

# Opasraportti

## LuTK - Matemaattisten tieteiden koulutusohjelma (2010 - 2011)

### 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 tar-joamaan sellaisen matemaattisen yleissivistyksen, jota ilman matematiikkaa ei voi käytännössä soveltaa tai sen teorioita syvällisemmin opiskella. Perustutkinnon opetusaines on suurimmaksi osaksi klassista; tieteen uusimpiin saavutuksiin opis-kelija 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 hankittu 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) tutkin-nossa 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. Jatkotutkintoina matemaattisten tieteiden koulutusohjelmassa on mahdollisuus suorittaa filosofian lisensiaatin (FL) ja filosofian tohtorin (FT) tutkinnot matematiikassa, sovelletussa matematiikassa ja tilastotieteessä sekä matematiikan aineenopettajien jatkokoulutusohjelmassa.

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 matemaatikkona myös teollisuuden tai muun elinkeinoelämän palveluksessa. Sivuaineiksi voidaan valita esim. 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, teknii-kassa 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 tieteiden 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, tutkimuslaitok-sissa ja korkeakouluissa sekä tarjoaa hyvän pohjan jatko-opinnoista kiinnostuneel-le. Linjalta valmistuneet ovat viime vuosina sijoittuneet erittäin hyvin työelämään. Erityisesti teknistä, lääketieteellistä, maatalous- ja metsätieteellistä sekä taloustie-teollistä tutkimusta harjoittavat yksiköt sekä lääketeollisuuden tuotekehitysosastot tarvitsevat jatkuvasti tilastotieteilijöitä.

## Opiskelu ja opintojen kulku

### *Yleistä*

Koulutusohjelman opetus koostuu luennoista, laskuharjoituksista, mikroluokkaharjoituksista 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 opiskeluympäristöön ja saadaan tietoa opiskeluun liittyvistä käytännön asioista. Tavoitteena on valmentaa uusi opiskelija korkeakouluyhteisön aktiiviseksi jäseneksi.

### 1. ja 2. vuosi

Opintojaksot ovat ensimmäisen vuoden aikana eri linjoilla lähes samat. Ensimmäisen vuoden opinnot ovat varsin pääainepainotteiset, mutta myös sivuaineopinnot on mahdollista aloittaa ensimmäisenä vuotena. 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
Johd. matemaattiseen päättelyyn 5	Lukuteoria ja ryhmät 5
Lineaarialgebra I 5	Euklidinen topologia 4
Matematiikan perusmenetelmät 10	Sarjat ja integraalit 6
Orientoivat opinnot 2	Englannin kieli 1 2
TN-laskennan peruskurssi 5	Tilastotieteen perusteet 5
	Lineaarialgebra II 5

Lisäksi valinnaisia opintojaksoja niin, että opintojen kokonaislaajuudeksi tulee n. 60 op.

2. syyslukukausi	2. kevätlukukausi
Moniulotteinen analyysi 8	Englannin kieli 2
Renkaat, kunnat ja polynomit 5	
Sivuaineopintoja	

Matematiikan ja tietotekniikan linja sekä tilastotieteen linjalla Data-analyysin perusmenetelmät (10 op). Lisäksi valinnaisia opintojaksoja niin, että opintojen kokonaislaajuudeksi tulee n. 60 op.

### 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 se, 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 Proseminaari suoritetaan yleensä kolmannen opintovuoden syksyllä tai keväällä. Kypsyysnäyte kirjoitetaan Proseminarin aiheesta.

### FM-tutkinnon linjan valinnasta

LuK-tutkinnon suorittamisen jälkeen suoritetaan FM-tutkinto. FM-tutkinnon eri linjojen opiskelijamääriä ei aineenopettajan linjaa lukuun ottamatta ole rajoitettu. Eri linjoilla on kuitenkin erityisvaatimuksia pääaineen perus- ja aineopintojen suhteen, mikä on hyvä ottaa huomioon jo LuK-vaiheessa.

Aineenopettajan linjalle valittavien määrä on rajoitettu (35/vuosi). Opiskelijoilla on mahdollisuus hakeutua aineenopettajan linjalle kaksi kertaa vuodessa, kevätlukukausittain ja syyslukukausittain. Linjalle valinta tehdään kerran vuodessa (joulutammikuun vaihteessa). Valintaa tehtäessä otetaan huomioon soveltuvuuskokeesta saatu pistemäärä (50 %) ja pääaineen opintomenestys (50 %). Opintomenestys lasketaan opintojaksoista Johdatus matemaattiseen päättelyyn, Matematiikan perusmenetelmät, Euklidinen topologia, Sarjat ja integraali, 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 koulutuksesta löytyy opintooppaan 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-oppaasta 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 ytimeen sisältyvien kurssien lisäksi vähintään 10 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 syventyy johonkin oman alansa tutkimusongelmaan ja kirjoittaa siitä tutkielman. Laitoksen yliassistentit, lehtorit ja professorit antavat aiheita ja ohjaavat sekä laajempia (30 op) että suppeampia (20 op) tutkielmia. Aiheet liittyvät usein syventäviin kursseihin tai seminaareihin. Gradu voidaan tehdä myös jonkin sovellusalan tutkimusongelmasta ja yhteistyössä jonkin tutkimuslaitoksen, yrityksen tai julkishallinnon elimen 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.

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

### **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 opinto-oppaan yleisestä osasta sekä tiedekunnan kotisivuilta (Ohjeet jatko-opiskelijoille).

### **Opinto-ohjaus**

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.

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.

## LuK-TUTKINTO

LuK-tutkinnossa kaikille pakollinen osa:

<b>Pakolliset yleisopinnot (8 op)</b>		
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: <a href="http://www oulu.fi/kielikeskus/">http://www oulu.fi/kielikeskus/</a> .		
<b>Ydin (69 op)</b>		
Johdatus matemaattiseen päättelyyn	5	802151P
Matematiikan perusmenodit	10	801111P
Lineaarialgebra I	5	802118P
Lineaarialgebra II	5	802119P
Lukuteoria ja ryhmät	5	802354A
Renkaat, kunnat ja polynomit	5	802355A
Euklidinen topologia	4	802352A
Sarjat ja integraali	6	802353A
Moniulotteinen analyysi	8	800322A

Todennäköisyyslaskennan peruskurssi	5	801195P
Tilastotieteen perusteet	5	
Proseminaari	6	801323A/ 805331A
On suositeltavaa, että Proseminaari kirjoitetaan käyttäen LaTeX-ladontajärjestelmää (ks. Johdatus LaTeXiin kurssikuvauksista).		
LuK-tutkintoon kuuluva kypsyysnäyte 800300A kirjoitetaan opintojakson 801323A tai 805331A aiheesta.		

**Sivuaineopinnot:**

LuK-tutkintoon kuuluu yksi vähintään 60 op sivuainekokonaisuus TAI kaksi vähintään 25 op sivuainekokonaisuutta.

**Pääaine: matematiikka**

Muilla kuin aineenopettajaksi opiskelevilla yllä olevien opintojen lisäksi

<b>Muita matematiikan aineopintoja vähintään 11 op (aineenopettajilla 5 op) esimerkiksi seuraavista</b>		
Kompleksianalyysi I	4	801385A
Kompleksianalyysi II	4	801386A
Differentiaaliyhtälöt I	4	800345A
Differentiaaliyhtälöt II	4	800346A
Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi	5	801396A
Algebra II	8	800343A
Lukuteoria I	8	802328A
Salausmenetelmät	4	801346A
Geometrian perusteet	6	801389A

Metriset avaruudet	4	
Topologia	5	800329A
Johdatus LaTeXiin	2	800149P
Inversio-ongelmien peruskurssi	4	802360A
Inversio-ongelmien laskennallinen peruskurssi	6	802362A
Numeerisen analyysin peruskurssi	8	801387A
Numeerisen laskennan peruskurssi	6	801344A
Matemaattiset ohjelmistot	6	
Matemaattisen mallintamisen perusteet	8	802331A
Matemaattisen mallinnuksen verkkokurssit (ks. <a href="http://alpha.cc.tut.fi/mallinnus/kurssit/">http://alpha.cc.tut.fi/mallinnus/kurssit/</a> )		
Tuutorointi	4	802327A
tai jokin muu opintojakso linjan vastuuhenkilön suostumuksella.		

**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. Katso myös suositukset eri opintosuunnille laitoksen verkkosivuilta.

**Pääaine: tilastotiede**

<b>Yleisopintoihin kuuluu ytimessä olevien lisäksi</b>		
Kirjallinen ja suullinen viestintä	3	900004Y



<b>Pakollisia aineopintoja ytimen lisäksi ovat</b>		
Data-analyysin perusmenetelmät	10	806112P
Tilastollinen päättely I	10	805310A
Lineaariset mallit	10	806308A
Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi	5	801396A

<b>Muita tilastotieteen aineopintoja vähintään 19 op esimerkiksi seuraavista</b>		
Aikasarja-analyysi	9	805324A
Johdatus otantamenetelmiin	4	806354A
Koesuunnittelu	6	805332A
Bayesiläinen data-analyysi	9	
Pitkittäisaineistojen analysointi	9	805308A
Ekonometrian ja rahoituksen tilastolliset perusteet	6	805339A
Monimuuttujamenetelmät	6	805328A

## FM-TUTKINTO

*Aineenopettajan linja*

Linjan vastuhenkilö on professori Peter Hästö.

<b>Syventävät opinnot vähintään 60 op</b>		
Pro gradu-tutkielma	20	
Kypsyysnäyte (800600S)		
Matematiikan syventäviä opintojaksoja*	30	
Aineenopettajan erikoistyö	10	
<b>Pakolliset sivuaineopinnot</b>		
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.		
<b>Valinnaisia sivuaine- tai pääaineopintojaksoja tarvittava määrä</b>		
Suositeltavaa on, että valinnaiset opinnot sisältävät yhden 25 op:n opintokokonaisuuden kouluissa opetettavaa ainetta. Alla on tarkempaa tietoa sivuainekokonaisuuksista.		
(* aineenopettajan linjalla opiskelija voi korvata enintään 10 op matematiikan syventäviä opintoja vastaavalla määrällä aineopintotason opintojaksoja)		

Opiskelijan odotetaan hallitsevan tieto- ja viestintätekniiikan 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 yleisen osan 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 opetettavien 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.

**Fysiikan 25 ja 60 op:n opintokokonaisuudet**

Katso fysikaalisten tieteiden koulutusohjelma, Opintokokonaisuudet sivuaineopiskelijoille. Aineenopettajanlinjassa opiskelevan suositellaan aloittavan suoraan 60 op kokonaisuuden suorittaminen.

**Kemian 25 ja 60 op:n opintokokonaisuudet**

Katso kemian koulutusohjelma, Kemia sivuaineena.

**Opettajan pedagogiset opinnot**

Katso kasvatustieteiden tiedekunnan aineenopettajakoulutuksen opinto-oppaasta.

**Tietojenkäsittelytieteiden 25 ja 60 op:n kokonaisuudet**

Katso tietojenkäsittelytieteiden koulutusohjelma, Tietojenkäsittelytiede sivuaineena.

Tarvittaessa valinnaisia kursseja alla olevasta listasta:

<b>Opintojakso</b>	<b>op</b>	<b>Koodi</b>
ATK I: Ohjelmoinnin perusteet (fysiikan ko)	4	763114P
ATK II: Numeerinen mallintaminen (fysiikan ko)	4	763315A
ATK III: Tieteellinen ohjelmointi (fysiikan ko)	6	763341A
ATK IV: Numeerinen ohjelmointi (fysiikan ko)	6	763616S
Johdatus LaTeXiin	2	800149P
Numeerisen laskennan peruskurssi	6	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 Mikael Lindström.

Syventävät opinnot vähintään 86 op		
Pro gradu -tutkielma	30	800697S
Harjoitusaine	6	800691S
Kypsyysnäyte		800600S
Matematiikan syventäviä opintojaksoja 50 op seuraavista		
Algebra III	10	801694S
Lebesguen mitta- ja integraaliteoria	5	
Abstrakti mittateoria	5	
Hilbertin avaruudet	5	
Funktionaalianalyysi	10	800651S
Informaatioteoria	10	802636S
Introduction to Partial Differential Equations	10	802635S
Koodusteoria	10	800667S
Kryptografia	10	801698S
Lukuteoria A	5	802645S
Lukuteoria B	5	802646S
Moderni reaalianalyysi	10	802631S
Ryhmäteoria	10	800660S

tai jokin muu opintojakso linjan vastuuhenkilön suostumuksella.

**Lisäksi tarvittava määrä valinnaisia pää- tai sivuaineopintojaksoja**

### Matematiikan ja tietotekniikan linja

Linjan vastuuhenkilö on professori Lasse Holmström.

Syventävät opinnot vähintään 86 op		
Pro gradu -tutkielma	30	800697S
Harjoitusaine	6	800691S
Kypsyysnäyte		800600S
Matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen syventäviä opintojaksoja 50 opintopistettä niin, että ne muodostavat luontevan kokonaisuuden.		

<b>Sivuaineopinnot</b>		
Täydennetään LuK-tutkintoa niin, että seuraavat ehdot täyttyvät:		
1) Tilastotieteen opintoja 10 op		
Valittava vähintään 10 op tilastotieteen kursseja, joista ensisijaisesti suositellaan		
Data-analyysin perusmenetelmät	10	806112P
Tilastollinen päättely I	10	805310A
2) Tietojenkäsittelytieteen 60 opintopisteen sivuainekokonaisuus		

<b>Lisäksi tarvittava määrä valinnaisia pää- tai sivuaineopintojaksoja</b>
--

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

Niille, jotka suunnittelevat informaatiotekniikkaan liittyvää työuraa, suositellaan yhdeksi sivuainekokonaisuudeksi seuraavaa vähintään 25 opintopisteen **tietoli i kenteen opintokokonaisuutta**.

Tarpeellinen määrä seuraavista kursseista:		
Digitaaliset suodattimet (5-6 periodi)	5	521337A
Satunnaissignaalit (1-2 periodi)	5	031024A
Tilastollinen signaalinkäsittely I (4-6 periodi)	5	521484S
Tietoliikennetekniikka II (3-4 periodi)	3	521361A
Matkaviestintäjärjestelmät (4-6 periodi)	5	521333A
Langaton tietoliikenne I (2-3 periodi)	4	521361A
Langaton tietoliikenne II (1-3 periodi)	8	521320S
Tietoliikenteen simuloinnit ja työkalut (5-6 periodi)	3,5	521365S

### Sovelletun matematiikan linja

Linjan vastuuhenkilö on professori Lasse Holmström.

