

# Opasraportti

## LuTK - Matemaattisten tieteiden koulutusohjelma (2012 - 2013)

### LuK-tutkinto (180 op)

LuK-tutkinnossa pääaine voi olla joko matematiikka tai tilastotiede. LuK-tutkinto koostuu pääaineen perus- ja aineopinnoista sekä niitä tukevista opinnoista, jotka voivat olla sivuaineopintoja, kieli- ja viestintäopintoja, harjoittelua tai muita opintoja. LuK-tutkintoon on sisällytettävä minimissään kaksi vähintään 25 op sivuainekokonaisuutta tai vaihtoehtoisesti yksi vähintään 60 op sivuainekokonaisuus.

**Huom.** Syventäviä opintoja ei voi LuK-tutkintoon sisällyttää, mutta niiden suorittaminen on kuitenkin mahdollista ja suositeltavaa jo LuK-vaiheessa.

LuK-tutkinnon suorittamisen jälkeen opiskelija pystyy

- kuvaamaan ja käyttämään keskeiset matemaattiset määritelmät ja tulokset.
- suunnitella todistuksia sopivia määritelmiä ja tuloksia käyttäen.
- konstruoida täsmällisiä loogisia argumentteja.
- käyttää kvantitatiivisia menetelmiä ongelmien ratkaisussa.
- kuvata matemaattisia ideoita suullisesti ja/tai kirjallisesti.

### Pääaineena matematiikka:

Kurssidiagrammista näkyvät luonnontieteiden kandidaatin tutkinnon (LuK) rakenne lukukausittain (syys-/kevätlukukausi) eri vaihtoehdoissa sekä vaadittavat opintojaksot opintopisteineen.

V1, Syksy	802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn 5 op 802154P Alkeisfunktiot 3 op 802155P Raja-arvo ja jatkuvuus 4 op 802156P Derivaatta 4 op 802118P Lineaarialgebra I 4 op 801195P Todennäköisyysslaskennan peruskurssi 5 op 800008Y Orientoivat opinnot 2 op Muita pää- tai sivuaineopintoja vähintään 3 op
V1, Kevät	802352A Euklidinen topologia 4 op (TAI laajempi Metrinen topologia 5 op) 802354A Lukuteoria ja ryhmät 5 op 806113P Tilastotieteen perusteet 5 op

	802353A Sarjat ja integraalit 6 op 802119P Lineaarialgebra II 5 op 902002Y Englannin kieli 1 2 op Muita pää- tai sivuaineopintoja vähintään 3 op
V2, Syksy	800322A Moniulotteinen analyysi 8 op 802355A Renkaat, kunnat ja polynomit 5 op Pää- tai sivuaineopintoja vähintään 17 op
V2, Kevät	902004Y Englannin kieli 2 2 op Pää- ja sivuaineopintoja vähintään 28 op
V3, Syksy	901004Y Ruotsin kieli 2 op Pää- tai sivuaineopintoja vähintään 28 op
V3, Kevät	801323A Proseminaari 6 op Muita pää- tai sivuaineopintoja vähintään 24 op

### Pääaineena tilastotiede:

Kurssidiagrammista näkyvät luonnontieteiden kandidaatin tutkinnon (LuK) rakenne lukukausittain (syys-/kevätlukukausi) eri vaihtoehdoissa sekä vaadittavat opintojaksot opintopisteineen.

V1, Syksy	802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn 5 op 802154P Alkeisfunktiot 3 op 802155P Raja-arvo ja jatkuvuus 4 op 802156P Derivaatta 4 op 802118P Lineaarialgebra I 4 op 801195P Todennäköisyyslaskennan peruskurssi 5 op 800008Y Orientoivat opinnot 2 op Muita pää- tai sivuaineopintoja vähintään 3 op
V1, Kevät	802352A Euklidinen topologia 4 op (TAI laajempi Metrinen topologia 5 op) 802354A Lukuteoria ja ryhmät 5 op 806113P Tilastotieteen perusteet 5 op 802353A Sarjat ja integraalit 6 op 802119P Lineaarialgebra II 5 op

	902002Y Englannin kieli 1 2 op Muita pää- tai sivuaineopintoja vähintään 3 op
V2, Syksy	800322A Moniulotteinen analyysi 8 op 802355A Renkaat, kunnat ja polynomit 5 op 806112P Data-analyysin perusmenetelmät 10 op Muita pää- tai sivuaineopintoja vähintään 7 op
V2, Kevät	Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi 5 op 805310A Tilastollinen päättely I 10 op tai 806359A Regressiomallitus 10 op Muita pää- ja sivuaineopintoja vähintään 13 op 902004Y Englannin kieli 2 2 op
V3, Syksy	Tilastolliset ohjelmistot 4 op Muita pää- tai sivuaineopintoja vähintään 24 op 901004Y Ruotsin kieli 2 op
V3, Kevät	805310A Tilastollinen päättely I 10 op tai 806359A Regressiomallitus 10 op 805331A Proseminaari ja LuK-tutkielma 6 op Muita pää- tai sivuaineopintoja vähintään 14 op

Tarkemmat tiedot ja tutkintovaatimukset löytyvät [opinto-oppaasta](#) sekä kohdasta Tutkintorakenteet.

## Tutkintorakenteet

### FM-tutkinto (Matematiikan linja)

Tutkintorakenteen tila: arkistoitu

Lukuvuosi: 2012-13

Lukuvuoden alkamispäivämäärä: 01.08.2012

#### Pakolliset syventävät opinnot (vähintään 30 op)

FM-tutkintoon kuuluvia pääaineen syventäviä opintoja on vähintään 80 op. Kaikille pakollinen Pro gradu -tutkielma on linjalla 30 op laajuinen. Muita syventäviä opintoja on valittava vähintään 50 op (ks. kohta "Valinnaiset syventävät opinnot"). Pro gradu -tutkielman aihe ja syventävien kurssien valinnasta kannattaa keskustella opintoneuvojan tai graduohjaajan kanssa.

800698S: Pro gradu -tutkielma, 30 op

## Valinnaiset syventävät opinnot (vähintään 50 op)

Valitse vähintään 50 op valinnaisia syventäviä opintojaksoja. Kaikki syventävät kurssit/opintojaksot eivät välttämättä näy listassa. Mikäli listalta puuttuu suunnittelemasi kurssi, niin ota yhteyttä laitoksen amanuussiin.

H325003: Matematiikan valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op

### *Vapaavalintaisuus*

- 802653S: Lebesguen mitta- ja integraaliteoria, 5 op
- 801698S: Kryptografia, 5 op
- 802655S: Ketjumurtoluvut, 5 op
- 802644S: Johdatus funktioanalyysiin, 10 op
- 802636S: Informaatioteoria, 10 op
- 802635S: Introduction to partial differential equations, 10 op
- 802652S: Hilbert avaruudet, 5 op
- 800651S: Funktionaalianalyysi, 10 op
- 802629S: Funktioiden estimointi, 10 op
- 800674S: Fourier transform and distributions, 10 op
- 802647S: Fourier series and the discrete Fourier transform, 10 op
- 802656S: Algebralliset luvut, 5 op
- 802637S: Advanced Problem Solving, 2 - 6 op
- 802645S: Lukuteoria A, 5 op
- 802646S: Lukuteoria B, 5 op
- 802631S: Moderni reaalianalyysi, 10 op
- 800688S: Optimointiteoria, 10 op
- 800660S: Ryhmäteoria, 10 op
- 802633S: Tilastollinen hahmontunnistus, 10 op
- 801643S: Topologia II, 10 op
- 802651S: Abstrakti mittateoria, 5 op
- 802650S: Fraktaaligeometria, 10 op

H326603: Tilastotieteen valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op

### *Vapaavalintaisuus*

- 805609S: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 9 op
- 805646S: Pitkittäis- ja paneelaineistojen analysointi, 5 op
- 805679S: Aikasarja-analyysi, 5 op
- 805683S: Ekonometrian tilastolliset perusteet, 5 - 6 op
- 805681S: Yleistetyt lineaariset mallit, 9 op
- 805699S: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 8 op
- 806618S: Laskennallisesti intensiiviset tilastolliset menetelmät, 9 op
- 806621S: Spatial Data Analysis, 10 op
- 806628S: Rahoituksen tilastotiede, 5 op
- 806629S: Johdatus otantamenetelmiin, 4 op
- 806630S: Markkinariskin analyysi, 5 op
- 805651S: Stokastiset prosessit, 10 op
- 806622S: Todennäköisyys, 10 op
- 805611S: Tilastollinen päättely II, 10 op

## Sivuaineopinnot

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

## Muut opinnot

## FM-tutkinto (Aineenopettajan linja)

Tutkintorakenteen tila: arkistoitu

Lukuvuosi: 2012-13

Lukuvuoden alkamispäivämäärä: 01.08.2012

## Pakolliset syventävät opinnot (vähintään 30 op)

Aineenopettajan linjalla FM-tutkintoon kuuluvia pääaineen syventäviä opintoja on vähintään 60 op. Kaikille pakollinen Pro gradu -tutkielma on aineenopettajan linjalla 20 op laajuinen. Lisäksi aineenopettajan linjalla on pakollisena kurssina Aineenopettajan erikoistyö (10 op). Muita syventäviä opintoja on valittava vähintään 30 op (ks. kohta "Valinnaiset syventävät opinnot").

Pro gradu -tutkielman aihe ja syventävien kurssien valinnasta kannattaa keskustella opintoneuvojan tai graduohjaajan kanssa.

**Huom.** Linjalla opiskelevat voivat korvata enintään 10 op matematiikan syventäviä opintoja vastaavalla määrällä aineopintotason opintojaksoja.

802632S: Aineenopettajan erikoistyö, 10 op

800698S: Pro gradu -tutkielma, 30 op

## Valinnaiset syventävät opinnot (vähintään 50 op)

Valitse vähintään 30 op valinnaisia syventäviä opintojaksoja. Kaikki syventävät kurssit/opintojaksot eivät välttämättä näy listassa. Mikäli listalta puuttuu suunnittelemasi kurssi, niin ota yhteyttä laitoksen amanuenssiin.

H325003: Matematiikan valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op

### *Vapaavalintaisuus*

802653S: Lebesguen mitta- ja integraaliteoria, 5 op

801698S: Kryptografia, 5 op

802655S: Ketjumurtoluvut, 5 op

802644S: Johdatus funktioanalyyysiin, 10 op

802636S: Informaatioteoria, 10 op

802635S: Introduction to partial differential equations, 10 op

802652S: Hilbert avaruudet, 5 op

800651S: Funktionaalianalyysi, 10 op

802629S: Funktioiden estimointi, 10 op

800674S: Fourier transform and distributions, 10 op

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

802656S: Algebralliset luvut, 5 op

802637S: Advanced Problem Solving, 2 - 6 op

802645S: Lukuteoria A, 5 op

802646S: Lukuteoria B, 5 op

802631S: Moderni reaalianalyysi, 10 op

800688S: Optimointiteoria, 10 op

800660S: Ryhmäteoria, 10 op

802633S: Tilastollinen hahmontunnistus, 10 op

801643S: Topologia II, 10 op

802651S: Abstrakti mittateoria, 5 op

802650S: Fraktaaligeometria, 10 op

H326603: Tilastotieteen valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op

### *Vapaavalintaisuus*

805609S: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 9 op

805646S: Pitkittäis- ja paneeliaineistojen analysointi, 5 op

805679S: Aikasarja-analyysi, 5 op

805683S: Ekonometrian tilastolliset perusteet, 5 - 6 op

805681S: Yleistetyt lineaariset mallit, 9 op

805699S: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 8 op

806618S: Laskennallisesti intensiiviset tilastolliset menetelmät, 9 op

806621S: Spatial Data Analysis, 10 op

806628S: Rahoituksen tilastotiede, 5 op

806629S: Johdatus otantamenetelmiin, 4 op  
 806630S: Markkinariskin analyysi, 5 op  
 805651S: Stokastiset prosessit, 10 op  
 806622S: Todennäköisyys, 10 op  
 805611S: Tilastollinen päättely II, 10 op

## Sivuaineopinnot

Aineenopettajan tutkintoon kuuluu pakollisia pääaineopintoja matematiikassa sekä opintoja toisessa opetettavassa aineissa (pakollinen aineenopettajan sivuainekokonaisuus 60 op), joka voi olla esimerkiksi fysiikka, kemia tai tietotekniikka. Lisäksi tutkintoon tulee sisältyä 60 op:n laajuiset opettajan pedagogiset opinnot (ks. KTK - Opettajan pedagogiset opinnot). Osa pedagogisista opinnoista ja toisen opetettavan aineen opinnoista sisältyy jo LuK-tutkintoon.

### Pakolliset sivuaineet:

- Pedagogiset opinnot 60 op
- Toinen opetettava aine 60 op (esim. fysiikka, kemia, tietojenkäsittelytiede)

## Muut opinnot

## FM-tutkinto (Sovelletun matematiikan linja)

Tutkintorakenteen tila: arkistoitu

Lukuvuosi: 2012-13

Lukuvuoden alkamispäivämäärä: 01.08.2012

### Pakolliset syventävät opinnot (vähintään 30 op)

FM-tutkintoon kuuluvia pääaineen syventäviä opintoja on vähintään 80 op. Kaikille pakollinen Pro gradu -tutkielma on linjalla 30 op laajuinen. Muita syventäviä opintoja on valittava vähintään 50 op (ks. kohta "Valinnaiset syventävät opinnot"). Pro gradu -tutkielman aihe ja syventävien kurssien valinnasta kannattaa keskustella opintoneuvojan tai graduohjaajan kanssa.

### Täydentävät opinnot

LuK-tutkintoa täydentäen tarvittaessa vähintään toisella seuraavista opintojaksoista:

- Numeerisen laskennan peruskurssi (801344A, 8 op)
- Matemaattiset ohjelmistot (802364A, 6 op)

800698S: Pro gradu -tutkielma, 30 op

### Valinnaiset syventävät opinnot (vähintään 50 op)

Valitse vähintään 50 op valinnaisia syventäviä opintojaksoja. Kaikki syventävät kurssit/opintojaksot eivät välttämättä näy listassa. Mikäli listalta puuttuu suunnittelemasi kurssi, niin ota yhteyttä laitoksen amanuenssiin. Syventävien kurssien valinnasta kannattaa keskustella opintoneuvojan tai graduohjaajan kanssa.

H325003: Matematiikan valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op

#### *Vapaavalintaisuus*

802653S: Lebesguen mitta- ja integraaliteoria, 5 op  
 801698S: Kryptografia, 5 op  
 802655S: Ketjumurtoluvut, 5 op  
 802644S: Johdatus funktioanalyysiin, 10 op  
 802636S: Informaatioteoria, 10 op

- 802635S: Introduction to partial differential equations, 10 op
- 802652S: Hilbert avaruudet, 5 op
- 800651S: Funktionaalianalyysi, 10 op
- 802629S: Funktioiden estimointi, 10 op
- 800674S: Fourier transform and distributions, 10 op
- 802647S: Fourier series and the discrete Fourier transform, 10 op
- 802656S: Algebralliset luvut, 5 op
- 802637S: Advanced Problem Solving, 2 - 6 op
- 802645S: Lukuteoria A, 5 op
- 802646S: Lukuteoria B, 5 op
- 802631S: Moderni reaalianalyysi, 10 op
- 800688S: Optimointiteoria, 10 op
- 800660S: Ryhmäteoria, 10 op
- 802633S: Tilastollinen hahmontunnistus, 10 op
- 801643S: Topologia II, 10 op
- 802651S: Abstrakti mittateoria, 5 op
- 802650S: Fraktaaligeometria, 10 op

H326603: Tilastotieteen valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op

#### *Vapaavalintaisuus*

- 805609S: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 9 op
- 805646S: Pitkittäis- ja paneelaineistojen analysointi, 5 op
- 805679S: Aikasarja-analyysi, 5 op
- 805683S: Ekonometrian tilastolliset perusteet, 5 - 6 op
- 805681S: Yleistetyt lineaariset mallit, 9 op
- 805699S: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 8 op
- 806618S: Laskennallisesti intensiiviset tilastolliset menetelmät, 9 op
- 806621S: Spatial Data Analysis, 10 op
- 806628S: Rahoituksen tilastotiede, 5 op
- 806629S: Johdatus otantamenetelmiin, 4 op
- 806630S: Markkinariskin analyysi, 5 op
- 805651S: Stokastiset prosessit, 10 op
- 806622S: Todennäköisyys, 10 op
- 805611S: Tilastollinen päättely II, 10 op

## **Sivuaineopinnot**

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

## **Muut opinnot**

## **FM-tutkinto (Matematiikan ja tietotekniikan linja)**

Tutkintorakenteen tila: arkistoitu

Lukuvuosi: 2012-13

Lukuvuoden alkamispäivämäärä: 01.08.2012

## **Pakolliset syventävät opinnot (vähintään 30 op)**

FM-tutkintoon kuuluvia pääaineen syventäviä opintoja on vähintään 80 op. Kaikille pakollinen Pro gradu -tutkielma on linjalla 30 op laajuinen. Muita syventäviä opintoja on valittava vähintään 50 op (ks. kohta "Valinnaiset syventävät opinnot"). Pro gradu -tutkielman aihe ja syventävien kurssien valinnasta kannattaa keskustella opintoneuvojan tai graduohjaajan kanssa.

### Täydentävät opinnot tarvittaessa:

Syventävien opintojen lisäksi tarvittaessa 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 (806112P, 10 op)
- Tilastollinen päättely I (805310A, 10op)

2) Tietojenkäsittelytieteen 60 opintopisteen sivuainekokonaisuus (Katso lisätiedot TOL:n opinto-oppaasta)

800698S: Pro gradu -tutkielma, 30 op

### Valinnaiset syventävät opinnot (vähintään 50 op)

Valitse vähintään 50 op valinnaisia syventäviä opintojaksoja. Kaikki syventävät kurssit/opintojaksot eivät välttämättä näy listassa. Mikäli listalta puuttuu suunnittelemasi kurssi, niin ota yhteyttä laitoksen amanuenssiin.

H325003: Matematiikan valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op

#### *Vapaavalintaisuus*

- 802653S: Lebesguen mitta- ja integraaliteoria, 5 op
- 801698S: Kryptografia, 5 op
- 802655S: Ketjumurtoluvut, 5 op
- 802644S: Johdatus funktioanalyysiin, 10 op
- 802636S: Informaatioteoria, 10 op
- 802635S: Introduction to partial differential equations, 10 op
- 802652S: Hilbert avaruudet, 5 op
- 800651S: Funktionaalianalyysi, 10 op
- 802629S: Funktioiden estimointi, 10 op
- 800674S: Fourier transform and distributions, 10 op
- 802647S: Fourier series and the discrete Fourier transform, 10 op
- 802656S: Algebralliset luvut, 5 op
- 802637S: Advanced Problem Solving, 2 - 6 op
- 802645S: Lukuteoria A, 5 op
- 802646S: Lukuteoria B, 5 op
- 802631S: Moderni reaalianalyysi, 10 op
- 800688S: Optimointiteoria, 10 op
- 800660S: Ryhmäteoria, 10 op
- 802633S: Tilastollinen hahmontunnistus, 10 op
- 801643S: Topologia II, 10 op
- 802651S: Abstrakti mittateoria, 5 op
- 802650S: Fraktaaligeometria, 10 op

H326603: Tilastotieteen valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op

#### *Vapaavalintaisuus*

- 805609S: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 9 op
- 805646S: Pitkittäis- ja paneelidatoiden analysointi, 5 op
- 805679S: Aikasarja-analyysi, 5 op
- 805683S: Ekonometrian tilastolliset perusteet, 5 - 6 op
- 805681S: Yleistetyt lineaariset mallit, 9 op
- 805699S: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 8 op
- 806618S: Laskennallisesti intensiiviset tilastolliset menetelmät, 9 op
- 806621S: Spatial Data Analysis, 10 op
- 806628S: Rahoituksen tilastotiede, 5 op
- 806629S: Johdatus otantamenetelmiin, 4 op
- 806630S: Markkinariskien analyysi, 5 op



805651S: Stokastiset prosessit, 10 op  
 806622S: Todennäköisyys, 10 op  
 805611S: Tilastollinen päättely II, 10 op

## Sivuaineopinnot

Matematiikan ja tietotekniikan linja kouluttaa matematiikan osaajia teollisuuden ja tutkimusyksiköiden palvelukseen erityisesti informaatio teknologian alalla. Linjalla korostuu matemaattisten menetelmien syvälinen hallinta sekä laaja osaaminen yhdistettynä matematiikan soveltaviin kurssien sekä riittäviin tietojenkäsittelytieteiden taitoihin. Linjalta valmistuneet ovat sijoittuneet työelämässä esimerkiksi tietoliikennetekniikan yrityksiin, ohjelmistotaloihin, korkeakouluihin sekä tutkimuslaitoksiin. Sopivia sivuaineita ovat esim. tietojenkäsittelytiede (pakollinen), tilastotiede, teknilliset tieteet, taloustieteet sekä fysiikka.

## Muut opinnot

## LuK-tutkinto (matematiikka)

Tutkintorakenteen tila: arkistoitu

Lukuvuosi: 2012-13

Lukuvuoden alkamispäivämäärä: 01.08.2012

## Pakolliset yleisopinnot (vähintään 8 op)

902002Y: Englannin kieli 1, 2 op  
 902004Y: Englannin kieli 2, 2 op  
 800008Y: Orientoivat opinnot, 2 op  
 901004Y: Ruotsin kieli (LuTK), 2 - 3 op

## Ydinopinnot (kaikille pakolliset kurssit) (69 op)

Seuraavat kurssit ovat pakollisia kaikille.

