

Beatrice Frock och Jesper Oppelstrup
CSC (Nada), KTH
110620



DN1212

Numeriska metoder och grundläggande programmering för Bio3, 9 hp (högskolepoäng)

Kursprogram

Om WWW

På nätet finns aktuell information om kursen. Kursens webbsida har adress
<http://www.csc.kth.se/DN1212/numpbio11/>.
Den nås enklast från länken Kurser på CSC under För studenter på CSC's hemsida.

Om kursen

Kursen innehåller programmering i Matlab och grundläggande numeriska metoder, och läses av årskurs 1 i civilingenjörsprogrammet Design och produktframtagning.

Om ämnet Numeriska metoder

I din verksamhet som ingenjör kommer du sannolikt att utföra tekniska beräkningar där datoranvändning samt användning av numeriska metoder blir av stort värde. Många problem, såväl teoretiska som tillämpade, utgörs ju av komplicerade matematiska modeller samt hantering av stora datamängder.

I matematiken får du lära dig hur man tar fram exakt lösning till ekvationer, integraler, differentialekvationer etc. Men det är långt ifrån alla ("matematiska") problem som är exakt lösbara. Och det man är intresserad av är ju egentligen ett approximativt siffervärde samt en uppskattning av hur pass riktigt detta värde är – hur mycket mätfel, förenklingar i modellen etc har inverkat. I numprogkursen får du lära dig grundläggande programmering i Matlab samt metoder för numerisk lösning av bl.a. icke-linjära ekvationer och ekvationssystem, integraler och differentialekvationer, samt bedömning av resultatets tillförlitlighet.

De numeriska beräkningarna blir så omfattande att det är lämpligt att använda dator. Vi använder **Matlab**, ett avancerat programsystem för att lösa ingenjörsmässiga problem, göra numeriska experiment och presentera lösningar.

Föreläsningarna kommer att vara av lektionskaraktär, dvs inte enbart av traditionell föreläsningstyp. Du har stor behållning av att läsa lite i förväg i läroböckerna, så kan du arbeta mycket mer aktivt på föreläsningarna.

Kursledare

Jesper Oppelstrup (programmeringsdelen av kursen), e-mail: jespero@csc.kth.se
Beatrice Frock (numerikdelen), e-mail: beatrice@csc.kth.se

Kurslitteratur

1. Stephen J. Chapman: Matlab Programming for Engineers (PEng)
2. Peter Pohl: Grundkurs i Numeriska metoder (GNM)
3. Kursbunt:
 - Kursprogram (detta häfte)
 - Edsberg, Eriksson, Lindberg: Exempelsamling i numeriska metoder (EX).
 - Laborationsuppgifter
 - Användarhandledning för Matlab på Nada
 - Matlabterminologi
 - Extentor
 - En del extra material utdelas under kursens gång.

Både 1. och 2. säljs på Kårbokhandeln, och kursbunten säljs på CSCs expedition.

Expedition: må-fr 9.30–12 CSC, plan 2, Osquars backe 2.
 må-to 13–15

Övningsledare

- Grupp 1: Beatrice Frock
- Grupp 2: Jennifer Grünig
- Grupp 3: meddelas senare

Datorsalar

I denna kurs används Linux-salar på CSC, Osquars backe 2, plan 4.

Mer information om kursfiler, material från föreläsningar m.m. finns på webben.
Allmänna handledare är tillgängliga i CSCs datorsalar på plan 4 må-fr kl 11–13 och 17–20 (ej redovisning av laborationer).

Kursprogram.**Föreläsningar, övningar och terminalövningar (Preliminär översikt)**

(Uppgiftsnummer enl. PEng, upplaga 4 med upplaga 3 inom parentes.)

