

# KursPM TMA 421/MSN 222 Stokastiska Processer, LP1 HT06

●○○●○○●● Varje elev bör ta del av all information i detta kursprogram! ●○○●○○●●

**Kursansvarig.** Patrik Albin, MV rum 3072, email [palbin@math.chalmers.se](mailto:palbin@math.chalmers.se), tfn. 772 3512.

**Öviga lärare.** Daniel Ahlberg, MV rum 3070, email [mdlahlda@math.chalmers.se](mailto:mdlahlda@math.chalmers.se), tfn. 772 5379, och Ottmar Cronie, MV rum 3070, email [ottmar@math.chalmers.se](mailto:ottmar@math.chalmers.se), tfn. 772 5379.

Kursens lärare har som uttalat och uppriktigt mål att alla elever skall ha roligt, utvecklas och lära ting av stor vikt för framtida studier och/eller yrkesverksamhet. Elever är alltid välkomna kontakta kursens lärare, via email, personligen, telefon, etc. Elever som hyser något tvivel om att kursen fungerar väl för just dem uppmuntras å det bestämdaste att snarast höra av sig till kursens lärare med sina tvivel, så lämpliga åtgärder kan vidtagas: efter kursen är det för sent.

**Ansvarig enhet.** Avdelningen för matematisk statistik, MV-huset. Expedition: tfn. 772 3500, expeditionstid vardagar 8.30-13.00.

**Kurslitteratur.** P. Albin: *Stokastiska Processer (Studentlitteratur, 2003)* och/eller A. Leon-Garcia: *Probability and Random Processes for Electrical Engineering (Addison-Wesley, 1994)*.

Böckerna distribueras bla. av Cremona. Var och en av dem täcker kursinnehållet. Det är bäst att läsa i båda, ty då fås saker förklarade på fler sätt. Övningsuppgifterna hämtas från Albins bok, men kan på anmodan erhållas separat från Patrik Albin.

**Kursens omfattning.** Albins bok: kapitel 0 utan bevis, samt kapitel 1-4 och 6-9 med bevis (ej överkursmärkta avsnitt). Leon-Garcias bok: avsnitten 3.1-3.7, 3.9 och 4.1-4.7 utan bevis, samt avsnitten 4.8-4.9, 5.1, 5.3-5.5, 6.1-6.7 och 7.1-7.6 med bevis. Även om bevis saknar egenvärde, så är många av dem viktiga på så vis att de liknar räkningar och härledning som göres vid tillämpning av kursstoffet, såväl i kursen som tillämpningar som utnyttjar stokastiska processer.

**Projekt.** Det finns tre projekialternativ (se kurshemsidan enligt nedan): det första handlar om simulering av stokastiska processer i dator, det andra om tillämpningar i signalbehandling, och det tredje om tillämpningar i finansmatematik. Hjälps med projekten ges i första hand av Ottmar Cronie: elever är mycket välkomna diskutera projekten med Ottmar!

Laborationsprojekten inbegriper såväl datorkörningar som tillämpningar av analytisk metodik. De utföres lämpligen i grupper om 2-3 elever, under läsvecka 6 eller 7. Projekten examineras vid tentamen, och laborationsrapport skall ej lämnas (men se nedan). Det finns en särskild tentamensuppgift för varje projekt. Övningsledningarna står till förfogande för diskussion av projekten.

**Examination. Alternativ 1:** Ordinarie tentamen 5 timmar förmiddag onsdag 25/10 i V-huset. Omtentamina i januari- och påskperioderna. För betyg 3, 4 och 5 krävs 12, 18 resp. 24 poäng av 30 möjliga.

Tentamensresultat anslås i MV- och E-husen. Gamla tentamina finns i Albins bok och på [www](http://www).

**Alternativ 2:** Redovisa två av projekten i skriftliga rapporter. Var beredd på förhör om rapporternas innehåll. Rapporterna examineras av Ottmar Cronie, och lämnas till Ottmar, t.ex. i fack utanför Ottmars arbetsrum (spara en säkerhetskopia!). Gör övningstentamen med minst 4 poäng av 10. Detta ger betyg 3. Vid missad dugga kan motsv. prestation (4 av 10) utföres på tal 1 och 2 vid senare tentamen eller omtentamen. Den som godkänds enligt examinationsalternativ 2 och önskar högre betyg måste tentera vanligt (och kan där tillgodoräkna sig resultatet av övningstentamen), men har inga "gratispoäng" på tentans projektuppgift (annat än att man rimligen är mycket välförberedd för den, och dessutom kan välja mellan projekt 1 och projekt 2). Ottmar Cronies övningsgrupp kommer att inriktas på hjälp med examinationsalternativ 2, efter behov.

**Övningstentamen** två timmar slutet av läsvecka vid tidpunkt som bestäms tillsammans med eleverna vid andra föreläsningen, och i lokaler som meddelas senare. Material tom. motsv. kapitel 6 i Albins bok ingår (ej projekten). Övningstentan har två fempoängsuppgifter. Slutresultatet på var och en av uppgifterna 1 och 2 vid ordinarie tentamen och ev. senare omtentamina blir maximum

av resultatet på övningstentans och tentans uppgift.

