

Notat 1, del 2 (av totalt 9 deler)

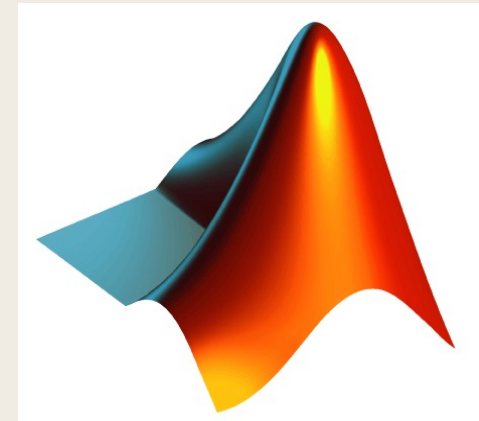
---

# Kort introduksjon til Matlab, Matlabvinduet og ferdige funksjoner

# Hva er MATLAB?

---

- MATLAB er en av de store matematiske dataprogrammene
- Andre kjente er:
  - Maple (MAT200)
  - Mathematica
  - MathCad
- MATLAB er best på **numerisk matematikk**, og spesielt der **matriser** er med
- MATLAB er god på grafikk og visualisering
- MATLAB står for  
**MATrix LABoratory**

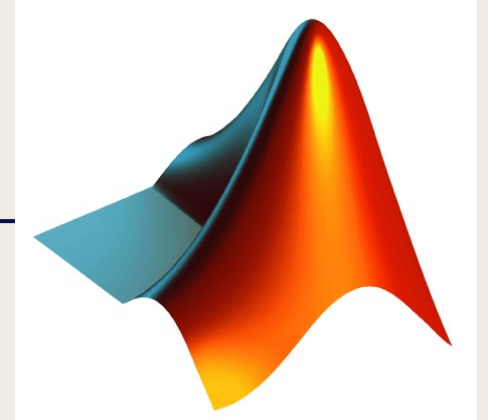


# Hvorfor MATLAB?

---

Mange av de samme argumentene som for Python

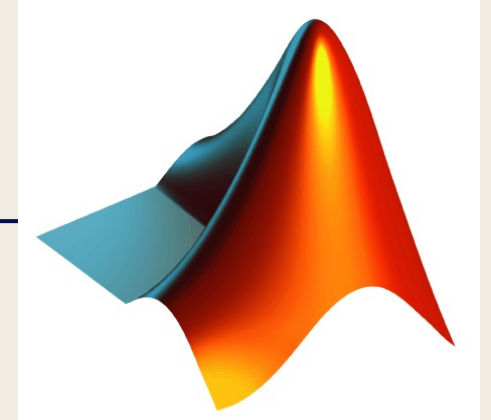
- Lett å lære og lett å ta i bruk
- Interpreterende språk
- Er ikke objektorientert, men har noen funksjoner som ligner
- Kan sende enkeltkodelinjer til tolkeren
- Har ikke utvidelser på samme måte som Python siden det meste er allerede innebygget i såkalte toolboxer.
- Har i tillegg de grafiske/blokkskjemabaserte modelleringsverktøyene Simulink samt Simscape
- [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com)



# Hvorfor MATLAB?

---

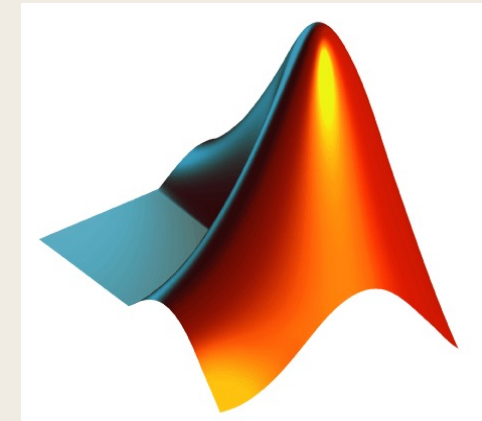
- MATLAB er det programmeringsspråket som elektro- og medtek-studenter benytter i flest fag.
- Python benyttes i *ELE610 Prosjekt i robotteknikk* og i fag på masterstudiet
- Datastudenter benytter ikke MATLAB i senere fag, men må i ELE130 lære språket tilstrekkelig (egentlig ganske begrenset) til å kunne gjennomføre øvinger i både Matlab og Simulink. Noen datastudenter vil muligens oppleve Matlab som enklere å jobbe med i Legoprojektet.
- Datastudenter vil kunne dra nytte av å kunne lage figurer i MATLAB siden de grafiske verktøyene er bedre enn `matplotlib` i Python