802355A: Algebralliset rakenteet, 5 op  
 802154P: Alkeisfunktiot, 3 op  
 802156P: Derivaatta, 4 op  
 802352A: Euklidinen topologia, 4 op  
 802155P: Jatkuvuus ja raja-arvo, 4 op  
 802151P: Johdatus matemaattiseen päättelyyn, 5 op  
 800300A: Kypsyysnäyte, 0 op  
 802118P: Lineaarialgebra I, 4 op  
 802119P: Lineaarialgebra II, 5 op  
 802354A: Lukuteoria ja ryhmät, 5 op  
 800322A: Moniulotteinen analyysi, 8 op  
 801323A: Proseminaari (mat), 6 op  
 802353A: Sarjat ja integraalit, 6 op  
 806113P: Tilastotieteen perusteet, 5 op  
 801195P: Todennäköisyyslaskennan peruskurssi, 5 op

## Valinnaiset pääaineopinnot (vähintään 4 op)

Pakollisten pääaineopintojen lisäksi on valittava aineopintotasoisia kursseja seuraavasti:

- Aineenopettajaksi aikovat vähintään **4 op**
- Muut vähintään **11 op**

Valinnaisia opintoja valitessa on hyvä huomioida FM-linjojen mahdollisia vaatimuksia. Lisäksi aineenopettajaksi aikovat voivat korvata matematiikan syventäviä opintojaksoja vastaavalla määrällä (maksimissaan 10 op) matematiikan aineopintoja.

**Huom.** Valinnaisiin opintoihin sisällytettyjä tilastotieteen opintoja ei voi käyttää (uudestaan) tilastotieteen sivuainekokonaisuudessa.

H325035: Matematiikan valinnaiset aineopinnot, 0 - 180 op

*Vapaavalintaisuus*

- 800329A: Topologia, 8 op
- 800343A: Permutaatiot, kunnat ja Galois'n teoria, 8 op
- 800345A: Differentiaaliyhtälöt I, 4 op
- 800346A: Differentiaaliyhtälöt II, 4 op
- 801344A: Numeerisen laskennan peruskurssi, 8 op
- 801387A: Numeerisen analyysin peruskurssi, 6 op
- 802362A: Inversio-ongelmien laskennallinen peruskurssi, 5 op
- 801386A: Kompleksianalyysi II, 4 op
- 801390A: Matematiikan historia, 6 op
- 801389A: Geometrian perusteet, 6 op
- 802328A: Lukuteorian perusteet, 5 op
- 802331A: Matemaattisen mallintamisen perusteet, 8 op
- 802360A: Inversio-ongelmien peruskurssi, 4 op
- 801385A: Kompleksianalyysi I, 4 op
- 801396A: Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi, 5 op
- 802363A: Metriset avaruudet, 6 op
- 801346A: Salausmenetelmät, 4 op

H326635: Tilastotieteen valinnaiset aineopinnot, 0 - 180 op

*Vapaavalintaisuus*

- 805324A: Aikasarja-analyysi, 5 op
- 806351A: Johdatus ICA analyysiin, 4 op
- 805334A: Luokitettujen aineistojen analysointi, 9 op
- 805328A: Monimuuttujamenetelmät, 9 op
- 805333A: Robustit menetelmät, 6 op
- 805398A: Satunnaismallien teoria, 8 op
- 805380A: Kliininen biostatistiikka, 6 op
- 806330A: Markkinariskin analyysi, 5 op
- 805309A: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 9 op
- 805339A: Ekonometrian tilastolliset perusteet, 5 - 6 op
- 805332A: Koesuunnittelu, 9 op
- 805308A: Pitkittäis- ja paneelaineistojen analysointi, 5 op
- 806357A: Rahoituksen tilastotiede, 5 op

## Sivuaineopinnot (vähintään 50 op)

LuK-tutkintoon kuuluu opiskelijan pääaineopintojen lisäksi pakollisia sivuaineopintoja. Vähimmäisvaatimuksena on, että opiskelija suorittaa kaksi vähintään 25op sivuainekokonaisuutta TAI yhden vähintään 60op sivuainekokonaisuuden.

### Aineenopettajaksi aikovat

Aineenopettajaksi opiskeleville yksi sivuainekokonaisuus (30op LuK-vaiheessa + 30op FM-vaiheessa) muodostuu pedagogisista opinnoista. Lisäksi aineenopettajalinjalla suositellaan LuK-vaiheessa aloitettavaksi toisena sivuaineena on joko fysiikka, kemia tai tietojenkäsittelytiede, joista muodostuu aineenopettajan linjan FM-tutkinnossa toinen opettettava aine (60 op sivuainekokonaisuus). Katso tarkemmat kurssitiedot ja vaatimukset opinto-oppaasta.

Mikäli opiskelija haluaa muita opettavien aineiden yhdistelmiä kuin

- matematiikka ja fysiikka,
- matematiikka ja kemia,
- matematiikka ja tietojenkäsittelytiede,

on tämä anottava erikseen tiedekunnalta (tarkempia tietoja hakemisesta opintoasiainpäälliköltä). Katso lisätietoja opinto-oppaasta yleisestä osiosta kohdasta "Aineenopettajan koulutus".

## Muut linjat

Maisterivaiheessa eri linjoilla voi olla vaatimuksia LuK-tutkintoon sisältyvien pääaineopintojen sekä sivuaineopintojen suhteen. Mikäli tarvittavia opintoja aikaisemmassa tutkinnossa ole, joutuu tutkintoa täydentämään siten, että vaatimukset täyttyvät. Esimerkiksi matematiikan ja tietotekniikan linjoilla on sivuainevaatimuksena tietojenkäsittelytieteiden 60op sivuainekokonaisuus. Näille linjoille aikoville suositellaan tietojenkäsittelytieteiden sivuaineopintojen aloittamista jo LuK-vaiheessa. Vaadittavan 60 op sivuainekokonaisuuden voi tehdä loppuun myös FM-tutkinnon aikana (ei tarvitse sisältyä aikaisempaan tutkintoon).

## HUOM

Sivuainekokonaisuudet on syytä tarkistaa opinto-oppaasta. Erityisesti *aineenopettajan pätevyyteen* tarvittavat sivuainekokonaisuudet on syytä tarkistaa opinto-oppaasta.

### Fysiikan sivuainekokonaisuus

### Kemian sivuainekokonaisuus

### Tietojenkäsittelytieteiden sivuainekokonaisuus

### Opettajan pedagogiset opinnot

### Muut sivuaineopinnot

## Muut opinnot

Muut opinnot kohtaan kuuluvat mm. ylimääräiset kieliopinnot, yksittäiset opintojaksot ja keskeneräisten opintokokonaisuuksien opinnot, jotka sisällytetään tutkintoon. Ota huomioon ylimääräisten kieliopintojen maksimimäärä sekä joidenkin kieliopintojen maksullisuus.

(Huom. Esimerkiksi Johdatus LaTeXiin kurssi kuuluu kohtaan "Muut opinnot".)

## LuK-tutkinto (tilastotiede)

Tutkintorakenteen tila: arkistoitu

Lukuvuosi: 2012-13

Lukuvuoden alkamispäivämäärä: 01.08.2012

### Pakolliset yleisopinnot (vähintään 8 op)

902002Y: Englannin kieli 1, 2 op

902004Y: Englannin kieli 2, 2 op

800008Y: Orientoivat opinnot, 2 op

901004Y: Ruotsin kieli (LuTK), 2 - 3 op

### Ydinopinnot (kaikille pakolliset kurssit) (69 op)

Seuraavat kurssit ovat pakollisia kaikille.

802355A: Algebralliset rakenteet, 5 op

802154P: Alkeisfunktiot, 3 op

802156P: Derivaatta, 4 op

802352A: Euklidinen topologia, 4 op

802155P: Jatkuvuus ja raja-arvo, 4 op

802151P: Johdatus matemaattiseen päättelyyn, 5 op  
 800300A: Kypsyysnäyte, 0 op  
 802118P: Lineaarialgebra I, 4 op  
 802119P: Lineaarialgebra II, 5 op  
 802354A: Lukuteoria ja ryhmät, 5 op  
 800322A: Moniulotteinen analyysi, 8 op  
 801323A: Proseminaari (mat), 6 op  
 802353A: Sarjat ja integraalit, 6 op  
 806113P: Tilastotieteen perusteet, 5 op  
 801195P: Todennäköisyyslaskennan peruskurssi, 5 op

## Pakolliset pääaineopinnot

Tilastotieteen linjalla ydinopintojen lisäksi seuraavat opinnot ovat pakollisia:

806112P: Data-analyysin perusmenetelmät, 10 op  
 806359A: Regressiomallitus, 10 op  
 805310A: Tilastollinen päättely I, 10 op  
 805340A: Tilastolliset ohjelmistot, 4 op  
 801396A: Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi, 5 op

## Valinnaiset aineopinnot (vähintään 15 op)

Muita tilastotieteen aineopintoja vähintään 15 op seuraavista kursseista:

H326635: Tilastotieteen valinnaiset aineopinnot, 0 - 180 op

### *Vapaavalintaisuus*

805324A: Aikasarja-analyysi, 5 op  
 806351A: Johdatus ICA analyysiin, 4 op  
 805334A: Luokitettujen aineistojen analysointi, 9 op  
 805328A: Monimuuttujamenetelmät, 9 op  
 805333A: Robustit menetelmät, 6 op  
 805398A: Satunnaismallien teoria, 8 op  
 805380A: Kliininen biostatistiikka, 6 op  
 806330A: Markkinariskien analyysi, 5 op  
 805309A: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 9 op  
 805339A: Ekonometrian tilastolliset perusteet, 5 - 6 op  
 805332A: Koesuunnittelu, 9 op  
 805308A: Pitkittäis- ja paneeliaineistojen analysointi, 5 op  
 806357A: Rahoituksen tilastotiede, 5 op

## Sivuaineopinnot (vähintään 50 op)

LuK-tutkintoon kuuluu opiskelijan pääaineopintojen lisäksi pakollisia sivuaineopintoja. Vähimmäisvaatimuksena on, että opiskelija suorittaa kaksi vähintään 25op sivuainekokonaisuutta TAI yhden vähintään 60op sivuainekokonaisuuden.

Maisterivaiheessa eri linjoilla voi olla vaatimuksia LuK-tutkintoon sisältyvien pääaineopintojen sekä sivuaineopintojen suhteen. Mikäli tarvittavia opintoja aikaisemmassa tutkinnossa ole, joutuu tutkintoa täydentämään siten, että vaatimukset täyttyvät. Esimerkiksi matematiikan ja tietotekniikan linjoilla on sivuainevaatimuksena tietojenkäsittelytieteiden 60op sivuainekokonaisuus. Näille linjoille aikoville suositellaan tietojenkäsittelytieteiden sivuaineopintojen aloittamista jo LuK-vaiheessa. Vaadittavan 60 op sivuainekokonaisuuden voi tehdä loppuun myös FM-tutkinnon aikana (ei tarvitse sisältyä aikaisempaan tutkintoon).

## Muut opinnot

Muut opinnot kohtaan kuuluvat mm. ylimääräiset kieliopinnot, yksittäiset opintojaksot ja keskeneräisten opintokokonaisuuksien opinnot, jotka sisällytetään tutkintoon. Ota huomioon ylimääräisten kieliopintojen maksimimäärä sekä joidenkin kieliopintojen maksullisuus.

## Tutkintorakenteisiin kuulumattomat opintokokonaisuudet ja -jaksot

806604S: Bayes-päätelyn perusteet, 10 op

806627S: Lineaaristen sekamallien käyttö paneeliaineistojen analysoinnissa, 6 op

806625S: Monimuuttujamenetelmät, 6 op

806617S: Parametrittomat ja robustit menetelmät, 8 op

806603S: Robustit menetelmät, 6 op

806623S: Satunnaismallien teoria, 8 op

## Opintojaksojen kuvaukset

### Tutkintorakenteisiin kuuluvien opintokohteiden kuvaukset

#### 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

**Opetuskieli:**

Suomi (myös Englanti)

**Ajoitus:**

5. opiskeluvuosi

**Osaamistavoitteet:**

Pro gradu -tutkielman kirjoittamisen jälkeen opiskelija on laatinut johdonmukaisen ja analyttisen tutkielman matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen ongelmaan ja teoriaan. Tutkielman jälkeen opiskelija pystyy kirjoittamaan oman alansa tieteellistä tekstiä.

**Sisältö:**

Tutkielman laajuus on aineenopettajilla 20 op ja muissa koulutusohjelmissa 30 op. Tutkielman laatiminen vaatii syvällistä perehtymistä johonkin matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen erikoisalaan tai menetelmään. Matematiikan ja sovelletun matematiikan pro gradu -tutkielmat voivat teoreettisempia kirjallisuustöitä tai soveltavampiin ongelmiin liittyviä tutkielmia.

Tilastotieteen pro gradu -tutkielmissa on tavallista, että tutkielma tehdään jonkin sovellusalan tutkimusongelmaa koskevan empiirisen aineiston pohjalta, missä tilastollisella analyysillä on keskeinen osuus. Tutkielman aiheesta ja ohjauksesta sovitaan laitoksen jonkin professorin tai muun opettajan kanssa.

**Järjestämistapa:**

Opinnäytetyö

**Toteutustavat:**

Oma työskentely, ohjaajan kanssa tapaamiset

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

LuK-tutkinto (tai vastaava), 20-50 op syventäviä opintoja

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Opinnäytetyö

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Laitoksen professorit ja muu opetushenkilökunta.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**H325003: Matematiikan valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Kokonaisuus

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

*Vapaavalintaisuus*

**802653S: Lebesguen mitta- ja integraaliteoria, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Mikael Lindström

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa Lebesguen integrointiteorian, joilla esimerkiksi luodaan puitteet differentiaaliyhtälöiden täsmälliseen tutkimiseen.

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

**Sisältö:**

Teorian lähtökohta on integraalin täsmällinen, hyödyllinen ja yleinen määritelmä, ja tulos ns. Lebesguen integraali on yleistys Riemannin integraalista.

**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:**

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:**

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 projektiivisellä 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.

### 802655S: Ketjumurtoluvut, 5 op

**Voimassaolo:** 01.01.2011 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

### 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

**Osaamistavoitteet:**

Kurssi tarjoaa työkaluja ääretönulotteisten vektoriavaruuksien käsittelyyn. Kurssin suoritettuaan opiskelija pystyy seuraamaan ja tutustumaan lähes mihin tahansa materiaaliin funktionaalianalyysin alueelta.

**Sisältö:**

Kurssin alussa kerrataan lineaarialgebran ja normiavaruuksien perusteita, jonka jälkeen esitetään mm. tasaisen rajoittuneisuuden periaate ja avoimen kuvauksen lause. Kurssin alkuosassa tutkitaan myös normiavaruuden yksikköpallon kompaktisuutta normitopologiassa. Hahn-Banachin lause esitetään algebrallisessa, analyttisessä ja geometrisessa muodossa. Tämän jälkeen todistetaan Krein-Milmanin lause. Kurssin loppuosassa tarkastellaan normiavaruuksien heikkoa topologiaa sekä duaalin heikko\*-topologiaa. Myös yksikköpallon kompaktisuutta tutkitaan näiden topologioiden suhteen.

**Vastuuhenkilö:**

Mahmoud Filali

**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 opintojaksoihin:**

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.

**Vastuhenkilö:**

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 opintoihin:**

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.

**Vastuhenkilö:**

Valeriy Serov.

**802652S: Hilbert avaruudet, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

800624S Analyysi III 10.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Lue lisää [opintasuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

### 800651S: Funktionaalianalyysi, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Suomi (Englanti tarvittaessa)

**Ajoitus:**

4-5 opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa funktionaalianalyysin keskeiset tulokset.

- osaa soveltaa kurssin tuloksia ja menetelmiä niin puhtaan 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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56h luentoja, 24h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Pakolliset matematiikan perus- ja aineopinnot.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

E. Kreyszig: Introductory Functional Analysis with Applications, Wiley Classics Library, 1989

K. Astala, P. Piiroinen, H.-O. Tylli, Funktionaalianalyysin peruskurssi, Helsingin yliopisto, luentomoniste 2008.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Mikael Lindström

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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 ongelmiin
- johtaa eräät funktioiden estimointiteorian perustulokset ydinestimaattoreille

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

Luentoja 42 h ja harjoituksia 28 h.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Lasse Holmström.

**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

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

4.-5. opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56h luentoja, 28h exercises

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Euklidinen topologia, Sarjat ja integraalit, Moniulotteinen analyysi, Kompleksianalyysi I ja II sekä Lineaarialgebra I ja II.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Valeriy Serov.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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.

**802656S: Algebralliset luvut, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2012 -  
**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opintokohteen kielet:** suomi

**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

**802645S: Lukuteoria A, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -  
**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opettajat:** Tapani Matala-aho  
**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

**802646S: Lukuteoria B, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -  
**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opettajat:** Tapani Matala-aho  
**Opintokohteen kielet:** suomi

**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.

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

4.-5. opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56 h luentoja ja 28 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Euklidinen topologia, Sarjat ja integraalit sekä Lineaarialgebra I ja II.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**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.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Laitinen.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

4-5 opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luentoja 56 h, harjoituksia 28 h.

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802355A Lukuteoria ja ryhmät

802355A Renkaat, kunnat ja polynomit

800343A Permutaatiot, kunnat ja Galois'n teoria

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Markku Niemenmaa.

**Työelämäyhteistyö:**

-

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

**Opiskelumoto:** 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.

**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

**Opetuskieli:**

Englanti (myös Suomi)

**Ajoitus:**

3.-5. opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56h luentoja, 28h laskuharjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Pakolliset matematiikan perus- ja ainaopinnot sekä 800329A Topologia I

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Mahmoud Filali

**Työelämäyhteistyö:**

-

**802651S: Abstrakti mittateoria, 5 op****Voimassaolo:** 01.08.2010 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opettajat:** Esa Järvenpää**Opintokohteen kielet:** suomi**Osaamistavoitteet:**

Kurssi onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija tunnistaa ja osaa käyttää mittateorian peruskäsitteitä sekä hallitsee mittateoria peruslauseet.

**Sisältö:**

Mittateorian peruskäsitteet: ulkomitta, sigma-algebra, mitta, mitallinen joukko, integraali, tulomitta.

Mittateorian peruslauseet: erilaiset konvergenssilauseet ja Fubinin lause.

**802650S: Fraktaaligeometria, 10 op****Voimassaolo:** 01.01.2010 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa käyttää fraktaaligeometrian keskeisiä tutkimusmetodeja
- osaa määritellä eri dimensiot
- tuntee dimensioiden perusominaisuudet

**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 perustyökaluja mm. erilaisia dimensioita.

**H326603: Tilastotieteen valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op****Voimassaolo:** 01.08.2010 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Kokonaisuus**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi*Vapaavalintaisuus*

**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.

**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:**

5 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:**

Jussi Klemelä

**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:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa mallintaa aikasarjoja lineaaristen, epälineaaristen ja parametrittomien menetelmien avulla sekä opiskelija osaa valita vaihtoehtoisten mallien väliltä ja sovittaa malleja tietokoneen avulla. Lisäksi tavoitteena on, että opiskelija oppii lukemaan aikasarja-analyysiä käsitteleviä tieteellisiä artikkeleita.

**Sisältö:**

Aikasarja-analyysin peruskäsitteistä sisältöön kuuluu stationaarisuus, autokorrelaatio, spektraalijakaumat ja periodogramma. Lineaarisen aikasarja-analyysin osalta käydään läpi ARMA-mallien avulla tapahtuva selittäminen, ennustaminen, parametrien estimointi sekä mallidiagnostiikka. Epälineaarista aikasarjamalleista käydään läpi kynnyksimallit (threshold models) ja heteroskedastiset aikasarjamallit (ARCH ja GARCH). Sisältöön kuuluu epälineaarinen parametriton estimointi silottamisen avulla (aika-avaruus silottaminen ja tila-avaruus silottaminen) sekä parametriton spektraalitiheyden estimointi. Parametrittomien funktion estimoinnin menetelmistä sisältöön kuuluu ydinestimointi, lokaali polynomiregressio ja additiiviset mallit.

**Toteutustavat:**

Kurssiin kuuluu 28 tuntia luentoja, ja 14 tuntia laskuharjoituksia. Laskuharjoituksissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin.

**Esitietovaatimukset:**

matemaattisten tieteiden opiskelijoille: tilastotieteen ja todennäköisyyslaskenna perusteiden hallinta, taloustieteilijöille: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille 1 ja 2, Tilastotieteen perusmenetelmät 1

**Oppimateriaali:**

Fan, J. ja Yao, Q. (2005). Nonlinear Time Series, Springer.

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 The MIT Press.

**Vastuhenkilö:**

Jussi Klemelä

**805683S: Ekonometrian tilastolliset perusteet, 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 Ekonometria 5.0 op

**Laajuus:**

5/6 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Osaamistavoitteet:**

jälkeen opiskelija osaa soveltaa tilastollisia mallieja taloudellisia ilmiöitä koskevien päätelmien tekemisessä. Vaikka ekonometrisessa päättelyssä noudatetaan samoja periaatteita kuin muussa tilastollisessa päättelyssä, liittyy taloudellisiin ilmiöihin ja taloustieteelliseen ajattelutapaan eräitä erikoispiirteitä, jotka eroavat muista tilastotieteen sovellusalueista. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa käyttää lineaarisen regressiomallin lisäksi epälineaarista regressiota ja yleistettyä momenttimenetelmää sekä osaa soveltaa instrumenttimuuttujia estimoinnissa. Opiskelija osaa myöskin tutkia lineaariseen malliin liittyvien oletusten voimassaoloa ja sopeuttaa päättelyä tutkittavan ilmiön erikoispiirteiden mukaan.

**Sisältö:**

Kurssin alussa esitellään monen muuttujan lineaarista regressiomallia ja siihen liittyvää asymptootista teoriaa sekä mallin parametreja koskevien rajoitusten ja rakennemuutosten testaamista.

Kurssilla käsitellään instrumenttimuuttujien käyttöä estimoinnissa ja estimointia silloin, kun mittausvirheitä esiintyy muuttujien mitatuissa arvoissa. Lineaarisen regressiomallin lisäksi käsitellään epälineaarista regressiota ja yleistettyä momenttimenetelmää.

Kurssilla tutustutaan päättelyyn heteroskedastisuuden ja autokorreloituneiden virheiden tapauksissa.

Kurssi sisältää aikasarja-analyysin ja paneeliaineistojen analyysin perusteet.

Aikasarja-analyysin yhteydessä käsitellään kointegraatiota ja autoregressiivistä ehdollista heteroskedastisuutta.

**Toteutustavat:**

Kurssiin kuuluu 28 tuntia luentoja, ja 14 tuntia laskuharjoituksia. Laskuharjoituksissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin.

