

**Vad är MATLAB?**

- Utvecklat av MathWorks, Inc.  
<http://www.mathworks.com>
- Första versionen klar i slutet av 70-talet
- Ursprungligen MATrix LABoratory.
- Matematisk labbmiljö för
  - Numeriska beräkningar
  - Grafik
  - Programmering
- En enkel miljö för att snabbt testa idéer och för att studera resultat

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**Vad är MATLAB?**

- Många kraftfulla fördefinierade funktioner med möjlighet att definiera egna.
- Eget objektorienterat programmeringsspråk. Samverkan med C++, Java och FORTRAN möjlig.

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**Vad är MATLAB?**

- Över 25 tilläggsprogram (toolboxar) finns för speciella tillämpningsområden, t ex:
  - signalbehandling
  - bildbehandling
  - statistik
  - symbolisk matematik
  - finansiell matematik
  - ...
- Körs under UNIX/Linux, Windows eller Macintosh.

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**Användningsområden**

- Överallt där det förekommer beräkningsproblem
- Undervisning: matematik (särskilt linjär algebra), beräkningsvetenskap, fysik, kemi, teknik, ekonomi etc
- Forskning: labbmiljö för att testa lösningsmetoder, studera, analysera problem, utföra beräkningar och visualisera resultat
- Industrin: används på samma sätt som inom forskning exempelvis på utvecklingsavdelningar. T ex inom bioteknik, elektronik, bilindustri etc

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**Att börja använda MATLAB**

- MATLAB kan användas interaktivt som en avancerad miniräknare. Enkelt!
- MATLAB kan också användas som ett programmeringsspråk på ett mer avancerat sätt. Lite svårare, kräver mer kunskap.

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

UPPSALA UNIVERSITET

## Att börja använda MATLAB

- Skilj mellan *numeriska* respektive *symboliska* beräkningar

Ex) Symbolisk integrering i programvaran Maple

```
int(1/x,x=a..b)
ln(b)-ln(a)
```

Denna typ av uttryck kan inte genereras i MATLAB (standardversionen). MATLAB genererar siffror, inte formeluttryck.

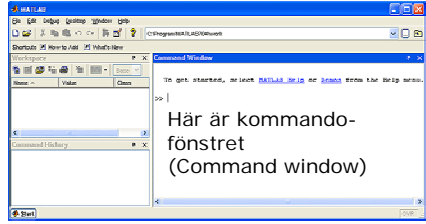
Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

UPPSALA UNIVERSITET

## MATLAB-miljön

- Utvecklingsmiljön (MATLAB desktop) har ett flertal verktyg, t ex kommandofönstret, *Workspace* och *Command History*



Här är kommandofönstret (Command window)

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

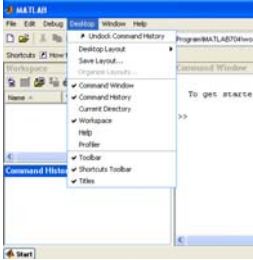
UPPSALA UNIVERSITET

## MATLAB-miljön

- Exakt vad som syns i MATLAB-fönstret kan man styra själv

Markera i menyn **Desktop** vad som ska synas i MATLAB-fönstret

Här syns bl a att *Command Window*, *Command History*, *Workspace* ska synas (vilket ju stämmer)



Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

UPPSALA UNIVERSITET

## MATLAB-miljön

- MATLAB styrs vanligen från kommandofönstret (*Command Window*)
- Kommandon ges efter »-promptern och utförs när return-tangenten tryckts ned.
- Exempel:

```
>> 42 + 19
ans =
61
```

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

UPPSALA UNIVERSITET

## MATLAB-miljön

- I kommandofönstret kan man arbeta interaktivt som en avancerad miniräknare.

```
>> a = 75
a =
75
>> b = 34;
>> c = a*b
c =
2550
>> a+b
ans =
109
```

Semikolon undertrycker utskrift.

