



# **L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X–kurssi 2005**

Arho Virkki

`arho.virkki@utu.fi`

Turun yliopisto, matematiikan laitos



# Kurssista



Kurssin kotisivu:

<http://users.utu.fi/avirkki/latex2005/>

Esitietosuositukset:

<http://users.utu.fi/avirkki/latex2005//lshort.pdf>

tai suomeksi

<http://users.utu.fi/avirkki/latex2005//lyhyt2e.pdf>

- + vapaasti verkosta ladattava opus
- pitkähkö



# Kurssista...



Kirja:

**Helmut Kopka and Patrick W. Daly, Guide to LaTeX, 4th edition.**

Mielestäni paras opas, tehty saksalaisella täsmällisyydellä.

Muuta kirjallisuutta:

**The LaTeX Companion, The LaTeX Web Companion, The LaTeX Graphics Companion**

Peruskirjat, joihin usein viitataan.



# Kurssista...



Täydellistä sähköistä yleisopasta ei ole: dokumentteja on valtavasti ja ne ovat usein vanhentuneita → kirja kannattaa ostaa.

Osassa oppaista on kyllä yritystä: teTeXin hypertext help ja TeXnicCenterin LaTeX Help e-Book vaikuttavat kattavilta, joskaan eivät jäsennellyiltä.



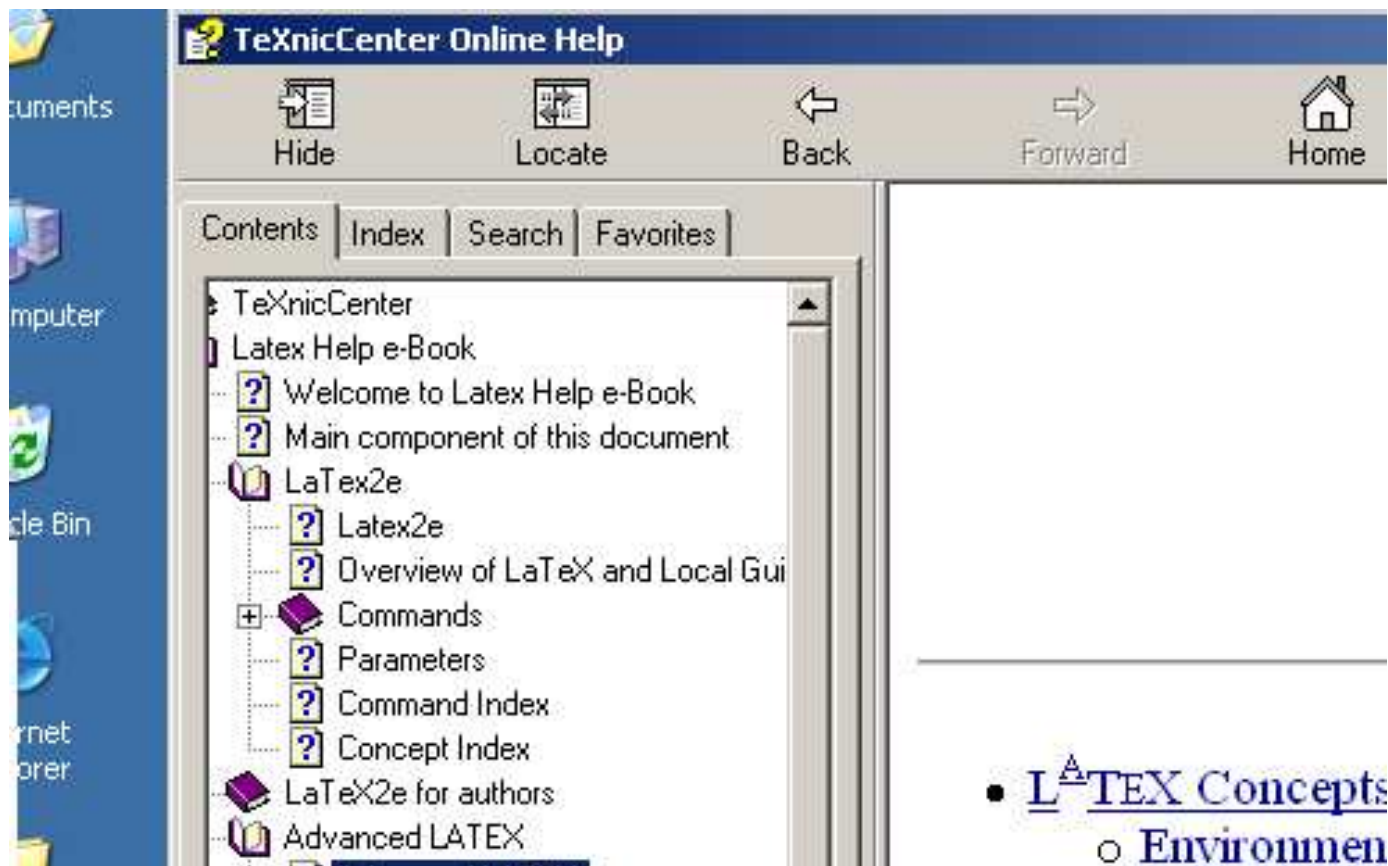
# Kurssista...

## teTeX hypertext help



# Kurssista...

## TeXnicCenter LaTeX Help e-Book



# Kurssista...



Suurin osa matemaattisista teksteistä kirjoitetaan nykyään  $\text{\LaTeX}$ in avulla.

*Matematiikan opettajankin* on hyvä tuntea  $\text{\LaTeX}$ : se on osa kokonaisuutta, jota voisi kutsua matematiikan ja ohjelmistotekniikan tiedeperinnöksi.

*Avainsanoja:* markup languages, GNU ja vapaa lähdekoodi



# Mikä L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X on?



L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, tarkemmin L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2<sub>ε</sub> on taitto-ohjelma, jolla voi tehdä rakenteisia dokumentteja, esimerkiksi

- kirjoja,
- opintomonisteita,
- tenttikysymyspapereita,
- Pro gradu -tutkielman tai
- esitysgrafiikkaa — kuten nyt.





# Mikä L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X on?...



Rakenteisuus tarkoittaa, että käsikirjoituksessa (eli lähdekoodissa) on

- loogisia (`\begin{document}`) ja
- typografisia (`\textbf{lihavoituna}`)

komentoja sekä leipätekstiä. Lähdekoodin voi kääntää eri muotoihin, joista yleisimmät ovat

- PDF (Portable Document Format) ja
- HTML (HyperText Markup Language)



# Kurssi on hyödyllinen, jos



- kirjoitat matemaattista tekstiä tai
- kirjoitat monistasivuisia tekstejä tai
- arvostat deterministisesti toimivia ohjelmia ja
- avoimen lähdekoodin ohjelmia.



# Kurssin sisältö



1. lyhyt johdatus
2. loogiset rakenteet: luettelot, ympäristöt,...
3. typografiset perusrakenteet: viivat, laatikot, kirjasimet, ...
4. matematiikan ladonta:  $\sqrt[3]{\frac{z-1}{z+1}}, \dots$
5. grafiikka: kuvien liittäminen ja piirto,...
6. muut työkalut: BibTeX, kuvien piirtäminen,...



# Osa 1: Lyhyt johdatus



# L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X–jakelupaketit



Yksi ja sama L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X eri paketeissa:

- TeXLive (Linux, MacOS X, Windows)
- teTeX (Linux)
- MikTeX (Windows)
- ...

Uskonsodat jakeluiden paremmuudesta lienevät turhia.



# Dokumentin rakenne



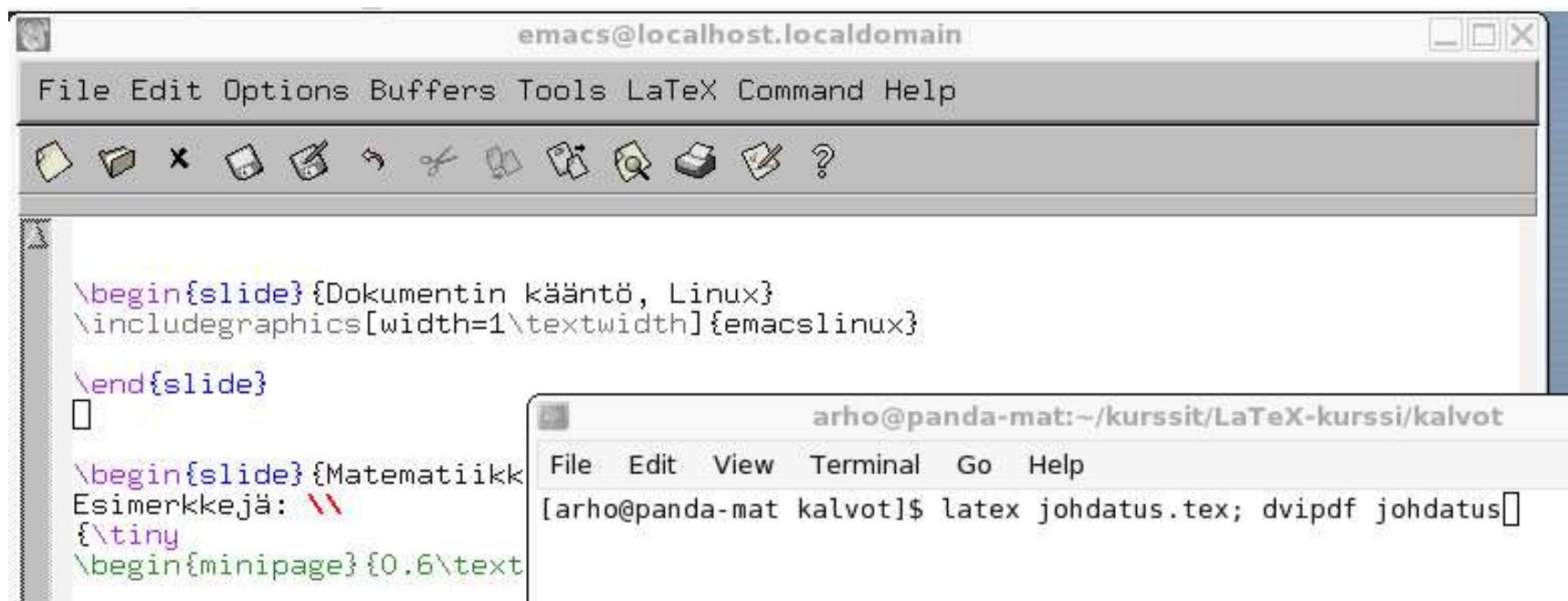
```
\documentclass[a4paper,10pt]{article} % tyyli
\usepackage[latin1]{inputenc} % tai [ansinew]
\usepackage[finnish]{babel} % tavutus
\usepackage{graphicx} % kuvat
```

```
\begin{document}
\section{Sähköinen julkaiseminen}
Sähköinen julkaiseminen on
ollut mahdollista jo pitkään,
\dots
\end{document}
```



# Dokumentin kääntö, Linux

```
$ latex juttu.tex; dvipdf juttu # tai  
$ pdflatex juttu
```



The image shows two overlapping windows. The top window is an Emacs editor titled 'emacs@localhost.localdomain'. It has a menu bar with 'File Edit Options Buffers Tools LaTeX Command Help' and a toolbar with icons for file operations. The main text area contains LaTeX code for a presentation slide:

```
\begin{slide}{Dokumentin kääntö, Linux}  
\includegraphics[width=1\textwidth]{emacslinux}  
  
\end{slide}  
□  
  
\begin{slide}{Matematiikk  
Esimerkkejä: \\\br/>{\tiny  
\begin{minipage}{0.6\text
```

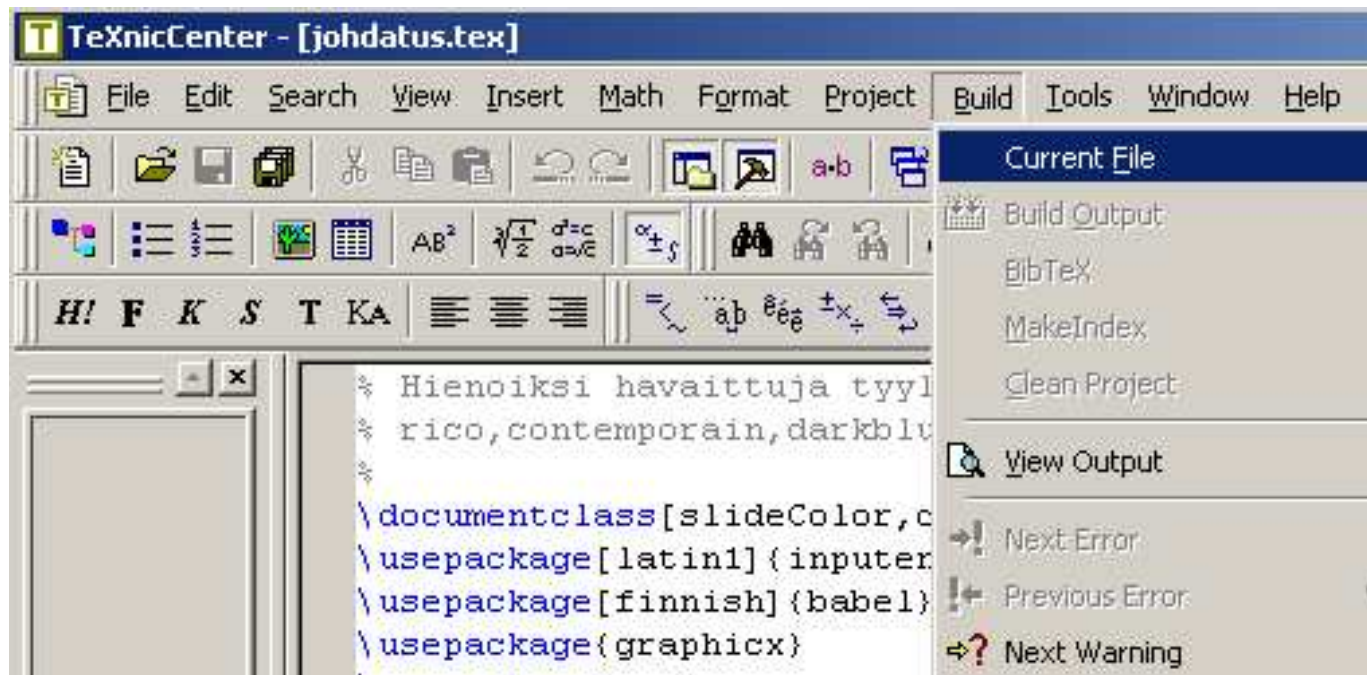
The bottom window is a terminal titled 'arho@panda-mat:~/kurssit/LaTeX-kurssi/kalvot'. It has a menu bar with 'File Edit View Terminal Go Help'. The terminal shows the command to compile the LaTeX document:

```
[arho@panda-mat kalvot]$ latex johdatus.tex; dvipdf johdatus□
```



# Dokumentin kääntö, Windows

Windowsissa osoitetaan hiirellä





# Matematiikkaa



Kaavat kirjoitetaan \$-merkkien väliin

$$\text{\$}\backslash\text{sqrt}\{x^3\}\text{\$} \mapsto \sqrt{x^3}$$

tai erilliseen kenttään:

$$\text{\[}\quad\backslash\text{sqrt}\{x^3\}\quad\text{\]}$$

tai

```
\begin{equation}
\sqrt{x^3}
\end{equation}
```

joista jälkimmäinen tuottaa numeron  
kaavan sivuun.



# Matematiikkaa



Esimerkkejä:

```
\begin{equation} \label{eq:gammaf}
\Gamma(n) :=
\int_0^\infty x^{n-1} e^{-x} dx
\end{equation}
```

Huomaa, että (`\ref{eq:gammaf}`) ei  
suppene arvolla  $n=0$

$$\Gamma(n) := \int_0^\infty x^{n-1} e^{-x} dx \quad (1)$$

Huomaa, että (1) ei suppene arvolla  $n = 0$ .



# Matematiikkaa...



$$\neg A := X \setminus A$$

$$\neg A := X \setminus A$$

$$\zeta(s) := \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^s}$$

$$\zeta(s) := \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^s}$$



# Matematiikkaa...



## Komentojen nimet

`\frac{}{}`

`\int`

`\sum`

`\dots`

pitää muistaa. Peruskomentoja on vain muutama ja ne ovat varsin loogisia. `\int` = integraali, ei integer...



# Rakenteita



Rakenteilla määritellään tekstin esitystapa.

Esimerkkejä:

```
\begin{enumerate}  
\item ensinnäkin,  
\item toisekseen\dots  
\end{enumerate}
```

1. ensinnäkin,
2. toisekseen...



# Rakenteita...



```
\begin{itemize}  
\item hansikkaat  
\item lapaset  
\end{itemize}
```

- hansikkaat

- lapaset



# Rakenteita...



Opettajani osasi havainnollistaa:

```
\begin{quote}
```

Me määritellään determinantti niin kuin virastossa, sillai ikävästi. Se vain paiskataan teidän eteen ja sanotaan että opi tuo tai kuole\dots tai jotenkin näin.

```
\end{quote}
```

Opettajani osasi havainnollistaa:

Me määritellään determinantti niin kuin virastossa, sillai ikävästi. Se vain paiskataan teidän eteen ja sanotaan että opi tuo tai kuole... tai jotenkin näin.



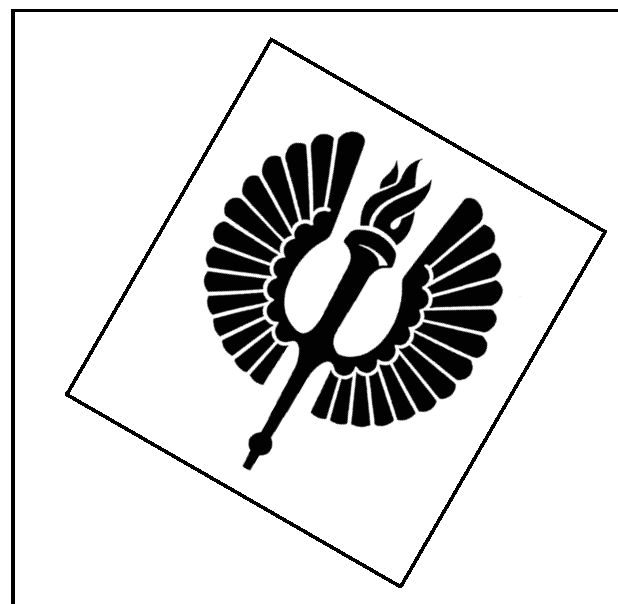
# Grafiikkaa



$\text{\LaTeX}$ issa kaiken voidaan ajatella koostuvan sisäkkäisistä laatikoista ja niitä yhdistävistä janoista.