Pääaineen aineopinnot 6 op
LuK-tutkintoa täydentäen niin, että mukana on ainakin toinen opintojaksoista:

Numeerisen laskennan peruskurssi	6	801344A
Matemaattiset ohjelmistot	6	
Syventävät opinnot vähintään 86 op		
Pro gradu -tutkielma	30	800697S
Harjoitusaine	6	800691S
Kypsyysnäyte		800600S
Valinnaisia syventäviä opintojaksoja 50 op seuraavista		
Informaatioteoria	10	802636S
Tilastollinen hahmontunnistus	10	802633S
Funktioiden estimointi	10	802629S
Aikasarja-analyysi	9	805679S
Tilastollinen päättely II	10	805611S
Lebesguen mitta- ja integraaliteoria	5	
Abstrakti mittateoria	5	
Hilbertin avaruudet	5	
Funktionaalianalyysi	10	800651S
Matriisiteoria	10	800653S
Optimointiteoria	10	800688S
Numerical solution methods for boundary value problems	10	
Introduction to Partial Differential Equations	10	802635S
Fourier series and discrete Fourier transforms	10	802647S



Fourier transforms and distributions	10	800674S
Sovelletun matematiikan erikoistyö	10	801645S
Osittaisdifferentiaaliyhtälöt matemaattisessa mallinnuksessa*	4	802623S
Jatkuvat mallit*	4	802623S
Datan analyysimenetelmät mallinnuksessa*	4	802623S
Mallinnus ja optimointi*	4	802623S
Tilastolliset mallit*	4	802623S
Mathematics of Visual Motion*	4	802623S
Satunnaisuus mallintamisessa*	4	802623S
tai jokin muu matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen syventävä opintojakso linjan vastuuhenkilön suostumuksella. Syventäviksi opintojaksoksi voi valita myös Teknillisen tiedekunnan matematiikan jaoksen kurseja.		
(* Matemaattisen mallinnuksen verkkokurssi <a href="http://alpha.cc.tut.fi/mallinnus/kurssit/">http://alpha.cc.tut.fi/mallinnus/kurssit/</a> )		
<b>Lisäksi tarvittava määrä valinnaisia pää- tai sivuaineopintojaksoja</b>		

Opiskelijalla on mahdollisuus suorittaa verkko-opetuksena matemaattisen mallinnuksen 25 opintopisteen laajuinen opintokokonaisuus kahden vuoden aikana vaihtuvista opintojaksoista. Tarkempaa tietoa kursseista löytyy hankkeen kotisivuilta <http://alpha.cc.tut.fi/mallinnus/>.

### Tilastotieteen linja

Linjan vastuuhenkilö on professori Esa Läärä.

<b>Pääaineen aineopinnot</b>

LuK-tutkintoa täydentäen tarvittaessa seuraavilla opintojaksoilla		
Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi	5	801396A
Data-analyysin perusmenetelmät	10	806112P
Tilastollinen päättely I	10	805310A
Lineaariset mallit	10	806308A
<b>Syventävät pääaineopinnot vähintään 90 op</b>		
Pro gradu -tutkielma	30	800697S
Harjoitusaine	4	800667S
Kypsyysnäyte		805667S
Tilastollinen päättely II	10	805611S
Seminaari	10	805620S
Jakaumien matemaattinen analyysi	6	
Työharjoittelu	5 tai 7	806624S
<b>Valinnaisia pääaineopintoja vähintään 25 op.</b>		
(Ne, joiden työharjoittelu kirjataan 7 opintopisteeksi, tarvitsevat vain 23 op valinnaisia kursseja.) Valinnaisia syventäviä erikoiskursseja voivat olla esimerkiksi:		
Aikasarja-analyysi	9	805679S ( /805324A)
Epidemiologian tilastolliset menetelmät	9	805609S
Ekonometrian ja rahoituksen tilastolliset perusteet	6	805683S ( /805339A)

Funktioiden estimointi	10	802629S
Tilastollinen hahmontunnistus	10	802633S
Informaatioteoria	10	802636S
Pitkittäisaineistojen analysointi	9	805646S ( /805308A)
<p><b>Muita pää- ja sivuaineopintoja vähintään 30 op.</b></p> <p>Edellä kohdassa "Pääaineen aineopinnot" mainittuja kurseja voidaan sisällyttää näihin opintoihin, jos ne eivät sisälly LuK-tutkintoon</p>		

## Tutkintorakenteisiin kuulumattomat opintokokonaisuudet ja -jaksot

802637S: Advanced Problem Solving, 2 - 6 op  
805679S: Aikasarja-analyysi, 5 op  
805324A: Aikasarja-analyysi, 5 op  
802632S: Aineenopettajan erikoistyö, 10 op  
802632S-03: Aineenopettajan erikoistyö, muut osat, 3 op  
802632S-01: Aineenopettajan erikoistyö, seminaari/sisällönsuunnittelu, 4 op  
802632S-02: Aineenopettajan erikoistyö, yo-tehtävien tarkistus, 3 op  
800343A: Algebra II, 8 op  
801694S: Algebra III, 10 op  
802330A: Algebran pienryhmä, 1 op  
800120P: Analyysi I, 8 op  
800322A: Analyysi II, 8 op  
800624S: Analyysi III, 10 op  
802329A: Analyysin pienryhmä, 1 op  
806604S: Bayes-päätelyn perusteet, 10 op  
806315A: Bayesian Data Analysis, 10 op  
806112P: Data-analyysin perusmenetelmät, 10 op  
800345A: Differentiaaliyhtälöt I, 4 op  
800346A: Differentiaaliyhtälöt II, 4 op  
802312A: Diskreetti matematiikka, 6 op  
802649S: Dynaamiset systeemit, 10 op  
805683S: Ekonometria, 5 - 6 op  
805339A: Ekonometrian tilastolliset perusteet, 5 - 6 op  
805609S: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 9 op  
805309A: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 9 op  
802352A: Euklidinen topologia, 4 op  
802638S: Formal Models and Quantitative Methods for Psychology, 5 - 10 op  
802647S: Fourier series and the discrete Fourier transform, 10 op  
800674S: Fourier transform and distributions, 10 op  
802650S: Fraktaaligeometria, 10 op  
802629S: Funktioiden estimointi, 10 op  
800651S: Funktionaalianalyysi, 10 op  
805667S: Harjoitusaine, 5,5 op  
802636S: Informaatioteoria, 10 op

802635S: Introduction to partial differential equations, 10 op  
 802362A: Inversio-ongelmien laskennallinen peruskurssi, 5 op  
 802360A: Inversio-ongelmien peruskurssi, 4 op  
 800149P: Johdatus LaTeXiin, 2 op  
 802644S: Johdatus funktioanalyysiin, 10 op  
 802151P: Johdatus matemaattiseen päättelyyn, 5 op  
 805380A: Kliininen biostatistiikka, 6 op  
 801385A: Kompleksianalyysi I, 4 op  
 801386A: Kompleksianalyysi II, 4 op  
 800667S: Koodusteoria, 10 op  
 801389A: Koulugeometrian perusteet, 6 op  
 800104P: Koulumatematiikan perusteet, 4 op  
 801698S: Kryptografia, 5 op  
 802118P: Lineaarialgebra I, 4 op  
 802119P: Lineaarialgebra II, 5 op  
 802643S: Lineaarialgebra III, 10 op  
 806308A: Lineaariset mallit, 10 op  
 800657S: Lukuteoria, 10 op  
 802328A: Lukuteoria I, 5 op  
 802354A: Lukuteoria ja ryhmät, 5 op  
 805334A: Luokitettujen aineistojen analysointi, 9 op  
 805678S: Luokitettujen aineistojen analysointi, 9 op  
 802332A: Matemaattinen ongelmanratkaisu, 5 op  
 802322A: Matemaattisen mallinnuksen peruskurssi (verkkokurssi), 5 op  
 802623S: Matemaattisen mallinnuksen verkkokurssi, 2 - 24 op  
 802331A: Matemaattisen mallintamisen perusteet, 8 op  
 801344A: Matematiikan ATK, 8 op  
 801390A: Matematiikan historia, 6 op  
 800147P: Matematiikan perusmetodit I, 8 op  
 801111P: Matematiikan perusmetodit I/mat, 10 op  
 800117P: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille I, 7 op  
 800118P: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille II, 7 op  
 800653S: Matriisiteoria, 10 op  
 802631S: Moderni reaalianalyysi, 10 op  
 801387A: Numeriikan peruskurssi I, 6 op  
 800688S: Optimointiteoria, 10 op  
 800009Y: Pienryhmäohjaus, 2 op  
 805646S: Pitkittäis- ja paneeliaineistojen analysointi, 5 op  
 805308A: Pitkittäis- ja paneeliaineistojen analysointi, 5 op  
 800697S: Pro gradu -tutkielma, 20 op  
 800698S: Pro gradu -tutkielma, 30 op  
 805642S: Pro gradu -tutkielma, 30 op  
 805331A: Proseminaari, 6 op  
 802355A: Renkaat, kunnat ja polynomit, 5 op  
 800660S: Ryhmäteoria, 10 op  
 801346A: Salausmenetelmät, 4 op  
 802353A: Sarjat ja integraalit, 6 op  
 806623S: Satunnaismallien teoria, 8 op  
 805398A: Satunnaismallien teoria, 8 op  
 801323A: Seminaari (LuK-tutkielma), 6 op  
 801645S: Sovelletun matematiikan erikoistyö, 10 op  
 802628S: Syventävien opintojen erikoiskurssi, 2 - 18 op  
 802107P: Talousmatematiikka, 4 op  
 802633S: Tilastollinen hahmontunnistus, 10 op  
 805310A: Tilastollinen päättely I, 10 op  
 805611S: Tilastollinen päättely II, 10 op  
 806109P: Tilastotieteen perusmenetelmät I, 9 op  
 806110P: Tilastotieteen perusmenetelmät II, 10 op  
 806113P: Tilastotieteen perusteet A, 5 op  
 801396A: Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi, 5 op  
 801195P: Todennäköisyyslaskennan peruskurssi, 5 op  
 800329A: Topologia, 8 op  
 801643S: Topologia II, 10 op  
 802327A: Tuutorointi, 4 op

# Opintojaksojen kuvaukset

## Tutkintorakenteisiin kuulumattomien opintokokonaisuuksien ja -jaksojen kuvaukset

### 802637S: Advanced Problem Solving, 2 - 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Peter Hästö

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Laajuus:**

2 op - 6 op

**Sisältö:**

Tällä kurssilla tarkastellaan laajaa valikoimaa matematiikkaa: kombinatoriikkaa, algebraa, polynomeja, lineaarialgebraa, matriisilaskua, perusanalyysiä, epäyhtälöitä ja funktionaaliyhtälöitä. Tarkoitus ei ole syventyä niinkään uuteen teoriaan, vaan harjoitella ongelmanratkaisutaitoja 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.

**Vastuuhenkilö:**

Peter Hästö

### 805679S: Aikasarja-analyysi, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jussi Klemelä

**Opintokohteen oppimateriaali:**

Harvey, Andrew C. , Time series models , 1993

Lütkepohl, Helmut , Introduction to multiple time series analysis , 1991

Hamilton, James D. , Time series analysis , 1994

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

9 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suorittaneen opiskelijan on tarkoitus

- kyetä kuvaamaan useampien aikasarjojen välisiä dynaamisia riippuvuuksia parametrisilla malleilla
- kyetä tutkimaan näitä riippuvuuksia myös ristispektrianalyysin kaltaisilla parametrittomilla menetelmillä
- tuntea muuttuvarakenteisten aikasarjamallien käyttömahdollisuuksia

**Sisältö:**

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, ristispektriheksien käyttöön aikasarjojen välisten riippuvuuksien kuvaamisessa ym. aikasarjoja koskevan tilastotieteellisen teorian kulmakiviin. Seuraavassa lyhyt luettelo kurssin muusta (varsinaisesta) sisällöstä: Dynaamisten regressiomallien ja siirtofunktiomallien muodon täsmentäminen, parametrien estimointi sekä mallidiagnostiikka, vuorovaikutussuhteiden kuvaamiseen soveltuvat dynaamiset systeemimallit, Kalman suodatus, heteroskedastiset aikasarjamallit, moniregiimiset mallit ym. Kurssin voi suorittaa myös aineopintotasoisena (805324A).

**Toteutustavat:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Data-analyysin perusteet ja Lineaariset mallit suositeltavia.

**Oppimateriaali:**

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.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Rahiala.

## 805324A: Aikasarja-analyysi, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jussi Klemelä

**Opintokohteen oppimateriaali:**

Harvey, Andrew C. , Time series models , 1993

Lütkepohl, Helmut , Introduction to multiple time series analysis , 1991

Hamilton, James D. , Time series analysis , 1994

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

9 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suorittaneen opiskelijan on tarkoitus

- kyetä kuvaamaan useampien aikasarjojen välisiä dynaamisia riippuvuuksia parametrisilla malleilla
- kyetä tutkimaan näitä riippuvuuksia myös ristispektrianalyysin kaltaisilla parametrittomilla menetelmillä
- tuntea muuttuvarakenteisten aikasarjamallien käyttömahdollisuuksia

**Sisältö:**

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, ristispektriheksien käyttöön aikasarjojen välisten riippuvuuksien kuvaamisessa ym. aikasarjoja koskevan tilastotieteellisen teorian kulmakiviin. Seuraavassa lyhyt luettelo kurssin muusta (varsinaisesta) sisällöstä: Dynaamisten regressiomallien ja siirtofunktiomallien muodon täsmentäminen, parametrien estimointi sekä mallidiagnostiikka, vuorovaikutussuhteiden kuvaamiseen soveltuvat dynaamiset systeemimallit, Kalman suodatus, heteroskedastiset aikasarjamallit, moniregiimiset mallit ym. Kurssin voi suorittaa myös syventävänä opintojaksona 805679S (vaativammin suoritettuna).

**Toteutustavat:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Data-analyysin perusteet ja Lineaariset mallit suositeltavia.

**Oppimateriaali:**

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.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Rahiala.

## 802632S: Aineenopettajan erikoistyö, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802641S	Aineenopettajan erikoistyö: harjoittelu	2.0 op
802640S	Aineenopettajan erikoistyö: lukion matematiikka	3.0 op
802639S	Aineenopettajan erikoistyö: sisällönsuunnittelu	5.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- yhdistää matemaattisen ajattelutavan opetukseensa

- suunnitella matemaattisia tehtäviä jotka tukevat syvällistä matemaattista osaamista laskurutiinien sijaan.

**Sisältö:**

Kurssikokonaisuuden tarkoituksena on yhdistää LuK-tutkinnossa opittu matemaattinen aines koulutyössä vastaan tulevaan matematiikkaan. Se koostuu seuraavista osista:

Sisällönsuunnittelu (4 op)

Tässä osiossa osanottajat suunnittelevat ja toteuttavat nuoremmille opiskelijoille suunnattuja "käsitteellisen ymmärtämisen pienryhmiä". Suunnittelu tehdään ryhmätyönä ja suunnitelmat käsitellään erikoistyön seminaarissa. Kurssin suoritus edellyttää aktiivista osallistumista seminaariin. Suunnitelmista ja toteutuksessa saadusta palautteesta tehdään ryhmässä kirjallinen raportti.

YO tehtävien tarkistus (3 op)

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)

Tähän osioon voi sisällyttää oman valintansa mukaan 3 op seuraavista: (a) tuutorointi, (b) kerhonohjaus, (c) kirjallinen lisätyö esimerkiksi opintosuunnitelmaan liittyen, tai (d) laitoksen tai ainejärjestön puitteissa tehty opetuksenkehittämistyö, josta kirjoitetaan lyhyt kirjallinen selostus. Huomaa, että (b) kohdan toimintaa ei tietenkään voi käyttää kahta hyväkseen kahteen kertaan, sekä pedagogisissa opinnoissa, että tässä kokonaisuudessa.

**Kohderyhmä:**

Aineenopettajalinja (pakollinen).

**Vastuuhenkilö:**

Peter Hästö.