Om inget variabelnamn anges läggs variabeln i **ans** (=answer)

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

UPPSALA UNIVERSITET

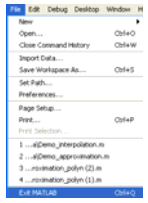
## MATLAB-miljön

MATLAB avslutas genom att man antingen

- ger kommandot **quit** eller **exit**

```
>> exit
```

- Man väljer **Exit MATLAB** i menyn *File*



Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**MATLAB-miljön**

- Hjälp fås via **MATLAB help** i menyn *Help*

Observera även **Demos** som kan vara idé att titta igenom

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**MATLAB-miljön**

Hjälp för enstaka kommandon kan göras direkt i kommandofönstret

`>> help kommando`

Ex)  
Vad gör kommandot **exit** ?

```
>> help exit
EXIT Exit from MATLAB.
EXIT terminates MATLAB.
```

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**Variabler i MATLAB**

En variabel i MATLAB

- kan ses som *behållare* som innehåller ett värde av en viss typ (heltal, rella tal, text,...)
- har alltid ett *namn*  
Måste börja på bokstav. Använd ej å, ä, ö, space, bindestreck (minus), plustecken etc i namnet
- kan *tilldelas* ett värde
- skapas när de behövs, utan speciell "deklaration" (är av typen "matris").
- kan vara *fördefinierad*, t ex **pi**

```
>> a = 3
a =
    3
>> pi
ans =
    3.1416
```

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**Variabler i MATLAB**

- Variablerna visas i delfönstret *Workspace*
- Kommandona du skrivit visas i *Command History*

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**Variabler i MATLAB**

- Kan även lista variabler i kommandofönstret med kommando **who**, **whos**

```
>> who
Your variables are:
a    ans
>> whos
Name      Size      Bytes  Class
a         1x1         8    double array
ans       1x1         8    double array
Grand total is 2 elements using 16 bytes
```

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**Variabler i MATLAB**

- Variabler kan skrivas ut i olika format

```
>> y = sin(2*pi/3); >> format short e; y
>> y              y =
y =              8.6603e-001
    0.8660
>> format long; y
y =
0.86602540378444
>> format long e;
y =
8.660254037844387e-001
```

**e-001** betyder  $10^{-1}$

Observera att noggrannheten är lika, det är bara själva utskriften som ändras.

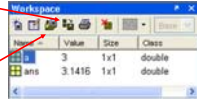
Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

UPPSALA UNIVERSITET

## Variabler i MATLAB

- Variabler kan sparas på fil och laddas upp vid annan MATLAB-session senare.
- I delfönstret *Workspace* används knapparna
  - Spara
  - Ladda upp



- Variabler sparas då som s k *MAT-filer*, filer med ändelsen **.mat**
- Filer (och variablerna) kan laddas upp senare i samma fönster
- MAT-filer kallas *binära* och är ej läsbara eller editierbara.

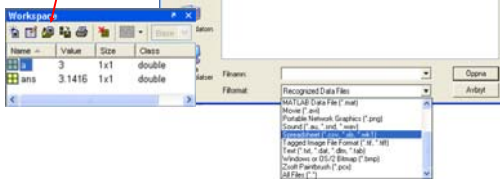
Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

UPPSALA UNIVERSITET

## Spara och hämta variabler

- Knappen *Ladda upp* kan användas för att ladda in andra format t ex spreadsheets (excel), ljudfiler, filmfiler etc etc
- Välj filformat i det fönster som öppnas efter klickat på knappen Ladda upp



Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

UPPSALA UNIVERSITET

## Spara och hämta variabler

- I *kommandofönstret* kan man på exakt samma sätt spara med kommandot **save filnamn variabler**

```
>> save MinaMatriser A B
```

sparar variablerna **A** och **B** på filen *MinaMatriser.mat*

- Kan ladda in variablerna genom **load filnamn**
- Det finns även andra format än mat-formatet att välja på (testa **help save**)
- Kommandona **xlswrite** och **xlsread** används till/från Excel

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

UPPSALA UNIVERSITET

## Funktioner

Det finns mängder av fördefinierade funktioner, t ex för

- elementär matematik
- linjär algebra
- grafik i 2D och 3D
- integraler och differentialekvationer
- statistik
- Kurvanpassning

Exempel:  
**abs(x), sqrt(x), sin(x), log(x), log10(x),...**

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

UPPSALA UNIVERSITET

## Funktioner

Man kan också skapa egna funktioner...

...mer om detta senare i programmeringsdelen i kursen ☺

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

UPPSALA UNIVERSITET

## Några små tips

- Piltangent **[↑]** återkallar tidigare kommandon
- kan också använda delfönstret *command history*
  - Dubbelklicka på ett kommando för att upprepa (inkl utföra) kommandot
  - Markera kommandot med musen, dra och släpp i kommandofönstret. Kommandot utförs ej utan man trycker på *return* för att utföra. Kan på det sättet ändra i kommandot innan utförande.

