

Matemaattisten tieteiden koulutusohjelma

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

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

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

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

Koulutusohjelman opintojen kautta voi päätyä hyvin erilaisiin työtehtäviin yhteiskunnassa:

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

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

Tutkinnot ja linjat(suuntautumisvaihtoehdot)

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

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

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

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

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

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

Matematiikan ja tietotekniikan linjalta valmistuu matematiikan asiantuntijoita informaatiotekniikan teollisuuden ja tutkimuksen palvelukseen. Koulutuksessa korostuu syvälinen ja laaja matematiikan menetelmien hallinta, jota tukevat opintojen loppuvaiheeseen sijoittuvat soveltavat kurssit ja riittävät ATK-opinnot. Valmistuneet ovat löytäneet työpaikkansa mm. tietoliikennetekniikan yrityksistä, ohjelmistotaloista, ammattikorkeakouluista ja valtion tutkimuslaitoksista. Sivuaineiksi sopivat esim. tietojenkäsittelytieteet (pakollinen), tilastotiede, tietoliikennetekniikka, taloustieteet ja fysiikka.

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

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

Tutkinnon ja linjojen rakenne

Opintojaksot jakautuvat neljään luokkaan: Y, P, A ja S. Yleisopinnoja (Y) ovat mm. orientoivat opinnot sekä kieliopinnot. Matemaattisten tieteiden koulutusohjelman omille opiskelijoille tarkoitetuista opintojaksoista perusopinnoiksi (P) nimetyt ovat

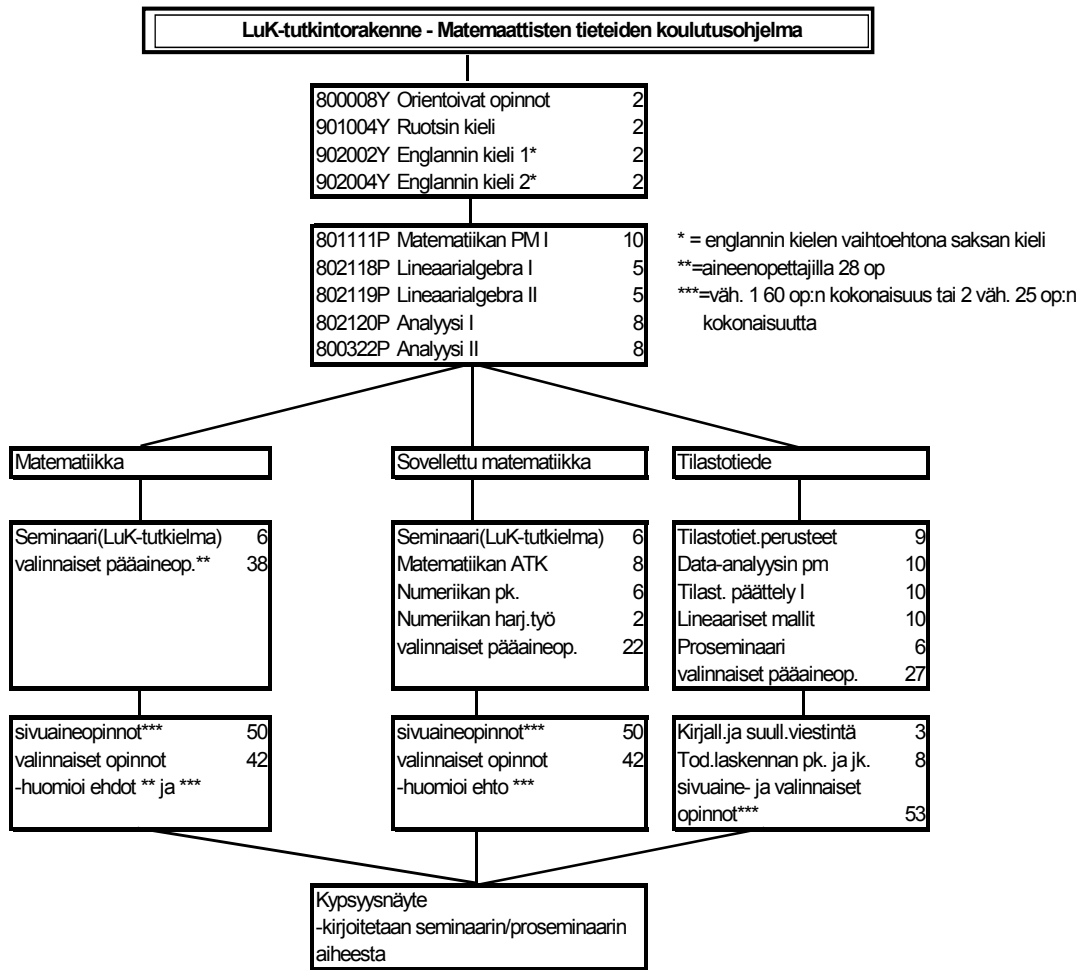
Matematiikan perusmenetelmät I
Lineaarialgebra I ja II
Analyysi I
Tilastotieteen perusteet
Data-analyysin perusmenetelmät
Todennäköisyyslaskennan peruskurssi,

joista osa on kaikille pakollisia. P, A tai S opintojakson koodinumeron perässä ilmoittaa sen, kuuluuko ko. jakso perusopintoihin, aineopintoihin vai syventäviin opintoihin.

LuK-tutkinto (180 op) koostuu kaikilla linjoilla pääpiirteittäin seuraavista osa-alueista.

pakolliset yleisopinnot (8-11 op)
yhteensä 42 op
pääaineen muut P ja A opinnot
sivuaineet ja valinnaiset opinnot.
Huom! Syventäviä opintoja ei voida sisällyttää LuK-tutkintoon.

Aineopintoihin voidaan sisällyttää työharjoittelua korkeintaan 7 op (ei aineenopettajan linja). Työharjoittelu voidaan hyväksyä **etukäteen** tehdyn sopimuksen mukaisesti ja siitä on jätettävä lyhyt kirjallinen selvitys päättöseminaarin yhteydessä.



LuK-tutkinto (180 op)

LuK-tutkinnossa pääaine voi olla joko matematiikka, sovellettu matematiikka tai tilastotiede.

LuK-tutkinnossa kaikille pakollinen osa:

Pakolliset yleisopinnot (8 op)		
Orientoivat opinnot	2	800008Y
Ruotsin kieli	2	901004Y
Englannin kieli 1 (Reading for Academic Purposes, 1. vuoden kevät)	2	902002Y
Englannin kieli 2 (Scientific Communication, 2. vuoden kevät)	2	902004Y
Englannin vaihtoehtona on saksan kieli:		
Saksan kieli 1	2	903003Y
Saksan kieli 2	2	903005Y
Lisätietoja kielioopinnoista löytyy kielikeskuksen nettisivuilta: http://www.oulu.fi/kielikeskus/ .		
Ydin (42 op)		
Matematiikan perusmetodit I	10	801111P
Analyysi I	8	800120P
Lineaarialgebra I	5	802118P
Lineaarialgebra II	5	802119P
Analyysi II	8	800322A
joko LuK-tutkielma (seminaari) tai Proseminaari (tilastotieteessä)	6	801323A 805331A
LuK-tutkintoon kuuluva kypsyysnäyte	800600S	kirjoitetaan opintojakson 801323A tai 805331A aiheesta.
Sivuaineopinnot		
Vähintään yksi 60 op:n tai kaksi 25 op:n kokonaisuutta		

Sivuaineopinnot

Sivuaineina voivat olla fysiikka, teoreettinen fysiikka, kemia, tietojenkäsittelytiede, taloustiede sekä pääaineesta riippuen tilastotiede, sovellettu matematiikka tai matematiikka. Aineenopettajan linjalla sivuaineeksi on suositeltavaa valita fysiikka, kemia tai tietojenkäsittelytiede. Muilla linjoilla työllistymisen kannalta tärkeä ja suositeltava sivuaine on tietojenkäsittelytiede.

Linjan vastuuhenkilön suostumuksella valinnaisiksi opinnoiksi voidaan valita myös jonkin muun luonnontieteellisen tai teknillisen tieteenalan opintoja. Opintojaksojen valinnassa on hyvä kääntyä matemaattisten tieteiden ja opetusta antavan laitoksen puoleen.

Huom! Sivuaeineopintoja valittaessa on huomattava, että FM-tutkinnoissa sivuaeineopintojen suhteen voi olla erityisvaatimuksia. Katso FM-tutkintojen eri linjojen tutkintovaatimukset.

Pääaine: matematiikka

Yllä olevien opintojen lisäksi

Muita matematiikan aineopintoja vähintään 38 op esimerkiksi seuraavista:

Matematiikan historia	6	801390A
Kompleksianalyysi I	4	801385A
Kompleksianalyysi II	4	801386A
Differentiaaliyhtälöt I	4	800345A
Differentiaaliyhtälöt II	4	800346A
Todennäköisyyslaskennan peruskurssi	4	801195P
Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi	4	801396A
Algebra I	8	800333A
Algebra II	8	800343A
Salausmenetelmät	4	801346A
Numeriikan peruskurssi	6	801387A
Numeriikan peruskurssin harjoitustyö	2	801388A
Koulugeometrian perusteet	6	801389A
Topologia I	8	800329A
Matematiikan ATK	8	801344A

Tuutorointi	4	802327A
<i>tai jokin muu opintojakso linjan vastuuhenkilön suostumuksella.</i>		

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

Lisäksi tarvittava määrä valinnaisia pää- tai sivuaineopintoja.