**Esitietovaatimukset:**

matemaattisten tieteiden opiskelijoille: tilastotieteiden perusteiden hallinta,  
taloustieteilijöille: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille 1 ja 2, Tilastotieteen perusmenetelmät 1

**Oppimateriaali:**

William H. Greene: Econometric Analysis (Prentice Hall)

**Arviointiasteikko:**

5-portainen 1,2,3,4,5,hyv,hyl,eisa,luop,hyv+

**Vastuuhenkilö:**

Jussi Klemelä.

**805681S: Yleistetyt lineaariset mallit, 9 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**805699S: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**806618S: Laskennallisesti intensiiviset tilastolliset menetelmät, 9 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**806621S: Spatial Data Analysis, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**806628S: Rahoituksen tilastotiede, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Jussi Klemelä

**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

### **806629S: Johdatus otantamenetelmiin, 4 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Läärä Esa

**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

### **806630S: Markkinariskin analyysi, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Jussi Klemelä

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

806330A Markkinariskin analyysi 5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

3. vuosi tai myöhemmin. Ajoitus vaihtelee

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa estimoida kvantiileja (value-at-risk) käyttäen historiallista simulointia (empiirisiä kvantiileja), parametrissa ja semiparametrissa mallinnusta sekä ääriarvoteoriaa. Lisäksi opiskelija osaa estimoida ehdollisia kvantiileja käyttäen GARCH-mallinnusta. Opiskelija pystyy myöskin lukemaan markkinariskianalyysiin liittyvää tieteellistä kirjallisuutta.

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään arvopaperiportfolion riskin hallinnan matemaattisia perusteita. Kurssilla opetetaan eri tapoja mitata portfolion riskiä sekä ääriarvoteoriaa ja finanssiaikasarjojen mallintamista. Kurssilla käsitellään:

- tappion ehdollinen ja ilman ehtoa oleva jakauma,
- value-at-risk ja muut markkinariskin mitat,
- markkinariskin estimointi: moniulotteisen normaalijakauman käyttö, historiallinen simulointi/empiirinen kvantiili ja Monte Carlo-mentelmä,
- jakaumien mallintaminen: moniulotteiset jakaumat, normaalitseekoitejakaumat, elliptiset jakaumat ja dimension pienentäminen,
- finanssiaikasarjojen mallintaminen: ARMA-mallit, GARCH-mallit ja volatiliiteettimallit, -kopulat ja riippuvuuden mitat,
- ääriarvoteoria: ryhmämaksimimenetelmät ja raja-arvon ylittämiseen perustuvat menetelmät.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luennot ja vapaaehtoiset laskuharjoitukset, joissa opiskelijatesittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokone tehtäviin

**Kohderyhmä:**

matemaattisten tieteiden ja taloustieteiden opiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

806113P Tilastotieteen perusteet

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

McNeil, A. J., Frey, R., and Embrechts, P. (2005). Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools, Princeton Series in Finance, 608 pp.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Jussi Klemelä

**Työelämäyhteistyö:**

-

**Lisätiedot:**

Kurssin kotisivu on <http://cc.oulu.fi/~jklemela/marketrisk/>

**805651S: Stokastiset prosessit, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**806622S: Todennäköisyys, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**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 suoritettavaksi kolmantena tai neljäntenä opiskeluvuotena. Kurssi luennoidaan joka toinen kevätlukukausi, seuraavan kerran keuhällä 2009.

**Sisältö:**

Kurssilla keskitytään lähinnä parametrisiin 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.

**Vastuhenkilö:**

Hyon-Jung Kim-Ollila.

## 802632S: Aineenopettajan erikoistyö, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Pekka Salmi

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

4.-5. vuosi. Ajoitus vaihtelee

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luento-opetusta, seminaareja (kokonaisuuden sisältövalinnoista riippuen)

**Kohderyhmä:**

Aineenopettajalinja (pakollinen).

**Esitietovaatimukset:**

LuK-tutkintoa vastaavat opinnot

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kurssin osilla eri vaihtoehtoja

**Arviointiasteikko:**

Hyv/Hyl

**Vastuuhenkilö:**

Pekka Salmi

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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

**Opetuskieli:**

Suomi (myös Englanti)

**Ajoitus:**

5. opiskeluvuosi

**Osaamistavoitteet:**

Pro gradu -tutkielman kirjoittamisen jälkeen opiskelija on laatinut johdonmukaisen ja analyyttisen tutkielman matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen ongelmaan ja teoriaan. Tutkielman jälkeen opiskelija pystyy kirjoittamaan oman alansa tieteellistä tekstiä.

**Sisältö:**

Tutkielman laajuus on aineenopettajilla 20 op ja muissa koulutusohjelmissa 30 op. Tutkielman laatiminen vaatii syvällistä perehtymistä johonkin matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen erikoisalaan tai menetelmään. Matematiikan ja sovelletun matematiikan pro gradu -tutkielmat voivat teoreettisempia kirjallisuustöitä tai soveltavampiin ongelmiin liittyviä tutkielmia.

Tilastotieteen pro gradu -tutkielmissa on tavallista, että tutkielma tehdään jonkin sovellusalan tutkimusongelmaa koskevan empiirisen aineiston pohjalta, missä tilastollisella analyysillä on keskeinen osuus. Tutkielman aiheesta ja ohjauksesta sovitaan laitoksen jonkin professorin tai muun opettaja kanssa.

**Järjestämistapa:**

Opinnäytetyö

**Toteutustavat:**

Oma työskentely, ohjaajan kanssa tapaamiset

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

LuK-tutkinto (tai vastaava), 20-50 op syventäviä opintoja

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Opinnäytetyö

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Laitoksen professorit ja muu opetushenkilökunta.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**H325003: Matematiikan valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Kokonaisuus

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

*Vapaavalintaisuus*

**802653S: Lebesguen mitta- ja integraaliteoria, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Mikael Lindström

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa Lebesguen integrointiteorian, joilla esimerkiksi luodaan puitteet

differentiaaliyhtälöiden täsmälliseen tutkimiseen.

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

**Sisältö:**

Teorian lähtökohta on integraalin täsmällinen, hyödyllinen ja yleinen määritelmä, ja tulos ns. Lebesguen integraali on yleistys Riemannin integraalista.

**801698S: Kryptografia, 5 op**

**Opiskelumuuoto:** 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:**

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:**

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 kompleksisuusarviointit, nopea potenssi ja diskreetti logaritmi äärellisessä syklisessä ryhmässä sovellettuna äärellisen kunnan kertolaskuryhmässä ja elliptisen käyrän yhteenlaskuryhmällä. Johdetaan yhteenlaskukaavat projektiivisellä 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 opintoihin:**

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.

**802655S: Ketjumurtoluvut, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2011 -  
**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opintokohteen kielet:** suomi

### 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

#### Osaamistavoitteet:

Kurssi tarjoaa työkaluja ääretönulotteisten vektoriavaruuksien käsittelyyn. Kurssin suoritettuaan opiskelija pystyy seuraamaan ja tutustumaan lähes mihin tahansa materiaaliin funktionaaliallyysin alueelta.

#### Sisältö:

Kurssin alussa kerrataan lineaarialgebran ja normiavaruuksien perusteita, jonka jälkeen esitetään mm. tasaisen rajoittuneisuuden periaate ja avoimen kuvauksen lause. Kurssin alkuosassa tutkitaan myös normiavaruuden yksikköpallon kompaktisuutta normitopologiassa. Hahn-Banachin lause esitetään algebrallisessa, analyttisessä ja geometrisessä muodossa. Tämän jälkeen todistetaan Krein-Milmanin lause. Kurssin loppuosassa tarkastellaan normiavaruuksien heikkoa topologiaa sekä duaalin heikko\*-topologiaa. Myös yksikköpallon kompaktisuutta tutkitaan näiden topologioiden suhteen.

#### Vastuhenkilö:

Mahmoud Filali

### 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 dekoodaaminen.

**Toteutustavat:**

Luentoja 56 h ja harjoituksia 28 h.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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 opintojaksoihin:**

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.

**802652S: Hilbert avaruudet, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

800624S Analyysi III 10.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**800651S: Funktionaalianalyysi, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Suomi (Englanti tarvittaessa)

**Ajoitus:**

4-5 opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa funktionaalianalyysin keskeiset tulokset.

- osaa soveltaa kurssin tuloksia ja menetelmiä niin puhtaan 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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56h luentoja, 24h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Pakolliset matematiikan perus- ja aineopinnot.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

E. Kreyszig: Introductory Functional Analysis with Applications, Wiley Classics Library, 1989

K. Astala, P. Piiroinen, H.-O. Tylli, Funktionaalianalyysin peruskurssi, Helsingin yliopisto, luentomoniste 2008.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Mikael Lindström

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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 parametrittomien funktion estimointimenetelmien perusominaisuudet

- soveltaa näitä estimointimenetelmiä käytännön onglemiin

- johtaa eräät funktioiden estimointiteorian perustulokset ydinestimaattoreille

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

Luentoja 42 h ja harjoituksia 28 h.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Lasse Holmström.

**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

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

4.-5. opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56h luentoja, 28h exercises

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Euklidinen topologia, Sarjat ja integraalit, Moniulotteinen analyysi, Kompleksianalyysi I ja II sekä Lineaarialgebra I ja II.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Valeriy Serov.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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.

**802656S: Algebralliset luvut, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2012 -  
**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opintokohteen kielet:** suomi

**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  $B$   $n$ -kertainen 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

**802645S: Lukuteoria A, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -  
**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opettajat:** Tapani Matala-aho  
**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

### 802646S: Lukuteoria B, 5 op

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Tapani Matala-aho

**Opintokohteen kielet:** suomi

### 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 tiheyspestelause, Sobolevin epäyhtälöitä.

**Vastuuhenkilö:**

Nimetään myöhemmin.

### 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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

4.-5. opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56 h luentoja ja 28 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Euklidinen topologia, Sarjat ja integraalit sekä Lineaarialgebra I ja II.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**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 Pro-gramming, Springer, 1988.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Laitinen.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

4-5 opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luentoja 56 h, harjoituksia 28 h.

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802355A Lukuteoria ja ryhmät  
802355A Renkaat, kunnat ja polynomit  
800343A Permutaatiot, kunnat ja Galois'n teoria

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Markku Niemenmaa.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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.

**Vastuhenkilö:**

Lasse Holmström.

**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

**Opetuskieli:**

Englanti (myös Suomi)

**Ajoitus:**

3.-5. opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56h luentoja, 28h laskuharjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Pakolliset matematiikan perus- ja ainaopinnot sekä 800329A Topologia I

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Mahmoud Filali

**Työelämäyhteistyö:**

-

**802651S: Abstrakti mittateoria, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Esa Järvenpää

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssi onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija tunnistaa ja osaa käyttää mittateorian peruskäsitteitä sekä hallitsee mittateoria peruslauseet.

**Sisältö:**

Mittateorian peruskäsitteet: ulkomitta, sigma-algebra, mitta, mitallinen joukko, integraali, tulomitta.

Mittateorian peruslauseet: erilaiset konvergenssilauseet ja Fubinin lause.

**802650S: Fraktaaligeometria, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa käyttää fraktaaligeometrian keskeisiä tutkimusmetodeja
- osaa määritellä eri dimensiot
- tuntee dimensioiden perusominaisuudet

**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 perustyökaluja mm. erilaisia dimensioita.

### **H326603: Tilastotieteen valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Kokonaisuus

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

*Vapaavalintaisuus*

#### **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.

#### **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:**

5 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:**

Jussi Klemelä

## 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:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa mallintaa aikasarjoja lineaaristen, epälineaaristen ja parametrittömien menetelmien avulla sekä opiskelija osaa valita vaihtoehtoisten mallien väliltä ja sovittaa malleja tietokoneen avulla. Lisäksi tavoitteena on, että opiskelija oppii lukemaan aikasarja-analyysejä käsitteleviä tieteellisiä artikkeleita.

**Sisältö:**

Aikasarja-analyysin peruskäsitteistä sisältöön kuuluu stationaarisuus, autokorrelaatio, spektraalijakaumat ja periodogramma. Lineaarisen aikasarja-analyysin osalta käydään läpi ARMA-mallien avulla tapahtuva selittäminen, ennustaminen, parametrien estimointi sekä mallidiagnostiikka. Epälineaarista aikasarjamalleista käydään läpi kynnyksimallit (threshold models) ja heteroskedastiset aikasarjamallit (ARCH ja GARCH). Sisältöön kuuluu epälineaarinen parametriton estimointi silottamisen avulla (aika-avaruus silottaminen ja tila-avaruus silottaminen) sekä parametriton spektraalitiheyden estimointi. Parametrittoman funktion estimoinnin menetelmistä sisältöön kuuluu ydinestimointi, lokaali polynomiregressio ja additiiviset mallit.

**Toteutustavat:**

Kurssiin kuuluu 28 tuntia luentoja, ja 14 tuntia laskuharjoituksia. Laskuharjoituksissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin.

**Esitietovaatimukset:**

matemaattisten tieteiden opiskelijoille: tilastotieteen ja todennäköisyyslaskenta perusteiden hallinta, taloustieteilijöille: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille 1 ja 2, Tilastotieteen perusmenetelmät 1

**Oppimateriaali:**

Fan, J. ja Yao, Q. (2005). Nonlinear Time Series, Springer.

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 The MIT Press.

**Vastuuhenkilö:**

Jussi Klemelä

**805683S: Ekonometrian tilastolliset perusteet, 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 Ekonometria 5.0 op

**Laajuus:**

5/6 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Osaamistavoitteet:**

jälkeen opiskelija osaa soveltaa tilastollisia mallieja taloudellisia ilmiöitä koskevien päätelmien tekemisessä. Vaikka ekonometrisessa päättelyssä noudatetaan samoja periaatteita kuin muussa tilastollisessa päättelyssä, liittyy taloudellisiin ilmiöihin ja taloustieteelliseen ajattelutapaan eräitä erikoispiirteitä, jotka eroavat muista tilastotieteen sovellusalueista. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa käyttää lineaarisen regressiomallin lisäksi epälineaarista regressiota ja yleistettyä momenttimenetelmää sekä osaa soveltaa instrumenttimuuttujia estimoinnissa. Opiskelija osaa myöskin tutkia lineaariseen malliin liittyvien oletusten voimassaoloa ja sopeuttaa päättelyä tutkittavan ilmiön erikoispiirteiden mukaan.

**Sisältö:**

Kurssin alussa esitellään monen muuttujan lineaarista regressiomallia ja siihen liittyvää asympotoottista teoriaa sekä mallin parametreja koskevien rajoitusten ja rakennemuutosten testaamista. Kurssilla käsitellään instrumenttimuuttujien käyttöä estimoinnissa ja estimointia silloin, kun mittausvirheitä esiintyy muuttujien mitatuissa arvoissa. Lineaarisen regressiomallin lisäksi käsitellään epälineaarista regressiota ja yleistettyä momenttimenetelmää. Kurssilla tutustutaan päättelyyn heteroskedastisuuden ja autokorreloituneiden virheiden tapauksissa. Kurssi sisältää aikasarja-analyysin ja paneeliaineistojen analyysin perusteet. Aikasarja-analyysin yhteydessä käsitellään kointegraatiota ja autoregressiivistä ehdollista heteroskedastisuutta.

**Toteutustavat:**

Kurssiin kuuluu 28 tuntia luentoja, ja 14 tuntia laskuharjoituksia. Laskuharjoituksissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin.

**Esitietovaatimukset:**

matemaattisten tieteiden opiskelijoille: tilastotieteiden perusteiden hallinta, taloustieteilijöille: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille 1 ja 2, Tilastotieteen perusmenetelmät 1

**Oppimateriaali:**

William H. Greene: Econometric Analysis (Prentice Hall)

**Arviointiasteikko:**

5-portainen 1,2,3,4,5,hyv,hyl,eisa,luop,hyv+

**Vastuuhenkilö:**

Jussi Klemelä.

**805681S: Yleistetyt lineaariset mallit, 9 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**805699S: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**806618S: Laskennallisesti intensiiviset tilastolliset menetelmät, 9 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**806621S: Spatial Data Analysis, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opintokohteen kielet:** suomi

#### **806628S: Rahoituksen tilastotiede, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -  
**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opettajat:** Jussi Klemelä  
**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

#### **806629S: Johdatus otantamenetelmiin, 4 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2010 -  
**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opettajat:** Läärä Esa  
**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

#### **806630S: Markkinariskin analyysi, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opettajat:** Jussi Klemelä  
**Opintokohteen kielet:** suomi  
**Leikkaavuudet:**

806330A Markkinariskin analyysi 5.0 op

#### **Laajuus:**

5 op

#### **Opetuskieli:**

Suomi

#### **Ajoitus:**

3. vuosi tai myöhemmin. Ajoitus vaihtelee

#### **Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa estimoida kvantiileja (value-at-risk) käyttäen historiallista simulointia (empiirisiä kvantiileja), parametrissa ja semiparametrissa mallinnusta sekä ääriarvoteoriaa. Lisäksi opiskelija osaa estimoida ehdollisia kvantiileja käyttäen GARCH-mallinnusta. Opiskelija pystyy myöskin lukemaan markkinariskianalyysiin liittyvää tieteellistä kirjallisuutta.

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään arvopaperiportfolion riskin hallinnanmatemaattisia perusteita. Kurssilla opetetaan eri tapoja mitata portfolion riskiä sekä ääriarvoteoriaa ja finanssiaikasarjojen mallintamista. Kurssilla käsitellään:

- tappion ehdollinen ja ilman ehtoa oleva jakauma,
- value-at-risk ja muut markkinariskin mitat,
- markkinariskin estimointi: moniulotteisen normaalijakauman käyttö, historiallinen simulointi/empiirinen kvantiili ja MonteCarlo-mentelmä,
- jakaumien mallintaminen: moniulotteiset jakaumat, normaalitsekoitejakaumat, elliptiset jakaumat ja dimension pienentäminen,
- finanssiaikasarjojen mallintaminen: ARMA-mallit, GARCH-mallit ja volatiliteettimallit,-kopulat ja riippuvuuden mitat,
- ääriarvoteoria: ryhmämaksimimenetelmät ja raja-arvon ylittämiseen perustuvat menetelmät.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luennot ja vapaaehtoiset laskuharjoitukset, joissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin

**Kohderyhmä:**

matemaattisten tieteiden ja taloustieteiden opiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

806113P Tilastotieteen perusteet

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

McNeil, A. J., Frey, R., and Embrechts, P. (2005). Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools, Princeton Series in Finance, 608 pp.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Jussi Klemelä

**Työelämäyhteistyö:**

-

**Lisätiedot:**

Kurssin kotisivu on <http://cc.oulu.fi/~jklemela/marketrisk/>

**805651S: Stokastiset prosessit, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**806622S: Todennäköisyys, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

### 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 suorittamaan kolmantena tai neljäntenä opiskeluvuotena. Kurssi luennoidaan joka toinen kevätlukukausi, seuraavan kerran keväällä 2009.

**Sisältö:**

Kurssilla keskitytään lähinnä parametrisiin 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 opintoihin:**

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.

**Vastuhenkilö:**

Hyon-Jung Kim-Ollila.

### 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

**Opetuskieli:**

Suomi (myös Englanti)

**Ajoitus:**

5. opiskeluvuosi

**Osaamistavoitteet:**

Pro gradu -tutkielman kirjoittamisen jälkeen opiskelija on laatinut johdonmukaisen ja analyyttisen tutkielman matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen ongelmaan ja teoriaan. Tutkielman jälkeen opiskelija pystyy kirjoittamaan oman alansa tieteellistä tekstiä.

**Sisältö:**

Tutkielman laajuus on aineenopettajilla 20 op ja muissa koulutusohjelmissa 30 op. Tutkielman laatiminen vaatii syvällistä perehtymistä johonkin matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen erikoisalaan tai menetelmään. Matematiikan ja sovelletun matematiikan pro gradu -tutkielmat voivat teoreettisempia kirjallisuustöitä tai soveltavampiin ongelmiin liittyviä tutkielmia.

Tilastotieteen pro gradu -tutkielmissa on tavallista, että tutkielma tehdään jonkin sovellusalan tutkimusongelmaa koskevan empiirisen aineiston pohjalta, missä tilastollisella analyysillä on keskeinen osuus. Tutkielman aiheesta ja ohjauksesta sovitaan laitoksen jonkin professorin tai muun opettajan kanssa.

**Järjestämistapa:**

Opinnäytetyö

**Toteutustavat:**

Oma työskentely, ohjaajan kanssa tapaamiset

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

LuK-tutkinto (tai vastaava), 20-50 op syventäviä opintoja

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Opinnäytetyö

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Laitoksen professorit ja muu opetushenkilökunta.

**Työelämäyhteistyö:**

-

### **H325003: Matematiikan valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Kokonaisuus

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

*Vapaavalintaisuus*

### **802653S: Lebesguen mitta- ja integraaliteoria, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Mikael Lindström

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa Lebesguen integrointiteorian, joilla esimerkiksi luodaan puitteet differentiaaliyhtälöiden täsmälliseen tutkimiseen.

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

**Sisältö:**

Teorian lähtökohta on integraalin täsmällinen, hyödyllinen ja yleinen määritelmä, ja tulos ns. Lebesguen integraali on yleistys Riemannin integraalista.

**801698S: Kryptografia, 5 op**

**Opiskelumoto:** 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:**

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:**

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 kompleksisuusarviointit, nopea potenssi ja diskreetti logaritmi äärellisessä syklisessä ryhmässä sovellettuna äärellisen kunnan kertolaskuryhmässä ja elliptisen käyrän yhteenlaskuryhmällä. Johdetaan yhteenlaskukaavat projektiivisellä 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 opintoihin:**

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.

**Vastuhenkilö:**

Tapani Matala-aho.

**802655S: Ketjumurtoluvut, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2011 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**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

**Osaamistavoitteet:**

Kurssi tarjoaa työkaluja ääretönulotteisten vektoriavaruuksien käsittelyyn. Kurssin suoritettuaan opiskelija pystyy seuraamaan ja tutustumaan lähes mihin tahansa materiaaliin funktionaalianalyysin alueelta.

**Sisältö:**

Kurssin alussa kerrataan lineaarialgebran ja normiavaruuksien perusteita, jonka jälkeen esitetään mm. tasaisen rajoittuneisuuden periaate ja avoimen kuvauksen lause. Kurssin alkuosassa tutkitaan myös normiavaruuden yksikköpallon kompaktisuutta normitopologiassa. Hahn-Banachin lause esitetään algebrallisessa, analyttisessä ja geometrisessä muodossa. Tämän jälkeen todistetaan Krein-Milmanin lause. Kurssin loppuosassa tarkastellaan normiavaruuksien heikkoa topologiaa sekä duaalin heikko\*-topologiaa. Myös yksikköpallon kompaktisuutta tutkitaan näiden topologioiden suhteen.