VECKA 35 – 50

Fö 1 Introduktion. Matlabrepetition. Kap 1-2 i PEng

Ö1 Programmering, t.ex. uppgifterna 2.1, 2.6, 2.10, 2.16 (2.14) i PEng

Fö 2 Styrstrukturer, programmeringsteknik. Kap 3–4 i PEng

TÖ1 Anmälan till kursen via Rapp. Arbete med och redovisning av Lab 1

Ö2 Programmering, t.ex. uppgifterna 3.3, 3.7, 4.7a, 4.8a, 4.9a, 4.19 i PEng

Fö 3 Funktioner, kap 5 i PEng

Ö3 Programmering, t.ex. uppgifterna 5.2, 5.9, 5.22 (5.17), 5.28 (5.24) i PEng

TÖ2 Arbete med Lab 2

Fö 4 Introduktion till numeriska metoder. Grundläggande idéer och metoder.
Kap 1 i GNM.

Ö4 Programmering, t.ex. uppgifterna 6.12, 6.11, 6.22, 7.3 i PEng, kontoregister

TÖ3 Arbete med lab 2.

Fö 5 Datastrukturer, kap 6–7 i PEng

Ö5 uppgifterna 1.3, 2.1, 2.4, 2.8 i EX

Extra Matlabuppgifter:

* Konstruera en högertriangulär (resp. vänstertriangulär) 10x10 matris med elementen = 2 på huvuddiagonalen, och -3 på nästa diagonal.

* Skriv Matlabsatser för att byta plats mellan 3:e och 7:e raderna i denna matris, och mellan 4:e och 8:e kolumnerna.

* Är följande vektorer linjärt oberoende? $\mathbf{v}_1 = [0, 1, 0, 1]$, $\mathbf{v}_2 = [1, 2, 3, 4]$, $\mathbf{v}_3 = [1, 0, 1, 0]$, $\mathbf{v}_4 = [0, 0, 1, 1]$?

TÖ4 sista bonustillfälle för Lab 2 samt arbete med Lab 3

Fö6 Ickelinjära ekvationer.

Iterationsmetoder: Newtons metod, sekantmetoden, fixpunktsmetoden

Kap 3 i GNM

Störningsräkning

Ö6 Programmering, t.ex. uppgifterna 8.1, 8.8, 8.12, 8.11 i PEng

TÖ5 Arbete med eller redovisning av lab 3. Påbörja lab 4

Fö 7 Grafiska användargränssnitt. Kap 9–10 i PEng

Ö7 Programmering, t.ex. uppgifterna 9.1, 9.6, 10.2, 10.15 i PEng

TÖ6 Redovisning av lab 3. Arbete med lab 4

Fö 8 Approximation (Interpolation), kap.4 i GNM, speciellt material om minsta kvadratmetoden.

Ö8 Urval av: K3-1, K3-4, K3-9, uppgifterna 2.2, 2.7, 2.10 i Ex (Reserv: 2.11, 2.13, 2.15, 2.22 samt 3.1 och 3.2 i Ex)
Frågor, diskussion och tips om Lab 4

Fö 9 Filhantering, kap 8 i PEng

Ö9 Minsta kvadratmetoden: Urval av K4-10, K4-11, K4-13, EX 4.2, 4.3a, 4.6, 4.7, 4.9, 4.12, 4.13, 4.14

Interpolation: Urval av K4-17, 4-18, 4-21, EX: 5.1 (med kalkylator), 5.3, 5.7

TÖ7 Sista bonustillfälle för lab3. Arbete med lab 4

Fö 10 Numerisk integration, kap 5 i GNM
Numerisk derivering

Ö10 Urval av: K5-4, 5-7, EX: 6:1, 6:2 a enl lösn + med quadl, 6.3a, 6.4, 6.9, 6.10, 6.5
Frågor, tips samt diskussion om Lab 4

TÖ8 Extra terminalövning. Arbete med Lab 4.

Fö 11 Numerisk lösning av differentialekvationer. Begynnelsevärdesproblem: lösningsbanor, Eulers metod, Runge-Kuttas metod, noggrannhetsbedömning.

BEGREPP: Diskretisering, konvergens.

MATLAB: ode23, ode45.