Esimerkkejä:

```
\begin{center}
\fbbox{
\rotatebox{-30}{
\fbbox{
\includegraphics[width=2cm]
{soihtu}}}}
\vspace*{1cm}
```





# Grafiikkaa...



```
\reflectbox{  
\rotatebox{30}{  
\resizebox{!}{5mm}{kikka-3}  
}}
```

kikka-3

```
\vspace*{1cm}  
\rule{3cm}{1ex}
```



# Johdannon yhteenveto



- Käsikirjoitus on raakatekstiä: se vie vähän tilaa ja on helppo lähettää muille.
- Käsikirjoitus alkaa aina `\documentclass..`-komennolla: höpinät kannattaa aluksi kopioida jostain vanhasta tekstistä.
- Teksti on sekamelska rakennemäärittelyjä ja itse tekstiä (hyvän kirjoittajan käsikirjoituskaan ei näytä sekamelskalta!)
- Kaikki on helppoa ja kivaa.





# Osa 2: $\text{\LaTeX}$ in loogiset rakenteet



# Logical markup



Ideana on kuvata dokumentin rakenne:

- otsikot (`\section{foo}`)
- ympäristöt (`\begin{slide}`)
- korostukset (`\emph{huomaa}`)
- ...

Muotoilut tehdään automaattisesti median mukaan: tiedelehdillä ja HTML-sivuilla on jokaisella oma formaattinsa.



# Käytännössä



- Loogisia määrittelyjä käyttäessä lopputulosta ei kannata lähteä säätämään sivu kerrallaan. Jos kirjoittaja haluaa jonnekin pystysuunnassa tyhjää tilaa tai sivunvaihdon, `Enter`in hakkaaminen ei auta.
- Liika hienostelu on turhaa: suttupaperit kannattaa edelleen kirjoittaa TeXMacilla, OpenOfficella tai Wordilla, sillä ne ovat nopeita tähän tarkoitukseen ("Quick and Dirty").



# Otsikot



Otsikoiden eri tasot ovat

- 1 `\part{ }`
- 0 `\chapter{ }`
- 1 `\section{ }`
- 2 `\subsection{ }`
- 3 `\subsubsection{ }`
- 4 `\paragraph{ }`
- 5 `\subparagraph{ }`



# Otsikot...



- Tasot `\part{}` ja `\chapter{}` eivät ole käytössä kaikissa dokumenttipohjissa ja ne ovatkin lähinnä kirjankirjoittajia varten.
- Lopetusmerkkiä ei tarvita (toisin kuin HTML-kielessä, jossa kaikki mikä alkaa `<tag>`, myös loppuu `<\tag>`).



# Otsikot...



- Komennolla `\setcounter{secnumdepth}{n}`  $n \in 0, \dots, 5$  voi säätää, monenteenkö otsikkotasoon asti numerointi kirjoitetaan tekstiin.
- Katso esimerkki otsikoista ja sisällysluettelosta kurssin verkkosivulta.





# Ympäristöt



Tavallisimpia valmiita ympäristöjä ovat esimerkiksi `equation`, `displaymath` ja `itemize`. Idea:

```
\begin{env1}  
  \dots.  
  \begin{env2}  
    \dots  
  \end{env2}  
\end{env1}
```

Huomaa, että ympäristöjen on oltava sisäkkäisiä: `env1` ei voi loppua ennen kuin `env2` loppuu.



# Ympäristöt: listat



```
\begin{enumerate}
```

```
\item yksi
```

```
\item kaksi
```

```
\end{enumerate}
```

```
\begin{itemize}
```

```
\item[+] luisto
```

```
\item[--] pito
```

```
\end{itemize}
```

1. yksi

2. kaksi

+ luisto

– pito



# Ympäristöt: raakateksti



```
\begin{verbatim}
```

```
o o
```

```
*
```

```
\_ /
```

```
\end{verbatim}
```

tuottaa tulokseksi

```
o o
```

```
*
```

```
\_ /
```



# Ympäristöt: raakateksti...



Tietokoneohjelmat kannattaa liittää dokumenttiin käskyllä  
`\verbatiminput{myprog.f90}`.

Algoritmien esittämiseen kannattaa käyttää ympäristöä,  
joka korostaa avainsanat — luettavuus paranee oleelli-  
sesti. <sup>a)</sup>

---

<sup>a</sup>Esimerkki harjoitustyöstä: Etsi paketti, joka määrittelee tällaisen ympäristön  
ja kerro esimerkein, miten pakettia käytetään. Palauta selostuksesi .pdf, .tex, tai  
.html-muodossa. Käsillä tai .doc-muotoon kirjoitettu selostus hylätään lukematta.



# Ympäristöt: tekstin asemointi...



center:

$\Sigma$

flushright:

$\Sigma$

flushleft:

$\Sigma$



# Ympäristöt: tekstin asemointi...



```
\begin{center}
KYNTTILÄT SYTTYVÄT VARHAIN\bigskip

Kiertävät unettavat auringonnousut\\
Kaikkialle harsona niin\\
Aattoni vähiin käynyt\\
Kun kevät uutena nousee\\
\dots
\end{center}
\begin{flushright}
\emph{-- Kuusumun profeetta}
\end{flushright}
```



# Ympäristöt: tekstin asemointi...



KYNTTILÄT SYTTYVÄT VARHAIN

Kiertävät unettavat auringonnousut  
Kaikkialle harsona niin  
Aattoni vähiin käynyt  
Kun kevät uutena nousee

...

– *Kuusumun profeetta*



# Ympäristöt: tekstin asemointi...



Joitain  $\text{\LaTeX}$  tarjoaa valmiina:

```
\begin{quote}
```

```
Terve yrittää välttää likaista työtä ja  
nähdä asian suoraan, ihan  
otsan kirkkaudella. --- a.p.
```

```
\end{quote}
```

Terve yrittää välttää likaista työtä ja nähdä asian suoraan, ihan otsan kirkkaudella. — a.p.

Käsky `quotation` sopii pidempiin lainauksiin.





# Ympäristöt: taulukko



```
\begin{tabular}{|l|c|c|}  
\hline  
Nimi & J. Foo & G. Bar \\  
\hline  
\hline  
A-pisteet & 1 & 3 \\  
B-pisteet & -2 & 0 \\  
\hline
```



# Ympäristöt: taulukko...



Nimi	J. Foo	G. Bar
A-pisteet	1	3
B-pisteet	-2	0

Jotenkin tämä ei miellyttä... Muutetaan otsikkorivi muotoon

```
\rule[-7pt]{0pt}{24pt}Nimi & J. Foo & G. Bar \\
```



# Ympäristöt: taulukko...

Nimi	J. Foo	G. Bar
A-pisteet	1	3
B-pisteet	-2	0

Venytimme taulukon reunoja nollapaksuisella viivalla, jolloin saimme siihen hieman ilmavuutta.  $\text{\LaTeX}$ in taulukot ovat rehellisesti ottaen kankeita. Tämä ei haittaa, jos taulukko generoidaan automaattisesti jollain tilasto-ohjelmalla.



# Ympäristöt: omat määritelmät



Määrittelemme todistuksia varten ympäristön, joka laittaa tekstin perään automaattisesti laatikon ( $\square$ ) ja kirjoittaa "Todistus"-tekstin ympäristön alkuun:

```
\newenvironment{todistus}  
{\makebox[2cm][l]{\textbf{Todistus.\ }}}  
{\hfill $\Box$}
```



# Ympäristöt...



```
\begin{todistus}  
Olkoon  $\epsilon > 0$  valittu, \dots  
\end{todistus}
```

**Todistus.** Olkoon  $\epsilon > 0$  valittu, ...



# Ympäristöt...



Yleinen komento on

```
\newenvironment{name}[args]{begdef}{enddef}
```

tai

```
\renewenvironment{name}[args]{begdef}{enddef}
```

jos määrittelemme uudelleen jonkin jo olemassa olevan ympäristön.



# Ympäristöt...



Lauseiden määrittelyyn on oma komentokin:

```
\newtheorem{lause}{Lause}[laskuri]
```

esimerkiksi

```
\newtheorem{lause}{Lausahdus}[slide]
```

```
\begin{lause}[Ahmatin jäännöslause]
```

Älä jätä huomiseksi sitä, minkä voit  
syödä tänään.

```
\end{lause}
```

```
\begin{lause}[Ahmatin toinen jäännöslause]
```

Elämä lyhyt, patonki pitkä.

```
\end{lause}
```



# Ympäristöt...



**Lausahdus 21.1 (Ahmatin jäännöslause)** *Älä jätä huomiseksi sitä, minkä voit syödä tänään.*

**Lausahdus 21.2 (Ahmatin toinen jäännöslause)** *Elämä lyhyt, patonki pitkä.*

Katsotaan vielä komentoa

`\newtheorem{lause}{Lausahdus}[slide]`

missä vertailulaskuriksi oli laitettu `slide`. Näin jokaisella kalvolla oleva lause numeroidaan  
(kalvonnumero,lausenumero)





# Ympäristöt...



Kolmas lauseemme numeroksi tulee siis

**Lausahdus 22.1 (Fubini)** *Olkoon  $f$  mitallinen funktio ja ..., silloin*

$$\int_A \int_B f d\mu = \int_B \int_A f d\mu.$$

(Tämä oli esimerkki, ei suositus lauseiden numeroimiseen kalvoesityksessä!)



# Ympäristöt...



Päälaskuria ei ole pakko käyttää:

```
\newtheorem{huomautus}{Huomautus}  
\begin{huomautus}  
Huom\dotso  
\end{huomautus}
```

**Huomautus 1** *Huomautukset menettävät tehonsa, jos suurin osa tekstistä on huomautuksissa, tai huomautukset ovat itsestään selviä.*



# Ympäristöt...



**Huomautus 2** *Numerointia alkaa ensimmäisestä huomautuksesta eikä nollaannu missään vaiheessa.*

**Huomautus 3** *(Triviaa)  $\LaTeX$ issa on paljon laskureita ja niihin voi viitata komennolla `\the<laskurin_nimi>`:*

*Olemme kalvolla `\theslide`.*

*Olemme kalvolla 24.*



# Ympäristöt...



Tekstiä on hankala lukea, jos lauseiden, lemموjen ja huomautusten laskurit kulkevat epäloogisesti toisiinsa nähden. Kannattaakin määritellä vain yksi laskuri ja määrätä muut ympäristöt noudattamaan sitä:

```
\newtheorem{lemma} [lause] {Lemma }
```

↑↑↑↑↑



# Ympäristöt...



Tällä numeroinnilla saadaan lukijaa miellyttävä tulos:

**Lausahdus 26.1** *Jokaiselle neliömatriisille  $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$  pätee*

$$A \operatorname{adj}(A) = I \det(A).$$

**Lemma 26.2** *Gammafunktioille pätee*

$$\Gamma(n+1) = n\Gamma(n) \quad \text{sekä} \quad \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}.$$



# Ympäristöt: kertaus



## Muista komennot

- `\newcommand ja`

- `\newtheorem.`

Kaikki muut yksityiskohdat löydät nopeasti ohjekirjoista, online-helpistä ( vaikka

<http://www.giss.nasa.gov/latex/>,

jos et muualta löydä) tai laittamalla Googleen sopivan hakusanan.



# Komennot



Joskus halutaan vain yksinkertainen komento, esimerkiksi

```
\varoitus{teksti}. Määritellään
```

```
\newcommand{\varoitus}[1]{%
```

```
\begin{center}
```

```
\Large
```

```
\shadowbox{
```

```
\textbf{
```

```
\fontfamily{pag}\selectfont #1}}}
```

```
\end{center}
```

```
}
```



# Komennot...

jolloin komennon

```
\varoitus{ortogonaalit $\neq$ ortonormaalit!}
```

tulokseksi saadaan

**ortogonaalit  $\neq$  ortonormaalit!**





# Huomioita edelliseen



- `\shadowbox{ }` saadaan käyttöön paketista `fancybox`. Vastaavia enemmän ja vähemmän hyödyllisiä paketteja on pilvin pimein — älä keksi pyörää uudelleen. Katso ensi CTANista (Comprehensive TeX Archive Network).
- jotta voimme määritellä loogisia komentoja  $\text{\LaTeX}$ in omien lisäksi, pitää opetella hieman typografisia komentoja.





# Osa 3: $\text{\LaTeX}$ in typografiset komennot



# Typographical markup



Ideana on kuvata rakenteet millintarkasti:


- laatikot
- viivat
- välimatkat
- ...



# Käytännössä



Tutkitaan joitain yleisimpiä komentoja.

- `\rule[voffset]{width}{height}`  
esimerkiksi `Foo\rule[-5pt]{2cm}{1ex}`:  
Foo .

- `\framebox[width][pos]{text}`  
esimerkiksi `\framebox[9cm][s]{a b c}`:

a	b	c
---	---	---

missä `s=stretch` (tai sitten `l=left`, `r=right`).



# Käytännössä...



- `\makebox[width][pos]{text}`  
sama kuin `framebox`, mutta ilman reunoja
- `\fbox{text}`  
lyhyt muoto, ei argumentteja:  
`\fbox{tarkasta tämä!}`  

tarkasta tämä!
- `\mbox{text}`  
aluksi turhan oloinen `\mbox{entä nyt?}`  
→ `entä nyt?` muuttaa sisältönsä jakamattomaksi yksiköksi. Tätä tarvitsemme vielä, ja monesti.



# Käytännössä...



- `\vspace*{height}` ja `\hspace*{width}`  
`\hspace*{3cm}` siirtää meidät 3cm oikealle (tai alas, jos `vspace`). Negatiiviset arvot siirävät vasemmalle (tai ylös). Tähtimuoto on käsky, ilman tähteä kyseessä on kehoitus.
- `\parbox[pos][height][ipos]{width}{text}`  
on laatikko, jonne voimme kerätä kamaa. Esimerkiksi  
`\fbox{\parbox[t][1cm][c]{4cm}{loo-\\ta}}`

loo-  
ta



# Käytännössä...

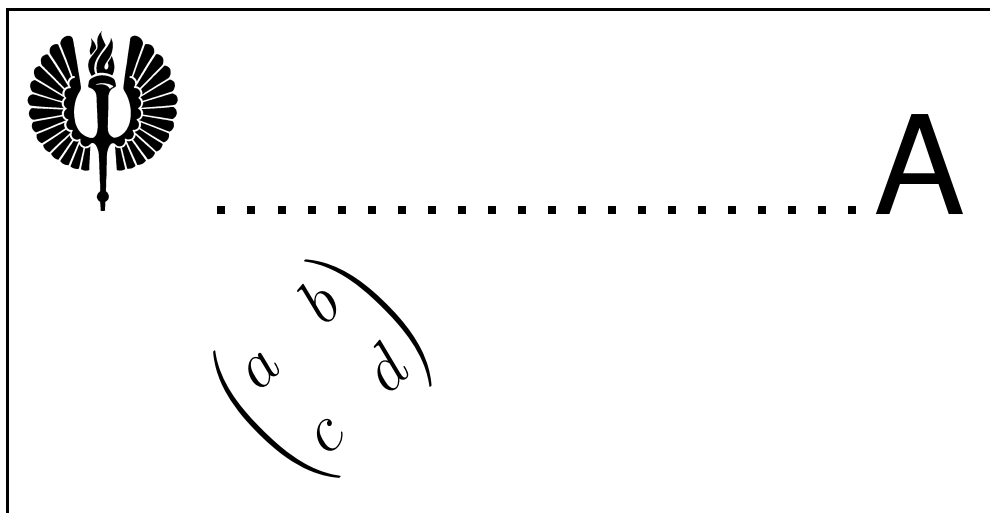


- `pos` voi olla `t=top line` tai `b=bottom line`
- `ipos` voi olla `t=top`, `b=bottom`, `c=centered` ja `s=stretched`
- `parbox` käyttäytyy miltei kuten sivu, ja sitä voi käsitellä yhtenä elementtinä.



# Käytännössä...

```
\fbox{\parbox[t][3cm][t]{6cm}{%  
  \includegraphics[width=1cm]  
  {soihtu} \dotfill {\Huge A} \\  
  \hspace*{1cm}\rotatebox{45}{%  
    $\scriptstyle\begin{pmatrix}$  
      a & b \\ c & d \end{pmatrix}$}}  
}
```





# Käytännössä...



Mitä äskeisessä tapahtui?

- `\fbox` teki laatikkomme näkyväksi,
- `\includegraphics` latsi kuvan,
- `\dotfill` täytti tyhjän tilan pisteillä ja
- `\hspace*` siirsi «kynää» vaakasuunnassa.

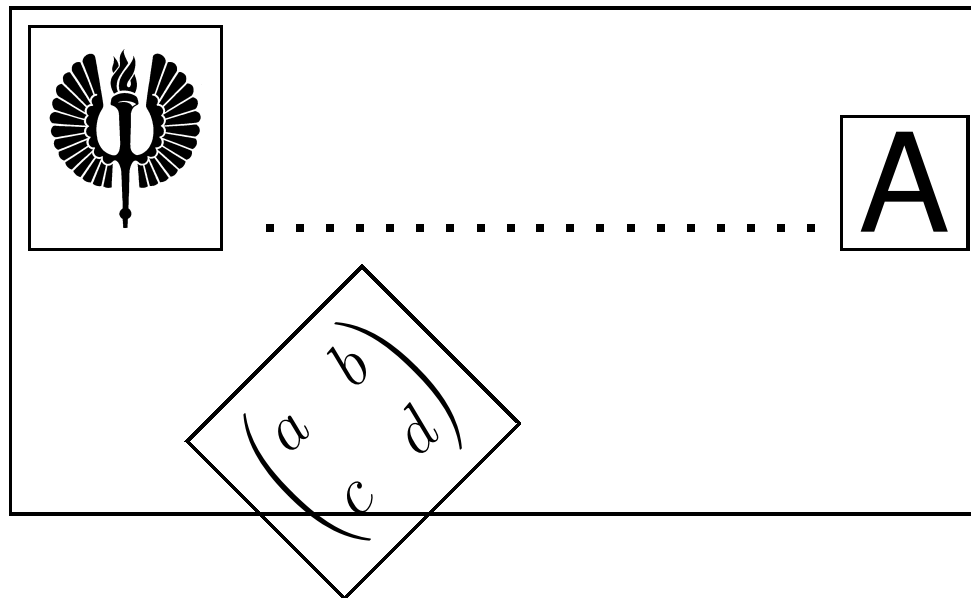
Otetaan sama uudelleen ja laatikoidaan **kaikki** elementit.



# Käytännössä...



Nyt nähdään, mitä todella tapahtuu



paitsi että reunukset vievät tilaa, jolloin  $2 \times 2$  matriisimme ei mahdu enää laatikkoon.



