastotieteen ja matematiikan kursseja tai opintokokonaisuuksia yhdestä tai useammasta muusta oppiaineesta. Erityisen hyödyllinen ja tärkeä sivuaine on tietojenkäsittelytiede. Ohjelmoinnin perustaidot ovat olennainen osa tilastotieteilijän ammattitaitoa. Toiseksi sivuaineeksi suositellaan jotakin reaali tiedettä, jossa tilastotiedettä sovelletaan. Esimerkkeinä perinnöllisyystiede, muut biologiset tieteet, maantiede, taloustieteet sekä jotkin teknillisen tiedekunnan tai lääketieteellisen tiedekunnan oppiaineet.

FM-tutkinto (120 op)

Aineenopettajan linja

Linjan vastuhenkilö on professori Peter Hästö.

Syventävät opinnot vähintään 60 op		
Pro gradu-tutkielma	20	
Kypsyysnäyte (800600S)		
Matematiikan syventäviä opintojaksoja	30	
Aineenopettajan erikoistyö	10	
Pakolliset sivuaineopinnot		
Toisen opetettavan aineen (fysiikka/kemia/tietojenkäsittelytiede) opinnot LuK-tutkinnosta täydentäen 60 op:n kokonaisuudeksi.		
Opettajan pedagogiset opinnot LuK-tutkinnosta täydentäen siten, että kokonaislaajuudeksi tulee 60 op.		
Valinnaisia sivuaine- tai pääaineopintojaksoja tarvittava määrä		
Suositeltavaa on, että valinnaiset opinnot sisältävät yhden 25 op:n opintokokonaisuuden kouluissa opetettavaa ainetta. Alla on tarkempaa tietoa sivuainekokonaisuuksista.		

Opiskelijan odotetaan hallitsevan tieto- ja viestintätekniikan perustaidot, kun hän aloittaa opettajan pedagogiset opinnot. Kyseiset taidot (Windows-perusteet, tekstinkäsittely, sähköpostin ja internetin käyttö) voi opetella joko itsenäisesti tai erillisillä kursseilla. Lisätietoja aineenopettajan koulutuksesta löytyy oppaan kappaleesta Aineenopettajan koulutus.

Aineenopettajan sivuainekokonaisuudet

Aineenopettajien kelpoisuusasetuksen mukaan jokaisesta opetettavasta (virkaan kuuluvasta) aineesta on oltava vähintään 60 op:n laajuiset opinnot. Nykyisin usein matemaattisten aineiden lehtorin viroissa on kolme opetettavaa ainetta, yleensä matematiikka, fysiikka ja kemia. Vaikka opetusministeriö on kehottanut kuntia vähentämään virkoihin kuuluvien opettavien aineiden määrän enintään kahteen, suositellaan, että toisen opetettavan aineen lisäksi suoritetaan myös kolmannesta aineesta 25 op:n laajuiset opinnot. Alla olevasta taulukosta löytyy tietoa tärkeimpien sivuaineiden opintokokonaisuuksista.

Huom. Kts. huomautus opetettavan aineen laajuuksista s. 23.

Fysiikan 25 ja 60 op:n opintokokonaisuudet

Katso fysikaalisten tieteiden koulutusohjelma, Opintokokonaisuudet sivuaineopiskelijoille.

Kemian 25 ja 60 op:n opintokokonaisuudet

Katso kemian koulutusohjelma, Kemia sivuaineena.

Opettajan pedagogiset opinnot

Katso kasvatustieteiden tiedekunnan aineenopettajakoulutuksen opinto-oppaasta.

Tietojenkäsittelytieteiden 25 op:n kokonaisuus

Opintojakso	Periodi	op	Koodi
Johdatus ohjelmointiin	a	5	811122P
Ohjelmointityö I	b	2	811175P
Johdatus tietojenkäsittelytieteisiin	a	4	810136P
Tietoturvan peruskurssi	a	4	811173P

Seuraavista viidestä opintojaksosta on valittava vähintään kaksi:

Digitaalisen median perusteet	a	4	811172P
Ihminen tietotekniikan käyttäjänä ja kehittäjänä	a	3	811171P
Johdatus ohjelmistoliiketoimintaan	c	5	811174P
Johdatus tietojärjestelmien suunnitteluun	b	5	811329P
Käyttöliittymien perusteet	a	5	811379A

Tarvittaessa valinnaisia opintojaksoja valinnaisia kursseja-listasta.

Tietojenkäsittelytieteiden 60 op:n kokonaisuus

Approbaturia vastaavien opintojen lisäksi on valittava esitiedot huomioon ottaen seuraavista tietojenkäsittelytieteiden opintojaksoista vähintään 15 opintopisteen verran.

Johdatus tietorakenteisiin	c	3	811376A
Digitaalisen median perusteet	a	4	811172P
Ihminen tietotekniikan käyttäjänä ja kehittäjänä	a	3	811171P
Internet ja tietoverkot	c	5	811338A
Johdatus ohjelmistoliiketoimintaan	c	5	811174P
Organisaatioiden informaatiojärjestelmät	c	5	812304A
Tietokantojen perusteet	b	5	811318A
Tietoturvan peruskurssi	b	4	811173P
Oliosuuntautunut ohjelmistokehitys	c	5	811378A
Ohjelmointityö II	a	2	811377A
Ohjelmistotekniikka	b	6	811335A

Tarvittaessa valinnaisia kursseja alla olevasta listasta:

Valinnaisia kursseja (sekä 25 op että 60 op kokonaisuudet):

Opintojakso	op	Koodi
ATK I: Ohjelmoinnin perusteet (C-kieli), teor. fysiikka	4	763114P
ATK II: Numeerinen mallintaminen, teor. fysiikka	4	763315A
ATK III: Tieteellinen ohjelmointi (C++), teor. fysiikka	6	763341A
ATK IV: Numeerinen ohjelmointi (Fortran), teor. fysiikka	6	763616S

Matemaattisten tieteiden koulutusohjelma

Matematiikan ATK	8	801344A
Salausmenetelmät	4	801346A
Koodausteoria	10	800667S
Kryptografia	10	801698S
Optimointiteoria	10	800688S
tai jokin muu kurssi sopimuksen mukaan.		
Huom! Samaa kurssia ei voi sisällyttää sekä matematiikan että tietojenkäsittelytieteiden opintoihin.		

Matematiikan linja

Linjan vastuhenkilö on professori Keijo Väänänen.

Syventävät opinnot vähintään 86 op		
Pro gradu –tutkielma	30	800697S
Harjoitusaine	6	800691S
Kypsyysnäyte		800600S
Matematiikan syventäviä opintojaksoja 50 op seuraavista		
Analyysi III	10	800624S
Funktionaalianalyysi	10	800651S
Informaatioteoria	10	802636S
Introduction to Partial Differential Equations	10	802635S
Koodausteoria	10	800667S
Kryptografia	10	801698S
Lukuteoria	10	800657S
Matriisiteoria	10	800653S
Moderni reaalianalyysi	10	802631S
Numeerinen analyysi	10	800680S
Ryhmäteoria	10	800660S
tai jokin muu opintojakso linjan vastuhenkilön suostumuksella.		
Lisäksi tarvittava määrä valinnaisia pää- tai sivuaineopintojaksoja		

Matematiikan ja tietotekniikan linja

Linjan vastuhenkilö on professori Lasse Holmström.

Pääaineopinnot		
LuK-tutkintoa täydentäen niin, että mukana ovat seuraavat opintojaksot		
Algebra I	8	800333A
Todennäköisyyslaskennan peruskurssi	4	801195P
Syventävät opinnot vähintään 86 op		
Pro gradu –tutkielma	30	800697S
Harjoitusaine	6	800691S

Matemaattisten tieteiden koulutusohjelma

Kypsyysnäyte		800600S
Matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen syventäviä opintojaksoja 50 opintopistettä niin, että ne muodostavat luontevan kokonaisuuden.		
Sivuaineopinnot		
Täydennetään LuK-tutkintoa niin, että seuraavat ehdot täyttyvät:		
1) Tilastotieteen opintoja 19 op		
Pakollisia kursseja ovat		
Tilastotieteen perusteet A	5	806113P
Tilastotieteen perusteet B	4	806114P
<i>Lisäksi on valittava vähintään 10 op tilastotieteen kursseja, joista ensisijaisesti suositellaan</i>		
Data-analyysin perusmenetelmät	10	806112P
Tilastollinen päättely I	10	805310A
2) Tietojenkäsittelytieteen 60 opintopisteen sivuainekokonaisuus		
Lisäksi tarvittava määrä valinnaisia pää- tai sivuaineopintojaksoja		

Huom! Harjoitusaineen tai yhden syventävistä opintojaksoista voi korvata matematiikan erikoistyöllä.

Niille, jotka suunnittelevat informaatiotekniikkaan liittyvää työuraa, suositellaan yhdeksi sivuainekokonaisuudeksi seuraavaa vähintään 25 opintopisteen **tietoliikenteen opintokokonaisuutta**

<i>Tarpeellinen määrä seuraavista kursseista:</i>		
Digitaaliset suodattimet (1-2 periodi)	5	521337A
Satunnaissignaalit	5	031024A
Tilastollinen signaalinkäsittely I	5,5	521484S
Tietoliikennetekniikka II (4-5 periodi)	3,5	521361A
Matkaviestintäjärjestelmät (4-6 periodi)	5	521333A
Langaton tietoliikenne I (1-3 periodi)	4	521361A
Langaton tietoliikenne II (1-3 periodi)	6,5	521320S
Tietoliikenteen simuloinnit ja työkalut (4-6 periodi)	3,5	521365S

Sovelletun matematiikan linja

Linjan vastuuhenkilö on professori Lasse Holmström.

Syventävät opinnot vähintään 86 op		
Pro gradu –tutkielma	30	800697S
Harjoitusaine	6	800691S
Kypsyysnäyte		800600S
Valinnaisia syventäviä opintojaksoja 50 op esim. seuraavista		
Analyyysi III	10	800624S
Numeerinen analyyysi	10	800680S

Matemaattisten tieteiden koulutusohjelma

Optimointiteoria	10	800688S
Introduction to Partial Differential Equations	10	802635S
Informaatioteoria	10	802636S
Funktoiden estimointi	10	802629S
Matriisiteoria	10	800653S
Tilastollinen päättely II	10	805611S
Aikasarja-analyysi	9	805679S
Matemaattisen mallinnuksen verkkokurssit (lisätietoja osoitteessa http://alpha.cc.tut.fi/mallinnus/kurssit/): Tilastolliset mallit, 4 op Satunnaisuus mallintamisessa, 4 op Osittaisdifferentiaaliyhtälöt matemaattisessa mallinnuksessa, 4 op Datan analyysimenetelmät mallinnuksessa, 4 op Mathematics of visual motion, 4 op Osittaisdifferentiaaliyhtälöt, 4 op Optimointi, 4 op		
Sovelletun matematiikan erikoistyö	10	801645S
<i>tai jokin muu matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen syventävä opintojakso linjan vastuuhenkilön suostumuksella. Syventäviksi opintojaksoiksi voi valita myös Teknillisen tiedekunnan matematiikan jaoksen kursseja.</i>		
Lisäksi tarvittava määrä valinnaisia pää- tai sivuaineopintojaksoja		

Opiskelijalla on mahdollisuus suorittaa Matemaattisen mallinnuksen 25 opintopisteen laajuinen opintokokonaisuus. Kokonaisuuteen liittyvät kurssit järjestetään verkko-opetuksena ja ovat osa Matemaattisen mallinnuksen verkostohanketta. Tarkempaa tietoa kursseista löytyy hankkeen kotisivuilta <http://alpha.cc.tut.fi/mallinnus/>.

Tilastotieteen linja

Linjan vastuuhenkilö on professori Markku Rahiala.

Pakolliset opinnot		
Pro gradu –tutkielma	30	800697S
Harjoitusaine	4	800667S
Kypsyysnäyte		805667S
Tilastollinen päättely II	10	805611S
Seminaari	10	805620S
Satunnaismallien teoria	8	805398A
Työharjoittelu	5 (tai 7)	805370A
Muita (valinnaisia) pää- ja sivuaineopintoja vähintään 53 op. (Ne, joiden työharjoittelu kirjataan 7 opintopisteeksi, tarvitsevat vain 51 op valinnaisia kursseja.) Näistä syventäviä pääaineopintoja on oltava väh. 27 op. Erikoiskurssit voi valita esimerkiksi seuraavasta listasta:		
Aikasarja-analyysi	9	805679S (/805324A)
Epidemiologian tilastolliset menetelmät	9	805609S

Matemaattisten tieteiden koulutusohjelma

Luokitettujen aineistojen analysointi	9	805678S (/805334A)
Pitkittäisaineistojen analysointi	9	805646S (/805308A)
Ekonometria	6	805683S (/805339A)

Huom! Pakollisista syventävistä opinnoista seminaari pidetään joka lukuvuosi, mutta Tilastollinen päättely II kahden vuoden välein; seuraavan kerran kl. 2009. Yksittäisiä valinnaisia opintojaksoja luennoidaan korkeintaan joka toinen vuosi. Laitoksen ilmoitustaululta ja verkkosivuilta käyvät ilmi kunakin lukukautena luennoitavat kurssit. Harvoin luennoituja erikoiskursseja on mahdollista suorittaa sopimuksen mukaan myös kirjatenttinä.

Matematiikka ja tilastotiede sivuaineina

Matematiikan sivuainekokonaisuudet

Matematiikasta voi suorittaa 25, 60 ja 120 opintopisteen opintokokonaisuudet.

Matematiikan 25 op:n opintokokonaisuus

Pakolliset opinnot		
Matematiikan perusmetodit I	10/8	801111P/800147P
Lineaarialgebra I	5	802118P
Valinnaiset opinnot, 10 op seuraavista		
Lineaarialgebra II	5	802119P
Analyysi I	8	800120P
Algebra I	8	800333A
Koulugeometrian perusteet	6	801389A
Matematiikan historia	6	801390A
Differentiaaliyhtälöt I	4	800345A
Kompleksianalyysi I	4	801385A
Todennäköisyyslaskennan peruskurssi	4	801195P
Salausmenetelmät	4	801346A
<i>tai jokin muu matematiikan kurssi matematiikan pääedustajan suostumuksella.</i>		

Luokanopettajien matematiikan 25 op:n opintokokonaisuus

Pakolliset opinnot		
Matematiikan perusmetodit I	10	801111P
Koulumatematiikan perusteet	4	800104P
Valinnaiset opinnot, 11 op seuraavista		
Lineaarialgebra I	5	802118P
Lineaarialgebra II	5	802119P
Algebra I	8	800333A
Koulugeometrian perusteet	6	801389A

Matemaattisten tieteiden koulutusohjelma

Matematiikan historia	6	801390A
Salausmenetelmät	4	801346A
Matematiikan didaktiikka (KTK)	4	800105P
<i>tai jokin muu matematiikan kurssi matematiikan pääedustajan suostumuksella.</i>		

Taloustieteen matematiikan 25 op:n opintokokonaisuus

Pakolliset opinnot		
Matematiikan perusteet taloustieteilijöille I	7	800117P
Matematiikan perusteet taloustieteilijöille II	7	800118P
Talousmatematiikka	3	802107P
Valinnaiset opinnot		
Lineaarialgebra I	5	802118P
Lineaarialgebra II	5	802119P
Algebra I	8	800333A
<i>tai valinnan mukaan 8 opintopistettä matematiikan kursseja.</i>		

Matematiikan 60 op:n opintokokonaisuus

Täydennetään 25 op:n opintokokonaisuus 60 op:ksi niin, että mukana ovat seuraavat pakolliset kurssit:		
Matematiikan perusmenetelmät I	10 / 8	801111P/800147P
Lineaarialgebra I	5	802118P
Lineaarialgebra II	5	802119P
Analyysi I	8	800120P
Analyysi II	8	800122A
Valinnaiset opinnot, tarpeellinen määrä seuraavista:		
Algebra I	8	800333A
Koulugeometrian perusteet	6	801389A
Koulumatematiikan perusteet	4	800104P
Matematiikan historia	6	801390A
Differentiaaliyhtälöt I	4	800345A
Differentiaaliyhtälöt II	4	800346A
Kompleksianalyysi I	4	801385A
Kompleksianalyysi II	4	801386A
Todennäköisyyslaskennan peruskurssi	4	801195P
Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi	4	801396A
Salausmenetelmät	4	801346A
Algebra II	8	800343A
Numeriikan peruskurssi	6	801387A
Numeriikan harjoitustyö	2	801388A
<i>tai jokin muu matematiikan kurssi oppiaineen vastuuhenkilön suostumuksella.</i>		

Huom! Jos tarkoituksena on saada aineenopettajan pätevyys, on kurssi Algebra I (8 op) pakollinen.