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Några små tips

- **ctrl-c** avbryter körningen av ett kommando (men stoppar inte MATLAB)
- **diary** kan användas för att spara skärmutskrift i en fil

```
>> diary uppg1.txt
...diverse kommandon här...
>> diary off % stänger diary
```

Allt som skrivs på skärmen mellan **diary** och **diary off** hamnar nu i filen **uppg1.txt**. Lämpligt att använda för att redovisa kör-exempel i inlämningsuppgifter t ex.

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Matriser

- **Matrisen** är den grundläggande *datatypen*.
- En tvådimensionell matris är en tabell med *rader* och *kolonner*.
- En matris med  $m$  rader och  $n$  kolonner har storleken  $m \times n$  ( $m$  gånger  $n$ ).
- **Vektorer** är specialfall av matriser, då antal rader eller antal kolonner är 1. Exempel: *radvektor*,  $1 \times n$ , och *kolonnvektor*,  $m \times 1$ .
- En matris av storlek  $1 \times 1$  kallas *skalär* (vanligt tal).
- Varje värde i matrisen kallas *element*.

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Vektorer

Kolonnvektor och radvektor i MATLAB

```
>> vkol = [ 1; 2; 3; 4; 5 ]
>> vrad = [5 6 7 8 ], x = 3
vkol = % Kolonnvektor
1
2
3
4
5
vrad = % Radvektor
5 6 7 8
x = % Skalär
3
```

Semikolon i vektorer ger radbyte

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Vektorer

Ändra enskilda element

```
>> vrad(1) = -1.1; vrad(2) = 3.5;
>> vrad
vrad =
-1.1000 3.5000

>> vkol = vrad' %transponera
vkol =
-1.1000
3.5000
```

**vrad(1)** anger att index 1 (position 1) ska tilldelas  
Tecknet ' betyder transponerat

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Hur skapas en matris?

Skapa  $A = \begin{bmatrix} 1 & 7 \\ 5 & 3 \end{bmatrix}$

```
>> A = [1 7; 5 3];
>> A
A =
1 7
5 3

>> A = [1 7
5 3]
A =
1 7
5 3
```

Semikolon eller retur i matrisen ger radbyte  
Semikolon efter hela uttrycket undertrycker utskrift

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Matris elementvis

$A = \begin{bmatrix} 1 & 7 \\ 5 & 3 \end{bmatrix}$

```
>> A(1,1)=1; A(1,2)=7;
>> A(2,1)=5; A(2,2)=3;
>> A
A =
1 7
5 3
```

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Bestämna storlek och längd

```
>> A = [1 7; 5 3]
>> vkol = [ 1; 2; 3; 4; 5 ]
>> size(A), size(vkol), length(vkol)

ans =
     2     2

ans =
     5     1

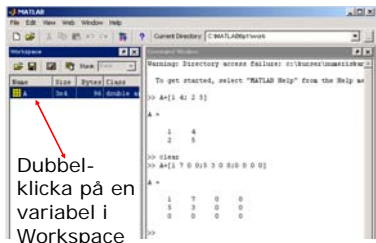
ans =
     5
```

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Workspace och Array Editor

- Om man dubbelklickar på en variabel i delfönstret *Workspace* så öppnas ett nytt fönster, *Array Editor*



Dubbelklicka på en variabel i Workspace

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Workspace och Array Editor

- Med *Array Editor* kan man ändra variabelstorlek och värden.



Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Matrisoperationer, aritmetiska

- Aritmetiska operationer på matriser kan göras direkt.
- Addition/subtraktion OK om samma storlek, t ex  $C = A + B$ , där A och B är  $m \times n$
- Matrismultiplikation,  $C = A*B$ , fungerar bara om antal kolonner i A är samma som antal rader i B
- Matrisdivision,  $C=A/B$  eller  $C=A\backslash B$ 
  - $\backslash$  (backslash) är speciell, t ex  $x=A\backslash b$  ger lösning till linjärt ekvationssystem
  - / används vanligen inte i matrissammanhang

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Matrisalgebra

Vad händer om storlekarna inte stämmer?

```
>> A=[1,7;5,3];
>> x = [2; 1];
>> A*x
ans =
     9
    13
```

$Ax = \begin{bmatrix} 1 & 7 \\ 5 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}$  är OK,

men  $xA = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 7 \\ 5 & 3 \end{bmatrix}$  fungerar inte

```
>> x*A
??? Error using ==> *
Inner matrix dimensions must agree.
```

Vanliga räkneregler för matriser/vektorer gäller!