# Mer om MATLAB

---

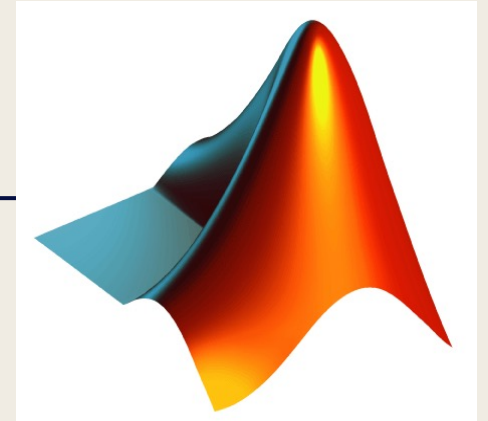
- Profesjonelt verktøy brukt i forskning og utvikling.
- Den første versjonen kom på 80-tallet
- Kan brukes i mange sammenhenger:
  - Signalbehandling, bildebehandling, fluidmekanikk, styrkeberegninger, biologisk kjemi, reguleringssteknikk, osv
- Veldig mange brukere over hele verden
- IDE'en Spyder til Python har endel likheter med grensesnittet til MATLAB (vi kaller vanligvis ikke MATLAB-grensesnittet for en IDE)



# MATLAB versjon 9

---

- MATLAB oppdateres hele veien
- MATLAB 9 kom første gang ut i 2015
- Tidligere versjoner av MATLAB ser noe annerledes ut
- Mathworks, som lager MATLAB, lager en ny “**release**” av MATLAB to ganger i året (stort sett små endringer hver gang, ofte layout-messige endringer).
- Release 2021b inneholder (skriv `ver` i kommandovinduet)
  - MATLAB 9.11
  - Simulink
  - Simscape
  - I MATLAB finnes det som sagt mange «toolboxes», som er ekstra sett med funksjoner knyttet til bestemte fagretninger, f.eks Symbolic Math Toolbox, Control System Toolbox





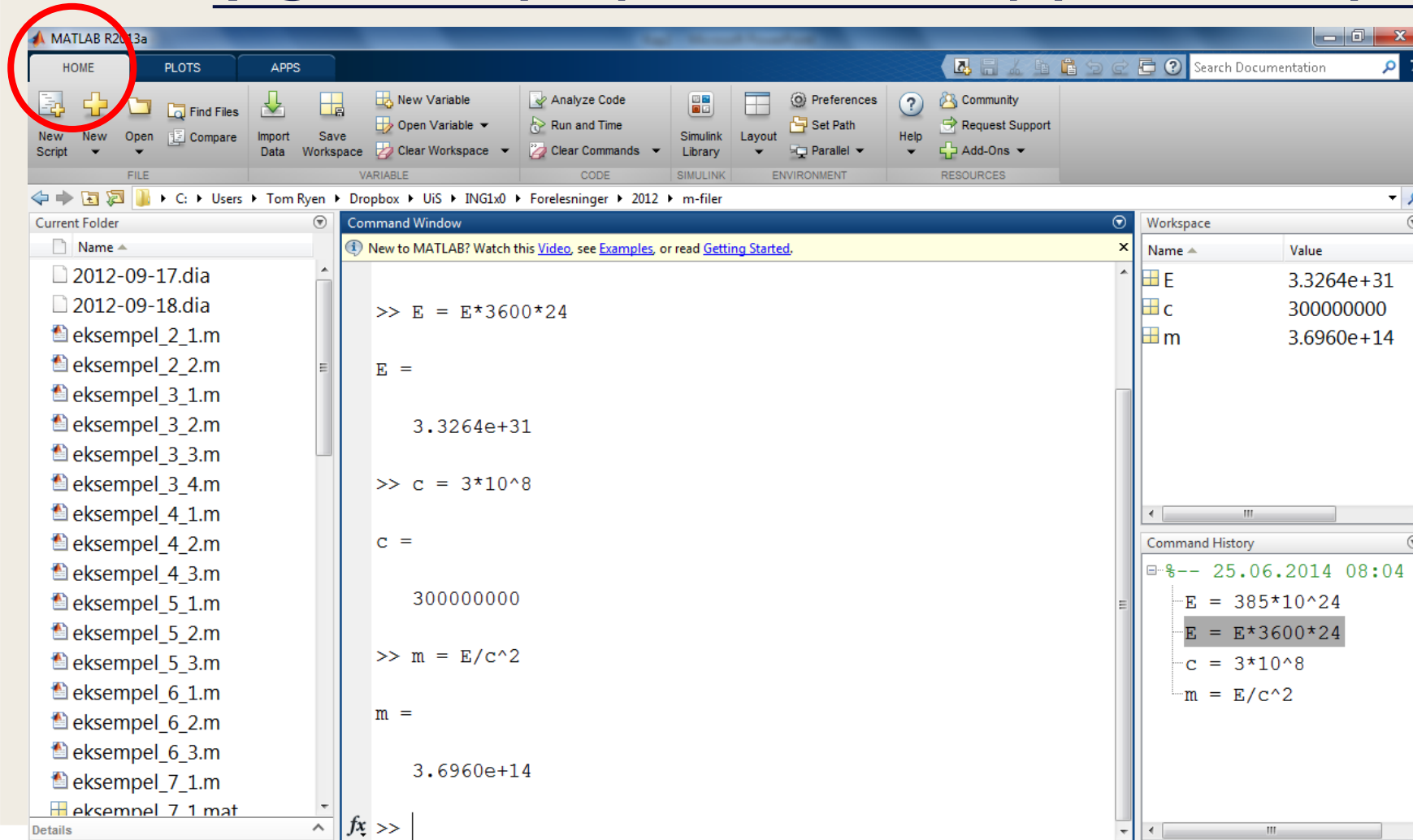


Universitetet  
i Stavanger

---

# Om MATLAB-vinduet

# MATLAB-vinduet, HOME-fanen (ligner mye på IDE'en Spyder til Python)



Presentasjonen er basert på 2013a-versjonen, men endringene er stort sett kosmetiske.