Matematiikan 120 op:n opintokokonaisuus

Täydennetään 60 op:n opintokokonaisuutta seuraavasti:

Matematiikan syventäviä opintojaksoja	30	
Pro gradu -tutkielma	20	
Valinnaisia matematiikan opintoja	10	

Tilastotieteen sivuainekokonaisuudet

Tilastotieteestä voi suorittaa joko 25 op:n tai 60 op:n sivuaineopintokokonaisuuden. Opintokokonaisuuksiin tulee sisällyttää joko kurssit

Tilastotieteen perusmenetelmät I	9	806109P
Tilastotieteen perusmenetelmät II	10	806110P

tai *vaihtoehtoisesti* kurssit

Tilastotieteen perusteet A	5	806113P
Tilastotieteen perusteet B	4	806114P
Data-analyysin perusmenetelmät	10	806112P

Tilastotieteen 25 op:n opintokokonaisuus

Täydennetään edellä mainitut perusopinnot sopivalla tilastotieteen aineopintojaksolla (tai -jaksoilla). Ensisijaisesti suositellaan opintojaksoja Koesuunnittelu, Kliininen biostatistiikka, Lineaariset mallit, Proseminaari tai Tilastollinen päättely I.

Tilastotieteen 60 op:n opintokokonaisuus

Täydennetään edellä mainitut perusopinnot sopivilla tilastotieteen aineopintojaksoilla, joihin sisältyvät ainakin opintojaksot Lineaariset mallit, Tilastollinen päättely I sekä Proseminaari. Huomattakoon, että Tilastollinen päättely I sekä Lineaariset mallit edellyttävät vähintään opintojaksojen Matematiikan perusmenetelmät I, Analyysi II, Lineaarialgebra I sekä Todennäköisyyslaskennan peruskurssi mukaiset esitiedot matematiikassa.

Huom! Ensisijaisesti opiskelija suorittaa ne matematiikan ja tilastotieteen kurssit, jotka hänen oman koulutusohjelmansa opetussuunnitelmassa on mainittu.

Kurssikuvaukset

Yleisopinnot

Orientoivat opinnot 2 op, 1 ov (800008Y)

Jakson tarkoituksena on perehdyttää opiskelija korkeakoulun opiskelujärjestelmään ja ympäristöön, antaa tietoja koulutusalan historiasta ja yhteiskunnallisesta merkityksestä sekä oman koulutusohjelman tavoitteista ja sisällöstä.

Työtavat: 10-18 h, 1 sl. pakollinen

Opintosuoritusmerkintä: Laitoksen opinto-
neuvoja.

Pienryhmäohjaus 2 op, 1 ov (800009Y)

Jakson aikana opiskelija toimii pienryhmän ohjaajana omassa koulutusohjelmassaan.

Työtavat: 10-18 h, 2.-5. sl. Opintojakso on vapaaehtoinen.

Opintosuoritusmerkintä: Laitoksen opinto-
neuvoja.

MATEMATIIKAN OPINTO- JAKSOJEN KUVAUKSET

Matematiikan opintojaksojen kuvaukset esitetään seuraavassa järjestyksessä:

* ydin

* muut perus- ja aineopinnot

* syventävät opinnot.

Kussakin ryhmässä opintojaksot esitetään aakkosjärjestyksessä.

Analyysi I 8 op, 5 ov (800120P)

Kurssi on suoraa jatkoa kurssille Matematiikan perusmetodit I (801111P, mat). Ne syksyllä esitetyt asiat, jotka kurssin 800147P Matematiikan perusmetodit I/sov suorittaneille ovat uusia, kerrataan lyhyesti. Perustavoitteet, matemaattisen ajattelun kehittäminen ja laskurutiinin parantaminen, ovat samat kuin syksyn kurssilla. Keskeisiä asioita tällä kurssilla ovat reaali-lukujonot ja –sarjat, jatkuvat funktiot, Riemannin integraali, funktiojonot ja sarjat sekä niiden derivointi ja integrointi.

Työtavat: luennot, laskuharjoitukset ja oppimispäiväkirja. Kurssin voi suorittaa välikokeilla tai loppukokeella.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste.

Esitiedot: 801111P Matematiikan perusmetodit I /mat tai 800147P Matematiikan perusmetodit I /sov.

Ajoitus ja Kohderyhmä: 1. opintovuoden keväät. Pakollinen kaikilla linjoilla sekä matematiikan 60 op sivuainekokonaisuudessa.

Vastuuhenkilö: Juha Kinnunen

Analyysi II 8 op, 5 ov (800322A)

Sisältö: Tällä kurssilla jatketaan differentiaali- ja integraalilaskentaan tutustumista. Derivaatan käsitteen ymmärtämistä syvennetään tutkimalla funktion nollakohtien tai ääriarvojen numeerista laskemista. Teoreettisella tasolla derivaatta yleistetään useampiulotteisiin funktioihin ja kuvauksiin. Lopuksi tutustutaan vielä useampiulotteisen derivaatan käyttöön ääriarvotehtävissä, sekä teoreettisesti että numeerisesti.

Integraalien osalta noudatetaan samaa kaavaa: ensin selvitetään, miten integraali voidaan numeerisesti laskea siinäkin tapauksessa, ettei sille ole suljetussa muodossa olevaa lauseketta. Saavutettua näkemystä käytetään integraalin yleistämiseen useampiulotteiseen avaruuteen. Integraalin teoreettinen kehittäminen sen sijaan tapahtuu pääasiassa Analyysi III-kurssilla.

Työtavat: 56 h luentoja 28 h harjoituksia. Harjoitustyöstä ja harjoitustehtävistä voi saada lisäpisteitä loppukokeeseen.

Oppikirjoja: Luentomoniste Analyysi II. Lisämateriaali kurssin www-sivulla.

Ajoitus ja Kohderyhmä: 2. syksy. Pakollinen kaikilla linjoilla sekä 60 op sivuaineopintokokonaisuuksissa.

Esitiedot: Analyysi I ja Lineaarialgebra I, II.

Vastuuhenkilö: Peter Hästö

Lineaarialgebra I 5 op, 2,5 ov (802118P)

Kurssilla käsiteltävät asiat ovat välttämättömiä lähes kaikilla myöhemmillä matematiikan kursseilla ja sovellusalueita löytyy myös muilta tieteenaloilta.

Sisältö: Lineaariset yhtälöryhmät ja niiden ratkaiseminen Gaussin eliminointimenetelmällä, matriisialgebra, $\mathbb{R}^n$ ja yleisemmät vektoriavaruuksien

Työtavat: 35 h luentoja, 21 h harjoituksia, loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste (K. Väänänen), Lineaarialgebra; David C. Lay, Linear algebra and its applications, Addison-Wesley.

Matemaattisten tieteiden koulutusohjelma

Ajoitus ja Kohderyhmä: 1. opintovuoden syksy, pakollinen kaikilla linjoilla sekä matematiikan 60 op sivuainekokonaisuudessa.
Esitiedot: Lukion laaja matematiikka.
Vastuuhenkilö: Keijo Väänänen

Lineaarialgebra II 5 op, 2.5 ov (802119P)

Kurssilla käsiteltävät asiat ovat välttämättömiä lähes kaikilla myöhemmillä matematiikan kursseilla ja sovellusalueita löytyy myös muilta tieteenaloilta.

Sisältö: Sisätuloavaruudet, lineaariset kuvaukset, determinantit, lineaaristen kuvausten ja matriisien ominaisarvot ja ominaisvektorit, Hermiten matriisit ja muodot.

Työtavat: 35 h luentoja, 21 h harjoituksia, välikokeet tai loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste: K. Väänänen Lineaarialgebra; David C. Lay, Linear algebra and its applications, Addison-Wesley.

Ajoitus ja Kohderyhmä: 1. opintovuoden syksy, pakollinen kaikilla linjoilla sekä matematiikan 60 op sivuainekokonaisuudessa.

Esitiedot: Lineaarialgebra I

Vastuuhenkilö: Keijo Väänänen

Matematiikan perusmetodit I 10 op, 5 ov (801111P)

Kurssin keskeistä sisältöä ovat raja-arvon käsite, jatkuvuus, derivaatta ja sen sovellukset sekä integraalilaskenta. Koska kurssilla tarkastellaan reaaliarvoisten funktioiden käyttäytymistä, on suurin osa käsitteistä tuttuja jo lukion kurseista. Differentiaali- ja integraalilaskennan perusteorian hallinta on välttämättömyyden jatko-opintojen kannalta. Kurssin pää tavoitteena on opiskelijan totuttaminen matemaattiseen teorianmuodostukseen - huomiota kiinnitetään laskemisen ohella myös määritelmiin ja todistustehtäviin. Ero lukioon on varsin suuri ja vaatii uuden ajattelutavan omaksumista. Tarkoituksena on antaa opiskelijalle riittävä käytännön laskutaito sekä kyky ymmärtää matemaattista päättelyä. Todistustekniikoiden omaksumiseksi kurssilla käydään läpi lukuisia lyhyitä helpohkoja todistuksia.

Työtavat: 70 h luentoja, 42 h laskuharjoituksia, välikokeet tai testit, vaihtoehtona suoraan loppukokeella.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste riittää, suositellaan kirjaa R. A. Adams: A complete course- Calculus, 4th edition. Sama kirja sopii tueksi myös kursseille Analyysi I,

Analyysi II ja Differentiaaliyhtälöt I.

Ajoitus ja Kohderyhmä: 1. opintovuoden syksy. Kurssi kuuluu ydinopintoihin. Se on pakollinen kaikilla linjoilla sekä matematiikan 15 ja 35 ov:n sivuainekokonaisuuksissa.

Esitiedot: Lukion laaja matematiikka

Vastuuhenkilö: Kari Myllylä

Seminaari (LuK-tutkielma) 6 op, 3 ov (801323A)

Työtavat: Opiskelijat ilmoittautuvat lukuvuoden alussa seminaariryhmiin. Kullekin ryhmälle annetaan aihe, josta kukin osallistuja pitää suullisen esitelmän ja laatii siitä myös kirjallisen esityksen.

Esitiedot: Pakolliset perus- ja aineopinnot ol-
tava suoritettuina (ydin). Huom! Luonnontieteiden kandidaatin tutkinnon suorittaja kirjoittaa kypsyysnäytteensä seminaarin aiheesta.

Muut perus- ja aineopinnot

Advanced Problem Solving 2-6 op, 1-3 ov (802637A)

Tällä kurssilla tarkastellaan laajaa valikoimaa matematiikkaa: kombinatoriikkaa, algebraa, polynomeja, lineaarialgebraa, matriisilaskua, perusanalyysiä, epäyhtälöitä ja funktionaaliliihtälöitä. Tarkoitus ei ole syventyä niinkään uuteen teoriaan, vaan harjoitella ongelman ratkaisutaitoja ratkaisemalla elementaarisia, mutta vaikeita, tehtäviä

edellä mainituilta aloilta. Esimerkki helpomman puoleisesta tehtävästä on seuraava

"Olkoon A ja B n-kertaa-n matriiseja joille $AB = A + B$. Osoita, että $AB = BA$."

Kurssilla keskeistä on ryhmätyöskentely - ryhmässä sekä syvennytään luennoilla esitettyyn materiaaliin luentomonisteesta että, paljon tärkeämpänä, ratkaistaan tehtäviä toisiaan tukien.

Työtavat: 10 h luentoja, 5 h harjoituksia, ryhmätyöskentelyä.

Suoritus: "luentopäiväkirja" (1 op) ja harjoitustehtävien ratkaiseminen (1-5 op).

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste "Advanced Problem Solving"

Esitiedot: Analyysi I, Lineaari algebra I/II

Vastuuhenkilö: Peter Hästö

Algebra I 8 op, 5 ov (800333A)

Tutkitaan aritmetiikan ja algebrallisten rakenteiden perusteita. Tällaisia ovat mm. kongruenssit, jakojäännösluokat, alkuluvut, Eukleideen algoritmi, aritmetiikan peruslause, Euler-Fermat'n kaava, aritmeettiset funktiot. Ryhmät (jakojäännös-ryhmät, permutaatio-ryhmät, tekijäryhmät), morfismit, renkaat, polynomirenkaat, ideaalit, kokonaisalueet, kunnat, ja äärelliset kunnat. Tavoitteena on kyky ymmärtää matematiikan ja fysiikan käyttämää "slangia" eli abstraktia järjestelmää, jossa toimitaan suuressa määrin symbolien ja niiden välisten pelisääntöjen avulla.

Työtavat: 56h luentoja, 28 h harjoituksia; välikokeet tai loppukoe.

Yhteys muihin opintoihin: Algebra I on välttämättömän edellytys kursseilla Algebra II, Luku-teoria, Koodausteoria, Ryhmäteoria, Kryptografia, jne.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentorunko: Algebra I; Herstein: Abstract Algebra; J. F. Fraleigh: Abstract Algebra.

Ajoiutus ja Kohderyhmä: 1.v kevät. Kurssi on pakollinen matematiikan ja aineenopettajan linjoissa sekä aineenopettajan ja luokanopettajan 60 op sivuainekokonaisuuksissa.

Esitiedoksi on eduksi mutta ei välttämätöntä: Lukion syv. kurssi: Logiikka ja lukuteoria.

Vastuuhenkilö: Kari Myllylä

Algebra II 8 op, 5 ov (800343A)

Kurssilla tarkastellaan ensin permutaatio-ryhmien teoriaa ja perehdytään symmetrisen ja alternoivien ryhmien rakenteeseen. Lisäksi nähdään, miten permutaatio-ryhmiin liittyviä tuloksia voidaan hyödyntää eräissä kombinatorisissa tarkasteluissa. Kurssin toisessa osassa tarkastellaan äärellisten kuntien ominaisuuksia, polynomirenkaita sekä kuntalaajennusten teoriaa. Kurssin kolmannessa osassa johdetaan klassiset juurikaavat kolmannen ja neljännen asteen polynomeille. Voidaanko sitten vastaava juurikaava johtaa viidennen asteen polynomeille? Nyt avuksi tarvitaan Galois'n teoria, jossa juurikaavojen olemassaolo liitetään tarkasteltavan polynomin Galois'n ryhmän ominaisuuksiin. Kurssin lopuksi esitellään viidennen asteen polynomi, jolla ei ole klassista juurikaavaa. Tavoitteena on syventää opiskelijoiden algebrallista ajattelutapaa ja antaa valmiuksia esimerkiksi lukuteorian, koodausteorian ja ryhmäteorian

syventäviä kursseja varten.

Työtavat: 56h luentoja, 28 h harjoituksia; välikokeet tai loppukoe.

Esitiedot: Algebra I.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste Algebra II; I. N. Herstein: Abstract Algebra, Prentice Hall, Inc., 1996.

Vastuuhenkilö: Markku Niemenmaa.

Differentiaaliyhtälöt I 4 op, 2.5 ov (800345A)

Ensimmäisen kertaluvun differentiaaliyhtälöt, (separoituvat, homogeeniset, lineaariset, eksaktit, Bernoullin yhtälöt), likiarvomenetelmät, korkeamman kertaluvun yhtälöt, erikoistapauksia. Lineaariset homogeeniset ja ei-homogeeniset vakiokertoimiset yhtälöt, ratkaiseminen potenssisarjoilla, Frobeniuksen menetelmä, differentiaaliyhtälöryhmät.