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Att bygga ut en matris

Givet  $A = \begin{bmatrix} 1 & 7 \\ 5 & 3 \end{bmatrix}$  `>> A = [A; 2 1];`

alternativt

skapa  $A = \begin{bmatrix} 1 & 7 \\ 5 & 3 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$  `>> temp = [2 1];`  
`>> A = [A; temp];`

Skilj på rad- respektive kolonnvektorer!

```
>> temp2 = [2;1];
>> A = [A; temp2];
??? Error using ==> vertcat
All rows in the bracketed expression must have the same number of columns.
```

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Element, rader och kolonner

- Man kan arbeta med enskilda element, rader, kolonner, submatriser

```
>> A(2,1)
ans =
     5

>> A(2,:)
ans =
     5     3

>> A(2,:) = [0 0]
A =
     1     7
     0     0
     2     1
```

Kolon (:) betecknar hel rad respektive hel kolonn

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Delmatriser, kolon-notation

Delmatriser till matrisen A,  $m \times n$  kan skapas snabbt med *kolon-notation*

- $A(:,j)$  j:te kolonnen av A
- $A(i,:)$  i:te raden av A
- $A(i:k,j:m)$  delmatris, rader i-k och kol j-m

```
A =
     1     7     6
     0     0     5
     2     1     3

>> B = A(2:3,1:2)
B =
     0     0
     2     1
```

Exempel  
Plocka ut denna delmatris

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Generera vektorer

- Kolonnotation används ofta för att skapa vektorer  
startvärde:steglängd:slutvärde  
om steglängd=1 kan det utelämnas

```
>> vektor = 0:5
vektor =
     0     1     2     3     4     5

>> vektor2 = 0.0:0.05:2.0
>> vektor2 = 0.0:0.05:2.0
vektor2 =
     0     0.0500     0.1000     0.1500 ...
     1.9500     2.0000
```

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Generera vektorer

Kommandot `linspace` skapar också vektorer  
`linspace(startvärde,slutvärde,antal_steg)`

```
>> v = linspace(0,2,10)
v =
     0     0.2222     0.4444     0.6667     0.8889
     1.1111     1.3333     1.5556     1.7778     2.0000
```

Dessa två metoder används t ex när man skapar x-axlar vid grafik

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Speciella matriskommandon

- Finns inbyggda funktioner för att skapa vanliga (och ovanliga) matriser
- Kan skapa mer avancerade matriser genom kombinationer

`eye(n)` enhetsmatrisen  
`ones(m,n)` ett-matris  
`zeros(m,n)` noll-matris  
`rand(m,n)` slumpmatris  
+ ett stort antal andra

```
>> B = ones(2,3)
B =
     1     1     1
     1     1     1

>> eye(2)
ans =
     1     0
     0     1

>> C = zeros(2,2)
C =
     0     0
     0     0
```

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Elementvisa operationer

- Operationer, t ex `*`, `/`, `^` kan även utföras *elementvis*

Exempel:  
 $B^2 = B \cdot B$   
men  
 $B.^2 = \begin{bmatrix} b_{11}^2 & b_{12}^2 \\ b_{21}^2 & b_{22}^2 \end{bmatrix}$

```
>> B = [1 7;5 3];
>> B^2
ans =
     36     28
     20     44

>> B.^2
ans =
     1     49
     25     9
```

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**Elementvisa operationer**

- På samma sätt är  $\mathbf{B} * \mathbf{C}$  "vanlig" matris-multiplikation mellan två matriser medan

$$\mathbf{B} * \mathbf{C} = \begin{bmatrix} b_{11}c_{11} & b_{12}c_{12} \\ b_{21}c_{21} & b_{22}c_{22} \end{bmatrix}$$

- Ibland kan detta generera fel...

```
>> a = [2 4];
>> a.^2
ans =
     4     16
>> a^2
??? Error using ==> ^
Matrix must be square.
```

**Komplexa tal**

- Komplexa tal kan skapas med `complex`

```
>> z = complex(1.2, 2.5)
z =
 1.2000 + 2.5000i
```

- eller i en beräkning

```
>> z = sqrt(-2)
z =
 0 + 1.4142i
```

**Komplexa tal**

- Givetvis fungerar vektorer

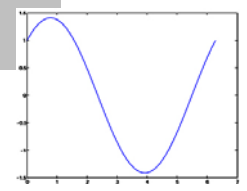
```
>> z = complex([1.2 -3],[ -1 2.5])
z =
 1.2000 - 1.0000i -3.0000 + 2.5000i
```