2016b-versjoner ser også slik ut



# MATLAB-vinduet, HOME-fanen

The image shows the MATLAB R2013a HOME tab interface. The HOME tab is selected, showing a ribbon with various toolboxes and functions. Annotations in yellow boxes point to specific features:

- Verktøylinje HOME-fanen**: Points to the HOME ribbon tab.
- Stien til aktiv Katalog Spyder: tilsvarende**: Points to the Current Folder browser on the left.
- Workspace**: Points to the Workspace browser on the right.
- Command Window**: Points to the Command Window in the center.
- Command History**: Points to the Command History browser on the right.

Annotations also describe the Spyder IDE components:

- Filer i aktiv katalog. Spyder: Files**: Points to the Current Folder browser.
- Command Window Spyder: Console**: Points to the Command Window.
- Workspace Spyder: Variable Explorer**: Points to the Workspace browser.
- Command History Spyder: History**: Points to the Command History browser.

The Command Window shows the following code and output:

```
>> E = E*3600*24  
  
E =  
  
3.3264e+31  
  
>> c = 3*10^8  
  
c =  
  
300000000  
  
>> m = E/c^2  
  
m =  
  
3.6960e+14
```

The Workspace browser shows the following variables:

Name	Value
E	3.3264e+31
c	300000000
m	3.6960e+14

The Command History browser shows the following commands:

```
25.06.2014 08:04  
E = 385*10^24  
E = E*3600*24  
c = 3*10^8
```

# Lagre arbeidet, lagre verdier

---

Lagre det som foregår i kommandovinduet i en tekstfil:

```
>> diary on
```

Stoppe denne lagringen:

```
>> diary off
```

Lagre variabler og verdier i en MAT-fil (datafil):

```
>> save(filnavn)
```

```
>> save(filnavn, variabler)
```

Hente inn igjen variabler og verdier:

```
>> load(filnavn)
```

# MATLAB-vinduet, EDITOR-fanen

EDITOR

Run

Annerledes  
verktøylinje  
EDITOR-fanen

Editor for .m-filer

Matlabfiler, kalles også  
Matlabscript,  
eller Matlabfunksjoner,

Current Folder

2012-09-17.dia  
2012-09-18.dia  
eksempel\_2\_1.m  
eksempel\_2\_2.m  
eksempel\_3\_1.m  
eksempel\_3\_2.m  
eksempel\_3\_3.m  
eksempel\_3\_4.m  
eksempel\_4\_1.m  
eksempel\_4\_2.m  
eksempel\_4\_3.m  
eksempel\_5\_1.m  
eksempel\_5\_2.m  
eksempel\_5\_3.m  
eksempel\_6\_1.m  
eksempel\_6\_2.m  
eksempel\_6\_3.m  
eksempel\_7\_1.m  
eksempel\_7\_1.mat

Editor - Untitled2

Untitled2

1

Command Window

New to MATLAB? Watch this [Video](#), see [Examples](#), or read [Getting Started](#).