## 802632S-03: Aineenopettajan erikoistyö, muut osat, 3 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Oj-osa

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802641S	Aineenopettajan erikoistyö: harjoittelu	2.0 op
---------	---	--------

- 802640S Aineenopettajan erikoistyö: lukion matematiikka 3.0 op  
 802639S Aineenopettajan erikoistyö: sisällönsuunnittelu 5.0 op

**Laajuus:**

1 - 5 op

**Sisältö:**

Tähän osioon voi sisällyttää oman valintansa mukaan 3 op seuraavista:

(a) tuutorointi, (b) kerhonojauus, (c) kirjallinen lisätyö esimerkiksi opintosuunnitelmaan liittyen, tai (d) laitoksen tai ainejärjestön puitteissa tehty opetuksenkehittämistyö, 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 kerhonojauukseen valmentavaa seminaaria, jonka voi toteutuaessaan myös sisällyttää tähän kurssinkokonaisuuteen.

**Vastuuhenkilö:**

Peter Hästö.

**802632S-01: Aineenopettajan erikoistyö, seminaari/sisällönsuunnittelu, 4 op****Opiskelumuuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Oj-osa**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

- 802639S Aineenopettajan erikoistyö: sisällönsuunnittelu 5.0 op  
 802640S Aineenopettajan erikoistyö: lukion matematiikka 3.0 op  
 802641S Aineenopettajan erikoistyö: harjoittelu 2.0 op

**Laajuus:**

1 - 5 op

**Sisältö:**

Tämä osio koostuu ryhmässä tehtävästä lukiokurssin sisällön suunnittelemisesta. Lisäksi jokainen opiskelija suunnittelee itsenäisenä osana yhden kurssin luento-tunnin. Vaihtoehtoisesti voi tehdä samat suunnitelmat matemaattikkakerhotoimintaan, tai kesäkertauskurssille, lukiokurssin sijaan. Suunnitelmista kirjoitetaan kirjallinen raportti, joka esitellään muille ryhmille seminaarissa.

**Vastuuhenkilö:**

Peter Hästö.

**802632S-02: Aineenopettajan erikoistyö, yo-tehtävien tarkistus, 3 op****Opiskelumuuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Oj-osa**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

- 802640S Aineenopettajan erikoistyö: lukion matematiikka 3.0 op  
 802641S Aineenopettajan erikoistyö: harjoittelu 2.0 op  
 802639S Aineenopettajan erikoistyö: sisällönsuunnittelu 5.0 op

**Laajuus:**

1 - 5 op

**Sisältö:**

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.



**Vastuuhenkilö:**

Peter Hästö.

**800343A: Algebra II, 8 op****Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opettajat:** Niemenmaa Markku**Opintokohteen oppimateriaali:****Herstein, I. N.**, Abstract Algebra, 1996**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

800323A Kuntalaajennukset 5.0 op

802333A Permutaatiot, kunnat ja Galois'n teoria 10.0 op

**Laajuus:**

8 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- käyttää ja soveltaa permutaatioita
- ratkaista kolmannen ja neljännen asteen yhtälöitä
- työskennellä erilaisten äärellisten kuntien rakenteissa

**Sisältö:**

Kurssilla tarkastellaan ensin permutaatioryhmien teoriaa ja perehdytään symmetristen ja alternoivien ryhmien rakenteeseen. Lisäksi nähdään, miten permutaatioryhmiin 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, koodusteorian ja ryhmäteorian syventäviä kursseja varten.

**Toteutustavat:**

56h luentoja, 28 h harjoituksia.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Algebra I

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Niemenmaa.

**801694S: Algebra III, 10 op****Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opettajat:** Tapani Matala-aho**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

Kuten matematiikan opinnoissani yleensä pystyn ratkaisemaan aiheeseen liittyviä tehtäviä ja todistamaan keskeisiä lauseita lähtien esitetyistä määritelmistä käyttäen kurssilla sovellettuja työkaluja. Tarkemmin; Esimerkiksi, läpäistyäni kurssin arvosanalla 1/5, tunnistan useimmat määritelmät ja pystyn ratkaisemaan niihin liittyviä perustehtäviä sekä toistamaan ymmärrettävästi lyhyehköjä todistuksia. Suoritettuani kurssin arvosanalla 5/5 ymmärrän hyvin esitetyt määritelmät ja niistä johdettujen lauseiden todistukset. Kykenen ratkaisemaan vaativia tehtäviä, joissa vaaditaan omintakeisia useampivaiheisia päättelyjä ja sopivien työkalujen soveltamista.

**Sisältö:**

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 sekä ketjukurvat.

**Toteutustavat:**

Luentoja 56 h, harjoituksia 28 h.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Tapani Matala-aho.

## 802330A: Algebran pienryhmä, 1 op

**Opiskelumuuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Peter Hästö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

1 op

**Sisältö:**

Tällä kurssilla syvennetään Algebra I -kurssin käsitteiden ymmärrystä; laskutehtäviä ei juuri ole. Määritelmiä ja lauseita puretaan auki ja mietitään mitä ne tarkoittavat. Kurssi kannattaa suorittaa samaan aikaan kurssin Algebra I kanssa. Myös myöhempi suorittaminen on mahdollista.

**Toteutustavat:**

Keskustelutyypisiä tehtäviä pienryhmissä vanhemman opiskelijan johdolla.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssi kannattaa suorittaa samaan aikaan kurssin Algebra I kanssa. Myös myöhempi suorittaminen on mahdollista.

**Vastuuhenkilö:**

Peter Hästö

## 800120P: Analyysi I, 8 op

**Voimassaolo:** - 15.03.2011

**Opiskelumuuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

1. opintovuoden kevät.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa määritellä alkeistopologian käsitteet (avoimet ja suljetut joukot, kasaantumispisteet)

- osaa käsitellä reaali-lukujonoja ja -sarjoja
- osaa määritellä ja laskea epäoleellinen integraali
- osaa käsitellä funktiojonoja ja sarjoja
- osaa derivoida ja integroida edellä mainittuja

**Sisältö:**

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 alkeistopologia (avoimet ja suljetut joukot, kasaantumispisteet), reaali-lukujonot ja -sarjat, integraalilaskenta (epäoleelliset integraalit), funktiojonot ja sarjat sekä niiden derivointi ja integrointi. 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.

**Toteutustavat:**

Luennot, laskuharjoitukset ja oppimispäiväkirja.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen kaikilla linjoilla sekä matematiikan 60 op sivuainekokonaisuudessa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe tai välikokeet.

**Vastuuhenkilö:**

Peter Hästö

**800322A: Analyysi II, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

800328A Differentiaali- ja integraalilaskenta 5.0 op

802351A Vektorianalyysin perusteet 5.0 op

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

2. vuoden syksy.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija osaa

- derivoida useampiulotteisia funktioita
- soveltaa derivaattaa minimointiongelmassa
- määritellä ja käyttää useampiulotteista integraalia

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään analyysiä useampiulotteisessa avaruudessa, usean muuttujan reaali- ja vektoriarvoisia funktioita. Aluksi tarkastellaan n-ulotteisen avaruuden topologiaa: jonojen suppenemista, funktioiden jatkuvuutta, avoimia joukkoja, jne. Sitten kehitetään usean muuttujan funktioiden differentiaali- ja integraalilaskentaa. Kurssi tarjoaa perustyökäluja analyysin syventäviä kursseja ja sovelluksia (kuten fysiikka) varten.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Pakollinen kaikilla linjoilla sekä 60 op sivu-aineopinnotkokonaisuudessa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Analyysi I ja Lineaarialgebra I, II.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste Analyysi II. Lisämateriaali kurssin www-sivulla.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Peter Hästö.

## 800624S: Analyysi III, 10 op

**Voimassaolo:** - 28.02.2011

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Mikael Lindström

**Opintokohteen oppimateriaali:**

Rudin, Walter, Real and Complex Analysis, 1987

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802652S Hilbert avaruudet 5.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa Lebesguen integrointiteorian ja Hilbertin avaruuksien teorian keskeiset tulokset, joilla esimerkiksi luodaan puitteet differentiaaliyhtälöiden täsmälliseen tutkimiseen.

- osaa soveltaa kurssin tuloksia ja menetelmiä eri matematiikan alojen ongelmiin, kuten todennäköisyyslaskentaan, osittaisdifferentiaaliyhtälöiden teoriaan ja signaalianalyysiin.

**Sisältö:**

Kurssilla käsiteltäviä aiheita ovat mitta- ja integrointiteoria, Hilbertin avaruudet, avaruus  $L^2(E)$  sekä Fourier-analyysi. Teorian lähtökohta on integraalin täsmällinen, hyödyllinen ja yleinen määritelmä, ja tulos ns. Lebesguen integraali on yleistys Riemannin integraalista. Kurssin toisessa osassa määritellään Lebesguen integraalin avulla keskeinen esimerkki Hilbertin avaruudesta, avaruus  $L^2(E)$ , 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.

**Toteutustavat:**

56 h luentoja, 28 h harjoituksia.

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kirjallinen ryhmäprojekti, kaksi välikoetta tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Mikael Lindström

## 802329A: Analyysin pienryhmä, 1 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Peter Hästö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

1 op

**Sisältö:**

Tällä kurssilla syvennetään Analyysi I -kurssin käsitteiden ymmärrystä; kurssilla painotetaan visualisointia ja ymmärrystä laskutehtävien sijaan. Määritelmiä ja lauseita puretaan auki ja mietitään mitä ne tarkoittavat. Kurssi kannattaa suorittaa samaan aikaan kurssin Analyysi I kanssa. Myös myöhempi suorittaminen on mahdollista.

**Toteutustavat:**

Keskustelutyypisiä tehtäviä pienryhmässä vanhemman opiskelijan johdolla.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssi kannattaa suorittaa samaan aikaan kurssin Analyysi I kanssa. Myös myöhempi suorittaminen on mahdollista.

**Vastuhenkilö:**

Peter Hästö

**806604S: Bayes-päätelyn perusteet, 10 op**

**Voimassaolo:** - 01.09.2012

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Hyon-Jung Kim-Ollila

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Andrew Gelman et al.**, Bayesian data analysis , 2004

**Lee, Peter M.** , Bayesian statistics an introduction , 1997

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Lähtötasovaatimus:**

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

**Laajuus:**

9 op

**Sisältö:**

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.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Tilastollinen päättely II covers basic theories of Bayesian statistics as well.

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuhenkilö:**

Hyon-Jung Kim-Ollila.

**806315A: Bayesian Data Analysis, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Hyon-Jung Kim-Ollila

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Andrew Gelman et al.**, Bayesian data analysis , 2004

**Lee, Peter M.** , Bayesian statistics an introduction , 1997

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Lähtötasovaatimus:**

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

**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

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.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Tilastollinen päättely II covers basic theories of Bayesian statistics as well.

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuuhenkilö:**

Hyon-Jung Kim-Ollila.

**806112P: Data-analyysin perusmenetelmät, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jari Päckilä

**Opintokohteen oppimateriaali:**

Armitage, P. , Statistical methods in medical research , 2002

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

805305A Johdatus regressio- ja varianssianalyysiin 5.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

Luennoidaan joka syyslukukausi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- analysoida jatkuvaa ja luokitettua vastemuuttujaa tavallisimmissa tutkimusasetelmissä
- arvioida kriittisesti valitsemaansa mallia
- käyttää tilastollista ohjelmistoa

**Sisältö:**

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 vastemuuttujan analyysin perusmenetelmät, kuten ryhmien vertailu, varianssianalyysi, regressioanalyysi, residuaalit ja mallidiagnostiikka, parametrittomat menetelmät, korreloivien ja elinaikaa kuvaavien (sensuroitujen) havaintojen käsittely; sekä kaksiarvoisten, luokiteltujen ja lukumäärämuuttujien analyysin perusmenetelmät.

**Toteutustavat:**

56 h luentoja, 42 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Tilastotieteen pääaineopiskelijat sekä sivuaineekokonaisuuksia suorittavat. Pääaineopiskelijoilla suositellaan suoritettavaksi 2. opintovuoden syksyllä.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Tilastotieteen perusteet A ja B, Matematiikan perusmenetelmät I, Lineaarialgebra I.

Edellytetään suoritettavaksi ennen opintojaksoja Tilastollinen päättely I, Lineaariset mallit sekä muut tilastotieteen aineopinnot.

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Suoritus välikokein tai loppukokeella. Välikokein suorittaminen edellyttää aktiivista osallistumista harjoituksiin.

**Vastuuhenkilö:**

Esa Läärä.

## 800345A: Differentiaaliyhtälöt I, 4 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Boyce, William E.**, Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, 2005

**Nagle, R. Kent**, Fundamentals of Differential Equations and Boundary Value Problems, 1996

**Zill, Dennis G.**, Differential Equations with Boundary Value Problems, 2001

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

800320A Differentiaaliyhtälöt 5.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- tunnistaa differentiaaliyhtälötyypit ja osaa soveltaa sopivaa ratkaisumenetelmää yhtälön ratkaisemiseen
- tietää ehdot, jotka takaavat ratkaisun yksikäsitteisyyden
- ymmärtää, mitä tarkoitetaan implisiittisesti määritellyllä ratkaisulla

**Sisältö:**

Kurssilla tarkastellaan tavallisia differentiaaliyhtälöitä. Keskeisen osan muodostavat ensimmäisen kertaluvun differentiaaliyhtälöt (separoituvat, homogeeniset, lineaariset, eksaktit yhtälöt ja eräitä sellaisia yhtälöitä, jotka palautuvat sijoituksilla edellisiin), joita ratkaistaan algebrallisilla, iteratiivisilla ja myös numeerisilla menetelmillä. Toisen sovellusten kannalta tärkeän osan muodostavat lineaariset vakiokertoimiset täydelliset differentiaaliyhtälöt ja lineaariset toisen kertaluvun differentiaali yhtälöt, joiden kerroinfunktiot ovat jatkuvia. Lisäksi ratkaistaan differentiaaliyhtälö- löryhmiä. Eräitä toisen kertaluvun lineaarisia differentiaaliyhtälöitä (esim. Legendren yhtälö) ratkaistaan potenssisarjojen avulla.

**Toteutustavat:**

Luennot 30 h, harjoitukset 16 h.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Matematiikan perusmetodit I, Linearialgebra I.

**Oppimateriaali:**

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, Prenticw Hall, 2000 Dennis G. Zill & Michael R. Cullen: Differen-tial Equations with Boundary Value Prob-blems, Brooks/Cole, 2001.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Martti Kumpulainen.

## 800346A: Differentiaaliyhtälöt II, 4 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Nagle, R. Kent**, Fundamentals of Differential Equations and Boundary Value Problems, 1996

**Folland, Gerald B.**, Fourier Analysis and Its Applications, 1992

**Zill, Dennis G.**, Differential Equations with Boundary Value Problems, 2001

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802334A Differentiaaliyhtälöiden jatkokurssi 5.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa soveltaa Frobeniuksen menetelmää
- osaa todistaa eräiden erikoisfunktioiden ja ortogonaalipolynomien perusominaisuuksia
- osaa kehittää paloittain jatkuvan funktion Fourier-sarjan
- osaa ratkaista integraalimuunnoksien avulla eräitä integraaliyhtälöitä ja tavallisia vakiokertoimisia lineaarisia differentiaaliyhtälöitä
- tunnistaa lämpö- ja aaltoyhtälöt ja osaa soveltaa sopivaa ratkaisumenetelmää yhtälön ratkaisemiseen

**Sisältö:**

Kurssin tarkoituksena on kehittää opiskelijan valmiuksia ratkaista sovellusten kannalta tärkeitä tavallisia lineaarisia differentiaaliyhtälöitä ja osittaisdifferentiaaliyhtälöitä, kuten lämpöyhtälö ja aaltoyhtälö. Alkuosassa tarkastellaan Frobeniuksen menetelmää ja eräitä erikoisfunktioita (gammafunktio ja Besselin funktio) sekä ortogonaalipolynomeja (Legendren ja Hermiten polynomit), jotka ovat edellä mainittujen differentiaaliyhtälöiden ratkaisuja, sekä ortogonaalikehitelmiä (Fourier-sarjat). Loppuosassa tutkitaan integraalimuunnoksia ja niiden sekä muuttujenerottamismenetelmän soveltamista lämpö- ja aaltoyhtälöiden ratkaisemiseen.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja ja 16 h harjoituksia.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Martti Kumpulainen.