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

Aineenopettajaksi opiskelevilla

- pakollisia aineopintojaksoja ytimen lisäksi ovat
 - 800333A Algebra I (8 op)
 - 800104P Koulumatematiikan perusteet (4 op)
- muita matematiikan aineopintoja sopimuksen mukaan väh. 16 op
- sivuaineopintoihin on mahdollista sisällyttää pedagogisia opintoja 25 op
- valinnaisia opintojaksoja tarvittava määrä

Pääaine: sovellettu matematiikka

Pakollisia aineopintoja ytimen lisäksi ovat

Matematiikan ATK	8	801144P
Numeriikan peruskurssi	6	801387A
Numeriikan peruskurssin harjoitustyö	2	801388A

Valinnaisia sovelletun matematiikan tai matematiikan opintoja vähintään 22 op esimerkiksi seuraavista

Differentiaaliyhtälöt I	4	800345A
Kompleksianalyysi I	4	801385A
Kompleksianalyysi II	4	801386A
Todennäköisyyslaskennan peruskurssi	4	801195P
Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi	4	801396A
Algebra I	8	800333A
Matemaattisen mallinnuksen verkkokurssi (lisätietoja osoitteessa http://alpha.cc.tut.fi/mallinnus/kurssit/):	5	7305050
Mallinnuksen peruskurssi		
Tilastollinen päättely I	10	805310A
Satunnaismallien teoria	8	805398A
Matemaattiset apuneuvot (mat. jaoksen kurssi)	5	030320A
Signaalit ja järjestelmät (mat. jaoksen kurssi)	5	031049A
<i>tai jokin muu opintojakso linjan vastuuhenkilön suostumuksella.</i>		

Lisäksi tarvittava määrä valinnaisia pää- tai sivuaineopintoja.

Pääaine: tilastotiede

Yleisopintoihin kuuluu ytimessä olevien lisäksi

Kirjallinen ja suullinen viestintä	3	900004Y
------------------------------------	---	---------

Pakollisia aineopintoja ytimen lisäksi ovat

Tilastotieteen perusteet	9	805165P
Data-analyysin perusmenetelmät	10	806112P
Tilastollinen päättely I	10	805310A
Lineaariset mallit	10	806308A
Todennäköisyyslaskennan peruskurssi	4	801195P
Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi	4	801396A

Muita tilastotieteen aineopintoja vähintään 27 op esimerkiksi seuraavista

Aikasarja-analyysi	9	805324A
Kliininen biostatistiikka	6	805380A
Koesuunnittelu	9	805332A
Luokiteltujen aineistojen analysointi	9	805334A
Pitkittäisaineistojen analysointi	9	805308A

Huom! Perusopintojaksot ja proseminaari pidetään joka vuosi, kun taas pakolliset aineopinnot kahden vuoden välein niin, että seuraavan kerran Tilastollinen päättely I luennoidaan kl. 2006, Lineaariset mallit kl. 2007 ja Satunnaismallien teoria sl. 2006. Yksittäisiä valinnaisia opintojaksoja luennoidaan korkeintaan joka toinen vuosi. Laitoksen ilmoitustaululta ja verkkosivuilta käyvät ilmi kunakin lukukautena luennoitavat kurssit. Harvoin luennoituja erikoiskursseja on mahdollista suorittaa sopimuksen mukaan myös kirjatenttinä.

Sivuaineopintoja vähintään 50 opintopistettä.

Sivuaineopinnot voivat sisältää ylimääräisiä tilastotieteen ja matematiikan kursseja tai opintokokonaisuuksia yhdestä tai useammasta muusta oppiaineesta. Erityisen hyödyllinen ja tärkeä sivuaine on tietojenkäsittelytiede. Ohjelmoinnin perustaidot ovat olennainen osa tilastotieteilijän ammattitaitoa. Toiseksi sivuaineeksi suositellaan jotakin reaalitiedettä, jossa tilastotiedettä sovelletaan. Esimerkkeinä perinnöllisyystiede, muut biologiset tieteet, maantiede, taloustieteet sekä jotkin teknillisen tiedekunnan tai lääketieteellisen tiedekunnan oppiaineet.

FM-tutkinto (120 op)

Aineenopettajan linja

Syventävät opinnot vähintään 60 op

Pro gradu-tutkielma	20
Kypsyysnäyte (800600S)	
Matematiikan syventäviä opintojaksoja	30
Matematiikan erikoistyö	10

Pakolliset sivuaineopinnot

Toisen opetettavan aineen (fysiikka/kemia/tietojenkäsittelytiede) opinnot LuK-tutkinnosta täydentäen 60 op:n kokonaisuudeksi.

Opettajan pedagogiset opinnot LuK-tutkinnosta täydentäen siten, että kokonaislaajuudeksi tulee 60 op.

Muut pakolliset opinnot

Jos opintojakso 801195P Todennäköisyyslaskennan peruskurssi puuttuu, on opintojakso 805165P Tilastotieteen perusteet on pakollinen.

Valinnaisia sivuaine- tai pääaineopintojaksoja tarvittava määrä

Suosittelavaa on, että valinnaiset opinnot sisältävät yhden 25 op:n opintokokonaisuuden kouluissa opetettavaa ainetta. Alla on tarkempaa tietoa sivuainekokonaisuuksista.

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

Aineenopettajan sivuainekokonaisuudet

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

Fysiikan 25 ja 60 op:n opintokokonaisuudet

Katso fysikaalisten tieteiden koulutusohjelma, Opintokokonaisuudet sivuaineopiskelijoille.

Kemian 25 ja 60 op:n opintokokonaisuudet

Katso kemian koulutusohjelma, Kemia sivuaineena.

Opettajan pedagogiset opinnot

Katso kasvatustieteiden tiedekunnan aineenopettajakoulutuksen opinto-oppaasta.

Tietojenkäsittelytieteiden 25 op:n kokonaisuus			
Opintojakso	Koodi	op	periodi
Johdatus ohjelmointiin	811122P	5	a
Ohjelmointityö I	811175P	2	b
Johdatus tietojenkäsittelytieteisiin	810136P	4	a
Tietoturvan peruskurssi	811173P	4	a

Seuraavista viidestä opintojaksosta on valittava vähintään kaksi:			
Digitaalisen median perusteet	811172P	4	a
Ihminen tietotekniikan käyttäjänä ja kehittäjänä	811171P	3	a
Johdatus ohjelmistoliiketoimintaan	811174P	5	c
Johdatus tietojärjestelmien suunnitteluun	811329P	5	b
Käyttöliittymien perusteet	811379A	5	a

Tarvittaessa valinnaisia opintojaksoja valinnaisia kursseja-listasta.

Tietojenkäsittelytieteiden 60 op:n kokonaisuus

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

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

Tarvittaessa valinnaisia kursseja alla olevasta listasta:

Valinnaisia kursseja (sekä 25 op että 60 op kokonaisuudet):		
Opintojakso	op	Koodi
ATK 1 Ohjelmoinnin perusteet (C-kieli)	4	763114P
ATK II: Numeerinen mallintaminen	4	763315A
ATK III: Tieteellinen ohjelmointi (C++)	6	763341A
ATK IV: Numeerinen ohjelmointi (Fortran)	6	763616S
Matematiikan ATK	8	801344A
Salausmenetelmät	4	801346A
Koodausteoria	10	800667S
Kryptografia	10	801698S
Optimointiteoria	10	800688S

tai jokin muu kurssi sopimuksen mukaan.

Huom! Samaa kurssia ei voi sisällyttää sekä matematiikan että tietojenkäsittelytieteiden opintoihin.

Matematiikan linja

Syventävät opinnot vähintään 86 op		
Pro gradu –tutkielma	30	800697S
Harjoitusaine	6	800691S
Kypsyysnäyte		800600S
Matematiikan syventäviä opintojaksoja 50 op esim. seuraavista		
Analyysi III	10	800624S
Funktionaalianalyysi	10	800651S
Lukuteoria	10	800657S
Osittaisdifferentiaaliyhtälöt	10	800666S
Reuna- ja alkuarvotehtävät	10	800685S
Koodausteoria	10	800667S
Kryptografia	10	801698S
Matriisiteoria	10	800653S
Numeerinen analyysi	10	800680S
Ryhmäteoria	10	800660S

tai jokin muu opintojakso linjan vastuuhenkilön suostumuksella.

Lisäksi tarvittava määrä valinnaisia pää- tai sivuaineopintojaksoja

Huom! Harjoitusaineen voi korvata matematiikan erikoistyöllä (10 op).

Matematiikan ja tietotekniikan linja

Pääaineopinnot

LuK-tutkintoa täydentäen niin, että mukana ovat seuraavat opintojaksot

Algebra I	8	800333A
Todennäköisyyslaskennan peruskurssi	4	801195P

Syventävät opinnot vähintään 86 op

Pro gradu –tutkielma	30	800697S
Harjoitusaine	6	800691S
Kypsyysnäyte		800600S

Matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen syventäviä opintojaksoja 50 opintopistettä niin, että ne muodostavat luontevan kokonaisuuden.