m =

3.6960e+14

Workspace

Name	Value
E	3.3264e+31
c	300000000
m	3.6960e+14

Command History

%-- 25.06.2014 08:04 --

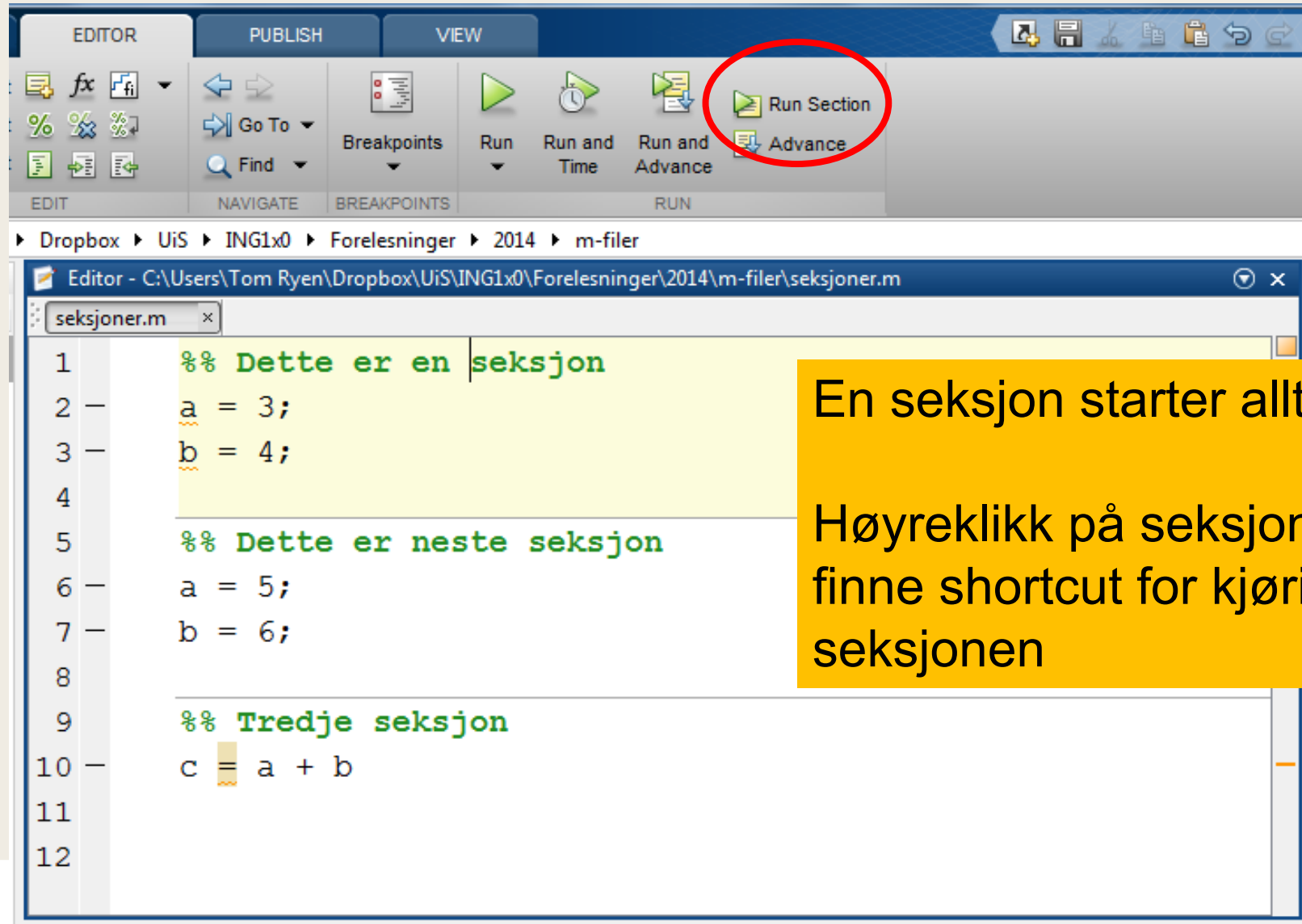
```
E = 385*10^24  
E = E*3600*24  
c = 3*10^8  
m = E/c^2
```

# Om .m-filer

---

- Funksjoner lages i egne .m-filer hvor navnet på filen må være identisk med funksjonsnavnet
- Kommentarer begynner med %-tegnet.
- Filene kan seksjones med %%-tegn og seksjoner kan kjøres alene med Ctrl-enter/Cmd-enter
- Hele eller deler av .m-filen kan kjøres (merk område med mus, høyreklikk og velg «Evaluate selection»)
- Variabler/parametre fra forrige kjøring (eller fra kjøring av en del av koden) ligger i workspace og kan benyttes av koden ved neste kjøring (eller neste del av koden)
- Hvis du ønsker å kjøre program mot tomt workspace, start .m-filen med kommandoen: `clear all`

# Seksjoner i m-filen



En seksjon starter alltid med %%

Høyreklikk på seksjonen for å finne shortcut for kjøring av seksjonen

# Matlab-versjon og installerte toolbox'er

---

Skriv

```
>> ver
```

i command window for å se hvilken Matlab-versjon du jobber med og hvilke toolbox'er som er installert.





Universitetet  
i Stavanger

---

# Ferdiglagde funksjoner

# Elementære funksjoner


---

- |                         |                |                      |         |
|-------------------------|----------------|----------------------|---------|
| • <code>abs(x)</code>   | $ x $          | Absoluttverdien av x |         |
| • <code>sqrt(x)</code>  | $\sqrt{x}$     | Kvadratroten av x    |         |
| • <code>exp(x)</code>   | $e^x$          | ( $e = 2.718\dots$ ) |         |
| • <code>log(x)</code>   | $\ln(x)$       | naturlig logaritme   | <- OBS! |
| • <code>log10(x)</code> | $\log_{10}(x)$ | 10'er logaritme      | <- OBS! |

# Hjelp og informasjon

---

Flere måter å få informasjon om innebygde funksjoner på (mer info på neste side):

- `help`
- `lookfor`
- `doc`
- Gå til verktøylinja og trykk på -knappen, help-vinduet kommer fram, skriv i søkefeltet
- Nederst i hjelpeteksten står det alltid lenker til relaterte funksjoner
- Kommentarene som står først i funksjonsfilen vises ved bruk av help

# Hjelp og informasjon

---

- **help** - viser hjelpe-informasjon i Command Window, men du *MÅ* vite navnet på funksjonen du søker etter
  - `>> help exp`                      <- viser hjelpeinformasjon om **exp**
  - `>> help exponential`      <- vil gi feilmelding
- **lookfor** - viser i Command Window alle funksjoner som inneholder selve søkeordet i hjelpeteksten til funksjonene
  - `>> lookfor exp`                      <- blir en LANG liste (dårlig søkeord)
  - `>> lookfor exponential` <- blir en kortere liste (godt søkeord)
- **doc** - En mer utfyllende tekst i eget hjelpevindu
  - `>> doc exp`                      <- viser hjelpeinformasjon om **exp**
  - `>> doc exponential`      <- viser en LANG liste (777 innslag) med funksjoner og eksempler