**Hjälpmedel vid tentamina.** Resultatsammanfattning, projektstenciler, och Beta.

**MSN222.** GU-elever bör ej göra projekt 1, eftersom det är en del av en GU-kurs. GU-elever behöver 12 poäng vid tentamen för godkänt och 20 poäng för väl godkänt.

**Email.** Anmälan till kursens email-lista vid föreläsningarna, eller genom email till Patrik.

**WWW.** På kurshemsidan <http://www.math.chalmers.se/Stat/Grundutb/Chalmers/TMA421> finns kursprogram, resultatsammanfattning, gamla tentamina (se även Albins bok), och projektstenciler. Material som tidigare funnits på kurshemsidan kan givetvis användas efter eget gottfinnande, men ingår ej i detta års kursmaterial. Speciellt skall årets versioner av projekten användas, även som hjälpmedel vid tentamen.

**Arbetsinsats.** Åtta schemalagda veckotimmar (föreläsningar och övningar) läsvecka 1-7. Vidare krävs knappt tio veckotimmar hemarbete med litteratur, övningar och laborationsprojekt.

**Föreläsningar.** 28 timmar föreläsningar av Patrik Albin, rum MV-3072, tfn. 772 3512.

måndag 13.15-15.00 läsvecka 1-7 sal EC,

torsdag 08.00-09.45 läsvecka 1-7 sal EA.

Program	avsnitt i Albins bok	avsnitt i Leon-Garcia
Förel 1 4/9	kapitel 0	3.1-3.7, 3.9, 4.1-4.7, 5.1
Förel 2 7/9	kapitel 0	3.1-3.7, 3.9, 4.1-4.7, 5.1
Förel 3 11/9	kapitel 1	icke-Gaussiska delar av 6.1 och 6.3-6.4
Förel 4 14/9	kapitel 2	5.5, icke-Gaussiska delar av 6.2
Förel 5 18/9	kapitel 2 och 3	5.5, icke-Gaussiska delar av 6.2 och 6.5-6.6
Förel 6 21/9	kapitel 3	icke-Gaussiska delar av 6.5-6.6
Förel 7 25/9	kapitel 4	4.8, Gaussiska delar av 6.1-6.6
Förel 8 28/9	kapitel 4 och 6	4.8, Gaussiska delar av 6.1-6.6, 7.1
Förel 9 2/10	kapitel 6	7.1
Förel 10 5/10	kapitel 7	7.2-7.3
Förel 11 9/10	kapitel 8	7.4
Förel 12 12/10	kapitel 8	7.4
Förel 13 16/10	kapitel 9	4.9, 5.3-5.4, 6.7, 7.5-7.6
Förel 14 19/10	kapitel 9	4.9, 5.3-5.4, 6.7, 7.5-7.6

**Övningar.** 28 timmar övningar.

En typisk övningsuppgift består i att först ta fram ett "recept" som reducerar lösningen till matematiska manipulationer, t.ex. beräkning av primitiv funktion. Sedan utföres dessa manipulationer. Det viktigaste av dessa delmoment är givetvis det första, allmänt såväl som vid examination.

Det är tänkt att det skall bli lite tid över vid de flesta övningar för enskild hjälp. Hjälp kan även fås via email till övningsledare.

Grupp	Övningsledare	arbetsrum	arbetstelefon	email-adress
a	Daniel Ahlberg	MV-3070	772 5379	md1ahl@math.chalmers.se
b	Ottmar Cronie	MV-3070	772 5379	ottmar@math.chalmers.se

**Grupp a** tisdag 08.00-09.45 läsvecka 1-7 ES52,  
torsdag 10.00-11.45 läsvecka 1-7 ES52.

**Grupp b** tisdag 08.00-09.45 läsvecka 1-7 ES53,  
torsdag 10.00-11.45 läsvecka 1-7 ES53.

<b>Övningstal</b>	<b>väljes ur Albins bok bland</b>
Övn 1 5/9	0.1, 0.2, 1.3, 2.5, 2.6
Övn 2 7/9	0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 1.11
Övn 3 12/9	1.1, 1.6, 1.9, 1.13, 1.17, 1.21
Övn 4 14/9	2.1, 2.7, 2.9, 2.15, 2.17, 2.28
Övn 5 19/9	2.20, 2.23, 3.1, 3.2, 3.4
Övn 6 21/9	3.9, 3.14, 3.15, 3.19, 3.23
Övn 7 26/9	4.1, 4.5, 4.6, 4.9, 4.15
Övn 8 28/9	4.12, 6.1, 6.3, 6.4
Övn 9 3/10	6.5, 6.12, 6.15, 6.21
Övn 10 5/10	7.1, 7.2, 7.5, 7.7, 7.10
Övn 11 10/10	8.1, 8.5, 8.6, 8.13
Övn 12 12/10	8.15, 8.17, 8.20, 8.23
Övn 13 17/10	9.1, 9.5, 9.7, 9.9
Övn 14 19/10	9.16, 9.18, 9.20

