

# PROGRAMBESKRIVNING FÖR DOKTORSPROGRAM I MATEMATIK

15 november 2010

## 1. Programnamn på svenska och engelska

Matematik  
Mathematics

## 2. Ämnesområdet

Programmet innefattar utbildningen på forskarnivå i ämnet matematik. Programmet sköts av verksamhetsbasen avdelning för matematik på institutionen för matematik vid skolan för teknikvetenskap. Det kommer att finna en naturlig plats inom Stockholms Matematiska Centrum, som KTH och SU just har bildat.

Doktorsprogrammet i matematik kommer att täcka den såväl teoretiska som tillämpade forskning som bedrivs vid avdelningen för matematik, inom områdena algebraisk geometri, algebraisk topologi, differentialgeometri, dynamiska system, harmonisk analys, kombinatorik, kommutativ algebra, komplex analys, matematisk fysik, numerisk analys, partiella differentialekvationer, spektralteori och talteori, men är självfallet öppet för nya områden. Programmet kommer inte att delas upp i olika inriktningar.

## 3. Doktorsprogrammets övergripande syfte och mål

Målet för utbildningen är att göra den studerande väl förberedd för självständiga forskningsuppgifter inom matematiken eller för andra uppgifter där krav ställs på djupgående insikter i matematik och matematiska forskningsmetoder.

Detta innebär att doktoranden efter utbildningen ska kunna:

- beskriva och förklara teorier, konstruktionsprinciper och empiriska resultat i sitt specialiseringsområde,
- formulera konkreta forskningsfrågor inom sitt specialiseringsområde,
- använda etablerade forskningsmetoder och utveckla ny kunskap,
- kritiskt analysera och värdera egna och andras forskningsresultat,
- presentera och diskutera forskningsresultat för kollegor, allmänhet och i undervisning,
- analysera och ta ställning i etiska aspekter av forskning inom ämnet och agera därefter,
- identifiera behov av ny kunskap och ha kunskap om att initiera och leda forskning,

- delta i tvärvetenskapliga samarbeten samt visa kunskap om olika syner på forskningens roll i samhällsutvecklingen och kritiskt analysera och värdera därmed sammanhängande frågor.

Samtliga av de ovan uppräknade färdigheterna bör på ett naturligt sätt utvecklas under handledningsprocessen. Kurser bör bidra till att utveckla färdigheterna beskrivna i 1:a, 3:e, 6:e och 8:e punkten. Att delta i seminarier samt att undervisa och delta i konferenser bidrar till att utveckla färdigheterna beskrivna i 2:a, 4:e, 5:e och 7:e punkten.

#### 4. Doktorsprogrammets omfattning och rekrytering

Programmet beräknas få cirka 30 heltidsdoktorander, varav cirka 6 antas varje år. Idag finns 30 doktorander i matematik.

Studerandemålgruppen är civilingenjörer teknisk fysik (med tonvikt på matematik i utbildningen) och masterstudenter i matematik, eller med motsvarande examen i ett närliggande område starkt relaterat till matematik. Rekrytering av doktorander sker enligt KTHs regelverk. Utllysning bör normalt ske minst två gånger årligen.

För närvarande finns femton professorer och minst tio docenter i matematik. Det finns även mer juniora medarbetare som förväntas bli docenter inom de närmsta åren, vilket ger en naturlig förnyelse av handledarkapaciteten.

#### 5. Finansiering

Doktorandtjänster finansieras vanligtvis genom externa anslag och till viss del fakultetsanslag.

#### 6. Kurser

I kurslistan (bilaga 3) och nedan används ordet “ämneskurser” i stället för “fördjupningskurser” för att undvika missförstånd i det viktiga samarbetet med Matematiska institutionen SU, där ordet “fördjupningskurser” används i en helt annan betydelse än i doktorsprogramrapporten.