Sivuaineopinnot

Täydennetään LuK-tutkintoa niin, että seuraavat ehdot täyttyvät:

1) Tilastotieteen opintoja 19 op

Pakollinen kurssi on		
Tilastotieteen perusteet	9	805165P

Lisäksi on valittava vähintään 10 op tilastotieteen kursseja, joista ensisijaisesti suositellaan

Data-analyysin perusmenetelmät	10	806112P
Tilastollinen päättely I	10	805310A

2) Tietojenkäsittelytieteen 60 opintopisteen sivuainekokonaisuus

Lisäksi tarvittava määrä valinnaisia pää- tai sivuaineopintojaksoja

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

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

Valinnaiset opinnot

Tarpeellinen määrä seuraavista kursseista:

Digitaalisen tiedonsiirron perusteet (4-5 periodi)	3,5	521361A
Digitaaliset suodattimet (1-2 periodi)	5	521337A
Satunnaissignaalit	5	031024A
Tilastollinen signaalinkäsittely I	5,5	521484S
Johdatus tieto- ja tietoliikenneverkkoihin (1-3periodi)	4,5	521345A
Matkaviestintäjärjestelmät I (1-3 periodi)	5	521333S
Tietoliikenteen simuloinnit ja työkalut (4-6 periodi)	3,5	521365S
Digitaalinen tiedonsiirto	6,5	521366S

Sovelletun matematiikan linja

Syventävät opinnot vähintään 86 op

Pro gradu –tutkielma	30	800697S
Harjoitusaine	6	800691S
Kypsyysnäyte		800600S

Ainakin yksi seuraavista kursseista

Numeerinen analyysi	10	800680S
Reuna- ja alkuarvotehtävät	10	800685S
Optimointiteoria	10	800688S

Valinnaisia syventäviä opintojaksoja edellisistä tai esim. seuraavista

Analyysi III	10	800624S
Matriisiteoria	10	800653S
Funktionaalianalyysi	10	800651S
Osittaisdifferentiaaliyhtälöt	10	800666S

Fourier-analyysi ja distribuutioteoria	10	800674S
Tilastollinen päättely II	10	805611S
Aikasarjojen spektrianalyysi	10	805622S
Matemaattisen mallinnuksen verkkokurssit (lisätietoja osoitteessa http://alpha.cc.tut.fi/mallinnus/kurssit/):		
Tilastolliset mallit, 4 op		
Satunnaisuus mallintamisessa, 4op		
Osittaisdifferentiaaliyhtälöt matemaattisessa mallinnuksessa, 4op		
Datan analyysimenetelmät mallinnuksessa, 4op		
Mathematics of visual motion, 4op		
Osittaisdifferentiaaliyhtälöt, 4op		
Optimointi, 4op		
Sovelletun matematiikan erikoistyö	10	801645S
<i>tai jokin muu matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen syventävä opintojakso linjan vastuuhenkilön suostumuksella.</i>		
Lisäksi tarvittava määrä valinnaisia pää- tai sivuaineopintojaksoja		

Huom! Edellinen ohjelma on ohjeellinen. Linjan vastuuhenkilön suostumuksella poikkeamat ovat mahdollisia.

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

Tilastotieteen linja

Pakolliset opinnot		
Pro gradu –tutkielma	30	800697S
Harjoitusaine	4	800667S
Kypsyysnäyte		805667S
Tilastollinen päättely II	10	805611S
Seminaari	10	805620S
Satunnaismallien teoria	8	805398A
Työharjoittelu	5(tai 7)	805370A
Muita (valinnaisia) pää- ja sivuaineopintoja vähintään 53 op.		
(Ne, joiden työharjoittelu kirjataan 7 opintopisteeksi, tarvitsevat vain 51 op valinnaisia kursseja.) Näistä syventäviä pääaineopintoja on oltava väh. 27 op. Erikoiskurssit voi valita esimerkiksi seuraavasta listasta:		
Aikasarja-analyysi	9	805679S (/805324A)
Epidemologian tilastolliset menetelmät	8	805609S
Luokiteltujen aineistojen analysointi	9	805678S (/805334A)
Pitkittäisaineistojen analysointi	9	805646S (/805308A)
Ekonometria	6	805683S (/805339A)

Huom! Pakollisista syventävistä opinnoista seminaari pidetään joka lukuvuosi, mutta Tilastollinen päättely II kahden vuoden välein; seuraavan kerran kl. 2007. Yksittäisiä valinnaisia opintojaksoja luennoidaan korkeintaan joka toinen vuosi. Laitoksen ilmoitustaululta ja verkkosivuilta käyvät ilmi kunakin lukukautena luennoitavat kurssit. Harvoin luennoituja erikoiskursseja on mahdollista suorittaa sopimuksen mukaan myös kirjatenttinä.

Opiskelu ja opintojen kulku

Koulutusohjelman opetus koostuu luennoista, laskuharjoituksista, demonstraatioista ja seminaarityyppisestä työskentelystä. Opintojaksot luennoidaan syyslukukaudella 1.9. - 10.12. ja kevätlukukaudella 10.1. - 10.5. välisenä aikana.

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

Opintojaksot ovat ensimmäisen vuoden aikana eri linjoilla lähes samat. Toisena vuotena opetus osittain eriytyy, joten LuK-tutkinnon pääaineen valinta on hyvä tehdä jo toisen vuoden aikana. Opintojaksoja valittaessa on huomioitava kursseilla vaadittavat esitiedot ja, että syventäviä opintoja ei saa sisällyttää LuK-tutkintoon. Syventäville opintojaksoille voi kuitenkin osallistua jo LuK-vaiheessa. Yleensä ensimmäinen syventävä kurssi valitaan toisena tai kolmantena vuotena. LuK-tutkintoon kuuluva Seminaari(LuK-tutkielma) suoritetaan yleensä kolmannen opintovuoden syksyllä tai keväällä.

LuK-tutkinnon suorittamisen jälkeen suoritetaan FM-tutkinto. FM-tutkinnon eri linjojen opiskelijamääriä ei aineenopettajan linjaa lukuun ottamatta ole rajoitettu. Eri linjoilla on kuitenkin erityisvaatimuksia opintojen suhteen, mikä on syytä ottaa huomioon linjaa valittaessa. Lisäksi edellytetään, että linjan pääaineen osalta alemmassa korkeakoulututkinnossa on suoritettu kyseisen pääaineen pakolliset perus- ja aineopinnot. Tutkintoon kuuluva pro gradu-tutkielma kirjoitetaan tutkinnon loppuvaiheessa. Ennen pro gradu-tutkielmaa suoritetaan harjoitusaine, jonka tarkoituksena on perehdyttää opiskelija matematiikan, sovelletun matematiikan tai tilastotieteen tutkimustyöhön. Se on usein luonteva kirjoittaa läheltä pro gradu-tutkielman aihepiiriä. Aine kirjoitetaan yleensä samalle ohjaajalle kuin gradu.

Aineenopettajan linjalle valittavien määrä on rajoitettu (35/vuosi). Opiskelijoilla on mahdollisuus hakeutua aineenopettajan linjalle kevätlukukausittain (helmi-maaliskuun vaihe). Valintaa tehtäessä otetaan huomioon soveltuvuuskokeesta saatu pistemäärä (50 %) ja pääaineen opintomenestys (50 %). Opintomenestys lasketaan opintojaksoista *Matematiikan perusmetodit I, Analyysi I, Lineaarialgebra I ja II* sekä yhdestä muusta matematiikan tai tilastotieteen opintojaksosta.

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

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

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

Matematiikka ja tilastotiede sivuaineina

Matematiikan sivuainekokonaisuudet

Matematiikasta voi suorittaa 25, 60 ja 120 opintopisteen opintokokonaisuudet.

Matematiikan 25 op:n opintokokonaisuus

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

Luokanopettajien matematiikan 25 op:n opintokokonaisuus

Pakolliset opinnot		
Matematiikan perusmetodit I	10	801111P
Koulumatematiikan perusteet	4	800104P
Vaihtoehtoiset opinnot, 11 op seuraavista		
Lineaarialgebra I	5	802118P
Lineaarialgebra II	5	802119P
Algebra I	8	800333A
Koulugeometrian perusteet	6	801389A
Matematiikan historia	6	801390A
Salausmenetelmät	4	801346A
Matematiikan didaktiikka	4	800105P
tai jokin muu matematiikan kurssi matematiikan pääedustajan suostumuksella.		

Taloustieteen matematiikan 25 op:n opintokokonaisuus

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

Matematiikan 60 op:n opintokokonaisuus

Täydennetään 25 op:n opintokokonaisuus 60 op:ksi niin, että mukana ovat seuraavat pakolliset kurssit:

Matematiikan perusmetodit I 10 / 8 op (801111P/800147P)

Lineaarialgebra I 5 op (802118P)

Lineaarialgebra II 5 op (802119P)

Analyysi I 8 op (800120P)

Analyysi II 8 op (800122A)

Vaihtoehtoiset, tarpeellinen määrä seuraavista:

Algebra I 8 op (800333A)
 Koulugeometrian perusteet 6 op (801389A)
 Matematiikan historia 6 op (801390A)
 Differentiaaliyhtälöt I 4 op (800345A)
 Differentiaaliyhtälöt II 4 op (800346A)
 Kompleksianalyysi I 4 op (801385A)
 Kompleksianalyysi II 4 op (801386A)
 Todennäköisyyslaskennan peruskurssi 4 op (801195P)
 Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi 4 op (801396A)
 Salausmenetelmät 4 op (801346A)
 Algebra II 8 op (800343A)
 Numeriikan peruskurssi 6 op (801387A)
 Numeriikan harjoitustyö 2 op (801388A)
 Matemaattinen mallintaminen 8 op (800337A)
 tai jokin muu matematiikan tai sovelletun matematiikan kurssi oppiaineen vastuuhenkilön suostumuksella.