Ö11 Urval av: K6-3, Ex: $y' = 1/y^2 - yx$, $y(1) = 1.2$ Räkna några steg med framåt Euler för hand, därefter Matlab, Euler utan egendefinierad funktion samt variant med ode23, EX 7.1, 7.4

Extra (1): Visa hur problemet $y' = \sin(t) + y$, $y(0) = 0$, $t \in (0, 1]$ löses med bakåt och med framåt Eulers metod, och verifiera att båda metoderna konvergerar med ordningen 1.

Extra (2): Betrakta problemet $y' = -te^{-y}$, $t \in (0, 1]$, $y(0) = 0$. Bakåt Euler metoden kräver att en icke-linjär ekvation löses vid varje steg,

$$u_{n+1} = u_n - ht_{n+1}e^{-u_{n+1}} = \phi(u_{n+1})$$

och lösningen u_{n+1} kan erhållas m.h.a. fixpunktiteration. För vilka h konvergerar fixpunktsiterationerna?

Frågor, tips samt diskussion om Lab 5

TÖ9 Sista bonustillfälle för lab 4. Börja med lab 5.

Fö 12 Numerisk lösning av differentialekvationer (forts). Stabilitet.

Fö 13 Randvärdesproblem: bandmatrismetoden. Något om stora linjära ekvationssystem. Icke-linjära ekvationssystem och icke-linjär modellanpassning.
Särskilt material om Newtons metod för system.

Ö 12 Urval av: 7.11, 7.12, 7.10, K6-5, EX 7.9, 7.8. Reserv: överhoppade tal.

TÖ10 Extra terminalövning. Arbete med lab 5.

Fö14 Datorn som verktyg vid numeriska experiment. Exempel på hur fel i indata påverkar noggrannheten i utdata. Tillförlitlighetsbedömning, felfortplantning, och experimentell störningsanalys (kompletterande material).

Linjära ekvationssystem: algoritmer, antal operationer, normer, konditionstal, störningsanalys. Illakonditionering.

TÖ11 Arbete med lab 5

Fö15 Reservtid. Repetition.

Ö 13 Urval av:

EX 7-16 (bandmatrismetod).

Extra uppgift (Quarteroni & Saleri, Ex. 8.4), bandmatrismetod:

Ställ upp systemmatrisen och högerledet för r.v. problemet

$$-u''(x) + \delta u'(x) + \gamma u(x) = f(x), \quad u(a) = \alpha, \quad u(b) = \beta$$

EX 3.9, K4-25, EX 3.10

K4-26, EX 4.26

Extra (K3-15 ur gamla GNM): För en vektorvärd funktion F av 3 variabler x_1, x_2, x_3

vet man: För $x = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}$, $F = \begin{pmatrix} 10.1 \\ -0.2 \\ 4.8 \end{pmatrix}$ och $\frac{dF}{dx} = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 0 \\ 1 & 5 & 2 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$.

Beräkna en approximation till $F(W)$ då $W = (1.01 \quad 1.99 \quad -1.01)^T$.

F16 Sammanfattning, repetition, tentaförberedelse, fk-kurser

TÖ12 Arbete med lab 5

TÖ13 Sista bonustillfälle för lab 5

Ö14 Felanalys: Urval av: K2-4, 2-6, 2-15 (endast cancellation), EX 8.7, K2-21. Reserv: EX 2.11

Linjära ekvationssystem: Urval av: K4-3, K4-4, K4-7, EX 3.5. Reserv: EX 8.11, K4-1

Reservtid för ej räknade problem och repetition.

TÖ14 Projektarbete (anteckna dig för en tillämpningsuppgift via hemsidan)

TÖ15 Projektarbete

TÖ16 Projektarbete.

TÖ17 Extra terminalövning. Projektarbete.

TÖ18 Projektarbete.

Sista dag för rapportinlämning, mån 12/12.

Tentamen i NumProg lör 17/12, kl 9–12, salar meddelas senare.

Laborationer

Totalt 6 obligatoriska laborationer ingår i kursen. De rapporteras sedan i Ladok och syns på Mina sidor som kursmomenten LAB1 (laboration 1 + 2), LAB2 (laboration 3), LAB3 (laboration 4 + 5) och LAB4 (laboration 6, projektet).