## 802312A: Diskreetti matematiikka, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Marko Rinta-aho

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

42 h luentoja, 20 h harjoituksia.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Lukion matematiikka.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.



**Vastuhenkilö:**  
Marko Rinta-aho.

## 802649S: Dynaamiset systeemit, 10 op

**Voimassaolo:** 01.01.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Esa Järvenpää

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Sisältö:**

Dynaamiset systeemit on matematiikan osa-alue, jossa pyritään ymmärtämään systeemien aikakehitystä.

Dynaamisten systeemien teoria on siten kaiken matemaattisen ja fysikaalisen mallintamisen perusta. Kurssilla lähdetään liikkeelle aivan alkeista ja keskitytään diskreetin ajan dynaamisiin systeemeihin eli kuvausten iterointeihin.

**Vastuhenkilö:**

Esa Järvenpää

## 805683S: Ekonometria, 5 - 6 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jussi Klemelä

**Opintokohteen oppimateriaali:**

Harvey, Andrew C. , Econometric analysis of time series , 1990

Hayashi, Fumio , Econometrics , 2000

Gourieroux, Christian , Statistics and econometric models , 1995

Gourieroux, Christian , Statistics and econometric models , 1995

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

805339A Ekonometrian tilastolliset perusteet 5.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suorittaneen opiskelijan on tarkoitus

- kyetä soveltamaan sekä lineaarisia että epälineaarisia malleja taloudellisten muuttujien välisten vuorovaikutusten tutkimisessa

- tuntea paneeliaineistojen mallittamisen perusteet

- tuntea yhteisintegroituvuusteorian käyttömahdollisuudet pitkän tähtäimen tasapainorelaatioiden tutkimisessa

**Sisältö:**

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 välittömiin että dynaamisiin) ja muuttujiin sisältyviin mittausrvirheisiin, sekä kiinnittää erityistä huomiota muuttujien välisiin pitkän tähtäimen tasapainorelaatioihin. Eräitä yksityiskohtia kurssin sisällöstä: Lineaarisiin ja epälineaarisiin regressiomalleihin

liittyvä mallidiagnostiikka, instrumenttiestimointi, moniyhtälömallit, LR- ja LM-testausperiaatteet, Hausman-testit, VARX-mallit, yhteisintegroituvuusteoria sekä virheenkorjausmallit. Kurssin voi suorittaa myös aineopintotasoisena (805339A).

**Toteutustavat:**

36 h luentoja, 27 h harjoituksia; Harjoituksissa analysoidaan taloudellisia havaintoaineistoja PCGIVE- ja PCFIML-ohjelmistojen avulla.

**Oppimateriaali:**

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.

## 805339A: Ekonometrian tilastolliset perusteet, 5 - 6 op

**Voimassaolo:** 01.06.2010 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jussi Klemelä

**Opintokohteen oppimateriaali:**

Hayashi, Fumio , Econometrics , 2000

Gourieroux, Christian , Statistics and econometric models , 1995

Gourieroux, Christian , Statistics and econometric models , 1995

Harvey, Andrew C. , Econometric analysis of time series , 1990

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

805683S Ekonometrian tilastolliset perusteet 5.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suorittaneen opiskelijan on tarkoitus

- kyetä soveltamaan sekä lineaarisia että epälineaarisia malleja taloudellisten muuttujien välisten vuorovaikutusten tutkimisessa
- tuntea paneeliaineistojen mallittamisen perusteet
- tuntea yhteisintegroituvuusteorian käyttömahdollisuudet pitkän tähtäimen tasapainorelaatioiden tutkimisessa

**Sisältö:**

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 välittömiin että dynaamisiin) ja muuttujiin sisältyviin mittausvirheisiin, sekä kiinnittää erityistä huomiota muuttujien välisiin pitkän tähtäimen tasapainorelaatioihin. Eräitä yksityiskohtia kurssin sisällöstä: Lineaarisiin ja epälineaarisiin regressiomalleihin liittyvä mallidiagnostiikka, instrumenttiestimointi, moniyhtälömallit, LR- ja LM-testausperiaatteet, Hausman-testit, VARX-mallit, yhteisintegroituvuusteoria sekä virheenkorjausmallit. Kurssin voi suorittaa myös syventävänä opintojaksona 805683S (vaativammin suoritettuna).

**Toteutustavat:**

36 h luentoja, 27 h harjoituksia; Harjoituksissa analysoidaan taloudellisia havaintoaineistoja PCGIVE- ja PCFIML-ohjelmistojen avulla.

**Oppimateriaali:**

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.

## 805609S: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 9 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Läärä Esa

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Santos Silva, Isabel dos** , Cancer epidemiology principles and methods , 1999

**Clayton, David** , Statistical models in epidemiology , 1993

**Rothman, Kenneth J.** , Modern epidemiology , 1998

**Opintokohteen kielet:** suomi

### **Lähtötasovaatimus:**

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

### **Laajuus:**

9 op

### **Sisältö:**

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, epidemiologinen kausaalitutkimus ja vertailevan tutkimuksen asetelmat, tutkimuksen validiteetti ja tarkkuus, harhat ja satunnaisvirheet ja niiden hallinta, tutkimusaineiston tilastollinen analyysi, julkaistujen tutkimusten kriittinen arviointi ja tulkinta. Kurssin voi suorittaa myös aineopintotasoisena (805309A).

### **Toteutustavat:**

44 h luentoja, 33 h harjoituksia.

### **Oppimateriaali:**

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.

### **Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

### **Vastuuhenkilö:**

Esa Läärä.

## 805309A: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 9 op

**Voimassaolo:** 01.06.2009 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Läärä Esa

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Santos Silva, Isabel dos** , Cancer epidemiology principles and methods , 1999

**Clayton, David** , Statistical models in epidemiology , 1993

**Rothman, Kenneth J.** , Modern epidemiology , 1998

**Opintokohteen kielet:** suomi

### **Laajuus:**

8 op

### **Sisältö:**

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, epidemiologinen kausaalitutkimus ja vertailevan tutkimuksen asetelmat, tutkimuksen validiteetti ja tarkkuus, harhat ja satunnaisvirheet ja niiden hallinta, tutkimusaineiston tilastollinen analyysi, julkaistujen tutkimusten kriittinen arviointi ja tulkinta. Kurssin voi suorittaa myös syventävänä opintojaksena 805609S (vaativampi suoritus).

**Toteutustavat:**

44 h luentoja, 33 h harjoituksia.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Esa Läärä.

**802352A: Euklidinen topologia, 4 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802357A Euklidiset avaruudet 5.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa määrittellä alkeistopologian käsitteet (avoimet ja suljetut joukot, kasaantumispisteet)
- osaa käsitellä reaalityöjonoja
- osaa todistaa jatkuviin funktioihin liittyviä peruslauseita

**Sisältö:**

Kurssin tavoitteena on syventää opiskelijoiden ymmärrystä jatkuvista funktioista. Kurssilla käsitellään yhden ja useamman ulottuvuuden Eukliidisiä avaruuksia. Keskeiset käsitteet jatkuvuuden lisäksi ovat avoin ja suljettu joukko, sekä kompaktisuus ja täydellisyys.

**802638S: Formal Models and Quantitative Methods for Psychology, 5 - 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Peter Hästö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op tai 10 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa käsitellä formaaleja malleja.
- osaa implementoida mallit sopivalla tietokone ohjelmalla.

**Sisältö:**

Kurssi toteutetaan saman nimisen Erasmus Intensive Program vaihto-ohjelman puitteissa. Vuosittain järjestetään n. kahden viikon mittainen seminaari jossain toteuttajaverkoston jäsenmaassa. Seminaarissa opiskellaan malleja, niiden käyttämiseen psykologiassa ja muissa ihmistieteissä, sekä implementointia tietokoneiden avulla. Kurssi voidaan suorittaa 10 op:n laajuisena osallistumalla kahteen seminaariin, tai osallistumalla yhteen seminaariin ja tekemällä erikseen sovittava kirjallinen työ.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Ytimen kurssit, tilastotieteen peruskurssien sekä matemaattisten ohjelmistojen hallinta on hyödyksi.

**Vastuuhenkilö:**

Peter Hästö

**802647S: Fourier series and the discrete Fourier transform, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Valeriy Serov

**Opintokohteen kielet:** englanti

Ei opintojaksokuvauksia.

**800674S: Fourier transform and distributions, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Valeriy Serov

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Stein, Elias M.; Shakarchi R.**, Fourier Analysis: An Introduction, 2003

**Taylor, Michael E.**, Partial Differential Equations: Basic theory, 1996

**Grafakos Loukas**, Classical and Modern Fourier Analysis, 2004

**Stakgold, Ivar**, Green's functions and boundary value problems, 1998

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

On successful completion of this course, the student will be able to

- calculate the Fourier transform of a given integrable function on the line
- perform basic operations, such as differentiation, convolution and Fourier transformation, on distributions
- use Fourier transform to find, and provide estimates for, fundamental solutions of partial differential operators
- formulate direct and inverse scattering problems for the Schrödinger operator

**Sisältö:**

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.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste: <http://math.oulu.fi/materiaalit.html>

E.M. Stein & R. Shakarchi: Fourier Analysis (an Introduction), Princeton University Press, 2003;

L. Grafakos: Classical and Modern Fourier Analysis, Pearson Education, 2004;

I. Stakgold: Green's Functions and Boundary Value Problems, 2nd edition, Wiley, 1998;

M. Taylor: Partial Differential Equations (Basic Theory), Springer, 1996.

**Vastuuhenkilö:**

Valeriy Serov.

**802650S: Fraktaaligeometria, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Maarit Järvenpää

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Sisältö:**

Fraktaalit ovat epäsäännöllisiä joukkoja, joiden rakenteessa on yksityiskohtia kaikissa mittakaavoissa. Fraktaaligeometria on matematiikan ala, jossa tutkitaan fraktaalien geometrisia ominaisuuksia. Fraktaaleja käytetään nykyään paljon monilla matematiikan aloilla sekä erilaisissa sovelluksissa. Kurssilla käsitellään fraktaaligeometrian perustyökälyjä mm. erilaisia dimensioita.

## 802629S: Funktioiden estimointi, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Lasse Holmström

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- luonnehtia parametrittömien funktion estimointimenetelmien perusominaisuudet
- soveltaa näitä estimointimenetelmiä käytännön onglemiin
- johtaa eräät funktioiden estimointiteorian perustulokset ydinestimaattoreille

**Sisältö:**

Kurssi esittelee parametrittömien funktion estimointimenetelmien teoriaa ja käytäntöä painottaen erityisesti ydinmenetelmiä. Estimoitavina funktioina ovat todennäköisyysstiheysfunktio ja regressiofunktio.

**Toteutustavat:**

Luentoja 42 h ja harjoituksia 28 h.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Lasse Holmström.

## 800651S: Funktionaalianalyysi, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa funktionaalialianalyysin keskeiset tulokset.
- osaa soveltaa kurssin tuloksia ja menetelmiä niin puhtaasti kuin sovelletun matematiikan ongelmiin.

**Sisältö:**

Kurssilla käsiteltäviä aiheita ovat Banachin ja Hilbertin avaruudet, Banachin kiintopisteperiaate, operaattoriteorian alkeet, Bairen kategorialause, tasaisen rajoituksen periaate, avoimen kuvauksen lause, suljetun kuvaajan lause, Hahn-Banachin lause, kompaktit operaattorit sekä niiden spektri.

**Vastuhenkilö:**

Mikael Lindström

**805667S: Harjoitusaine, 5,5 op**

**Voimassaolo:** - 01.09.2012

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5,5 op

**Osaamistavoitteet:**

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 teo-riaosaan. Aineen aiheesta sovitaan jonkun tilastotieteen professorin tai muun opettajan kanssa. Ennen ainetta on suoritettava vähintään yksi syventävä kurssi.

**802636S: Informaatioteoria, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Lasse Holmström

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Ash, Robert**, Information Theory, 1990

**Cover, Thomas M.; Joy, Thomas A.**, Elements of Information Theory, 2006

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

**MacKay, David J. C.**, Information Theory, Inference and Learning Algorithms, 2003

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- informaatioteorian peruskäsitteet ja tulokset
- ratkaista informaatioteoriaa soveltavia matemaattisia ongelmia
- johtaa teorian keskeisimmät tulokset

**Sisältö:**

Kurssi esittelee Claude Shannonin muotoileman viestinnän matemaattisen teorian peruskäsitteet ja tulokset. Kiinnostuksen kohteena ovat viestilähteen sisältämän informaation määrän mittaaminen, informaation tiivistäminen, koodaaminen, koodatun informaation lähettäminen tiedonsiirtokanavan läpi sekä vastaanotetun viestin dekodeeraus.

**Toteutustavat:**

Luentoja 56 h ja harjoituksia 28 h.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

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.

**Oppimateriaali:**

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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Lasse Holmström.

## 802635S: Introduction to partial differential equations, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Valeriy Serov

**Opintokohteen oppimateriaali:**

Colton, David, Partial Differential Equations: An Introduction, 1988

Kress, Rainer, Linear Integral Equations, 1999

Folland, Gerald B. , Introduction to partial differential equations , 1995

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

On successful completion of this course, the student will be able to

- solve linear and quasi-linear partial differential equations of first order using the method of characteristics
- apply the method of separation of variables to solve initial-boundary value problems for heat, wave and Laplace equations
- verify that a given function is a fundamental solution of a partial differential operator
- use single and double layer potentials to solve boundary value problems for Laplacian

**Sisältö:**

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

**Yhteydet muihin opintokoksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste: <http://math oulu.fi/materiaalit.html>

D. Colton: Partial Differential Equations (an Introduction), Dover Publications, 1988;

G. Folland: Introduction to Partial Differential Equations, 2nd edition, Princeton University Press, 1995;

R. Kress: Linear Integral Equations, 2nd edition, Springer, 1999.

**Vastuuhenkilö:**

Valeriy Serov.

## 802362A: Inversio-ongelmien laskennallinen peruskurssi, 5 op

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl



**Opettajat:** Mikko Orispää  
**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

### **802360A: Inversio-ongelmien peruskurssi, 4 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Sari Lasanen

**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

### **800149P: Johdatus LaTeXiin, 2 op**

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

761115P Fysiikan laboratoriotyöt 1 5.0 op

761115P-03 Fysiikan laboratoriotyöt 1, Johdatus LaTeXiin 0.0 op

**Laajuus:**

2 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- tuntee LaTeXin toiminta periaatteen
- osaa muodostaa perusdokumenttipohjan ja muokata sitä omiin tarpeisiin sopivaksi
- tietää matemaattisen tekstin tuottamisessa tarvittavat peruskomennot
- osaa käyttää erilaisia ympäristöjä (esim. kaavaympäristöt)
- osaa tulkita ja korjata virhetilanteita
- Pystyy tekemään tutkielmat käyttämällä LaTeXia

**Sisältö:**

LuK- ja Pro gradu -tutkielmat kirjoitetaan pääsääntöisesti LaTeX-ladontaohjelmalla. Tämä kurssi tarjoaa tarvittavat perustiedot ja -taidot LaTeXin käytöstä.