# Avrundingsfunksjoner

---

- `round(x)` Runder av til nærmeste heltall
- `fix(x)` Tar vekk alt bak komma
- `floor(x)` Runder av nedover
- `ceil(x)` Runder av oppover

# Trigonometriske funksjoner

---

Der vinkelen er i **radianer**

- $\sin(x)$ ,  $\cos(x)$ ,  $\tan(x)$ 
  - sinus, cosinus, tangens
- $\arcsin(x)$ ,  $\arccos(x)$ ,  $\arctan(x)$ 
  - invers sinus, cosinus, tangens
- $\sinh(x)$                       hyperbolsk sinus
- $\operatorname{arsinh}(x)$                 invers hyperbolsk sinus

Der vinkelen er i **grader**

- $\sin_d(x)$ ,  $\cos_d(x)$ ,  $\tan_d(x)$
- $\arcsin_d(x)$ ,  $\arccos_d(x)$ ,  $\arctan_d(x)$



# Dataanalyse

---

Når  $x$  er en vektor/array med tall:

- $\text{max}(x)$  Finner største tallet
- $\text{min}(x)$  Finner minste tallet
- $\text{mean}(x)$  Gjennomsnittet av tallverdiene
- $\text{median}(x)$  Medianverdien av tallene
- $\text{std}(x)$  Standardavvik av tallene
- $\text{sum}(x)$  Totalsummen
- $\text{prod}(x)$  Produktet av alle tallene
- $\text{sort}(x)$  Sorterer tallene i vektoren
- $\text{find}(x)$  Finner tall i en vektor

Når  $x$  er en matrise, vil vi få svaret som en radvektor der funksjonen gjelder kolonne for kolonne. Derfor

- $\text{max}(\text{max}(x))$  Største tallet i en matrise

# Finne størrelse på vektor/matrise

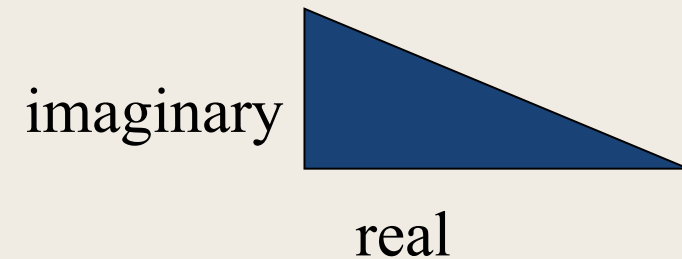
---

- `size(x)`      Antall rader og kolonner i matrisen x, eventuelt lengden av vektoren x
  - `size(x,1)`      Antall rader i matrisen x
  - `size(x,2)`      Antall kolonner i matrisen x
- `length(x)`      Lengden av vektoren x, eventuelt største verdien av antall rader/antall kolonner av matrisen x
- `numel(x)`      Antall elementer i vektoren x eller matrisen x

# Komplekse tall

---

- `complex(x,y)`
- `real(A)`
- `imag(A)`
- `isreal(A)`
- `conj(A)`
- `abs(A)`
- `angle(A)`



# Matematiske operasjoner

---

- $+$ ,  $-$ ,  $*$ ,  $/$
- $4^3$  (opphøyd i, Python `**`)
- Et punktum bak multiplikasjon `*`. eller divisjon `/`.  
eller opphøyd i `^`. betyr elementvis utførelse
- Begrepet NaN betyr «Not A Number», men kan inngå i tallvektorer og vil bli oversett men vil oppta en plass. F.eks. ved plotting. Et eksempel er `c=[1, 3, NaN, 4]`

# Tallgrenser i MATLAB

---

- MATLABs tallområde går fra:  
 $\pm 10^{-308}$  til  $10^{308}$
- Hvis du deler på 0, vil MATLAB returnere Inf (“infinity”, uendelig)

# Generere tilfeldig tall

---

- `rand(N)`, lager en  $N \times N$  matrise med tilfeldige tall mellom 0 og 1 med *uniform fordeling* som betyr at sannsynligheten er jevnt fordelt
- `randi(IMAX, N)`, lager en  $N \times N$  matrise med tilfeldige heltall (i for integer) fra 1 til IMAX med *uniform fordeling*
- `randn(N)`, lager en  $N \times N$  matrise med *normalfordelte* (n for normal distribution) verdier med middelerverdi 0 og varians på 1