**Vastuhenkilö:**

Mahmoud Filali

**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 dekoodaaminen.

**Toteutustavat:**

Luentoja 56 h ja harjoituksia 28 h.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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  $\mathbb{R}^n$  and in bounded domains, potential theory, Green's function, Heat equation in  $\mathbb{R}^n$  and in bounded domains, Wave equation in  $\mathbb{R}^n$  and in bounded domains, d'Alembert formula for any dimensions, Fourier method.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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.

**802652S: Hilbert avaruudet, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

800624S Analyysi III 10.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**800651S: Funktionaalianalyysi, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Suomi (Englanti tarvittaessa)

**Ajoitus:**

4-5 opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa funktionaalianalyysin keskeiset tulokset.

- osaa soveltaa kurssin tuloksia ja menetelmiä niin puhtaan 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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56h luentoja, 24h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Pakolliset matematiikan perus- ja aineopinnot.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

E. Kreyszig: Introductory Functional Analysis with Applications, Wiley Classics Library, 1989

K. Astala, P. Piiroinen, H.-O. Tylli, Funktionaalianalyysin peruskurssi, Helsingin yliopisto, luentomoniste 2008.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Mikael Lindström

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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 ongelmiin

- 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 opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuuhenkilö:**

Lasse Holmström.

**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

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

4.-5. opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56h luentoja, 28h exercises

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Euklidinen topologia, Sarjat ja integraalit, Moniulotteinen analyysi, Kompleksianalyysi I ja II sekä Lineaarialgebra I ja II.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Valeriy Serov.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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.

**802656S: Algebralliset luvut, 5 op****Voimassaolo:** 01.01.2012 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**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.

**Vastuhenkilö:**

Peter Hästö

**802645S: Lukuteoria A, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Tapani Matala-aho

**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

**802646S: Lukuteoria B, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Tapani Matala-aho

**Opintokohteen kielet:** suomi

**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 tiheyspestelause, Sobolevin epäyhtälöitä.

**Vastuuhenkilö:**

Nimetään myöhemmin.

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

4.-5. opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56 h luentoja ja 28 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Euklidinen topologia, Sarjat ja integraalit sekä Lineaarialgebra I ja II.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**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.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Laitinen.

**Työelämäyhteistyö:**

-

## 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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

4-5 opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luentoja 56 h, harjoituksia 28 h.

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802355A Lukuteoria ja ryhmät  
 802355A Renkaat, kunnat ja polynomit  
 800343A Permutaatiot, kunnat ja Galois'n teoria

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Markku Niemenmaa.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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.

**Vastuhenkilö:**

Lasse Holmström.

**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

**Opetuskieli:**

Englanti (myös Suomi)

**Ajoitus:**

3.-5. opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56h luentoja, 28h laskuharjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Pakolliset matematiikan perus- ja ainaopinnot sekä 800329A Topologia I

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Mahmoud Filali

**Työelämäyhteistyö:**

-

**802651S: Abstrakti mittateoria, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Esa Järvenpää

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssi onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija tunnistaa ja osaa käyttää mittateorian peruskäsitteitä sekä hallitsee mittateoria peruslauseet.

**Sisältö:**

Mittateorian peruskäsitteet: ulkomitta, sigma-algebra, mitta, mitallinen joukko, integraali, tulomitta.

Mittateorian peruslauseet: erilaiset konvergenssilauseet ja Fubinin lause.

**802650S: Fraktaaligeometria, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa käyttää fraktaaligeometrian keskeisiä tutkimusmetodeja
- osaa määrittellä eri dimensiot
- tuntee dimensioiden perusominaisuudet

**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 perustyökäluja mm. erilaisia dimensioita.

## **H326603: Tilastotieteen valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Kokonaisuus

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

*Vapaavalintaisuus*

### **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

**Lähtötaaso vaatimus:**

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.

**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:**

5 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:**

Jussi Klemelä

**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:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa mallintaa aikasarjoja lineaaristen, epälineaaristen ja parametrittömien menetelmien avulla sekä opiskelija osaa valita vaihtoehtoisten mallien väliltä ja sovittaa malleja tietokoneen avulla. Lisäksi tavoitteena on, että opiskelija oppii lukemaan aikasarja-analyysejä käsitteleviä tieteellisiä artikkeleita.

**Sisältö:**

Aikasarja-analyysin peruskäsitteistä sisältöön kuuluu stationaarisuus, autokorrelaatio, spektraalijakaumat ja periodogramma. Lineaarisen aikasarja-analyysin osalta käydään läpi ARMA-mallien avulla tapahtuva selittäminen, ennustaminen, parametrien estimointi sekä mallidiagnostiikka. Epälinearisista aikasarjamalleista käydään läpi kynnyksimallit (threshold models) ja heteroskedastiset aikasarjamallit (ARCH ja GARCH). Sisältöön kuuluu epälineaarinen parametriton estimointi silottamisen avulla (aika-avaruus silottaminen ja tila-avaruus silottaminen) sekä parametriton spektraalitiheyden estimointi. Parametrittoman funktion estimoinnin menetelmistä sisältöön kuuluu ydinestimointi, lokaali polynomiregressio ja additiiviset mallit.

**Toteutustavat:**

Kurssiin kuuluu 28 tuntia luentoja, ja 14 tuntia laskuharjoituksia. Laskuharjoituksissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin.

**Esitietovaatimukset:**

matemaattisten tieteiden opiskelijoille: tilastotieteen ja todennäköisyyslaskenta perusteiden hallinta, taloustieteilijöille: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille 1 ja 2, Tilastotieteen perusmenetelmät 1

**Oppimateriaali:**

Fan, J. ja Yao, Q. (2005). Nonlinear Time Series, Springer.

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 The MIT Press.

**Vastuuhenkilö:**

Jussi Klemelä

### **805683S: Ekonometrian tilastolliset perusteet, 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 Ekonometria 5.0 op

**Laajuus:**

5/6 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Osaamistavoitteet:**

jälkeen opiskelija osaa soveltaa tilastollisia mallieja taloudellisia ilmiöitä koskevien päätelmien tekemisessä. Vaikka ekonometrisessa päättelyssä noudatetaan samoja periaatteita kuin muussa tilastollisessa päättelyssä, liittyy taloudellisiin ilmiöihin ja taloustieteelliseen ajattelutapaan eräitä erikoispiirteitä, jotka eroavat muista tilastotieteen sovellusalueista. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa käyttää lineaarisen regressiomallin lisäksi epälineaarista regressiota ja yleistettyä momenttimenetelmää sekä osaa soveltaa instrumenttimuuttujia estimoinnissa. Opiskelija osaa myöskin tutkia lineaariseen malliin liittyvien oletusten voimassaoloa ja sopeuttaa päättelyä tutkittavan ilmiön erikoispiirteiden mukaan.

**Sisältö:**

Kurssin alussa esitellään monen muuttujan lineaarista regressiomallia ja siihen liittyvää asymptootista teoriaa sekä mallin parametreja koskevien rajoitusten ja rakennemuutosten testaamista. Kurssilla käsitellään instrumenttimuuttujien käyttöä estimoinnissa ja estimointia silloin, kun mittausvirheitä esiintyy muuttujien mitatuissa arvoissa. Lineaarisen regressiomallin lisäksi käsitellään epälineaarista regressiota ja yleistettyä momenttimenetelmää. Kurssilla tutustutaan päättelyyn heteroskedastisuuden ja autokorreloituneiden virheiden tapauksissa. Kurssi sisältää aikasarja-analyysin ja paneeliaineistojen analyysin perusteet. Aikasarja-analyysin yhteydessä käsitellään kointegraatiota ja autoregressiivistä ehdollista heteroskedastisuutta.

**Toteutustavat:**

Kurssiin kuuluu 28 tuntia luentoja, ja 14 tuntia laskuharjoituksia. Laskuharjoituksissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin.

**Esitietovaatimukset:**

matemaattisten tieteiden opiskelijoille: tilastotieteiden perusteiden hallinta, taloustieteilijöille: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille 1 ja 2, Tilastotieteen perusmenetelmät 1

**Oppimateriaali:**

William H. Greene: Econometric Analysis (Prentice Hall)

**Arviointiasteikko:**

5-portainen 1,2,3,4,5,hyv,hyl,eisa,luop,hyv+

**Vastuuhenkilö:**

Jussi Klemelä.

**805681S: Yleistetyt lineaariset mallit, 9 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**805699S: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**806618S: Laskennallisesti intensiiviset tilastolliset menetelmät, 9 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opintokohteen kielet:** suomi

### **806621S: Spatial Data Analysis, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opintokohteen kielet:** suomi

### **806628S: Rahoituksen tilastotiede, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -  
**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opettajat:** Jussi Klemelä  
**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

### **806629S: Johdatus otantamenetelmiin, 4 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2010 -  
**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opettajat:** Läärä Esa  
**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

### **806630S: Markkinariskin analyysi, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opettajat:** Jussi Klemelä  
**Opintokohteen kielet:** suomi  
**Leikkaavuudet:**

806330A Markkinariskin analyysi 5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**



Suomi

**Ajoitus:**

3. vuosi tai myöhemmin. Ajoitus vaihtelee

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa estimoida kvanttileja (value-at-risk)käyttäen historiallista simulointia (empiirisiä kvanttileja),parametrissa ja semiparametrissa mallinnusta sekä ääriarvoteoriaa.Lisäksi opiskelija osaa estimoida ehdollisia kvanttileja käyttäen GARCH-mallinnusta. Opiskelija pystyy myöskin lukemaan markkinariskianalyysiin liittyvää tieteellistä kirjallisuutta.

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään arvopaperiportfolion riskin hallinnanmatemaattisia perusteita. Kurssilla opetetaan eri tapoja mitataportfolion riskiä sekä ääriarvoteoriaa ja finanssiaikasarjojenmallintamista. Kurssilla käsitellään:

- tappion ehdollinen ja ilman ehtoa oleva jakauma,
- value-at-risk ja muut markkinariskin mitat,
- markkinariskin estimointi: moniulotteisen normaalijakauman käyttö,historiallinen simulointi/empiirinen kvantiili ja MonteCarlo-mentelmä,
- jakaumien mallintaminen: moniulotteiset jakaumat, normaalitsekoitejakaumat, elliptiset jakaumat ja dimension pienentäminen,
- finanssiaikasarjojen mallintaminen: ARMA-mallit, GARCH-mallit ja volatilitteettimallit,-kopulat ja riippuvuuden mitat,
- ääriarvoteoria: ryhmämaksimimenetelmät ja raja-arvon ylittämiseenperustuvat menetelmät.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luennot ja vapaaehtoiset laskuharjoitukset, joissa opiskelijatesittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokone tehtäviin

**Kohderyhmä:**

matemaattisten tieteiden ja taloustieteiden opiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

806113P Tilastotieteen perusteet

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

McNeil, A. J., Frey, R., and Embrechts, P. (2005).Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools,Princeton Series in Finance, 608 pp.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Jussi Klemelä

**Työelämäyhteistyö:**

-

**Lisätiedot:**

Kurssin kotisivu on <http://cc.oulu.fi/~jklemela/marketrisk/>

**805651S: Stokastiset prosessit, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

### 806622S: Todennäköisyys, 10 op

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

### 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 suorittamaan kolmantena tai neljäntenä opiskeluvuotena. Kurssi luennoidaan joka toinen kevätlukukausi, seuraavan kerran keväällä 2009.

**Sisältö:**

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

**Vastuhenkilö:**

**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

**Opetuskieli:**

Suomi (myös Englanti)

**Ajoitus:**

5. opiskeluvuosi

**Osaamistavoitteet:**

Pro gradu -tutkielman kirjoittamisen jälkeen opiskelija on laatinut johdonmukaisen ja analyyttisen tutkielman matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen ongelmaan ja teoriaan. Tutkielman jälkeen opiskelija pystyy kirjoittamaan oman alansa tieteellistä tekstiä.

**Sisältö:**

Tutkielman laajuus on aineenopettajilla 20 op ja muissa koulutusohjelmissa 30 op. Tutkielman laatiminen vaatii syvällistä perehtymistä johonkin matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen erikoisalaan tai menetelmään. Matematiikan ja sovelletun matematiikan pro gradu -tutkielmat voivat teoreettisempia kirjallisuustöitä tai soveltavampiin ongelmiin liittyviä tutkielmia.

Tilastotieteen pro gradu -tutkielmissa on tavallista, että tutkielma tehdään jonkin sovellusalan tutkimusongelmaa koskevan empiirisen aineiston pohjalta, missä tilastollisella analyysillä on keskeinen osuus. Tutkielman aiheesta ja ohjauksesta sovitaan laitoksen jonkin professorin tai muun opettajan kanssa.

**Järjestämistapa:**

Opinnäytetyö

**Toteutustavat:**

Oma työskentely, ohjaajan kanssa tapaamiset

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

LuK-tutkinto (tai vastaava), 20-50 op syventäviä opintoja

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Opinnäytetyö

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Laitoksen professorit ja muu opetushenkilökunta.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**H325003: Matematiikan valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op****Voimassaolo:** 01.08.2010 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Kokonaisuus**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi

**802653S: Lebesguen mitta- ja integraaliteoria, 5 op****Voimassaolo:** 01.08.2010 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opettajat:** Mikael Lindström**Opintokohteen kielet:** suomi**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa Lebesguen integrointiteorian, joilla esimerkiksi luodaan puitteet differentiaaliyhtälöiden täsmälliseen tutkimiseen.

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

**Sisältö:**

Teorian lähtökohta on integraalin täsmällinen, hyödyllinen ja yleinen määritelmä, ja tulos ns. Lebesguen integraali on yleistys Riemannin integraalista.

**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:**

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:**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 kompleksisuusarviointit, 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.

**802655S: Ketjumurtoluvut, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2011 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**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

**Osaamistavoitteet:**

Kurssi tarjoaa työkaluja ääretönulotteisten vektoriavaruuksien käsittelyyn. Kurssin suoritettuaan opiskelija pystyy seuraamaan ja tutustumaan lähes mihin tahansa materiaaliin funktionaalianalyysin alueelta.

**Sisältö:**

Kurssin alussa kerrataan lineaarialgebran ja normiavaruuksien perusteita, jonka jälkeen esitetään mm. tasaisen rajoittuneisuuden periaate ja avoimen kuvauksen lause. Kurssin alkuosassa tutkitaan myös normiavaruuden yksikköpallon kompaktisuutta normitopologiassa. Hahn-Banachin lause esitetään algebrallisessa, analyttisessä ja geometrisessä muodossa. Tämän jälkeen todistetaan Krein-Milmanin lause. Kurssin loppuosassa tarkastellaan normiavaruuksien heikkoa topologiaa sekä duaalin heikko\*-topologiaa. Myös yksikköpallon kompaktisuutta tutkitaan näiden topologioiden suhteen.

**Vastuuhenkilö:**

Mahmoud Filali

**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 opintojaksoihin:**

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.

**Vastuhenkilö:**

Lasse Holmström.

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

**Opiskelumoto:** 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  $\mathbb{R}^n$  and in bounded domains, potential theory, Green's function, Heat equation in  $\mathbb{R}^n$  and in bounded domains, Wave equation in  $\mathbb{R}^n$  and in bounded domains, d'Alembert formula for any dimensions, Fourier method.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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.

**Vastuhenkilö:**

Valeriy Serov.

**802652S: Hilbert avaruudet, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

800624S Analyysi III 10.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Lue lisää [opintosuoritusten arvostelusta](#) yliopiston verkkosivulta.

**800651S: Funktionaalianalyysi, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Suomi (Englanti tarvittaessa)

**Ajoitus:**

4-5 opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija  
 - osaa johtaa ja todistaa funktionaalianalyysin keskeiset tulokset.  
 - osaa soveltaa kurssin tuloksia ja menetelmiä niin puhtaana 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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56h luentoja, 24h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Pakolliset matematiikan perus- ja aineopinnot.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

E. Kreyszig: Introductory Functional Analysis with Applications, Wiley Classics Library, 1989

K. Astala, P. Piiroinen, H.-O. Tylli, Funktionaalianalyysin peruskurssi, Helsingin yliopisto, luentomoniste 2008.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Mikael Lindström

**Työelämäyhteistyö:**

-

**802629S: Funktioiden estimointi, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintopakso

**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 ongelmiin

- johtaa eräät funktioiden estimointiteorian perustulokset ydinestimaattoreille

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

Luentoja 42 h ja harjoituksia 28 h.



**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Vastuhenkilö:**

Lasse Holmström.

**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

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

4.-5. opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56h luentoja, 28h exercises

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Euklidinen topologia, Sarjat ja integraalit, Moniulotteinen analyysi, Kompleksianalyysi I ja II sekä Lineaarialgebra I ja II.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

E.M. Stein &amp; 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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Valeriy Serov.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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.

**802656S: Algebralliset luvut, 5 op****Voimassaolo:** 01.01.2012 -**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**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 syvennyttään luennoilla esitettyyn materiaaliin luentomonisteesta, että, paljon tärkeämpänä, ratkaistaan tehtäviä toisiaan tukien.

**Vastuuhenkilö:**

Peter Hästö

**802645S: Lukuteoria A, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Tapani Matala-aho

**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

**802646S: Lukuteoria B, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Tapani Matala-aho

**Opintokohteen kielet:** suomi

**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.

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

4.-5. opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56 h luentoja ja 28 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Euklidinen topologia, Sarjat ja integraalit sekä Lineaarialgebra I ja II.

**Yhteydet muihin opintopaksoihin:**

-

**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.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Erkki Laitinen.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Niemenmaa Markku

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

4-5 opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luentoja 56 h, harjoituksia 28 h.

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802355A Lukuteoria ja ryhmät

802355A Renkaat, kunnat ja polynomit

800343A Permutaatiot, kunnat ja Galois'n teoria

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Markku Niemenmaa.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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.

### 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

**Opetuskieli:**

Englanti (myös Suomi)

**Ajoitus:**

3.-5. opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56h luentoja, 28h laskuharjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Pakolliset matematiikan perus- ja ainaopinnot sekä 800329A Topologia I

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Mahmoud Filali

**Työelämäyhteistyö:**

-

**802651S: Abstrakti mittateoria, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Esa Järvenpää

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssi onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija tunnistaa ja osaa käyttää mittateorian peruskäsitteitä sekä hallitsee mittateoria peruslauseet.

**Sisältö:**

Mittateorian peruskäsitteet: ulkomitta, sigma-algebra, mitta, mitallinen joukko, integraali, tulomitta.

Mittateorian peruslauseet: erilaiset konvergenssilauseet ja Fubinin lause.

**802650S: Fraktaaligeometria, 10 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa käyttää fraktaaligeometrian keskeisiä tutkimusmetodeja
- osaa määritellä eri dimensiot
- tuntee dimensioiden perusominaisuudet

**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 perustyökaluja mm. erilaisia dimensioita.

### **H326603: Tilastotieteen valinnaiset syventävät opinnot, 0 - 120 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Kokonaisuus

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

*Vapaavalintaisuus*

#### **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

**Lähtötaaso vaatimus:**

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.

**Vastuhenkilö:**

Esa Läärä.

**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:**

5 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.

**Vastuhenkilö:**

Jussi Klemelä

**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:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa mallintaa aikasarjoja lineaaristen, epälineaaristen ja parametrittomien menetelmien avulla sekä opiskelija osaa valita vaihtoehtoisten mallien väliltä ja sovittaa malleja tietokoneen avulla. Lisäksi tavoitteena on, että opiskelija oppii lukemaan aikasarja-analyysiä käsitteleviä tieteellisiä artikkeleita.

**Sisältö:**

Aikasarja-analyysin peruskäsitteistä sisältöön kuuluu stationaarisuus, autokorrelaatio, spektraalijakaumat ja periodogramma. Lineaarisen aikasarja-analyysin osalta käydään läpi ARMA-mallien avulla tapahtuva selittäminen, ennustaminen, parametrien estimointi sekä mallidiagnostiikka. Epälineaarista aikasarjamalleista käydään läpi kynnyksmallit (threshold models) ja heteroskedastiset aikasarjamallit (ARCH ja GARCH). Sisältöön kuuluu epälineaarinen parametriton estimointi silottamisen avulla (aika-avaruus silottaminen ja tila-avaruus silottaminen) sekä parametriton spektraalitiheyden estimointi. Parametrittoman funktion estimoinnin menetelmistä sisältöön kuuluu ydinestimointi, lokaali polynomiregressio ja additiiviset mallit.

**Toteutustavat:**

Kurssiin kuuluu 28 tuntia luentoja, ja 14 tuntia laskuharjoituksia. Laskuharjoituksissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin.

**Esitietovaatimukset:**

matemaattisten tieteiden opiskelijoille: tilastotieteen ja todennäköisyyslaskenna perusteiden hallinta, taloustieteilijöille: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille 1 ja 2, Tilastotieteen perusmenetelmät 1

**Oppimateriaali:**

Fan, J. ja Yao, Q. (2005). Nonlinear Time Series, Springer.

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 The MIT Press.

**Vastuuhenkilö:**

Jussi Klemelä

### **805683S: Ekonometrian tilastolliset perusteet, 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:**

**Laajuus:**

5/6 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Osaamistavoitteet:**

jälkeen opiskelija osaa soveltaa tilastollisia mallieja taloudellisia ilmiöitä koskevien päätelmien tekemisessä. Vaikka ekonometrisessä päättelyssä noudatetaan samoja periaatteita kuin muussa tilastollisessa päättelyssä, liittyy taloudellisiin ilmiöihin ja taloustieteelliseen ajattelutapaan eräitä erikoispiirteitä, jotka eroavat muista tilastotieteen sovellusalueista. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa käyttää lineaarisen regressiomallin lisäksi epälineaarista regressiota ja yleistettyä momenttimenetelmää sekä osaa soveltaa instrumenttimuuttujia estimoinnissa. Opiskelija osaa myöskin tutkia lineaariseen malliin liittyvien oletusten voimassaoloa ja sopeuttaa päättelyä tutkittavan ilmiön erikoispiirteiden mukaan.