Utbildningen på forskarnivå i matematik har alltid haft en stor frihet i kursdelen: det finns inga obligatoriska kurser, endast vissa poängkrav, däribland kravet att de tre grenarna Analys resp. Algebra/Kombinatorik/Talteori resp. Geometri/Topologi/Differentialgeometri är tillräckligt representerade. Även specialiseringarna matematik inom teknisk fysik resp. masterutbildningen matematik har få specifika kurskrav.

En utveckling mot ett visst antal obligatoriska kurser är tänkbar. Den behöver dock ett starkt stöd bland handledarna och doktoranderna, både principiellt och konkret (för kurspaketet). Ett sådant stöd verkar inte finnas för närvarande. Doktorsprogrammet i matematik kommer därför inte att ha obligatoriska kurser. För övrigt borde utvecklingen normalt sett ta sin början vid masterutbildningen, så att man kan utgå ifrån att de nödvändiga förkunskaperna för kurspaketet faktiskt finns.

Däremot är det tydligt att varje forskargrupp har ett mer eller mindre väldefinerat kurspaket, bestående av ett antal kärnkurser och ett antal ämneskurser.

Kärnkurserna kan betraktas som väsentliga för utbildningen på forskarnivå inom de områden som gruppen representerar; ämneskurserna rekommenderas starkt. Självklart kan även andra kurser behövas i vissa fall.

Det är vanligt att vissa kärnkurser är på avancerad nivå. Detta utgör inte något problem, eftersom en del av kurserna inom utbildningen på forskarnivå får vara på avancerad nivå. Det verkar naturligt att ta med dessa kurser i kurslistan, för att kunna ge en bättre bild av utbildningen på forskarnivå inom ett visst område. Dessutom är just dessa kurser oftast lämpliga för doktorander som utbildas inom andra områden.

Angående kurslistan: om inte något annat anges är en kurs på 7.5 hp. Terminen när kursen gick senast anges. Vissa kurser tillhör flera områden och nämns därför mer än en gång.

## **7. Kvalitetsarbete**

Det systematiska kvalitetsarbetet inriktas mest på kurser, på studenternas framsteg och på handledningens kvalitet.

Vid KTH-CSC finns idag rutiner för utvecklingen av utbildningen på forskarnivå. Speciellt finns ett doktorandråd, som framför studenternas samlade önskemål om utbildningens utveckling. Dessutom bevakas doktorandernas framsteg i en årlig process. För varje doktorand finns en handledargrupp som består av doktorandens huvudhandledare, bihandledare och minst en annan senior person, vilken väljs i samråd med doktoranden. Gruppen ska träffas minst en gång om året, speciellt i samband med revisionen av den individuella studieplanen.

Ovanstående rutiner avses att implementeras i doktorsprogrammet. Dessutom kommer kärnkurserna i programmet att utvärderas, vilket innebär att kursanalyser utarbetas och publiceras efter varje kursomgång.

I både kurser och handledning kan förbättringar av genomförandet av doktorsprogrammet föreslås och bör på så sätt leda, genom diskussion i programrådet, till kvalitetshöjning. För en enskild doktorand ger det årliga mötet med handledargruppen ett naturligt tillfälle att föreslå förbättringar. Diskussion av handledning kan därutöver leda till revision av handledargruppen för en doktorand.

Programrådet lett av programansvarig ska också följa den lokala och internationella diskussionen inom ämnesområdet såväl som för generell utbildning på forskarnivå, och vid behov anpassa programmet till utvecklingen.

Utöver ovanstående ingår programmet i KTHs arbetsmiljö och utvärderas oberoende genom arbetsmiljöundersökningar, som ger deltagarna ett större anonymitetsskydd än diskussionen kring handledargruppsmöten.

Doktorsavhandlingen ska innehålla nya forskningsresultat som den studerande har utvecklat, själv eller i samarbete med andra. De vetenskapliga huvudresultaten ska uppfylla kvalitetskraven för publicering i internationellt erkända tidskrifter och proceedings med refereesystem. Avhandlingens kvalitet bevakas genom de ovan beskrivna publiceringsnormerna och genom avstämning mellan betygsnämnd och handledare.