Työtavat: luennot 30 h, harjoitukset 16 h.

Esitiedot: Matematiikan perusmenetelmät I, Linearialgebra I

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

Boyce and Di Prima: Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, Wiley, Anton: Calculus, Wiley. R. Kent Nagle & E. B. Saff: Fundamentals of Differential Equations and Boundary Value Problems, Addison-Wesley, 1996

C. Henry & David E. Penney: : Differential Equations and Boundary Value Problems, Prentice Hall, 2000

Dennis G. Zill & Michael R. Cullen: Differential Equations with Boundary Value Problems, Brooks/Cole, 2001.

Vastuuhenkilö: Martti Kumpulainen

Differentiaaliyhtälöt II 4 op, 2.5 ov (800346A)

Kurssin tavoitteena on kehittää valmiuksia sovellusten kannalta tärkeiden lineaaristen differentiaaliyhtälöiden ja osittaisdifferentiaaliyhtälöiden ratkaisemiseen. Kurssilla tarkastellaan aluksi kyseisten differentiaaliyhtälöiden ratkaisussa esiintyviä erikoisfunktioita, ratkaisemiseen tarvittavia ortogonaalikehitelmiä ja integraalimuunnoksia. Niitä sovelletaan sitten mallintamisessa käytettävien lineaaristen differentiaaliyhtälöiden ja osittaisdifferentiaaliyhtälöiden ratkaisemiseen.

Sisältö: Frobeniuksen menetelmä, erikoisfunktioita, esimerkkeinä Gamma-funktio ja Besselin funktiot. Funktioavaruuksista, funktioiden sisätulo, ortogonaalisuus, ortogonaali-

lipolynomit ja ortogonaalikehitykset. Sovelluksina funktioiden esittäminen Fourier-sarjoina ja Sturm-Liouvillen reuna-arvoprobleemat sekä integraalimuunnoksista, mm. useampiulotteinen Fourier-muunnos. Lineaaristen differentiaaliyhtälöiden ja osittaisdifferentiaaliyhtälöiden, esim. lämpö- ja aaltoyhtälöiden ratkaiseminen ortogonaalikehityksien ja integraalimuunnosten avulla.

Työtavat: 30 h luentoja ja 16 h harjoituksia; loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: R. Kent Nagle & E. B. Saff, *Fundamentals of Differential Equations and Boundary Value Problems*, Addison-Wesley, 1996; Dennis G. Zill & Michael R. Cullen: *Differential Equations with Boundary Value Problems*, Brooks/Cole, 2001, Strauss: *Partial Differential Equations. An Introduction*, Wiley 1992.

Enrique A. Gonzales-Velasco, E. Gonzales-Velasco: *Fourier Analysis and Boundary Value Problems*, Academic Press, 1995

Gerald B. Folland: *Fourier Analysis and Its Applications*, Brooks / Cole, 1996

Esitiedot: Matematiikan perusmetodit I tai Analyysi I, Analyysi II, Differentiaaliyhtälöt I.

Vastuuhenkilö: Martti Kumpulainen

Diskreetti matematiikka 6 op, 3 ov (802312A)

Diskreetillä matematiikalla tarkoitetaan äärellisiin ja numeroituvasti äärettömiin joukkoihin liittyvää matematiikkaa. Siihen kuuluvia menetelmiä sovelletaan hyvin monenlaisiin kohteisiin matematiikassa ja muilla tieteenaloilla, esimerkiksi tietojenkäsittelytieteissä. Tällä kurssilla käydään läpi perusteet eräiltä diskreetin matematiikan alueilta. Kurssi sopii oivasti sekä pää- että sivuaineopiskelijoille ja on mukavaa vaihtelua analyysiin painottuvaan matematiikkaan. Kurssilla käsitellään ainakin joukko-opin perusteita, relaatioita, kombinatoriikkaa (lukumäärien laskenta), verkko teoriaa (graafit) ja automaatteja.

Toteutus: 42 h luentoja, 20 h harjoituksia, suoritus välikokeet tai loppukoe.

Esitiedot: Lukion matematiikka.

Vastuuhenkilö: Marko Rinta-aho

Johdatus LaTeXiin 2 op, 1 ov (800149P)

Sisältö: LuK- ja Pro gradu -tutkielmat kirjoitetaan pääsääntöisesti LaTeX-ladontaohjelmalla. Tämä kurssi tarjoaa tarvittavat perustiedot LaTeXin käytöstä. Kurssin suorittaminen ei kuitenkaan ole

millään tavoin välttämätöntä, vaan tarvittavat perusteet LaTeXista voi opetella aivan hyvin itsenäisesti.

Työtavat: 20h opetusta tietokoneluokassa, harjoitustyö

Oppimateriaali ja kirjallisuus: www.cc.oulu.fi/~psalmi/latex;

Antti-Juhani Kaijanaho: LaTeX ja AMS-LaTeX: Opus asiatekstin ladonnasta, Jyväskylän yliopiston ATK-keskus, 2003;

Tobias Oetiker (et al.): Pitkänpuoleinen johdanto LaTeX2e:n käyttöön

(www.funet.fi/pub/TeX/CTAN/info/short/finnish/lyhyt2e.pdf);

Helmut Kopka ja Patrick Daly: A Guide to LaTeX, Addison-Wesley, 1999.

Vastuuhenkilö: Nimetään myöhemmin

Kompleksianalyysi I 4 op, 2,5 ov (801385A)

Sisältö: Napaesitys, Eulerin esitys, De Moivre'n kaava, Cauchy-Riemannin yhtälöt, käänteisfunktio, logaritmit ja potenssifunktiot päähaaroineen. Polkuintegraalien, Cauchyn integraalikaavan ja potenssisarjojen ominaisuuksien avulla kehitetään residylaskenta, jonka sovellutuksina saadaan mm. algebran peruslause, Liouvillen lause ja määrättyjä integraaleja. Möbius-kuvaus.

Työtavat: 34 h luentoja, 30 h harjoituksia, välikokeet tai loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: S. Lang: *Complex Analysis*, Springer, M.R. Spiegel: *Complex Variables*, F. Schaum's Outline Series, Schaum Publ. Co.

Esitiedot: Ydin.

Vastuuhenkilö: Jorma Arhippainen

Kompleksianalyysi II 4 op, 2,5 ov (801386A)

Sisältö: Residylaskentaa, maksimi- ja argumenttiperiaate, Fourier-muunnos, summia, satulapistemenetelmä, Gammafunktio, Betafunktio.

Työtavat: 22 h luentoja, 15h harjoituksia, loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: S. Lang: *Complex Analysis*, Springer, M.R. Spiegel: *Complex Variables*, F. Schaum's Outline Series, Schaum Publ. Co.

Esitiedot: Ydin ja Kompleksianalyysi I.

Vastuuhenkilö: Jorma Arhippainen

Koulugeometrian perusteet 6 op, 3 ov (801389A)

Kurssilla käsitellään lähinnä peruskoulun yläasteen ja lukion geometriaan liittyviä kokonaisuuksia. Tarkoituksena on antaa opiskelijalle valmius opettaa geometriaa koulussa. Kurssin alkuosa on painottunut klassisen geometrian tulosten käsittelyyn. Loppuosassa tarkastellaan avaruusgeometrian alkeita.

Työtavat: 34 h luentoja, 30 h harjoituksia, loppukoe.

Esitiedot: Kurssi ei edellytä esitietoja.

Vastuuhenkilö: Martti Kumpulainen

Koulumatematiikan perusteet 4 op, 2.5 ov (800104P)

Kurssilla käsitellään aritmetiikan ja algebran perusteita. Tarkastelun kohteena ovat erityisesti lukujärjestelmät ja lukualueet.

Esitiedot: Lukion matematiikka ja Matematiikan perusmetodit I.

Kohde: Kurssi on matematiikan aineenopettajille ja luokanopettajien 25 opintopisteen opintokokonaisuudessa pakollinen.

Työtavat: 28 h luentoja ja 14 h harjoituksia.

Ajoitus: 1.-3. vuosikurssi

Vastuuhenkilö: Jukka Kempainen

Lukuteoria I 8 op, 5 ov (802328A)

Tarkastellaan matematiikan ja erityisesti lukuteorian tutkimuksessa usein esiintyvien lukujen aritmeettisia ominaisuuksia sekä aiheeseen liittyviä menetelmiä. Tutkittuja lukuja ovat esimerkiksi binomikertoimet, ketjumurtoluvut, potenssisummat ja eräät matemaatikkojen Bernoulli, Euler, Fermat, Fibonacci, Heron, Lucas, Mersenne, Neper, Pythagoras, Stirling, Wilson ja Wolstenholme mukaan nimetyt luvut. Tutkittavista työkaluista mainittakoon differenssioperaattorit, generoivat sarjat, irrationaalisuustarkastelut, matriisiesitykset, rationaalilukujen ja polynomien kongruenssit, rekursiot ja teleskoopit.

Esitiedot: Algebra I, Lineaarialgebra I ja II ja Analyysi I.

Jatkokurssit: Lukuteoria, Kryptografia

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste: <http://math.oulu.fi/materiaalit/luentorungot/>, G.H. Hardy ja E.M. Wright: An Introduction to the Theory of Numbers; Kenneth H. Rosen: Elementary number theory and its applications.

Vastuuhenkilö: Tapani Matala-aho

Matematiikan ATK 8 op, 5 ov (801344A)

Nykyisin käytetään tutkimuksessa ja tuotekehityksessä matemaattisia malleja, kun halutaan tietää miten luonto tai jokin laite toimii. Mallit joudutaan melkein aina ratkaisemaan numeerisesti tietokoneella, koska analyttisten ratkaisujen löytäminen on käytännön tehtävissä usein mahdotonta. Matematiikan ATK:n kurssilla opiskelija oppii numeerisen tietokoneohjelman tekemisen perusteet. Ohjelmoinnin perusteita ei opeteta, vaan tavoitteena on ohjata opiskelijaa valitsemaan oikeat menetelmät hyvän numeerisen tietokoneohjelman tekemiseksi. Kurssilla opetetaan FORTRAN 90/95-ohjelmointikielen standardi ja käydään läpi lyhyesti UNIX-käyttöjärjestelmän tärkeimmät komennot ja piirteet. Ohjelmointi tapahtuu ATKkeskuksen UNIX-koneissa. Lisäksi perehdytään ATKkeskuksen UNIX-koneissa toimivien numeeristen ja graafisten aliohjelmakirjastojen käyttöön.

Työtavat: Kurssi koostuu luennoista (20h), ohjatusta päätetyöskentelystä (40h) ja harjoitustöistä.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Kurssimateriaali koostuu verkossa olevista käyttöohjeista ja ohjelmistojen on-line manuaaleista. Fortran-kielen opiskelussa käytetään kirjaa: "Fortran 90/95", J. Haataja, J. Rahola, J. Ruokolainen, 1998 (ks. <http://www.csc.fi/oppaat/f95/>).

Esitiedot: Kurssin kannalta on hyödyllistä tuntea ohjelmoinnin ja tietokoneen käytön perusteet.

Ajoitus ja Kohderyhmä: Kurssi luennoidaan keväisin ja se on tarkoitettu matemaattisten mallien numeerisesta ratkaisemisesta kiinnostuneille opiskelijoille.

Vastuuhenkilö: Erkki Laitinen, e-mail: erkki.laitinen@oulu.fi

Matematiikan historia 6 op, 3 ov (801390A)

Kurssi alkaa muinaisen Egyptin ja Mesopotamian matematiikasta. Huomattava osa ajasta käytetään kreikkalaisen matematiikan, erityisesti geometrian ja analyysin varhaisvaiheiden, käsittelyyn. Keskiajan matematiikasta tarkastellaan ainakin islamin valtaapiirissä tapahtunutta kehitystä sekä tulevan kehityksen ennakkointia Euroopassa. Uuden ajan alussa italialaiset algebristit ratkaisevat kolmannen ja neljännen asteen yhtälöitä. Tämän jälkeen alkaakin yleinen matematiikan nousu, numeeriset laskentamenetelmät

kehittyvät, nykyaikainen algebrallinen symboliikka alkaa kehittyä, Fermat ja Descartes luovat analyyttisen geometrian ja nykyaikainen lukuteoria saa alkunsa. Samanaikaisesti differentiaali- ja integraalilaskentaa ennakoidaan geometrisilla ja fysikaalisilla tarkasteluilla. Vihdoin Newton ja Leibniz keksivät, että edellisen vuosisadan geometriset tarkastelut voidaan korvata täysin formaaleilla laskutoimituksilla. Differentiaali- ja integraalilaskennan täsmällinen looginen perusta tosin luodaan vasta seuraavan kahdensadan vuoden aikana. Tähän kehitykseen luodaan yleiskatsaus.

Työtavat: 30 h luentoja, välikokeet tai loppukoe.

Esitiedot: Kurssia suunniteltaessa on ajateltu erityisesti opettajiksi valmistuvia eikä se vaadi lukion matemaattista laajempia esitietoja.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste; C. J. Boyer: Tieteiden kuningatar; J. Fauvel & J. Gray: The History of Mathematics. A reader.

Vastuuhenkilö: Juha Berkovits

Numeriikan peruskurssi 6 op, 4 ov (801387A)

Numeriikan peruskurssilla tutkitaan menetelmiä, joiden avulla pystytään ratkaisemaan tietokoneella tehtäviä, joiden analyyttinen ratkaiseminen on hankalaa tai mahdotonta. Vaikka tietokoneiden nopea kehitys on tehnyt mahdolliseksi ratkaista matemaattisia ongelmia, joista aiemmin ei edes osattu uneksia, tulee muistaa, että tietokoneella voidaan tuottaa täysin uskottavan näköisiä tuloksia, jotka ovat kuitenkin täyttä puppua. Numeerisen laskennan filosofia voidaan kiteyttää suurelta osin R. W. Hammingin toteamukseen "The purpose of computing is insight, not numbers". Numeriikan peruskurssilla on tavoitteena antaa opiskelijalle valmiudet tehdä itsenäisesti kohtuullisen tehokkaita tietokonealgoritmeja numeriikan perustehtävien ratkaisemiseksi. Toisaalta kurssi antaa valmiuden perehtyä syvällisemmin numeerisen matematiikan teoriaan ja vaativampiin numeerisiin tehtäviin.

Työtavat: 45h luentoja, 22h harjoituksia.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Kurssin runkona käytetään luentomonistetta Raino A. E. Mäkinen: "Numeeriset menetelmät", Jyväskylän yliopisto, 1998. Muuta kurssiin liittyvää kirjallisuutta on esim. D. Conte, S. de Böer:

"Elementary Numerical Analysis. An Algorithm Approach" ja Atkinson: Elementary Numerical Analysis.

Esitiedot: Kurssin kannalta hyödyllisiä, mutta ei välttämättömiä, esitietoja opetetaan kursseilla: Matematiikan perusmenetelmät I, Analyyysi I, Lineaarialgebra I, II ja Matematiikan ATK.

Ajoitus ja Kohderyhmä: Kurssi luennoidaan syksyisin ja se on tarkoitettu numeerisen matematiikan ratkaisumenetelmistä kiinnostuneelle kuulijakunnalle. Kurssi on pakollinen sovelletun matematiikan linjalla.

Vastuuhenkilö: Erkki Laitinen, e-mail: erkki.laitinen@oulu.fi

Numeriikan peruskurssin harjoitustyö 2 op, 1 ov (801388A)

Harjoitustyön tekemiseksi vaaditaan C- tai Fortran ohjelmointitaito.