**Sisältö:**

Kurssin alussa esitellään monen muuttujan lineaarista regressiomallia ja siihen liittyvää asymptoottista teoriaa sekä mallin parametreja koskevien rajoitusten ja rakennemuutosten testaamista. Kurssilla käsitellään instrumenttimuuttujien käyttöä estimoinnissa ja estimointia silloin, kun mittausvirheitä esiintyy muuttujien mitatuissa arvoissa. Lineaarisen regressiomallin lisäksi käsitellään epälineaarista regressiota ja yleistettyä momenttimenetelmää. Kurssilla tutustutaan päättelyyn heteroskedastisuuden ja autokorreloituneiden virheiden tapauksissa. Kurssi sisältää aikasarja-analyysin ja paneeliaineistojen analyysin perusteet. Aikasarja-analyysin yhteydessä käsitellään kointegraatiota ja autoregressiivistä ehdollista heteroskedastisuutta.

**Toteutustavat:**

Kurssiin kuuluu 28 tuntia luentoja, ja 14 tuntia laskuharjoituksia. Laskuharjoituksissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin.

**Esitietovaatimukset:**

matemaattisten tieteiden opiskelijoille: tilastotieteiden perusteiden hallinta, taloustieteilijöille: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille 1 ja 2, Tilastotieteen perusmenetelmät 1

**Oppimateriaali:**

William H. Greene: Econometric Analysis (Prentice Hall)

**Arviointiasteikko:**

5-portainen 1,2,3,4,5,hyv,hyl,eisa,luop,hyv+

**Vastuuhenkilö:**

Jussi Klemelä.

**805681S: Yleistetyt lineaariset mallit, 9 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**805699S: Epidemiologian tilastolliset menetelmät, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**806618S: Laskennallisesti intensiiviset tilastolliset menetelmät, 9 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**806621S: Spatial Data Analysis, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**806628S: Rahoituksen tilastotiede, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Jussi Klemelä

**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

**806629S: Johdatus otantamenetelmiin, 4 op**

**Voimassaolo:** 01.01.2010 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Läärä Esa

**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

**806630S: Markkinariskin analyysi, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Jussi Klemelä

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

806330A Markkinariskin analyysi 5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

3. vuosi tai myöhemmin. Ajoitus vaihtelee

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa estimoida kvantiileja (value-at-risk) käyttäen historiallista simulointia (empiirisiä kvantiileja), parametrissa ja semiparametrissa mallinnusta sekä ääriarvoteoriaa. Lisäksi opiskelija osaa estimoida ehdollisia kvantiileja käyttäen GARCH-mallinnusta. Opiskelija pystyy myöskin lukemaan markkinariskianalyysiin liittyvää tieteellistä kirjallisuutta.

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään arvopaperiportfolion riskin hallinnan matemaattisia perusteita. Kurssilla opetetaan eri tapoja mitata portfolion riskiä sekä ääriarvoteoriaa ja finanssiaikasarjojen mallintamista. Kurssilla käsitellään:

- tappion ehdollinen ja ilman ehtoa oleva jakauma,
- value-at-risk ja muut markkinariskin mitat,
- markkinariskin estimointi: moniulotteisen normaalijakauman käyttö, historiallinen simulointi/empiirinen kvantiili ja Monte Carlo-mentelmä,
- jakaumien mallintaminen: moniulotteiset jakaumat, normaalitseekoitejakaumat, elliptiset jakaumat ja dimension pienentäminen,
- finanssiaikasarjojen mallintaminen: ARMA-mallit, GARCH-mallit ja volatiliiteettimallit, -kopulat ja riippuvuuden mitat,
- ääriarvoteoria: ryhmämaksimimenetelmät ja raja-arvon ylittämiseen perustuvat menetelmät.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luennot ja vapaaehtoiset laskuharjoitukset, joissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin

**Kohderyhmä:**

matemaattisten tieteiden ja taloustieteiden opiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

806113P Tilastotieteen perusteet

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

McNeil, A. J., Frey, R., and Embrechts, P. (2005). Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools, Princeton Series in Finance, 608 pp.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Jussi Klemelä

**Työelämäyhteistyö:**

-

**Lisätiedot:**

Kurssin kotisivu on <http://cc.oulu.fi/~jklemela/marketrisk/>

**805651S: Stokastiset prosessit, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**806622S: Todennäköisyys, 10 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**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 suorittamaan kolmantena tai neljäntenä opiskeluvuotena. Kurssi luennoidaan joka toinen kevätlukukausi, seuraavan kerran keuhällä 2009.

**Sisältö:**

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

**Toteutustavat:**

52 h luentoja, 36 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pakollinen tilastotieteen pääaineopiskelijoilla FM-tutkinnossa.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

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.

**902002Y: Englannin kieli 1, 2 op**

**Voimassaolo:** 01.08.1995 -

**Opiskelumuoto:** Kieli- ja viestintäopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Kielikeskus

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Taitotaso:**

B2/C1 on the [Common European Framework of Reference](#) scale.

**Asema:**

In the Faculty of Science, this course is mandatory for all degree programmes except Geography. Please consult the Faculty Study Guide to establish the language requirements for your own degree programme.

**Lähtötaso vaatimus:**

English must have been the A1 or A2 language at school or equivalent English skills should have been acquired otherwise.

**Laajuus:**

2 ECTS credits (total work load 54 hours including classroom meetings).

**Opetuskieli:**

Both English and Finnish are used.

**Ajoitus:**

Biological Sciences: 1st year spring term

Chemistry: 1st year autumn term

Geology: 1st year spring term

Information Processing Science: 1st year spring term

Mathematical Sciences: 1st year spring term

Physical Sciences: 1st year autumn term

**Osaamistavoitteet:**

In this course, students improve their understanding of written academic English used in texts in Natural Sciences as well as expand their general and scientific vocabulary. Students become aware of their own role in learning and will be able to find and take advantage of useful study materials available on the Internet in order to develop their own language learning strategies, which will enhance their academic English. Students show their awareness and their own responsibility by reflecting on their achievements in a study journal.

**Learning outcomes:** By completing the tasks of the course, students will

- have acquired effective vocabulary learning techniques by being able to distinguish parts of words to infer meanings
- expand their academic vocabulary by using Internet resources such as on-line dictionaries
- understand and be able to construct basic grammatical structures used in formal written English
- be able to utilize text structure and cohesion markers when reading academic texts
- be able to apply effective reading techniques and have necessary skills to extract global and detailed information with considerable ease and speed from general texts related to Natural Sciences as well as texts /textbooks of their own field

**Sisältö:**

See above

**Järjestämistapa:**

See below

**Toteutustavat:**

The course is carried out in multi-mode, with instruction and student tasks both in class and in the Optima learning environment.

**Kohderyhmä:**

1st year students of Biology, Chemistry, Geology, Information Processing Science, Physics, and Mathematics.

**Esitietovaatimukset:**

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

See 902004Y Scientific Communication

**Oppimateriaali:**

Set books for substance studies; journal articles in print and on-line. Further information will be given in the first lesson.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Active and regular participation in classroom sessions, completing the learning tasks (in class and Optima Learning Environment ) including the study journal. These are prerequisites for participation in the end of term examination. Exemptions from the examination can be given for excellent work during the course.

**Arviointiasteikko:**

Pass/Fail

**Vastuuhenkilö:**

Jolene Gear

**Työelämäyhteistyö:**

none

**Lisätiedot:**

N.B. Students with grades laudatur or eximia in their A1 English school-leaving examination can be exempted from this course and will be granted the credits by the Faculty of Science.

**Resit examinations:** Two resit examinations are allowed on the dates set by the Extension School unit of Languages and Communication.

**902004Y: Englannin kieli 2, 2 op**

**Voimassaolo:** 01.08.1995 -

**Opiskelumuoto:** Kieli- ja viestintäopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Kielikeskus

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Leikkaavuudet:**

ay902004Y Englannin kieli 2 (AVOIN YO) 2.0 op

**Taitotaso:**

B2/C1 on the CEFR scales

**Asema:**

This course is mandatory for all 2nd year students (except **geographers**) who will have English as their foreign language in their B.Sc. degree. This includes the students who were exempted from 'Reading for Academic Purposes' (902002Y). Please consult the faculty study guide to establish the language requirements on your own degree programme.

**Lähtötasovaatimus:**

Students taking this course must have had English as the A1 or A2 language at school or the equivalent English skills should have been acquired otherwise. The course 'Reading for Academic Purposes' (902002Y) is a pre-requisite, unless exempted.

**Laajuus:**

**The student workload is 53 hrs work/ 2 ECTS credits.**

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Biology : 2nd year autumn term

Chemistry: 2nd year spring term

Geosciences : 2nd year spring term

Information Processing Science : 2nd year autumn term

Mathematical Sciences : 2nd year spring term

Physical Sciences : 2nd year autumn term

**Osaamistavoitteet:**

The aim of this course is to develop students' oral/aural fluency in a range of general, scientific and academic communication situations.

Skills in pronunciation, listening and speaking are practised in the course.

**Learning outcomes:** By the end of the course, you are expected to have:



1. provided evidence of oral fluency in pair work communication and small group discussions.
2. developed effective language learning strategies through autonomous homework.
3. demonstrated the ability to present scientific subjects, using appropriate field-related vocabulary.
4. demonstrated lecture listening skills in field related situations.

**Sisältö:**

Skills in listening, speaking, and giving presentations are practised in the course. Homework tasks include autonomous work to support the classroom learning and the task of preparing and presenting a scientific presentation.

**Järjestämistapa:**

Contact teaching

**Toteutustavat:**

See above

**Kohderyhmä:**

See timing above

**Esitietovaatimukset:**

-

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Course materials will be provided by the teacher and a copy fee will be charged.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

*Pass / fail.* Assessment is based on regular attendance, active participation in all lessons and the successful completion of all homework tasks.

**Alternative method of course completion:** An optional exemption test is offered twice per year. The student can only participate in the exemption exam once.

**Arviointiasteikko:**

*Pass / fail*

**Vastuhenkilö:**

Jolene Gear

**Työelämäyhteistyö:**

none

**Lisätiedot:**

-

**800008Y: Orientoivat opinnot, 2 op**

**Opiskelumuoto:** Yleisopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

2 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. vuoden syksy

**Osaamistavoitteet:**

Jakson suorittamisen jälkeen opiskelija on tutustunut oman alansa tavoitteisiin ja sisältöihin. Lisäksi opiskelija on tutustunut opiskeluympäristöönsä sekä oikeisiin opiskelutapoihin. Jakson jälkeen opiskelija pystyy myös hankkimaan tarvitsemaansa tietoa mm. yliopiston kirjastosta sekä erilaisista tietokannoista. Jakson jälkeen opiskelija on suunnitellut tulevia opintojaan (HOPS).

**Sisältö:**

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

Jakson aikana opiskelija laatii LuK-vaiheen HOPSin.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus (pienryhmä)

**Toteutustavat:**

Ryhmätyöskentelyä

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

-

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Osallistuminen pienryhmätapaamisiin ja HOPSin laatiminen.

**Arviointiasteikko:**

HYV/HYL

**Vastuuhenkilö:**

Opintoneuvoja

**Työelämäyhteistyö:**

-

## 901004Y: Ruotsin kieli (LuTK), 2 - 3 op

**Voimassaolo:** 01.08.1995 -

**Opiskelumuoto:** Kieli- ja viestintäopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Kielikeskus

**Arvostelu:** KK / T,H,hyv,hyl toinen kotim. kieli

**Opintokohteen kielet:** ruotsi

**Leikkaavuudet:**

901035Y	Toinen kotimainen kieli (ruotsi), suullinen kielitaito (LuTK)	1.0 op
901034Y	Toinen kotimainen kieli (ruotsi), kirjallinen kielitaito (LuTK)	1.0 op
ay901004Y	Ruotsin kieli (LuTK) (AVOIN YO)	2.0 op

**Taitotaso:**

B1/B2/C1 ( Eurooppalainen viitekehys)

**Asema:**

Pakollinen opintojakso. Kielitaito vastaa kaksikielisellä virka-alueella toimivalta korkeakoulututkinnon suorittaneelta valtion virkamieheltä vaadittavaa kielitaitoa ( Laki 424/03 ja asetys 481/03).

**Lähtötasovaatimus:**

Riittävä lähtötaso on lukioarvosana 7 TAI yo-arvosana A-L TAI hyväksytysti suoritettu ruotsin valmentava kurssi.

Katso lisätietoja Kieli- ja viestintäkoulutuksen www-sivuilta Opinto-oppaasta kohdasta Ruotsi -> [Lähtötasovaatimus](#).

**Laajuus:**

biokemian ko. 3 op, muut ko:t 2 op

**Opetuskieli:**

Ruotsi

**Ajoitus:**

Biokemian ko: 3. lukuvuoden kevätlukukausi

Biologian ko: 3. lukuvuoden kevätlukukausi

Fysikaalisten tieteiden ko:

- vuonna 2012 opintonsa aloittavilla: 1. lukuvuoden kevätlukukausi
- aiemmin opintonsa aloittaneilla:
- fysiikka: 3. lukuvuoden syyslukukausi
- teoreettinen fysiikka, tähtitiede, biofysiikka ja geofysiikka: 2. lukuvuoden syyslukukausi

Geotieteiden ko: 3. lukuvuoden syyslukukausi

Kemian ko: 2. lukuvuoden kevätlukukausi

Maantieteen ko: 2. lukuvuoden kevätlukukausi

Matemaattisten tieteiden ko: 3. lukuvuoden syyslukukausi

Tietojenkäsittelytieteiden ko: 1. lukuvuoden syyslukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija saavuttaa sellaisen oman alan työtehtävissä tarvittavan ruotsin kielen taidon, jota tarvitaan, että hän pystyy toimimaan tyypillisissä viestintätilanteissa vuorovaikutteisesti. Hän käyttää perusrakenteita pääsääntöisesti oikeakielisesti puheessa ja kirjoituksessa. Hän käyttää eri viestintätilanteissa tarvittavia tavallisimpia

tilannesidonnaisia fraaseja ymmärrettävästi. Hän löytää ydinajatuksen yleistieteellisestä ja oman alan tekstistä ja pystyy välittämään tämän tiedon ruotsin kielellä kollegoille tai maallikkoyhteisölle. Hän kirjoittaa lyhyehköjä oman alan tekstejä.

**Sisältö:**

Viestinnällisiä suullisia ja kirjallisia harjoituksia, joiden tarkoituksena on kehittää ja syventää opiskelijan työelämässä tarvitsemää oman alan ruotsin kielen taitoa. Erityishuomio kohdistuu akateemisen ja oman alan käsitteistön ja terminologian hallintaan. Esiintymistaidon harjoittelua. Suullisen kielenkäytön tilannepohjaisia yksilö-, pari- ja ryhmäharjoituksia sekä pienryhmäkeskusteluja. Kuuntelutehtäviä. Ajankohtaisia oman alan tekstejä. Omaan alaan liittyviä kirjoitustehtäviä.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

2 op:n kurssilla 28 oppituntia lähiopetusta (1 x 180 min./viikko) ja niihin liittyvät valmistavat harjoitukset, itseohjattu opiskelu, yhteensä 53 h/kurssi. 3 op:n kurssilla (biokemia) 45 oppituntia lähiopetusta (2 x 90 min./viikko) ja niihin liittyvät valmistavat harjoitukset, itsenäinen opiskelu 35 h, yhteensä 80 h/kurssi.

**Kohderyhmä:**

Luonnontieteellisen tiedekunnan opiskelijat (ks. kohta ajoitus).

**Esitietovaatimukset:**

Ks. Lähtötaso

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Maksullinen materiaali jaetaan kurssilla. Materiaali on alakohtaista, autenttista ja ajantasaista.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kurssilla keskitytään sekä suullisen että kirjallisen kielitaidon parantamiseen, mikä edellyttää säännöllistä ja aktiivista osallistumista harjoituksiin sekä niihin valmistautumista. Läsnäolo 100 %. Kurssiin kuuluu suullisen ja kirjallisen kielitaidon testaus. Eri koulutusohjelmien ruotsinkurssien ajankohdat ja opetusryhmien määrät

**Vaihtoehtoiset suoritustavat:**

Aiempien opintojen korvaaminen

Kielitaidon osoittaminen loppukokeilla

**Arviointiasteikko:**

Arviointi perustuu jatkuvaan arviointiin ja kokeisiin. Hyväksytyyn opintojaksosuoritukseen vaaditaan, että opiskelija on osoittanut suullisessa ja kirjallisessa kielitaidossa vähintään tyydyttävää taitoa. Arviointi perustuu eurooppalaisen viitekehyksen (EVK) arviointiasteikkoon ja valtionhallinnon virkamiehiltä vaadittavaan tutkintoon (ks. kieliasetus 481 /2003). Arvosanat perustuvat jatkuvaan arviointiin ja kokeisiin. Suullisesta ja kirjallisesta kielitaidosta annetaan erilliset arvosanat: tyydyttävä (viitekehyksen taitotasot B1) tai hyvä (viitekehyksen taitotasot B2-C1). Katso tarkemmin Kieli- ja viestintäkoulutuksen www-sivuita Opinto-oppaasta kirjoittamisen ja puhumisen taitotasokuvaukset kohta Arviointikriteerit.

**Vastuuhenkilö:**

lehtori Rauno Varonen

**Työelämäyhteistyö:**

-

**Lisätiedot:**

**Ensimmäinen kokoontuminen:** Opetus alkaa lukujärjestykseen merkittynä ajankohtana.

## 802355A: Algebralliset rakenteet, 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

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

2. vuosi, 1. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa kurssin keskeiset tulokset
- hallitsee kurssilla käytetyt erilaiset todistusmenetelmät
- hallitsee erilaiset algebrallisten rakenteiden käsitteet
- osaa käsitellä erityyppisiä algebrallisia rakenteita ja ymmärtää niiden väliset yhteydet ja eroavaisuudet
- osaa soveltaa algebrallisia menetelmiä tieteellisiin ja käytännön ongelmiin

**Sisältö:**

Tutkitaan algebrallisten rakenteiden perusteita. Tällaisia ovat mm. renkaat, polynomirenkaat, ideaalit, kokonaisalueet, kunnat, äärelliset kunnat, kuntalaajennukset ja osamääräkunta. Tavoitteena on kyky ymmärtää matematiikan ja fysiikan käyttämää "slangia" eli abstraktia järjestelmää, jossa toimitaan suuressa määrin symbolien ja niiden välisten pelisääntöjen avaruudessa.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28h luentoja, 14h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802354A Lukuteoria ja ryhmät

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikoe tai loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Kari Myllylä

**Työelämäyhteistyö:**

-

## 802154P: Alkeisfunktiot, 3 op

**Voimassaolo:** 01.08.2012 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802161P Johdatus reaalfunktioihin 5.0 op

801111P Matematiikan perusmetodit I/mat 10.0 op

800147P Matematiikan perusmetodit I 8.0 op

**Laajuus:**

3 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. vuosi, 1. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa kurssin keskeiset tulokset
- osaa käyttää ja soveltaa erilaisia todistustekniikoita
- osaa käsitellä alkeisfunktioita

**Sisältö:**

Kurssilla tarkastellaan reaalimuuttujan reaaliarvoisia funktioita. Huomiota kiinnitetään laskemisen ohella määritelmiin ja todistustehtäviin.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

21h luentoja, 10 h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Maarit Järvenpää

**Työelämäyhteistyö:**

-

**802156P: Derivaatta, 4 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2012 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

800317A Jatkuvuus ja derivaatta 5.0 op

802163P Derivaatta 5.0 op

801111P Matematiikan perusmetodit I/mat 10.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. vuosi, 2. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa kurssin keskeiset tulokset
- osaa käyttää ja soveltaa erilaisia todistustekniikoita
- osaa soveltaa derivaattaa erilaisissa tehtävissä ja ongelmissa

**Sisältö:**

Kurssilla tarkastellaan reaalimuuttujan reaaliarvoisen funktion derivaattaa ja sovelletaan differentiaalilaskentaa erilaisissa ongelmissa.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28h luentoja, 14h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn

802154P Alkeisfunktiot

802155P Raja-arvo ja jatkuvuus

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Maarit Järvenpää

**Työelämäyhteistyö:**

-

## 802352A: Euklidinen topologia, 4 op

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Maarit Järvenpää

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802357A Euklidiset avaruudet 5.0 op

802356A Metrinen topologia 5.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. vuosi, 3. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

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

- osaa käsitellä reaali-lukujonoja

- 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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28h luentoja, 14 harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802154P Alkeisfunktiot

802155P Raja-arvo ja jatkuvuus

802156P Derivaatta

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikoe tai loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Maarit Järvenpää

**Työelämäyhteistyö:**

-

**802155P: Jatkuvuus ja raja-arvo, 4 op****Voimassaolo:** 01.08.2012 -**Opiskelumuoto:** Perusopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

800119P	Funktiot ja raja-arvo	5.0 op
802162P	Jatkuvuus ja raja-arvo	5.0 op
801111P	Matematiikan perusmetodit I/mat	10.0 op
800147P	Matematiikan perusmetodit I	8.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. vuosi, 1. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa kurssin keskeiset tulokset
- osaa käyttää ja soveltaa erilaisia todistustekniikoita
- osaa määrittellä raja-arvon ja jatkuvuuden
- osaa määrätä raja-arvon erilaisia tekniikoita käyttäen
- osaa tarkastella jatkuvuutta erilaisia tekniikoita käyttäen

**Sisältö:**

Kurssilla tarkastellaan reaalimuuttujan reaaliarvoisen funktion jatkuvuutta ja raja-arvoa sekä näiden käsitteiden välisiä yhteyksiä.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28h luentoja, 14h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Maarit Järvenpää

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

Ensimmäisen vuoden 1. periodissa.

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luentoja 30h, laskuharjoituksia 18 h

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

-

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

Hyväksytty/Hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Tero Vedenjuoksu

**Työelämäyhteistyö:**

-

**800300A: Kypsyysnäyte, 0 op****Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

0 op

**Opetuskieli:**

Suomi/Ruotsi



**Ajoitus:**

3. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Kypsyysnäytteen jälkeen opiskelija on osoittanut perehtyneisyyttä opinnäytteen alaan sekä riittävää äidinkielen taitoa.