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

120 op:n opintokokonaisuus koostuu 60 op:n opintokokonaisuuden opinnoista ja aineenopettajan linjan maisteriopinnoista.

Tilastotieteen sivuainekokonaisuudet

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

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

tai *vaihtoehtoisesti* kurssit

Tilastotieteen perusteet	9	805165P
Data-analyysin perusmenetelmät	10	806112P

Tilastotieteen 25 op:n opintokokonaisuus

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

Tilastotieteen 60 op:n opintokokonaisuus

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

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

Kuulustelut ja arvosanojen laskeminen

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

Opintojaksojen loppukokeita järjestetään pääsääntöisesti kahdesta neljään kertaan lukuvuodessa. Loppukokeet järjestetään Linnanmaalla salissa L1 klo 14-18 matemaattisten tieteiden laitoksen ilmoitustaululla lukukauden alussa ilmoitettavina maanantaipäivinä. Ilmoitustaululla ilmoitetaan tarkemmin myös se, mitä loppukokeita kunakin päivänä voi tenttiä. Mikäli opiskelija haluaa tenttiä loppukoelista kuulumattoman opintojakson, niin hänen tulee ottaa yhteyttä laitoksen amanuenssiin tai opintojakson vastuuhenkilöön. Loppukokeisiin on ilmoittauduttava viimeistään tenttipäivää edeltävänä torstaina. Matematiikan loppukokeiden ilmoittautumislistat ovat 2. kerroksen hissiaulassa olevassa kansiossa ja tilastotieteen loppukokeiden ilmoittautumislistat ovat 3. kerroksen hissiaulassa olevassa kansiossa.

Syksyllä 2005 elokuun alusta alkaen siirrytään uuteen opintosuoritusten arvosteluasteikkoon. Jatkossa opintosuoritukset arvioidaan kokonaislukuina asteikolla 0-5 tai sanallisesti arviolla hyväksyty/hylätty. Lukuarvioinnissa 0 tarkoittaa hylättyä suoritusta. Uudistus ei koske opinnäytetöitä eikä eräitä kielitaito-opintoja. Vanhan arvosteluasteikon mukainen arvosana muutetaan uudeksi seuraavasti:

Vanha arvosana	Uusi arvosana
1	1
1+ ; 1,5	2
2- , 2	3
2+ ; 2,5	4
3- , 3	5

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

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

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

Arvosanarajat löytyvät opinto-oppaan yleisen osan kohdasta Tutkintotodistus ja arvostelu.

Kurssikuvaukset

Yleisopinnot

Orientoivat opinnot 2 op (800008Y)

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

Työtavat: 10-18 h, harj. 1 sl. pakollinen

Opintosuoritusmerkintä: Laitoksen opintoneuvoja.

Pienryhmäohjaus 2 op (800009Y)

Jakson aikana opiskelija toimii pienryhmän ohjaajana omassa koulutusohjelmassaan.

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

Opintosuoritusmerkintä: Laitoksen opintoneuvoja.

MATEMATIIKAN OPINTOJAKSOJEN KUVAUKSET

Matematiikan opintojaksojen kuvaukset esitetään seuraavassa järjestyksessä:

* ydin

* muut perus- ja aineopinnot

* syventävät opinnot.

Kussakin ryhmässä opintojaksot esitetään aakkosjärjestyksessä.

Algebra I 8 op (800333A)

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

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

Yhteys muihin opintoihin: Algebra I on välttämätön edellytys kursseilla Algebra II, Algebrallinen topologia, Automaatit ja formaalit kielet, Lukuteoria, Koodusteoria, Ryhmäteoria, Salakirjoitukset, Kryptografia, jne.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste (Niemenmaa) Algebra I; Herstein: Abstract Algebra; J. F. Fraleigh: Abstract Algebra.

Ajoitus ja Kohderyhmä: 1.v syksy. Kurssi on pakollinen matematiikan ja aineenopettajan suuntautumisvaihtoehdoissa sekä aineenopettajan ja luokanopettajan 60 op sivuaine kokonaisuuksissa.

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

Vastuuhenkilö: Markku Niemenmaa

Analyyssi I 8 op (800120P)

Kurssi on suoraa jatkoa kurssille Matematiikan perusmetodit I (801111P, mat). Ne syksyllä esitetyt asiat, jotka kurssin 800147P Matematiikan perusmetodit I/sov suorittaneille ovat uusia, kerrataan lyhyesti. Perustavoitteet, matemaattisen ajattelun kehittämisen ja laskurutiinin parantaminen, ovat samat kuin syksyn kurssilla. Keskeisiä asioita tällä kurssilla ovat reaali-lukujonot ja -sarjat, jatkuvat funktiot, Riemannin integraali, funktiojonot ja sarjat sekä niiden derivointi ja integrointi. Sovellusten kannalta merkittävää ovat erityisesti potenssisarjat kuten Taylorin sarjat sekä trigonometriin funktioihin perustuvat Fourier-sarjat.

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

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste, suosittelaa kirjaa R. A. Adams: A complete course- Calculus, 4th edition.

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

Ajoitus ja Kohderyhmä: 1. opintovuoden kevät, pakollinen matematiikan pääaineopiskelijoille sekä matematiikan 60 op sivuaine kokonaisuudessa.

Vastuuhenkilö: Juha Kinnunen

Analyyssi II 8 op (800322A)

Matematiikan perusmetodien (801111P) ja Analyyssi I:n (800120P) kursseilla olet oppinut differentiaali- ja integraalilaskennan perustiedot yhden reaali muuttujan reaali funktioista. Analyyssi II tarjoaa tilaisuuden oppia ne useamman muuttujan reaali funktioista ja jopa vektorifunktioista. Sovellutuksina voidaan tutkia vapaita ja sidottuja ääriarvoja, vektorikenttiä, polkuintegraaleja sekä pinta- ja tilavuusintegraaleja.

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

Oppikirjoja: Luentomoniste Analyyssi II, P. Baxandall & H. Liebeck: Vector calculus, Oxford.

Ajoitus ja Kohderyhmä: 2.v syksy. Pakollinen kaikissa suuntautumisvaihtoehdoissa sekä 60 op sivuaineopintokokonaisuuksissa.

Esitiedot: Analyyssi I ja Lineaarialgebra I, II.

Vastuuhenkilö: nimetään myöhemmin

Lineaarialgebra I 5 op (802118P)

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

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

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

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

Ajoitus ja Kohderyhmä: 1. opintovuoden syksy, pakollinen kaikissa suuntautumisvaihtoehdoissa sekä matematiikan 60 op sivuaine kokonaisuudessa.

Esitiedot: Lukion laaja matematiikka.

Vastuuhenkilö: Keijo Väänänen

Lineaarialgebra II 5 op (802119P)

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

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

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

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

Ajoitus ja Kohderyhmä: 1. opintovuoden syksy, pakollinen kaikissa suuntautumisvaihtoehdoissa sekä matematiikan 60 op sivuaine kokonaisuudessa.

Esitiedot: Lineaarialgebra I

Vastuuhenkilö: Keijo Väänänen

Matematiikan perusmetodit I 10 op (801111P)

Kurssin keskeistä sisältöä ovat raja-arvon käsite, jatkuvuus, derivaatta ja sen sovellukset sekä integraalilaskenta. Koska kurssilla tarkastellaan reaali muuttujan reaaliarvoisia funktioita, on suurin osa käsitteistä tuttuja jo lukion kursseista. Differentiaali- ja integraalilaskennan perusteorian hallinta on välttämätöntä jatko-opintojen kannalta. Kurssin päätavoitteena on opiskelijan totuttaminen matemaattiseen teorianmuodostukseen - huomiota kiinnitetään laskemisen ohella myös määritelmiin ja todistustehtäviin. Ero lukioon on varsin suuri ja vaatii uuden ajattelutavan omaksu-

mista. Tarkoituksen on antaa opiskelijalle riittävä käytännön laskutaito sekä kyky ymmärtää matemaattista päättelyä. Todistustekniikoiden omaksumiseksi kurssilla käydään läpi lukuisia lyhyitä helpohkoja todistuksia.

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

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

Ajoitus ja Kohderyhmä: 1. opintovuoden syksy. Kurssi kuuluu ydinopintoihin. Se on pakollinen kaikissa suuntautumisvaihtoehdossa sekä matematiikan 25 ja 60 op:n sivuainekokonaisuuksissa.

Esitiedot: Lukion laaja matematiikka

Vastuuhenkilö: nimetään myöhemmin

Seminaari (LuK-tutkielma) 6 op (801323A)

Työtavat: Opiskelijat ilmoittautuvat lukukausien alussa seminaari-ryhmiin. Kullekin ryhmälle annetaan aihe, josta kukin osallistujia pitää suullisen esitelmän ja laatii siitä myös kirjallisen esityksen.