**Toteutustavat:**

20h opetusta tietokoneluokassa.

**Oppimateriaali:**

[www.cc.oulu.fi/~psalmi/latex](http://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/lshort/finnish/lyhyt2e.pdf](http://www.funet.fi/pub/TeX/CTAN/info/lshort/finnish/lyhyt2e.pdf)); Helmut Kopka ja Patrick Daly: A Guide to LaTeX, Addison-Wesley, 1999.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Harjoitustyö.

### **802644S: Johdatus funktioanalyysiin, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Mahmoud Filali

**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

## 802151P: Johdatus matemaattiseen päättelyyn, 5 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

ay802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn (AVOIN YO) 5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- kykenee ymmärtämään erilaisia todistustekniikoita
- hallitsee joukko-opin peruskäsitteet
- hallitsee funktioihin liittyvät perusmääritelmät

**Sisältö:**

Kurssin tavoitteena on kehittää matemaattista päättelyä ja kykyä ymmärtää erilaisia todistustekniikoita. Kurssilla syvennetään lukiosta tuttujen peruskäsitteiden ymmärtämistä. Erityistä huomiota kiinnitetään matemaattiseen teorianmuodostumiseen. Keskeisimpiä käsitteitä ovat joukko-opin peruskäsitteet ja funktiot.

## 805380A: Kliininen biostatistiikka, 6 op

**Voimassaolo:** - 01.09.2012

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Läärä Esa

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

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.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, 20 h harjoituksia.

**Yhteydet muihin opintokokonaisuuksiin:**

Esitiedot: Todennäköisyyslaskennan peruskurssi, Data-analyysin perusmenetelmät.

**Vastuhenkilö:**

Esa Läärä.

## 801385A: Kompleksianalyysi I, 4 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Arhippainen, Jorma Eemil

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Lang, Serge**, Complex Analysis, 1999

**Spiegel, Murray R.**, Complex Variables: with an Introduction to Conformal Mapping and Applications , 1964

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- hallitsee kompleksilukujen algebralliset ja topologiset ominaisuudet
- hallitsee kompleksifunktioiden perusominaisuudet
- kykenee soveltamaan kompleksilukujen teoriaa matematiikan eri osa-alueilla

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään kompleksilukujen perusteoriaa. Lyhyen algebrallisten ominaisuuksien esittelyn jälkeen käydään läpi napakoordinaatiesitys, De Moivren kaavat, perustopologiaa. Tämän jälkeen tarkastellaan funktioiden ominaisuuksia kuten funktion raja-arvo, jatkuvuus ja derivaatta. Erityisesti tarkastellaan analyyttisten funktioiden ominaisuuksia. Todistetaan mm. Cauchy-Riemannin yhtälöt. Kurssin loppupuosa keskittyy käyräintegraalien perusteoriaan.

**Toteutustavat:**

28 h luentoja, 21 h harjoituksia.

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Jorma Arhippainen.

## 801386A: Kompleksianalyysi II, 4 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Lang, Serge**, Complex Analysis, 1999

**Spiegel, Murray R.**, Complex Variables: with an Introduction to Conformal Mapping and Applications , 1964

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- kykenee suoriutumaan jo hieman vaativammista kompleksianalyysin sovelluksista
- kuten tulosten soveltamisen myös syvällisempään analyysiin

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään kompleksianalyysin keskeisiä tuloksia kuten Cauchyn integraalilause, Cauchyn integraalikaavat. Sovelluksena todistetaan eräitä tärkeitä lauseita kuten Liouvillen lause, algebran peruslause ja maksimiperiaate. Tämän jälkeen tarkastellaan potenssisarjoja ja tarkastellaan analyyttisten funktioiden esitys niiden avulla. Lisäksi tarkastellaan kompleksifunktioiden Laurent-esitystä ja johdetaan residyn käsite. Residy-laskennan sovelluksena lasketaan erityyppisiä määrättyjä integraaleja.

**Toteutustavat:**

28 h luentoja, 22 h harjoituksia.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Ydin ja Kompleksianalyysi I.

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Jorma Arhippainen.

## 800667S: Koodausteoria, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Marko Rinta-aho

**Opintokohteen oppimateriaali:**

Roman, Steven, Coding and Information Theory , 1992

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- tietää koodausteorian toimintaperiaatteet
- tuntee keskeiset virheitä korjaavat lohkokoodit
- kokee algebran ja lukuteorian sovellusmahdollisuudet tiedonsiirrossa

**Sisältö:**

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 tällais-ten 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. Ryöppyvirheiden 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.

**Toteutustavat:**

Luentoja 56 h ja harjoituksia 28 h.

**Kohderyhmä:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Keijo Väänänen.

## 801389A: Koulugeometrian perusteet, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

801399A Geometria 5.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa geometrisen todistamisen alkeet

- osaa ratkaista piirtämistehtäviä

- osaa ratkaista sovelluksiin liittyviä perustehtäviä, joita on koulugemetrian kirjoissa

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään lähinnä peruskoulun yläasteen ja lukion geometrian kursseihin liittyviä asia kokonaisuuksia.

Tarkoituksena on parantaa aineenopettajaksi valmistuvan opiskelijan geometrian taitoja ja valmiutta opettaa

geometriaa koulussa. Kurssin alkuosassa tarkastellaan klassista tasogeometriaa, jota tarvitaan

koulugeometriassa. Toinen osa on koulussa käsiteltävää avaruusgeometriaa, ja se keskittyy lähinnä tasojen ja

suorien keskinäiseen asemaan avaruudessa sekä kolmiulotteisiin kappaleisiin ja niiden ominaisuuksiin.

**Toteutustavat:**

34 h luentoja, 30 h harjoituksia.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Martti Kumpulainen.

## 800104P: Koulumatematiikan perusteet, 4 op

**Voimassaolo:** 01.03.2011 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

800347A Lukualueet 5.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

1.-3. vuosikurssi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa määrittellä ja konstruoida yleisimmät lukualueet

- osaa luetella ja käyttää lukualueiden peruslaskutoimituksia

**Sisältö:**

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

lukualueet. Kurssilla perehdytään koulumatematiikassa käytettävien lukujoukkojen konstruointiin ja näiden

laskutoimituksiin.

Kurssi alkaa luonnollisten lukujen määrittelyllä ja niiden laskutoimituksilla. Tämän jälkeen syvennymme tarkemmin

jaollisuuteen. Sen jälkeen konstruimme kokonaisluvut luonnollisten lukujen avulla. Seuraavana konstruimme

rationaalilukujen joukon lähtien kokonaislukujen joukosta. Viimeinen tarkasteltava lukujoukko on reaali lukujen

joukko.

**Toteutustavat:**

28 h luentoja ja 14 h harjoituksia.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Matematiikan perusmetodit I.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

## 801698S: Kryptografia, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Tapani Matala-aho

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Trappe, Wade; Washington, Lawrence C.**, Introduction to Cryptography: with Coding Theory, 2005

**Menezes, Alfred J.; van Oorschot, Paul C.; Vanstone, Scott A.**, Handbook of Applied Cryptography, 1997

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Osaamistavoitteet:**

Kuten matematiikan opinnoissani yleensä pystyn ratkaisemaan aiheeseen liittyviä tehtäviä ja todistamaan keskeisiä lauseita lähtien esitetyistä määritelmistä käyttäen kurssilla sovellettuja työkaluja. Tarkemmin; Esimerkiksi, läpäistyäni kurssin arvosanalla 1/5, tunnistan useimmat määritelmät ja pystyn ratkaisemaan niihin liittyviä perustehtäviä sekä toistamaan ymmärrettävästi lyhyehköjä todistuksia. Suoritettuani kurssin arvosanalla 5 /5 ymmärrän hyvin esitetyt määritelmät ja niistä johdettujen lauseiden todistukset. Kykenen ratkaisemaan vaativia tehtäviä, joissa vaaditaan omintakeisia useampivaiheisia päättelyjä ja sopivien työkalujen soveltamista.

**Sisältö:**

Luennoilla 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.

**Toteutustavat:**

Luentoja 56 h, harjoituksia 28 h.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Algebra I, Algebra II ja salausmenetelmät.

**Oppimateriaali:**

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.

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Tapani Matala-aho.

**Lisätiedot:**

Kurssi luennoidaan toistaiseksi 5 op laajuisena.

## 802118P: Lineaarialgebra I, 4 op

**Voimassaolo:** 16.10.2012 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Lay, David C.**, Linear algebra and its applications, 2003

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802120P Matriisilaskenta 5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

1. opintovuoden syksy

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa ratkoa lineaarisia yhtälöryhmiä ja soveltaa niitä lineaarialgebran ongelmiin
- tuntee matriisit ja niiden perusominaisuudet
- tuntee lineaariavaruuksien perusominaisuudet

**Sisältö:**

Kurssilla käsiteltävät asiat ovat välttämättömiä lähes kaikilla myöhemmillä matematiikan kursseilla ja sovellusalueita löytyy myös muilta tieteenaloilta. Kurssin tavoitteena on antaa perusteet lineaarialgebrasta, kuten lineaariset yhtälöryhmät ja niiden ratkaisemista Gaussin eliminointimenetelmällä, matriisialgebra sekä vektoriavaruus  $R^n$ .

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 21 h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pakollinen kaikilla linjoilla sekä matematiikan 60 op sivuainekokonaisuudessa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Lukion laaja matematiikka.

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Marko Rinta-aho

## 802119P: Lineaarialgebra II, 5 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen oppimateriaali:**

Lay, David C. , Linear algebra and its applications , 2003

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802320A Lineaarialgebra 5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

1. opintovuoden syksy.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- tuntee sisätuloavaruuksien perusominaisuudet
- tuntee lineaariset kuvaukset, niiden matriisiesityksen ja ominaisarvot
- tuntee determinantit ja osaa soveltaa niitä matriiseihin ja lineaarikuvauksiin liittyvien ongelmien ratkaisuun

**Sisältö:**

Kurssilla käsiteltävät asiat ovat välttämättömiä lähes kaikilla myöhemmillä matematiikan kursseilla ja sovellusalueita löytyy myös muilta tieteenaloilta. Kurssin sisältö: vektoriavaruudet ja sovellusten kannalta tärkeät sisätuloavaruudet, lineaariset kuvaukset, determinantit, lineaaristen kuvausten ja matriisien ominaisarvot ja ominaisvektorit, Hermiten matriisit ja muodot.

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 21 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen kaikilla linjoilla sekä matematiikan 60 op sivuainekokonaisuudessa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Lineaarialgebra I.

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Marko Rinta-aho

**802643S: Lineaarialgebra III, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Nordström Kenneth

**Opintokohteen kielet:** suomi

**806308A: Lineaariset mallit, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Leena Ruha

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Draper, Norman Richard** , Applied regression analysis , 1980

**Cook, R. Dennis** , Applied regression including computing and graphics , 1999

**Sen, Ashish** , Regression analysis theory, methods, and applications , 1997

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

Kurssi luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran keväällä 2009.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- ymmärtää, mihin tarkoituksiin regressiomallit soveltuvat ja mihin eivät
- kykenee soveltamaan regressiomalleja sekä varianssi- ja kovarianssianalyysiä erilaisten tutkimusongelmien yhteydessä
- kykenee diagnosoimaan käyttämiensä mallien spesifikaatiovirheitä

**Sisältö:**

Kurssilla tarkastellaan jatkuvien vastemuuttujien ehdollisia jakaumia ja niiden odotusarvoja, ns. regressiofunktioita. Erityisesti keskitytään sellaisiin muuttujien välisiin riippuvuuksiin kuvaaviin malleihin, jotka voidaan luontevasti määrittellä regressiofunktioiden avulla ja joissa regressiofunktiot voidaan muotoilla parametrien lineaarilausekkeiksi. Tällaisiin ns. lineaarisiin 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 informaation ymmärtämisessä. Runsaasti huomiota kiinnitetään myös tilanteisiin, joissa havaintoyksiköt jakautuvat joidenkin tekijöiden perusteella erillisiin ryhmiin ja joissa vastemuuttujan käyttäytyminen (tai riippuvuus selittävästä tekijästä) saattaa vaihdella ryhmittäin.

**Toteutustavat:**

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



**Kohderyhmä:**

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

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

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.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Rahiala.

**800657S: Lukuteoria, 10 op**

**Voimassaolo:** - 31.07.2010

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Väänänen, Keijo

**Opintokohteen oppimateriaali:**

Ian Stewart, David Tall, Algebraic Number Theory, 1987

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Lähtötasovaatimus:****Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- tuntee reaalitylukujen tärkeimmät esitystavat
- osaa algebrallisten lukukuntien perusteet
- näkee, miten kokonaislukuihin liittyviä käsitteitä voidaan tarkastella yleisemmin

**Sisältö:**

Lukuteoria on vanhimpia matematiikan osa-alueita. Se on kuitenkin edelleen aktiivisen tutkimuksen kohteena ja viimeisten vuosikymmenien aikana on ehkä hieman yllättäen huomattu, että lukuteoriassa 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 reaalitylukujen erikantaisia kehitelmiä 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 transkendenttisuustarkasteluihin.

**Toteutustavat:**

56 h luentoja ja 28 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

2.- 3. vuosikurssi.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Keijo Väänänen.

**802328A: Lukuteoria I, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.06.2011 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Tapani Matala-aho

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Hardy, G. H.,** An Introduction to the Theory of Numbers, 1979

**Rosen, Kenneth H.,** Elementary Number Theory and Its Applications, 1993

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Osaamistavoitteet:**

Kuten matematiikan opinnoissani yleensä pystyn ratkaisemaan aiheeseen liittyviä tehtäviä ja todistamaan keskeisiä lauseita lähtien esitetyistä määritelmistä käyttäen kurssilla sovellettuja työkaluja. Tarkemmin; Esimerkiksi, läpäistyäni kurssin arvosanalla 1/5, tunnistan useimmat määritelmät ja pystyn ratkaisemaan niihin liittyviä perustehtäviä sekä toistamaan ymmärrettävästi lyhyehköjä todistuksia. Suorittuani kurssin arvosanalla 5/5 ymmärrän hyvin esitetyt määritelmät ja niistä johdettujen lauseiden todistukset. Kykenen ratkaisemaan vaativia tehtäviä, joissa vaaditaan omintakeisia useampivaiheisia päättelyjä ja sopivien työkalujen soveltamista.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

56 h luentoja ja 28 h harjoituksia.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

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

Lukuteoria, Kryptografia.

**Oppimateriaali:**

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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Tapani Matala-aho.

## 802354A: Lukuteoria ja ryhmät, 5 op

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Kari Myllylä

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

ay802354A Lukuteoria ja ryhmät (AVOIN YO) 5.0 op

800333A Algebra I 8.0 op

**Laajuus:**

5 op

## 805334A: Luokitettujen aineistojen analysointi, 9 op

**Voimassaolo:** - 28.02.2011

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Agresti, Alan** , Categorical data analysis , 1990

**Christensen, Ronald** , Log-linear models , 1990

**McCullagh, Peter** , Generalized linear models , 1989

**McCulloch, Charles E.** , Generalized, linear, and mixed models , 2001

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

9 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suorittaneen opiskelijan on tarkoitus

- tuntea yleistettyihin lineaarisiin malleihin liittyvät ajatustavat ja kyetä soveltamaan niitä diskreettien vastemuuttujien käyttäytymisen tutkimiseen
- kyetä mallittamaan myös järjestysasteikollisten vastemuuttujien käyttäytymistä
- kyetä soveltamaan ns. sekamalleja edellä kuvatuissa tutkimustilanteissa

**Sisältö:**

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 aineopinnoihin että (vaativammin suoritettuna) syventäviin opintoihin.