För en licentiatexamen krävs att den studerande författar en vetenskaplig upp-

sats eller en kvalificerad utredningsrapport på vetenskaplig grund. En för licentiatexamen skriven vetenskaplig uppsats får ingå i en sammanläggningsavhandling för doktorsexamen.

Studerandens bidrag till i avhandlingen ingående texter som har flera författare ska kunna anges. Publiceringspråket är normalt engelska.

## **8. Nationella och internationella kontaktnät**

Doktoranderna ingår i det etablerade internationella nätverk som finns inom ämnet. Utbyte sker normalt på bas av handledarnas kontaktnät, internationella projekt och nätverk.

Programmet knyter an till det strategiska KTH-nätverket CIAM. Där ordnas normalt årligen workshops med presentation av resultat från nätverkets doktorander och handledare samt inbjudna talare. En viss interaktion med näringslivet ingår också i samband med gemensamma forskningsinitiativ.

I dagsläget leder gemensamma samarbeten normalt till doktorandutbyte. Sådana kan växa till gemensam examen, och kan underlättas av EU-finansiering eller motsvarande. En anknytning till Erasmus Mundus-program och liknande program på forskarnivå är önskvärd.

Samarbetet inom Stockholms Matematiska Centrum har nämnts tidigare.

## **Bilaga 1: Studieplan för utbildning på forskarnivå i matematik**

Denna studieplan kompletterar KTHs gemensamma föreskrifter för utbildningen på forskarnivå med ämnesspecifika anvisningar.

### **1.1. Ämnesbeskrivning samt mål för utbildningen**

Matematik studerar rums- och talstorheter och deras samband och tillämpningar. Detta studium kan delas upp i ett stort antal områden. Många områden finns representerade på KTH, såsom algebraisk geometri, algebraisk topologi, differentialgeometri, dynamiska system, harmonisk analys, kombinatorik, kommutativ algebra, komplex analys, matematisk fysik, numerisk analys, partiella differentialekvationer, spektralteori och talteori. Såväl teoretisk som tillämpad forskning bedrivs.

De ovannämnda områdena svarar tillsammans för ett brett utbud av kurser och inriktningar som speglar de forskningsaktiviteter som finns på KTH då doktorsprogrammet i matematik grundas. Andra områden inom ämnet kan också komma ifråga, och programmet är tänkt att dynamiskt kunna inkludera nya utvecklingar över tiden.

Utbildningen avser att ge grundläggande kunskaper inom matematikens olika grenar, en god inblick i forskningsmetodik, orientering om aktuella problem och, på minst ett område, kunskaper och färdigheter som är tillräckliga för och leder till ett självständigt bedrivet forskningsarbete på tillräckligt hög nivå.

Utbildningen avslutas med doktorsexamen. Det kan vara naturligt att avlägga licentiatexamen först. Möjlighet finns också att enbart avlägga licentiatexamen.

Utbildningen på forskarnivå i matematik ges av avdelningen för matematik på institutionen för matematik vid skolan för teknikvetenskap. Utbildningen kommer att finna en naturlig plats inom Stockholms Matematiska Centrum, som KTH och SU just har bildat.

#### **1.1.1. Mål för utbildningen på forskarnivå i matematik**

Målet för utbildningen är att göra den studerande väl förberedd för självständiga forskningsuppgifter inom matematiken eller för andra uppgifter där krav ställs på djupgående insikter i matematik och matematiska forskningsmetoder.