**Sisältö:**

Osana sekä alemmaa että ylempää korkeakoulututkintoa opiskelijan on kirjoitettava tutkielman aihepiiriin liittyvä kypsyysnäyte. Kypsyysnäyte kirjoitetaan joko suomen tai ruotsin kielellä sen mukaan, kummalla kielellä opiskelija on saanut koulusivistyksensä. Kypsyysnäyte on koulusivistyskielellä kirjoitettu noin yhden konseptiarkin mittainen esseetyyppinen kirjoitus. Kypsyysnäytteen tulee osoittaa perehtyneisyyttä opinnäytteen alaan sekä äidinkielen taitoa. LuK-tutkintoon kuuluva kypsyysnäyte kirjoitetaan proseminaarin aiheesta ja FM-tutkintoon kuuluva kypsyysnäyte kirjoitetaan Pro gradu -tutkielman aiheesta. Kypsyysnäytteen tarkastaa pääaineen opettaja ja sen arvostelee laitosneuvosto.

Mikäli opiskelija on suorittanut alemmassa korkeakoulututkinnossa kypsyysnäytteen, voi opiskelija korvata FM-vaiheen kypsyysnäytteen opinnäytetyöstä tehdyllä tiivistelmällä (ks. tiedekunnan ohjeet).

**Järjestämistapa:**

Kypsyysnäyte suoritetaan koetilaisuudessa (yleensä tenttipäivisin).

**Toteutustavat:**

Kypsyysnäyte

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Proseminaari tai vastaava työ

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kypsyysnäyte

**Arviointiasteikko:**

Hyväksytty/Hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Proseminaarin ohjaaja

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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:**

4 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. opintovuoden 2. periodi

**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  $R^n$ .

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 21 h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Tero Vedenjuoksu

**Työelämäyhteistyö:**

-

## 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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. opintovuosi, 4. periodi

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 21 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802119P Lineaarialgebra I

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Esa Järvenpää

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. vuosi, 3. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa Lukuteoria ja ryhmät -kurssin keskeiset tulokset
- hallitsee kurssilla käytetyt erilaiset todistusmenetelmät
- hallitsee erilaiset aritmetiikan ja algebrallisten rakenteiden käsitteet
- osaa käsitellä erityyppisiä algebrallisia rakenteita ja ymmärtää niiden väliset yhteydet ja eroavaisuudet
- osaa soveltaa algebrallisia menetelmiä tieteellisiin ja käytännön ongelmiin

**Sisältö:**

Tutkitaan aritmetiikan ja algebrallisten rakenteiden perusteita. Tällaisia ovat mm. kongruenssit, jakojäännösluokat, alkuluvut, Eukleideen algoritmi, aritmetiikan peruslause, Euler-Fermat'n kaava, aritmeettiset funktiot, ryhmät (jakojäännösryhmät, permutaatioryhmät, tekijäryhmät) ja morfismit. Tavoitteena on kyky ymmärtää matematiikan ja fysiikan käyttämää "slangia" eli abstraktia järjestelmää, jossa toimitaan suuressa määrin symbolien ja niiden välisten pelisääntöjen avaruudessa

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28h luentoja, 14h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikoe tai loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**  
Kari Myllylä  
**Työelämäyhteistyö:**  
-

## 800322A: Moniulotteinen analyysi, 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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

2. vuosi, 1-2 periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija osaa

- derivoida useampiulotteisia funktioita

- soveltaa derivaattaa minimointiongelmassa

- määrittellä 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 perustyökaluja analyysin syventäviä kursseja ja sovelluksia (kuten fysiikka) varten.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56 h luentoja 28 h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Lineaarialgebra I

Lineaarialgebra II

Euklidinen topologia

Sarjat ja integraalit

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Maarit Järvenpää

**Työelämäyhteistyö:**

Ei

## 801323A: Proseminaari (mat), 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

**Opetuskieli:**

Suomi (myös Englanti)

**Ajoitus:**

2.-3. opiskeluvuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa muodostaa selkeän ja tarkan kokonaisuuden seminaari aiheestaan
- osaa keskittyä aiheen olennaisiin yksityiskohtiin
- saa kokemusta matemaattisten esitelmien pitämisestä sekä tutkielmien kirjoittamisesta

**Sisältö:**

Proseminaari 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. Proseminaari esitellään suullisesti seminaari-istunnossa. Suositeltavaa on, että seminaarityö tehdään matemaattisen tekstin tuottamiseen kehitetyllä LaTeX-ladontaohjelmalla. Seminaarimuotoinen työskentely antaa myös mahdollisuuden toisten töiden arviointiin ja palautteen saamiseen kavereilta. Tavoitteena on saada tutkielma valmiiksi ohjatusti annetun aikataulun puitteissa.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Seminaarit ja omaehtoinen työskentely

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Pakolliset perus- ja aineopinnot.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

LuK-tutkintoon kuuluva kypsyysnäyte kirjoitetaan seminaarin aiheesta.

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Opinnäytetyö

**Arviointiasteikko:**

Hyv/Hyl

**Vastuuhenkilö:**

Maarit Järvenpää

**Työelämäyhteistyö:**

-

## 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

**Opetuskieli:**

Suomi (mahdollisesti myös englanti)

**Ajoitus:**

1. vuosi, 4. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa käsitellä reaalityökaluja
- osaa erottaa jatkuvuuden ja tasaisen jatkuvuuden
- osaa määrittellä ja laskea epäoleellinen Riemann integraali
- osaa käsitellä funktiojonoja ja sarjoja
- osaa derivoida ja integroida edellä mainittuja

**Sisältö:**

Kurssi on jatkoa ja syvennystä kursseille Raja-arvo ja jatkuvuus sekä Derivaatta. Kurssilla hyödynnetään myös vahvemmin perustopologian (kurssi Euklidinen topologia) menetelmiä jatkuvien funktioiden käsittelemisessä. Perustavoitteet, matemaattisen ajattelun kehittäminen ja laskurutiinin parantaminen, ovat samat kuin esitietokursseilla.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

30h luentoja, 14h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802154P Alkeisfunktiot

802155P Raja-arvo ja jatkuvuus

802156P Derivaatta

802352A Euklidinen topologia

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Peter Hästö

**Työelämäyhteistyö:**

-

**806113P: Tilastotieteen perusteet, 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

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

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. vuosi, 3. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa kuvailla havaintoaineistoa kuvioiden, taulukoiden ja tunnuslukujen avulla.
- osaa soveltaa tilastollisen päättelyt menetelmiä yksinkertaisissa sovellustilanteissa.
- osaa tulkita tilasto-ohjelmiston tulostusta.

**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 todennäköisyysjakauksiin ja tilastollisen päättelyn perusperiaatteisiin (mm. piste- ja väliestimointi, tilastollinen testaus). Kurssilla tutustutaan myös johonkin tilastolliseen ohjelmistoon (esim. R-ympäristöön).

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn

801195P Todennäköisyyslaskennan peruskurssi

802118P Lineaarialgebra I

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe. Hyväksyttävä suoritus edellyttää vähintään kolmeen (3) mikroluokkaharjoitukseen osallistumista.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Hanna Heikkinen

**Työelämäyhteistyö:**

Ei

**Lisätiedot:**

Hyväksyttävä suoritus edellyttää vähintään kolmeen (3) mikroluokkaharjoitukseen osallistumista.

**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:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi (mahdollisesti englanti)

**Ajoitus:**

1. vuosi, 2. periodi

**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 todennäköisyysvaraus, ehdollinen todennäköisyys, riippumattomuus, satunnaismuuttuja sekä sen jakauma ja odotusarvo.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, 16 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn

802154P Alkeisfunktiot

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Lasse Holmström

**Työelämäyhteistyö:**

-

## **H325035: Matematiikan valinnaiset aineopinnot, 0 - 180 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Kokonaisuus

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

*Vapaavalintaisuus*

### **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

**Opetuskieli:**

Englanti (myös suomi)

**Ajoitus:**

Toinen vuosi tai myöhemmin. Syys-/kevätlukukausi

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56 h luentoja ja 28 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Matematiikan pakollisen perus ja aineopinnot

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe tai välikokeet

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Mahmoud Filali

**Työelämäyhteistyö:**

-

**800343A: Permutaatiot, kunnat ja Galois'n teoria, 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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

2. vuosi tai myöhemmin. Periodit 3-4 (Kevätlukukausi)

**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 kuntalajennusten 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 polynomien 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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56h luentoja, 28 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Pakolliset matematiikan perus- ja aineopinnot

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Markku Niemenmaa.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**800345A: Differentiaaliyhtälöt I, 4 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintopakso

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

2. vuosi tai myöhemmin, 3. periodi

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luennot 30 h, harjoitukset 16 h.

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Pakolliset matematiikan perus- ja aineopinnot.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**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.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Martti Kumpulainen.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**Lisätiedot:****800346A: Differentiaaliyhtälöt II, 4 op****Opiskelumoto:** 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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

2. vuosi tai myöhemmin, 4. periodi

**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 muuttujien erottamisen menetelmän soveltamista lämpö- ja aaltoyhtälöiden ratkaisemiseen.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

30 h luentoja ja 16 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Pakolliset matematiikan perus- ja aineopinnot

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**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.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Martti Kumpulainen.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**801344A: Numeerisen laskennan peruskurssi, 8 op****Voimassaolo:** 01.03.2011 -**Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opettajat:** Erkki Laitinen**Opintokohteen oppimateriaali:****Haataja Juha, Rahola J., Ruokolainen J., Fortran 90/95, 1998****Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

8 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**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 numeriiikan kannalta, Unix käyttöjärjestelmän peruskomennot, numeeristen aliohjelmakirjastojen ja grafiikkakirjastojen käyttö sekä numeeristen laskentatehtävien ratkaisemisessa.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Ohjelmoinnin perusteet

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**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/>).**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe, harjoitustyö

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Erkki Laitinen.

**Työelämäyhteistyö:**

-

**801387A: Numeerisen analyysin peruskurssi, 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 analyttinen 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.

### **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.

### **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 Liouvilin 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. Residylaskennan 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 Arhipainen.

## 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 ennakkointia Euroopassa. Uuden ajan alussa italialaiset algebrিকot ratkaisevat kolmannen ja neljännen asteen yhtälöitä. Tämän jälkeen alkaakin yleinen matematiikan nousu, numeeriset laskentamenetelmät kehittyvät, nykyaikainen algebrallinen symboliikka alkaa kehittyä, Fermat ja Descartes luovat analyyttisen geometrian ja nykyaikainen lukuteoria saa alkunsa. Samanaikaisesti differentiaali- ja integraalilaskentaa 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.

**801389A: Geometrian 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 koulugeometrian 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.

**Lisätiedot:**

Kurssin kotisivu: <http://cc.oulu.fi/~matlehti/geometria/>



**802328A: Lukuteorian perusteet, 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:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

2.-3. opiskeluvuosi. Ajoitus vaihtelee.

**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 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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

36 h luentoja ja 18 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802354A Lukuteoria ja ryhmät,

802355A Renkaat, kunnat ja polynomit

802118P Lineaarialgebra I

802119P Lineaarialgebra II

802352A Euklidinen topologia

802353A Sarja ja integraalit

**Yhteydet muihin opintoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste,

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.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Tapani Matala-aho

**Työelämäyhteistyö:**

-

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

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Martti Kumpulainen

**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

**Laajuus:**

4 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- tunnistaa useat inversio-ongelmat
- tietää inversio-ongelmien tyypilliset ominaisuudet
- osaa ratkaista yksinkertaisia inversio-ongelmia eksakteilla ja epätarkoilla arvoilla.

**Sisältö:**

Inversio-ongelmissa pyritään saamaan tietoa tuntemattomista kohteista epäsuorien ja usein epätarkkojen havaintojen avulla. Esimerkkejä tutuista inversio-ongelmista ovat lääketieteelliset kuvantamismenetelmät (ultraäänikuvaus, tietokonekerroskuvaus), kuvan terävöittäminen kuvankäsittelyssä ja sateen havainnointi säätötukalla. Tällä kurssilla tutustutaan matemaattisiin inversio-ongelmiin sekä yksinkertaisten inversio-ongelmien käytännön ratkaisumenetelmiin

1. Esimerkkejä inversio-ongelmista ja niiden tyypillisistä ominaisuuksista
2. Hyvin ja huonosti asetetut ongelmat
3. Pienimmän neliösumman menetelmä
4. Tikhonovin regularisaatio
5. Tilastolliset inversio-ongelmat

**Järjestämistapa:**

Kurssi kestää yhden periodin (2 kuukautta).

**Toteutustavat:**

Luento-opetusta 4x45 min /viikko. Viikottain yksi laskuharjoituskerta, jonka kesto on 2x45 min.

**Kohderyhmä:**

Soveltuu sekä pääaine- että sivuaineopiskelijoille.

**Esitietovaatimukset:**

Vaadittavat kurssit:

- 802118P Lineaarialgebra I
- 802119P Lineaarialgebra II

Suosittelavat kurssit:

- 800322A Moniulotteinen analyysi (tai Analyysi II)
- 801396A Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi
- 802352A Euklidinen topologia
- 800345A Differentiaaliyhtälöt I

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Vastuhenkilö:**

Sari Lasanen.

**Lisätiedot:**

Tällä kurssilla ei tehdä numeerista ohjelmointia. Tietokoneavusteinen laskenta sisältyy itsenäiseen kurssiin **802362A Inversio-ongelmien laskennallinen peruskurssi**, jolle osallistumista suositellaan tämän kurssin suorittaneille.

**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 loppuosa 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.

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

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

2. vuoden syksy.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- todennäköisyysteoriaa syvemmin kuin peruskurssin jälkeen

- soveltaa erilaisia stokastisia malleja

- johtaa esiteltäisiin 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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

24 h luentoja, 12 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat. Suositellaan erityisesti tilastotieteen pääaineopiskelijoille sekä matematiikan ja tietotekniikan linjan valitseville.

**Esitietovaatimukset:**

801195P Todennäköisyyslaskennan peruskurssi

802352A Euklidinen topologia

802353A Sarjat ja integraalit

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Lasse Holmström.

**802363A: Metriset avaruudet, 6 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Mahmoud Filali

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Englanti (myös Suomi)

**Ajoitus:**

2.-3. vuosi. Ajoitus vaihtelee.

**Osaamistavoitteet:**

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

**Sisältö:**

Kurssi käy läpi metristen avaruuksien perusteita: määritelmiä ja esimerkkejä, sisäpisteikkö ja sulkeuma, suppeneminen metrisissä avaruuksissa, jatkuvuus metrisessä avaruudessa, Bairen lause, kompaktisuus, kontraktio, implisiittifunktiolause. Kurssin päätteeksi palautetaan mieliin reaalianalyysin tunnettuja tuloksia ja yleistetään klassiset tulokset metrisiin avaruuksiin.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28h luentoja, 14h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Mahmoud Filali

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

2. vuosi tai myöhemmin, Syyslukukausi (1. tai 2. periodi)

**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 yleistyminen 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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luentoja 27 h, harjoituksia 15 h.

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Pakolliset matematiikan perus- ja aineopinnot

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Tapani Matala-aho

## **H326635: Tilastotieteen valinnaiset aineopinnot, 0 - 180 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Kokonaisuus

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

*Vapaavalintaisuus*

**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:**

5 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa mallintaa aikasarjoja lineaaristen, epälineaaristen ja parametrittömien menetelmien avulla sekä opiskelija osaa valita vaihtoehtoisten mallien väliltä ja sovittaa malleja tietokoneen avulla. Lisäksi tavoitteena on, että opiskelija oppii lukemaan aikasarja-analyysiä käsitteleviä tieteellisiä artikkeleita.

**Sisältö:**

Aikasarja-analyysin peruskäsitteistä sisältöön kuuluu stationaarisuus, autokorrelaatio, spektraalijakaumat ja periodogramma. Lineaarisen aikasarja-analyysin osalta käydään läpi ARMA-mallien avulla tapahtuva selittäminen, ennustaminen, parametrien estimointi sekä mallidiagnostiikka. Epälineaarista aikasarjamalleista käydään läpi kynnysmallit (threshold models) ja heteroskedastiset aikasarjamallit (ARCH ja GARCH). Sisältöön kuuluu epälineaarinen parametriton estimointi silottamisen avulla (aika-avaruus silottaminen ja tila-avaruus silottaminen) sekä parametriton spektraalitiheyden estimointi. Parametrittoman funktion estimoinnin menetelmistä sisältöön kuuluu ydinestimointi, lokaali polynomiregressio ja additiiviset mallit.

**Toteutustavat:**

Kurssiin kuuluu 28 tuntia luentoja, ja 14 tuntia laskuharjoituksia. Laskuharjoituksissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin.

**Esitietovaatimukset:**

matemaattisten tieteiden opiskelijoille: tilastotieteen ja todennäköisyyslaskenta perusteiden hallinta, taloustieteilijöille: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille 1 ja 2, Tilastotieteen perusmenetelmät 1

**Oppimateriaali:**

Fan, J. ja Yao, Q. (2005). Nonlinear Time Series, Springer.

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 The MIT Press.

**Vastuuhenkilö:**

Jussi Klemelä

**806351A: Johdatus ICA analyysiin, 4 op****Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Laajuus:**

4 op

**Sisältö:**

ICA (independent component analysis) on tilastollinen monimuuttujamenetelmä tai signaalinkäsittelymenetelmä jonka tarkoituksena on latenttien (ei-havaittavien) tilastollisesti riippumattomien muuttujien löytäminen, kun havaitaan ainoastaan niistä tuntemattomalla tavalla muodostettu lineaarinen sekoitus. Tällainen tilanne syntyy esimerkiksi, kun useat sensorit havaitsevat useita yhtäaikaista signaaleja (esimerkiksi aivosähkökäyrien (EEG) ja MEG mittauksissa) tai kun moniantennivastaanotin vastaanottaa useita erillisiä ja riippumattomia tietoliikennesignaaleja. ICA analyysi perustuu tilastolliseen lineaariseen malliin ja latenttien muuttujien tilastollisen riippumattomuuden oletukseen. Kurssilla käsitellään ICA mallin tilasto-matemaattista taustaa/teoriaa ja esitetään tärkeimpiä tekniikoita ja algoritmeja tuntemattoman sekoitematriisin estimointiin jonka avulla ei-havaitut riippumattomat komponentit voidaan separoida havaitusta datasta. Lisäksi tarkastellaan kriteereitä menetelmien vertailuun. ICA analyysiä havainnollistetaan mm. tietoliikennetekniikan ja kuvankäsittelyn sovelluksissa R ja Matlab ohjelmistoja apuna käyttäen. Kurssin voi suorittaa myös syventänä kurssina (806626S).

**Vastuuhenkilö:**

Esa Ollila

**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.

**805328A: Monimuuttujamenetelmät, 9 op**



**Opiskelumuoto:** Aineopinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opintokohteen kielet:** suomi

### 805333A: Robustit menetelmät, 6 op

**Voimassaolo:** - 31.07.2007  
**Opiskelumuoto:** Aineopinnot  
**Laji:** Opintojakso  
**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos  
**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl  
**Opintokohteen kielet:** suomi

### 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 kertymäfunktiot, fraktiilit, odotusarvot sekä muut momentit, momenttiemäfunktiot, karakteristiset funktiot), moniulotteisten jakaumien peruskäsitteet (yhteisjakauma, reunajakauma, ehdollinen jakauma, riippumattomuus jne.), eniten käytetyt yksi- ja moniulotteiset jakaumatyyppit, jakaumien muuttuminen muuttujatransformaatioiden yhteydessä, satunnaisuuttuja-jonojen 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

**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, elinaika-analyysin perusmenetelmät, prognoosin regressiomallit, hoitokäytäntöjen vertailu.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, 20 h harjoituksia.

**Yhteydet muihin opintoihin:**

Esitiedot: Todennäköisyyslaskennan peruskurssi, Data-analyysin perusmenetelmät.

**Vastuuhenkilö:**

Esa Läärä.

**806330A: Markkinariskin analyysi, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Jussi Klemelä

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

806630S Markkinariskin analyysi 5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

3. vuosi tai myöhemmin. Ajoitus vaihtelee

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa estimoida kvantiileja (value-at-risk) käyttäen historiallista simulointia (empiirisiä kvantiileja), parametrissa ja semiparametrissa mallinnusta sekä ääriarvoteoriaa. Lisäksi opiskelija osaa estimoida ehdollisia kvantiileja käyttäen GARCH-mallinnusta. Opiskelija pystyy myöskin lukemaan markkinariskianalyysiin liittyvää tieteellistä kirjallisuutta.

#### **Sisältö:**

Kurssilla käsitellään arvopaperiportfolion riskin hallinnan matemaattisia perusteita. Kurssilla opetetaan eri tapoja mitata portfolion riskiä sekä ääriarvoteoriaa ja finanssiaikasarjojen mallintamista. Kurssilla käsitellään:

- tappion ehdollinen ja ilman ehtoa oleva jakauma,
- value-at-risk ja muut markkinariskin mitat,
- markkinariskin estimointi: moniulotteisen normaalijakauman käyttö, historiallinen simulointi/empiirinen kvantiili ja Monte Carlo-mentelmä,
- jakaumien mallintaminen: moniulotteiset jakaumat, normaalitsekoitejakaumat, elliptiset jakaumat ja dimension pienentäminen,
- finanssiaikasarjojen mallintaminen: ARMA-mallit, GARCH-mallit ja volatiliiteettimallit, -kopulat ja riippuvuuden mitat,
- ääriarvoteoria: ryhmämaksimimenetelmät ja raja-arvon ylittämiseen perustuvat menetelmät.

#### **Järjestämistapa:**

Lähiopetus

#### **Toteutustavat:**

Luennot ja vapaaehtoiset laskuharjoitukset, joissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin

#### **Kohderyhmä:**

matemaattisten tieteiden ja taloustieteiden opiskelijat

#### **Esitietovaatimukset:**

806113P Tilastotieteen perusteet

#### **Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

#### **Oppimateriaali:**

McNeil, A. J., Frey, R., and Embrechts, P. (2005). Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools, Princeton Series in Finance, 608 pp.

#### **Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

#### **Arviointiasteikko:**

1-5

#### **Vastuhenkilö:**

Jussi Klemelä

#### **Työelämäyhteistyö:**

-

#### **Lisätiedot:**

Kurssin kotisivu on <http://cc.oulu.fi/~jklemela/marketrisk/>

### **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 opintojaksona 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.