**Toteutustavat:**

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

**Oppimateriaali:**

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.

## 805678S: Luokitettujen aineistojen analysointi, 9 op

**Voimassaolo:** - 28.02.2011

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Agresti, Alan** , Categorical data analysis , 1990

**Christensen, Ronald** , Log-linear models , 1990

**McCullagh, Peter** , Generalized linear models , 1989

**McCulloch, Charles E.** , Generalized, linear, and mixed models , 2001

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

9 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suorittaneen opiskelijan on tarkoitus

- tuntea yleistettyihin lineaarisiin malleihin liittyvät ajatustavat ja kyetä soveltamaan niitä diskreettien vastemuuttujien käyttäytymisen tutkimiseen
- kyetä mallittamaan myös järjestysasteikollisten vastemuuttujien käyttäytymistä
- kyetä soveltamaan ns. sekamalleja edellä kuvatuissa tutkimustilanteissa

**Sisältö:**

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. Kurssin voi suorittaa myös aineopintotasoisena (805334A).

**Toteutustavat:**

52 h lu, 36 h harj; Harjoituksissa analysoidaan erityisesti biologisiin ja talous-tieteellisiin sovelluksiin liittyviä havaintoaineistoja.

**Oppimateriaali:**

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.

**802332A: Matemaattinen ongelmanratkaisu, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Peter Hästö

**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

**802322A: Matemaattisen mallinnuksen peruskurssi (verkkokurssi), 5 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Erkki Laitinen

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Sisältö:**

Opintojakso soveltuu matematiikan opintoihin suuntautuville ja käytännön elämän laskennallisista tehtävistä kiinnostuneille. Opintojakso valottaa matemaattisten mallien vaihtelevia muotoja ja käyttötarkoituksia, ja niiden rakentamisessa tarvittavia matemaattisia menetelmiä. Esitietovaatimuksena on insinöörimatematiikan tai laajan matematiikan opintokokonaisuus.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Laitinen

**802623S: Matemaattisen mallinnuksen verkkokurssi, 2 - 24 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Erkki Laitinen

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

1 op - 24 op

**Sisältö:**

Koostuu kursseista: Datan analyysimenetelmät mallinnuksessa , Jatkuvat mallit, Mallinnus ja optimointi , Mathematics of Visual Motion, Osittaisdifferentiaaliyhtälöt matemaattisessa mallinnuksessa, Satunnaisuus mallintamisessa, Tilastolliset mallit

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

**Datan analyysimenetelmät mallinnuksessa :** Uusilla diskreeteillä menetelmillä mallinnuksessa tarkoitetaan soveltavan matematiikan piirissä viime vuosikymmeninä syntyneitä tekniikoita ja lähestymistapoja, joilla voidaan luontevasti kuvata sellaisia ilmiöitä, joiden mallintaminen differentiaaliyhtälö-, tilasto- ym perinteisillä mallinnusmenetelmillä on hankalaa. Menetelmät kulkevat myös nimikkeen Soft Computing alla, ja niihin luetaan yleensä sumea logiikka, neuroverkot, geneettiset algoritmit, tiedonlouhinta ja kaaosteoria. Matemaattisen mallinuksen verkkokurssit toteutetaan Matemaattisen mallinuksen verkostohakkeen puitteissa.

**Jatkuvat mallit:** Kurssilla tutustutaan jatkuvien (differentiaali- ja osittaisdifferentiaaliyhtälöpohjaisten) mallien käsittelytekniikoihin. Tekniikat voidaan jakaa kahteen luokkaan, 'vaikeiden' mallien yksinkertaistamiseen tarkoitettuihin (erikoistilanteet, linearisointi, asymptoottinen analyysi, säännöllistäminen) sekä erilaisia kysymyksenasetteluja mahdollistaviin (mallipohjainen optimointi ja säätö, mallien sovitus ja käännetyt tehtävät). Matemaattisen mallinuksen verkkokurssit toteutetaan Matemaattisen mallinuksen verkostohakkeen puitteissa.

**Mallinnus ja optimointi:** Kurssilla tutustutaan lineaarisen ja epälineaarisen optimoinnin teorian alkeisiin, variaatiolaskentaan, epälineaariseen monitavoiteoptimointiin ja kokonaislukuoptimointiin. Matemaattisen mallinuksen verkkokurssit toteutetaan Matemaattisen mallinuksen verkostohakkeen puitteissa.

**Mathematics of Visual Motion:** This short course will address the problem of reconstructing two and three dimensional motion and shape from a video sequence. We start with a brief survey of feature extraction for tracking purposes. Notions, such as optical flow and visual velocity field are introduced. This is followed by an analytical decomposition of the mapping properties of projected three dimensional rigid body motion onto a temporal image sequence. An equally brief survey of statistical calibration techniques to produce a model of motion and shape rounds up this short course. Matemaattisen mallinuksen verkkokurssit toteutetaan Matemaattisen mallinuksen verkostohakkeen puitteissa.

**Osittaisdifferentiaaliyhtälöt matemaattisessa mallinnuksessa:** Johdatus osittaisdifferentiaaliyhtälöihin, elementtimenetelmän perusteita, multifysiikka mallinnuksessa, osittaisdifferentiaaliyhtälöihin perustuvia mallinnusesimerkkejä: akustiikka, jähmettymisen mallintaminen sisältäen vapaan reunan ongelman, piikiteen kasvatus, parametrien estimointi esimerkkinä impedanssitomografia. Matemaattisen mallinuksen verkkokurssit toteutetaan Matemaattisen mallinuksen verkostohakkeen puitteissa.

**Satunnaisuus mallintamisessa:** Kurssilla tutustutaan satunnaisilmiöihin mallintamisen yhteydessä.

Satunnaisuuden lähde vaihtelee: itse tutkittava ilmiö voi olla stokastinen, malli voi olla deterministinen mutta mittausdata kohinaista, tai pyrkimys voi olla tilastollisesti kvantifioida mallintamisen epävarmuutta. Tilanteita valotetaan esimerkein ja itse ohjelmoiden Matlab-ympäristössä. Matemaattisen mallinuksen verkkokurssit toteutetaan Matemaattisen mallinuksen verkostohakkeen puitteissa.

**Tilastolliset mallit:** Kurssilla opiskellaan tilastomatematiikkaan perustuvaa mallinnusta. Kurssi muodostuu case-tyyppisistä esimerkeistä, joita alan asiantuntijat luennoillaan esittelevät: MCMC, parametrien estimointi, hahmontunnistus, regressio ja sekamalli. Matemaattisen mallinuksen verkkokurssit toteutetaan Matemaattisen mallinuksen verkostohakkeen puitteissa.

**Vastuhenkilö:**

Erkki Laitinen

**802331A: Matemaattisen mallintamisen perusteet, 8 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuo:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Martti Kumpulainen

**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

## 801344A: Matematiikan ATK, 8 op

**Voimassaolo:** 01.03.2011 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Haataja Juha, Rahola J., Ruokolainen J.,** Fortran 90/95, 1998

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Kurssi luennoidaan keväisin.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa ohjelmoida numeeriset perusongelmat Fortran-kielillä

- osaa käyttää yliopiston tietohallinnon aliohjelmakirjastoja matemaattisten ongelmien ratkaisemiseen

**Sisältö:**

Numeerisen laskennan peruskurssilla käsitellään numeerisen laskentamallin ohjelmointia ja ratkaisemista tietokoneella. Kurssilla käsitellään mm. seuraavia aiheita: Fortran95 ohjelmointikieli numerikielen kannalta, Unix käyttöjärjestelmän peruskomennot, numeeristen aliohjelmakirjastojen ja grafiikkakirjastojen käyttö sekä numeeristen laskentatehtävien ratkaisemisessa.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Matemaattisten mallien numeerisesta ratkaisemisesta kiinnostuneille opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Kurssin kannalta on hyödyllistä tuntee ohjelmoinnin ja tietokoneen käytön perusteet.

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Laitinen.

## 801390A: Matematiikan historia, 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Matti Lehtinen

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Boyer, Carl B.,** Tieteiden kuningatar: matematiikan historia osa I, 1994

**Boyer, Carl B.,** Tieteiden kuningatar: matematiikan historia osa II, 1994

**Fauvel John, Gray J.,** The History of Mathematics: A Reader, 1990

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

800332A Matematiikan historia 5.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

Kurssi alkaa muinaisen Egyptin ja Mesopotamian matematiikasta. Huomattava osa ajasta käytetään kreikkalaisen matematiikan, erityisesti geometrian ja analyysin varhaisvaiheiden, käsittelyyn. Keskiajan matematiikasta

tarkastellaan ainakin islamin valtapiirissä tapahtunutta kehitystä sekä tulevan kehityksen ennakointia Euroopassa. Uuden ajan alussa italialaiset algebratratkaiset 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 ennakoimaan 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.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja.

**Kohderyhmä:**

Kurssia suunniteltaessa on ajateltu erityisesti opettajiksi valmistuvia.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Lukion matematiikka.

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Nimetään myöhemmin.

## 800147P: Matematiikan perusmetodit I, 8 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Arhippainen, Jorma Eemil

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Aatos Lahtinen, Erkki Pehkonen**, Matematiikkaa soveltajille peruskurssi korkeakouluja varten , 1987

**Aatos Lahtinen, Erkki Pehkonen**, Matematiikkaa soveltajille peruskurssi korkeakouluja varten , 1988

**Adams, R. A.**, A Complete Course -Calculus, 4th edition.

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802161P Johdatus reaalfunktioihin 5.0 op

802154P Alkeisfunktiot 3.0 op

802155P Jatkuvuus ja raja-arvo 4.0 op

**Lähtötasovaatimus:**

**Laajuus:**

8 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suorittamisen jälkeen opiskelija osaa

- määrittellä ja käyttää reaalfunktioiden perusominaisuuksia
- ratkaista yhtälöitä, epä yhtälöitä sekä trigonometrisiä yhtälöitä
- tuntee peruslukualueiden laskutoimitukset
- määrittellä ja laskea funktion raja-arvon
- määrittellä ja tutkia funktion jatkuvuutta
- laskea erilaisten funktioiden derivaattoja sekä integraaleja
- selittää (ja laskea) erilaisten pyörähdyskappaleiden tilavuuksien ja integraalin yhteyden

**Sisältö:**

Kurssin tavoitteena on selvittää reaali muuttujan reaalfunktioiden perusteita, joita tarvitaan 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 integroimistekniikoihin, määrättyyn integraaliin ja niiden sovelluksiin, kuten alueiden pinta-alojen ja pyörähdyskappaleiden tilavuuksien sekä käyrän kaaren pituuden laskemisiin. Lisäksi kurssissa käsitellään kompleksilukujen ominaisuuksia.

**Toteutustavat:**

56 h luentoja, 42 h harjoituksia.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Lukion matematiikan (myös lyhyen) suorittaminen.

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Jorma Arhippainen.

## 801111P: Matematiikan perusmetodit I/mat, 10 op

**Voimassaolo:** - 01.02.2013

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen oppimateriaali:**

Adams, R. A., A Complete Course -Calculus, 4th edition.

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802154P	Alkeisfunktiot	3.0 op
802155P	Jatkuvuus ja raja-arvo	4.0 op
802156P	Derivaatta	4.0 op
ay801111P	Matematiikan perusmetodit (AVOIN YO)	10.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

1. vuoden syksy.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa Matematiikan perusmetodit I -kurssin keskeiset tulokset
- hallitsee erilaisten todistustekniikoiden käytön
- osaa käsitellä erityyppisiä funktioita ja hallitsee kompleksilukujen käytön
- ymmärtää raja-arvon ja jatkuvuuden käsitteet sekä hallitsee raja-arvojen määräämisen
- ymmärtää derivaatan merkityksen ja osaa soveltaa derivaattaa käytännössä
- hallitsee integraalifunktioiden määräämisen

**Sisältö:**

Kurssin keskeistä sisältöä ovat raja-arvon käsite, jatkuvuus, derivaatta ja sen sovellukset sekä integraalilaskenta.

Koska kurssilla tarkastellaan reaaliuuttujan reaaliarvoisia funktioita, on suurin osa käsitteistä tuttuja jo lukion kurseista. Differentiaali- ja integraalilaskennan perusteorian hallinta on välttämätöntä jatko-opintojen kannalta.

Kurssin päätavoitteena 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.

**Toteutustavat:**

70 h luentoja, 42 h laskuharjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Kurssi kuuluu ydinopintoihin. Se on pakollinen kaikilla linjoilla sekä matematiikan 15 ja 35 ov:n sivuainekokonaisuuksissa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Lukion laaja matematiikka.

**Oppimateriaali:**



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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai testit, vaihtoehtona suoraan loppukokeella.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Myllylä.

## 800117P: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille I, 7 op

**Voimassaolo:** - 01.02.2013

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Kari Myllylä

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Lähtötasovaatimus:**

**Laajuus:**

7 op

**Ajoitus:**

1. syksy.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija osaa

- käsitellä erityyppisiä funktioita ja hallitsee erilaisten yhtälöiden ja epäyhtälöiden ratkaisemisen
- määrittellä raja-arvon ja jatkuvuuden käsitteet sekä soveltaa niitä tarvittaessa
- määrittellä derivaatan merkityksen ja osaa soveltaa derivaattaa käytännössä
- laske erityyppisiä optimointitehtäviä
- on valmis hyödyntämään kaikkea edellä mainittua tulevissa taloustieteen kursseissaan

**Sisältö:**

Kurssin tavoitteena on luoda pohja taloustieteissä esiintyvälle matematiikalle. Kurssi aloitetaan kertaamalla lukiossa käsitellyt asiat kuten yhtälöt, epäyhtälöt, funktiot, funktioiden raja-arvo 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. Pääpaino on yhden muuttujan funktioiden optimoinnissa. Vaativimpana ääriarvotapauksena otetaan mukaan kahden muuttujan ja muutaman ehdon tapaus, jolloin on löydettävä funktiolle ääriarvot, kun lisäksi muuttujien on toteutettava tietyt yhtälö/epäyhtälöehdot.

**Toteutustavat:**

56 h luentoja ja 39 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen kaikille kauppatieteiden opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Lukion matematiikka.

**Oppimateriaali:**

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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Myllylä.

