

Beatrice Frock och Staffan Romberger
CSC (Nada), KTH
091101



DN1212

Numeriska metoder och grundläggande programmering för T1, 9 hp (högskolepoäng)

Kursprogram

Om WWW

På nätet finns aktuell information om kursen. Kursens webbsida har adress
<http://www.csc.kth.se/DN1212/numpt09/>.
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 Farkostteknik.

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

Staffan Romberger (programmeringsdelen av kursen), e-mail: srom@nada.kth.se
Beatrice Frock (numerikdelen), e-mail: beatrice@nada.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 (några delas ut senare, under kursens gång)
 - Användarhandledning för Matlab på Nada
 - Matlabterminologi
 - Extentor
 - En del extra material utdelas under kursens gång.

Både 1. och 2. säljs på Kårbokhandeln, och kursbuntens säljs på Nadas expedition.

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

Övningsledare

- Grupp 1: Staffan Romberger (prog.) och Beatrice Frock (numme)
- Grupp 2: Jon Häggblad
- Grupp 3: Jesper Oppelstrup
- Grupp 4: Mikael Eriksson

Datorsalar

I denna kurs används Unix-salar på CSC/Nada:s plan 4.

Mer information om kursfiler, kursanmälan m.m. finns på webben.

Allmänna handledare är tillgängliga i Nadas terminalsalar 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 47–50

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

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

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

Fö 3 Funktioner, kap 5 i PEng

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

TÖ2 Arbete med Lab 2

Fö 4 Datastrukturer, kap 6–7 i PEng

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

TÖ3 Arbete med lab 2.

Fö5 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

TÖ4 sista bonustillfälle för Lab 2 samt arbete med Lab 3

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? $\mathbf{v}_1 = [0, 1, 0, 1]$, $\mathbf{v}_2 = [1, 2, 3, 4]$, $\mathbf{v}_3 = [1, 0, 1, 0]$, $\mathbf{v}_4 = [0, 0, 1, 1]$?

JULLOV

VECKA 3–4

Fö 6 Grafiska användargränssnitt. Kap 9–10 i PEng

Ö6 Programmering, t.ex. uppgifterna 9.1, 9.6, 10.2, 10.15 i PEng

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

Fö 7 Filhantering, kap 8 i PEng

Ö7 Programmering, t.ex. uppgifterna 8.1, 8.8, 8.12, 8.11 i PEng

TÖ6 Sista bonustillfälle för lab 3. Arbete med lab 4

Fö 8 Ickelinjära ekvationer.

Iterationsmetoder: Newtons metod, fixpunktsmetoden

Kap 3 i GNM

Störningsräkning

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

VECKA 5

TÖ7 Arbete med lab 4

Fö 9 Approximation (Interpolation), kap.4 i GNM, speciellt material om minsta kvadratmetoden.

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

VECKA 6

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

VECKA 7**TÖ9** Sista bonustillfälle för lab 4. Börja med lab 5.**Fö 12** Numerisk lösning av differentialekvationer (forts). Stabilitet.**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.

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

VECKA 8**TÖ11** Arbete med lab 5**TÖ12** Arbete med lab 5**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

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

Reserv: Skriv ett Matlab-program för att lösa detta problem.

Reserv: överhoppade tal.

Frågor, tips och diskussion om 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.

Ö 14

EX 3.9, K4-25, EX 3.10

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 $W = (1.01 \quad 1.99 \quad -1.01)^T$.

Reserv: överhoppade tal.

VECKA 9**TÖ13** Sista bonustillfälle för lab 5**Fö15** Reservtid. Repetition.

Ö15 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)

F16 Sammanfattning, repetition, tentaförberedelse, fk-kurser

VECKA 10

TÖ15 Projektarbete

F17 Repetition. Tips om rapportskrivning.

TÖ16 Projektarbete.

TÖ17 Projektarbete.

Sista dag för rapportinlämning, fre 19/3.

Tentamen i NumProg ons 17/3, kl 14-17 i E-, D-, V- och Q-salar.

Laborationer

Totalt 6 obligatoriska laborationer ingår i kursen.

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 genomförts 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 T1 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 + tor 10/12 (Tö4)	1p	redovisas vid datorn
Lab 3	Tö6, ons 27/1	1p	redovisas vid datorn
Lab 4	Tö9, mån 15/2 + tis 16/2	1p	redovisas vid datorn
Lab 5	Tö13, mån 1/3 + tis 2/3	1p	redovisas löpande vid datorn

samt Lab 6P (projekt), inlämningsrapport, inlämnas senast den 19/3 2010.

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 Staffan eller Beatrice, eller via e-mail.

Tentamen i NumProg: ons 17/3, kl 14–17 i E–, D–, V– och Q–salar.