# Kolon i MATLAB

---

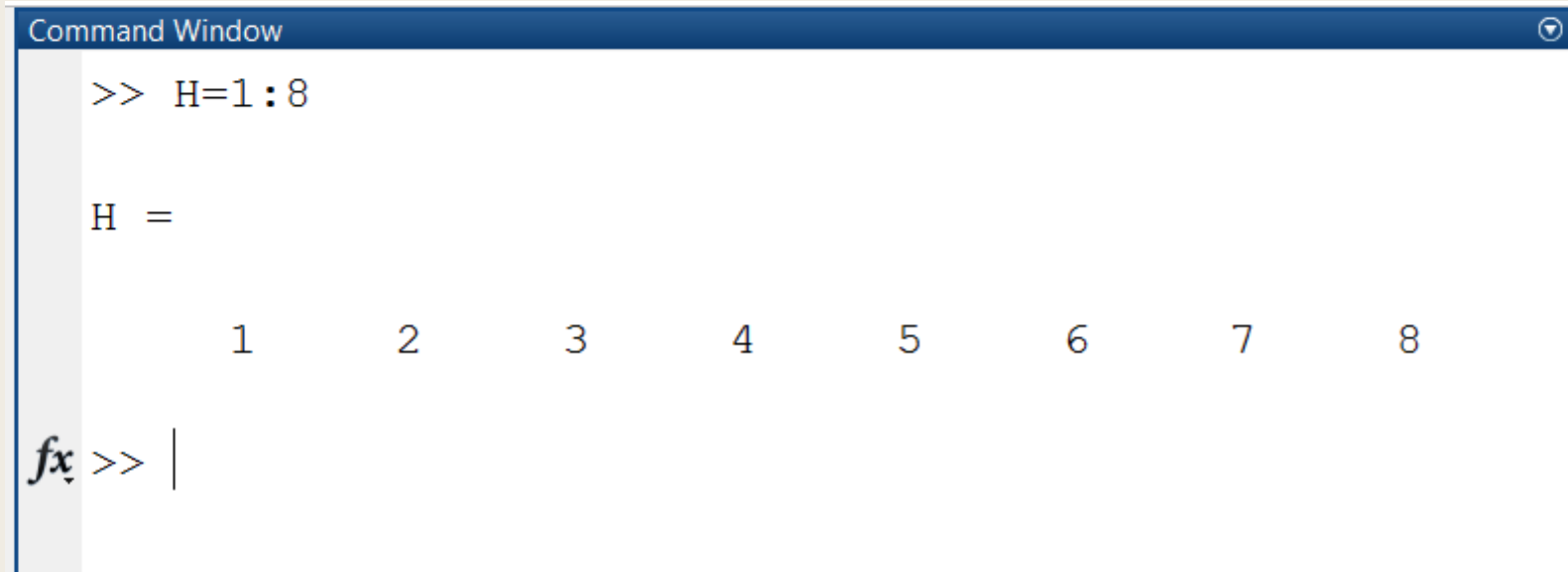
Kolonoperatoren : i MATLAB brukes til å

- definere nye vektorer/matriser
- modifisere på eksisterende matriser
- hente ut data fra eksisterende matriser

# Vektorer med jevnt økende verdier

---

- Verdien øker med 1 for hvert element:



```
Command Window
>> H=1:8

H =

     1     2     3     4     5     6     7     8

fx >> |
```

The image shows a MATLAB Command Window. The title bar is blue with the text 'Command Window' and a close button. The main area is white. The first line shows the command '>> H=1:8'. The second line shows the output 'H ='. The third line shows the vector elements '1 2 3 4 5 6 7 8' spaced out. The fourth line shows the prompt 'fx >> |'.

# Vektorer med spesifisert verdiøkning

---

- Her øker verdien med 0.5

```
>> time=0.0:0.5:2.0  
time =  
  Columns 1 through 4  
           0    0.5000    1.0000    1.5000  
  Column 5  
       2.0000  
>>
```

OVR

# Kolon kan reprensenterere en hel rad/kolonne ved uthenting

```
>> M=[1 2 3 4 5  
      2 3 4 5 6  
      3 4 5 6 7];
```

```
>> x=M(:,1)
```

```
x =
```

```
1  
2  
3
```

Alle radene i  
kolonne 1

```
>> y=M(:,4)
```

```
y =
```

```
4  
5  
6
```

Alle radene i  
kolonne 4

```
>> z=M(1,:)
```

```
z =
```

```
1      2      3      4      5
```

Alle kolonnene i rad 1

# Hente ut deler av rader/kolonner

---

```
>> M
M =
     1     2     3     4     5
     2     3     4     5     6
     3     4     5     6     7
>> w=M(2:3,:)
w =
     2     3     4     5     6
     3     4     5     6     7
```

Rad 2 til 3 med alle deres kolonner

# Eller...

---

```
>> M
M =
     1     2     3     4     5
     2     3     4     5     6
     3     4     5     6     7

>> w=M(2:3, 4:5)
w =
     5     6
     6     7
```

Rad 2 til 3 med deres  
kolonner 4 til 5



M =

1	2	3	4	5
2	3	4	5	6
3	4	5	6	7

>> M(:)

ans =

1  
2  
3  
2  
3  
4  
3  
4  
5  
4  
5  
6  
5  
6  
7

Bare kolon inni  
parantesen gjør matrisen  
om til en kolonnevektor

MATLAB er  
kolonnedominant

# Indekser

```
M =  
    1    2    3    4    5  
    2    3    4    5    6  
    3    4    5    6    7
```

```
>> M(:)
```

```
ans =
```

```
    1  
    2  
    3  
    2  
    3  
    4  
    3  
    4  
    5  
    4  
    5  
    6  
    5  
    6  
    7
```