# Johtopäätökset



Lisäksi näimme, että  $\text{\LaTeX}$ -koodi menee mutkikkaan näköiseksi, jos rakennamme monimutkaisia elementtejä  
→ juuri tässä on  $\text{\LaTeX}$ in idea: Tekstin looginen rakenne ja muotoilunäpertelyt pidetään erillään ja **eri** tiedostoissa.

- Kaikkea voi säätää ja
- kukaan ei halua säätää kaikkea,

mutta kokemuksesta tiedetään, että kaikki haluavat säätää kirjasintyyliä. Tutkitaan tätä erikseen.



# Kirjasintyyli



Helppointa on vaihtaa dokumentin tyyli kerralla ja yhtenäisesti lataamalla jokin valmis tyylipaketti (`.sty`) heti otsikossa:

```
\usepackage{tvyli}
```

missä tyyli on mahdollisesti jokin listasta `helvet`, `palatino`, `avant`, `charter`, `bookman`, `newcent` tai `times` (jotka ovat valmiina teTeX-jakelussa).

Kirjasinta voi vaihtaa valitun perustyylin sisällä kuvailevin komennoin, esimerkiksi `{\large }` ja `{\small }`.



# Kirjasintyyli...



<code>{\tiny Jänis}</code>	Jänis
<code>{\scriptsize Jänis}</code>	Jänis
<code>{\footnotesize Jänis}</code>	Jänis
<code>{\small Jänis}</code>	Jänis
<code>{\normalsize Jänis}</code>	Jänis
<code>{\large Jänis}</code>	Jänis
<code>{\Large Jänis}</code>	Jänis
<code>{\LARGE Jänis}</code>	Jänis
<code>{\huge Jänis}</code>	Jänis
<code>{\Huge Jänis}</code>	Jänis



# Kirjasintyyli...



## Huomioita:

- Komennot eivät ole funktioita vaan julistuksia:  
`\large` = tästä alkaen, tämän ympäristön loppuun käytetään suurta kirjasinta.
- Ympäristö on mikä tahansa `\begin{ } ... \end{ }`-lohko tai aaltosulkeet `{ ... }`.
- Kannattaa käyttää aaltosulkeita. Normaalikirjasinta ei tarvitse erikseen vaihtaa takaisin `\normalsize`-käskyllä.
- Kalvolla kolme viimeistä kokoa olivat samat.



# Kirjasintyyli...



Triviaa:

K: Miten tehdään H-U-G-E!! Jänis?

V: `\scalebox{4}{Jänis}`

Jänis



# Kirjasintyyli...



Lisäksi on käytössä funktiot

<code>\texttt{Jänis}</code>	Jänis
<code>\textit{Jänis}</code>	<i>Jänis</i>
<code>\textbf{Jänis}</code>	<b>Jänis</b>
<code>\textsl{Jänis}</code>	<i>Jänis</i>
<code>\textsc{Jänis}</code>	JÄNIS
<code>\underline{Jänis}</code>	<u>Jänis</u>





# Kirjasintyyli...



Nämä komennot riittävät mainiosti tyylikkään tekstin tekoon.

Lisää kirjasimia voi etsiskellä L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-jakelustaan metsästäämällä `.fd` (font definition) -tiedostoja.

Esimerkiksi `t1pbk.fd` (T1 encoded postscript Bookman font definition) otetaan käyttöön käskyllä

```
\fontfamily{pbk}\selectfont  
JepJep!
```

JepJep!



# Kirjasintyyli...



Kannattaa määritellä joukko komentoja, jotka vastaavat järjestelmään asennettuja kirjasimia:

```
\newcommand{\avantgar}[1]{  
{\fontfamily{pag}\selectfont #1}}
```

jne...

```
\newcommand{\bookman}[1]{{\fontfamily{pbk}\selectfont #1}}  
\newcommand{\courier}[1]{{\fontfamily{pcr}\selectfont #1}}  
\newcommand{\cmodern}[1]{{\fontfamily{cmr}\selectfont #1}}  
\newcommand{\helvetic}[1]{{\fontfamily{phv}\selectfont #1}}  
\newcommand{\newcent}[1]{{\fontfamily{pnc}\selectfont #1}}  
\newcommand{\tmroman}[1]{{\fontfamily{ptm}\selectfont #1}}  
\newcommand{\script}[1]{{\fontfamily{pzc}\selectfont #1}}
```



# Kirjasintyyli...



Näin saadaan L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xin ideaan hyvin istuvat komennot

<code>\avantgar{Jänis}</code>	Jänis
<code>\bookman{Jänis}</code>	<b>Jänis</b>
<code>\courier{Jänis}</code>	Jänis
<code>\cmodern{Jänis}</code>	Jänis
<code>\helvetic{Jänis}</code>	<b>Jänis</b>
<code>\tmroman{Jänis}</code>	Jänis
<code>\script{Jänis}</code>	<i>Jänis</i>

joilla onkin ilo turmella muuten tyylikäs dokumentti!



# Johtopäätökset...

Toimiva strategia Pro graduun, luentomonisteeseen ja vastaaviin:

- Tee kansisivu suoraan, seuraavalla kerralla se menee kuitenkin uusiksi.
- Kirjoita teksti mahdollisimman puhtaalla  $\text{\LaTeX}$ illa, ja mahdollisesti AMS:n (American Mathematical Society) makroilla  $\rightarrow$  siirrettävyys.
- Tee oma tyylitiedosta tai lataa jokin valmis.
- Pikkujutut, kuten lyhyet omat komennot tiedoston alkuun ennen `\begin{document}` avainsanaa



# Johtopäätökset...



- Dokumentti, jossa on  $\text{\LaTeX}$ -koodia, vanhaa  $\text{\TeX}$ -koodia ja tekstiä täydessä sekamelskassa on painajainen päivittää tai lähettää lehteen.
- $\text{\LaTeX}$  on iso ohjelmisto ja käyttäjistä suurin osa hallitsee vain alkeet, mikä riittääkin usein mainiosti!





# Osa 4: Matematiikan ladonta



# Matematiikan ladonta



Tekstiin tulevat kaavat kirjoitetaan \$\$-merkkien väliin näin:  $\sum_{k=1}^{\infty} a_k$ , jolloin saadaan  $\sum_{k=1}^{\infty} a_k$ . Omalle rivilleen tulevat kaavat kirjoitetaan  $\begin{equation} \dots \end{equation}$  tai  $[\dots]$ -ympäristöihin, jolloin saadaan

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k \quad (1)$$

ja

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k.$$



# Matematiikan ladonta...



Huomaa ero indeksien sijoittelussa (yläpuolella vai yläkulmassa).

Triviaa: tyyli voidaan pakottaa myös käskyillä

- `\textstyle`

- `\displaystyle`





# Matematiikan ladonta...

Matematiikkatilassa kirjamet, eli muuttujat ja vakiot, ladotaan vinokirjaimin ja välilyönnit jätetään huomiotta:

```
\begin{equation}
I(x) := a_1^2 b_{1,2} c x .
\end{equation}
```

tuottaa kaavan

$$I(x) := a_1^2 b_{1,2} c x. \quad (2)$$

(Triviaa: jos kaavat ovat osa lausetta, niiden perään laitetaan välimerkit käytetyn kielen sääntöjen mukaan. Suomen ja englannin pilkutussäännöt eivät ole samat!)



# Matematiikan ladonta...

## Merkeillä

# \$ % & ~ \_ ^ \ { } ' ,

on erikoistulkinta; vertaa  $f'$  ja  $f'$ . Jos muita edellisistä merkeistä halutaan kaavoihin, on kirjoitettava

$\backslash \#$   $\backslash \$$   $\backslash \%$   $\backslash \&$   $\backslash \_$   $\backslash \{$   $\backslash \}$  ,

esimerkiksi

$\backslash [ \backslash \mathrm{mathcal{L}} \backslash \{ f \} (s) :=$   
 $\backslash \int_0^\infty f(t) e^{-st} dt \backslash ]$

$$\mathcal{L}\{f\}(s) := \int_0^\infty f(t)e^{-st}dt$$



# Matematiikan ladonta...



- Koska näppäimistöltä puuttuu suurin osa matematiikan merkinnoista, erikoiskäskyjä tarvitaan paljon
- Käskyt oppii helpoiten esimerkein ja itse kirjoittamalla.

Käydään seuraavassa ladontaa läpi esimerkkien avulla.



# Ylä- ja alaindeksit



Ylä- ja alaindeksit saadaan käskyillä  $\wedge$  ja  $\_$ .

$\backslash [ \ V^2\_1 \ \geq \ V_{21} \ \backslash ]$

$$V_1^2 \geq V_{21}$$

Jos indeksejä on monta, ne pitää ryhmitellä aaltosulkein.



# Rationaalilausekkeet



`\[ \frac{a}{b} \]`

`\[ \sqrt{2} \approx 1.4142 \]`

$$\frac{a}{b}$$

$$\sqrt{2} \approx 1.4142$$



# Rationaalilausekkeet...

```
\[ \left( \frac{\sqrt[3]{z-1}}{2} \right)^2 \]
```

$$\left( \frac{\sqrt[3]{z-1}}{2} \right)^2$$



# Rationaalilausekkeet...



Kertaus:

- Murtoluku:  $\frac{\text{numerator}}{\text{denominator}}$
- Juuri:  $\sqrt{\phantom{x}}$  ja  $\sqrt[n]{\phantom{x}}$  (!)
- Käskyillä  $\left( \text{ja} \right)$  saadaan automaattisesti sopivan kokoiset sulut



# Rationaalilausekkeet...



Ketjumurtoluvut (continuous fractions):

$$\left[ a_0 + \cfrac{1}{\left\{ a_1 + \cfrac{1}{\left\{ a_2 + \cfrac{1}{\{ a_3 \} } \right\} } \right\} } \right]$$

$$a_0 + \frac{1}{a_1 + \frac{1}{a_2 + \frac{1}{a_3}}}$$





# Derivaatat



```
\[ \frac{dy}{dt} = f(y;\lambda) \]  
\[ \frac{\partial u}{\partial t} = \kappa^2  
  \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}  
        + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}  
        + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}  
  \right) \]
```

$$\frac{dy}{dt} = f(y; \lambda)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \kappa^2 \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right)$$



# Raja-arvot, summat, integraalit

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{3x^2 + 7x^3}{x^2 + 5x^4} = 3.$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{3x^2 + 7x^3}{x^2 + 5x^4} = 3.$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{2^k} = \frac{\pi^2}{6}$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{2^k} = \frac{\pi^2}{6}$$



# Raja-arvot, summat, itegraalit...

$$\int_{-\infty}^{\infty} \sin(x) \, dx = \pi$$

$$\oint_{\partial C} h(z) \, dz = 0$$



# Raja-arvot, summat, itegraalit...

$$\int_{-\infty}^{\infty} \sin(x) \, dx = \pi$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \sin(x) \, dx = \pi$$

$$\oint_{\partial C} h(z) \, dz = 0$$

$$\oint_{\partial C} h(z) \, dz = 0$$



# Kertaus ja triviaa



- Ylä- ja alaindeksit käskyillä  $\wedge$  ja  $\_$
- Kaavaan voi pakottaa välilyönnin käskyllä  $\backslash$  (takakeno + välilyönti)
- Käsky `\limits` latoo ylä- ja alaindeksit näkyvämmiin



# Välilyönneistä kaavoissa

$\backslash [ a \backslash , b \backslash ]$

$\backslash [ a \backslash : b \backslash ]$

$\backslash [ a \backslash b \backslash ]$

$\backslash [ a \backslash ! b \backslash ]$

$a b$

$a b$

$a b$

$ab$

- Viimeinen käsky  $\backslash !$  on negatiivinen välilyönti.
- Käytä hienosäätöä säästäten



# Kirjasintyyli



Matematiikkatilassa leipätekstin kirjasinkomennot eivät toimi. Tarjolla on näiden sijaan komennot

$A$	$A$
<code>\mathrm{A}</code>	$A$
<code>\mathbf{A}</code>	$\mathbf{A}$
<code>\mathbb{A}</code>	$\mathbb{A}$
<code>\mathcal{A}</code>	$\mathcal{A}$

joista kaksi viimeistä toimii vain isoille kirjaimille.



# Kirjasintyyli, esimerkkejä

$$\dot{M}_{\mathrm{CO}_2}$$

$$\alpha \in \mathbb{C}, \mathbf{v} \in X \Rightarrow \alpha \mathbf{v} \in X$$

- Kemialliset kaavat kirjoitetaan pystykirjaimin
- (Modernissa kirjallisuudessa vektorit jätetään usein koristelematta; kirjoitetaan vain  $v \in X$ )





# Kirjasinten koko



Kirjasinten kokoa muutetaan samoin eri komennoin:

<code>{\scriptscriptstyle \sum}</code>	$\Sigma$
<code>{\scriptstyle \sum}</code>	$\Sigma$
<code>{\textstyle \sum}</code>	$\Sigma$
<code>{\displaystyle \sum}</code>	$\Sigma,$



# Funktioiden nimet



$\text{\LaTeX}$ tuntee tavallisimmat funktioiden nimet:

$$\text{\[ \cos (\pi) = -1 \]}$$
$$\cos(\pi) = -1$$

$$\text{\[ \sin (0) = 0 \]}$$
$$\sin(0) = 0$$



# Funktioiden nimet...



Tunnettuja nimiä ovat

<code>\arccos</code>	<code>\cos</code>	<code>\csc</code>	<code>\exp</code>	<code>\ker</code>	<code>\limsup</code>
<code>\min</code>	<code>\sinh</code>	<code>\arcsin</code>	<code>\cosh</code>	<code>\def</code>	<code>\gcd</code>
<code>\lg</code>	<code>\ln</code>	<code>\Pr</code>	<code>\sup</code>	<code>\arctan</code>	<code>\cot</code>
<code>\det</code>	<code>\hom</code>	<code>\lim</code>	<code>\log</code>	<code>\sec</code>	<code>\tan</code>
<code>\arg</code>	<code>\coth</code>	<code>\dim</code>	<code>\inf</code>	<code>\liminf</code>	<code>\max</code>
<code>\sin</code>	<code>\tanh</code>				



# Funktioiden nimet...



Omia merkintöjä voi *julistaa* operaattoreiksi käskyllä  
`\operatorname`.

```
\[ \operatorname{arg min}_\Theta f(\Theta) \]
```

$$\operatorname{argmin}_{\Theta} f(\Theta)$$


# Funktioiden nimet...



Edellinen esimerkki kaipaa vielä hieman hienosäätöä:

$$\begin{array}{c} \backslash [ \quad \backslash \operatorname{operatorname}\{arg\ \min\} \_ \\ \quad \backslash \Theta \quad f(\backslash \Theta) \quad \backslash ] \\ \arg \min_{\Theta} f(\Theta) \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \backslash [ \quad \backslash \underset{\{\backslash \operatorname{operatorname}\{arg\ \min\}\}}{\Theta} \quad f(\backslash \Theta) \quad \backslash ] \\ \arg \min_{\Theta} f(\Theta) \end{array}$$



# Tekstin ja kaavojen sekoittaminen

$\text{\LaTeX}$ :

```
\[ S := \{ x \in \Omega \mid f(x) = c
```

$$\text{\mbox{ ja }} g(x) < 0 \}$$

```
\]
```

$$S := \{x \in \Omega \mid f(x) = c \text{ ja } g(x) < 0\}$$

$\text{AMS-}\text{\LaTeX}$ :

```
\[ S := \{ x \in \Omega \mid f(x) = c \text{ko}
```

$$\text{\text{ ja }} g(x) < 0 \}$$

```
\]
```

$$S := \{x \in \Omega \mid f(x) = c \text{ ja } g(x) < 0\}$$



# Kolme pistettä(...)

Kolme pistettä:

`\[ a_0 + a_2 + \cdots + a_n \]`

`\[ \ldots, \cdots, \ddots, \vdots \]`

$$a_0 + a_2 + \cdots + a_n$$

$$\ldots, \cdots, \ddots, \vdots$$



# Matemaattiset aksentit



<code>\underline{a}</code>	$\underline{a}$	<code>\overline{a}</code>	$\overline{a}$
<code>\hat{a}</code>	$\hat{a}$	<code>\check{a}</code>	$\check{a}$
<code>\tilde{a}</code>	$\tilde{a}$	<code>\acute{a}</code>	$\acute{a}$
<code>\grave{a}</code>	$\grave{a}$	<code>\dot{a}</code>	$\dot{a}$
<code>\ddot{a}</code>	$\ddot{a}$	<code>\breve{a}</code>	$\breve{a}$
<code>\bar{a}</code>	$\bar{a}$	<code>\vec{a}</code>	$\vec{a}$





# Normi ja sulut



Normi:

$$\| |a| x \| = |a| \|x\|$$

$$\|ax\| = |a| \|x\|$$



# Normi ja sulut...



Näkymätön sulku saadaan aikaan pisteellä:

$$\left[ \left( \frac{1+z}{1-z} \right) \right]$$
$$\left[ \left. \frac{du}{dx} \right|_{x=0} \right]$$

$$\left( \frac{1+z}{1-z} \right)$$

$$\left. \frac{du}{dx} \right|_{x=0}$$



# Moniriviset kaavat



```
\begin{eqnarray}
F(x) &= & \int_a^b I(u,x) du \quad \text{\nonumber} \\
&= & \frac{1}{\sqrt{\pi}} G(x) \\
\end{eqnarray}
```

$$\begin{aligned} F(x) &= \int_a^b I(u, x) du \\ &= \frac{1}{\sqrt{\pi}} G(x) \end{aligned} \quad (3)$$



# Moniriviset kaavat...



- `eqnarray` on kuten taulukko, mutta siinä on kiinteästi kolme riviä
- Numeroinnin voi kieltää komennolla `\nonumber`
- Jos numeroita ei haluta lainkaan, voidaan käyttää muotoa `\begin{eqnarray*}`  
`... \end{eqnarray*}`



# Matriisi



Kuten taulukko,

```
\[ \left[\begin{array}{ccc}1 & 0 & 2 \\0 & 2 & 0 \\0 & 0 & a\end{array}\right]
```

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & a \end{bmatrix}$$



# Matriisi...



tai AMS-paketilla:

```
\[ \begin{bmatrix}
1 & 0 & 2 \\
0 & 2 & 0 \\
0 & 0 & a \end{bmatrix}
```

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & a \end{bmatrix}$$



# Matriisi...



...tai ...

```
\[ \begin{pmatrix}
1 & 0 & 2 \\
0 & 2 & 0 \\
0 & 0 & a \end{pmatrix}
```

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & a \end{pmatrix}$$



# Paloittain määritelty funktiot

Kuten taulukko,

```
\[ |x| = \left\{ \begin{array}{rl} x & \text{\mbox{jos } $x \geq 0$}; \\ -x & \text{\mbox{jos } $x < 0$}}. \end{array} \right. \]
```

$$|x| = \begin{cases} x & \text{jos } x \geq 0; \\ -x & \text{jos } x < 0. \end{cases}$$





# Paloittain määritelty funktiot...

tai AMS-paketilla:

```
\[ |x| = \left\{ \begin{aligned} &x \text{ jos } x \geq 0; \\ &-x \text{ jos } x < 0. \end{aligned} \right. \\ \]
```

$$|x| = \begin{cases} x \text{ jos } x \geq 0; \\ -x \text{ jos } x < 0. \end{cases}$$



# Ryhmittely kaarisulkein

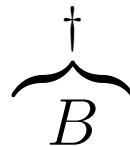


Kaavojen ylä- ja alapuolelle voi lisätä sulkeita:

`\[ \underbrace{A}_{\star} \]`



`\[ \overbrace{B}^{\dagger} \]`



# Ryhmittely kaarisulkein...

Esimerkki:

```
\[ y' = \overbrace{\underbrace{Ay}_{\text{linear part}} + \underbrace{By^R}_{\text{nonlinear part}}}^{\text{the driving force}} \]
```

$$y' = \overbrace{\underbrace{Ay}_{\text{linear part}} + \underbrace{By^R}_{\text{nonlinear part}}}^{\text{the driving force}}$$



# Laatikointi



Laatikon lisääminen kaavan ympärille:

`\[ \boxed{\frac{1}{1+x}} \]`

$$\boxed{\frac{1}{1+x}}$$

- Saattaa selventää esitystä
- ...tai sotkea lisää.