Detta innebär att doktoranden efter utbildningen ska kunna:

- beskriva och förklara teorier, konstruktionsprinciper och empiriska resultat i sitt specialiseringsområde,
- formulera konkreta forskningsfrågor inom sitt specialiseringsområde,
- använda etablerade forskningsmetoder och utveckla ny kunskap,
- kritiskt analysera och värdera egna och andras forskningsresultat,
- presentera och diskutera forskningsresultat för kollegor, allmänhet och i undervisning,
- analysera och ta ställning i etiska aspekter av forskning inom ämnet och agera därefter,
- identifiera behov av ny kunskap och ha kunskap om att initiera och leda forskning,

- delta i tvärvetenskapliga samarbeten samt visa kunskap om olika syner på forskningens roll i samhällsutvecklingen och kritiskt analysera och värdera därmed sammanhängande frågor.

Samtliga av de ovan uppräknade färdigheterna bör på ett naturligt sätt utvecklas under handledningsprocessen. Kurser bör bidra till att utveckla färdigheterna beskrivna i 1:a, 3:e, 6:e och 8:e punkten. Att delta i seminarier samt att undervisa och delta i konferenser bidrar till att utveckla färdigheterna beskrivna i 2:a, 4:e, 5:e och 7:e punkten.

## 1.2. Utbildningens uppläggning

Utbildningen bedrivs under ledning av en huvudhandledare tillsammans med en eller flera biträdande handledare. En individuell studieplan skall upprättas i samråd mellan doktorand och huvudhandledare. Doktoranden och huvudhandledaren ska uppdatera studieplanen minst en gång per år. Doktorandens framsteg ska bedömas minst en gång per år. Det är naturligt att bedömningen sker i samband med uppdateringen av studieplanen. Den upprättade eller uppdaterade planen fastställs av forskarutbildningsansvarig vid skolan. Om doktorandens framsteg inte är i närheten av vad som föreskrivits i studieplanen kan åtgärder vidtagas i enlighet med KTHs regelverk. Den individuella studieplanen skall anpassas till förkunskaperna samt till avhandlingens inriktning.

Utbildningen på forskarnivå består av en kursdel och en avhandlingsdel, med inbördes poängkrav enligt nedan.

## 1.3. Kurser

Doktoranden ska själv, i samråd med sina handledare (i första hand huvudhandledaren), ta ansvar för att kurserna väljs så att en tillräcklig fördjupning inom det valda området samt en lämplig breddning inom programmet och mot eventuella relevanta tillämpningsämnen uppnås.

Alla forskargrupper vid avdelningen för matematik (vid doktorsprogrammets inrättande är grupperna Algebra och geometri c.q. Analys c.q. Kombinatorik) ger en uppsättning av kurser inom sina respektive områden.

Ett urval av kurserna är *kärnkurser*: de ges regelbundet (målsättningen är minst vartannat år), kan betraktas som väsentliga för en doktorand inom det specifika området, och är lämpliga för alla doktorander i programmet. Dessa kurser utgör en gemensam bas för programmet och varje forskarstuderande inom programmet läser normalt ett substantiellt antal av dessa kurser.

Övriga ämneskurser som anges är ett urval av de kurser som ges av forskargrupperna. Ytterligare kurser kan komma ifråga. En mer komplett lista finns i bilaga 3.

### 1.3.1. Kurser inom Algebra och geometri

Följande urval ger en bra bild:

#### **Kärnkurser:**

Kommutativ algebra och algebraisk geometri

Homologisk algebra och algebraisk topologi.

**Ämneskurser:**

Tillämpad topologi

Topologi

Printal

Cliffordalgebror, geometrisk algebra och tillämpningar

Matrisgrupper

Torisk geometri

Algebraisk geometri: beräkningar och tillämpningar

Algebraiska rum

Elliptiska kurvor

Beräkningstalteori

Liealgebror

Vector bundles and characteristic classes

Kommutativ algebra

Schemateori II.

**Kurser vid SU:**

Algebra IV

Galoisteori

Representationsteori

Talteori

Differentialgeometri för algebraiker

Algebraisk geometri (ytor, étal kohomologi)

Algebraisk geometri (Hartshorne, delar av kap. II, III)

Introduction to the theory of spectral sequences

Youngtablåer.