Element  $M(2,3)$  er i  
rad 2, kolonne 3  
(2 og 3 er indekser)

Eller bruk enkeltverdi-indeksering:  
 $M(8)$  er samme element som  $M(2,3)$

**elementnummer:**

1	4	7	10	13
2	5	8	11	14
3	6	9	12	15

# "end" kan brukes om siste element i en rad/kolonne

```
>> M
M =
     1     2     3     4     5
     2     3     4     5     6
     3     4     5     6     7
```

```
>> M(1,end)
```

```
ans =
     5
```

Rad 1, siste element

```
>> M(end,end)
```

```
ans =
     7
```

Siste rad, siste element

```
>> M(end)
```

```
ans =
     7
```

Siste element i matrisen.  
(Verdien i nedre høyre hjørne.)

```
>>
```

# Elementvis multiplikasjon

Dersom man vil multiplisere verdiene i vektor A med verdiene i vektor B, element for element, brukes

• \*

til dette.

(Ikke bare \*)

```
>> a = [1 2 5]
```

```
a =
```

```
1    2    5
```

```
>> b = [3 3 3]
```

```
b =
```

```
3    3    3
```

```
>> a*b
```

```
??? Error using ==> mtimes  
Inner matrix dimensions must agree.
```

```
>> a.*b
```

```
ans =
```

```
3    6   15
```

# Spesielle matriser

---

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| • Nullmatriser       | <code>zeros(n)</code> |
| • Enematiser         | <code>ones(n)</code>  |
| • Identitetsmatriser | <code>eye(n)</code>   |
| • Diagonalmatriser   | <code>diag(x)</code>  |