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

Muut perus- ja aineopinnot

Algebra II 8 op (800343A)

Kurssilla tarkastellaan ensin permutaatio-ryhmien teoriaa ja pehdytään symmetristen ja alternoivien ryhmien rakenteeseen. Lisäksi nähdään, miten permutaatio-ryhmiin liittyviä tuloksia voidaan hyödyntää eräissä kombinatorisissa tarkasteluissa. Kurssin toisessa osassa tarkastellaan äärellisten kuntien ominaisuuksia, polynomirenkaita sekä kuntalaajennusten teoriaa. Kurssin kolmannessa osassa johdetaan klassiset juurikaavat kolmannen ja neljännen asteen polynomeille. Voidaanko sitten vastaava juurikaava johtaa viidennen asteen polynomeille? Nyt avuksi tarvitaan Galois'n teoria, jossa juurikaavojen olemassaolo liitetään tarkasteltavan 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.

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

Esitiedot: Algebra I.

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

Vastuuhenkilö: Markku Niemenmaa.

Differentiaaliyhtälöt I 4 op (800345A)

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

Työtavat: luennot 28 h, harjoitukset 21 h, loppukoe.

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

Boyce and Di Prima: Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, Wiley

Anton: Calculus, Wiley

R. Kent Nagle & E. B. Saff: Fundamentals of Differential Equations and Boundary Value Problems, Addison-Wesley, 1996

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

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

Vastuuhenkilö: Martti Kumpulainen

Differentiaaliyhtälöt II 4 op (800346A)

Kurssin tavoitteena on kehittää valmiuksia sovellusten kannalta tärkeiden lineaaristen differentiaaliyhtälöiden ja osittaisdifferentiaaliyhtälöiden ratkaisemiseen. Kurssilla tarkastellaan aluksi kyseisten differentiaaliyhtälöiden ratkaisussa esiintyviä erikoisfunktioita, ratkaisemiseen tarvittavia ortogonaalikehitelmiä ja integraa-

limuunnoksia. Niitä sovelletaan sitten mallintamisessa käytettävien lineaaristen differentiaaliyhtälöiden ja osittaisdifferentiaaliyhtälöiden ratkaisemiseen.

Sisältö: Frobeniuksen menetelmä, erikoisfunktioista, esimerkiksi Gamma-funktio ja Besselin funktiot. Funktioavaruuksista, funktioiden sisätulo, ortogonaalisuus, ortogonaalipolynomit ja ortogonaalikehitelmät. Sovelluksina funktioiden esittäminen Fourier-sarjoina ja Sturm-Liouvillen reuna-arvoprobleemat. Integraalimuunnoksista, mm. Laplace- ja Fourier-muunnokset. Lineaaristen differentiaaliyhtälöiden ja osittaisdifferentiaaliyhtälöiden, esim. lämpö- ja aaltoyhtälöiden sekä Laplacen yhtälön ratkaiseminen ortogonaalikehitelmien ja integraalimuunnosten avulla.

Työtavat: 28 h luentoja ja 16 h harjoituksia; loppukoe.

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

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

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

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

Vastuuhenkilö: Martti Kumpulainen

Kompleksianalyysi I 4 op (801385A)

Sisältö: Napaesitys, Eulerin esitys, De' Moivre'n kaava, Cauchy-Riemannin yhtälöt, käänteisfunktio, logaritmit ja potenssifunktiot päähaaroineen. Polkuintegraalit, Cauchyn integraalilause ja sen sovelluksia.

Työtavat: 28 h luentoja, 21 h harjoituksia, välikokeet tai loppukoe.

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

Vastuuhenkilö: Jorma Arhippainen

Kompleksianalyysi II 4 op (801386A)

Sisältö: Cauchyn integraalikaavan ja potenssisarjojen ominaisuuksien avulla kehitetään residylaskenta, jonka sovelluksina saadaan mm. algebran peruslause, Liouvillen lause ja määrättyjä integraaleja. Maksimi- ja argumenttiperiaate, summia, Gamma-funktio.

Työtavat: 28 h luentoja, 21 h harjoituksia, loppukoe.

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

Esitiedot: Ydin ja Kompleksianalyysi I.

Vastuuhenkilö: Jorma Arhippainen

Koulugeometrian perusteet 6 op (801389A)

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

Työtavat: 42 h luentoja, 30 h harjoituksia, loppukoe.

Esitiedot: Kurssi ei edellytä esitietoja.

Vastuuhenkilö: Martti Kumpulainen

Koulumatematiikan perusteet 4 op (800104P)

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

Kohde: Matematiikan aineenopettajat ja luokanopettajat

Ajoitus: 1.-3. vuosikurssi

Vastuuhenkilö: Keijo Väänänen

Matematiikan ATK 8 op (801344A)

Nykyisin käytetään tutkimuksessa ja tuotekehityksessä matemaattisia malleja, kun halutaan tietää miten luonto tai jokin laite toimii. Mallit joudutaan melkein aina ratkaisemaan numeerisesti tietokoneella, koska analyyttisten ratkaisujen löytäminen on käytännön tehtävissä usein mahdotonta. Matematiikan ATK:n kurssilla opiskelija oppii numeerisen tietokoneohjelman tekemisen

perusteet. Ohjelmoinnin perusteita ei opeteta, vaan tavoitteena on ohjata opiskelijaa valitsemaan oikeat menetelmät hyvän numeerisen tietokoneohjelman tekemiseksi. Kurssilla opetetaan FORTRAN 90/95-ohjelmointikielen standardi ja käydään läpi lyhyesti UNIX-käyttöjärjestelmän tärkeimmät komennot ja piirteet. Ohjelmointi tapahtuu ATKkeskuksen UNIX-koneissa. Lisäksi perehdytään ATK-keskuksen UNIX-koneissa toimivien numeeristen ja graafisten aliohjelmakirjastojen käyttöön.

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

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

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

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

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

Matematiikan historia 6 op (801390A)

Kurssi alkaa muinaisen Egyptin ja Mesopotamian matematiikasta. Huomattava osa ajasta käytetään kreikkalaisen matematiikan, erityisesti geometrian ja analyysin varhaisvaiheiden, käsittelyyn. Keskiajan matematiikasta tarkastellaan ainakin islamin vallapiirissä tapahtunutta kehitystä sekä tulevan kehityksen ennakoita Euroopassa. Uuden ajan alussa itäiläiset algebrat 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 ennakoita geometrisilla ja fysikaalisilla tarkasteluilla. Vihdoin Newton ja Leibniz keksivät, että edellisen vuosisadan geometriset tarkastelut voidaan korvata täysin formaaleilla laskutoimituksilla. Differentiaali- ja integraalilaskennan täsmällinen looginen perusta tosin luodaan vasta seuraavan kahdensadan vuoden aikana. Tähän kehitykseen luodaan yleiskatsaus.

Työtavat: 42 h luentoja, välikokeet tai loppukoe.

Esitiedot: Kurssia suunniteltaessa on ajateltu erityisesti opettajiksi valmistuvia eikä se vaadi lukion matematiikkaa laajempia esitietoja. **Oppimateriaali ja kirjallisuus:** Luentomoniste; C. J. Boyer: Tieteiden kuningatar; J. Fauvel & J. Gray: The History of Mathematics. A reader.

Vastuuhenkilö: Nimetään myöhemmin

Numeriikan peruskurssi 6 op (801387A)

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

Työtavat: 45h luentoja, 22h harjoituksia.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Kurssin runkona käytetään luentomonistetta Raino A. E. Mäkinen: "Numeeriset menetelmät", Jyväskylän yliopisto, 1998. Muuta kurssiin liittyvää kirjallisuutta on esim. D. Conte, S. de Böer: "Elementary Numerical Analysis. An Algorithm Approach" ja Atkinson: Elementary Numerical Analysis. **Esitiedot:** Kurssin kannalta hyödyllisiä, mutta ei välttämättömiä, esitietoja opetetaan kurseilla: Matematiikan perusmetodit I, Analyysi I, Lineaarialgebra I, II ja Matematiikan ATK.

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

tematiikan suuntautumisvaihtoehdossa.

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

Numeriikan peruskurssin harjoitustyö 2 op (801388A)

Harjoitustyön tekemiseksi vaaditaan C- tai Fortran ohjelmointitaito.

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

Salausmenetelmät (ent. Salakirjoitukset) 4 op (801346A)

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.

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

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

Esitiedot: Ei tarvita.

Ajoitus ja Kohderyhmä: Milloin tahansa, asiasta kiinnostuneet.

Vastuuhenkilö: Keijo Väänänen

Todennäköisyyslaskennan peruskurssi 4 op (801195P)

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

Työtavat: 28 h luentoja, 14 h harjoituksia, suoritus kahdella välikokeella tai yhdellä loppukokeella.

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

Esitiedot: *Matematiikan perusmetodit I ja Analyysi I*.