Vastuuhenkilö: Erkki Laitinen, e-mail: erkki.laitinen@oulu.fi

Salausmenetelmät 4 op, 2 ov (801346A)

Salakirjoitusta on käytetty vuosisatoja. Aikaisemmin sen käyttö rajoittui lähinnä sotilaallisiin tai diplomaattisiin tarkoituksiin. Tietokoneisiin perustuvan tiedonvälityksen yleistymisen viimeisten vuosikymmenien aikana merkitsee sitä, että salausmenetelmiä tarvitaan päivittäin lähes kaikilla yhteiskunnan alueilla. Myös menetelmät ovat muuttuneet; aikaisempien menetelmien tilalle ovat tulleet ns. julkisen avaimen salaukset, joiden perusteet esitettiin noin 40 vuotta sitten. Samalla kävi ehkä yllättäen ilmi, että modernien salaus- ja allekirjoitusmenetelmien eräänä keskeisenä perustan toimivat lukuteorian tulokset. Tästä johtuen kurssi aloitetaan alkeislukuteorian tarkastelulla. Tämän jälkeen tutustutaan perinteisiin salausmenetelmiin ja sitten tarkastellaan kolmea julkisen avaimen menetelmää, jotka ovat RSA, diskreetti logaritmi ja selkäreppu.

Työtavat: Luentoja 27 h, harjoituksia 15 h, loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste: K. Väänänen, Salausmenetelmät; Neal Koblitz, A Course in Number Theory and Cryptography, Springer-Verlag (Graduate Texts in Mathematics, 114).

Esitiedot: Ei tarvita.

Ajoitus ja Kohderyhmä: Milloin tahansa, asiasta kiinnostuneet.

Vastuuhenkilö: Keijo Väänänen

Tiedonhankintakurssi 1 op (030005P)

Tavoitteet: Kurssin tavoitteena on antaa valmiuksia tehokkaaseen tieteellisen tiedon hankintaan ja arviointiin.

Sisältö: Tieteellisen tiedon hankinta, tiedonlähteet ja tiedonlähteiden arviointi. Tiedonhankintatehtäviä.

Toteutus: Lähi- ja verkko-opetuksena. Suositellaan suoritettavaksi 3. vsk:n keväällä.

Suorittaminen: Kurssin suorittaminen edellyttää läsnäoloa lähiopetuksessa ja kurssitehtävien suorittamista

Vastuutaho: Tiedekirjasto Tellus

Todennäköisyyslaskennan peruskurssi 4 op, 2,5 ov (801195P)

Kurssin keskeisiä käsitteitä ovat todennäköisyysvaraus, ehdollinen todennäköisyys, riippumattomuus, satunnaismuuttuja sekä sen jakauma ja odotusarvo. Kurssin alkuosassa tulee kerratuksi lukion todennäköisyyslaskennan kurssiin sisältyviä asioita. Kurssin tavoitteena on tutustuttaa opiskelija satunnaismalleihin ja niihin liittyviin matemaattisiin ongelmiin. Kurssin suorittamisessa keskeisellä sijalla on erilaisten todennäköisyyteen liittyvien tehtävien ratkaisu.

Työtavat: 32 h luentoja, 16 h harjoituksia, suoritus kahdella välikokeella tai yhdellä loppukokeella.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: P. Tuominen: Todennäköisyyslaskenta I, Limes 2002 sekä monet kirjastossa olevat todennäköisyyslaskennan oppikirjat.

Esitiedot: Matematiikan perusmetodit I ja Analyysi I.

Ajoitus ja kohderyhmä: 2.v syksy, pakollinen tilastotieteen pääaineopiskelijoille.

Vastuuhenkilö: Lasse Holmström

Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi 4 op, 2,5 ov (801396A)

Kurssi on suoraa jatkoa opintojaksolle *Todennäköisyyslaskennan peruskurssi (801195P)*. Uusina asioina tulevat mm. jakauman momentit, todennäköisyysgeneroiva funktio, suurten lukujen laki, keskeinen raja-arvolause sekä kaksiulotteiset jakaumat. Kurssin tavoitteena on syventää todennäköisyyslaskennan käsitteiden ymmärtämistä sekä opettaa käyttämään erilaisia stokastisia malleja. Laskuharjoituksissa käsitellään teoriaan liittyvien tehtävien lisäksi käytännön mallintamistehtävien kaltaisia ongelmia.

Työtavat: 24 h luentoja, 12 h harjoituksia, suoritus yhdellä loppukokeella.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: P. Tuominen: Todennäköisyyslaskenta I, Limes 2002 sekä monet kirjastossa olevat todennäköisyyslaskennan oppikirjat.

Esitiedot: Todennäköisyyslaskennan peruskurssi ja Analyysi I.

Ajoitus ja kohderyhmä: 2.v syksy. Valinnainen kaikilla linjoilla. Suositellaan erityisesti tilastotieteen pääaineopiskelijoille sekä matematiikan ja tietotekniikan linjan valitseville.

Vastuuhenkilö: Lasse Holmström

Topologia I 8 op, 5 ov (800329A)

Joukko-oppia, metriset avaruudet, Bairen lause, topologiset avaruudet, operaatiot topologisilla avaruuksilla, suppeneminen topologisissa avaruuksissa, separaatiot, Urysohnin lemma, Tietzen laajennuslause, kompaktit avaruudet, Tychonoffin lause, yhtenäiset avaruudet.

Työtavat: 56 h luentoja ja 42 h harjoituksia.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: S. Willard: General Topology; K. Suominen & K. Vala: Topologia; R. Engelking: Outline of General Topology.

Esitiedot: Analyysi I ja Lineaarialgebra I, II.

Vastuuhenkilö: Mahmoud Filali

Tuutorointi 4 op (802327A)

Tuutorointi on laitoksella tapahtuvaa opintojen ohjaustoimintaa. Tuutorit päivystävät laitoksella olevassa tuutorituvassa ja opastavat muita opiskelijoita oppisisältöön liittyvissä ongelmissa.

Opintojakson suorittaminen edellyttää 40 tuntia tuutorointia ja raporttia tehdystä työstä.

Vastuuhenkilö: Kari Myllylä

Syventävät opinnot

Aineenopettajan erikoistyö 10 op, 5 ov (802632S)

Aineenopettajalinja (pakollinen): Kurssikokonaisuuden tarkoituksena on yhdistää LuK-tutkinnossa opittu matemaattinen aines koulutyössä vastaan tulevaan matematiikkaan. Kokonaisuus koostuu seuraavista osista:

Sisällönsuunnittelu 4 op (802632S-01)

Tämä osio koostuu ryhmässä tehtävästä lukiokurssin sisällön suunnittelemisesta.

Lisäksi jokainen opiskelija suunnittelee

itsenäisenä osana yhden kurssin luentotunnin. Vaihtoehtoisesti voi tehdä samat suunnitelmat matematiikkakerhotoimintaan, tai kesäkertauskurssille, lukiokurssin sijaan. Suunnitelmista kirjoitetaan kirjallinen raportti, joka esitellään muille ryhmille seminaarissa.

YO-tehtävien tarkistus 3 op (802632S-02)

Tämä osio toteutetaan normaalikoulussa sikäläisten opettajien ohjauksessa. Siinä käydään läpi ylioppilaskirjoituksiin kuuluva matemaattinen aines sekä yo-kokeen pisteytys. Korjaustaitoja harjautetaan korjaamalla aitoja yo-tehtävien vastauksia. Suoritus koostuu 28 kontaktitunnista (sekä teoriaa että tehtäviä), joissa pakollinen läsnäolo.

Muut osat 3 op (802633S-03)

Tähän osioon voi sisällyttää oman valintansa mukaan 3 op seuraavista: (a) tuutorointi, (b) kerhonojhaus, (c) kirjallinen lisätyö esimerkiksi opintosuunnitelmaan liittyen, tai (d) laitoksen tai ainejärjestön puitteissa tehty opetuksen kehittämistyö, josta kirjoitetaan lyhyt kirjallinen selostus. Huomaa, että (b) kohdan toimintaa ei tietenkään voi käyttää hyväkseen kahteen kertaan, sekä pedagogisissa opinnoissa, että tässä kokonaisuudessa. Laitokselle suunnitellaan kerhonojhaukseen valmentavaa seminaaria, jonka voi toteutuessaan myös sisällyttää tähän kurssinkokonaisuuteen.

Vastuuhenkilö: Peter Hästö

Algebra III 10 op, 5 ov (801694S)

Kurssilla käsitellään seuraavia matematiikan rakenteita ja työkaluja: Aksiomaattinen joukko-oppi, modulit ja algebrat, kategoriat ja funktorit, eksaktit jonot, tensoritulot, simpleksit kompleksit, sykli- reuna- ja homologiaryhmät, ketjukuvaukset.

Työtavat: luentoja 56 h, harjoituksia 28 h, välikokeet tai loppukoe.

Esitiedot: Algebra I, Algebra II, Lineaarialgebra I ja Lineaariagebra II.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: J. J. Rotman: Advanced Modern Algebra, Prentice Hall, 2002, ISBN: 0 13 08 7868 5

Vastuuhenkilö: Tapani Matala-aho

Analyysi III 10 op, 5 ov (800624S)

Sisältö:

- Mitta ja integraaliteoria
- Hilbertin avaruudet

- Avaruus L^2 , Fourier-analyysi

Kurssin tavoitteena on esitellä modernin analyysin peruskivenä oleva mitta ja integraaliteoria, jolla luodaan puitteet m.m. differentiaaliyhtälöiden täsmälliseen tutkimiseen. Teorian lähtökohta on integraalin täsmällinen, hyödyllinen ja yleinen määritelmä, ja tulos, n.s. Lebesgue'in integraali onkin yleisty Riemannin integraalista. Kurssin toisessa osassa määritellään Lebesgue'in integraalin avulla keskeinen esimerkki Hilbert-avaruudesta, L^2 , ja tutkitaan sen ominaisuuksia. Tässä osassa nähdään, miten abstrakti Hilbertin avaruuden käsite yleistää Euklidisen avaruuden R^n tapaukseen missä dimensio n on ääretön. Sovelluksena tutkitaan funktioiden esittämistä Fourier-sarjan avulla, joka on tärkeä työkalu esim. signaali-analyysissä.

Työtavat: 56 h luentoja, 28 h harjoituksia, kirjallinen ryhmäprojekti, kaksi välikoetta tai loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste Analyysi III, W. Rudin: Real and Complex Analysis (soveltuvin osin).

Esitiedot: ydin.

Vastuuhenkilö: Peter Hästö

Epälineaarinen analyysi 10 op, 5 ov (800669S)

Kurssin keskeisenä aiheena on topologisen asteen konstruointi aluksi äärellisulotteisen avaruuden jatkuville kuvauksille (Brouwerin aste) ja sitten Banachin avaruuden sopivaa tyyppiä oleville kuvauksille (Leray-Schauderin aste). Asteteorian sovellutuksina johdetaan yhtälöiden ratkeavuutta koskevia tuloksia.

Työtavat: 56 h luentoja, 28 h harjoituksia, välikokeet tai loppukoe. Kurssi voidaan suorittaa myös kirjatentinä.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: N. Lloyd: Degree theory, Cambridge University Press. K. Deimling: Nonlinear Functional Analysis, Springer.

Esitiedot: Analyysi II.

Vastuuhenkilö: Juha Berkovits

Fourier Transform and Distributions 10 op, 5 ov (800674S)

Fourier transform in Schwartz spaces, Riemann - Lebesgue lemma, Hausdorff - Young inequality, tempered distributions and their Fourier transform, Sobolev spaces, homogeneous distributions, fundamental solution of

PDO, Schrödinger operator with singular potential, inverse scattering problem, Born approximation.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: E.M. Stein & R. Shakarchi: Fourier analysis (an introduction), L. Grafakos: Classical and modern analysis, I. Stakgold: Boundary value problems of Mathematical Physics, M. Taylor: Basic theory (vol. I).

Esitiedot: Analyysi I, II ja III, Kompleksianalyysi I ja II sekä Lineaarialgebra I ja II.

Vastuuhenkilö: Valery Serov

Funktioiden estimointi 10 op, 5 ov (802629S)

Matematiikan soveltaja kohtaa funktioiden estimointitehtäviä monissa eri yhteyksissä. Esimerkkejä ovat todennäköisyystiheysfunktion estimointi hahmontunnistuksessa, regressioanalyysit, satunnaisprosessin intensiteettifunktion mallintaminen sekä tehospektin estimointi aikasarja-analyysissä ja signaalinkäsittelyssä. Monille nykypäivän data-analyyseista on tyypillistä sisäiseltä rakenteeltaan monimutkainen aineisto, jonka käsittely voi olla hankalaa klassisen tilastotieteen menetelmillä. Tämä on yhdessä huimasti kasvaneen tietokoneiden laskentatehon kanssa synnyttänyt voimakkaan kiinnostuksen joustaviin parametrittomien estimointimenetelmiin, jotka eivät perustu epärealistisille oletuksille aineiston jakaumaominaisuuksista. Kurssi esittelee tällaisten funktion estimointimenetelmien teoriaa ja käytäntöä painottaen erityisesti suosittuja ydinmenetelmiä (kernel estimation methods). Estimointitehtävistä keskitytään tiheysfunktion ja regressiofunktion estimointiin. Kurssi sopii sisältönsä puolesta sekä matematiikan, sovelletun matematiikan että tilastotieteen opiskelijoille. Luentojen seuraaminen ei edellytä laajoja todennäköisyyslaskennan tai tilastotieteen taustatietoja. Analyysin perustietojen lisäksi voi olla hyötyä funktionaali-analyysin alkeiden tuntemuksesta (Hilbertin avaruus, L_p). Kurssi pyrkii kuitenkin kauttaaltaan olemaan mahdollisimman itsenäistynyt. *Työtavat:* Luentoja 42 h ja harjoituksia 28 h, loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste.

Esitiedot: Analyysi I ja II, Todennäköisyyslaskennan perus- ja jatkokurssi.

Vastuuhenkilö: Lasse Holmström

Harjoitusaine 6 op, 3 ov (800691S)

Ennen pro gradu -tutkielmaa opiskelijan on kirjoitettava yksi harjoitusaine (ei koske aineenopettajia), jonka tarkoituksena on perehdyttää opiskelijaa matemaattiseen tutkimustyöhön. Tarkasteltavina seikkoina ovat aiheen ymmärtäminen, kirjallisuuden käyttö ja kirjoitetun tekstin ulkoasu. Ennen ainetta on suoritettava vähintään kaksi syventävää kurssia.

Arvostelu: hyväksytty/ hylätty

Informaatioteoria 10 op, 5 ov (802636S)

Kurssi esittelee Claude Shannoinin muotoileman viestinnän matemaattisen teorian käsitteitä ja tuloksia. Informaatioteoria on keskeinen osa sitä matemaattista perustaa, johon esimerkiksi televiestinnän sovellukset nojaavat. Kiinnostuksen kohteena ovat viestilähteen sisältämän informaation määrän mittaaminen, informaation tiivistäminen, koodaaminen, koodatun informaation lähettäminen tiedonsiirtokanavan läpi lähettäjältä vastaanottajalle sekä vastaanotetun viestin dekodeeraaminen. Keskeisiä kysymyksiä ovat tiedon tiivistämisen kannalta optimaalinen koodaaminen ja se millä nopeudella on mahdollista lähettää informaatiota luotettavasti annetun tiedonsiirtokanavan läpi. On huomattava, että tällä kurssilla informaation koodausta käsitellään vain periaattiselta kannalta eikä esimerkiksi koodausteorian kurssin tietoja lainkaan edellytetä. Informaatioteorian ja koodausteorian kursseja voi siten halutessaan hyvin seurata vaikkapa samanaikaisesti.

Työtavat: Luentoja 56 h ja harjoituksia 28 h, loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentojen tukena voi käyttää informaatioteorian oppikirjoja, joista tällä kurssilla keskeisimmistä mainittakoon

Robert B. Ash. Information Theory. Dover, 1990 (vuonna 1965 julkaistun kirjan uusintapainos).

Thomas M. Cover and Joy A. Thomas. Elements of Information Theory. Wiley, 1991.

Robert G. Gallager. Information Theory and Reliable Communication. Wiley, 1968.

David J. C. MacKay. Information Theory, Inference and Learning Algorithms. Cambridge University Press, 2004.

Näistä kaksi ensimmäistä ovat kurssin kannalta keskeisimmät.