- Speciella funktioner
  - `real(z)` - ger realdelen av z
  - `imag(z)` - ger imaginärdelen av z
  - `conj(z)` - konjugatet till z
  - `abs(z)` - absolutbeloppet av z
  - `angle(z)` - fasvinkeln i radianer

**Enkel grafik (2D)**

- Gången när något ska plottas är
  - Skapa en horisontell axel (t ex x-axel)
  - Beräkna funktionsvärden (y-axel)
  - Plotta x mot y, `plot(x,y)`

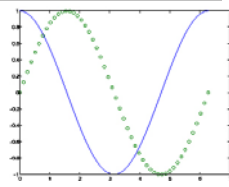
```
>> x = linspace(0,2*pi,50);
>> y = cos(x)+sin(x);
>> plot(x,y)
```



**Enkel grafik (2D)**

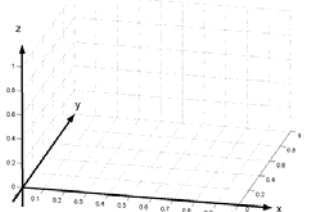
- X-axel skapas genom
  - `x = linspace(x0,x1,antal_pkt);`
  - eller
  - `x = [x0:steglangd:x1];`
- Plotkommandot kan utvidgas på många olika sätt, t ex

```
>> plot(x,cos(x),'-',x,sin(x),'o')
```



**3D-grafik**

- I 3D har man x, y och z-axel



- Givet x-axel och y-axel måste man skapa x-värden för alla y-värden, och y-värden för alla x-värden, ett "nät". Detta görs med kommandot `meshgrid`



**3D-grafik**

Antag att  $f(x, y) = xe^{-x^2-y^2}$  ska plottas i figuren

- Axlarna i bilden fås genom
 

```
>> x = 0:0.1:1; y = 0:0.2:1;
```
- "Nätet" skapas genom
 

```
>> [X, Y] = meshgrid(x,y);
```
- Funktionsvärdena beräknas för varje x och y-värde
 

```
>> Z = X .* exp(-X.^2 - Y.^2);
```

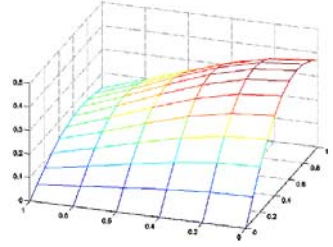
Informationsteknologi

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**3D-grafik**

- Slutligen plotta
 

```
>> mesh(X,Y,Z);
```



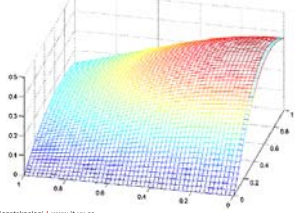
Informationsteknologi

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**3D-grafik**

- Lite bättre upplösning om man ökar antalet punkter i x och y-led
 

```
>> x=linspace(0,1,50); y=linspace(0,1,50);
      >> [X,Y] = meshgrid(x,y);
      >> Z = X .* exp(-X.^2 - Y.^2);
      >> mesh(X,Y,Z);
```



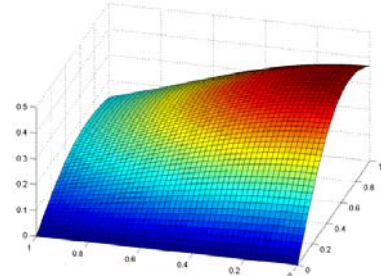
Informationsteknologi

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**3D-grafik**

- Byt mesh mot surf så fås en yta
 

```
>> surf(X,Y,Z);
```



Informationsteknologi

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**3D-grafik**

- Använd menyn **Tools** i grafikfönstret för att rotera och flytta synvinklar etc



- Använd menyn **Edit** i grafikfönstret för att ändra linjetyper, lägga till text etc

Informationsteknologi

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

**Spara kod i M-filer**

- En *kommandofil* är ett sätt att "lagra" kommandon som annars skulle skrivas interaktivt i kommandofönstret
- Genom att *köra filen* så exekveras (utförs) alla kommandon i filen och resultat visas i kommandofönstret (eller grafikfönstret)
- Ändelse på kommandofil måste vara **.m**, t ex **minfil.m**

OBS! Fördel att lagra kod i fil vid inlämningsuppgifter. Filen (=koden) kan ju då redovisas.