**1.3.2. Kurser inom Analys**

Följande urval ger en bra bild:

**Kärnkurser:**

Funktionalanalys

Integrationsteori

Kaotiska dynamiska system

Topologi

Elementär differentialgeometri

Fourieranalys

Differentialgeometri

Matematisk analys för doktorander.

**Ämneskurser:**

Mathematical theory of option pricing

Potentialteori

Wavelets

Matematisk hydrodynamik

Slumpmatriser

Partiella differentialekvationer  
Metoder i elliptiska och paraboliska PDE  
Dynamik av strängar och membran  
Hinderproblem i matematisk fysik och industri  
Inversa problem  
Operator teori: en enkel introduktion  
Spektral teori och användningar  
Semi-riemansk geometri 2  
Icke-linjära vågekvationer  
Homogenisering, oscillering och slump i PDE och FRP  
Semi-riemansk geometri 1  
Fraktal geometri och måtteori  
Stokastisk analys  
Fourieranalys  
Viscosity solutions for fully non-linear PDE  
Integrabla system  
Flera komplexa variabler.

**Kurser vid SU:**

Topics in advanced analysis  
Partiella differentialekvationer  
Geometrisk multilinjär analys  
Analytiska funktioner 2.

**1.3.3. Kurser inom Kombinatorik**

Följande urval ger en bra bild:

**Kärnkurser:**

Tillämpad kombinatorik  
Kombinatorik  
Grafteori

**Ämneskurser:**

Topologi  
Kommutativ algebra och algebraisk geometri  
Homologisk algebra och algebraisk topologi  
Topologisk kombinatorik  
Coxetergrupper  
Algebraisk kombinatorik  
Grafteori för doktorander  
Hyperplansarrangemang  
Polytopteori  
Valda ämnen i kombinatorik.

**1.3.4. Forskningsfärdighetskurser**

Doktorander i ämnet ges även möjlighet att utveckla generella färdigheter i kommunikation och vetenskapsteori, t.ex. genom att läsa kursen



Research: Theory, methods, practice.

### **1.3.5. Breddningskurser**

Vissa relevanta kurser på avancerad nivå och forskarnivå är lämpliga breddningskurser inom programmet. Exempel på sådana kurser:

- Computational methods for micro and macro scales
- Algebraisk statistik
- Projekt inom industriell och tillämpad matematik.

### **1.3.6. Övriga kurser**

I kursdelen kan också ingå kurser med inriktning mot högskolepedagogisk utbildning. Högskolepedagogisk utbildning är ett krav ifall undervisning ska ske på grundnivå eller avancerad nivå under utbildningstiden.

### **1.3.7. Seminarieverksamhet**

Studeranden på forskarnivå skall under sin utbildningstid ta del i och bidra till den vetenskapliga aktivitet som bedrivs inom sitt område genom att ofta bevista seminarier och normalt ge ett seminarium per år om sitt arbete inom området. Eget seminarium värderas till 1hp (dock sammanlagt högst 5hp). Ett regelbundet deltagande i det allmänna matematiska kollokviet och relevanta seminarier och gästföreläsningar utanför området förväntas också. Detta gäller även för seminarier och gästföreläsningar på t.ex. Matematiska institutionen SU, Institut Mittag-Leffler och NADA.

### **1.3.8. Poängtal**

I KTHs föreskrifter för utbildning på forskarnivå regleras nivån på kurser i kursdelen. Enligt nuvarande regelverk (2010) ska för doktorsexamen minst 60% av kurspoängen vara på forskarnivå, för licentiatexamen minst 50%.

För doktorsexamen är poängtalet 240hp. Kursdelen ska omfatta minst 100hp och avhandlingsdelen ska omfatta minst 120hp. Minst 60hp av kurserna ska vara kurser inom programmet på forskarnivå, eller motsvara sådana kurser. Kursdelen bör omfatta minst 15hp inom var och en av de tre grenarna Analys c.q. Algebra/Kombinatorik/Talteori c.q. Geometri/Topologi/Differentialgeometri.