Esitiedot: Lineaarialgebra I ja II, Analyysi I ja II, Todennäköisyyslaskennan perus- ja jatkokurssi. Aivan kurssin loppupuolella käytetään hieman pidemmälle menevää analyysia (Hilbertin avaruus L_2 , Fourier-muunnos) mutta luennoilla pyritään näiltä osin esittämään kaikki tarpeellinen.

Vastuuhenkilö: Lasse Holmström

Introduction to Partial Differential Equations 10 op, 5 ov (802635S)

Linear and nonlinear equations of first order, trigonometric Fourier series, Laplace equation in $\mathbb{R}^n$ and in bounded domains, potential theory, Green's function, Heat equation in $\mathbb{R}^n$ and in bounded domains, Wave equation in $\mathbb{R}^n$ and in bounded domains, D'Alembert formula for any dimensions, Fourier method.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: D. Colton: Partial differential equations (An introduction), G. Folland: Introduction to PDE, R. Kress: Linear integral equations

Esitiedot: Analyysi I, II ja III, Kompleksianalyysi I ja II sekä Lineaarialgebra I ja II.

Vastuuhenkilö: Valery Serov

Koodausteoria 10 op, 5 ov (800667S)

Kurssilla käsitellään tiedonsiirrossa tarvittavien virheitä korjaavien koodien teoriaa. Kyseessä on varsin uusi matematiikan osa-alue, joka on kehittynyt ja laajentunut voimakkaasti viimeisten kolmen vuosikymmenen aikana, jolloin myös tarve kehittää entistä tehokkaampia virheitä korjaavia koodeja on koko ajan lisääntynyt. Kurssin tavoitteena on antaa opiskelijoille hyvä näkemys tällaisten koodien rakenteesta ja käytöstä. Kurssi keskittyy lohkokoodien tarkasteluun. Äärellisten kuntien perusteiden esittelyn jälkeen käydään läpi lineaariset koodit ja sykliset koodit, erityisesti käsitellään esimerkiksi Reedin-Mullerin koodien, BCH-, RS- ja Goppa-koodien keskeiset ominaisuudet. Ryöpyvirheiden korjausta tarkastellaan erikseen. Myös äärellisten kuntalaajennusten jälkifunktion keskeiset ominaisuudet käsitellään, samoin jälkifunktion käyttö syklisten koodien ja hajaspektritekniikan vaatimien koodijonojen esittämisessä. Matematiikan ja tietotekniikan linjalla opiskelevien lisäksi kurssi soveltuu myös muiden linjojen opiskelijoille, jotka ovat kiinnostuneita lukuteorian ja algebran moderneista sovellutuksista.

Työtavat: Luentoja 56 h ja harjoituksia 28 h, välikokeet tai loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste: K. Väänänen, Koodausteoria; Steven Roman, Coding and Information theory, Springer-Verlag (Graduate Texts in Mathematics, 134).

Esitiedot: Lineaarialgebra I, II ja Algebra I suositeltavia (ja osittain välttämättömiäkin).

Ajoitus ja Kohderyhmä: 2. - 3. vuosikurssi, matematiikan ja tietotekniikan sv:n opiskelijat, kaikki lukuteorian ja algebran moderneista sovellutuksista kiinnostuneet.

Vastuuhenkilö: Keijo Väänänen

Kryptografia 10 op, 5ov (801698S)

Tutkitaan salaus-, avaimenvaihto- ja allekirjoitusjärjestelmiin liittyviä matemaattisia perusteita. Tällaisia ovat alkulukutesteihin ja tekijöihinjakomenetelmiin liittyvät ryhmä- ja lukuteoreettiset perusteet, laskentaan ja erityisesti äärellisten kuntien laskutoimituksiin liittyvät kompleksisuusarvioinnit, nopea potenssi ja diskreetti logaritmi äärellisessä syklisessä ryhmässä sovellettuna äärellisen kunnan kertolaskuryhmässä ja elliptisen käyrän yhteenlaskuryhmällä. Johdetaan yhteenlaskukaavat projektiivisella ja affiinilla Weierstrassin elliptisellä käyrällä. Tarkasteltavia järjestelmiä ovat Diffie-Hellman - avaimenvaihto sekä ElGamal salaus- ja allekirjoitus äärellisessä syklisessä ryhmässä sekä edelliset sovellettuna äärellisissä kunnissa tai niiden yli määritellyillä elliptisillä käyrillä kuten DSA, ECDSA ja Massey-Omura. Edellisiin liittyviä testejä ja algoritmeja: AKS, Fermat, Lenstra, Lucas, Miller-Rabin, neliöseula, Pohlig-Hellman, Pollardin p-1 ja rho, Pseudoalkuluvut, Solovay-Strassen.

Työtavat: Luentoja 56 h, harjoituksia 28 h, välikokeet tai loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste: <http://math.oulu.fi/materiaalit/luentorungot/> Wade Trappe, Lawrence C. Washington: Introduction to cryptography : with coding theory; Alfred J. Menezes: Handbook of Applied Cryptography, CRC Press 1996, ISBN: 0-8493-8523-7

Tämä kirja on myös ladattavissa internetistä: <http://www.cacr.math.uwaterloo.ca/hac/>

Esitiedot: Algebra I, Algebra II ja salausmenetelmät

Vastuuhenkilö: Tapani Matala-aho

Lukuteoria 10 op, 5 ov (800657S)

Lukuteoria on vanhimpiä matematiikan osa-alueita. Se on kuitenkin edelleen aktiivisen tutkimuksen kohteena ja viimeisten vuosikymmenien aikana on ehkä hieman yllättäen huomattu, että lukuteorialla on runsaasti sovellutuksia modernissa tiedonsiirrossa. Kurssin tarkoituksena on antaa monipuolinen näkemys keskeisiin lukujoukkoihin ja lukujen eri esitystapoihin, joiden tuntemus on välttämätöntä erityisesti aineenopettajille. Kurssi antaa myös valmiuksia jatko-opintoihin ja tutkimustyöhön lukuteorian ja sen sovellutusten eri alueilla. Aluksi tarkastellaan reaalilukujen erikantaisia kehitemiä ja ketjumurtoesityksiä sekä irrationaalisuutta. Rationaalilukujen algebrallisten laajennusten perusteiden jälkeen käsitellään yksityiskohtaisesti neliökuntia ja ympyräkuntia. Erityisesti käydään läpi neliökuntien kokonaislukujen renkaan jaollisuustarkasteluja ja ideaaliteoriaa. Kurssi päättyy muutamiin yksinkertaisimpiin transkendentisuustarkasteluihin.

Työtavat: lu 56 h ja harj 28h, välikokeet tai loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste: K. Väänänen, Lukuteoria; Stewart and Tall: Algebraic Number Theory, Chapman and Hall.

Esitiedot: Lineaarialgebra I, II ja Algebra I suositeltavia (osittain välttämättömiä).

Ajoitus ja Kohderyhmä: 2.- 3. vuosikurssi

Vastuuhenkilö: Keijo Väänänen

Matemaattiset ohjelmistot 4 op, 2 ov (802608S)

Kurssi on valinnainen syventävien opintojen erikoiskurssi. Kurssilla käsitellään numeerisen laskennan ja symbolisen laskennan tietokone-ohjelmia (MATLAB ja MAPLE) ja ratkaistaan monenlaisia matematiikan ja sovelletun matematiikan tehtäviä. Lisäksi harjoitellaan matematiikkaan liittyvien tietokoneohjelmien tekoa. Kurssin seuraaminen edellyttää esitietoina kahden vuoden matematiikan opintoja ja kurssi sopii 3. - 4. vuoden matematiikan, sovelletun matematiikan ja tilastotieteen opiskelijoille.

Toteutus: 24 h luentoja, 24 h harjoituksia. Kurssi suoritetaan tentillä ja kahdella harjoitustyöllä.

Arvostelu: hyväksytty / hylätty.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luennoilla jaettava luentomoniste ja ohjelmien käyttöoppaat.

Vastuuhenkilö: Nimetään myöhemmin

Matriisiteoria 10 op, 5 ov (800653S)

Matriisiteorialla on sovellutuksia monilla eri alueilla kuten teknisissä tieteissä, taloustieteessä, tilastotieteessä, fysiikassa ja matematiikassa. Jos käsiteltävä probleema voidaan esittää matriisien avulla, sen tutkiminen ja ratkaiseminen helpottuu usein huomattavasti mikäli matriisit voidaan esittää jossakin erikoisessa normaalimuodossa similaarisuusmuunnosten avulla tai jotain erikoista tyyppiä olevien matriisien tuloina. Näistä käsitellään tässä kurssissa seuraavia: aste-hajotelma, hajotelma ala- ja yläkolmiomatriisin tulona, hajotelma hermiittisen ja unitaarisen matriisin tulona, singulaariarvohajotelma, diagonaalimuoto, yläkolmiomuoto ja Jordan-muoto. Singulaariarvohajotelman sovellutuksena käsitellään mielivaltaisen kompleksisen $m \times n$ -matriisin Moore-Penrose -inverssiä, joka yleistää tavallisen käänteismatriisin käsitteen ja on aina olemassa. Kurssilla käsitellään myös matriisifunktioiden (esimerkiksi $\sin A$) määrittelyä yleistyksenä sekä näin saatujen matriisien $f(A)$ ominaisuuksia, sovellutuksia ja yhteyttä matriisisarjoihin.

Työtavat: 56 h luentoja, 28 h harjoituksia, välikokeet tai loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste: P. Lancaster, M. Tismenetsky: The Theory of Matrices, Academic Press 1985.

Esitiedot: Lineaarialgebra I ja II (tai 800121P)

Vastuuhenkilö: nimetään myöhemmin

Moderni reaalianalyysi 10 op, 5 ov (802631S)

Kurssin tavoitteena on perehtyä reaalianalyysin moderneihin menetelmiin. Kurssilla käsitellään seuraavia aiheita: Lebesguen avaruudet (Hölderin ja Minkowskin epäyhtälöt, täydellisyys, heikko suppeneminen, duaaliavaruudet), peitelauseet (Vitalin, Besicovitchin ja Whitney'n peitelauseet), Hardy-Littlewoodin maksimaalifunktio, approksimointi sileillä funktioilla konvoluution avulla, Lebesguen theyspistelauseet, Sobolevin avaruuden, Hausdorffin mitta ja kapasiteetti.

Vastuuhenkilö: Juha Kinnunen

Numeerinen analyysi 10 op, 5 ov (800680S)

Kurssin tavoitteena on differentiaaliyhtälöiden ja osittaisdifferentiaaliyhtälöiden reuna-arvo-tehtävien ratkaisumenetelmien esittely. Esimerkkeinä ovat eräät sähkömagnetismin, virtausmekaniikan, teknillisen mekaniikan, lämmönjohtumisen ja aaltojen etenemistä kuvaavat mallit. Mallien ratkaiseminen johtaa lineaariseen yhtälöryhmään ja kurssissa käsitellään niiden ratkaisualgoritmeja, sekä klassisia että moderneja.

Työtavat: 56 t luentoja, 28 t harjoituksia, välikokeet tai loppukoe.

Esitiedot: Analyysi I, II ja Lineaarialgebra I, II.
Vastuuhenkilö: nimetään myöhemmin

Optimointiteoria 10 op, 5 ov (800688S)

Optimointimenetelmät muodostavat sovelletun matematiikan keskeisen työkalun. Tyypillisinä sovellutusalueina ovat useat tekniikan ja talouden ongelmat. Kurssissa käsitellään lineaarista optimointia (simpleksialgoritmi), yleistä epälineaarista optimointia erityisinä esimerkkeinä konveksi ja geometrinen optimointi. Ratkaisualgoritmeja: jyrkimmän laskeutumisen menetelmä, Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno- ja Davidon-Fletcher-Powell-algoritmit. Sidottujen ääriarvotehtävien ratkaisun yhteydessä tutustutaan Karush-Kuhn-Tuckerin lauseeseen.

Työtavat: 56 t luentoja, 28 t harjoituksia, välikokeet tai loppukoe.

Esitiedot: Analyysi I ja II sekä Lineaarialgebra I ja II.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luenberger D.G.: Linear and Nonlinear Programming, Addison-Wesley, 1984. Peressini A.L., Sullivan F.E. and Uhl, J.J.Jr.: The Mathematics of Nonlinear Programming, Springer, 1988.
Vastuuhenkilö: nimetään myöhemmin

Pro gradu -tutkielma 20/30 op, 10/15 ov (800697S/ 800698S)

Tutkielman laajuus on aineenopettajilla 20 op ja muilla 30 op. Tutkielman laatiminen vaatii syvällistä perehtymistä johonkin matematiikan tai sovelletun matematiikan alaan. Tutkielman aiheesta sovitaan ohjaajan kanssa. Tutkielmia ohjaavat yliassistentit, lehtorit ja professorit.

Reuna- ja alkuarvotehtävät 10 op, 5 ov (800685S)

Sisältö:

- Differentiaaliyhtälön erilaisia ratkaisuja
- Lämpö-, aalto-, Burgersin, Korteweg-de Vriesin ja Navier-Stokesin yhtälöt
- Sobolev avaruudet
- Galerkinin metodi

Kurssi koostuu kahdesta osasta, teoreettisesta ja sovelletusta. Teoreettisessa osassa tutustutaan erilaisiin differentiaaliyhtälöihin sekä pohditaan, mitä tarkoitetaan yhtälön ratkaisulla. Erityisesti määritellään differentiaaliyhtälön heikko ratkaisu. Heikon ratkaisun määrittelemiseksi tarvitsemme Sobolev avaruuksia. Toinen osa nivoutuu luonnollisesti tähän, koska siinä tutkitaan edellä mainitun Sobolev avaruuden äärellisiä aliavaruuksia. Tällöin aikaisemmat differentiaaliyhtälöt muuttuvat matriisiyhtälöiksi, ja niitä voi ratkaista kätevästi tietokoneella. Tämä lähestymistapa tunnetaan Galerkinin metodina.

Työtavat: 56 h luentoja, 30 h harjoituksia, kaksi välikoetta tai loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: ilmoitetaan myöhemmin

Esitiedot: ydin, Differentiaaliyhtälöt I/II, Analyysi III

Vastuuhenkilö: Peter Hästö

Ryhmäteoria 10 op, 5 ov (800660S)

Kurssi lähtee liikkeelle ryhmäteorian perusteiden kertaamisella. Tämän jälkeen käydään läpi useita tekniikoita (esim. permutaatioesitykset), joita tarvitaan myöhemmin syvällisemmissä todistuksissa. Keskeistä huomiota kiinnitetään äärellisen ryhmän aritmeettisen rakenteen tutkimiseen (miten ryhmän kertaluku vaikuttaa ryhmän rakenteeseen) ja todistetaan aiheeseen liittyvät Sylowin lauseet. Tämän jälkeen keskitytään Algebra II:n kurssilta tutun ratkeavuuden käsitteen tutkimiseen ja todistetaan useita ratkeavuuskriteereitä äärellisille ryhmille. Lopuksi tarkastellaan lineaarisia ryhmiä ja osoitetaan, että erityinen lineaarinen ryhmä $PSL(2, q)$ on yksinkertainen. Tavoitteena on antaa opiskelijoille tietoa ryhmäteorian perusteista ja siitä, mitä tällä matematiikan alueella on tehty viimeisten sadan vuoden aikana.

Työtavat: luentoja 56 h, harjoituksia 28 h, välikokeet tai loppukoe.

Esitiedot: Algebra I ja Algebra II.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste Ryhmäteoria sekä sen alussa mainitut kirjat.
Vastuuhenkilö: Markku Niemenmaa

**Sovelletun matematiikan erikoistyö
10 op, 5 ov (801645S)**

Sovelletun matematiikan erikoistyö on oiva tapa hankkia kokemusta teollisuuden kannalta relevanttien matemaattisten probleemoiden ratkaisemisesta. Yleensä työ tehdään teollisuuden kanssa yhteistyössä, mutta se voidaan tehdä myös itsenäisesti edellyttäen, että matemaattinen ongelma on teollisuuden kannalta relevantti. Työn tavoitteena on opiskelijan johdattaminen teollisuusorientoituneiden matemaattisten ongelmien ratkaisemiseen. Työn sisältö muotoutuu kulloisenkin yhteistyökumppanin intressien perusteella. Tyypillisesti työhön liittyy ohjelmistojen testausta ja ohjelma-algoritmien kehittämistä. Työn pääpaino ei yleensä ole testattavien menetelmien teoreettisilla tarkasteluilla, vaan käytännön tuloksissa.