# Laatikoiti...



Esimerkki:

```
\begin{eqnarray*}
\|x - z\| &= & \|x\ \boxed{-y+y} - z\| \\
&\leq & \|x - y\| + \|y - z\|
\end{eqnarray*}
```

$$\begin{aligned}\|x - z\| &= \|x \boxed{-y + y} - z\| \\ &\leq \|x - y\| + \|y - z\|\end{aligned}$$



# AMS:n lisäkäskyt

Tällä kurssilla käytetään AMS-pakettien lisätyökaluja ilman eri mainintaa, mutta seuraavat käskyt ovat erityisesti AMS-paketista `amsmath`:

<code>\iint</code>	$\iint$
<code>\iiint</code>	$\iiint$
<code>\iiiiint</code>	$\iiiiint$
<code>\idotsint</code>	$\int \cdots \int$



# AMS:n lisäkäskyt...

```
\[ \sum_{\substack{k=1\dots n\\l=1\dots m\\k\neq l}} a_{k,l} \]
```

$$\sum_{\substack{k=1\dots n\\l=1\dots m\\k\neq l}} a_{k,l}$$



# AMS:n lisäkäskyt...

`\[ \overset{*}{A}, \underset{*}{B} \]`

$$\overset{*}{A}, \underset{*}{B}$$

`\[ \sideset{_a^b}{_c^d}\prod \]`

$$\prod_{a^b}^{c^d}$$




# Kreikkalaiset kirjaimet



<code>\alpha</code>	$\alpha$	<code>\beta</code>	$\beta$	<code>\gamma</code>	$\gamma$
<code>\delta</code>	$\delta$	<code>\epsilon</code>	$\epsilon$	<code>\varepsilon</code>	$\varepsilon$
<code>\zeta</code>	$\zeta$	<code>\eta</code>	$\eta$	<code>\theta</code>	$\theta$
<code>\vartheta</code>	$\vartheta$	<code>\iota</code>	$\iota$	<code>\kappa</code>	$\kappa$
<code>\lambda</code>	$\lambda$	<code>\mu</code>	$\mu$	<code>\nu</code>	$\nu$
<code>\xi</code>	$\xi$	<code>\pi</code>	$\pi$	<code>\varpi</code>	$\varpi$
<code>\rho</code>	$\rho$	<code>\varrho</code>	$\varrho$	<code>\sigma</code>	$\sigma$
<code>\varsigma</code>	$\varsigma$	<code>\tau</code>	$\tau$	<code>\upsilon</code>	$\upsilon$
<code>\phi</code>	$\phi$	<code>\varphi</code>	$\varphi$	<code>\chi</code>	$\chi$
<code>\psi</code>	$\psi$	<code>\omega</code>	$\omega$		



# Kreikkalaiset isot kirjaimet

Oma käskynsä on vain niille isoille kirjaimille, joita ei näppäimistöllä ole valmiiksi:

<code>\Gamma</code>	$\Gamma$	<code>\Delta</code>	$\Delta$	<code>\Theta</code>	$\Theta$
<code>\Lambda</code>	$\Lambda$	<code>\Xi</code>	$\Xi$	<code>\Pi</code>	$\Pi$
<code>\Sigma</code>	$\Sigma$	<code>\Upsilon</code>	$\Upsilon$	<code>\Phi</code>	$\Phi$
<code>\Psi</code>	$\Psi$	<code>\Omega</code>	$\Omega$		



# Symbolit: relaatiot



<code>\approx</code>	$\approx$	<code>\asymp</code>	$\asymp$	<code>\bowtie</code>	$\bowtie$
<code>\cong</code>	$\cong$	<code>\dashv</code>	$\dashv$	<code>\doteq</code>	$\doteq$
<code>\equiv</code>	$\equiv$	<code>\frown</code>	$\frown$	<code>\ge</code> <b>tai</b> <code>\geq</code>	$\geq$
<code>\gg</code>	$\gg$	<code>\in</code>	$\in$	<code>\le</code> <b>tai</b> <code>\leq</code>	$\leq$
<code>\ll</code>	$\ll$	<code>\mid</code> <b>tai</b> <code> </code>	$ $	<code>\models</code>	$\models$
<code>\neq</code>	$\neq$	<code>\ni</code>	$\ni$	<code>\notin</code>	$\notin$



# Symbolit: relaatiot...



<code>\parallel</code>	$\parallel$	<code>\prec</code>	$\prec$	<code>\preceq</code>	$\preceq$
<code>\perp</code>	$\perp$	<code>\propto</code>	$\propto$	<code>\sim</code>	$\sim$
<code>\simeq</code>	$\simeq$	<code>\smile</code>	$\smile$	<code>\sqsubseteq</code>	$\sqsubseteq$
<code>\sqsupseteq</code>	$\sqsupseteq$	<code>\subset</code>	$\subset$	<code>\subseteq</code>	$\subseteq$
<code>\succ</code>	$\succ$	<code>\succeq</code>	$\succeq$	<code>\supseteq</code>	$\supseteq$
<code>\supseteq</code>	$\supseteq$	<code>\vdash</code>	$\vdash$		



# Symbolit: binäärioperaattorit



<code>\amalg</code>	$\amalg$	<code>\ast</code>	$*$
<code>\bullet</code>	$\bullet$	<code>\bigcirc</code>	$\bigcirc$
<code>\bigtriangledown</code>	$\bigtriangledown$	<code>\bigtriangleup</code>	$\bigtriangleup$
<code>\cap</code>	$\cap$	<code>\cdot</code>	$\cdot$
<code>\circ</code>	$\circ$	<code>\cup</code>	$\cup$
<code>\dagger</code>	$\dagger$	<code>\ddagger</code>	$\ddagger$
<code>\diamond</code>	$\diamond$	<code>\div</code>	$\div$
<code>\mp</code>	$\mp$	<code>\odot</code>	$\odot$



# Symbolit: binäärioperaattorit...



<code>\ominus</code>	$\ominus$	<code>\oplus</code>	$\oplus$
<code>\oslash</code>	$\oslash$	<code>\otimes</code>	$\otimes$
<code>\pm</code>	$\pm$	<code>\setminus</code>	$\setminus$
<code>\sqcap</code>	$\sqcap$	<code>\sqcup</code>	$\sqcup$
<code>\star</code>	$\star$	<code>\times</code>	$\times$
<code>\triangleleft</code>	$\triangleleft$	<code>\triangleright</code>	$\triangleright$
<code>\uplus</code>	$\uplus$	<code>\vee</code>	$\vee$
<code>\wedge</code>	$\wedge$	<code>\wr</code>	$\wr$



# Symbolit: nuolet



<code>\downarrow</code>	$\downarrow$
<code>\Downarrow</code>	$\Downarrow$
<code>\hookleftarrow</code>	$\hookleftarrow$
<code>\hookrightarrow</code>	$\hookrightarrow$
<code>\leftarrow</code> tai <code>\gets</code>	$\leftarrow$
<code>\Leftarrow</code>	$\Leftarrow$
<code>\leftharpoondown</code>	$\leftharpoondown$
<code>\leftharpoonup</code>	$\leftharpoonup$
<code>\leftrightarrow</code>	$\leftrightarrow$
<code>\Leftrightarrow</code>	$\Leftrightarrow$



# Symbolit: nuolet...



<code>\longleftarrow</code>	$\longleftarrow$
<code>\Longleftarrow</code>	$\Longleftarrow$
<code>\longleftrightarrow</code>	$\longleftrightarrow$
<code>\Longleftrightarrow</code>	$\Longleftrightarrow$
<code>\longmapsto</code>	$\longmapsto$
<code>\longrightarrow</code>	$\longrightarrow$
<code>\Longrightarrow</code>	$\Longrightarrow$
<code>\mapsto</code>	$\mapsto$
<code>\nearrow</code>	$\nearrow$
<code>\nwarrow</code>	$\nwarrow$





# Symbolit: nuolet...



`\rightarrow` tai `\to`  $\rightarrow$

`\Rightarrow`  $\Rightarrow$

`\rightharpoonup`  $\rightharpoonup$

`\rightharpoonup`  $\rightharpoonup$

`\rightleftharpoons`  $\rightleftharpoons$

`\searrow`  $\searrow$

`\swarrow`  $\swarrow$

`\uparrow`  $\uparrow$

`\Uparrow`  $\Uparrow$

`\updownarrow`  $\updownarrow$

`\Updownarrow`  $\Updownarrow$



# Symbolit: isot symbolit



<code>\sum</code>	$\Sigma$	<code>\int</code>	$\int$	<code>\oint</code>	$\oint$
<code>\prod</code>	$\prod$	<code>\coprod</code>	$\coprod$	<code>\bigcap</code>	$\bigcap$
<code>\bigcup</code>	$\bigcup$	<code>\bigsqcup</code>	$\bigsqcup$	<code>\bigvee</code>	$\bigvee$
<code>\bigwedge</code>	$\bigwedge$	<code>\bigodot</code>	$\bigodot$	<code>\bigotimes</code>	$\bigotimes$
<code>\bigoplus</code>	$\bigoplus$	<code>\biguplus</code>	$\biguplus$		





# Osa 5: Grafiikka



# Kuvien liittäminen



Kuvien liittäminen tekstiin tuli arkipäiväiseksi vasta 90-luvun alussa. Tästä syystä  $\text{\LaTeX}$ in kuvankäsittelykomennot ladataan vieläkin erikseen:

```
\usepackage{graphicx}
```

```
\usepackage{color}
```

**tai**

```
\usepackage{graphicx,color}
```

**tai**

```
\usepackage[dvips]{graphicx,color}
```

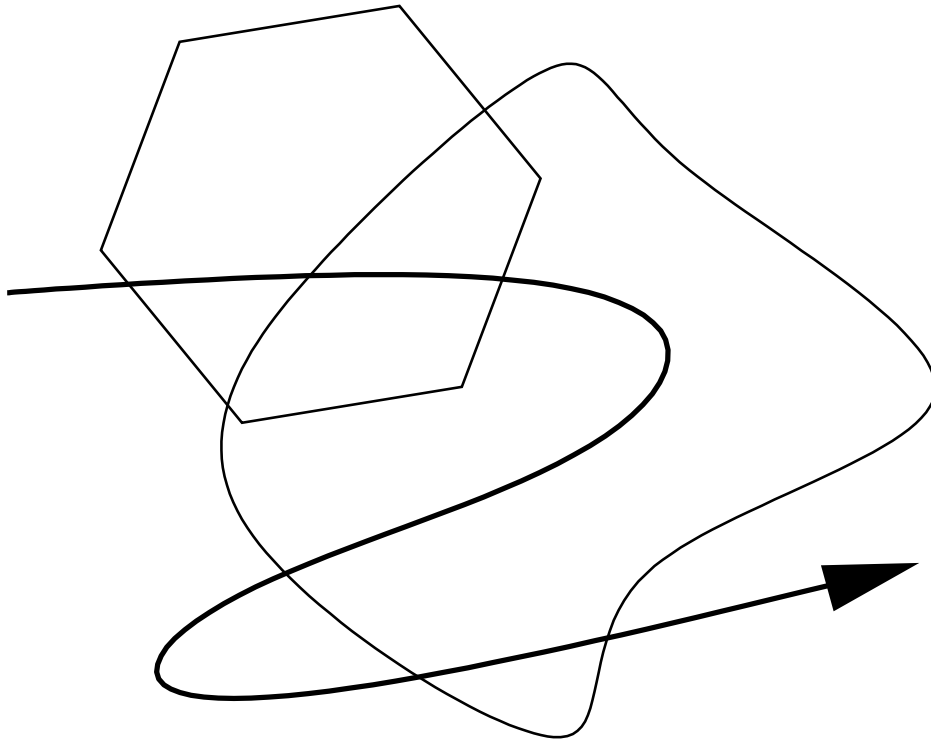
jos edelliset eivät toimi.



# Kuvien liittäminen...

Esimerkki:

```
\includegraphics{foo}
```



# Kuvien liittäminen...



- `\includegraphics{kuvatiedosto}` liittää kuvan
- Kuvan tiedostopääte jätettiin tahallaan kirjoittamatta:  $\text{\LaTeX}$  ja  $\text{PDF\LaTeX}$  valitsevat kykynsä mukaan ne tiedostot, joita ne ymmärtävät:
- $\text{\LaTeX}$  lukee vain `.eps`-tiedostoja
- $\text{PDF\LaTeX}$  lukee `.pdf`, `.png` ja `.jpg` -tiedostoja, mutta **ei** `.eps`-tiedostoja  $\Rightarrow$  kätevää...



# Kuvien liittäminen...



## Kuvan kääntäminen

`.pdf ↔ .eps ↔ .png ↔ .jpg`

onnistuu kuitenkin vaivoitta.

- UNIXissa työ käy käskyillä `epstopdf` ja `pdftops` tai viimeistään
- GIMP ja ImageMagick -ohjelmilla, jotka saa Windowsiinkin.



# Kuvien liittäminen...



Kuvaa etsitään samasta hakemistosta, missä tekstikin on. Jos kuvia on paljon, ne kannattaa laittaa omaan alihakemistoonsa, jolloin kuviin pitää viitata joko

- suhteellisella polulla

`\includegraphics{kuvat/foo}` tai

- antamalla komento `\graphicspath{{}{}}...`

Esimerkki:

```
\graphicspath{{/home/arho/kuvat/}  
             {kuvat/}}  
\includegraphics{foo}
```

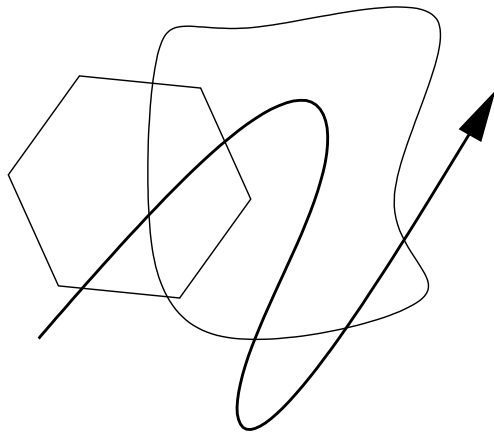




# `\includegraphics[]{}`

`\includegraphics` hyväksyy valinnaisiksi parametreikseen joukon avain-arvopareja. Esimerkiksi

```
\includegraphics[width=0.3\textwidth,  
angle=45]{foo}
```



# `\includegraphics[]{}...`

Yleisimmät lisäparametrit:

- `scale=number` skaalaa kuvaa alkuperäiseen kokoon verrattun
- `width=length` määrää leveyden
- `height=length` määrää korkeuden
- `angle=degrees` kääntää kuvaa matemaattisesti positiiviseen suuntaan

Huom! Pituus sisältää suureen, esim. `1.5cm` tai `0.2\textwidth`; numero on taas suureeton.



# Kuvaympäristöt

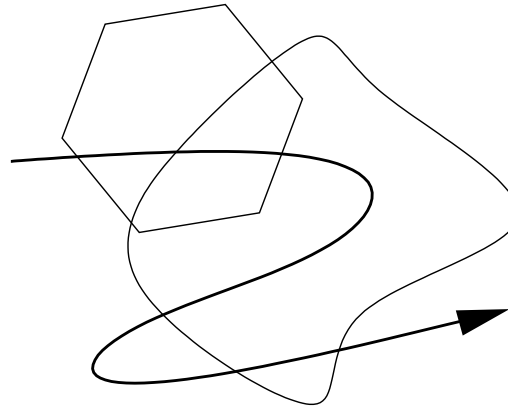


Usein kuvien liittäminen halutaan tehdä joustavasti ja numerointi automaattisesti. Esimerkki:

```
\begin{figure} [!htbp]
\begin{center}
\includegraphics[width=0.3\textwidth]{foo}
\caption{Härpäkkeen rakennekaavio}
\label{fg:foo}
\end{center}
\end{figure}
```



# Kuvaympäristöt...



Kuva 1: Härpäkkeen rakennekaavio

Kuvaan voi viitata myöhemmin käskyllä `\ref{fg:foo}`  
(mikä korvataan tekstissä kuvan numerolla).



# Kuvaympäristöt...



Lisäkommento [ !htbp ] tarkoittaa, että

- I really would like(!) to insert
- the picture right **here**, or at least,
- to the **top** or
- to the **bottom** of this page,
- and if this also fails, to a separate **picture** page.



# Kuvaympäristöt...



Lisäpaketilla `floatflt` kuva saadaan kiertämään tekstiä.

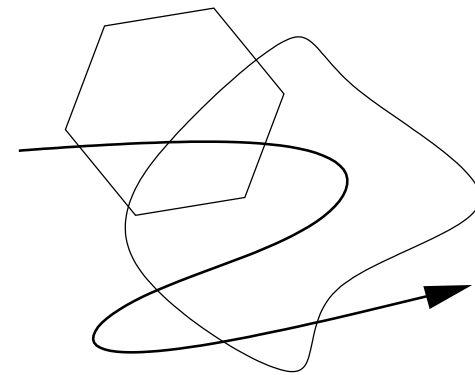
```
\begin{floatingfigure}{4cm}
\includegraphics[width=3cm]{foo}
\caption{Jep!}
\label{fg:fooii}
\end{floatingfigure}
```

Tähän voi sitten jorista,  
mitä kuvasta tulee mieleen...