## 800118P: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille II, 7 op

**Voimassaolo:** - 31.07.2020

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Kari Myllylä

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802159P	Analyysin perusteet kauppatieteilijöille	5.0 op
802160P	Matriisit ja optimointi kauppatieteilijöille	5.0 op

**Lähtötasovaatimus:**

**Laajuus:**

7 op

**Ajoitus:**

1. kevät.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- hallitsee matriisien peruslaskutoimitukset ja ominaisuudet
- osaa hyödyntää matriiseja mm. yhtälöryhmien ratkaisemisessa, optimoinnissa ja erilaisten mallien rakentamisessa
- hallitsee lineaarisen optimoinnin perustapaukset
- osaa laskea kompleksiluvuilla
- hallitsee integraalifunktioiden määräämisen ja osaa soveltaa määrättyä integraalia mm. erilaisten pinta-alojen laskemisessa
- ymmärtää differentiaaliyhtälöiden ajatuksen ja osaa ratkaista erityyppisiä yhtälöitä
- ymmärtää differenssiyhtälöiden ajatuksen ja osaa ratkaista erityyppisiä yhtälöitä
- on valmis hyödyntämään kaikkea edellä mainittua tulevissa taloustieteen kursseissaan

**Sisältö:**

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 suorittamaan vaativia sidottuja ääriarvot tehtäviä. Tarkoituksena on ratkaista kurssilla Matematiikan perusteet taloustieteilijöille I (800117P) esiintyviä ääriarvot tehtäviä vaativimmat optimointitehtävät matriisien avulla. Matriisien avulla tutustutaan myös regressioanalyysin perusteisiin ja Panos-Tuotos -malliin. Lisäksi tullaan käsittelemään lineaarista optimointia ja sivuamaan jossain määrin ns. vektorimuotoista derivointia. Kurssin toinen tärkeä asia on integraalilaskenta ja sen sovellutukset. Integrointia tarvitaan mm. tutustuttaessa differentiaaliyhtälöihin. Tällöin käsitellään yhtälöitä, joissa esiintyy tuntematon funktio derivaattoineen. Kurssin lopussa käsitellään vielä hieman differenssiyhtälöitä.

**Toteutustavat:**

56 h luentoja ja 39 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen kansantaloustieteen ja laskentatoimen koulutusohjelmissa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille I.

**Oppimateriaali:**

Kurssia varten on myynnissä luentomoniste, joka suositellaan hankittavaksi. Kurssi ei vaadi omaa kirjallisuutta mutta lähde teoksena on käytetty Jean E Weberin kirjaa Mathematical Analysis; Business and Economic Applications.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Kari Myllylä.

## 800653S: Matriisiteoria, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintopakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen oppimateriaali:**

Lancaster, Peter , Theory of matrices with applications , 1985

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Lähtöasovaatimus:**

Lineaarialgebra I ja II (tai 800121P).

**Laajuus:**

10 op

**Sisältö:**

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: astehajotelma, hajotelma ala- ja yläkolmiomatriisin tulona, hajotelma hermiittisen ja unitaari-sen matriisin tulona, singulaariarvohajotelma, diagonaalimuoto, yläkolmiomuoto ja Jordan-muoto. Singulaariarvohajotelman sovellutuksena käsitellään mielivaltaisen kompleksisen  $m \times n$  -matriisin Moore-Penrose -inverssiä, joka yleistää tavallisen kääntematriisin 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.

**Toteutustavat:**

56 h luentoja, 28 h harjoituksia.

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste; P. Lancaster, M. Tismenetsky: The Theory of Matrices, Academic Press 1985.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Nimetään myöhemmin.

## 802631S: Moderni reaalianalyysi, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa modernin reaalianalyysin keskeiset tulokset.
- osaa soveltaa reaalianalyysin moderneja menetelmiä eri matematiikan alojen ongelmiin, kuten osittaisdifferentiaaliyhtälöiden teoriaan.

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään seuraavia aiheita: Lebesguen avaruudet (Hölderin ja Minkowskin epäyhtälöt, täydellisyys, duaaliavaruudet), Vitalin peitelause, Hardy-Littlewoodin maksimaalifunktio, approksimointi sileillä funktioilla konvoluution avulla, Lebesguen tiheyspistelause, Sobolevin epäyhtälöitä.

**Vastuuhenkilö:**

Nimetään myöhemmin.

## 801387A: Numeriikan peruskurssi I, 6 op

**Voimassaolo:** 01.03.2011 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Erkki Laitinen

**Opintokohteen oppimateriaali:**

Atkinson, Kendall, Elementary Numerical Analysis, 1993

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

Kurssi luennoidaan syksyisin.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- tehdä kohtuullisen tehokkaita tietokonealgoritmeja numeeristen perustehtävien ratkaisemiseksi.

- arvioida numeerisiin tuloksiin sisältyviä virhemahdollisuuksia

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään menetelmiä, joiden avulla pystytään ratkaisemaan tietokoneella tehtäviä, joiden analyyttinen ratkaiseminen on hankalaa tai mahdotonta. Kurssilla käsitellään mm. seuraavia aiheita: Tietokonearitmetiikka, epälineaarisen yhtälön ratkaiseminen, lineaariset yhtälöryhmät, interpolointi, numeerinen derivointi ja integrointi ja tavallisen differentiaaliyhtälön numeerinen ratkaiseminen.

**Toteutustavat:**

45h luentoja, 22h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Numeerisen matematiikan ratkaisumenetelmistä kiinnostuneelle kuulijakunnalle. Kurssi on pakollinen sovelletun matematiikan linjalla.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

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.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Laitinen.

## 800688S: Optimointiteoria, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Erkki Laitinen

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Luenberger, David G.** , Linear and nonlinear programming , 1984

**Peressini, Anthony L.** , Mathematics of nonlinear programming , 1988

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802666S Lineaarinen optimointi 5.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- tunnistaa oikeat menetelmät yleisimpien optimointiongelmien ratkaisemiseksi

- implementoida tyypillisimmät lineaarisen ja epälineaarisen optimoinnin ratkaisualgoritmit

**Sisältö:**

Optimointiteoria Kurssilla käsitellään menetelmiä joilla ratkaistaan keskeisiä tekniikan ja talouden optimointiongelmia. Kurssilla käsitellään mm. seuraavia aiheita: Lineaarinen optimointi, konveksit joukot ja funktiot ja epälineaarinen konvekssi optimointi. Menetelmiä tarkastellaan teoreettisesti sekä esitetään numeerisia algoritmeja tehtävien ratkaisemiseksi.

**Toteutustavat:**

56 h luentoja ja 28 h harjoituksia.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Laitinen.

## 800009Y: Pienryhmäohjaus, 2 op

**Opiskelumuoto:** Yleisopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

2 op

**Osaamistavoitteet:**

Jakson jälkeen opiskelija on tutustunut pienen opiskelijaryhmän ohjaamiseen sekä osaa suunnitella ja arvioida .  
Jakso jälkeen opiskelija on kehittänyt suunnittelu-, ohjaus- sekä organisointitaitojaan.

**Sisältö:**

Jakson aikana opiskelija toimii pienryhmän ohjaajana omassa koulutusohjelmassaan.

**Vastuuhenkilö:**

Opintoneuvoja

## 805646S: Pitkittäis- ja paneeliaineistojen analysointi, 5 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jussi Klemelä

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Peter J. Diggle et al.**, Analysis of longitudinal data , 2002

**Hsiao, Cheng** , Analysis of panel data , 2003

**McCulloch, Charles E.** , Generalized, linear, and mixed models , 2001

**Fitzmaurice, Garrett M.** , Applied longitudinal analysis , 2004

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

9 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suorittaneen opiskelijan on tarkoitus

- tuntea sekä jatkuvien että diskreettien vastemuuttujien kuvaamiseen käytettyjen sekamallien perusteoria
- kyetä soveltamaan näitä sekamalleja pitkittäisaineistojen analysointiin

**Sisältö:**

Kurssin tarkoituksena on perehdyttää kuulijat pitkittäis- ja paneeliaineistojen hyödyntämismahdollisuuksiin 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. Kurssin voi suorittaa myös aineopintotasoisena (805308A).

**Toteutustavat:**

52 h luentoja, 36 h harjoituksia; harjoituksissa analysoidaan lähinnä biologisiin ja taloudellisiin sovelluksiin liittyviä havaintoaineistoja.

**Oppimateriaali:**

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:**

Markku Rahiala.

## 805308A: Pitkittäis- ja paneeliaineistojen analysointi, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Peter J. Diggle et al.**, Analysis of longitudinal data , 2002

**Hsiao, Cheng** , Analysis of panel data , 2003

**McCulloch, Charles E.** , Generalized, linear, and mixed models , 2001

**Fitzmaurice, Garrett M.** , Applied longitudinal analysis , 2004

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

9 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suorittaneen opiskelijan on tarkoitus

- tuntea sekä jatkuvien että diskreettien vastemuuttujien kuvaamiseen käytettyjen sekamallien perusteoria
- kyetä soveltamaan näitä sekamalleja pitkittäisaineistojen analysointiin

**Sisältö:**

Kurssin tarkoituksena on perehdyttää kuulijat pitkittäis- ja paneeliaineistojen hyödyntämismahdollisuuksiin 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. Kurssin voi suorittaa myös syventävänä opintojaksona 805646S (vaativammin suoritettuna).

**Toteutustavat:**

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

**Oppimateriaali:**

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:**

Markku Rahiala.

## 800697S: Pro gradu -tutkielma, 20 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

20 op

**Sisältö:**

Tutkielman laajuus on aineenopettajilla 20 op. Tutkielman laatiminen vaatii syvällistä perehtymistä johonkin matematiikan tai sovelletun matematiikan alaan. Tutkielman aiheen antaa joku laitoksen professoreista tai muista opettajista sopimuksen mukaan (asiasta sovittava kyseisen oppiaineen professorin kanssa).

**Vastuuhenkilö:**

Laitoksen professorit ja muu opetushenkilökunta.

**800698S: Pro gradu -tutkielma, 30 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

30 op

**Sisältö:**

Tutkielman laajuus on muilla kuin aineenopettajilla on 30 op. Tutkielman laatiminen vaatii syvällistä perehtymistä johonkin matematiikan tai sovelletun matematiikan alaan. Tutkielman aiheen antaa joku laitoksen professoreista tai muista opettajista sopimuksen mukaan (asiasta sovittava kyseisen oppiaineen professorin kanssa).

**Vastuuhenkilö:**

Laitoksen professorit ja muu opetushenkilökunta.

**805642S: Pro gradu -tutkielma, 30 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Lopputyö

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** Lopputyö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

30 op

**Sisältö:**

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.

**Vastuuhenkilö:**

Tilastotieteen professorit ja muu opetushenkilökunta.

**805331A: Proseminaari, 6 op**

**Voimassaolo:** 23.04.2007 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

6 op

**Ajoitus:**

3. vuoden syksy tai kevät.

**Sisältö:**

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.

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Tilastotieteen pääaineopiskelijat sekä 25 ja 60 op:n sivuainekokonaisuutta suorittavat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Data-analyysin perusmenetelmät.

LuK-tutkinnon suorittavilla kypsyysnäyte liittyy proseminaarin aiheeseen.

**Vastuuhenkilö:**

Esa Läärä.

## 802355A: Renkaat, kunnat ja polynomit, 5 op

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Kari Myllylä

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

800333A Algebra I 8.0 op

Ei opintojaksokuvauksia.

## 800660S: Ryhmäteoria, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Niemenmaa Markku

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

- Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija
- käyttää erilaisia teoriaan liittyviä todistustekniikoita
- todistaa Sylowin lauseet ja soveltaa niitä
- todistaa ratkeavien ryhmien teoriaan liittyviä tuloksia

**Sisältö:**

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.

**Toteutustavat:**

Luentoja 56 h, harjoituksia 28 h.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Algebra I ja II.



**Oppimateriaali:**

Luentomoniste Ryhmäteoria sekä sen alussa mainitut kirjat.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Markku Niemenmaa.

**801346A: Salausmenetelmät, 4 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802336A Salausmenetelmät 5.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

Kurssi luennoidaan syksyisin.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- tuntee perinteisten salausmenetelmien periaatteet
- tuntee julkisen avaimen menetelmien (RSA, diskreetti logaritmi, selkäreppu) toiminnan
- tietää lukuteorian hyödyllisyyden ja sovellettavuuden salauksessa

**Sisältö:**

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 300-400 vuotta vanhat 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.

**Toteutustavat:**

Luentoja 27 h, harjoituksia 15 h.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Lukion matematiikka.

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Keijo Väänänen.

**802353A: Sarjat ja integraalit, 6 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Peter Hästö

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

800318A Integraali 5.0 op

802164P Sarjat ja integraali 5.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa käsitellä reaali lukusarjoja
- osaa erottaa jatkuvuuden ja tasaisen jatkuvuuden
- osaa määritellä ja laskea epäoleellinen Riemann integraali
- osaa käsitellä funktiojonoja ja sarjoja
- osaa derivoida ja integroida edellä mainittuja

**Sisältö:**

Kurssi on jatkoa ja syvennystä kurssille Matematiikan perusmetodit I (801111P, mat). Kurssilla hyödynnetään myös vahvemmin perustopologian menetelmiä jatkuvien funktioiden käsittelemisessä. Perustavoitteet, matemaattisen ajattelun kehittäminen ja laskurutiinin parantaminen, ovat samat kuin syksyn kurssilla.

### 806623S: Satunnaismallien teoria, 8 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Läärä Esa

**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

### 805398A: Satunnaismallien teoria, 8 op

**Voimassaolo:** - 01.09.2012

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Läärä Esa

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Severini, Thomas A.** , Elements of distribution theory , 2005

**Mood, Alexander M.** , Introduction to the theory of statistics , 1974

**Giri, Narayan C.** , Introduction to probability and statistics , 1975

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Ajoitus:**

Kurssi luennoidaan joka toinen vuosi.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

40 h luentoja, 27 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Tilastotieteen pääaineopiskelijat ja muut aiheesta kiinnostuneet.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Esa Läärä

## 801323A: Seminaari (LuK-tutkielma), 6 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

800331A Proseminaari 10.0 op

**Laajuus:**

6 op

**Sisältö:**

Seminaari on pienimuotoinen kirjallisuuteen pohjautuva työ, jonka tarkoituksena on tutustuttaa opiskelija matemaattiseen kirjallisuuteen ja erityisesti kiinnittää huomiota matemaattisen tekstin kirjoittamiseen hyvällä suomen kielellä sekä antaa valmiuksia itsenäiseen tiedonhakuun ja uuden tiedon tuottamiseen. Seminaarityö on LuK-tutkielma, joka esitellään suullisesti seminaari-istunnossa. Suositeltavaa on, että seminaarityö tehdään matemaattisen tekstin tuottamiseen kehitetyllä LaTeX-ladontaohjelmalla.

**Toteutustavat:**

Opiskelijat ilmoittautuvat lukukausien alussa seminaariryhmiin. Kullekin opiskelijalle annetaan aihe, josta laaditaan kirjallinen esitys ja pidetään suullinen esitelmä.

**Kohderyhmä:**

2. ja 3. vuoden opiskelijat.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

LuK-tutkintoon kuuluva kypsyysnäyte kirjoitetaan seminaarin aiheesta.

## 801645S: Sovelletun matematiikan erikoistyö, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

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

**Sisältö:**

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.

**Toteutustavat:**

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.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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 aihepiiriin pro gradu -työtä silmällä pitäen.

**Oppimateriaali:**

Hankitaan tapauskohtaisesti.

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Laitinen

## 802628S: Syventävien opintojen erikoiskurssi, 2 - 18 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Voidaan suorittaa useasti:** Kyllä

**Laajuus:**

2 - 18 op

## 802107P: Talousmatematiikka, 4 op

**Voimassaolo:** 01.09.2011 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802158P Matematiikkaa kauppatieteilijöille 7.0 op

**Laajuus:**

3 op

**Ajoitus:**

1. vuoden kevät.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija osaa

- ratkaista eri tyyppisiä korkolaskuja kuten yksinkertainen- korkoakorolle- ja jatkuvan koron tyyppiset korkolaskut.
- muodostaa erityyppisiä korkokantoja.
- ratkaista ja selvittää erilaisia laina- ja investointitehtäviä.
- muodostaa ja soveltaa erilaisia indeksilukuja.