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

**Voimassaolo:** 01.06.2010 -

**Opiskelumoto:** 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:**

5/6 op

**Opetuskieli:**

Finnish

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa soveltaa tilastollisia mallieja taloudellisia ilmiöitä koskevien päätelmien tekemisessä. Vaikka ekonometrisessä päättelyssä noudatetaan samoja periaatteita kuin muussa tilastollisessa päättelyssä, liittyy taloudellisiin ilmiöihin ja taloustieteelliseen ajattelutapaan eräitä erikoispiirteitä, jotka eroavat muista tilastotieteen sovellusalueista. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa käyttää lineaarisen regressiomallin lisäksi epälineaarista regressiota ja yleistettyä

momenttimenetelmää sekä osaa soveltaa instrumenttimuuttujia estimoinnissa. Opiskelija osaa myöskin tutkia lineaariseen malliin liittyvien oletusten voimassaoloa ja sopeuttaa päättelyä tutkittavan ilmiön erikoispiirteiden mukaan.

**Sisältö:**

Kurssin alussa esitellään monen muuttujan lineaarista regressiomallia ja siihen liittyvää asymptootista teoriaa sekä mallin parametreja koskevien rajoitusten ja rakennemuutosten testaamista. Kurssilla käsitellään instrumenttimuuttujien käyttöä estimoinnissa ja estimointia silloin, kun mittausvirheitä esiintyy muuttujien mitatuissa arvoissa. Lineaarisen regressiomallin lisäksi käsitellään epälineaarista regressiota ja yleistettyä momenttimenetelmää. Kurssilla tutustutaan päättelyyn heteroskedastisuuden ja autokorreloituneiden virheiden tapauksissa. Kurssi sisältää aikasarja-analyysin ja paneeliaineistojen analyysin perusteet. Aikasarja-analyysin yhteydessä käsitellään kointegraatiota ja autoregressiivistä ehdollista heteroskedastisuutta.

**Toteutustavat:**

Kurssiin kuuluu 28 tuntia luentoja, ja 14 tuntia laskuharjoituksia. Laskuharjoituksissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin.

**Esitietovaatimukset:**

matemaattisten tieteiden opiskelijoille: tilastotieteiden perusteiden hallinta, taloustieteilijöille: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille 1 ja 2, Tilastotieteen perusmenetelmät 1

**Oppimateriaali:**

William H. Greene: Econometric Analysis (Prentice Hall)

**Vastuuhenkilö:**

Jussi Klemelä.

**805332A: Koesuunnittelu, 9 op**

**Voimassaolo:** - 31.07.2007

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

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

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

**806357A: Rahoituksen tilastotiede, 5 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Jussi Klemelä

**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

## 902002Y: Englannin kieli 1, 2 op

**Voimassaolo:** 01.08.1995 -

**Opiskelumuoto:** Kieli- ja viestintäopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Kielikeskus

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

### **Taitotaso:**

B2/C1 on the [Common European Framework of Reference](#) scale.

### **Asema:**

In the Faculty of Science, this course is mandatory for all degree programmes except Geography. Please consult the Faculty Study Guide to establish the language requirements for your own degree programme.

### **Lähtötasovaatimus:**

English must have been the A1 or A2 language at school or equivalent English skills should have been acquired otherwise.

### **Laajuus:**

2 ECTS credits (total work load 54 hours including classroom meetings).

### **Opetuskieli:**

Both English and Finnish are used.

### **Ajoitus:**

Biological Sciences: 1st year spring term

Chemistry: 1st year autumn term

Geology: 1st year spring term

Information Processing Science: 1st year spring term

Mathematical Sciences: 1st year spring term

Physical Sciences: 1st year autumn term

### **Osaamistavoitteet:**

In this course, students improve their understanding of written academic English used in texts in Natural Sciences as well as expand their general and scientific vocabulary. Students become aware of their own role in learning and will be able to find and take advantage of useful study materials available on the Internet in order to develop their own language learning strategies, which will enhance their academic English. Students show their awareness and their own responsibility by reflecting on their achievements in a study journal.

**Learning outcomes:** By completing the tasks of the course, students will

- have acquired effective vocabulary learning techniques by being able to distinguish parts of words to infer meanings
- expand their academic vocabulary by using Internet resources such as on-line dictionaries
- understand and be able to construct basic grammatical structures used in formal written English
- be able to utilize text structure and cohesion markers when reading academic texts
- be able to apply effective reading techniques and have necessary skills to extract global and detailed information with considerable ease and speed from general texts related to Natural Sciences as well as texts /textbooks of their own field

### **Sisältö:**

See above

### **Järjestämistapa:**

See below

### **Toteutustavat:**

The course is carried out in multi-mode, with instruction and student tasks both in class and in the Optima learning environment.

### **Kohderyhmä:**

1st year students of Biology, Chemistry, Geology, Information Processing Science, Physics, and Mathematics.

### **Esitietovaatimukset:**

-

### **Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

See 902004Y Scientific Communication

### **Oppimateriaali:**

Set books for substance studies; journal articles in print and on-line. Further information will be given in the first lesson.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Active and regular participation in classroom sessions, completing the learning tasks (in class and Optima Learning Environment ) including the study journal. These are prerequisites for participation in the end of term examination. Exemptions from the examination can be given for excellent work during the course.

**Arviointiasteikko:**

Pass/Fail

**Vastuuhenkilö:**

Jolene Gear

**Työelämäyhteistyö:**

none

**Lisätiedot:**

N.B. Students with grades laudatur or eximia in their A1 English school-leaving examination can be exempted from this course and will be granted the credits by the Faculty of Science.

**Resit examinations:** Two resit examinations are allowed on the dates set by the Extension School unit of Languages and Communication.

**902004Y: Englannin kieli 2, 2 op**

**Voimassaolo:** 01.08.1995 -

**Opiskelumuoto:** Kieli- ja viestintäopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Kielikeskus

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

**Opintokohteen kielet:** englanti

**Leikkaavuudet:**

ay902004Y Englannin kieli 2 (AVOIN YO) 2.0 op

**Taitotaso:**

B2/C1 on the CEFR scales

**Asema:**

This course is mandatory for all 2nd year students (except **geographers**) who will have English as their foreign language in their B.Sc. degree. This includes the students who were exempted from 'Reading for Academic Purposes' (902002Y). Please consult the faculty study guide to establish the language requirements on your own degree programme.

**Lähtötasovaatimus:**

Students taking this course must have had English as the A1 or A2 language at school or the equivalent English skills should have been acquired otherwise. The course 'Reading for Academic Purposes' (902002Y) is a pre-requisite, unless exempted.

**Laajuus:**

**The student workload is 53 hrs work/ 2 ECTS credits.**

**Opetuskieli:**

English

**Ajoitus:**

Biology : 2nd year autumn term

Chemistry: 2nd year spring term

Geosciences : 2nd year spring term

Information Processing Science : 2nd year autumn term

Mathematical Sciences : 2nd year spring term

Physical Sciences : 2nd year autumn term

**Osaamistavoitteet:**

The aim of this course is to develop students' oral/aural fluency in a range of general, scientific and academic communication situations.

Skills in pronunciation, listening and speaking are practised in the course.

**Learning outcomes:** By the end of the course, you are expected to have:

1. provided evidence of oral fluency in pair work communication and small group discussions.
2. developed effective language learning strategies through autonomous homework.
3. demonstrated the ability to present scientific subjects, using appropriate field-related vocabulary.
4. demonstrated lecture listening skills in field related situations.

**Sisältö:**

Skills in listening, speaking, and giving presentations are practised in the course. Homework tasks include autonomous work to support the classroom learning and the task of preparing and presenting a scientific presentation.

**Järjestämistapa:**

Contact teaching

**Toteutustavat:**

See above

**Kohderyhmä:**

See timing above

**Esitietovaatimukset:**

-

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Course materials will be provided by the teacher and a copy fee will be charged.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

*Pass / fail.* Assessment is based on regular attendance, active participation in all lessons and the successful completion of all homework tasks.

**Alternative method of course completion:** An optional exemption test is offered twice per year. The student can only participate in the exemption exam once.

**Arviointiasteikko:**

*Pass / fail*

**Vastuuhenkilö:**

Jolene Gear

**Työelämäyhteistyö:**

none

**Lisätiedot:**

-

## 800008Y: Orientoivat opinnot, 2 op

**Opiskelumuoto:** Yleisopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

2 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. vuoden syksy

**Osaamistavoitteet:**

Jakson suorittamisen jälkeen opiskelija on tutustunut oman alansa tavoitteisiin ja sisältöihin. Lisäksi opiskelija on tutustunut opiskeluympäristöönsä sekä oikeisiin opiskelutapoihin. Jakson jälkeen opiskelija pystyy myös hankkimaan tarvitsemaansa tietoa mm. yliopiston kirjastosta sekä erilaisista tietokannoista. Jakson jälkeen opiskelija on suunnitellut tulevia opintojaan (HOPS).

**Sisältö:**

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

Jakson aikana opiskelija laatii LuK-vaiheen HOPSin.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus (pienryhmä)

**Toteutustavat:**

Ryhmätyöskentelyä

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

-

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-



**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Osallistuminen pienryhmätapaamisiin ja HOPSin laatiminen.

**Arviointiasteikko:**

HYV/HYL

**Vastuuhenkilö:**

Opintoneuvoja

**Työelämäyhteistyö:**

-

**901004Y: Ruotsin kieli (LuTK), 2 - 3 op****Voimassaolo:** 01.08.1995 -**Opiskelumuoto:** Kieli- ja viestintäopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Kielikeskus**Arvostelu:** KK / T,H,hyv,hyl toinen kotim. kieli**Opintokohteen kielet:** ruotsi**Leikkaavuudet:**

901035Y	Toinen kotimainen kieli (ruotsi), suullinen kielitaito (LuTK)	1.0 op
901034Y	Toinen kotimainen kieli (ruotsi), kirjallinen kielitaito (LuTK)	1.0 op
ay901004Y	Ruotsin kieli (LuTK) (AVOIN YO)	2.0 op

**Taitotaso:**

B1/B2/C1 ( Eurooppalainen viitekehys)

**Asema:**

Pakollinen opintojakso. Kielitaito vastaa kaksikielisellä virka-alueella toimivalta korkeakoulututkinnon suorittaneelta valtion virkamieheltä vaadittavaa kielitaitoa ( Laki 424/03 ja asetys 481/03).

**Lähtötasovaatimus:**

Riittävä lähtötaso on lukioarvosana 7 TAI yo-arvosana A-L TAI hyväksytysti suoritettu ruotsin valmentava kurssi.

Katso lisätietoja Kieli- ja viestintäkoulutuksen www-sivuilta Opinto-oppaasta kohdasta Ruotsi -> [Lähtötasovaatimus](#).**Laajuus:**

biokemian ko. 3 op, muut ko:t 2 op

**Opetuskieli:**

Ruotsi

**Ajoitus:**

Biokemian ko: 3. lukuvuoden kevätlukukausi

Biologian ko: 3. lukuvuoden kevätlukukausi

Fysikaalisten tieteiden ko:

- vuonna 2012 opintonsa aloittavilla: 1. lukuvuoden kevätlukukausi
- aiemmin opintonsa aloittaneilla:
- fysiikka: 3. lukuvuoden syyslukukausi
- teoreettinen fysiikka, tähtitiede, biofysiikka ja geofysiikka: 2. lukuvuoden syyslukukausi

Geotieteiden ko: 3. lukuvuoden syyslukukausi

Kemian ko: 2. lukuvuoden kevätlukukausi

Maantieteen ko: 2. lukuvuoden kevätlukukausi

Matemaattisten tieteiden ko: 3. lukuvuoden syyslukukausi

Tietojenkäsittelytieteiden ko: 1. lukuvuoden syyslukukausi

**Osaamistavoitteet:**

Opiskelija saavuttaa sellaisen oman alan työtehtävissä tarvittavan ruotsin kielen taidon, jota tarvitaan, että hän pystyy toimimaan tyypillisissä viestintätilanteissa vuorovaikutteisesti. Hän käyttää perusrakenteita pääsääntöisesti oikeakielisesti puheessa ja kirjoituksessa. Hän käyttää eri viestintätilanteissa tarvittavia tavallisimpia tilannesidonnaisia fraaseja ymmärrettävästi. Hän löytää ydinajatuksen yleistieteellisestä ja oman alan tekstistä ja pystyy välittämään tämän tiedon ruotsin kielellä kollegoille tai maallikkoyleisölle. Hän kirjoittaa lyhyehköjä oman alan tekstejä.

**Sisältö:**

Viestinnällisiä suullisia ja kirjallisia harjoituksia, joiden tarkoituksena on kehittää ja syventää opiskelijan työelämässä tarvitsemää oman alan ruotsin kielen taitoa. Erityishuomio kohdistuu akateemisen ja oman alan käsitteistön ja terminologian hallintaan. Esiintymistaidon harjoittelua. Suullisen kielenkäytön tilannepohjaisia yksilö-, pari- ja

ryhmäharjoituksia sekä pienryhmäkeskusteluja. Kuuntelutehtäviä. Ajankohtaisia oman alan tekstejä. Omaan alaan liittyviä kirjoitustehtäviä.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

2 op:n kurssilla 28 oppituntia lähiopetusta (1 x 180 min./viikko) ja niihin liittyvät valmistavat harjoitukset, itseohjattu opiskelu, yhteensä 53 h/kurssi. 3 op:n kurssilla (biokemia) 45 oppituntia lähiopetusta (2 x 90 min./viikko) ja niihin liittyvät valmistavat harjoitukset, itsenäinen opiskelu 35 h, yhteensä 80 h/kurssi.

**Kohderyhmä:**

Luonnotieteellisen tiedekunnan opiskelijat (ks. kohta ajoitus).

**Esitietovaatimukset:**

Ks. Lähtötaso

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Maksullinen materiaali jaetaan kurssilla. Materiaali on alakohtaista, autenttista ja ajantasaista.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kurssilla keskitytään sekä suullisen että kirjallisen kielitaidon parantamiseen, mikä edellyttää säännöllistä ja aktiivista osallistumista harjoituksiin sekä niihin valmistautumista. Läsnäolo 100 %. Kurssiin kuuluu suullisen ja kirjallisen kielitaidon testaus. Eri koulutusohjelmien ruotsinkurssien ajankohdat ja opetusryhmien määrät

**Vaihtoehtoiset suoritustavat:**

Aiempien opintojen korvaaminen

Kielitaidon osoittaminen loppukokeilla

**Arviointiasteikko:**

Arviointi perustuu jatkuvaan arviointiin ja kokeisiin. Hyväksytyyn opintojaksosuoritukseen vaaditaan, että opiskelija on osoittanut suullisessa ja kirjallisessa kielitaidossa vähintään tyydyttävää taitoa. Arviointi perustuu eurooppalaisen viitekehyksen (EVK) arviointiasteikkoon ja valtionhallinnon virkamiehiltä vaadittavaan tutkintoon (ks. kieliasetus 481 /2003). Arvosanat perustuvat jatkuvaan arviointiin ja kokeisiin. Suullisesta ja kirjallisesta kielitaidosta annetaan erilliset arvosanat: tyydyttävä (viitekehyksen taitotasot B1) tai hyvä (viitekehyksen taitotasot B2-C1). Katso tarkemmin Kieli- ja viestintäkoulutuksen www-sivuita Opinto-oppaasta kirjoittamisen ja puhumisen taitotasokuvaukset kohta Arviointikriteerit.

**Vastuuhenkilö:**

lehtori Rauno Varonen

**Työelämäyhteistyö:**

-

**Lisätiedot:**

**Ensimmäinen kokoontuminen:** Opetus alkaa lukujärjestykseen merkittynä ajankohtana.

## 802355A: Algebralliset rakenteet, 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

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

2. vuosi, 1. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa kurssin keskeiset tulokset
- hallitsee kurssilla käytetyt erilaiset todistusmenetelmät

- hallitsee erilaiset algebrallisten rakenteiden käsitteet
- osaa käsitellä erityyppisiä algebrallisia rakenteita ja ymmärtää niiden väliset yhteydet ja eroavaisuudet
- osaa soveltaa algebrallisia menetelmiä tieteellisiin ja käytännön ongelmiin

**Sisältö:**

Tutkitaan algebrallisten rakenteiden perusteita. Tällaisia ovat mm. renkaat, polynomirenkaat, ideaalit, kokonaisalueet, kunnat, äärelliset kunnat, kuntalaajennukset ja osamääräkunta. Tavoitteena on kyky ymmärtää matematiikan ja fysiikan käyttämää "slangia" eli abstraktia järjestelmää, jossa toimitaan suuressa määrin symbolien ja niiden välisten pelisääntöjen avaruudessa.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28h luentoja, 14h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802354A Lukuteoria ja ryhmät

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikoe tai loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Kari Myllylä

**Työelämäyhteistyö:**

-

**802154P: Alkeisfunktiot, 3 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2012 -

**Opiskelumuoto:** Perusopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802161P Johdatus reaalfunktioihin 5.0 op

801111P Matematiikan perusmetodit I/mat 10.0 op

800147P Matematiikan perusmetodit I 8.0 op

**Laajuus:**

3 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. vuosi, 1. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa kurssin keskeiset tulokset
- osaa käyttää ja soveltaa erilaisia todistustekniikoita
- osaa käsitellä alkeisfunktioita

**Sisältö:**

Kurssilla tarkastellaan reaaliuuttujan reaaliarvoisia funktioita. Huomiota kiinnitetään laskemisen ohella määritelmiin ja todistustehtäviin.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

21h luentoja, 10 h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Maarit Järvenpää

**Työelämäyhteistyö:**

-

**802156P: Derivaatta, 4 op****Voimassaolo:** 01.08.2012 -**Opiskelumuoto:** Perusopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

800317A Jatkuvuus ja derivaatta 5.0 op

802163P Derivaatta 5.0 op

801111P Matematiikan perusmetodit I/mat 10.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. vuosi, 2. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa kurssin keskeiset tulokset
- osaa käyttää ja soveltaa erilaisia todistustekniikoita
- osaa soveltaa derivaattaa erilaisissa tehtävissä ja ongelmissa

**Sisältö:**

Kurssilla tarkastellaan reaalimuuttujan reaaliarvoisen funktion derivaattaa ja sovelletaan differentiaalilaskentaa erilaisissa ongelmissa.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28h luentoja, 14h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn

802154P Alkeisfunktiot

802155P Raja-arvo ja jatkuvuus

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Maarit Järvenpää

**Työelämäyhteistyö:**

-

## 802352A: Euklidinen topologia, 4 op

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Maarit Järvenpää

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

802357A Euklidiset avaruudet 5.0 op

802356A Metrinen topologia 5.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. vuosi, 3. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

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

- osaa käsitellä reaali lukujonoja

- 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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28h luentoja, 14 harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802154P Alkeisfunktiot

802155P Raja-arvo ja jatkuvuus

802156P Derivaatta

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikoe tai loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Maarit Järvenpää

**Työelämäyhteistyö:**

-

**802155P: Jatkuvuus ja raja-arvo, 4 op****Voimassaolo:** 01.08.2012 -**Opiskelumuoto:** Perusopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**Leikkaavuudet:**

800119P	Funktiot ja raja-arvo	5.0 op
802162P	Jatkuvuus ja raja-arvo	5.0 op
801111P	Matematiikan perusmetodit I/mat	10.0 op
800147P	Matematiikan perusmetodit I	8.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. vuosi, 1. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa kurssin keskeiset tulokset
- osaa käyttää ja soveltaa erilaisia todistustekniikoita
- osaa määrittellä raja-arvon ja jatkuvuuden
- osaa määrätä raja-arvon erilaisia tekniikoita käyttäen
- osaa tarkastella jatkuvuutta erilaisia tekniikoita käyttäen

**Sisältö:**

Kurssilla tarkastellaan reaalimuuttujan reaaliarvoisen funktion jatkuvuutta ja raja-arvoa sekä näiden käsitteiden välisiä yhteyksiä.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28h luentoja, 14h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Maarit Järvenpää

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

Ensimmäisen vuoden 1. periodissa.

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luentoja 30h, laskuharjoituksia 18 h

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

-

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

Hyväksytty/Hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Tero Vedenjuoksu

**Työelämäyhteistyö:**

-

## 800300A: Kypsyysnäyte, 0 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

0 op

**Opetuskieli:**

Suomi/Ruotsi

**Ajoitus:**

3. vuosi

**Osaamistavoitteet:**

Kypsyysnäytteen jälkeen opiskelija on osoittanut perehtyneisyyttä opinnäytteen alaan sekä riittävää äidinkielen taitoa.

**Sisältö:**

Osana sekä alempaa että ylempää korkeakoulututkintoa opiskelijan on kirjoitettava tutkielman aihepiiriin liittyvä kypsyysnäyte. Kypsyysnäyte kirjoitetaan joko suomen tai ruotsin kielellä sen mukaan, kummalla kielellä opiskelija on saanut koulusivistyksensä. Kypsyysnäyte on koulusivistyskielellä kirjoitettu noin yhden konseptiarkin mittainen essee-

tyyppinen kirjoitus. Kypsyysnäytteen tulee osoittaa perehtyneisyyttä opinnäytteen alaan sekä äidinkielen taitoa. LuK-tutkintoon kuuluva kypsyysnäyte kirjoitetaan proseminaarin aiheesta ja FM-tutkintoon kuuluva kypsyysnäyte kirjoitetaan Pro gradu -tutkielman aiheesta. Kypsyysnäytteen tarkastaa pääaineen opettaja ja sen arvostelee laitosneuvosto.

Mikäli opiskelija on suorittanut alemmassa korkeakoulututkinnossa kypsyysnäytteen, voi opiskelija korvata FM-vaiheen kypsyysnäytteen opinnäytetyöstä tehdyllä tiivistelmällä (ks. tiedekunnan ohjeet).

**Järjestämistapa:**

Kypsyysnäyte suoritetaan koetilaisuudessa (yleensä tenttipäivisin).