# Kuvaympäristöt...

Tähän voi sitten jorista, mitä kuvas-  
ta tulee mieleen. Teksti väistää ku-  
vaa siihen asti kunnes kuva loppuu  
ja teksti mahtuu koko sivun levyi-  
seksi.



Kuva 2: Jep!



# Värit



Värit on helppointa ottaa käyttöön käskyllä

```
\usepackage[usenames]{color}
```

jolloin värejä ei tarvitse itse määritellä erikseen (valmiin värikartan voit ladata kurssin kotisivulta). Ikävä kyllä tämä ei toimi PDF<sub>L</sub>AT<sub>E</sub>Xin tapauksessa, vaan värit on määriteltävä käskyllä

```
definecolor{nimi}{järjestelmä}{määritelmä}
```

esimerkiksi

```
\definecolor{vihrea}{rgb}{0.61,0.78,0.05}
```

```
\colorbox{vihrea}{Vihreä}
```

Vihreä





# Värit...



Valmiilla väreillä leikkiminen on helppoa:

```
\colorbox{Dandelion}{Appelsiini}  
\fcolorbox{Red}{Green}{Päärynä}  
\textcolor{Blue}{  
\[ \sum_{k=1}^{\infty} a_k \]}
```

Appelsiini Päärynä

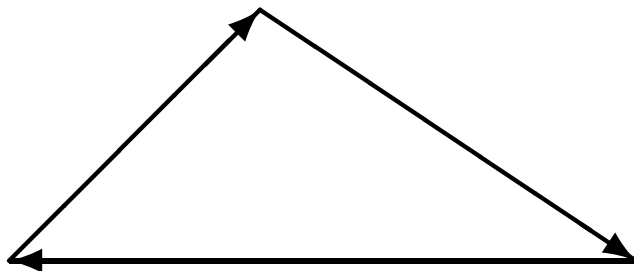
$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k$$



# Piirto L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xilla itsellään

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X sisältää itsessään mahdollisuuden piirtää yksinkertaisia käppyröitä. Esimerkki (Kopkan ja Dalyn kirjasta):

```
\setlength{\unitlength}{0.8cm}
\begin{picture}(5,2)\thicklines
  \put(5,0){\vector(-1,0){5}}
  \put(0,0){\vector(1,1){2}}
  \put(2,2){\vector(3,-2){3}}
\end{picture}
```



# Piirto...



Vertailun vuoksi PostScript-kieltä (K&D:n kirja):

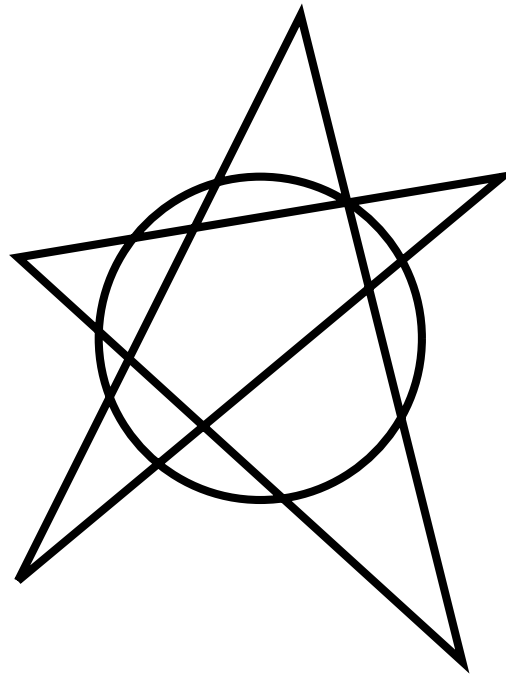
```
%!PS-Adobe-3.0 EPSF-3.0
%%BoundingBox: 169 158 233 242
220 200 moveto
200 200 20 0 360 arc
170 170 moveto
230 220 lineto
170 210 lineto
225 160 lineto
205 240 lineto
170 170 lineto
stroke
showpage
```



# Piirto...



Edellinen koodi tuottaa kuvan



Seuraavaksi mutkikkaampi esimerkki...



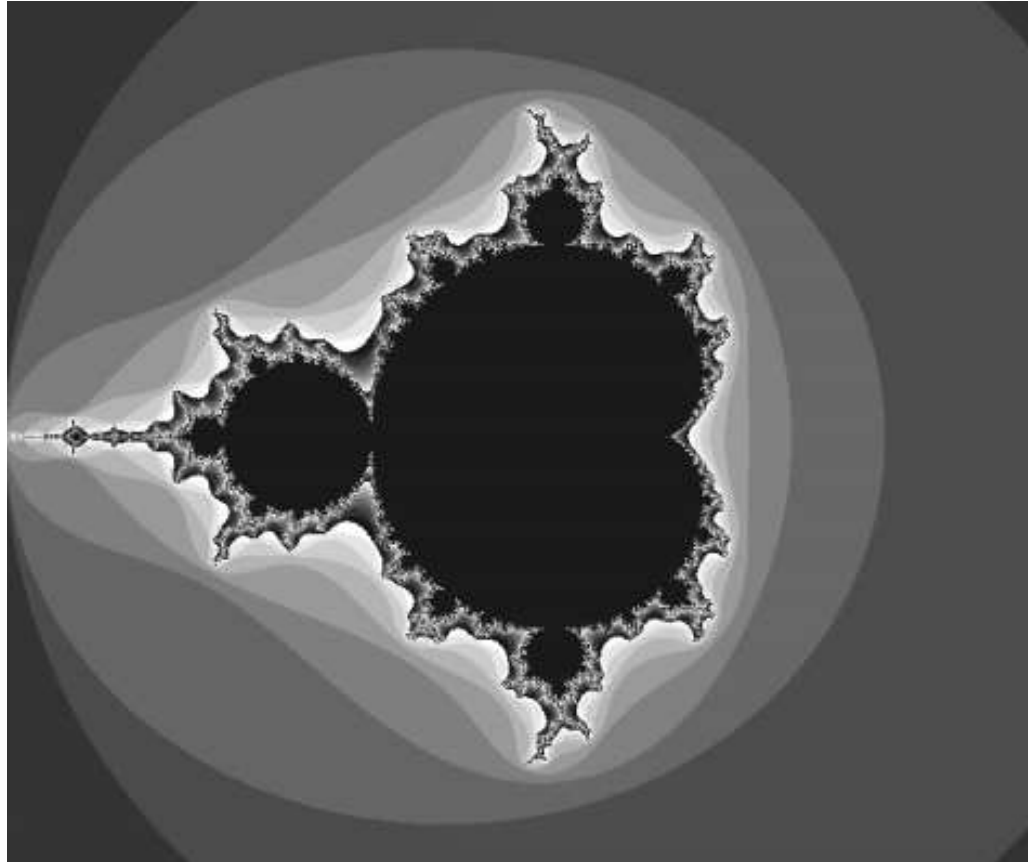
# Piirto...



```
%!ps
/iter 60 def /reso .005 def /sq { dup mul } def
/mod { 2 copy div floor mul sub } def /plot {
newpath moveto 1 0 rlineto stroke } def gsave
280 420 translate 260 2 div dup scale 2 260 div
setlinewidth -2 reso 2 { /x exch def -2 reso 2 {
/y exch def /r 0 def /i 0 def /n 0 def iter { r
sq i sq add 4 gt { exit } if /rr r sq i sq sub x
add def /i 2 r mul i mul y add def /r rr def /n
n 1 add def } repeat n 10 mod .1 mul .1 add
setgray x y plot } for } for grestore showpage
```



# Piirto...



# Piirto...



- Komentokieliä käyttäen piirroksista tulee täsmällisiä, koska jokainen koordinaatti annetaan numerona.
- Käyttö vaatii aina erillisen opettelun.
- Kielet vaihtelevat *ilmaisuvoimaltaan*.  $\text{\LaTeX}$ in oma piirtoympäristö on tässä mielessä aika köyhä, sillä esimerkiksi viivan kaltevuus ei voi olla mielivaltainen.
- Useimmissa piirto-ohjelmissa on mahdollista antaa haluttaessa koordinaatteja, joten välttämätöntä syytä komentokielen opetteluun ei nykyään enää ole.

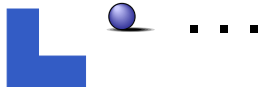


# Piirto...



Millä sitten kannattaa piirtää? Ohjelma kannattaa valita maun ja maksukyvyn mukaan. GNU:n General Public Licensen alaiset ohjelmat saa ladattua suoraan verkosta ja ne ovat periaatteessa kaikkein joustavimpia (koska lähdekoodikin on avointa).

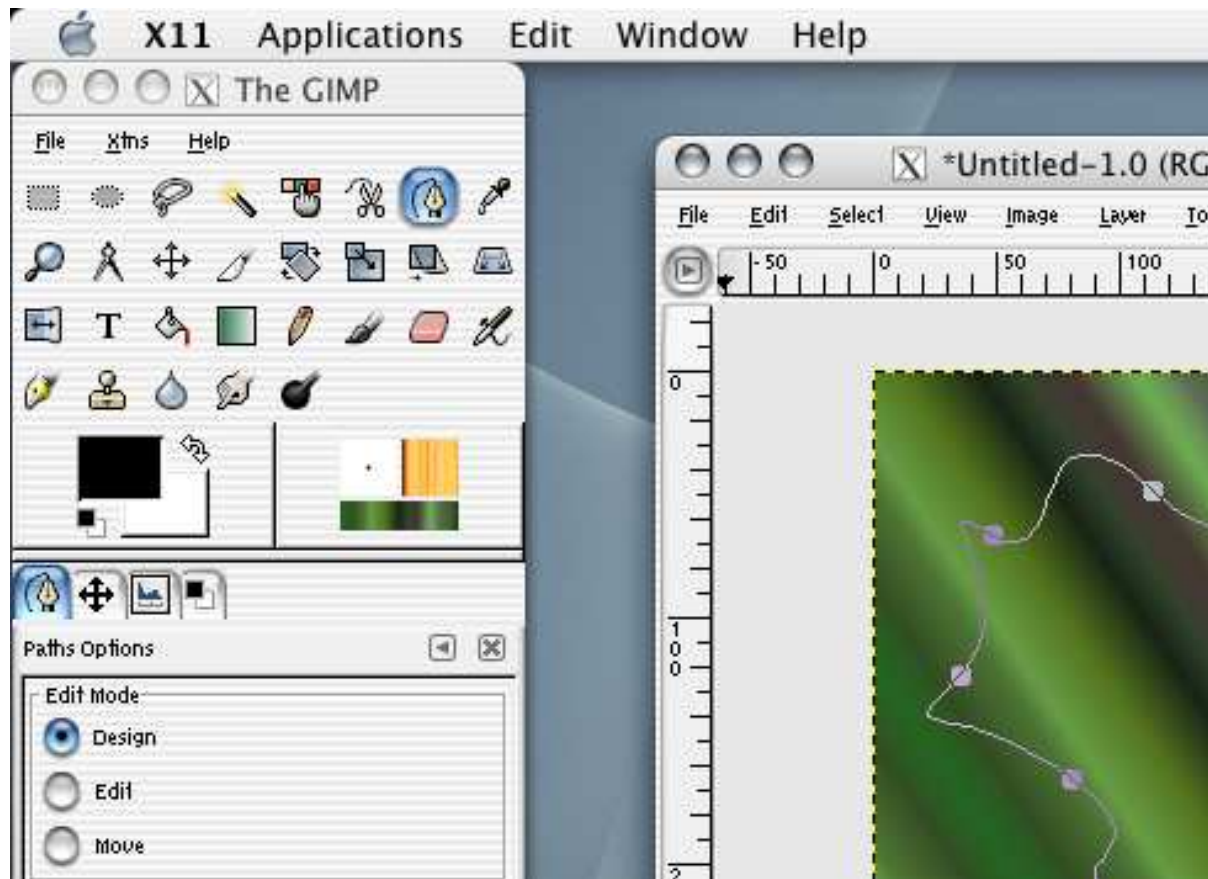
- GIMP on hyvä maalausohjelma
- Xfig on siedettävä vektoripiirto-ohjelma (Linuxille, Windowsille shareware-levitteinen WinFig)
- R ja gnuplot tuottavat mainioita matemaattisia graafeja





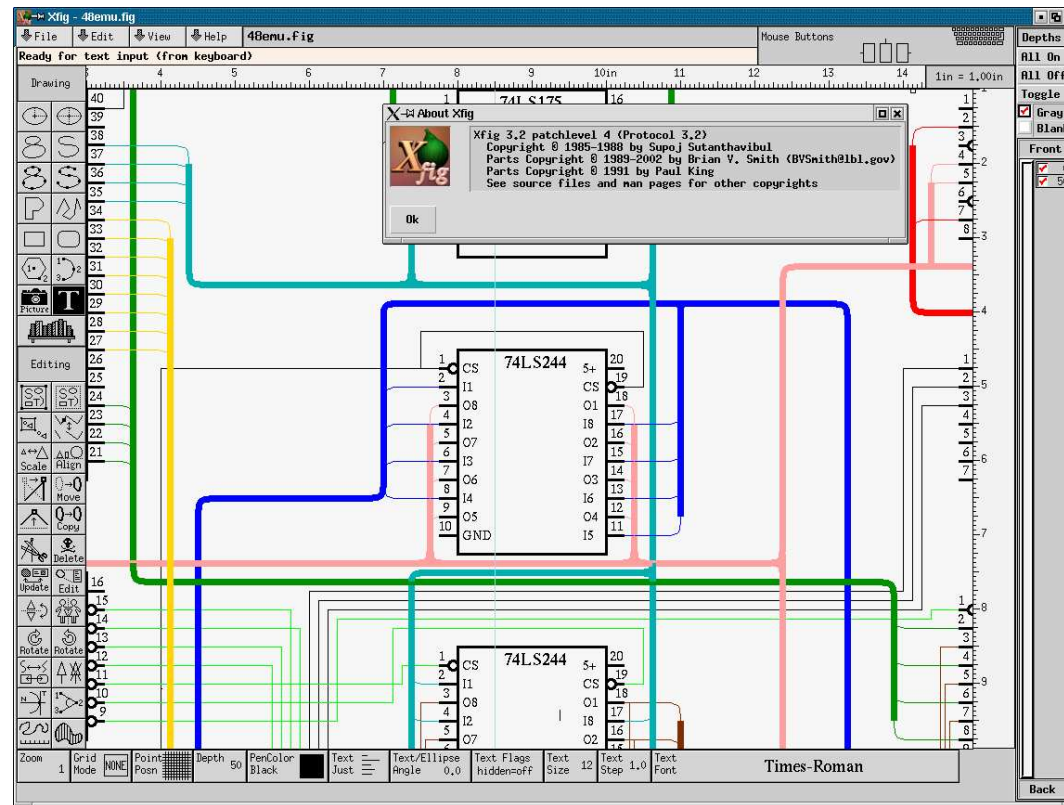
# Piirto...

Gimp on puhtaasti maalausohjelma, ja erinomainen sellainen



# Piirto...

Xfig on vanhaa perua ja sen käyttö poikkeaa kaikista nykyaikaisista ohjelmista. Ohjelma sinällään on mainio.



# Piirto...



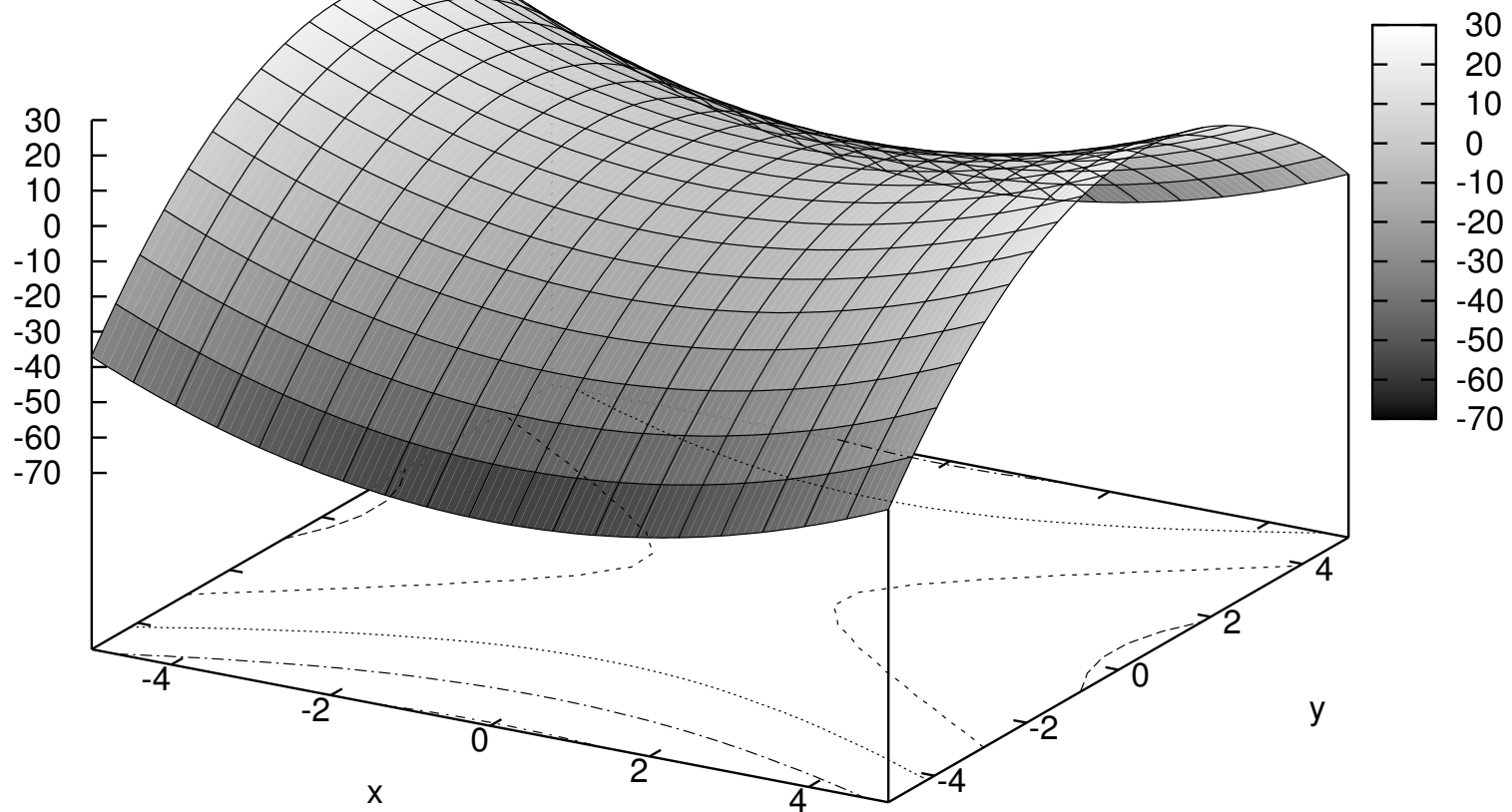
**Esimerkki** gnuplotin komentokielestä:

```
set pm3d
set contour base
set xrange [-5:5]
set yrange [-5:5]
set isosamples 20,20
set xlabel "x"
set ylabel "y"
unset key
set term post eps enhanced
set output "gnuplotex.eps"
splot x**2-2*y**2 + 2*y -2
```