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

Vastuuhenkilö: Lasse Holmström

Tiedonhankinnan ja tieteellisen tekstin kirjoittamisen kurssi (800149P) 3 op

Kurssi on laajuudeltaan 3 opintopistettä ja se sijoittuu tutkinnon muihin opintoihin. Kurssi koostuu kirjaston järjestämästä tiedonhankinnan osuudesta, joka antaa valmiuksia tehokkaaseen tieteellisen tiedon hankintaan. Osuudessa perehdytään tieteellisen tiedon hankintaan, tärkeimpiin tietolähteisiin ja tiedonlähteiden arviointiin. Osuuteen liittyy tiedonhankintatehtäviä.

Toisen osuuden järjestää matemaattisten tieteiden laitos ja siinä perehdytään matemaattisen tekstin tuottamiseen LaTeXilla.

Työtavat: Tiedonhaun osuus toteutetaan lähi- ja verkkopetuksena. Toinen osuus koostuu luennoista ja niihin liittyvistä harjoituksista. Kurssin suorittaminen edellyttää läsnäoloa lähiopetuksessa ja kurssitehtävien suorittamista.

Ajoitus ja kohderyhmä: 2. opintovuoden kevät, matemaattisten tieteiden laitoksen pääaineopiskelijat.

Todennäköisyyslaskennan jatkokurssi 4 op (801396A)

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

en lisäksi käytännön mallintamistehtävien kaltaisia ongelmia.
Työtavat: 28 h luentoja, 14 h harjoituksia, suoritus yhdellä loppukokeella.

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

Esitiedot: Todennäköisyyslaskennan peruskurssi ja Analyysi I.

Ajoitus ja kohderyhmä: 2.v syksy. Valinnainen kaikissa suuntautumisvaihtoehdoissa. Suositellaan erityisesti tilastotieteen pääaineopiskelijoille sekä matematiikan ja tietotekniikan suuntautumisvaihtoehdon valitseville.

Vastuuhenkilö: Lasse Holmström

Topologia I 8 op (800329A)

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

Työtavat: 56 h luentoja ja 42 h harjoituksia.

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

Esitiedot: Analyysi I ja Lineaarialgebra I, II.

Vastuuhenkilö: Mahmoud Filali

Tuutorointi 4 op (802327A)

Tuutorointi on laitoksella tapahtuvaa opintojen ohjaustoimintaa. Tuutorit päivystävät laitoksella olevassa tuutorituvassa ja opastavat muita opiskelijoita oppisisältöön liittyvissä ongelmissa. Opintojakson suorittaminen edellyttää 30 tuntia tuutorointia ja raporttia tehdystä työstä.

Vastuuhenkilö: tuutoroinnista vastaava lehtori

Syventävät opinnot

Algebra III 10 op (801694S)

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

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

Esitiedot: Algebra I ja Algebra II.

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

Vastuuhenkilö: Tapani Matala-aho

Analyyssi III 10 op (800624S)

Kurssi on kokonaisuus, joka sisältää analyysin perusteet metrisessä avaruudessa, normiavaruudessa ja Hilbertin avaruudessa, johdatuksen Lebesguen mittaan ja integraaliin. Näin se pyrkii tarjoamaan pohjatiedot matematiikan, tilastotieteen ja fyysikaalisten tieteiden syventäville opinnoille, mutta samalla antamaan mahdollisimman laajan katsauksen analyysin eri osa-alueista matematiikan aineenopettajiksi aikoville.

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

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste Analyysi III; C. Aliprantis & O. Burkinshaw: Principles of real analysis and Problems in real analysis, Academic Press.

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

Vastuuhenkilö: Vesa Mustonen

Epälineaarinen analyysi 10 op (800669S)

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

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

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

Esitiedot: Analyysi II.

Vastuuhenkilö: Vesa Mustonen

Funktioiden estimointi 10 op (802629S)

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

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

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste.

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

Vastuuhenkilö: Lasse Holmström

Harjoitusaine 6 op (800691S)

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

Arvostelu: hyväksytyt/hylätyt

Koodusteoria 10 op (800667S)

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

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

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

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

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

Vastuuhenkilö: Keijo Väänänen

Kryptografia 10 op (801698S)

Tutkitaan salaus-, avaimenvaihto- ja allekirjoitusjärjestelmiin liittyviä matemaattisia perusteita. Tällaisia ovat alkulukuteoriin ja tekijöihinjakomenetelmiin liittyvät ryhmä- ja lukuteoreettiset

perusteet, laskentaan ja erityisesti äärellisten kuntien laskutoimituksiin liittyvät kompleksisuusarvioinnit, nopea potenssi ja diskreetti logaritmi äärellisessä sykklisessä 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 sykklisessä ryhmässä sekä edelliset sovellettuna äärellisissä kunnissa tai niiden yli määritellyillä elliptisillä käyrillä kuten DSA, ECDSA, Massey-Omura ja RSA. Edellisiin liittyviä testejä ja algoritmeja: AKS, Fermat, Lenstra, Lucas, Miller-Rabin, neliöseula, Pohlig-Hellman, Pollardin p-1 ja rho, Pseudoalkuluvut, Solovay-Strassen.

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

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste (Väänänen: Kryptografia);

Wade Trappe, Lawrence C. Washington: Introduction to cryptography : with coding theory; Alfred J. Menezes: Handbook of Applied Cryptography, CRC Press 1996, ISBN: 0-8493-8523-7

Esitiedot: Kurssien Algebra I ja Algebra II hallinta tarpeen.

Vastuuhenkilö: Tapani Matala-aho

Lukuteoria 10 op (800657S)

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

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

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luentomoniste Lukuteoria.

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

Ajoitus ja Kohderyhmä: 2.- 3. vuosikurssi

Vastuuhenkilö: Keijo Väänänen

Matemaattiset ohjelmistot 4 op (802608S)

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

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

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Luennolla jaettava luentomoniste ja ohjelmien käyttöoppaat.

Vastuuhenkilö: Sami Savolainen

Matematiikan erikoistyö 10 op (802632S)

Erikoistyön tavoitteena on vahvistaa opiskelijoiden valmiuksia kirjallisen työn tekemiseen ja antaa siten hyvän pohjan pro gradu -tutkielman tekemiselle. Opiskelijat tekevät kirjallisen tutkielman jostakin matematiikan osa-alueesta tai matematiikan opetukseen liittyvästä aiheesta.

Aineenopettajaksi opiskelevilla työ voi olla esimerkiksi analyysi jonkin lukiokurssin oppikirjan matemaattisesta sisällöstä, lukiokurssin ja yliopistokurssien yhteyksien analysointi tai harjoitustehtävien analysointi ja mahdollisesti niiden laatiminen jollekin lukiokurssille.

Osasuorituksen (4 op) voi tehdä tuutoroinnin muodossa, johon

sisältyy 30 tuntia tuutorointia ja raportti tehdystä työstä.

Aineenopettajaksi aikovilla opintojakson tarkoituksena on tutustuttaa opiskelija opetuksen suunnitteluun ja toteuttamiseen ja antaa siten valmiuksia opettajan työhön.

Opintojakso pyritään järjestämään seminaarimuotoisena, mikäli resurssit riittävät.

Opintojakso on aineenopettajan linjalla pakollinen.

Vastuuhenkilö: Keijo Väänänen

Matriisiteoria 10 op (800653S)

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

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

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

Esitiedot: Lineaarialgebra I ja II (tai 800121P)

Vastuuhenkilö: nimetään myöhemmin

Moderni reaalianalyysi 10 op (802631S)

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

Vastuuhenkilö: Juha Kinnunen

Numeerinen analyysi 10 op (800680S)

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

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

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

Vastuuhenkilö: Jukka Saranen

Optimointiteoria 10 op (800688S)

Optimointimenetelmät muodostavat sovelletun matematiikan keskeisen työkalun. Tyypillisinä sovellutusalueina ovat useat tekniikan ja talouden ongelmat. Kurssissa käsitellään lineaarista optimointia (simpleksialgoritmi), yleistä epälineaarista optimointia erityisinä esimerkkeinä konvekksi ja geometrinen optimointi. Ratkaisualgoritmeja: jyrkimmän laskeutumisen menetelmä, Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno ja Davidon-Fletcher-Powell algoritmit. Sidottujen ääriarvot tehtävien ratkaisun yhteydessä tutustutaan Karush-Kuhn-Tuckerin lauseeseen. *Työtavat:* 56 t luentoja, 28 t harjoituksia, välikokeet tai loppukoe.

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

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

Vastuuhenkilö: Jukka Saranen

Pro gradu -tutkielma 20/30 op (800697S/ 800698S)

Tutkielman laajuus on aineenopettajilla 20 op ja muilla 30 op. Tutkielman laatiminen vaatii syvällistä perehtymistä johonkin matematiikan tai sovelletun matematiikan alaan. Tutkielman aiheen antaa joku laitoksen professoreista tai muista opettajista sopimuksen mukaan (asiasta sovittava kyseisen oppiaineen professorin kanssa).

Reuna- ja alkuarvotehtävät 10 op (800685S)

Tekniikassa ja matemaattisessa fysiikassa esiintyvien reuna- ja alkuarvotehtävien perusmallit. Elliptiset, paraboliset ja hyperboliset tehtävät. Ratkaisu käyttäen ominaisfunktiokehityksiä sekä elliptisille tehtäville variaatiopohjainen ratkaisumenetelmä. Jälkimmäisessä osassa esitetään Sobolev-avaruuksien perusteita ja ripaus funktionaalianalyysiä.