Työtavat: Omatoiminen työskentely. Työn laajuudesta riippuen se voidaan tehdä myös useamman henkilön ryhmässä. Erikoistyö voidaan tehdä myös yrityksessä tehtävän kesätyön tai muun harjoittelun yhteydessä, mikäli työn aihe on sopiva.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Hankitaan tapauskohtaisesti.

Esitiedot: Työ voi liittyä mitä moninaisimpien tutkimusalojen, kuten simuloinnin, optimoinnin, koodauksen, signaalin käsittelyn jne. matemaattisiin ja algoritmisiin ongelmiin. Työn sisältö määräytyy myös opiskelijan omien intressien ja kokemuksen nojalla. Työ voi tukea myös opiskelijaa saman aihepiirin pro gradu -työtä silmällä pitäen.

Ajoitus ja Kohderyhmä: Erikoistöitä jaetaan opiskelijoille jatkuvasti ja se on tarkoitettu teollisuuden probleemoista ja työpaikoista kiinnostuneille opiskelijoille.

Vastuuhenkilö: Erkki Laitinen, e-mail: erkki.laitinen@oulu.fi

Spectral Theory of Elliptic Differential operators 10 op, 5 ov (802628S)

Hilbert spaces, symmetric and self-adjoint operators, J.von Neumann's spectral theorem, elliptic differential operators, Gårding's inequality, spectrum, fundamental solutions of elliptic PDO, fractional powers of self-

adjoint operators, Green's function, Besov spaces, spectral expansions in Besov spaces.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: A.N. Kolmogorov & S.V. Fomin: Theory of functions and functional analysis, F. Riesz & B. Sz. Nagy: Lecons d'analyse fonctionnelle, H. Triebel: Interpolation theory, function spaces, differential operators.

Esitiedot: Analyysi I, II ja III, Kompleksianalyysi I ja II sekä Lineaarialgebra I ja II.

Vastuuhenkilö: Valery Serov

**Tilastollinen hahmontunnistus 10 op, 5 ov
(802633S)**

Kurssi esittelee tilastollisen hahmontunnistuksen käsitteistöä ja teoriaa ja se soveltuu sekä matematiikan, sovelletun matematiikan että tilastotieteen opiskelijoille. Hahmontunnistus on mittausten ja havaintojen tekemistä luonnollisista kohteista, näiden mittausten automaattista analysointia sekä kohteiden tunnistamista analyysin perusteella. Tunnistettavana kohteena voi olla esimerkiksi käsin kirjoitettu merkki, ihmisen puhe, satelliittikuvassa näkyvän maaston tyyppi tai potilaan terveydentila. Hahmontunnistumenetelmiä sovelletaan minä moninaisimmissa automaatio- ja mittausjärjestelmissä. Kurssin seuraaminen ei edellytä laajoja todennäköisyyslaskennan tai tilastotieteen taustatietoja. Todennäköisyyslaskennan perus- ja jatkokurssin tiedot pitkästi riittävät ja näiden ulkopuolelle menevät asiat opetetaan kurssin kuluessa.

Työtavat: Luentoja 42 h ja harjoituksia 28 h, loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentojen tukena voi käyttää hahmontunnistuksen oppikirjoja, joista uusimmista mainittakoon esimerkiksi

R. O. Duda, P. E. Hart, and D. G. Stork. Pattern Classification. Wiley-Interscience, second edition, 2000.

S. Theodoridis and K. Koutroubas. Pattern Recognition. Academic Press, 1999.

A. Webb. Statistical Pattern Recognition. Arnold, 1999 (Second edition: John Wiley & Sons Ltd, 2002)

Esitiedot: lineaarialgebra I ja II, analyysi I ja II, todennäköisyyslaskennan perus- ja jatkokurssi.

Vastuuhenkilö: Lasse Holmström

TILASTOTIETEEN OPINTO- JAKSOJEN KUVAUKSET

Matemaattisten tieteiden laitoksella luennoitavien tilastotieteen opintojaksojen kuvaukset esitetään seuraavassa järjestyksessä, joka perustuu kunkin opintojakson asemaan erityisesti tilastotieteen linjalla:

- * perusopinnot
- * pakolliset aineopinnot
- * pakolliset syventävät opinnot
- * valinnaiset aine- ja syventävät opinnot
- * muille koulutusohjelmille erikseen luennoitavat opintojaksot

Tilastotiedettä sivuaaineenaan opiskelevilla ja eri opintokokonaisuuksia suorittavilla opintojaksojen pakollisuus tai valinnaisuus ilmenee ao. opintokokonaisuuksien vaatimuksista.

Tilastotieteen perusteet A 5 op, 3 ov (806113P)

Tavoite ja sisältö: Kurssin tavoitteena on hankkia valmiudet kuvailevan tilastotieteen ja tilastollisen päättelyn menetelmien käyttöön yksinkertaisimmassa yksilöluonteisissa sovellustilanteissa. Kurssilla tutustutaan erilaisiin havaintoaineiston hankintamenetelmiin, opitaan kuvailemaan aineistoa erilaisten taulukoiden, kuvioiden ja tunnuslukujen avulla sekä perehdytään tärkeimpiin todennäköisyysjakauksiin ja tilastollisen päättelyn perusperiaatteisiin (mm. piste- ja väliestimointi, tilastollinen testaus). Kurssilla tutustutaan myös johonkin tilastolliseen ohjelmistoon (esim. R-ympäristöön).

Työtavat: 32 h luentoja, 24 h harjoituksia. Harjoituksista 16 h on luokkaharjoituksia ja 8 h mikroluokkaharjoituksia. Opintojakson voi suorittaa loppukokeella.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Wild C. J. & Seber G. A. F.: Chance Encounters. A First Course in Data Analysis and Inference, John Wiley & Sons 2000. M. Gröönroos: Johdatus tilastotieteeseen: kuvailu, mallit ja päättely. Finn Lectura 2003.

Yhteys muihin opintojaksoihin: Suoritetaan ensimmäisenä tilastotieteen opintojaksona.

Esitiedot: Matematiikan perusmetodit I suositeltava.

Ajoitus ja kohderyhmä: 1. opiskeluvuoden keväät. Opintojakso luennoidaan joka kevätlukausi. Tilastotieteen pääaineopiskelijat sekä muiden linjojen opiskelijat matemaattis-

ten tieteiden koulutusohjelmassa.

Vastuuhenkilö: Jari Pääkkilä

Tilastotieteen perusteet B 4 op, 2 ov (806114P)

Tavoite ja sisältö: Kurssilla tutustutaan muutujien välisten riippuvuussuhteiden tutkimiseen, esitellään tärkeimpiä todennäköisyysjakauksia sekä perehdytään otosjakauksiin ja niiden käyttöön tilastollisessa päättelyssä yksinkertaisissa sovellustilanteissa: mm. jakauman/jakaumien sijaintia, hajontaa ja suhteellista osuutta koskevat päättelyt yhden ja kahden populaation tilanteessa sekä khiin neliö-tunnuslukuun perustuvat yhteensopivuus- ja riippumattomuuspäätelmät. Kurssilla jatketaan myös tutustumista Tilastotieteen perusteet A-kurssilla valituun tilastolliseen ohjelmistoon (esim. R-ympäristöön).

Työtavat: 24 h luentoja, 18 h harjoituksia. Harjoituksista 12 h on luokkaharjoituksia ja 6 h mikroluokkaharjoituksia. Opintojakson voi suorittaa loppukokeella.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Wild C. J. & Seber G. A. F.: Chance Encounters. A First Course in Data Analysis and Inference, John Wiley & Sons 2000. M. Gröönroos: Johdatus tilastotieteeseen: kuvailu, mallit ja päättely. Finn Lectura 2003.

Yhteys muihin opintojaksoihin: Suoritetaan seuraavana kurssina tilastotieteen perusteet A:n jälkeen.

Esitiedot: Tilastotieteen perusteet A, matematiikan perusmetodit I suositeltava.

Ajoitus ja kohderyhmä: 1. opiskeluvuoden keväät. Opintojakso luennoidaan joka kevätlukausi. Tilastotieteen pääaineopiskelijat sekä muiden linjojen opiskelijat matemaattisten tieteiden koulutusohjelmassa.

Vastuuhenkilö: Jari Pääkkilä

Data-analyysin perusmenetelmät 10 op, 5 ov (806112P)

Kurssilla laajennetaan ja syvennetään valmiuksia tehdä tilastollisia analyysejä ja päätelmiä tavanomaisten kokeellisten ja epäkokeellisten tutkimusasetelmien havaintoaineistoista. Käsiteltäviä aiheita ovat mm. tilastollisen aineiston hankinnan, kuvailun, mallituksen ja päättelyn periaatteet; jatkuvan vaste-muuttujan analyysin perusmenetelmät, kuten ryhmien vertailu, varianssianalyysi, regressioanalyysi, residuaalit ja mallidiagnostiikka, parametrittomat menetelmät, korreloivien ja elinaikaa kuvaavien (sensuroitujen) havainto-

jen käsittely; sekä kaksiarvoisten, luokiteltujen ja lukumäärämuuttujien analyysin perusmenetelmät.

Työtavat: 56 h luentoja, 42 h harjoituksia. Suoritus välikokein tai loppukokeella. Välikokein suorittaminen edellyttää aktiivista osallistumista harjoituksiin.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste; Armitage P. & Berry, G. & Matthews, J.N.S.: Statistical Methods in Medical Research, 4th Edition, Blackwells, Oxford, 2001.

Yhteys muihin opintojaksoihin: Edellytetään suoritettavaksi ennen opintojaksoja Tilastollinen päättely I, Lineaariset mallit sekä muut tilastotieteen aineopinnot.

Esitiedot: Tilastotieteen perusteet, Matematiikan perusmetodit I, Lineaarialgebra I.

Ajoitus ja Kohderyhmä: Tilastotieteen pääaineopiskelijat sekä sivuainekokonaisuuksia suorittavat. Pääaineopiskelijoilla suositellaan suoritettavaksi 2. opintovuoden syksyllä. Luennoidaan joka syyslukukausi.

Vastuuhenkilö: Esa Läärä

Pakolliset aineopinnot

Tilastollinen päättely I 10 op, 5 ov (805310A)

Kurssilla perehdytään uskottavuuden käsitteeseen pohjautuvaan tilastolliseen päättelyyn. Uskottavuuspäätelyn keskeiset käsitteet esitetään ja niitä havainnollistetaan graafisin ja numeerisin menetelmin. Kurssilla hyödynnetään mm. R-ohjelmointiympäristöä.

Työtavat: 56 h luentoja ja 42 h harjoituksia

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Pawitan, Y.: In All Likelihood: Statistical Modelling and Inference Using Likelihood, Oxford, 2001; Sprott, D. A.: Statistical Inference in Science, Springer, 2000; Kalbfleisch, J.G.: Probability and Statistical Inference, volume 2: Statistical Inference, Second Edition, Springer, 1985

Yhteys muihin opintojaksoihin: Tarvitaan esitietoina lähes kaikilla muilla tilastotieteen aine- ja syventävien opintojen kursseilla.

Esitiedot: Tilastotieteen perusteet, Data-analyysin perusmenetelmät, Todennäköisyyslaskennan peruskurssi, Analyysi II sekä 1. vuoden matematiikan kurssit (801111P, 802118P, 802119P, 800120P).

Ajoitus ja Kohderyhmä: 2. tai 3. opintovuoden kevät, tilastotieteen pääaineopiskelijat, 60 op sivuainekokonaisuutta suorittavat sekä

muut asiasta kiinnostuneet. HUOM! Kurssi luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran vuonna 2008.

Vastuuhenkilö: Hyon-Jung Kim-Ollila

Lineaariset mallit 10 op, 5 ov (806308A)

Kurssilla tarkastellaan jatkuvien vastemuuttujien ehdollisia jakaumia ja niiden odotusarvoja, ns. regressiofunktioita. Erityisesti keskitytään sellaisiin muuttujien välisiin riippuvuuksia kuvaaviin malleihin, jotka voidaan luontevasti määrittellä regressiofunktioiden avulla ja joissa regressiofunktiot voidaan muotoilla parametrien lineaarilausekkeiksi. Tällaisiin ns. lineaarisin malleihin liittyvä estimointi- ja testiteoria esitellään melko seikkaperäisesti. Opetuksen painopiste on kuitenkin näiden mallien sovellusmahdollisuuksien esittelyssä ja malleja postuloitaessa tehtävien oletusten realistisuuden arvioinnissa eli mallidiagnostiikassa. Aivan erityistä huomiota kiinnitetään lineaarisilla malleilla kuvattavissa olevien riippuvuussuhteiden rajoituksiin sekä graafisten havainnollistusten käyttöön havaintoaineistojen informaatioisällön ymmärtämisessä. Runsaasti huomiota kiinnitetään myös tilanteisiin, joissa havaintoyksiköt jakautuvat joidenkin tekijöiden perusteella erillisiin ryhmiin ja joissa vastemuuttujan käyttäytymisen (tai riippuvuus selittävistä tekijöistä) saattaa vaihdella ryhmittäin.

Työtavat: 52 h lu, 42 h harj; harjoitukset sisältävät sekä teoreettisia tehtäviä että voittopuolisesti todellisten, eri sovellusaloihin liittyvien havaintoaineistojen analysointia SAS- ja R -ohjelmistojen avulla.

Kirjallisuutta: N. Draper & H. Smith: Applied regression analysis, Wiley (3. painos); R. D. Cook & S. Weisberg: Applied regression including computing and graphics, Wiley; A. Sen & M. Srivastava: Regression analysis, Springer

Esitiedot: Data-analyysin perusmenetelmät sekä Lineaarialgebra I ja II suositeltavia.

Kohderyhmä: Tilastotieteen pääaineopiskelijat, 60 op sivuainekokonaisuutta suorittavat ja muut aiheesta kiinnostuneet.

HUOM! Kurssi luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran keväällä 2009.

Vastuuhenkilö: Markku Rahiala

Satunnaismallien teoria 8 op, 4 ov (805398A)

Kurssin tarkoituksena on perehdyttää kuulijat satunnaismalliin kuvaavien matemaattisten mallien perusrakenteisiin ja niiden tärkeimpiin implikaatioihin. Sisällöstä mainittakoon yksiulotteisten jakaumien tärkeimmät karakterisointitavat ja tunnusluvut (pistetodennäköisyydet, tiheys- ja kertymäfunktio, fraktiilit, odotusarvot sekä muut momentit, momenttimäfunktio, karakteristiset funktiot), moniulotteisten jakaumien peruskäsitteet (yhteisjakauma, reunajakauma, ehdollinen jakauma, riippumattomuus jne.), eniten käytetyt yksi- ja moniulotteiset jakaumatyypit, jakaumien muuttuminen muuttujatransformaatioiden yhteydessä, satunnaismuuttujajonojen konvergenssi, järjestystunnuslukujen jakaumat sekä multinormaalisten muuttujien neliömuotojen jakaumat.

Työtavat: 40 h luentoja, 27 h harjoituksia, välikokeet tai loppukoe.

Kirjallisuutta: T. Severini: Elements of Distribution Theory, Cambridge University Press; A. Mood, F. Graybill ja D. Boes: Introduction to Mathematical Statistics, McGraw-Hill; N. Giri: Introduction to Probability and Statistics, Marcel Dekker.

Esitiedot: Matematiikan perusmenetelmät I, Analyysi I ja II, Lineaarialgebra I ja II sekä Todennäköisyyslaskennan perus- ja jatkokurssi.