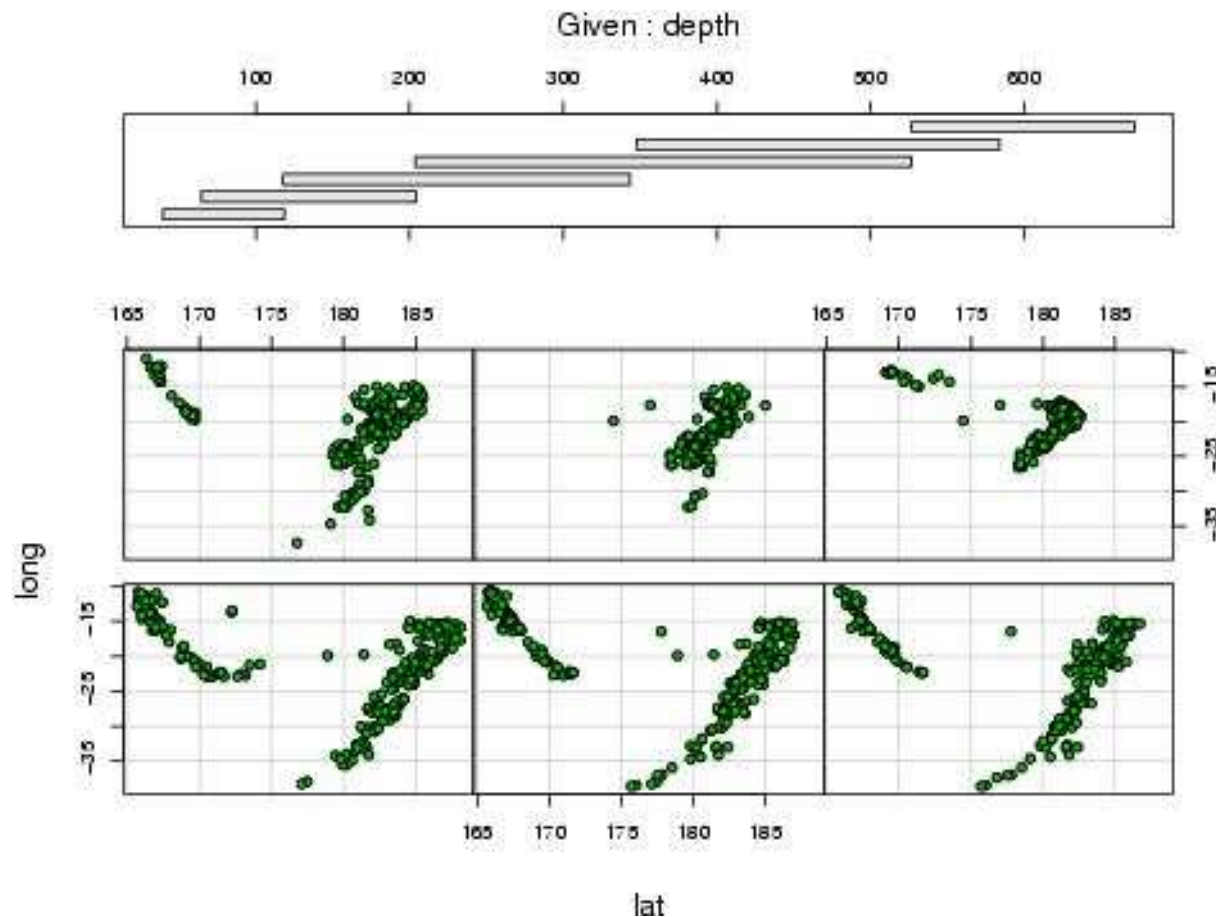
# Piirto...

Tämä tuottaa kuvan



# Piirto...

R on parhaimmillaan tilastollisten kuvaajien piirrossa.



# Piirto...



Kaupallisia vaihtoehtoja piirto-ohjelmiksi:

- CorelDraw!,
- Adobe Photoshop,
- Adobe Illustrator,...

sekä symbolisia ja numeerisia ohjelmia, joilla voi piirtää graafeja

- Maple,
- Mathematica,
- Matlab,...



# Osa 6: Muut työkalut

# Muiden työkalujen tarve

$\text{\LaTeX}$  on mainio taitto-ohjelma, mutta tuottavaan työhön tarvitaan vielä ainakin

- viitteidenhallintaa,
- piirto-ohjelmaa sekä toisinaan joitain
- eksoottisempia  $\text{\LaTeX}$ in lisäpaketteja.



# BibTeX



BibTeX on  $\text{\LaTeX}$ ia varten suunniteltu viitteidenhallintaohjelma (Oren Patashnik ja Leslie Lamport, 1985).

- Yksinkertainen ja laajennettava tiedostomuoto:
  - tietokantaa voi muokata vaikka käsin ja
  - kantaa käsitteleviä ohjelmia on helppo kirjoittaa.
- BibTeX-työkaluja on tarjolla pilvin pimein:
  - `bibttool`
  - `bibtex2html`
  - ...



# BibTeX...



BibTeX-tietokanta on puhdasta tekstiä. Esimerkki:

```
@Article{      gro67,  
  author    = {Fred S. Grodins and ...},  
  title     = {Mathematical analysis and ...},  
  journal   = {Journal of Applied Physiology},  
  volume    = {22},  
  number    = {2},  
  pages     = {260-276},  
  year      = {1967},  
  url       = {Grodins - Maadsotrcs.pdf}  
}
```



# BibTeX...



- Tietue alkaa tietueen tyypillä, esimerkiksi `@article`, `@book` tai `@techreport`.
- Ensin kirjoitetaan tietueen tunniste, jotta tekstissä voidaan tehdä viittaus komennolla `\cite{lyhenne}`.
- Kentät ovat avain-arvopareja, esimerkiksi `pages={260-276}`.
- Kaikki kentät erotellaan pilkuin.

Tietueen rakenne on siis

`@tyyppi{kenttä, kenttä, ..., kenttä}`



# BibTeX...



- Kirjoittajat tulevat järjestyksessä *etunimi sukunimi* ja
- joka henkilön väliin kirjoitetaan avainsana `and`.

J. Doe and O. Normalverbraucher and  
M. Meikäläinen and J. Teikäläinen

Viiteluettelon tarkan tyylin määrää erillinen tyylitiedosto, jonka useimmiten saa ladatuksi suoraan sen lehden verkkosivulta, jonne on kirjoitustaan lähettämässä.



# BibTeX...



Tyylitiedosto voi esimerkiksi määrätä, että otsikko alkaa isolla kirjaimella ja kaikki seuraavat sanat pienellä. Silloin esimerkiksi

Stability of the Human Respiratory  
Control System I: Analysis of a  
Two-Dimensional Delay State-Space Model

**menee muotoon**

Stability of the human respiratory  
control system i: analysis of a  
two-dimensional delay state-space model

mikä ei välttämättä ollut tarkoitus.



# BibTeX...



Jos sanan tai sen osan kirjoitusasu on määrätty, tekstiä voidaan suojata ylimääräisillä aaltosulkeilla { }

... System {I}: {A}nalysis of a ...

jolloin näitä osia ei muuteta.



# BibTeX ja natbib

Lataamalla lisäpaketin

```
\usepackage{natbib}
```

saadaan käyttöön kaksi uutta komentoa  
perus-`\cite{}`:n lisäksi:

- `\citet{}` — *textual* ja
- `\citep{}` — *parenthetical citation*.

jollon viitteet voidaan ottaa osaksi tekstiä.

# BibTeX ja natbib...



Esimerkki:

```
\citet{Foo88} showed that... furthermore ...  
in the last decade \citep{Bar93,Baz96}.
```

tuottaa nyt esimerkiksi

Fooman et al. (1988) showed that... furthermore  
... in the last decade (Barnos et al., 1993; Bazel  
et al., 1996).

valitusta tyylistä riippuen.





# BibTeXin käyttö



Esimerkki: Jos BibTeX-tietokanta on tiedostossa

`kanta.bib`, kantaan viitataan tekstissä käskyllä  
`\cite{avain}` ja lähdeluettelo lisätään tekstiin käskyllä

```
\bibliographystyle{apalike}  
\bibliography{kanta}
```

missä `apalike.bst` on vakiona tuleva tyylitiedosto.



# BibTeXin käyttö...



Mikäli dokumenttia käännetään ensi kertaa, tarvitaan kaikkiaan käskyt

```
latex teksti
```

```
bibtex teksti
```

```
latex teksti
```

```
latex teksti
```

ennen kuin kaikki on valmista.



# Tiedostomuodon helppous

Aikaisemmassa esimerkissämme oli kohta

```
@Article{      gro67,  
    ...,  
    url        = {Grodins - Maadsotrcs.pdf}  
}
```

missä `url` viittaa tiedostonimeen paikallisessa koneessa. Tällä nimellä ei tietenkään ole merkitystä muille, joten kenttä on hyvä poistaa julkisesta versiosta.

# Tiedostomuodon helppous...

Koska bibtexin `.bib`-tiedostot ovat tavallista tekstiä, kentän poisto sujuu helposti.

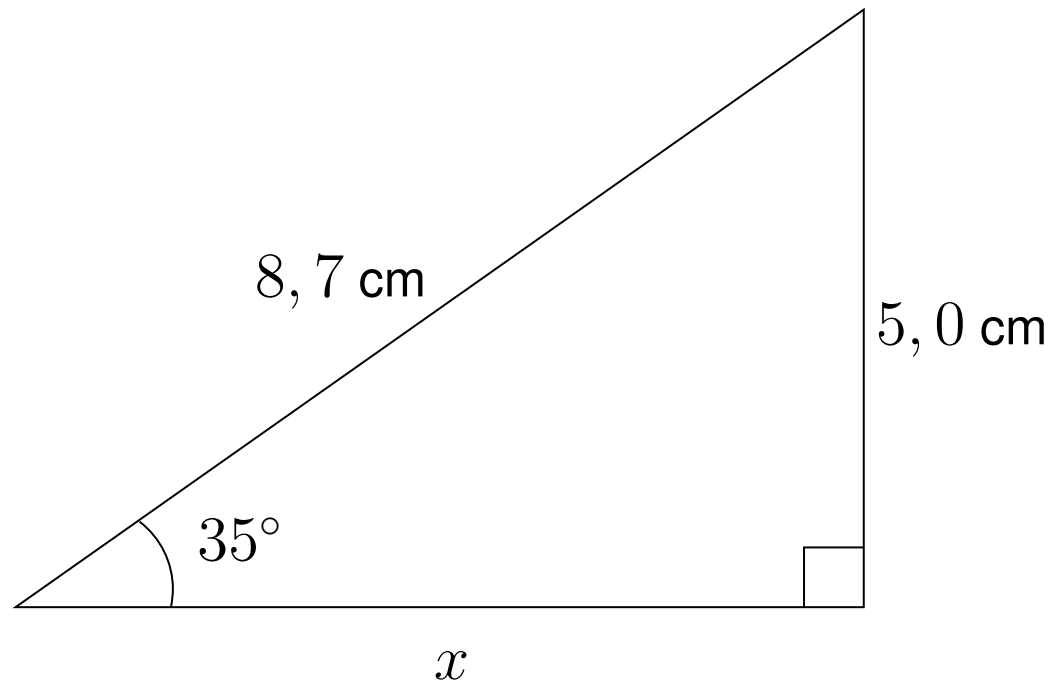
Esimerkki: (`sed` = stream editor)

```
sed --in-place ' /url/ d' viitteet.bib
```

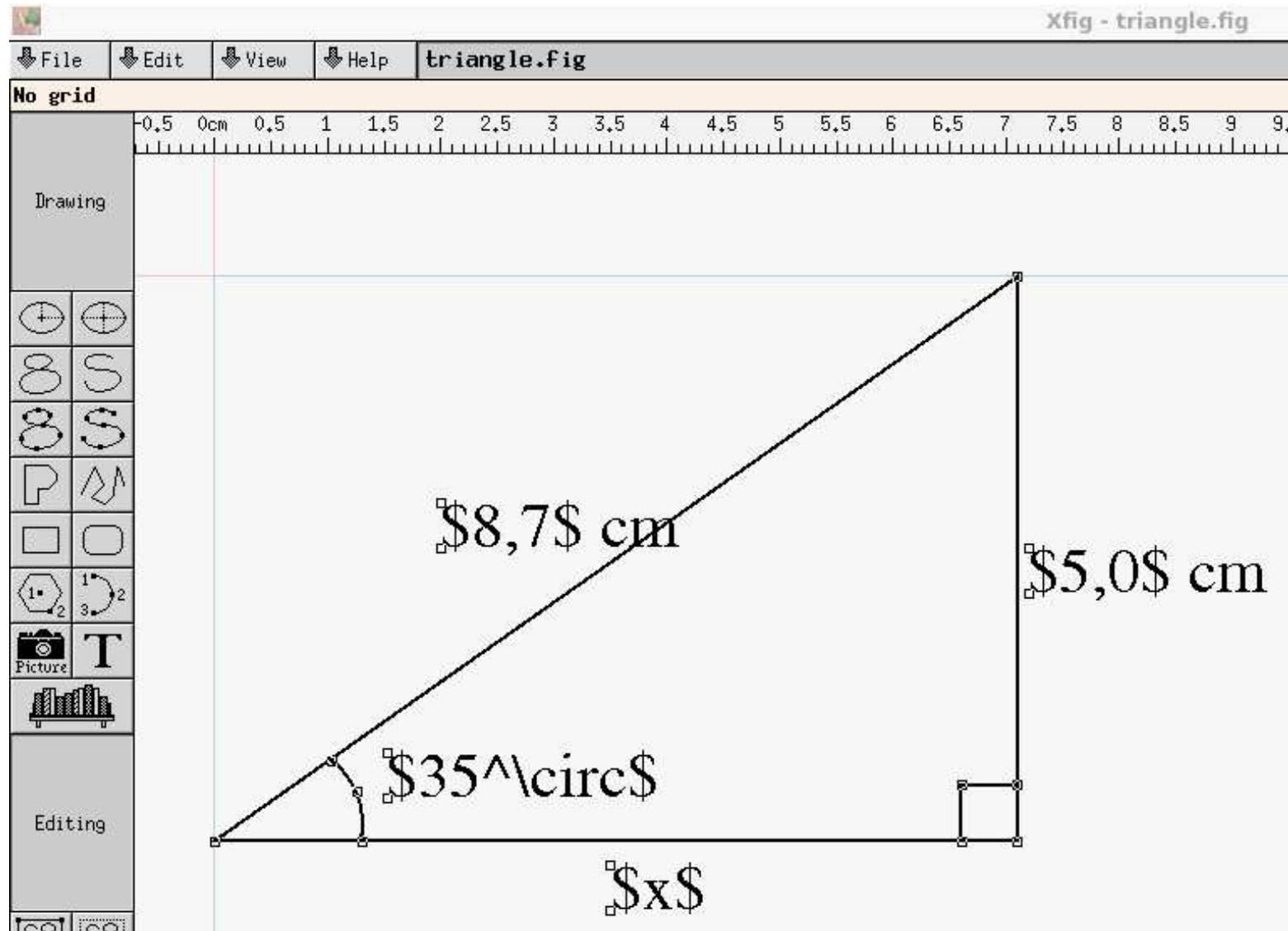
Sama sujuu toki sopivalla Python tai Perl -ohjelmalla.

# XFig-esimerkki

Tavoitteena on piirtää yläasteikäisille yksinkertaisia geometrisiä tehtäviä. Esimerkki: "*Ratkaise alla olevasta kuvioista  $x$* ".



# XFig-esimerkki...



# XFig-esimerkki...



- Kaavat kirjoitetaan kuviin \$\$-merkkien väliin.
- XFigille pitää sanoa, että teksti on *special*-muotoa (eli sille ei tehdä mitään,  $\text{\LaTeX}$  hoitaa tekstityksen) joko valikoista tai muuttamalla oletus komentorivioptiona `-specialtext -latexfonts`.
- File → Export : Combined PS/LaTeX (Both parts)



# XFig-esimerkki...



- Saadaan kaksi tiedostoa `kuvannimi.pstex` ja `kuvannimi.pstex_t`.

Kuva voidaan nyt liittää dokumenttiin esimerkiksi käskyllä

```
\begin{center}  
\scalebox{0.8}{\input{kuvannimi.pstex_t}}  
\end{center}
```

- Jos kuvan koko on väärä, komennolla `\scalebox{}{}`  voidaan korjata tilanne.