Informationsteknologi

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Spara kod i M-filer

- M-filer skapas enklast i MATLABs editor
  - skriv `edit` i kommandofönstret eller
  - använd menyn **File**: **File** -> **New** -> **M-file**
- Ett nytt fönster med en *editor* öppnas där man kan skriva in sin kod

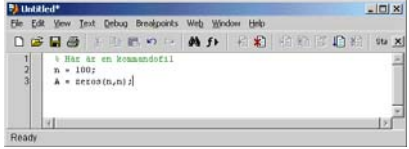


Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Spara kod i M-filer

- Matlabs editor



- Skriv in koden precis på samma sätt som i kommandofönstret

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Spara kod i M-filer

- Spara filen! Viktigt att ha kontroll på i vilken katalog m-filen sparas
- Enklast är att se till att man befinner sig i den katalog man vill befinna sig i genom (**Current Directory**) i MATLABs huvudfönster.




- För att gå till annan katalog klicka på -knappen

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Spara kod i M-filer

- Kör koden, dvs utför de kommandon som skrivits in genom ett av alternativen
  - i *kommandofönstret*, skriva filnamnet utan ändelse (`.m`)
    - `>> MinFil`      kör koden i filen `MinFil.m`
  - i *editorn*, klicka på -knappen



Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Spara kod i M-filer

- Ett litet exempel  
MATLABs editor öppnas och följande kod skrivs in
 

```
% Lisas ritprogram, LisasFil.m
x0 = 0; x1 = 2*pi; n = 100;
x = linspace(x0, x1, n);
y = sin(x);
plot(x,y);
```

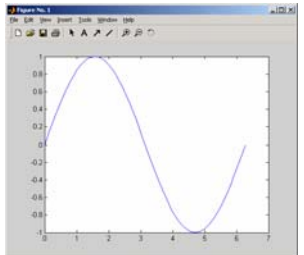


Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Spara kod i M-filer

- Spara koden och skriv i kommandofönstret
  - `>> LisasFil`
- Koden körs då och ger resultatet



Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Funktioner och operatörer

- Backslash-operatör, \  
Används för att lösa ekvationssystem,  $Ax=b$

```
>> A = [-2 4; 2 5]; b=[1;2];
>> x = A\b
x =
    0.1667
    0.3333
```

- Är en "intelligent" operator som ändrar metod efter vilket problem som ska lösas
  - Om triangulärt system utförs framåt resp bakåtsubstitution
  - ...

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Textsträngar

- Textsträngar skrivs innanför "fnuttar", dvs ''

```
>> namn = 'Nisse';
>> hej = ['Hej ' namn '!']
hej =
    Hej Nisse!
>> namn(2) = 'a'
namn =
    Nasse
```

- Exemplet visar att texter (textsträngar, strängar) fungerar som radvektorer

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Textsträngar

När behövs textsträngar?

- För att göra snyggare utskrifter av resultat

Exempel  
Givet en vektor  $x$  skriv ut största elementet

```
>> maxi = max(x);
>> disp(['Maxvärdet är = ' num2str(maxi)]);
Maxvärdet är = 9.4248
```

`disp` - skriver ut det den textsträng som står innanför parantesen  
`num2str` - omvandlar från numeriskt värde till sträng

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Textsträngar

När behövs textsträngar?

- Text för att ha texter på axlarna i bilder, som skapats med `plot`-kommandot

```
>> x = linspace(0,3*pi,50); y = sin(x);
>> plot(x,y);
>> title('Sinus mellan 0 till 3\pi');
>> xlabel('x'); ylabel('sin(x)');
```

`\pi` i en textsträng är sk LaTeX-syntax och kan användas för att skriva matematisk text

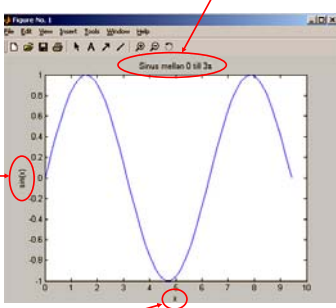
Resultatet...

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Textsträngar

...blir det här



`title(...)`

`ylabel(...)`

`xlabel(...)`

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se

Informationsteknologi

## Textsträngar

När behövs textsträngar?

- Inläsning av värde till variabel med ledtext  
Om  
`x = input('Ge ett tal');`  
läggs i en kommandofil blir resultatet när filen körs utskriften  
`Ge ett tal:`

Markören står nu och väntar vid kolonstecknet på att den som kör skall ge ett tal. Detta tal tilldelas sedan variabeln  $x$ .

Institutionen för informationsteknologi | www.it.uu.se