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

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

Vastuuhenkilö: Jukka Saranen

Ryhmäteoria 10 op (800660S)

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

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

Esitiedot: Algebra I ja Algebra II.

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

Vastuuhenkilö: Markku Niemenmaa

Sovelletun matematiikan erikoistyö 10 op (801645S)

Sovelletun matematiikan erikoistyö on oiva tapa hankkia kokemusta teollisuuden kannalta relevanttien matemaattisten probleemien ratkaisemisesta. Yleensä työ tehdään teollisuuden kanssa yhteistyössä, mutta se voidaan tehdä myös itsenäisesti edellyttäen, että matemaattinen ongelma on teollisuuden kannalta relevantti. Työn tavoitteena on opiskelijan johdattaminen teollisuusorientoituneiden matemaattisten ongelmien ratkaisemiseen. Työn sisältö muotoutuu kulloisenkin yhteistyökumppanin intressi-

en perusteella. Tyypillisesti työhön liittyy ohjelmistojen testausta ja ohjelma-algoritmien kehittämistä. Työn pääpaino ei yleensä ole testattavien menetelmien teoreettisilla tarkasteluilla, vaan käytännön tuloksissa.

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

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Hankitaan tapauskohtaisesti.

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

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

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

Tilastollinen hahmontunnistus 10 op (802632S)

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

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

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

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

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

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

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

Vastuuhenkilö: Lasse Holmström

TILASTOTIETEEN OPINTOJAKSOJEN KUVAUKSET

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

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

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

Tilastotieteen perusteet 9 op (805165P)

Tavoite ja Sisältö: Kurssin tavoitteena on hankkia valmiudet kuvailevan tilastotieteen, todennäköisyyslaskennan ja tilastollisen päättelyn menetelmien käyttöön yksinkertaisimmissa sovellustilanteissa. Kurssilla tutustutaan erilaisiin havaintoaineiston hankintamenetelmiin, opitaan kuvailemaan aineistoa erilaisten taulukoiden, kuvioiden ja tunnuslukujen avulla ja perehdytään tilastollisen päättelyn peruseräisiin (mm. piste- ja väliestimointi, tilastollinen testaus) sekä esitellään joitakin yleisesti käytettyjä merkitsevyydesteitä ja luottamusvälejä. Kurssilla tutustutaan myös johonkin tilastolliseen ohjelmistoon (esim. R).

Työtavat: 56 h luentoja, 42 h harjoituksia. Opintojakson voi suorittaa joko välikokein tai loppukokeella. Välikokein suorittaminen edellyttää aktiivista osallistumista harjoituksiin.

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

Yhteys muihin opintoihin: Suoritetaan ensimmäisenä tilastotieteen opintojaksona, jolle muut tilastotieteen opinnot perustuvat.

Esitiedot: Matematiikan perusmenetelmät I suositeltava.

Ajoitus ja Kohderyhmä: 1. opiskeluvuoden kevät. Opintojakso luennoidaan joka kevätlukukausi. Tilastotieteen pääaineopiskelijat sekä muiden suuntautumisvaihtoehtojen opiskelijat matemaattisten tieteiden koulutusohjelmassa.

Vastuuhenkilö: Jari Päckilä

Data-analyysin perusmenetelmät 10 op (806112P)

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

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

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

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

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

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

Vastuuhenkilö: Esa Läärä

Pakolliset aineopinnot

Tilastollinen päättely I 10 op (805310A)

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

Työtavat: 56 h luentoja ja 42 h harjoituksia

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

Yhteys muihin opintoihin: Tarvitaan esitietoina lähes kaikilla muilla tilastotieteen aine- ja syventävien opintojen kursseilla. *Esitiedot:* Tilastotieteen perusteet, Data-analyysin perusmenetelmät, Todennäköisyyslaskennan peruskurssi, Analyysi II sekä 1. vuoden matematiikan kurssit (801111P, 800121P, 800120P).

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

HUOM! Kurssi luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran vuonna 2006.

Vastuuhenkilö: Kenneth Nordström

Lineaariset mallit 10 op (806308A)

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

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

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

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

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

HUOM! Kurssi luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran keväällä 2007.

Vastuuhenkilö: M.Rahiala

Satunnaismallien teoria 8 op (805398A)

Kurssin tarkoituksena on perehdyttää kuulijat satunnaisilmiöitä kuvaavien matemaattisten mallien perusrakenteisiin ja niiden tärkeimpiin implikaatioihin. Sisällöstä mainittakoon yksiulotteisten jakaumien tärkeimmät karakterisointitavat ja tunnusluvut (pisteto-dennäköisyydet, 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, satunnaisuuttujajonojen konvergenssi, järjestystunuslukujen jakaumat sekä multinormaalisten muuttujien neliömuotojen jakaumat.

Työtavat: 40 h luentoja, 27 h harjoituksia, välikokeet tai loppukoe.
Kirjallisuutta: P. Tuominen ja P. Norlamo: Todennäköisyyslaskenta I ja II, Limes; A. Mood, F. Graybill ja D. Boes: Introduction to Mathematical Statistics, McGraw-Hill; N. Giri: Introduction to Probability and Statistics, Marcel Dekker.

Esitiedot: Matematiikan perusmenetelmät I, Analyysi I ja II sekä Lineaarialgebra I ja II.

Kohderyhmä: Tilastotieteen pääaineopiskelijat ja muut aiheesta kiinnostuneet. HUOM! Kurssi luennoidaan joka toinen vuosi, seuraavan kerran syksyllä 2006.

Vastuuhenkilö: Kenneth Nordström

Proseminaari 6 op (805331A)

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

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

Yhteys muihin opintojaksoihin: LuK-tutkinnon suorittavilla kypsyysnäyte liittyy proseminaarin aiheeseen **Esitiedot:** Data-analyysin perusmenetelmät, vähintään yksi tilastotieteen aineopintojakso, Kirjallinen ja suullinen viestintä

Ajoitus ja Kohderyhmä: 3. vuoden syksy tai kevät. Tilastotieteen pääaineopiskelijat sekä 60 op:n sivuaine kokonaisuutta suorittavat **Vastuuhenkilö:** E. Läärä

Työharjoittelu (5 op tai 7 op) (805370A)

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

Työtavat: 2-3 kuukautta työharjoittelua etukäteen hyväksytyssä työpaikassa.

Lisäksi työharjoittelusta tulee laatia lyhyt raportti, joka esitetään harjoittelun jälkeen pidettävässä päättöseminaarissa. Kolmen kuukauden harjoittelusta saa 4 ov:tä (7 op:tä), kahden kuukauden harjoittelusta 3 ov:tä (5 op:tä).

Ajoitus ja kohderyhmä: Yleensä 3. tai 4. opiskeluvuoden jälkeen. Pakollinen tilastotieteen suuntautumisvaihtoehdossa, muissa suuntautumisvaihtoehdoissa vapaasti valittava.

Vastuuhenkilö: Marjatta Mankinen

Pakolliset syventävät opinnot

Tilastollinen päättely II 10 op (805611S)

Kurssilla keskitytään lähinnä parametriin malleihin perustuviin päättelyperiaatteisiin, erityisesti likelihood -päättelyyn ja Bayes-päättelyyn. Likelihood- päättelyyn liittyvistä aiheista mainittakoon havaintoihin sisältyvän informaation mittaaminen ja informaatiomatriisien estimointi, piste-estimaattorien tehokkuus, ML- estimaattoreiden asympotoottiset ominaisuudet, luottamusvälit, testien voimakkuudet sekä LR-, score- ja Wald- testien asympotoottiset 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.

Työtavat: 52 h luentoja, 36 h harjoituksia, välikokeet tai loppukoe. **Oppimateriaali ja kirjallisuus:** E. Lehmann & G. Casella: Theory of Point Estimation (2. painos), Springer H. Migon & D. Gamerman: Statistical inference; An integrated approach, Arnold.

Ajoitus ja Kohderyhmä: Kurssi on tarkoitettu suorittamaan kolmantena tai neljäntenä opiskeluvuotena. Pakollinen tilastotieteen pääaineopiskelijoilla FM-tutkinnossa. HUOM! Kurssi luennoidaan joka toinen kevätlukukausi, seuraavan kerran keväällä 2007.

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

Vastuuhenkilö: H.-J. Kim-Ollila

Tilastotieteen seminaari 10 op (805620S)

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

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

Esitiedot: Tilastotieteen aineopinnot, Kirjallinen ja suullinen viestintä

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

Vastuuhenkilö: Esa Läärä

Harjoitusaine 4 op (805667S)

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

Pro gradu -tutkielma 30 op (805642S)

Tutkielman laatiminen vaatii syvällistä perehtymistä johonkin tilastotieteen erikoisalaan tai menetelmään. Se voi olla myös puhtaasti teoreettinen kirjallisuuskatsaus. Tavallisempaa on, että tutkielma on jonkin sovellusalan tutkimusongelmaa koskevan empiirisen aineiston pohjalta tehtävä laajahko tutkimus, jossa tilastollisella analyysillä on keskeinen osuus. Tutkielman aiheesta ja ohjauksesta sovitaan laitoksen jonkun professorin tai muun opettajan kanssa

Valinnaiset aine- ja syventävät opinnot

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

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

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

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

Kurssilla keskitytään erityisesti aikasarjojen välisiä riippuvuussuhteita kuvaavien mallien rakentamiseen sekä muodostettujen mallien realistisuuden arviointiin. Koska aikasarjojen matemaattisina malleina käytetään ns. stokastisia prosesseja, on aluksi kuitenkin välttämätöntä perehdyttää kuulijat stationääristen prosessien perusteoriaan, ristspektriitehtyksiin käyttöön aikasarjojen välisten riippuvuuksien kuvaamisessa ym. aikasarjoja koskevan tilastotieteellisen teorian kulmakiviin. Seuraavassa lyhyt luettelo kurssin muusta (varsinaisesta) sisällöstä: Dynaamisten regressiomallien ja siirtofunktiomallien muodon täsmäntäminen, parametrien estimointi sekä mallidiagnostiikka, vuorovaikutussuhteiden kuvaamiseen soveltuvat dynaamiset systeemimallit, Kalman suodatus, heteroskedastiset aikasarjamallit, moniregimiset mallit ym. Kurssi kelpaa sekä aineopintoihin että (vaativammin suoritettuna) syventäviin opintoihin.