<b>Hemövningstal</b>	<b>väljes ur Albins bok bland</b>
Övn 1 5/9	0.8-0.13
Övn 2 7/9	0.14-0.18
Övn 3 12/9	1.2, 1.7, 1.10, 1.14, 1.16, 1.18, 1.22
Övn 4 14/9	2.2, 2.3, 2.8, 2.10, 2.11, 2.29
Övn 5 19/9	2.16, 2.18, 2.21, 2.24, 3.3
Övn 6 21/9	3.5, 3.10, 3.16, 3.21, 3.24
Övn 7 26/9	4.2, 4.4, 4.7, 4.8, 4.10
Övn 8 28/9	4.11, 4.18, 6.2, 6.6, 6.7
Övn 9 3/10	6.13, 6.14, 6.16, 6.22, 6.24
Övn 10 5/10	7.3, 7.4, 7.6, 7.8, 7.9
Övn 11 10/10	8.2, 8.3, 8.9, 8.10, 8.14
Övn 12 12/10	8.16, 8.18, 8.19, 8.22, 8.24
Övn 13 17/10	9.2-9.4, 9.10, 9.11
Övn 14 19/10	9.13, 9.17, 9.19, 9.21

Fullständiga lösningar till hemövningstalen finns i Albins bok.

## Kursplan TMA421 Stokastiska Processer E 3 p (MSN222 4 p)

**Examinator:** 9172 Docent Patrik Albin

**Förkunskaper:** TMA042 Matematiska metoder E, TMA980 Matematiska metoder fk. (främst transformering och matematisk statistik), och någon programmeringsvana (eller motsv.).

**Kursens syfte:** En “verklig” tidsberoende signal i t.ex. elektroteknik, och i en mängd andra naturvetenskapliga discipliner, består ofta av en *deterministisk signal*del, plus en *slumpmässig brus*del. Dessutom kan ytterligare brus adderas vid detektering av signalen. Den totala observerbara tidsberoende signalen blir därmed slumpmässig, dvs. en *stokastisk process*.

Kursens syfte är att lära ut *metodik att modellera och förstå slumpmässiga signaler, samt att utföra olika former av analys* av dem, såsom t.ex. optimal bortfiltrering av brus. Speciellt tonvikt fästs vid de signalmodeller som är viktigast i tillämpningar.

Observera att kursens huvudsakligen teoretiska inriktning inte gör den oviktig i “verkliga livet”. Tvärtom utgör kursstoffet en väsentlig del av och grund för de metoder och tankesätt som utnyttjas vid såväl forskning vid högskolor som utvecklingsarbete vid en mängd industrier. Dessutom är dessa teoretiska kunskaper viktiga och ibland mer eller mindre nödvändiga i många kurser i högre årskurser.

Stokastiska processer är viktiga i många *elektrotekniska tillämpningar*, i *mekaniska sammanhang* där man t.ex. kan betrakta belastningar på konstruktioner som stokastiska processer, i *finansmatematik* där aktiekurser och andra tidsberoende storheter modelleras som stokastiska processer, i *olika former av kapacitetsanalys*, t.ex. inom telefoni, där tidsvariationer i belastningar och kapacitetsutnyttjande modelleras och analyseras mha. stokastiska processer.

**Kursens innehåll och organisation:** Kursen lär ut metodik att modellera och analysera tidsförlopp som påverkas och/eller beror av slumpen, dvs. stokastiska processer. Vidare avhandlas hur man fattar “optimala beslut” baserade på datamaterial från (observationer av) sådana tidsförlopp. En viktig tillämpning av denna beslutsteori är konstruktion av filter som tar bort så mycket brus som möjligt från en observerad signal.

*Viktiga process modeller* som (svagt och strikt) stationära processer, Gaussiska processer, Wiener processen, Poisson processen, Lévy processer, linjära processer, AR- och MA-processer, diskret och kontinuerligt vitt brus, hagelbrus.

*Analytiska storheter och “verktyg”* som olika momentfunktioner, spektralanalys (dvs. Fourier analys i signalsammanhang), olika sorters spektralfördelning, impulssvar, frekvensfunktion, Hilbert-filter och envelopp.

*Statistiska verktyg* för skattning av viktiga analytiska storheter mha. observerade signaldata.

*Utnyttjande av analytiska och statistiska verktyg* till optimal filtrering, linjär prediktion, och anpassning av parametrar i olika processmodeller.

**Laboration:** En projektuppgift (0.5 p) ingår som ett viktigt moment i kursen. Det finns två uppgifter att välja mellan, varav en har utvecklats av lärare vid *institutionen för Signaler och system*. Uppgiftens lösning fordrar såväl datorkörningar som tillämpning av analytisk metodik.

**Kurslitteratur:** P. Albin: *Stokastiska Processer (Studentlitteratur, 2003)* och A. Leon-Garcia: *Probability and Random Processes for Electrical Engineering (Addison-Wesley, 1994)* distribueras av Cremona. Böckerna täcker var för sig kursens omfång. Leon-Garcia har valts av institutionen för Signaler och system.

**Examination:** Skriftlig tentamen. Övningstentamen som ger bonus vid tentamen.