Kohderyhmä: Tilastotieteen pääaineopiskelijat ja muut aiheesta kiinnostuneet. HUOM! Kurssi luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran syksyllä 2008.

Vastuuhenkilö: Markku Rahiala

Proseminaari 6 op, 3 ov (805331A)

Tavoitteena on johdattaa itsenäiseen tilastolliseen analyysityöhön sekä harjaannuttaa kirjallista ja suullista esitystaitoa. Opiskelija tekee pienimuotoisen tilastollisen selvityksen annetusta empiirisestä aiheesta ja aineistosta, laatii sen pohjalta kirjallisen raportin ja esittelee sen suullisesti proseminaari-istunnossa. Proseminaarin kirjallinen raportti on LuK-tutkielma, kun pääaine on tilastotiede.

Työtavat: Oman esityksen itsenäinen valmistelu ja pitäminen, proseminaari-istunnot 2 h/vk yhden lukukauden aikana.

Yhteys muihin opintojaksoihin: LuK-tutkinnon suorittavilla kypsyysnäyte liittyy proseminaarin aiheeseen

Esitiedot: Data-analyysin perusmenetelmät. *Ajoitus ja Kohderyhmä:* 3. vuoden syksy tai kevät. Tilastotieteen pääaineopiskelijat sekä 25 ja 60 op:n sivuainekokonaisuutta suorittavat.

Vastuuhenkilö: Esa Läärä

Työharjoittelu (5 op/3 ov tai 7 op/4 ov) (805370A)

Tavoite ja sisältö: Työharjoittelun tavoitteena on tutustuttaa opiskelija oman alansa työtehtäviin ja edistää näin myöhempää työelämään sijoittumista.

Työtavat: 2-3 kuukautta työharjoittelua etukäteen hyväksytyssä työpaikassa.

Lisäksi työharjoittelusta tulee laatia lyhyt raportti, joka esitetään harjoittelun jälkeen pidettävässä päättöseminaarissa. Kolmen kuukauden harjoittelusta saa 7 op, kahden kuukauden harjoittelusta 5 op.

Ajoitus ja kohderyhmä: Yleensä 3. tai 4. opiskeluvuoden jälkeen. Pakollinen tilastotieteen linjalla, muilla linjoilla vapaasti valittava.

Vastuuhenkilö: Marjatta Mankinen

Pakolliset syventävät opinnot

Tilastollinen päättely II 10 op, 5 ov (805611S)

Kurssilla keskitytään lähinnä parametrisiin malleihin perustuviin päättelyperiaatteisiin, erityisesti likelihood- päättelyyn ja Bayes-päättelyyn. Likelihood- päättelyyn liittyvistä aiheista mainittakoon havaintoihin sisältyvän informaation mittaaminen ja informaatiomatriisien estimointi, piste-estimaattorien tehokkuus, ML-estimaattoreiden asymptoottiset ominaisuudet, luottamusvälit, testien voimakkuudet sekä LR-, score- ja Wald- testien asymptoottiset ominaisuudet. Bayes-päättelyyn liittyvistä aiheista kannattaa mainita konjugaattipriorien sekä epäinformatiivisten priorien käyttö, hierarkkinen Bayes-päättely, empiirinen Bayes- päättely sekä simulointiin perustuvat ns. MCMC-menetelmät posteriorijakaumien ja muiden tärkeiden päättelyn apuvälineiden johtamisessa. Lisäksi kurssilla esitellään mm. M-estimointia, GEE-estimointia sekä havaintoaineiston uusiokäyttöön perustuvia päätelymenetelmiä.

Työtavat: 52 h lu, 36 h harj, välikokeet tai loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: E. Lehmann & G. Casella: Theory of Point Estimation (2. painos), Springer H. Migon & D. Gamerman: Statistical inference; An integrated approach, Arnold.

Ajoitus ja Kohderyhmä: Kurssi on tarkoitus suorittaa kolmantena tai neljäntenä opiskeluvuotena. Pakollinen tilastotieteen pääaineopiskelijoilla FM-tutkinnossa. HUOM! Kurssi luennoidaan joka toinen kevätlukukausi, seuraavan kerran keväällä 2009.

Esitiedot: Kurssit: Analyysi I ja II, Satunnaismallien teoria sekä Tilastollinen päättely I.

Vastuuhenkilö: Hyon-Jung Kim-Ollila

Tilastotieteen seminaari 10 op, 5 ov (805620S)

Tavoitteena on vahvistaa opiskelijoiden valmiuksia kirjallisessa ja suullisessa tieteellisessä viestinnässä. Opiskelija tekee kaksi pienimuotoista kirjallista tutkielmaa jostain tilastotieteen sovellusalueesta tai -kohteesta ja/tai siihen liittyvistä tilastollisista menetelmistä, ja hän esittelee tutkielmansa suullisesti seminaari-istunnossa. Seminaari kestää kaksi lukukautta.

Työtavat: Kahden esityksen itsenäinen valmistelu ja pitäminen, seminaari-istunnot 2 h/vk kahden lukukauden aikana.

Esitiedot: Tilastotieteen aineopinnot, Kirjallinen ja suullinen viestintä

Ajoitus ja Kohderyhmä: 4. ja/tai 5. opintovuosi. Tilastotieteen pääaineopiskelijat

Vastuuhenkilö: Esa Läärä

Harjoitusaine 4 op, 3 ov (805667S)

Aineen tarkoituksena on perehdyttää opiskelija tilastotieteelliseen tutkimustyöhön ja. Se on usein luontevaa liittää pro gradu -tutkielman aihepiiriin niin, että se olisi esityö gradun kirjallisuuskatsaukseen tai teoriaosaan Aineen aiheesta sovitaan jonkun tilastotieteen professorin tai muun opettajan kanssa. Ennen ainetta on suoritettava vähintään yksi syventävä kurssi.

Pro gradu -tutkielma 30 op, 15 ov (805642S)

Tutkielman laatiminen vaatii syvällistä perehtymistä johonkin tilastotieteen erikoisalaan tai menetelmään. Se voi olla myös puhtaasti teoreettinen kirjallisuuskatsaus. Tavallisempaa on, että tutkielma on jonkin sovellusalan tutkimusongelmaa koskevan empiirisen

aineiston pohjalta tehtävä laajahko tutkimus, jossa tilastollisella analyysillä on keskeinen osuus. Tutkielman aiheesta ja ohjauksesta sovitaan laitoksen jonkun professorin tai muun opettajan kanssa

Valinnaiset aine- ja syventävät opinnot

Seuraavassa on lueteltu aakkosjärjestyksessä eräitä tilastotieteen valinnaisia erikoiskursseja, joita on verraten säännöllisesti luennoitu viime vuosien aikana; kutakin kuitenkin korkeintaan joka toinen vuosi.

Alla mainittujen lisäksi valinnaisiksi opintojaksoiksi kelpaavat muutkin aine- ja/tai syventäviin opintoihin soveltuvat tilastotieteen erikoiskurssit — myös sellaiset, joita pidetään muissa yliopistoissa sekä valtakunnallisissa ja kansainvälisissä koulutustilaisuuksissa — esim. seuraavista aiheista: koesuunnittelu, otantamenetelmät, Bayes-menetelmät, parametrittomat ja robustit menetelmät, spatiaalinen tilastotiede, kemometria. Kelpoisuudesta ja korvaavuudesta on syytä sopia etukäteen jonkun oman laitoksen tilastotieteen professorin kanssa.

Kunakin lukukautena matemaattisten tieteiden laitoksella luennoitavista erikoiskursseista löytyvät tuoreimmat tiedot laitoksen ilmoitustaululta tai verkkosivulta <http://stat.oulu.fi>. Joitakin harvoin luennoitavia erikoiskursseja on mahdollista suorittaa sopimuksen mukaan myös kirjajenttinä.

Aikasarja-analyysi 9 op, 5 ov (805324A/805679S)

Kurssilla keskitytään erityisesti aikasarjojen välisiä riippuvuussuhteita kuvaavien mallien rakentamiseen sekä muodostettujen mallien realistisuuden arviointiin. Koska aikasarjojen matemaattisina malleina käytetään ns. stokastisia prosesseja, on aluksi kuitenkin välttämätöntä perehdyttää kuulijat stationääristen prosessien perusteoriaan, ristispektritiheyksien käyttöön aikasarjojen välisten riippuvuuksien kuvaamisessa ym. aikasarjoja koskevan tilastotieteellisen teorian kulmaviin. Seuraavassa lyhyt luettelo kurssin muusta (varsinaisesta) sisällöstä: Dynaamisten regressiomallien ja siirtofunktiomallien muodon täsmäntäminen, parametrien estimointi sekä mallidiagnostiikka, vuorovaiku-

tussuhteiden kuvaamiseen soveltuvat dynaamiset systeemimallit, Kalman suodatus, heteroskedastiset aikasarjamallit, moniregii-miset mallit ym. Kurssi kelpaa sekä aineopin-toihin että (vaativammin suoritettuna) syven-täviin opintoihin.

Työtavat: 52 h lu, 36 h harj. Harjoitukset sisältävät joitakin teoreettisia tehtäviä, mutta voittopuolisesti todellisten, eri sovellusaloihin liittyvien aikasarja-aineistojen analysointia SAS/ ETS- ja IML- ohjelmistojen avulla.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: A. Harvey: Time Series Models, Philip Allan (2. painos); H. Lutkepohl: Introduction to Multiple Time Series Analysis, Springer (2. painos); J. Hamilton: Time Series, Princeton University Press.

Esitiedot: Data-analyysin perusteet ja Lineaariset mallit suositeltavia.

Vastuuhenkilö: Markku Rahiala

Bayesian data analysis 10 op, 5 ov (806315A/806604S)

Recently Bayesian approach has been recognized as a more practical and powerful tool to provide a natural and intuitively plausible way to think about the problem of drawing inferences from data observations. This course is to introduce students to the fundamentals of the Bayesian statistical analysis starting with its foundations, including probability as a representation for degrees of belief, the use of Bayes Rule to revise beliefs based on evidence, the likelihood principle, prior distributions and model specification, hierarchical modeling, computing with Monte Carlo Markov chain (MCMC) methods, and modelchecking.

In the end students should learn how to combine data with informed expert judgment in a sound way to derive useful conclusions, grasp a firm understanding of when and how to apply Bayesian and frequentist (classical) methods, and develop appropriate statistical models for phenomena.

Yhteys muihin opintojaksoihin: Tilastollinen päättely II covers basic theories of Bayesian statistics as well.

Esitiedot: There are no specific prerequisites, since it is targeted to introduce statistical ideas in a different way of thinking.

Kirjallisuutta: Gelman, Carlyn, Stern, Rubin: Bayesian Data Analysis; P. Lee: Bayesian Statistics, Introduction

Vastuuhenkilö: Hyon-Jung Kim-Ollila

Ekonometria 6 op, 3ov (805339A/805683S)

Kurssin tarkoituksena on perehdyttää kuulijat tilastollisten mallien käyttömahdollisuuksiin taloudellisia ilmiöitä koskevien päätelmien tekemisessä. Vaikka päättelytavat noudattavat aivan samoja periaatteita kuin kaikki muukin tilastollinen inferenssi, liittyy taloudellisiin ilmiöihin ja taloustieteelliseen ajattelutapaan eräitä erikoispiirteitä, jotka eroavat muista tilastotieteen sovellusalueista. Esimerkiksi makrotaloudellisia ilmiöitä tutkittaessa on usein oleellista varautua muuttujien välisiin vuorovaikutussuhteisiin (sekä välitömiin että dynaamisiin) ja muuttujiin sisältyviin mittausvirheisiin, sekä kiinnittää erityistä huomiota muuttujien välisiin pitkän tähtäimen tasapainorelaatioihin. Eräitä yksityiskohtia kurssin sisällöstä: Lineaariin ja epälineaariin regressiomalleihin liittyvä mallidiagnostiikka, instrumenttimestimointi, moniyhtälömallit, LR- ja LM- testausperiaatteet, Hausman- testit, VARX- mallit, yhteisintegroituvuusteoria sekä virheenkorjausmallit. Kurssi kelpaa sekä aineopintoihin että (vaativammin suoritettuna) syventäviin opintoihin.

Toteutus: 36 h lu, 27 h harj; Harjoituksissa analysoidaan taloudellisia havaintoaineistoja PCGIVE- ja PCFIML- ohjelmistojen avulla.

Kirjallisuutta: A. Harvey: The Econometric Analysis of Time Series (2. painos), Philip Allan; F. Hayashi: Econometrics, Princeton University Press; C. Gourieroux & A. Monfort: Statistics and Econometric Models, vol. 1 ja 2, Cambridge University Press.

Vastuuhenkilö: Markku Rahiala

Epidemiologian tilastolliset menetelmät 9 op, 5 ov (805309A/805609S)

Opintojaksolla hankitaan valmiudet analysoida tyypillisten epidemiologisten tutkimusasetelmien tuottamia aineistoja ja tulkita niiden tuloksia. Käsiteltäviä aiheita ovat mm. terveys- ja sairausilmiöiden esiintyvyys ja sen mittaaminen väestöryhmissä, ilmaantuvuus- ja vallitsevuussuureet, vakiointi, epidemiologien kausaalitutkimus ja vertailevan tutkimuksen asetelmat, tutkimuksen validiteetti ja tarkkuus, harhat ja satunnaisvirheet ja niiden hallinta, tutkimusaineiston tilastollinen analyysi, julkaistujen tutkimusten kriittinen arviointi ja tulkinta.

Työtavat: 44 h luentoja, 33 h harjoituksia. Suoritus joko välikokein tai loppukokeella.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: dos Santos Silva, I: Cancer Epidemiology. Principles and Methods. International Agency for Research on Cancer, Lyon 1999; D. Clayton & M. Hills: Statistical Models in Epidemiology, Oxford UP 1993; K. J. Rothman, S. Greenland: Modern Epidemiology, 2nd Edition, Lippincott-Raven, 1998.

Esitiedot: Todennäköisyyslaskennan peruskurssi, Data-analyysin perusmenetelmät sekä Tilastollinen päättely I.

Vastuuhenkilö: Esa Läärä

Koesuunnittelu 6 op, 3 ov (805332A)

Kurssilla perehdytään vertailevien kokeiden suunnittelun ja koeaineistojen analyysin tilastollisiin periaatteisiin ja menetelmiin. Käsiteltäviä aiheita ovat mm. käsittelyjen vaikutusten arviointi, harhan välttäminen, satunnaisvirheen konrollointi, täydellisesti satunnaistettu koe, satunnaistetut lohkot, kovarianssianalyysi, vaihtovuoroasetelma, tekijäkokeet, epätäydellisten lohkojen sekä jaettujen yksiköiden asetelmat. -- Analyysien käytännön suoritusta harjoitellaan R-ohjelman avulla.

Työtavat: 32 h luentoja, 20 h harjoituksia.

Suoritus loppukokeella.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste; Cox, D.R., Reid, N. The Theory of the Design of Experiments. Chapman&Hall/CRC, Boca Raton 2000.

Esitiedot: Data-analyysin perusmenetelmät tai Tilastotieteen perusmenetelmät II.

Kohderyhmä ja ajoitus: Tilastotieteen pääaineopiskelijat sekä tilastotieteen 60 op sivuaineekokonaisuutta suorittavat. Pääaineopiskelijoille suositellaan 3. tai 4. opintovuoden aikana.

Vastuuhenkilö: Esa Läärä

Kliininen biostatistikka 6 op, 3 ov (805380A/ 805680S)

Todennäköisyys kliinisessä lääketieteessä, prioritodennäköisyyksien arviointi, diagnostisen testin osuvuus ja erottelukyky, testituloksen tulkinta ja posterioritodennäköisyydet, testien yhdistäminen, prognoosin monet vastemuuttujat, elin aika-analyysin perusmenetelmät, prognoosin regressiomallit, hoitokäytäntöjen vertailu.

Työtavat: 32 h luentoja, 20 h harjoituksia.

Esitiedot: Todennäköisyyslaskennan peruskurssi, Data-analyysin perusmenetelmät.