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

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

Esitiedot: Data-analyysin perusteet ja Lineaariset mallit suositteluvia.

Vastuuhenkilö: M. Rahiala

Ekonometrian tilastolliset perusteet 6 op (805339A/805683S)

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

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

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

Vastuuhenkilö: M. Rahiala

Epidemiologian tilastolliset menetelmät 8 op (805309A/805609S)

Opintojaksolla hankitaan valmiudet analysoida tyypillisten epidemiologisten tutkimusasetelmien tuottamia aineistoja ja tulkita niiden tuloksia. Käsiteltäviä aiheita ovat mm. terveys- ja sairausilmiöiden esiintyvyys ja sen mittaaminen väestöryhmissä, ilmaantuvuus- ja vallitsevuusasteet, 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.

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

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

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

Vastuuhenkilö: Esa Läärä

Kliininen biostatistiikka 6 op (805380A/ 805680S)

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

Työtavat: 32 h luentoja, 20 h harjoituksia.

Esitiedot: Todennäköisyyslaskennan peruskurssi, Data-analyysin perusmenetelmät.

Vastuuhenkilö: Esa Läärä

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

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

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

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

Vastuuhenkilö: M. Rahiala

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

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. Kurssi kelpaa sekä aineopintoihin että (vaativammin suoritettuna) syventäviin opintoihin.

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

Kirjallisuutta: P. Diggle, K. Liang & S. Zeger: Analysis of Longitudinal Data, Oxford University Press; B. Baltagi: Econometric Analysis of Panel Data, Wiley; C. McCulloch & S. Searle: Generalized, linear and mixed models, Wiley.

Vastuuhenkilö: M. Rahiala

Muille koulutusohjelmille erikseen luennoitavat opintojaksot

Tilastotieteen perusmenetelmät I 9 op (806109P/806309A)

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

Työtavat: 52 h luentoja, 46 h harjoituksia, omatoimista opiskelua. Suoritus joko välikokein tai loppukokeella.

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

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

Vastuuhenkilöt: Marjatta Mankinen ja Jari Pääkkilä

Tilastotieteen perusmenetelmät II 10 op (806110P/806310A)

Tavoite ja sisältö: Kurssilla laajennetaan ja syvennetään valmiuksia tehdä tilastollisia analyysejä tavanomaisten kokeellisten ja epäkokeellisten tutkimusaineistojen havaintoaineistoista. Käsitel-

täviä aiheita ovat mm. jatkuvan vastemuuttujan analyysin perusmenetelmät kuten kahden ryhmän vertailu, yksi- ja kaksisuuntainen varianssianalyysi, regressioanalyysi, residuaalit ja mallidiagnostiikka; parametrittomat menetelmät; korreloivien ja elinaikaa kuvaavien (sensuroitujen) havaintojen käsittely; sekä kaksiarvoisten, luokiteltujen ja lukumäärämuuttujien analyysin perusmenetelmät.

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

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

Vaadittavat esitiedot: Tilastotieteen perusmenetelmät I.

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

Matematiikan perusteet taloustieteilijöille I (MPTT I) 7 op (800117P)

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

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

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

Esitiedot: lukion matematiikka.

Ajoitus ja kohderyhmä: 1. sl, pakollinen kaikille kauppatieteiden opiskelijoille.

Vastuuhenkilö: Kari Myllylä

Matematiikan perusteet taloustieteilijöille II (MPTT II) 7 op (800118P)

Kurssin tavoitteena on luoda pohja taloustieteissä esiintyvälle matematiikalle. Kurssin keskeinen asia on matriisialgebra ja matriisien hyödyntäminen matemaattisissa tehtävissä. Matriisien käsittely aloitetaan alkeista ja niiden avulla opitaan ratkaisemaan usean muuttujan lineaarisia yhtälöryhmiä ja suorittamaan vaativia sidottuja ääriarvotehtäviä. Tarkoituksena on suorittaa kurssilla Matematiikan perusteet taloustieteilijöille I esiintyviä ääriarvotehtäviä vaativimmat tehtävät matriisien avulla. Matriisien avulla tutustutaan myös regressioanalyysin perusteisiin ja Panos-Tuotos-malleihin. Lisäksi tullaan käsittelemään lineaarista opti-

mointia ja sivuamaan jossain määrin ns. vektorimuotoista derivointia. Kurssin toinen tärkeä asia on integraalilaskenta ja sen sovellutukset. Integrointia tarvitaan tutustuttaessa differentiaalilaskentaan. Differentiaalilaskennassa käsitellään yhtälöitä, joissa esiintyy tuntematon funktio derivaattoineen. Kurssin lopussa käsitellään vielä differenssiyhtälöitä. Lisäksi halukkaille järjestetään kurssin aikana muutamat ns. tietokoneohjelmat, joissa harjoitellaan matemaattisten ongelmien ratkaisua tietokoneen avulla.

Työtavat: 56 h luentoja ja 39 h harjoituksia, välikokeet tai loppukoe. Halukkaille 6 h tietokoneharjoituksia kurssin aikana.

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

Esitiedot: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille I Ajoitus: 1. kl, pakollinen kansantaloustieteen ja laskentatoimen koulutusohjelmassa. *Vastuuhenkilö:* Kari Myllylä

Matematiikan perusmenetelmät I / sov 8 op (800147P)

Kurssin tavoitteena on selvittää reaali- ja kompleksimuuttujan reaali- ja kompleksifunktioiden perusteita, joita tarvitaan eri tieteiden sovelluksissa. Kurssilla painotetaan laskennallista puolta, ei niinkään todistuksia. Aluksi tarkastellaan lukujoukkoja, minkä jälkeen käydään läpi funktioiden perusominaisuuksia. Tämän jälkeen tutkitaan funktioiden raja-arvoja ja niiden sovelluksina funktion jatkuvuutta ja derivaattaa. Derivaattaa sovelletaan funktion kulun tarkasteluun. Loppuosa kurssista keskittyy integroimistekniikkoihin, määrittäen integraaliin ja niiden sovelluksiin, kuten alueiden pinta-alojen ja pyörähdyskappaleiden tilavuuksien sekä käyrän kaaren pituuden laskemisiin. Lisäksi kurssissa käsitellään kompleksilukujen ominaisuuksia.

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

Esitiedot: Lukion matematiikan (myös lyhyen) suorittaminen.

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

Vastuuhenkilö: Jorma Arhippainen

Talousmatematiikka 3 op (802107P)

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

Työtavat: 28 h luentoja ja 24 h harjoituksia, loppukoe.

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

Esitiedot: Matematiikan perusteet taloustieteilijöille I.

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

Vastuuhenkilö: Kari Myllylä

Tietoja henkilökunnasta

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

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

Sähköposti: etunimi.sukunimi@oulu.fi

Laitoksen johtaja: professori, FT Keijo Väänänen
puh. (08) 553 1741

Laitoksen varajohtaja: professori, VTL Esa Läärä
puh. (08) 553 1828

Amanuenssi: Markku Kuukasjärvi, FL
puh. (08) 553 1733

Sovellussuunnittelija: Pekka Kangas
puh. (08) 553 1836

Oppiaineiden pääedustajat
matematiikka: professori, FT Keijo Väänänen
puh. (08) 553 1741
sovellettu matematiikka: professori, FT Jukka Saranen
puh. (08) 553 1738
tilastotiede: professori, VTT Kenneth Nordström
puh. (08) 553 1829

Linjojen vastuuhenkilöt:
aineenopettajan linja.: professori, FT Vesa Mustonen
puh. (08) 553 1740
matematiikan linja: professori, FT Keijo Väänänen
puh. (08) 553 1741
matematiikan ja tietotekniikan linja: professori, Ph.D. Lasse Holmström
puh. (08) 553 1739
sovelletun matematiikan linja: professori, FT Jukka Saranen
puh. (08) 553 1738
tilastotieteen linja: professori, VTT Kenneth Nordström
puh. (08) 553 1829

Opintoneuvojat:
matematiikka: Jukka Kemppainen, FL
puh. (08) 553 1759
sähköposti:
Jukka.T.Kemppainen@oulu.fi

tilastotiede: Kenneth Nordström, VTT
puh. (08) 553 1829
sähköposti:
Kenneth.Nordstrom@oulu.fi

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