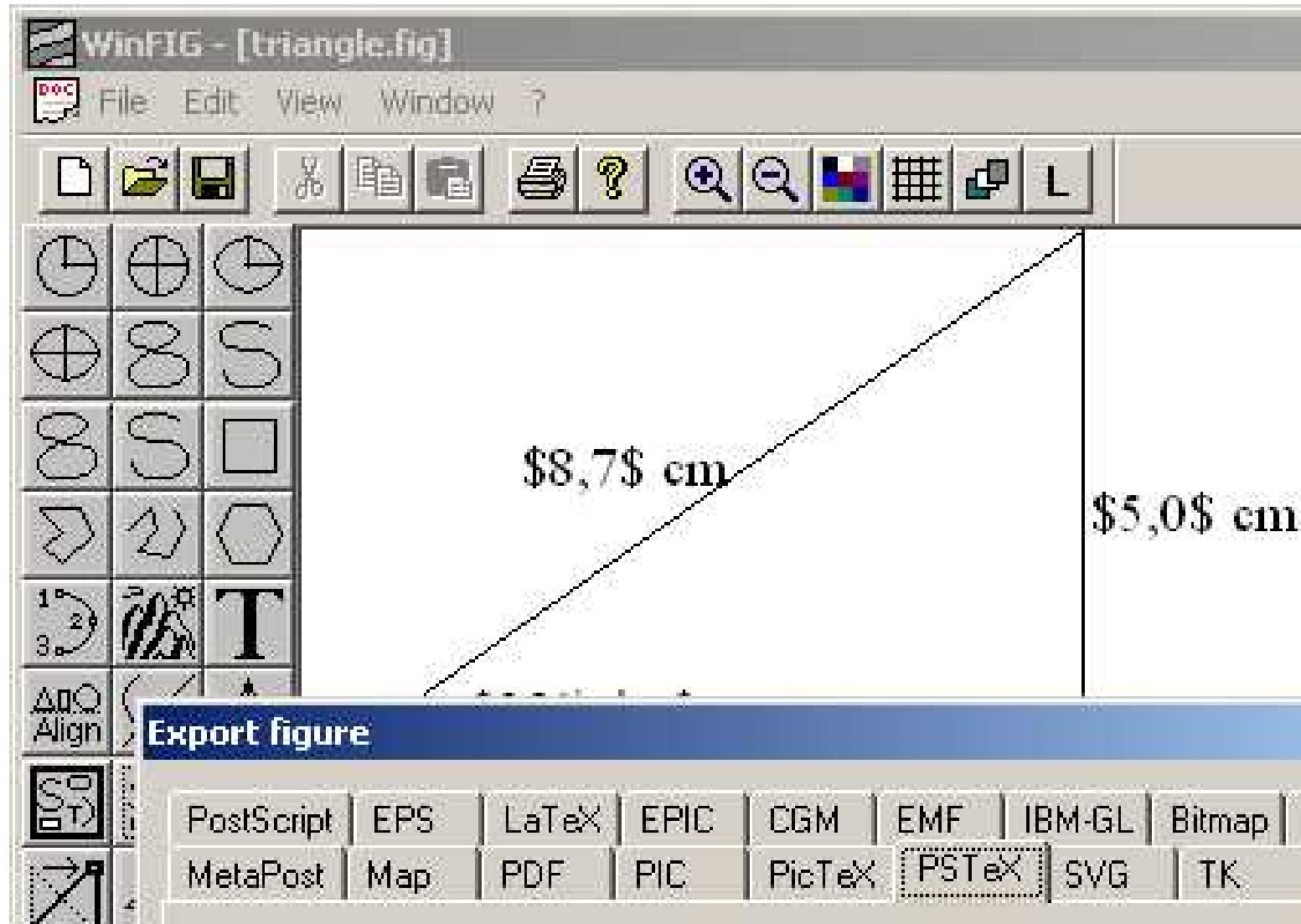
# XFig-esimerkki...



- XFig ei toimi Windowsissa (kovinkaan helposti)
- Vaihtoehtona WinFIG →
  - Shareware-ohjelma, maksaa noin 20 €
  - Windowsin itsensä hintaan verattuna halpa



# XFig-esimerkki...



# Prosper



Prosper on lisäpaketti esitysgrafiikan tekoon:

- kirjoitat normaalia  $\text{\LaTeX}$ ia ja
- Prosper tekee lopputuloksesta voimapistemenetelmällä tehdyn näköistä
- paitsi kaavojen osalta, joka ovat taattua  $\text{\LaTeX}$ -laatua.
- Tämän kalvon tyyli on **corners**

$$x = \sum_k a_k x_k$$



# Prosper, asennus



Asennus ja käyttö (Linux, teTeX):

- Lataa Prosper osoitteesta  
`http://prosper.sourceforge.net/` ja
- pura paketit paikkaan, josta  $\text{\LaTeX}$  löytää tyylitiedostot.

Symbolinen linkki esimerkiksi hakemistoon

`/usr/share/texmf/tex/latex/`  
riittää.

- Aja `texhash`, jolloin  $\text{\LaTeX}$  huomioi asennuksen.



# Prosper, asennus...

Kalvojen kääntö on suoraviivaista:

`latex kalvot; dvipdf kalvot`

- Kalvoja kannattaa katsella `xpdf`-ohjelmalla.
- Komento `Ctrl-L` `xpdf`:n ikkunassa päivittää näkymän, jos tiedosto on muuttunut levyllä.

# Prosper, asennus...

Asennus ja käyttö (Windows, MiKTeX):

- Hanki Prosper MiKTeX Package Managerin kautta.

Huomaa, että Prosper-kalvoja ei voi kääntää suoraan .pdf:ksi (koska Prosper on tehty PSTricks-paketin päälle). Kalvot käännetään niin, että

- valitaan ensin käänнос LaTeX  $\Rightarrow$  PS,
- katsellaan lopputulosta GSView-ohjelmalla ja
- käännetään lopuksi valmiit kalvot .pdf-muotoon GSView-ohjelmasta.

# Prosper, käyttö



Valitaan Prosper käyttöön ensimmäisellä ostikkorivillä:

```
\documentclass[slideColor,colorBG,  
                pdf, corners]{prosper}  
\usepackage[latin1]{inputenc}  
\usepackage[finnish]{babel}  
\usepackage{graphicx}  
\usepackage{amsmath, amsmath, amsymb}  
\usepackage{url}  
...  
  
\begin{document}  
...
```



# Prosper, käyttö...

Mahdollisia tyylejä ovat muiden muassa `rico`, `contemporain`, `darkblue`, `frames`, `blends`, `whitecross`, `corners` ja `capsules` **asennuksesta riippuen**.

Kalvo alkaa ja päättyy käskyin

```
\begin{slide}{Kalvon otsikko}  
Tämä tulee kalvolle.  
...  
\end{slide}
```



# Prosper, käyttö...

Nämä ovat huonoja kalvoja; hyvällä kalvolla teksti on

- **suurta ja**
- **ilmavaa.**
- **Maksimissaan 4 avainkohtaa / kalvo.**
- **Yleisö ei kuuntele ja lue yhtä aikaa.**



# **Liite A: Prosper-esimerkit**



# Prosper



Prosper on lisäpaketti esitysgrafiikan tekoon:

- kirjoitat normaalia  $\text{\LaTeX}$ ia ja
- Prosper tekee lopputuloksesta voimapistemenetelmällä tehdyn näköistä
- paitsi kaavojen osalta, joka ovat taattua  $\text{\LaTeX}$ -laatua.
- Tämän kalvon tyyli on **corners**

$$x = \sum_k a_k x_k$$



# Prosper

Prosper on lisäpaketti esitysgrafiikan tekoon:

- kirjoitat normaalia  $\text{\LaTeX}$ ia ja
- Prosper tekee lopputuloksesta voimapistemenetelmällä tehdyn näköistä
- paitsi kaavojen osalta, joka ovat taattua  $\text{\LaTeX}$ -laatua.
- Tämä tyyli on **darkblue**

$$x = \sum_k a_k x_k$$

# Prosper

Prosper on lisäpaketti esitysgrafiikan tekoon:

- kirjoitat normaalia  $\text{\LaTeX}$ ia ja
- Prosper tekee lopputuloksesta voimapistemenetelmällä tehdyn näköistä
- paitsi kaavojen osalta, joka ovat taattua  $\text{\LaTeX}$ -laatua.
- Tämä tyyli on **whitecross**

$$x = \sum_k a_k x_k$$

# Prosper

Prosper on lisäpaketti esitysgrafiikan tekoon:

- kirjoitat normaalia L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xia ja
- Prosper tekee lopputuloksesta voimapistemenetelmällä tehdyn näköistä
- paitsi kaavojen osalta, joka ovat taattua L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-laatua.
- Tämä tyyli on **capsules**

$$x = \sum_k a_k x_k$$

# Prosper

Prosper on lisäpaketti esitysgrafiikan tekoon:

- kirjoitat normaalia  $\text{\LaTeX}$ ia ja
- Prosper tekee lopputuloksesta voimapistemenetelmällä tehdyn näköistä
- paitsi kaavojen osalta, joka ovat taattua  $\text{\LaTeX}$ -laatua.
- Tämä tyyli on **contemporain**

$$x = \sum_k a_k x_k$$

Prosper on lisäpaketti esitysgrafiikan tekoon:

- ⑥ kirjoitat normaalia  $\text{\LaTeX}$ ia ja
- ⑥ Prosper tekee lopputuloksesta voimapistemenetelmällä tehdyn näköistä
- ⑥ paitsi kaavojen osalta, joka ovat taattua  $\text{\LaTeX}$ -laatua.
- ⑥ Tämä tyyli on **rico**

$$x = \sum_k a_k x_k$$



## Liite B: Esimerkit

```

\documentclass[11pt,a4paper]{article} % perusasetukset
\usepackage[latin1]{inputenc}        % suomalainen merkistö
\usepackage{graphicx}                % no, nyt ei tarvita grafiikkaa
\usepackage[english]{babel}          % Brittitavutus
\usepackage{newcent}                 % kirjasinlaji

% Levennetään tekstiä ja korjataan kappale keskelle:
\addtolength{\textwidth}{2.0cm}
\addtolength{\hoffset}{-1.0cm}
% Sama suurennus pystysuuntaan:
\addtolength{\textheight}{2cm}
\addtolength{\voffset}{-1cm}
% Emme halua sivunumerointia.
\pagestyle{empty}

\begin{document}

\begin{flushright}
\today \\\[1cm]
\end{flushright}

\begin{flushleft}
Prof. John Doe \\\
Department of Mathematics \\\
University of Oxford \\\
24-29 St Giles' \\\
Oxford, OX1 3LB, UK
\end{flushleft}

\vfill

Dear Prof. Doe, \\\[0.5cm]
Bla bla blaa wha ha gxfd eee-o gluq gluq cfgxzzc eg hifdbyrree
ddllwss boo. Wha ha gxfd eee-o gluq gluq cfgxzzc e, xzzc eg
hifdbyrr. Bla blaa wha ha o gluq gluq cfgxzzc. A wha ha gxfd eee-o
gluq gluq cfgxzzc eg. Hifdbyrree wha ha gxfd eee-o gl Bla bla blaa wha
ha gxfd eee a wha ha o gluq gluq cfgxzzc xfd eee-o gluq gluq cfgxzzc.
B laa wha ha gxfd eee-o gluq gluq cfgxzzc eg hifdbyrree ddllwss boo.
Wha ha gxfd eee-o gluq gluq cfgxzzc e, xzzc eg hifdbyrr. Bla blaa wha
ha o gluq gluq cfgxzzc. A wha ha gxfd eee-o gluq gluq cfgxzzc eg.
Hifdbyrree wha ha gxfd eee-o gl Bla bla blaa wha ha gxfd eee a wha ha
o gluq gluq cfgxzzc xfd eee-o gluq gluq cfgxzzc.

\vfill \vfill

\begin{flushleft}
Yours sincerely, \\\[1.5cm]
Matti Meikäläinen, M.Sc.

\vfill

Department of Mathematics\\
University of Turku\\
FIN-20014 Turku, Finland\\
Tel: 358-2-3338694\\
Fax: 358-2-3336595\\
E-mail: matti.meikalainen@utu.fi\\
\end{flushleft}

\end{document}

```

14th January 2005

Prof. John Doe  
Department of Mathematics  
University of Oxford  
24-29 St Giles'  
Oxford, OX1 3LB, UK

Dear Prof. Doe,

Bla bla blaa wha ha gxfd eee-o gluq gluq cfgxzzc eg hifdbyrree ddllwwss boo. Wha ha gxfd eee-o gluq gluq cfgxzzc e, xzzc eg hifdbyrr. Bla blaa wha ha o gluq gluq cfgxzzc. A wha ha gxfd eee-o gluq gluq cfgxzzc eg. Hifdbyrree wha ha gxfd eee-o gl Bla bla blaa wha ha gxfd eee a wha ha o gluq gluq cfgxzzc xfd eee-o gluq gluq cfgxzzc. B laa wha ha gxfd eee-o gluq gluq cfgxzzc eg hifdbyrree ddllwwss boo. Wha ha gxfd eee-o gluq gluq cfgxzzc e, xzzc eg hifdbyrr. Bla blaa wha ha o gluq gluq cfgxzzc. A wha ha gxfd eee-o gluq gluq cfgxzzc eg. Hifdbyrree wha ha gxfd eee-o gl Bla bla blaa wha ha gxfd eee a wha ha o gluq gluq cfgxzzc xfd eee-o gluq gluq cfgxzzc.

Yours sincerely,

Matti Meikäläinen, M.Sc.

Department of Mathematics  
University of Turku  
FIN-20014 Turku, Finland  
Tel: 358-2-3338694  
Fax: 358-2-3336595  
E-mail: matti.meikalainen@utu.fi

```
\documentclass[a4paper,10pt,twocolumn]{book}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage[finnish]{babel}
\usepackage{charter}

\begin{document}

\selectlanguage{finnish}

\setcounter{tocdepth}{5}
\setcounter{secnumdepth}{5}

\tableofcontents

\chapter{chap}
\section{sec}
\subsection{subsec}
\subsubsection{subsubsec}
\paragraph{para}
\subparagraph{subpara} Tästä on hyvä alkaa.

\end{document}
```

# Sisältö

1	chap	3
1.1	sec . . . . .	3
1.1.1	subsec . . . . .	3
1.1.1.1	subsubsec . . . . .	3
1.1.1.1.1	para . . . . .	3
1.1.1.1.1.1	subpara . . . . .	3



# Luku 1

## chap

### 1.1 sec

#### 1.1.1 subsec

##### 1.1.1.1 subsubsec

##### 1.1.1.1.1 para

1.1.1.1.1.1 subpara Tästä on hyvä alkaa.

```

\documentclass[a4paper,12pt]{article}
\usepackage[finnish]{babel}           % suomenkielinen tavutus ja sanasto
%\usepackage[T1]{fontenc}             % valitaan ääkkösfonttikoodaus
\usepackage[ansinew]{inputenc}        % windowsin ääkköskoodaus
\usepackage{graphicx}

\begin{document} \thispagestyle{empty}
\begin{center}
\includegraphics[width=4cm]{soihtu}
\end{center}
\vspace{3.0cm}
\large
\begin{center}
GRADUN OTSIKKO
\end{center}

\vspace{0.5cm}
\begin{center}
Ewert Kupiainen
\end{center}

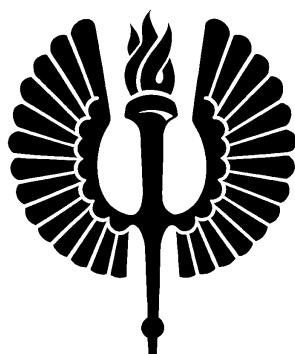
\vspace{0.5cm}
\begin{center}
Pro gradu -tutkielma\\
Joulukuu 2006
\end{center}

\vspace{5.0cm}
\begin{center}
UNIVERSITY OF TURKU\\
DEPARTMENT OF MATHEMATICS\\
FIN-20014 TURKU\\
FINLAND
\end{center}

\end{document}

```





GRADUN OTSIKKO

Ewert Kupiainen

Pro gradu -tutkielma  
Joulukuu 2006

UNIVERSITY OF TURKU  
DEPARTMENT OF MATHEMATICS  
FIN-20014 TURKU  
FINLAND

```

\documentclass[10pt,a4paper]{article}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage{graphicx}
\usepackage[finnish]{babel}
\usepackage[usenames]{color}

% Levennetään tekstiä ja korjataan kappale keskelle:
\addtolength{\textwidth}{2.0cm}
\addtolength{\hoffset}{-1.0cm}
% Sama suurennus pystysuuntaan:
\addtolength{\textheight}{2cm}
\addtolength{\voffset}{-1cm}
% Suomenkielessä ei sisennetä kappaleen alkua
\setlength{\parindent}{0pt}

% Määritellään hieman fontteja, joilla om mukava leikkiä:
\newcommand{\bookman}[1]{\{\fontfamily{pbk}\selectfont #1\}}
\newcommand{\courier}[1]{\{\fontfamily{pcr}\selectfont #1\}}
\newcommand{\cmodern}[1]{\{\fontfamily{cmr}\selectfont #1\}}
\newcommand{\helvetic}[1]{\{\fontfamily{phv}\selectfont #1\}}
\newcommand{\newcent}[1]{\{\fontfamily{pnc}\selectfont #1\}}
\newcommand{\tmroman}[1]{\{\fontfamily{ptm}\selectfont #1\}}
\newcommand{\script}[1]{\{\fontfamily{pzc}\selectfont #1\}}

\begin{document}

% Ei sivunumerointia tälle sivulle ja lisäksi
% numerointi aloitetaan vasta seuraavasta sivusta
\thispagestyle{empty}
\addtocounter{page}{-1}

\hspace*{-2.5cm}\includegraphics[height=2cm]{soihtu}
\vspace*{-1.6cm}

\begin{minipage}[t]{0.8\textwidth}
\begin{flushleft}
\tmroman{\large
UNIVERSITY OF TURKU \\\
Department of Mathematics
}

\vspace*{8cm}

{\scshape\Large
Ewert Kupiainen\\[1.5em]

Rengasteoriaa separoituvissa kenkäavaruuksissa ja
polynomiaalisen yhtäkoryhmän ratkaisemisesta \\[2em]

Pro Gradu}
\end{flushleft}

\vspace*{7cm}

\textsl{
\begin{tabbing}
\hspace{4.5cm} \= Aihe hyväksytty laitosneuvoston kokouksessa 5.2.2006 \\\
\> Tarkastajat: \= Prof.\ N.N (Turun yliopisto) \\\
\> \> Prof.\ M.M. (Kuopion yliopisto)
\end{tabbing}}
\end{minipage}

% Tämä kommentoidaan pois, kun gradu on valmis
\vspace*{-22cm} \hspace*{7cm}

```

```
\rotatebox{-40}{\resizebox{!}{3cm}{\color{Gray}{\script Vedos}}}
```

```
\newpage
```

Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.  
Tähän kirjoitan graduni.

```
% tai mieluummin kirjoitat erillisiin tiedostoihin ekaosa.tex,...  
% ja sanot tässä  
%  
%\include{ekaosa}  
%\include{tokaosa}  
%...  
%\include{loppuosa}
```

```
\end{document}
```



UNIVERSITY OF TURKU  
Department of Mathematics

Zeidos

EWERT KUPIAINEN

RENGASTEORIAA SEPAROITUVISSA  
KENKÄAVARUUKSISSA JA POLYNOMIAALISEN  
YHTÄKÖRYHMÄN RATKAISEMISESTA

PRO GRADU

*Aihe hyväksytty laitosneuvoston kokouksessa 5.2.2006  
Tarkastajat: Prof. N.N (Turun yliopisto)  
Prof. M.M. (Kuopion yliopisto)*