**Toteutustavat:**

Kypsyysnäyte

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Proseminaari tai vastaava työ

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Kypsyysnäyte

**Arviointiasteikko:**

Hyväksytty/Hylätty

**Vastuuhenkilö:**

Proseminaarin ohjaaja

**Työelämäyhteistyö:**

-

## 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:**

4 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. opintovuoden 2. periodi

**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  $R^n$ .

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 21 h harjoituksia

**Kohderyhmä:**



Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Tero Vedenjuoksu

**Työelämäyhteistyö:**

-

## 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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. opintovuosi, 4. periodi

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

35 h luentoja, 21 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802119P Lineaarialgebra I

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Esa Järvenpää  
**Työelämäyhteistyö:**

-

## 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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. vuosi, 3. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa johtaa ja todistaa Lukuteoria ja ryhmät -kurssin keskeiset tulokset
- hallitsee kurssilla käytetyt erilaiset todistusmenetelmät
- hallitsee erilaiset aritmetiikan ja algebrallisten rakenteiden käsitteet
- osaa käsitellä erityyppisiä algebrallisia rakenteita ja ymmärtää niiden väliset yhteydet ja eroavaisuudet
- osaa soveltaa algebrallisia menetelmiä tieteellisiin ja käytännön ongelmiin

**Sisältö:**

Tutkitaan aritmetiikan ja algebrallisten rakenteiden perusteita. Tällaisia ovat mm. kongruenssit, jakojäännösluokat, alkuluvut, Eukleideen algoritmi, aritmetiikan peruslause, Euler-Fermat'n kaava, aritmeettiset funktiot, ryhmät (jakojäännösryhmät, permutaatioryhmät, tekijäryhmät) ja morfismit. Tavoitteena on kyky ymmärtää matematiikan ja fysiikan käyttämää "slangia" eli abstraktia järjestelmää, jossa toimitaan suuressa määrin symbolien ja niiden välisten pelisääntöjen avaruudessa

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

28h luentoja, 14h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikoe tai loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Kari Myllylä

**Työelämäyhteistyö:**

-

## 800322A: Moniulotteinen analyysi, 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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

2. vuosi, 1-2 periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija osaa

- derivoida useampiulotteisia funktioita

- soveltaa derivaattaa minimointiongelmassa

- määrittellä 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 muuttuja funktioiden differentiaali- ja integraalilaskentaa. Kurssi tarjoaa perustyökaluja analyysin syventäviä kursseja ja sovelluksia (kuten fysiikka) varten.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56 h luentoja 28 h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Lineaarialgebra I

Lineaarialgebra II

Euklidinen topologia

Sarjat ja integraalit

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Maarit Järvenpää

**Työelämäyhteistyö:**

Ei

## 801323A: Proseminaari (mat), 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

**Opetuskieli:**

Suomi (myös Englanti)

**Ajoitus:**

2.-3. opiskeluvuosi.

**Osaamistavoitteet:**

Opintojakson onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa muodostaa selkeän ja tarkan kokonaisuuden seminaari aiheestaan
- osaa keskittyä aiheen olennaisiin yksityiskohtiin
- saa kokemusta matemaattisten esitelmien pitämisestä sekä tutkielmien kirjoittamisesta

**Sisältö:**

Proseminaari 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. Proseminaari esitellään suullisesti seminaari-istunnossa. Suositeltavaa on, että seminaarityö tehdään matemaattisen tekstin tuottamiseen kehitetyllä LaTeX-ladontaohjelmalla. Seminaarimuotoinen työskentely antaa myös mahdollisuuden toisten töiden arviointiin ja palautteen saamiseen kavereilta. Tavoitteena on saada tutkielma valmiiksi ohjatusti annetun aikataulun puitteissa.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Seminaarit ja omaehtoinen työskentely

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Pakolliset perus- ja aineopinnot.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

LuK-tutkintoon kuuluva kypsyysnäyte kirjoitetaan seminaarin aiheesta.

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Opinnäytetyö

**Arviointiasteikko:**

Hyv/Hyl

**Vastuuhenkilö:**

Maarit Järvenpää

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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

**Opetuskieli:**

Suomi (mahdollisesti myös englanti)

**Ajoitus:**

1. vuosi, 4. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

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

**Sisältö:**

Kurssi on jatkoa ja syvennystä kursseille Raja-arvo ja jatkuvuus sekä Derivaatta. Kurssilla hyödynnetään myös vahvemmin perustopologian (kurssi Euklidinen topologia) menetelmiä jatkuvien funktioiden käsittelemisessä.

Perustavoitteet, matemaattisen ajattelun kehittäminen ja laskurutiinin parantaminen, ovat samat kuin esitietokursseilla.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

30h luentoja, 14h harjoituksia

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802154P Alkeisfunktiot

802155P Raja-arvo ja jatkuvuus

802156P Derivaatta

802352A Euklidinen topologia

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

Luentomoniste

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Peter Hästö

**Työelämäyhteistyö:**

-

**806113P: Tilastotieteen perusteet, 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

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

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

1. vuosi, 3. periodi

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin suorittamisen jälkeen opiskelija

- osaa kuvailla havaintoaineistoa kuvioiden, taulukoiden ja tunnuslukujen avulla.
- osaa soveltaa tilastollisen päättelyt menetelmiä yksinkertaisissa sovellustilanteissa.
- osaa tulkita tilasto-ohjelmiston tulostusta.

**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 perusperiaatteisiin (mm. piste- ja väliestimointi, tilastollinen testaus). Kurssilla tutustutaan myös johonkin tilastolliseen ohjelmistoon (esim. R-ympäristöön).

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

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

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn

801195P Todennäköisyyslaskennan peruskurssi

802118P Lineaarialgebra I

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe. Hyväksyttävä suoritus edellyttää vähintään kolmeen (3) mikroluokkaharjoitukseen osallistumista.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Hanna Heikkinen

**Työelämäyhteistyö:**

Ei

**Lisätiedot:**

Hyväksyttävä suoritus edellyttää vähintään kolmeen (3) mikroluokkaharjoitukseen osallistumista.

## 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:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi (mahdollisesti englanti)

**Ajoitus:**

1. vuosi, 2. periodi

**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 todennäköisyysvaraus, ehdollinen todennäköisyys, riippumattomuus, satunnaismuuttuja sekä sen jakauma ja odotusarvo.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, 16 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pääaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

802151P Johdatus matemaattiseen päättelyyn

802154P Alkeisfunktiot

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuhenkilö:**

Lasse Holmström

**Työelämäyhteistyö:**

-

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

2. vuosi, periodit 1-2

**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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

56 h luentoja, 42 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Tilastotieteen pääaineopiskelijat sekä sivuainekokonaisuuksia suorittavat

**Esitietovaatimukset:**

Todennäköisyyslaskennan peruskurssi

806113P Tilastotieteen perusteet

802118P Lineaarialgebra I

802154P Alkeisfunktiot

802155P Jatkuvuus ja raja-arvo

802156P Derivaatta

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Edellytetään suoritettavaksi ennen opintojaksoja 805310A Tilastollinen päättely I, 806359A Regressiomallitus 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.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Esa Läärä.

**Työelämäyhteistyö:**

-

## 806359A: Regressiomallitus, 10 op

**Voimassaolo:** 01.08.2012 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

805351A Lineaarinen regressio 5.0 op

805352A Yleistetyt lineaariset mallit 5.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

2. vuosi, periodit 3-4

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija osaa kuvata yleistettyjen lineaaristen mallien peruskäsitteet ja oletukset sekä regressiomallituksen pääperiaatteet, ja osaa myös soveltaa näitä menetelmiä kokeellisen tai epäkokeellisen havaintoaineiston analyysissä.

**Sisältö:**

Jatkuvan vastemuuttujan, kaksiarvoisen sekä lukumäärävasteen yleistetyt lineaariset regressiomallit; mallin muotoilu, muuttujien valinta ja parametrien tulkinta; mallien sovittaminen, parametrien estimointi ja ennustaminen suurimman uskottavuuden menetelmällä; mallikritiikki ja -diagnoosiikka; R-ympäristön ja SAS-ohjelmiston käyttö mallituksessa.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luennot (56 h), lasku- ja mikroluokkaharjoitukset (28 h), omatoiminen opiskelu.

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Pakolliset matematiikan tilastotieteen perus- ja aineopinnot (ydin), 801396A Todennäköisyyslaskennan peruskurssi, 806112P Data-analyysin perusmenetelmät sekä 805310A Tilastollinen päättely I

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Esa Läärä

**Työelämäyhteistyö:**



## 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 Uskottavuuspäättely 5.0 op

805350A Estimointi- ja testiteoria 5.0 op

**Laajuus:**

10 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

2. tai 3. opintovuoden kevät (periodit 3-4).

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija osaa selostaa frekventistisen tilastollisen päättelyn pääperiaatteet, johtaa vähäparametristen mallien uskottavuusfunktiot, laskea niihin pohjautuvat piste- ja väliestimaatit, testisuureet ja P-arvot sekä tulkita näin saatuja tuloksia.

**Sisältö:**

Tilastollinen malli ja havaintoaineisto; uskottavuusfunktio, log-uskottavuus, pistemäärä ja informaatio; piste-estimaattorien sekä uskottavuus- ja luottamusvälien konstruointi ja ominaisuudet; uskottavuusosamäärä-, pistemäärä- ja Waldin testisuureet ja niiden asymptoottiset otantajakaumat; jackknife- ja bootstrap-menetelmät; bayesiläisen päättelyn alkeet; R-ympäristön käyttö päättelytehtävissä.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luennot (56 h), lasku- ja mikroluokkaharjoitukset (28 h) ja omatoiminen opiskelu.

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Todennäköisyyslaskennan peruskurssi

Data-analyysin perusmenetelmät

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

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.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Välikokeet tai loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Hyon-Jung Kim-Ollila

**Työelämäyhteistyö:**

-

## 805340A: Tilastolliset ohjelmistot, 4 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

805353A Tilastolliset ohjelmistot 5.0 op

**Laajuus:**

4 op

**Opetuskieli:**

Englanti

**Ajoitus:**

3. vuoden syyslukukausi. Ajoitus vaihtelee.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija osaa itsenäisesti käyttää data-analyysissä tarvittavia keskeisiä tilastollisia ohjelmistoja.

**Sisältö:**

Käsiteltävät ohjelmistot ovat R, SAS ja SPSS, joiden tärkeimmät datanhallinnan, tilastollisen laskennan, grafiikan ja ohjelmoinnin työkalut esitellään ja hankitaan valmiudet niiden sujuvaan käyttöön.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luennot ja mikroloukkaharjoitukset (yht. 34 h), omatoiminen opiskelu.

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

Data-analyysin perusmenetelmät

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

-

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Lopputyö

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Hyon-Jung Kim-Ollila

**Työelämäyhteistyö:**

-

## 801396A: Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi, 5 op

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**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

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

2. vuoden syksy.

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin onnistuneen suorittamisen jälkeen opiskelija

- todennäköisyysteoriaa syvemmin kuin peruskurssin jälkeen

- soveltaa erilaisia stokastisia malleja
- johtaa esiteltyihin 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.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

24 h luentoja, 12 h harjoituksia.

**Kohderyhmä:**

Pää- ja sivuaineopiskelijat. Suositellaan erityisesti tilastotieteen pääaineopiskelijoille sekä matematiikan ja tietotekniikan linjan valitseville.

**Esitietovaatimukset:**

801195P Todennäköisyyslaskennan peruskurssi

802352A Euklidinen topologia

802353A Sarjat ja integraalit

**Oppimateriaali:**

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

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe.

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Lasse Holmström.

**H326635: Tilastotieteen valinnaiset aineopinnot, 0 - 180 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2010 -

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Kokonaisuus

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

*Vapaavalintaisuus*

**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:**

5 op

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa mallintaa aikasarjoja lineaaristen, epälineaaristen ja parametrittömien mallien avulla sekä opiskelija osaa valita vaihtoehtoisten mallien väliltä ja sovittaa malleja tietokoneen avulla. Lisäksi tavoitteena on, että opiskelija oppii lukemaan aikasarja-analyysiä käsitteleviä tieteellisiä artikkeleita.

**Sisältö:**

Aikasarja-analyysin peruskäsitteistä sisältöön kuuluu stationaarisuus, autokorrelaatio, spektraalijakaumat ja periodogramma. Lineaarisen aikasarja-analyysin osalta käydään läpi ARMA-mallien avulla tapahtuva selittäminen, ennustaminen, parametrien estimointi sekä mallidiagnostiikka. Epälineaarista aikasarjamalleista käydään läpi kynnyksmallit (threshold models) ja heteroskedastiset aikasarjamallit (ARCH ja GARCH). Sisältöön kuuluu epälineaarinen parametriton estimointi silottamisen avulla (aika-avaruus silottaminen ja tila-avaruus silottaminen) sekä parametriton spektraalitiheyden estimointi. Parametrittoman funktion estimoinnin menetelmistä sisältöön kuuluu ydinestimointi, lokaali polynomiregressio ja additiiviset mallit.

**Toteutustavat:**

Kurssiin kuuluu 28 tuntia luentoja, ja 14 tuntia laskuharjoituksia. Laskuharjoituksissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin.

**Esitietovaatimukset:**

matemaattisten tieteiden opiskelijoille: tilastotieteen ja todennäköisyyslaskenta perusteiden hallinta, taloustieteilijöille: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille 1 ja 2, Tilastotieteen perusmenetelmät 1

**Oppimateriaali:**

Fan, J. ja Yao, Q. (2005). Nonlinear Time Series, Springer.  
 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 The MIT Press.

**Vastuhenkilö:**

Jussi Klemelä

**806351A: Johdatus ICA analyysiin, 4 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Laajuus:**

4 op

**Sisältö:**

ICA (independent component analysis) on tilastollinen monimuuttujamenetelmä tai signaalinkäsittelymenetelmä jonka tarkoituksena on latenttien (ei-havaittavien) tilastollisesti riippumattomien muuttujien löytäminen, kun havaitaan ainoastaan niistä tuntemattomalla tavalla muodostettu lineaarinen sekoitus. Tällainen tilanne syntyy esimerkiksi, kun useat sensorit havaitsevat useita yhtäaikaista signaaleja (esimerkiksi aivosähkökäyrien (EEG) ja MEG mittauksissa) tai kun moniantennivastaanotin vastaanottaa useita erillisiä ja riippumattomia tietoliikennesignaaleja. ICA analyysi perustuu tilastolliseen lineaariseen malliin ja latenttien muuttujien tilastollisen riippumattomuuden oletukseen. Kurssilla käsitellään ICA mallin tilasto-matemaattista taustaa/teoriaa ja esitetään tärkeimpiä tekniikoita ja algoritmeja tuntemattoman sekoitematriisin estimointiin jonka avulla ei-havaitut riippumattomat komponentit voidaan separoida havaitusta datasta. Lisäksi tarkastellaan kriteereitä menetelmien vertailuun. ICA analyysiä havainnollistetaan mm. tietoliikennetekniikan ja kuvankäsittelyn sovelluksissa R ja Matlab ohjelmistoja apuna käyttäen. Kurssin voi suorittaa myös syventänä kurssina (806626S).

**Vastuhenkilö:**

Esa Ollila

**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 aineopintoihin 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.

### **805328A: Monimuuttujamenetelmät, 9 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

### **805333A: Robustit menetelmät, 6 op**

**Voimassaolo:** - 31.07.2007

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

### **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 kertymäfunktiot, fraktiilit, odotusarvot sekä muut momentit, momenttiemäfunktiot, karakteristiset funktiot), moniulotteisten jakaumien peruskäsitteet (yhteisjakauma, reunajakauma, ehdollinen jakauma, riippumattomuus jne.), eniten käytetyt yksi- ja moniulotteiset jakaumatyyppit, jakaumien muuttuminen muuttujatransformaatioiden yhteydessä, satunnaismuuttuja-jonojen 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

### **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 vastemuuttajat, elinaika-analyysin perusmenetelmät, prognoosin regressiomallit, hoitokäytäntöjen vertailu.

**Toteutustavat:**

32 h luentoja, 20 h harjoituksia.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

Esitiedot: Todennäköisyyslaskennan peruskurssi, Data-analyysin perusmenetelmät.

**Vastuuhenkilö:**

Esa Läärä.

**806330A: Markkinariskin analyysi, 5 op**

**Opiskelumuoto:** Aineopinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Jussi Klemelä

**Opintokohteen kielet:** suomi

**Leikkaavuudet:**

806630S Markkinariskin analyysi 5.0 op

**Laajuus:**

5 op

**Opetuskieli:**

Suomi

**Ajoitus:**

3. vuosi tai myöhemmin. Ajoitus vaihtelee

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa estimoida kvanttileja (value-at-risk) käyttäen historiallista simulointia (empiirisiä kvanttileja), parametrissa ja semiparametrissa mallinnusta sekä ääriarvoteoriaa. Lisäksi opiskelija osaa estimoida ehdollisia kvanttileja käyttäen GARCH-mallinnusta. Opiskelija pystyy myöskin lukemaan markkinariskianalyysiin liittyvää tieteellistä kirjallisuutta.

**Sisältö:**

Kurssilla käsitellään arvopaperiportfolion riskin hallinnan matemaattisia perusteita. Kurssilla opetetaan eri tapoja mitata portfolion riskiä sekä ääriarvoteoriaa ja finanssiaikasarjojen mallintamista. Kurssilla käsitellään:

- tappion ehdollinen ja ilman ehtoa oleva jakauma,
- value-at-risk ja muut markkinariskin mitat,
- markkinariskin estimointi: moniulotteisen normaalijakauman käyttö, historiallinen simulointi/empiirinen kvanttili ja Monte Carlo-mentelmä,
- jakaumien mallintaminen: moniulotteiset jakaumat, normaalitseekoitejakaumat, elliptiset jakaumat ja dimension pienentäminen,
- finanssiaikasarjojen mallintaminen: ARMA-mallit, GARCH-mallit ja volatilitteettimallit, -kopulat ja riippuvuuden mitat,
- ääriarvoteoria: ryhmämaksimimenetelmät ja raja-arvon ylittämiseen perustuvat menetelmät.

**Järjestämistapa:**

Lähiopetus

**Toteutustavat:**

Luennot ja vapaaehtoiset laskuharjoitukset, joissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin

**Kohderyhmä:**

matemaattisten tieteiden ja taloustieteiden opiskelijat

**Esitietovaatimukset:**

806113P Tilastotieteen perusteet

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:**

-

**Oppimateriaali:**

McNeil, A. J., Frey, R., and Embrechts, P. (2005). Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools, Princeton Series in Finance, 608 pp.

**Suoritustavat ja arviointikriteerit:**

Loppukoe

**Arviointiasteikko:**

1-5

**Vastuuhenkilö:**

Jussi Klemelä

**Työelämäyhteistyö:**

-

**Lisätiedot:**

Kurssin kotisivu on <http://cc.oulu.fi/~jklemela/marketrisk/>

**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 opintojaksona 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.

**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:**

5/6 op

**Opetuskieli:**

Finnish

**Osaamistavoitteet:**

Kurssin jälkeen opiskelija osaa soveltaa tilastollisia mallieja taloudellisia ilmiöitä koskevien päätelmien tekemisessä. Vaikka ekonometrisessä päättelyssä noudatetaan samoja periaatteita kuin muussa tilastollisessa päättelyssä, liittyy taloudellisiin ilmiöihin ja taloustieteelliseen ajattelutapaan eräitä erikoispiirteitä, jotka eroavat muista tilastotieteen sovellusalueista. Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa käyttää lineaarisen regressiomallin lisäksi epälineaarista regressiota ja yleistettyä momenttimenetelmää sekä osaa soveltaa instrumenttimuuttujia estimoinnissa. Opiskelija osaa myöskin tutkia lineaariseen malliin liittyvien oletusten voimassaoloa ja sopeuttaa päättelyä tutkittavan ilmiön erikoispiirteiden mukaan.

**Sisältö:**

Kurssin alussa esitellään monen muuttujan lineaarista regressiomallia ja siihen liittyvää asympotoottista teoriaa sekä mallin parametreja koskevien rajoitusten ja rakennemuutosten testaamista. Kurssilla käsitellään instrumenttimuuttujien käyttöä estimoinnissa ja estimointia silloin, kun mittausvirheitä esiintyy muuttujien mitatuissa arvoissa. Lineaarisen regressiomallin lisäksi käsitellään epälineaarista regressiota ja yleistettyä momenttimenetelmää. Kurssilla tutustutaan päättelyyn heteroskedastisuuden ja autokorreloituneiden virheiden tapauksissa. Kurssi sisältää aikasarja-analyysin ja paneeliaineistojen analyysin perusteet. Aikasarja-analyysin yhteydessä käsitellään kointegraatiota ja autoregressiivistä ehdollista heteroskedastisuutta.

**Toteutustavat:**

Kurssiin kuuluu 28 tuntia luentoja, ja 14 tuntia laskuharjoituksia. Laskuharjoituksissa opiskelijat esittävät ratkaisujaan etukäteen annettuihin lasku- ja tietokonetehtäviin.

**Esitietovaatimukset:**

matemaattisten tieteiden opiskelijoille: tilastotieteiden perusteiden hallinta, taloustieteilijöille: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille 1 ja 2, Tilastotieteen perusmenetelmät 1

**Oppimateriaali:**

William H. Greene: Econometric Analysis (Prentice Hall)

**Vastuuhenkilö:**

Jussi Klemelä.

**805332A: Koesuunnittelu, 9 op****Voimassaolo:** - 31.07.2007**Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi**805308A: Pitkittäis- ja paneeliaineistojen analysointi, 5 op****Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

**806357A: Rahoituksen tilastotiede, 5 op****Voimassaolo:** 01.08.2010 -**Opiskelumuoto:** Aineopinnot**Laji:** Opintojakso**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos**Arvostelu:** 1 - 5, hyv, hyl**Opettajat:** Jussi Klemelä**Opintokohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.

**Tutkintorakenteisiin kuulumattomien opintokokonaisuuksien ja -jaksojen kuvaukset****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**Lähtötaaso vaatimus:**

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.

**Vastuuhenkilö:**

Hyon-Jung Kim-Ollila.

### **806627S: Lineaaristen sekamallien käyttö paneeliaineistojen analysoinnissa, 6 op**

**Voimassaolo:** 01.08.2009 -

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

### **806625S: Monimuuttujamenetelmät, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

### **806617S: Parametrittomat ja robustit menetelmät, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

### **806603S: Robustit menetelmät, 6 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opintokohteen kielet:** suomi

**806623S: Satunnaismallien teoria, 8 op**

**Opiskelumuoto:** Syventävät opinnot

**Laji:** Opintojakso

**Vastuuyksikkö:** Matemaattisten tieteiden laitos

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

**Opettajat:** Läärä Esa

**Opinto-kohteen kielet:** suomi

Ei opintojaksokuvauksia.