# Nullmatriser og enermatriser

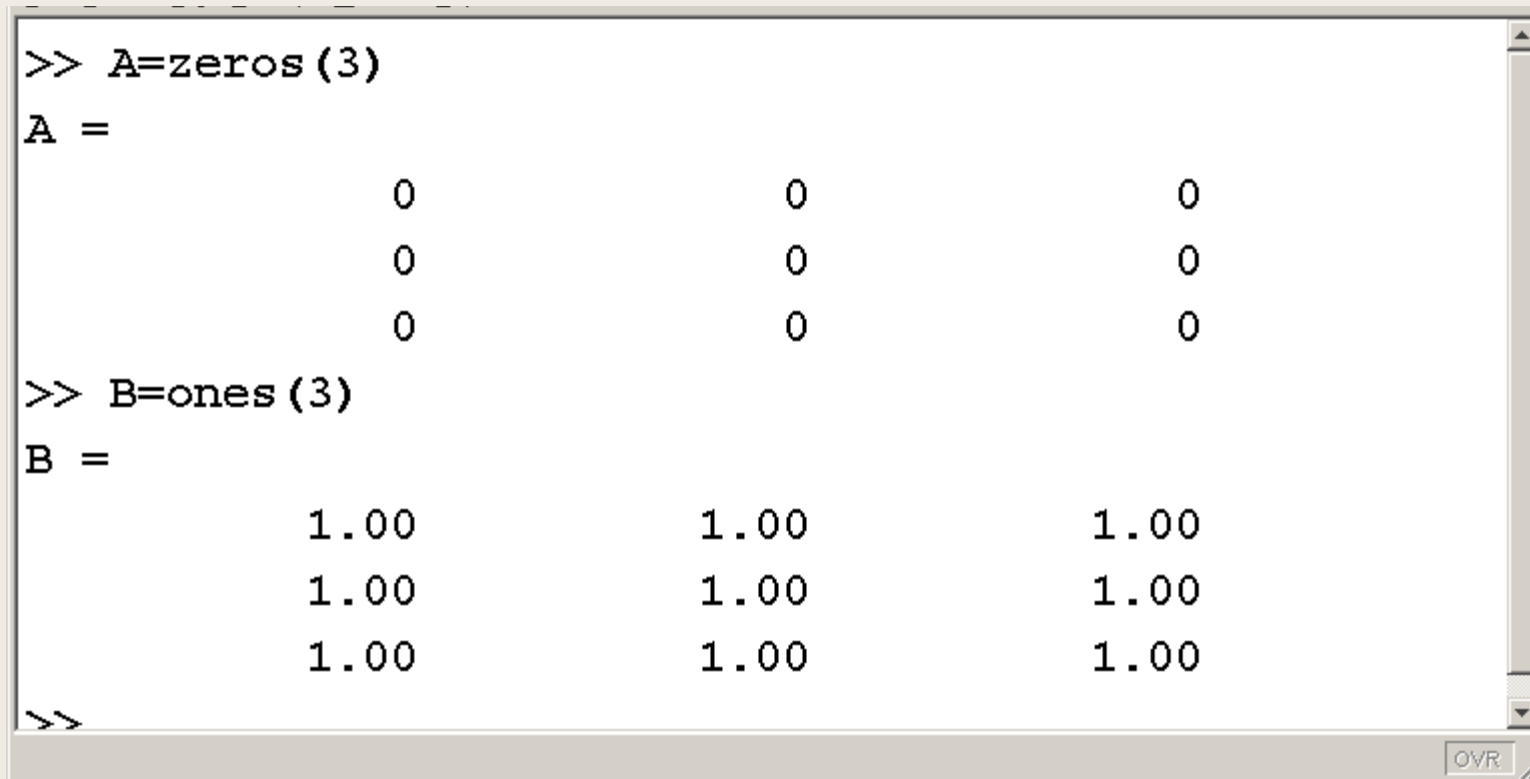
---

- Inneholder bare nullere eller bare enere

```
>> A=zeros(3)
A =
      0      0      0
      0      0      0
      0      0      0

>> B=ones(3)
B =
      1.00      1.00      1.00
      1.00      1.00      1.00
      1.00      1.00      1.00

>>
```



# Ikke kvadratiske null-/enematiser

---

```
>> A=zeros(2,3)
```

```
A =
```

0	0	0
0	0	0

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

```
B =
```

1.00	1.00
1.00	1.00
1.00	1.00

```
>> |
```

OVR

# Identitetsmatriser

---

- En identitetsmatrise er en kvadratisk matrise med bare enere på diagonalen og nullere ellers
- `>> eye(3)`



$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

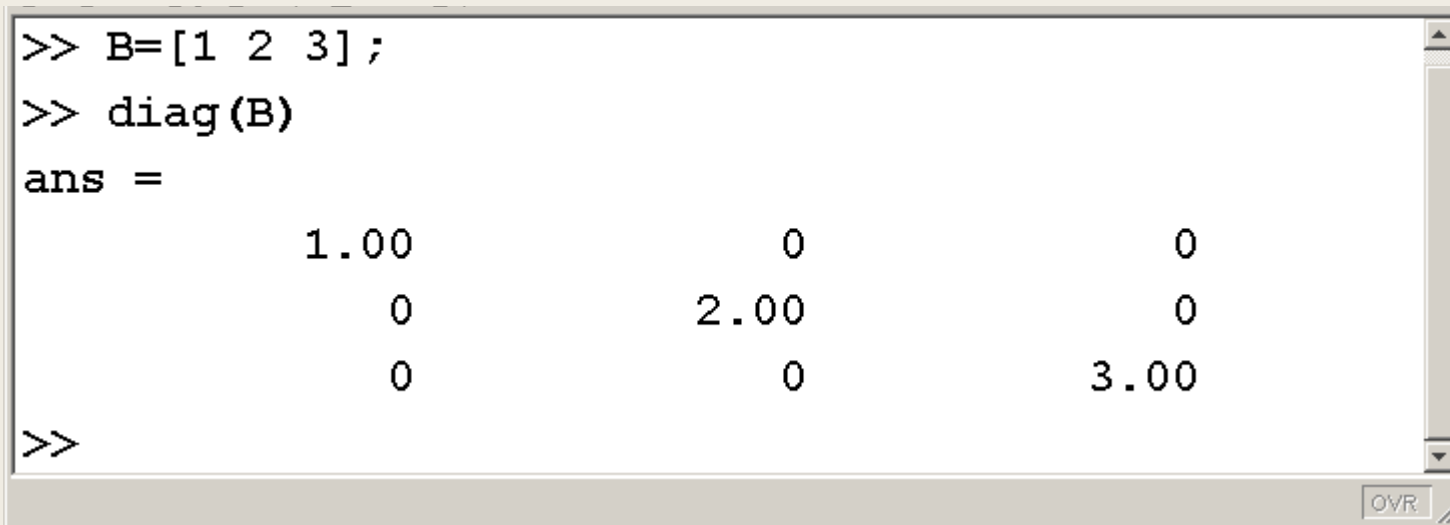


# Diagonalmatriser

---

- Når en vektor med lengde  $N$  er parameter, vil identitetsmatrisen ha vektorverdiene på diagonalen og være  $N \times N$  stor.

```
>> B=[1 2 3];  
>> diag(B)  
ans =  
      1.00      0      0  
      0      2.00      0  
      0      0      3.00  
>>
```

A screenshot of a MATLAB command window. The window has a title bar and a scroll bar on the right. The command prompt shows the user entering 'B=[1 2 3];' followed by 'diag(B)'. The output 'ans =' is displayed, followed by a 3x3 matrix with values 1.00, 2.00, and 3.00 on the diagonal and zeros elsewhere. The prompt '>>' is visible at the bottom left of the window. A small 'OVR' button is located at the bottom right of the window frame.

# Magiske matriser

```
>> A=magic(4)
A =
    16.00    2.00    3.00   13.00
     5.00   11.00   10.00    8.00
     9.00    7.00    6.00   12.00
     4.00   14.00   15.00    1.00

>> sum(A)
ans =
    34.00    34.00    34.00    34.00

>> sum(A')
ans =
    34.00    34.00    34.00    34.00

>> sum(diag(A))
ans =
    34.00

>> |
```