För licentiatexamen är poängtalet 120hp. Kursdelen ska omfatta minst 50hp och avhandlingsdelen ska omfatta minst 60hp. Minst 30hp av kurserna ska vara kurser inom programmet på forskarnivå, eller motsvara sådana kurser. Kursdelen bör omfatta minst 7.5hp inom minst två av grenarna Analys c.q. Algebra/Kombinatorik/Talteori c.q. Geometri/Topologi/Differentialgeometri.

### **1.3.9. Avhandling och licentiatuppsats**

Arbetet med avhandlingen eller licentiatuppsatsen bör påbörjas snarast efter det att utbildningen på forskarnivå startats. Ämnet för avhandlingen skall väljas i samråd

med huvudhandledaren, och bör ansluta till den forskning som finns vid avdelningen för matematik.

Avhandlingen respektive licentiatuppsatsen är en obligatorisk del av utbildningen på forskarnivå. Utbildningen syftar i denna del till att den studerande ska utveckla en förmåga att ge självständiga bidrag till forskningen samt också en förmåga till vetenskapligt samarbete, inom och utom det egna ämnet. Avhandlingen respektive licentiatuppsatsen ska innehålla nya forskningsresultat som den studerande har utvecklat, själv eller i samarbete med andra. De vetenskapliga huvudresultaten ska uppfylla kvalitetskraven för publicering i internationellt erkända tidskrifter och proceedings med refereesystem. Studerandens bidrag till i avhandlingen ingående texter som har flera författare ska kunna anges.

Avhandlingen respektive licentiatuppsatsen ska normalt skrivas på engelska. Den kan antingen utformas som en sammanläggning av vetenskapliga artiklar eller som en monografiavhandling. I det förra fallet ska det finnas en särskilt författad sammanfattning. Oavsett om avhandlingen avses bli monografi eller sammanläggningsavhandling bör internationell publicering av uppnådda resultat eftersträvas under doktorandperioden.

#### **1.4. Behörighetsvillkor och urval**

För behörighet att antas till utbildningen på forskarnivå krävs att den sökande uppfyller dels villkor för grundläggande behörighet, dels villkor för särskild behörighet, och har sådan förmåga i övrigt som behövs för att gå igenom utbildningen.

##### **1.4.1. Grundläggande och särskild behörighet samt förkunskaper**

Grundläggande behörighet definieras av allmänna regler enligt högskoleförordningen och KTHs interna föreskrifter för utbildning på forskarnivå.

För särskild behörighet krävs att den sökandes utbildning på avancerad nivå har en inriktning mot matematik eller ett närliggande område starkt relaterat till matematik. Dessutom krävs goda kunskaper i engelska, såväl i tal som i skrift.

##### **1.4.2. Regler för urval**

Urvalet görs bland de sökande som uppfyller behörighetskraven. Vid urvalet utgör graden av sökandens mognad och förmåga till självständigt omdöme och kritisk analys viktiga aspekter. Särskild vikt läggs vid studieresultaten i kurser av fördjupningskaraktär eller i form av självständiga arbeten som t.ex. examensarbetet.

#### **1.5. Examina och prov i utbildningen**

##### **1.5.1. Licentiat- och doktorsexamen**

Licentiat- och doktorsexamen avläggs i enlighet med KTHs generella regler.

##### **1.5.2. Prov som ingår i utbildningen**

Inga övriga obligatoriska prov ingår i utbildningen.