**Sisältö:**

Kurssi aloitetaan finanssimatematiikalla, jonka aikana perehdytään erilaisiin korkolaskuihin. Tämän osion aikana selvitetään yksinkertainen-, korkoakorolle- ja jatkuvakorkolasku sekä perehdytään mm. annuiteettimenetelmään sekä investointien kannattavuuteen. Kurssin toinen osio sisältää indeksiteorian, jonka puitteissa tutustumme mm. kuluttajahintaindeksiin sekä indeksilukujen muodostamiseen sekä keskilukumallin että kokonaislukumallin avulla. Lisäksi perehdymme yksittäisistä indeksityypeistä mm. Laspeyresin, Paaschen, Marshall-Edgeworthin ja Fisherin indekseihin.

**Toteutustavat:**

30 h luentoja ja 24 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen markkinoinnin koulutusohjelman opiskelijoille. Suositeltava myös kansantaloustieteen ja laskentatoimen opiskelijoille.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille I.

**Oppimateriaali:**

Kurssia varten on myynnissä luentomoniste, joka suositellaan hankittavaksi.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Tero Vedenjuoksu

**802633S: Tilastollinen hahmontunnistus, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Lasse Holmström

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Duda, Richard O.** , Pattern classification , 2001

**Theodoridis, Sergios** , Pattern recognition , 2002

**Webb, A. R** , Statistical pattern recognition , 2002

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- kuvata tärkeimmät jatkuviin jakaumiin perustuvat klassiset luokittelu- ja piirteenirrotusmenetelmät.
- soveltaa näitä menetelmiä käytännön ongelmiin.
- johtaa eräitä luokittimia ja piirteenirrottimia motivoivat matemaattiset tulokset.

**Sisältö:**

Hahmontunnistus on mittausten ja havaintojen tekemistä luonnollisista kohteista, näiden mittausten analysointia sekä kohteiden tunnistamista analyysin perusteella. Kurssi esittelee tilastollisen hahmontunnistuksen käsitteistöä ja teoriaa, jossa painopiste on todennäköisyysteoriaan perustuvassa kohteiden luokittelussa mittauksista johdettujen piirteiden perustella.

**Toteutustavat:**

Luentoja 42 h ja harjoituksia 28 h.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

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. Koutroumbas. Pattern Recognition. Academic Press, 1999.

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Lasse Holmström.

**805310A: Tilastollinen päättely I, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Pawitan, Yudi** , In all likelihood statistical modelling and inference using likelihood , 2001

**Sprott, D. A.** , Statistical inference in science , 2000

**Kalbfleisch, J. G.** , Probability and statistical inference , 1985

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

805349A Uskottavuuspäätely 5.0 op

805350A Estimointi- ja testiteoria 5.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

2. tai 3. opintovuoden kevät.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

56 h luentoja ja 42 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Tilastotieteen pääaineopiskelijat, 60 op sivuaine kokonaisuutta suorittavat sekä muut asiasta kiinnostuneet. HUOM! Kurssi luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran vuonna 2008.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

Tarvitaan esitietoina lähes kaikilla muilla tilastotieteen aine- ja syventävien opintojen kursseilla.

**Oppimateriaali:**

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.

**Vastuuhenkilö:**

Hyon-Jung Kim-Ollila.

## 805611S: Tilastollinen päättely II, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jussi Klemelä

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Lehmann, E. L.** , Theory of point estimation , 2001

**Migon, H. S.** , Statistical inference: an integrated approach , 1999

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

805627S Tilastollisen päättelyn teoria 5.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

Kurssi on tarkoitettu suorittaa kolmantena tai neljäntenä opiskeluvuotena. Kurssi luennoidaan joka toinen kevätlukukausi, seuraavan kerran keväällä 2009.

**Sisältö:**

Kurssilla keskitytään lähinnä parametriin malleihin perustuviin päättelyperiaatteisiin, erityisesti likelihood-päättelyyn ja Bayespäättelyyn. 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 päättelymenetelmiä.

**Toteutustavat:**

52 h luentoja, 36 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen tilastotieteen pääaineopiskelijoilla FM-tutkinnossa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Hyon-Jung Kim-Ollila.

## 806109P: Tilastotieteen perusmenetelmät I, 9 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Jari Päckilä

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Grönroos, Matti (2)** , Johdatus tilastotieteeseen kuvailu, mallit ja päättely , 2003

**Heikkilä, Tarja** , Tilastollinen tutkimus , 1998

**Helenius, Hans** , Tilastollisten menetelmien perustiedot , 1989

**Ranta, Esa (2)** , Biometria tilastotiedettä ekologeille , 1991

**Wild, Christopher J.** , Chance encounters a first course in data analysis and inference , 2000

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

806119P	Tilastotieteen jatkokurssi	5.0 op
806116P	Tilastotiedettä kauppatieteilijöille	5.0 op
806117P	Jatkuvan vastemuuttujan analyysi	5.0 op
ay806109P	Tilastotieteen perusmenetelmät I (AVOIN YO)	9.0 op

**Laajuus:**

9 op

**Ajoitus:**

Syyslukukaudella.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa havaintoaineiston hankinnan ja kuvailun perusmenetelmät
- osaa soveltaa tilastollisen päättelyn menetelmiä muutamissa yksinkertaisissa tilanteissa
- osaa tulkita tilastollisen ohjelmiston tulostusta

**Sisältö:**

Kurssilla tutustutaan erilaisiin havaintoaineiston hankintamenetelmiin (otanta, koesuunnittelu) ja opitaan kuvailemaan saatua aineistoa sopivin tilastollisin menetelmin (taulukot, graafiset esitykset, tunnusluvut). Kurssilla tutustutaan myös tilastollisen päättelyn (estimointi, merkitsevyydestaus) perusteisiin ja esitellään joitakin yleisesti käytettyjä merkitsevyydestestejä ja luottamusvälejä. Lisäksi kurssi antaa valmiudet jonkin tilastollisen ohjelmiston käyttöön aineistojen analysoinnissa. Kurssilla käsiteltävät esimerkit liittyvät taloustieteisiin, mutta vastaa muuten sisällöltään kurssia 806110P.

**Toteutustavat:**

52 h luentoja, 46 h harjoituksia, omatoimista opiskelua.

**Kohderyhmä:**

Monien eri koulutusohjelmien opiskelijat, sopiva opintovuosi riippuu koulutusohjelmasta.

**Oppimateriaali:**

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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

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

## 806110P: Tilastotieteen perusmenetelmät II, 10 op

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Armitage, P.** , Statistical methods in medical research , 2002

**Grönroos, Matti (2)** , Johdatus tilastotieteeseen kuvailu, mallit ja päättely , 2003

**Ranta, Esa (2)** , Biometria tilastotiedettä ekologeille , 1991

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Ajoitus:**

Kevätlukukaudella.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- analysoida jatkuvaa ja luokitettua vastemuuttujaa tavallisimmissa tutkimusasetelmissä
- arvioida kriittisesti valittua mallia
- käyttää tilastollista ohjelmistoa

**Sisältö:**

Kurssilla laajennetaan ja syvennetään valmiuksia tehdä tilastollisia analyysyjä tavanomaisten kokeellisten ja epäkokeellisten tutkimusaineistojen havain-toaineistoista. Käsiteltäviä aiheita ovat mm. jatkuvan vastemuuttujan analyysin perusmenetelmät kuten kahden ryhmän vertailu, yksi- ja kaksisuuntainen varianssianalyysi, regressioanalyysi, residuaalit ja mallidiagnostiikka; parametrittomat menetelmät; korreloivien ja elinaikaa kuvaavien (sensuroitujen) havaintojen käsittely; sekä kaksiarvoisten, luokiteltujen ja lukumäärämuuttujien analyysin perusmenetelmät.

**Toteutustavat:**

56 h luentoja, 42 h harjoituksia, omatoimista opiskelua.

**Kohderyhmä:**

Monien eri koulutusohjelmien opiskelijat, sopiva opintovuosi riippuu koulutusohjelmasta.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Tilastotieteen perusmenetelmät I.

**Oppimateriaali:**

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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Marjatta Mankinen.

## 806113P: Tilastotieteen perusteet A, 5 op

**Voimassaolo:** 01.01.2011 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Läärä Esa



**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Wild, Christopher J.** , Chance encounters a first course in data analysis and inference , 2000

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

806118P	Johdatus tilastotieteeseen	5.0 op
806119P	Tilastotieteen jatkokurssi	5.0 op
806116P	Tilastotiedettä kauppatieteilijöille	5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Ajoitus:**

1. opiskeluvuoden kevät. Opintojakso luennoidaan joka kevätlukukausi.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin tavoitteena on hankkia valmiudet kuvailevan tilastotieteen ja tilastollisen päättelyn menetelmien käyttöön yksinkertaisimmissa yksiulotteisissa sovel-lustilanteissa.

**Sisältö:**

Kurssin tavoitteena on hankkia valmiudet kuvailevan tilastotieteen ja tilastollisen päättelyn menetelmien käyttöön yksinkertaisimmissa yksiulotteisissa sovellustilanteissa. Kurssilla opitaan kuvailemaan aineistoa erilaisten taulukoiden, kuvioiden ja tunnuslukujen avulla sekä perehdytään tärkeimpiin todennäköisyysjakaumiin ja tilastollisen päättelyn peruseräisiin (mm. piste- ja väliestimointi, tilastollinen testaus). Kurssilla tutustutaan myös johonkin tilastolliseen ohjelmistoon (esim. R-ympäristöön).

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, 24 h harjoituksia. Harjoituksista 16 h on luokkaharjoituksia ja 8 h mikroluokkaharjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Tilastotieteen pääaineopiskelijat sekä muiden linjojen opiskelijat matemaattisten tieteiden koulutusohjelmassa.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Matematiikan perusmenetelmät I suositeltava.

Suoritetaan ensimmäisenä tilastotieteen opintojaksona.

**Oppimateriaali:**

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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Jari Päckilä.

**801396A: Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Nordström Kenneth

**Opintokohteen oppimateriaali:**

**Tuominen, P.**, Todennäköisyyslaskenta, osa 1, 1993

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

2. vuoden syksy.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- todennäköisyysteoriaa syvemmin kuin peruskurssin jälkeen

- soveltaa erilaisia stokastisia malleja

- johtaa esiteltäviin uusiin käsitteisiin liittyvät teoreettiset perustulokset

**Sisältö:**

Kurssi on suoraa jatkoa Todennäköisyyslaskennan peruskurssille. Uusina asioina tulevat mm. jakauman momentit, todennäköisyysgeneroiva funktio, suurten lukujen laki, keskeinen raja-arvolause sekä kaksiulotteiset jakaumat.

**Toteutustavat:**

24 h luentoja, 12 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Valinnainen kaikilla linjoilla. Suositellaan erityisesti tilastotieteen pääaineopiskelijoille sekä matematiikan ja tietotekniikan linjan valitseville.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Todennäköisyyslaskennan peruskurssi ja Analyysi I.

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Lasse Holmström.

## 801195P: Todennäköisyyslaskennan peruskurssi, 5 op

**Voimassaolo:** 01.01.2011 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opintokohteen oppimateriaali:**

Tuominen, P., Todennäköisyyslaskenta, osa 1, 1993

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Ajoitus:**

2. v. syksy.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- ratkaista yksinkertaisia, todennäköisyyteen liittyviä käytännön ongelmia
- ratkaista yksikertaisia, todennäköisyyteen liittyviä teoreettisia ongelmia
- johtaa todennäköisyyden perusominaisuuksia aksiomista lähtien

**Sisältö:**

Kurssi on johdatus todennäköisyyslaskentaan. Jo lukiokurssista tutut asiat kerrataan ja sitten siirrytään aksiomaattiseen teorian kehittelyyn. Keskeiset käsitteet ovat todennäköisyysavaruus, ehdollinen todennäköisyys, riippumattomuus, satunnaismuuttuja sekä sen jakauma ja odotusarvo.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, 16 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

pakollinen tilastotieteen pääaineopiskelijoille.

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kaksi välikoetta tai loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Lasse Holmström.

## 800329A: Topologia, 8 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Mahmoud Filali

**Opintokohteen oppimateriaali:**

Vala K., Suominen K., Topologia I, 1990

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

8 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija kykenee osallistumaan täysipainoisesti haastavimmille topologian ja analyysin kursseille.

**Sisältö:**

Kurssi käy läpi perusteet topologiasta, jotka kuuluvat jokaisen opiskelijan yleistietämykseen. Kurssi alkaa joukko-opilla ja siirtyy tarkastelemaan metrisiä ja topologisia avaruuksia. Kurssin aikana tarkastellaan suppenevuutta ja jatkuvuutta metrisissä sekä yleisissä topologisissa avaruuksissa. Separoituvuusaksioomat sekä kompaktit topologiset avaruudet tulevat myös tutuksi. Loppuosassa kurssia tutustutaan yhtenäisiin topologisiin avaruuksiin. Kurssilla käydään läpi mm. seuraavat matematiikan perustulokset: Bairen lause, Urysohnin lemma, Tietzen laajennuslause sekä Tychonoffin lause.

**Toteutustavat:**

56 h luentoja ja 42 h harjoituksia.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Analyysi I ja Lineaarialgebra I,II.

**Oppimateriaali:**

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

**Vastuuhenkilö:**

Mahmoud Filali.

## 801643S: Topologia II, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Mahmoud Filali

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suorittamisen jälkeen opiskelija omaa tiedot ja taidot hastaavampien kurssien sekä mm. abstraktin harmonisen analyysin tutkimusseminaarien seuraamiseen.

**Sisältö:**

This is an advanced course, aimed to final year students and to postgraduate students. The course covers topological groups and their uniform structures; subgroups, Quotient groups and product groups; and invariant pseudo-metrics on groups. The last part of the course presents some basics on compact semigroups with some examples such as Ellis group and semigroup compactifications

**Vastuuhenkilö:**

Mahmoud Filali

## 802327A: Tuutorointi, 4 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl

**Opettajat:** Kari Myllylä

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

800324A Harjoittelu 5.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- ymmärtää että hyvä opetus edellyttää opettajalta hyvää opetettavan aineen hallintaa
- on saanut kokemusta matematiikan opettamisesta ja neuvomisesta
- kykenee hallitsemaan erilaisia opetustilanteita

**Sisältö:**

Tuutorointi on Matemaattisten tieteiden laitoksella tapahtuvaa opintojen ohjaus -toimintaa. Tuutorit päivystävät laitoksella sijaitsevassa tuutortuvassa ja opastavat muita opiskelijoita kurssien oppisisältöön liittyvissä ongelmissa. Tuutorien tärkeänä tehtävänä on auttaa 1. vuosikurssin opiskelijoita laskuharjoitusten ratkaisemisessa (Perusmetodit 1, Lineaarialgebra ja Analyysi 1), jotta opiskelijat kykenisivät ratkaisemaan harjoitustehtäviä valmiiksi jo laskuharjoituksiin mennessään. Osa tuutoreista on toiminut myös ns. apuopettajina Algebra 1 -kurssin laskuharjoituksissa auttaen opiskelijoita ratkaisemaan harjoitustehtäviä itsenäisesti.

**Vastuhenkilö:**

Kari Myllylä