Vastuuhenkilö: Esa Läärä

Luokitettujen aineistojen analysointi 9 op, 5 ov (805334A/ 805678S)

Kurssilla käsitellään frekvenssitaulukon muotoon tiivistettyjen havaintoaineistojen analysointiin soveltuvia tilastollisia menetelmiä. Lisäksi esitellään kvalitatiivisten ja järjestysasteikollisten vastemuuttujien käyttäytymisen kuvaamiseen soveltuvia malleja. Valtaosa esiteltävistä mallityypeistä voidaan tulkita ns. yleistetyiksi lineaarisiksi malleiksi. Tästä syystä yleistettyjen lineaaristen mallien perusteoriaa sekä niihin liittyvää mallidiagnostiikkaa esitellään melko laajasti. Lisäksi esitellään satunnaisefektejä sisältävien ns. sekamallien käyttöä diskreettien vastemuuttujien käyttäytymisen kuvaamisessa. Kurssi kelpaa sekä aineopintoihin että (vaativammin suoritettuna) syventäviin opintoihin.

Toteutus: 52 h lu, 36 h harj; Harjoituksissa analysoidaan erityisesti biologisiin ja taloustieteellisiin sovelluksiin liittyviä havaintoaineistoja.

Kirjallisuutta: A. Agresti: Categorical Data Analysis, Wiley; R. Christensen: Log-Linear Models, Springer; P. McCullagh & J. Nelder: Generalized Linear Models (2. painos), Chapman and Hall; C. McCulloch & S. Searle: Generalized, linear and mixed models, Wiley.

Vastuuhenkilö: Markku Rahiala

Pitkittäis- ja paneeliaineistojen analysointi 9 op, 5 ov (805308A/ 805646S)

Kurssin tarkoituksena on perehdyttää kuulijat pitkittäis- ja paneeliaineistojen hyödyntämis-mahdollisuuksiin muuttujien välisiä riippuvuuksia koskevien päätelmien tekemisessä. Keskeisinä apuneuvoina päätelmien tekemisessä toimivat ns. sekamallit, variogrammit sekä erilaiset kasvukäyrämallit. Myös mallidiagnostiikka sekä dynaamiset, ARX- muotoiset mallit saavat runsaasti huomiota osakseen. Suurinta huomiota kiinnitetään jatkuviin vastemuuttujiin, mutta myös kvalitatiiviset vasteet sekä lukumäärävasteet tulevat esille kurssilla. Kurssi kelpaa sekä aineopintoihin että (vaativammin suoritettuna) syventäviin opintoihin.

Toteutus: 52 h lu, 36 h harj; harjoituksissa analysoidaan lähinnä biologisiin ja taloudellisiin sovelluksiin liittyviä havaintoaineistoja.

Kirjallisuutta: P. Diggle, P. Heagerty, K.-Y. Liang & S. Zeger: Analysis of Longitudinal Data (2.painos), Oxford University Press; C. Hsiao: Analysis of Panel Data (2. painos),

Cambridge University Press;
C. McCulloch & S. Searle: Generalized,
linear and mixed models, Wiley;
G. Fitzmaurice, N. Laird & J. Ware: Applied
Longitudinal Analysis, Wiley
Vastuuhenkilö: M. Rahiala

Muille koulutusohjelmille erikseen luennoitavat opintojaksot

Tilastotieteen perusmenetelmät I 9 op, 5 ov (806109P)

Tavoite ja sisältö: Kurssilla tutustutaan erilaisiin havaintoaineiston hankintamenetelmiin (otanta, koesuunnittelu) ja opitaan kuvailemaan saatua aineistoa sopivin tilastollisin menetelmin (taulukot, graafiset esitykset, tunnusluvut). Kurssilla tutustutaan myös tilastolliseen päättelyyn (estimointi, merkitsevyystestaus) perusteisiin ja esitellään joitakin yleisesti käytettyjä merkitsevyystestejä ja luottamusvälejä. Lisäksi kurssi antaa valmiudet jonkin tilastollisen ohjelmiston käyttöön aineistojen analysoinnissa.

Työtavat: 52 h luentoja, 46 h harjoituksia, omatoimista opiskelua.

Suoritus joko välikokein tai loppukokeella.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste; Grönroos M.: Johdatus tilastotieteeseen, Kuvailu, mallit ja päättely, Oy Finn Lectura Ab 2003; Heikkilä T.: Tilastollinen tutkimus, Edita 1998; Helenius H.: Tilastollisten menetelmien perustiedot, Statcon Oy Salo 1989; Ranta E., Rita H., Kouki J.: Biometria. Tilastotiedettä ekologeille, Yliopistopaino 1991; Wild C. J. & Seber G. A. F.: Chance Encounters. A First Course in Data Analysis and Inference, John Wiley & Sons 2000.

Ajoitus ja kohderyhmä: Syyslukukaudella; monien eri koulutusohjelmien opiskelijat, sopiva opintovuosi riippuu koulutusohjelmasta.

Vastuuhenkilöt: Marjatta Mankinen (tal.tiet.) ja Jari Pääkkilä (muut)

Tilastotieteen perusmenetelmät II 10 op, 5 ov (806110P)

Tavoite ja sisältö: Kurssilla laajennetaan ja syvennetään valmiuksia tehdä tilastollisia analyysejä tavanomaisten kokeellisten ja epäkokeellisten tutkimusaineistojen havaintoaineistoista. Käsiteltäviä aiheita ovat mm. jatkuvan vastemuuttujan analyysin perusmenetelmät kuten kahden ryhmän vertailu, yksi- ja kaksisuuntainen varianssianalyysi, regres-

sioanalyysi, residuaalit ja mallidiagnostiikka; parametrittomat menetelmät; korreloivien ja elinaikaa kuvaavien (sensuroitujen) havaintojen käsittely; sekä kaksiarvoisten, luokiteltujen ja lukumäärämuuttujien analyysin perusmenetelmät.

Työtavat: 56 h luentoja, 42 h harjoituksia, omatoimista opiskelua. Suoritus joko välikokein tai loppukokeella.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste; Armitage P., Berry G., Matthews J.N.S. Statistical Methods in Medical Research, Fourth Edition. Blackwells, Oxford 2001; Grönroos M.: Johdatus tilastotieteeseen, Kuvailu, mallit ja päättely, Oy Finn Lectura Ab 2003; Ranta E., Rita H., Kouki J.: Biometria. Tilastotiedettä ekologeille, Yliopistopaino 1991.

Vaadittavat esitiedot: Tilastotieteen perusmenetelmät I.

Ajoitus ja kohderyhmä: Kevätlukukaudella; monien eri koulutusohjelmien opiskelijat, sopiva opintovuosi riippuu koulutusohjelmasta.

Vastuuhenkilö: Marjatta Mankinen

Matematiikan perusteet taloustieteilijöille I (MPTT I) 7 op, 4 ov (800117P)

Kurssin tavoitteena on luoda pohja taloustieteissä esiintyvälle matematiikalle. Kurssi aloitetaan kertaamalla lukiossa käsitellyt asiat kuten yhtälöt, epäyhtälöt, funktiot, funktioiden raja-arvot ja jatkuvuus sekä funktion derivaatta. Samalla tuodaan mukaan em. asioiden taloustieteelliset sovellukset. Kurssin toinen keskeinen asia on erilaisten funktioiden ääriarvojen määrittäminen eli optimointi. Ääriarvojen tarkastelu tapahtuu tutkimalla funktion kulkua derivaatan avulla. Yhden muuttujan funktioiden mahdolliset ääriarvokohdat tullaan löytämään epäjatkuvuus- ja epäderivoituvuuskohdista sekä derivaatan nollakohdista. Näille mahdollisille ääriarvokohdille suoritetaan sitten laatu-tarkastelu, jolloin selvittää onko löydetty mahdollinen ääriarvokohta todellinen ääriarvokohta ja jos on, niin onko kyseessä minimi vai maksimi. Vaativimpana ääriarvotapauksena otetaan mukaan kahden muuttujan ja muutaman ehdon tapaus, jolloin on löydettävä funktiolle ääriarvot, kun lisäksi muuttujien on toteutettava tietyt yhtälö/epäyhtälöehdot.

Työtavat: 56 h luentoja ja 39 h harjoituksia, välikokeet tai loppukoe.

Oppikirjoja: kurssia varten on myynnissä luentomoniste, joka suositellaan hankittavaksi. Kurssi ei vaadi omaa kirjallisuutta mutta lähdeoteoksena on käytetty Jean E Weberin kirjaa *Mathematical Analysis; Business and Economic Applications*.

Esitiedot: lukion matematiikka.

Ajoitus ja Kohderyhmä: 1. syksy, pakollinen kaikille kauppatieteiden opiskelijoille.

Vastuuhenkilö: Kari Myllylä

Matematiikan perusteet taloustieteilijöille II (MPTT II) 7 op, 4 ov (800118P)

Kurssin tavoitteena on luoda pohja taloustieteissä esiintyvälle matematiikalle. Kurssin keskeinen asia on matriisialgebra ja matriisien hyödyntäminen matemaattisissa tehtävissä. Matriisien käsittely aloitetaan alkeista ja niiden avulla opitaan ratkaisemaan usean muuttujan lineaarisia yhtälöryhmiä ja suoritamaan vaativia sidottuja ääriarvotehtäviä. Tarkoituksena on suorittaa kurssilla Matematiikan perusteet taloustieteilijöille I esiintyviä ääriarvotehtäviä vaativammat tehtävät matriisien avulla. Matriisien avulla tutustutaan myös regressioanalyysin perusteisiin ja Panos-Tuotos-malleihin. Lisäksi tullaan käsittelemään lineaarista optimointia ja sivuamaan jossain määrin ns. vektorimuotoista derivointia. Kurssin toinen tärkeä asia on integraalilaskenta ja sen sovellukset. Integrointia tarvitaan tutustuttaessa differentiaalilaskentaan. Differentiaalilaskennassa käsitellään yhtälöitä, joissa esiintyy tuntematon funktio derivaattoineen. Kurssin lopussa käsitellään vielä differenssiyhtälöitä. *Työtavat:* 56 h luentoja ja 39 h harjoituksia, välikokeet tai loppukoe.

Oppikirjoja: kurssia varten on myynnissä luentomoniste, joka suositellaan hankittavaksi. Kurssi ei vaadi omaa kirjallisuutta mutta lähdeoteoksena on käytetty Jean E Weberin kirjaa *Mathematical Analysis; Business and Economic Applications*.

Esitiedot: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille I

Ajoitus: 1. kevät, pakollinen kansantaloustieteen ja laskentatoimen koulutusohjelmissa.

Vastuuhenkilö: Kari Myllylä

Matematiikan perusmenetelmät I / sov 8 op, 5 ov (800147P)

Kurssin tavoitteena on selvittää reaaliuuttujan reaali-funktioiden perusteita, joita tarvi-

taan eri tieteenalojen sovelluksissa. Kurssilla painotetaan laskennallista puolta, ei niinkään todistuksia. Aluksi tarkastellaan lukujoukkoja, minkä jälkeen käydään läpi funktioiden perusominaisuuksia. Tämän jälkeen tutkitaan funktioiden raja-arvoja ja niiden sovelluksina funktion jatkuvuutta ja derivaattaa. Derivaattaa sovelletaan funktion kulun tarkasteluun. Loppuosa kurssista keskittyy integroimistekniikkoihin, määrättyyn integraaliin ja niiden sovelluksiin, kuten alueiden pinta-alojen ja pyörähdyskappaleiden tilavuuksien sekä käyrän kaaren pituuden laskemisiin. Lisäksi kurssissa käsitellään kompleksilukujen ominaisuuksia.

Työtavat: 56 h luentoja, 42 h harjoituksia, välikokeet tai loppukoe.

Esitiedot: Lukion matematiikan (myös lyhyen) suorittaminen.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: A. Lahtinen & E. Pehkonen: *Matematiikkaa soveltajille I, II*; R. Adams: *Calculus*, 4th edition; M. Spiegel: *Advanced calculus*

Vastuuhenkilö: Jorma Arhippainen

Talousmatematiikka 3 op, 2 ov (802107P)

Kurssi aloitetaan finanssimatematiikalla, jonka aikana perehdytään erilaisiin korkolas-kuihin. Tämän osion aikana selvitetään yksinkertainen-, korkoakorolle- ja jatkuvakorolasku sekä perehdytään mm. annuiteetti-menetelmään sekä investointien kannattavuuteen. Kurssin toinen osio sisältää indeksiteorian, jonka puitteissa tutustumme mm. kuluttajahintaindeksiin sekä indeksilukujen muodostamiseen sekä keskilukumallin että kokonaislukumallin avulla. Lisäksi perehdyimme yksittäisistä indeksityypeistä mm. Laspeyresin, Paaschen, Marshall-Edgeworthin ja Fisherin indekseihin. *Työtavat:* 30 h luentoja ja 24 h harjoituksia, loppukoe.

Oppikirjoja: kurssia varten on myynnissä luentomoniste, joka suositellaan hankittavaksi.

Esitiedot: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille I.

Ajoitus ja Kohderyhmä: 1. kl, pakollinen markkinoinnin koulutusohjelman opiskelijoille. Suositeltava myös kansantaloustieteen ja laskentatoimen opiskelijoille.

Vastuuhenkilö: Kari Myllylä

Tietoja henkilökunnasta

Postiosoite: Matemaattisten tieteiden laitos
Oulun yliopisto
PL 3000
90014 OULUN YLIOPISTO

Toimisto:
Taloussihteeri Marjaana Ojala puh. (08) 553 1731
fax (08) 553 1730
Toimistosihteeri Eeva-Kaisa Tuominen puh. (08) 553 1732
fax (08) 553 1730
Toimistosihteeri Sinikka Rantala, tilastotiede puh. (08) 553 1820
fax (08) 553 1848

Sähköposti: etunimi.sukunimi@oulu.fi

Laitoksen johtaja: professori, Ph.D. Lasse Holmström puh. (08) 553 1739
Laitoksen varajohtaja: professori, VTL Esa Läärä puh. (08) 553 1828
Amanuenssi: Markku Kuukasjärvi, FL puh. (08) 553 1733
Sovellussuunnittelija: Pekka Kangas puh. (08) 553 1836

Oppiaineiden pääedustajat

matematiikka: professori, FT Keijo Väänänen puh. (08) 553 1741
sovellettu matematiikka: professori, Ph.D. Lasse Holmström puh. (08) 553 1739
tilastotiede: professori, VTT Markku Rahiala puh. (08) 553 1825

Linjojen vastuuhenkilöt:

aineenopettajan linja:
professori, FT Peter Hästö puh. (08) 553 1756

matematiikan linja:
professori, FT Keijo Väänänen puh. (08) 553 1741

matematiikan ja tietotekniikan linja:
professori, Ph.D. Lasse Holmström puh. (08) 553 1739

sovelletun matematiikan linja:
professori, Ph.D. Lasse Holmström puh. (08) 553 1739

tilastotieteen linja:
professori, VTT Markku Rahiala puh. (08) 553 1825

Matemaattisten tieteiden koulutusohjelma

Opintoneuvojat:

matematiikka: Jukka Kemppainen, FL	puh. (08) 553 1759 sähköposti: Jukka.T.Kemppainen@oulu.fi
tilastotiede: Esa Läärä, VTL	puh. (08) 553 1828 sähköposti: Esa.Laara@oulu.fi
pro gradu-tutkielmat: Juha Kinnunen, FT	puh. (08) 553 1753
vaihto-opinnot: Markku Kuukasjärvi, FL	puh. (08) 553 1733 Erasmus-koordinaattori
Esa Läärä, VTL	puh. (08) 5531828 tilastotieteen Erasmus- koordinaattori
Peter Hästö, FT	puh. (08) 553 1756 kv-opintoneuvoja

Päivitetty henkilökuntaluettelo on laitoksen www-sivulla <http://math.oulu.fi/>:
tilastotiede: <http://stat.oulu.fi>

Matemaattisten tieteiden koulutusohjelma