## **Bilaga 2: Förteckning över handledare**

Samtliga docentkompetenta anställda vid verksamhetsbasen matematik kan vara huvudhandledare inom programmet. I dagsläget inkluderar detta följande personer:

Michael Benedicks  
Kristian Bjerklov  
Anders Björner  
Mats Boij  
Wojciech Chachólski  
Mattias Dahl  
Sandra Di Rocco  
Boualem Djehiche  
Carel Faber  
Björn Gustafsson  
Olof Heden  
Håkan Hedenmalm  
Jens Hoppe  
Kurt Johansson  
Torbjörn Kolsrud  
Pär Kurlberg  
Ari Laptev  
Svante Linusson  
Kirsti Mattila  
Hans Ringström  
Amol Sasane  
Henrik Shahgholian  
Sergei Shimorin  
Roy Skjelnes  
Jan-Olov Strömberg  
Anders Szepessy

Det finns även mer juniora medarbetare som förväntas bli docenter inom de närmsta åren, varför vi får en naturlig förnyelse av handledarkapaciteten.

## Bilaga 3: Kurslista

Om inte något annat anges är en kurs på 7.5 hp. Terminen när kursen gick senast anges. Vissa kurser tillhör flera områden och nämns därför mer än en gång.

### 3.1. Kurser inom Algebra och geometri

Kärnkurser:

- SF2737 [H10] Kommutativ algebra och algebraisk geometri
- SF2735 [H09] Homologisk algebra och algebraisk topologi

Ämneskurser:

- SF2724 [V11] Tillämpad topologi (Valda ämnen i matematik IV)
- SF2721 [H10] Topologi
- SF2724 [V09] Primal (Valda ämnen i matematik IV)
- SF2725 [V09] Cliffordalgebror, geometrisk algebra och tillämpningar (V.ä. V)
- SF2723 [H08] Matrisgrupper (Valda ämnen i matematik III)
- SF2716 [V08] Torisk geometri (Valda ämnen i matematik II)
- FSF3601 [V11] Algebraisk geometri: beräkningar och tillämpningar
- FSF3600 [V10] Algebraiska rum
- FSF3740 [V10] Elliptiska kurvor
- FSF3741 [H09] Beräkningstalteori
- F5B5103 [V08] Liealgebror
- F5B5452 [H07] Vector bundles and characteristic classes
- F5B5104 [H06] Kommutativ algebra
- F5B5213 [V06] Schemateori II

Kurser vid SU:

- SF2706 [V11] Algebra IV
- SF2732 [V11] Galoisteori
- MM8006 [V10] Representationsteori
- MM8012 [V10] Talteori
- MMxxxx [V11] Differentialgeometri för algebraiker
- MMxxxx [H10] Algebraisk geometri (ytor, étal kohomologi)
- MMxxxx [H09] Algebraisk geometri (Hartshorne, delar av kap. II, III)
- MMxxxx [V09] Introduction to the theory of spectral sequences
- MMxxxx [V09] Youngtablåer

### 3.2. Kurser inom Analys

Kärnkurser (exakt vilka kurser är väsentliga beror på avhandlingens fokus):

- SF2707 [V11] Funktionalanalys
- SF2709 [H10] Integrationsteori
- SF2720 [H10] Kaotiska dynamiska system
- SF2721 [H10] Topologi
- SF2733 [H10] Elementär differentialgeometri
- SF2705 [V10] Fourieranalys
- SF2722 [V09] Differentialgeometri

- FSF3626 [H10] Matematisk analys för doktorander

Ämneskurser:

- SF2723 [H10] Mathematical theory of option pricing (Valda ämnen III)
- SF2716 [V10] Potentialteori (Valda ämnen i matematik II)
- SF2702 [H09] Wavelets (6hp)
- SF2716 [V06] Matematisk hydrodynamik (Valda ämnen i matematik II)
- FSF3624 [V11] Slumpmatriser
- FSF3625 [H10/V11] Partiella differentialekvationer
- FSF3623 [V10] Metoder i elliptiska och paraboliska PDE
- FSF3732 [V10] Dynamik av strängar och membran
- FSF3731 [H09] Hinderproblem i matematisk fysik och industri
- F2D5245 [H09] Inversa problem
- FSF3621 [V09] Operatorsteori: en enkel introduktion
- FSF3622 [V09] Spektralsteori och användningar
- FSF3671 [V09] Semi-riemansk geometri 2
- FSF3672 [V09] Icke-linjära vågekvationer (15hp)
- FSF3620 [H08] Homogenisering, oscillering och slump i PDE och FRP
- FSF3670 [V08] Semi-riemansk geometri 1
- F5B5154 [H07] Fraktal geometri och måtteori
- F5B5165 [H07] Stokastisk analys
- F5B5166 [V07] Fourieranalys
- F5B5177 [V07] Viscosity solutions for fully non-linear PDE
- FSF3730 [H06] Integrabla system
- F5B5151 [V06] Flera komplexa variabler