Under terminalövningarna kommer vi att arbeta med laborationerna. Ni kommer helt säkert **inte att hinna med allt** som begärs under dessa terminalövningspass utan måste avsätta ytterligare tid för arbete med dem. Vid terminalövningarna skall ni arbeta självständigt, men har förmånen att ha flera handledare tillgängliga för konsultationer och redovisningar.

En teknolog som aktivt följer kursen, har rätt förkunskaper och arbetar regelbundet med labuppgifterna bör klara av hela labdelen av kursen med en arbetsinsats om ca 160 tim. Detta innebär ca 5–7 tim eget arbete per vecka förutom den schemalagda tiden. Arbetsbelastningen kan varieras från vecka till vecka.

Vi använder ett bonussystem för att uppmuntra eleverna att ligga i fas med undervisningen. Om laborationerna genomförs och redovisats i tid kan bonuspoäng erhållas enligt nedanstående uppställning.

Totalt kan ni ha maximalt 4 tentamenspoäng (bonuspoäng) med er till tentamenstillfället. Vi kommer inte att ha några kontrollskrivningar.

Tentamen

Tentamen omfattar 2 delar, varav godkänd del 1 ger betyget E.

Del 2 rättas endast om del 1 är godkänd, och kan då ge betyget D, C, B eller A.

Skrivtiden är 3 timmar.

Del 1 består av flervalsuppgifter, som kan vara av teoretisk karaktär eller räkneuppgifter. Del 2 består av problemuppgifter, och kan även innehålla Matlab-program eller algoritmbeskrivning.

Inga hjälpmedel.

Betygsregler (ECTS-betyg)

Del 1: omfattar max 20p.

Betyg E: minst 14p, inklusive bonuspoäng (max 4p)

Del 2: omfattar max 50p.

Betyg D: minst 10p på del 2, inklusive bonuspoäng (max 4p)

Betyg C: minst 20p på del 2, inklusive bonuspoäng (max 4p)

Betyg B: minst 30p på del 2, inklusive bonuspoäng (max 4p)

Betyg A: minst 40p på del 2, inklusive bonuspoäng (max 4p)

Del 1 och del 2 måste skrivas vid samma tentamenstillfälle.

Det är tillräckligt att lämna in endast del 1 för att kunna uppnå det lägsta godkända betyget, E.

Bonuspoäng från laborationerna senaste gången kursen gavs för Bio får tillgodoräknas.

Bonuspoäng kan endast fås det året som laborationerna utförs.

Bonuspoäng gäller bara ett år (fram till nästa kursstart).

Sista datum för BONUS för laborationer

Lab 1 + 2	Tö1 resp. tis 13/9 (Tö4)	1p	redovisas vid datorn
Lab 3	Tö7, fre 23/9	1p	redovisas vid datorn
Lab 4	Tö9, mån 3/10	1p	redovisas vid datorn
Lab 5	Tö13, tis 8/11	1p	redovisas löpande vid datorn

samt Lab 6P (projekt), inlämningsrapport, inlämnas senast den 12/12 2011.

Projekten, laboration 6, finns av två svårighetsgrader – lätta och medelsvåra, och slutbetyget beräknas på följande sätt (rad 2 – 3 är slutbetygen):

Tentamensbetyg:	A	B	C	D	E
Godkänt medelsvårt projekt	A	B	B	C	D
Godkänt lätt projekt	B	C	C	D	E

I projektsamlingen anges vilka uppgifter som är medelsvåra och vilka som är lätta.

Laborationerna är obligatoriska så slutbetyg i kursen kan ej erhållas förrän samtliga laborationer blivit godkända.

Kursutvärdering

En kursutvärdering kommer att göras i slutet av kursen. Synpunkter kan även lämnas direkt till Jesper eller Beatrice, eller via e-mail.

Tentamen i NumProg: lördagen 17/12, kl 9–12, salar meddelas senare.