

* Idag: Beräkningsmatematik,
MATLAB,
LaTeX

* Matematik handlar till stor del om formulering och lösning av ekvationer.

Vilka ekvationer kan vi lösa?

$$5x + 3 = 6 \quad \checkmark$$

$$9x^2 - 7x + 8 = 0 \quad \checkmark$$

$$x^3 = -5 \quad \checkmark$$

$$\sin x = \cos x \quad \checkmark$$

$$x = \cos x \quad ?$$

$$x^{17} - 3x^3 = 1 \quad ?$$

$$\ln \sin x = \sqrt{x} \quad ?$$

* De allra flesta ekvationer kan vi inte lösa med papper och penna (analytiskt).

Dessa ekvationer måste lösas numeriskt!

Vi kommer därför att studera följande verktyg:

- Lipschitz-kontinuitet
- Fixpunktsiteration
- Kontraktionsavbildningar
- Newtons metod
- Programmering

* Exempel. Lös $x = \cos x$

Låt $x_0 = 1$

Tag $x_1 = \cos x_0$

$$x_2 = \cos x_1$$

$$x_3 = \cos x_2$$

⋮

$$x_n = \cos x_{n-1}$$

Detta är en fixpunktsiteration
som konvergerar mot lösningen
 $x \approx 0.739$ eftersom $x \mapsto \cos x$
är en kontraktion, dvs $g(x) = \cos x$
har en Lipschitz-konstant $L_g < 1$.

Mer om detta på de kommande
föreläsningarna!

* Programmering

Numerisk lösning innebär oftast
iterativ lösning med väldigt
många iterationer och lösning
av väldigt många ekvationer.

=> datorberäkning

=> programmering

Lågnivå: assembler

```
Mov EAX, [EBX]
(flytta 4 bytes från adressen i registret EBX
till registret EAX)
```

Mellanivå: C, C++, Fortran, ...

```
double x = 0.0;
for (int i = 0; i < 10; i++)
    x += 1.0 / static_cast<double>(i);
```

(Prata om hållkort etc...)

Högnivå: Python, Java, MATLAB* MATLAB

- (+) Ett verktyg för tekniska beräkningar
- (+) Stor spridning på Chalmers och andra tekniska högskolor
- (+) Och därmed stor spridning i industri
- (-) Inget "riktigt" programmeringsspråk
- (-) Inte open source / free software
- (-) Inte effektivt för stora problem

* HPC: High Performance Computing

- Utförs oftast med Fortran, C, C++ och (på senare år) Python
- Utförs nästan uteslutande med parallella algoritmer på parallella datorer

- Top500: www.top500.org

Just nu toppas listan av

Tianhe-2

33.86 Pflops/s

3,120,000 kärnor

1,024,000 GB RAM (1024 TB)

17 MW! (2% av en reaktor på Ringhols!)

OS: Linux (95% av alla på TOP500)

* Demo av

MATLAB: exempel (i katalog demo)

Python: upprepa något av exemplen + FENICS demo

C++: upprepa något av exemplen

LaTeX: skriv en rapport

* Tips: Emacs, Git, BitBucket, GitHub