Kurser vid SU:

- MMxxxx [V10] Topics in advanced analysis
- MM8008 [H09] Partiella differentialekvationer
- MMxxxx [H09] Geometrisk multilinjär analys
- MM8007 [H08] Analytiska funktioner 2

### 3.3. Kurser inom Kombinatorik

Kärnkurser:

- SF2715 [V11] Tillämpad kombinatorik (6hp)
- SF2708 [V10] Kombinatorik
- SF27xx [H09] Grafteori

Ämneskurser:

- SF2721 [H10] Topologi
- SF2737 [H10] Kommutativ algebra och algebraisk geometri
- SF2735 [H09] Homologisk algebra och algebraisk topologi
- FSF3703 [H10] Topologisk kombinatorik
- FSF3702 [V09] Algebraisk kombinatorik
- FSF3700 [H08] Grafteori för doktorander
- F5B5255 [H07] Hyperplansarrangemang
- F5B5254 [V07] Polytopteori

- F5B5256 [V07] Valda ämnen i kombinatorik

### 3.4. Forskningsfärdighetskurser

Doktorander i ämnet ges även möjlighet att utveckla generella färdigheter i kommunikation och vetenskapsteori:

- DD3001 Research: Theory, methods, practice

### 3.5. Breddningskurser

Vissa relevanta kurser på avancerad nivå och forskarnivå är lämpliga breddningskurser inom programmet. Exempel på sådana kurser:

- DN2280 [H10] Computational methods from micro to macro scales (8hp)
- FSF3960 [V09] Algebraisk statistik
- FSF3799 [V08] Projekt inom industriell och tillämpad matematik

### 3.6. Övriga kurser

I kursdelen kan också ingå kurser med inriktning mot högskolepedagogisk utbildning. Högskolepedagogisk utbildning är ett krav ifall undervisning ska ske på grundnivå eller avancerad nivå under utbildningstiden.

### 3.7. Seminarieverksamhet

Studeranden på forskarnivå skall under sin utbildningstid ta del i och bidra till den vetenskapliga aktivitet som bedrivs inom sitt område genom att ofta bevista seminarier och normalt ge ett seminarium per år om sitt arbete inom området. Eget seminarium värderas till 1hp (dock sammanlagt högst 5hp). Ett regelbundet deltagande i det allmänna matematiska kollokviet och relevanta seminarier och gästföreläsningar utanför området förväntas också. Detta gäller även för seminarier och gästföreläsningar på t.ex. Matematiska institutionen SU, Institut Mittag-Leffler och NADA.

## **Bilaga 4: Nationella och internationella kontaktnät**

Doktoranderna ingår i det etablerade internationella nätverk som finns inom ämnet. Utbyte sker normalt på bas av handledarnas kontaktnät, internationella projekt och nätverk.

Programmet knyter an till det strategiska KTH-nätverket CIAM. Där ordnas normalt årligen workshops med presentation av resultat från nätverkets doktorander och handledare samt inbjudna talare. En viss interaktion med näringslivet ingår också i samband med gemensamma forskningsinitiativ.

I dagsläget leder gemensamma samarbeten normalt till doktorandutbyte. Sådana kan växa till gemensam examen, och kan underlättas av EU-finansiering eller motsvarande. En anknytning till Erasmus Mundus-program och liknande program på forskarnivå är önskvärd.

Samarbetet inom Stockholms Matematiska Centrum har nämnts tidigare.