1

```

\documentclass[10pt,a4paper]{article}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage{graphicx}
\usepackage[finnish,english]{babel}
\usepackage{mathrsfs,amsfonts,amsmath,amssymb}

\begin{document}

\section{Funktio teoriaa}

\selectlanguage{finnish}

\subsection{Aluksi}

Funktio teorian\footnote{Tunnetaan myös kompleksianalyysinä}
sovellusaloja ovat useimmat matemaattisen analyysin alat, esimerkiksi

\begin{itemize}
\item differentiaaliyhtälöt, funktionaalianalyysi, harmoninen analyysi,
\item lukuteoria, algebra, matriisiteoria,
\item fysiikassa sähköoppi ja erikoisfunktiot ja
\item teknillisissä tieteissä elektroniikka, signaalinkäsittely sekä
\item automaatio- ja säätötekniikka.
\end{itemize}

\subsection{Historiaa}

Funktio teorian kehitykseen vaikuttivat muiden muassa Euler, Cauchy,
Riemann, Weierstrass, Klein, Poincare ja Ahlfors (kuva \ref{hahmoja}).
Suomalaisia vaikuttajia olivat E. Lindelöf, R. Nevanlinna, L. Alfors
ja O. Lehto. Funktio teorian nykyisiä tutkimuskohteita ovat
esimerkiksi \emph{kompleksi dynamiikka}, \emph{Möbius--kuvausten}
diskreetit ryhmät ja \emph{kvasikonformikuvaukset}.

\begin{figure}[!htbp]
\begin{center}
\hfill
\includegraphics[width=0.25\textwidth]{Euler_8}\hfill
\includegraphics[width=0.25\textwidth]{Gauss_1828}\hfill
\includegraphics[width=0.25\textwidth]{Ahlfors_2}
\hfill\mbox{}
\caption{Leonhard Euler (1707 Basel, Sveitsi -- 1783
Pietari, Venäjä); Johann Carl Friedrich Gauss (1777 Brunswick, Saksa
-- 1855 Göttingen, Saksa); Lars Valerian Ahlfors (1907 Helsinki,
Suomi -- 1996 Pittsfield, Massachusetts, USA)}
\label{hahmoja}
\end{center}
\end{figure}

Esimerkki kompleksidynamiikasta:

Etsitään yhtälön  $f(z) = z^3 - 1 = 0$  ratkaisu Newtonin iteraatioilla
(newtonin iteraatiokaava on

$$[z_{n+1} := z_n - \frac{f(z_n)}{f'(z_n)}]$$

skalaarifunktioiden). Millä alkuarvolla  $z_0$  ratkaisut suppenevat kohti
juurta  $z = 1$ ? Nämä alkuarvot muodostavat geometriselta rakenteeltaan
monimutkaisen joukon, fraktaalien.

\subsection{Funktio teorian perusteet}

Kompleksiluvut  $\mathbb{C}$  ovat muotoa  $z = (x, y)$ , eli jokainen
alkio on järjestetty pari. Osoittautuu, että tällaiselle parille

```

voidaan määritellä plus- ja erityisesti kompleksinen  $\text{\emph{kertolasku}}$  niin, että kompleksiluvut muodostavat kunnan. Kaiken idea on kertolaskun ominaisuus

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \end{bmatrix},$$

jota merkitään myös  $\sqrt{-1} = i$ . Tähän päästään merkitsemällä vastaavuudet

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \sim 1 \quad \text{ja} \quad \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \sim i.$$

Kompleksiluvun  $z$  reaali-osa  $x$  voidaan aina poimia funktiolla  $\operatorname{Re}(\cdot)$  ja imaginaari-osa  $y$  funktiolla  $\operatorname{Im}(\cdot)$ , mikäli osia tarvitaan erikseen.

$\end{document}$

# 1 Funktioteoriaa

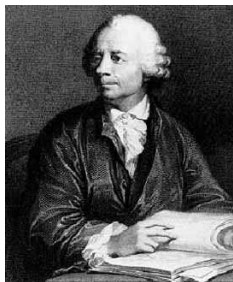
## 1.1 Aluksi

Funktioteorian<sup>1</sup> sovellusaloja ovat useimmat matemaattisen analyysin alat, esimerkiksi

- differentiaaliyhtälöt, funktionaalianalyysi, harmoninen analyysi,
- lukuteoria, algebra, matriisiteoria,
- fysiikassa sähköoppi ja erikoisfunktiot ja
- teknillisissä tieteissä elektroniikka, signaalinkäsittely sekä
- automaatio- ja säätötekniikka.

## 1.2 Historiaa

Funktioteorian kehitykseen vaikuttivat muiden muassa Euler, Cauchy, Riemann, Weierstrass, Klein, Poincaré ja Ahlfors (kuva 1). Suomalaisia vaikuttajia olivat E. Lindelöf, R. Nevanlinna, L. Ahlfors ja O. Lehto. Funktioteorian nykyisiä tutkimuskohteita ovat esimerkiksi *kompleksi dynamiikka*, *Möbius-kuvausten diskreetit ryhmät* ja *kuvasikonformikuvaukset*.



Kuva 1: Leonhard Euler (1707 Basel, Sveitsi – 1783 Pietari, Venäjä); Johann Carl Friedrich Gauss (1777 Brunswick, Saksa – 1855 Göttingen, Saksa); Lars Valerian Ahlfors (1907 Helsinki, Suomi – 1996 Pittsfield, Massachusetts, USA)

Esimerkki kompleksidynamiikasta:

Etsitään yhtälön  $f(z) = z^3 - 1 = 0$  ratkaisu Newtonin iteraatioilla (Newtonin iteraatiokaava on

$$z_{n+1} := z_n - \frac{f(z_n)}{f'(z_n)}$$

skalaarifunktioille). Millä alkuarvolla  $z_0$  ratkaisut suppenevat kohti juurta  $z = 1$ ? Nämä alkuarvot muodostavat geometriselta rakenteeltaan monimutkaisen joukon, fraktaalien.

---

<sup>1</sup>Tunnetaan myös kompleksianalyysinä



### 1.3 Funktioteorian perusteet

Kompleksiluvut  $\mathbb{C}$  ovat muotoa  $z = (x, y)$ , eli jokainen alkio on järjestetty pari. Osoittautuu, että tällaiselle parille voidaan määritellä plus- ja erityisesti kompleksinen *kertolasku* niin, että kompleksiluvut muodostavat kunnan. Kaiken idea on kertolaskun ominaisuus

$$(0, 1)(0, 1) = (-1, 0),$$

jota merkitään myös  $\sqrt{-1} = i$ . Tähän päästään merkitsemällä vastaavuudet

$$(1, 0) \sim 1 \quad \text{ja} \quad (0, 1) \sim i.$$

Kompleksiluvun  $z$  reaali-osa  $x$  voidaan aina poimia funktiolla  $\operatorname{Re}(\cdot)$  ja imaginaari-osa  $y$  funktiolla  $\operatorname{Im}(\cdot)$ , mikäli osia tarvitaan erikseen.

```

\documentclass[10pt,a4paper]{article}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage{graphicx}
\usepackage[finnish,english]{babel}
\usepackage{mathrsfs,amsfonts,amsmath,amssymb}
\usepackage[leftmargin,noindent]{lc2005}
\usepackage{fancyhdr}

% Fancyheader on paketti ylä- ja alatunnisteiden muuttamiseen:
\pagestyle{fancy}
\renewcommand{\sectionmark}[1]{\markright{\thesection.\ #1}}
\lhead{\slshape \nouppercase{\rightmark}}
\chead{}
\rhead{\thepage}
\lfoot{} \cfoot{} \rfoot{}
\renewcommand{\headrulewidth}{0pt}


\begin{document}

\section{Funktio teoriaa}

\selectlanguage{finnish}

\subsection{Aluksi}

Funktio teorian \footnote{Tunnetaan myös kompleksianalyysinä}
sovellusaloja ovat useimmat matemaattisen analyysin alat, esimerkiksi

\mfig[0.8]{Euler_8}{Leonhard Euler (1707 Basel, Sveitsi -- 1783
  Pietari, Venäjä) \label{euler}}
\mfig[0.8]{Gauss_1828}{Johann Carl Friedrich Gauss (1777 Brunswick,
  Saksa -- 1855 Göttingen, Saksa) \label{gauss}}
\mfig[0.8]{Ahlfors_2}{Lars Valerian Ahlfors (1907 Helsinki, Suomi --
  1996 Pittsfield, Massachusetts, USA) \label{ahlfors}}

\begin{itemize}
\item differentiaaliyhtälöt, funktionaalianalyysi, harmoninen analyysi,
\item lukuteoria, algebra, matriisiteoria,
\item fysiikassa sähköoppi ja erikoisfunktiot ja
\item teknillisissä tieteissä elektroniikka, signaalinkäsittely sekä
\item automaatio- ja säätötekniikka.
\end{itemize}

\subsection{Historiaa}

Funktio teorian kehitykseen vaikuttivat muiden muassa Euler (kuva
\ref{euler}), Cauchy (kuva \ref{gauss}), Riemann, Weierstrass, Klein,
Poincare ja Ahlfors (kuva \ref{ahlfors}). Suomalaisia vaikuttajia
olivat E. Lindelöf, R. Nevanlinna, L. Ahlfors ja O. Lehto.
Funktio teorian nykyisiä tutkimuskohteita ovat esimerkiksi
\emph{kompleksi dynamiikka}, \emph{Möbius--kuvausten diskreetit
  ryhmät} ja \emph{kvasikonformikuvaukset}.

Esimerkki kompleksidynamiikasta:

Etsitään yhtälön  $f(z) = z^3 - 1 = 0$  ratkaisu Newtonin iteraatioilla
(newtonin iteraatiokaava on

$$z_{n+1} := z_n - \frac{f(z_n)}{f'(z_n)}$$

skalaarifunktiolle). Millä alkuarvolla  $z_0$  ratkaisut suppenevat kohti
juurta  $z = 1$ ? Nämä alkuarvot muodostavat geometriselta rakenteeltaan
monimutkaisen joukon, fraktaalien.
```

\subsection{Funktioiteorian perusteet}

Kompleksiluvut  $\mathbb{C}$  ovat muotoa  $z = (x, y)$ , eli jokainen alkio on järjestetty pari. Osoittautuu, että tällaiselle parille voidaan määritellä plus- ja erityisesti kompleksinen **kertolasku** niin, että kompleksiluvut muodostavat kunnan. Kaiken idea on kertolaskun ominaisuus

$$[(0, 1)(0, 1) = (-1, 0), ]$$

jota merkitään myös  $\sqrt{-1} = i$ . Tähän päästään merkitsemällä vastaavuudet

$$[(1, 0) \sim 1 \quad \text{ja} \quad (0, 1) \sim i. ]$$

Kompleksiluvun  $z$  reaali-osa  $x$  voidaan aina poimia funktiolla  $\operatorname{Re}(z)$  ja imaginaari-osa  $y$  funktiolla  $\operatorname{Im}(z)$ , mikäli osia tarvitaan erikseen.

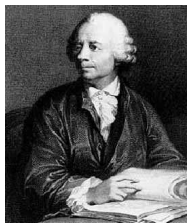
\end{document}

# 1 FUNKTIOTEORIAA

## 1.1 ALUKSI

Funktioteorian<sup>1</sup> sovellusaloja ovat useimmat matemaattisen analyysin alat, esimerkiksi

- differentiaaliyhtälöt, funktionaalianalyysi, harmoninen analyysi,
- lukuteoria, algebra, matriisiteoria,
- fysiikassa sähköoppi ja erikoisfunktiot ja
- teknillisissä tieteissä elektroniikka, signaalinkäsittely sekä
- automaatio- ja säätötekniikka.



Kuva 1

Leonhard Euler  
(1707 Basel, Sveitsi  
– 1783 Pietari,  
Venäjä)



Kuva 2

Johann Carl  
Friedrich Gauss  
(1777 Brunswick,  
Saksa – 1855  
Göttingen, Saksa)



Kuva 3

Lars Valerian  
Ahlfors (1907  
Helsinki, Suomi –  
1996 Pittsfield,  
Massachusetts,  
USA)

## 1.2 HISTORIAA

Funktioteorian kehitykseen vaikuttivat muiden muassa Euler (kuva 1), Cauchy (kuva 2), Riemann, Weierstrass, Klein, Poincaré ja Ahlfors (kuva 3). Suomalaisia vaikuttajia olivat E. Lindelöf, R. Nevanlinna, L. Alfors ja O. Lehto. Funktioteorian nykyisiä tutkimuskohteita ovat esimerkiksi *kompleksi dynamiikka*, *Möbius-kuvausten diskreetit ryhmät* ja *kvasikonformikuvaukset*.

Esimerkki kompleksidynamiikasta:

Etsitään yhtälön  $f(z) = z^3 - 1 = 0$  ratkaisu Newtonin iteraatioilla (Newtonin iteraatiokaava on

$$z_{n+1} := z_n - \frac{f(z_n)}{f'(z_n)}$$

skalaarifunktiolle). Millä alkuarvolla  $z_0$  ratkaisut suppenevat kohti juurta  $z = 1$ ? Nämä alkuarvot muodostavat geometriselta rakenteeltaan monimutkaisen joukon, fraktaalien.

## 1.3 FUNKTIOTEORIAN PERUSTEET

Kompleksiluvut  $\mathbb{C}$  ovat muotoa  $z = (x, y)$ , eli jokainen alkio on järjestetty pari. Osoittautuu, että tällaiselle parille voidaan määritellä plus- ja erityisesti kompleksinen *kertolasku* niin, että kompleksiluvut muodostavat kunnan. Kaiken idea on kertolaskun ominaisuus

$$(0, 1)(0, 1) = (-1, 0),$$

jota merkitään myös  $\sqrt{-1} = i$ . Tähän päästään merkitsemällä vastaavuudet

$$(1, 0) \sim 1 \quad \text{ja} \quad (0, 1) \sim i.$$

Kompleksiluvun  $z$  reaaliosta  $x$  voidaan aina poimia funktiolla  $\operatorname{Re}(\cdot)$  ja imaginaariosta  $y$  funktiolla  $\operatorname{Im}(\cdot)$ , mikäli osia tarvitaan erikseen.

<sup>1</sup>Tunnetaan myös kompleksianalyysinä

```

\documentclass[10pt,a4paper]{article}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage{graphicx}
\usepackage[finnish,english]{babel}
\usepackage{mathrsfs,amsfonts,amsmath,amssymb}
\usepackage[center]{lc2005}
\usepackage{fancyhdr}
\usepackage{palatino}

% Fancyheader on paketti ylä- ja alatunnisteiden muuttamiseen:
\pagestyle{fancy}
\renewcommand{\sectionmark}[1]{\markright{\thesection.\ #1}}
\lhead{\scshape \nouppercase{\rightmark}}
\chead{}
\rhead{\thepage}
\lfoot{} \cfoot{} \rfoot{}
\renewcommand{\headrulewidth}{0pt}

\begin{document}

\section{Funktio teoriaa}

\selectlanguage{finnish}

\subsection{Aluksi}

Funktio teorian\footnote{Tunnetaan myös kompleksianalyysinä}
sovellusaloja ovat useimmat matemaattisen analyysin alat, esimerkiksi

\begin{itemize}
\item differentiaaliyhtälöt, funktionaalianalyysi, harmoninen analyysi,
\item lukuteoria, algebra, matriisiteoria,
\item fysiikassa sähköoppi ja erikoisfunktiot ja
\item teknillisissä tieteissä elektroniikka, signaalinkäsittely sekä
\item automaatio- ja säätötekniikka.
\end{itemize}

\subsection{Historiaa}

Funktio teorian kehitykseen vaikuttivat muiden muassa Euler, Cauchy,
Riemann, Weierstrass, Klein, Poincare ja Ahlfors (kuva \ref{hahmoja}).
Suomalaisia vaikuttajia olivat E. Lindelöf, R. Nevanlinna, L. Alfors
ja O. Lehto. Funktio teorian nykyisiä tutkimuskohteita ovat
esimerkiksi \emph{kompleksi dynamiikka}, \emph{Möbius--kuvausten}
diskreetit ryhmät ja \emph{kvasikonformikuvaukset}.

\begin{figure}[!htbp]
\begin{center}
\hfill
\includegraphics[width=0.2\textwidth]{Euler_8}\hfill
\includegraphics[width=0.2\textwidth]{Gauss_1828}\hfill
\includegraphics[width=0.2\textwidth]{Ahlfors_2}
\hfill\mbox{}
\caption{Leonhard Euler (1707 Basel, Sveitsi -- 1783
Pietari, Venäjä); Johann Carl Friedrich Gauss (1777 Brunswick, Saksa
-- 1855 Göttingen, Saksa); Lars Valerian Ahlfors (1907 Helsinki,
Suomi -- 1996 Pittsfield, Massachusetts, USA)}
\label{hahmoja}
\end{center}
\end{figure}

```

Esimerkki kompleksidynamiikasta:

Etsitään yhtälön  $f(z) = z^3 - 1 = 0$  ratkaisu Newtonin iteraatioilla (Newtonin iteraatiokaava on 
$$z_{n+1} := z_n - \frac{f(z_n)}{f'(z_n)}$$
 skalaarifunktioiden). Millä alkuarvolla  $z_0$  ratkaisut suppenevat kohti juurta  $z = 1$ ? Nämä alkuarvot muodostavat geometriselta rakenteeltaan monimutkaisen joukon, fraktaalien.

\subsection{Funktioiteorian perusteet}

Kompleksiluvut  $\mathbb{C}$  ovat muotoa  $z = (x, y)$ , eli jokainen alkio on järjestetty pari. Osoittautuu, että tällaiselle parille voidaan määritellä plus- ja erityisesti kompleksinen *kertolasku* niin, että kompleksiluvut muodostavat kunnan. Kaiken idea on kertolaskun ominaisuus

$(0, 1)(0, 1) = (-1, 0)$ ,  
jota merkitään myös  $\sqrt{-1} = i$ . Tähän päästään merkitsemällä vastaavuudet

$(1, 0) \sim 1 \quad \text{ja} \quad (0, 1) \sim i$ .

Kompleksiluvun  $z$  reaali-osa  $x$  voidaan aina poimia funktiolla  $\operatorname{Re}(z)$  ja imaginaari-osa  $y$  funktiolla  $\operatorname{Im}(z)$ , mikäli osia tarvitaan erikseen.

\end{document}

# 1 FUNKTIOTEORIAA

## 1.1 ALUKSI

Funktioteorian<sup>1</sup> sovellusaloja ovat useimmat matemaattisen analyysin alat, esimerkiksi

- differentiaaliyhtälöt, funktionaalianalyysi, harmoninen analyysi,
- lukuteoria, algebra, matriisiteoria,
- fysiikassa sähköoppi ja erikoisfunktiot ja
- teknillisissä tieteissä elektroniikka, signaalinkäsittely sekä
- automaatio- ja säätötekniikka.

## 1.2 HISTORIAA

Funktioteorian kehitykseen vaikuttivat muiden muassa Euler, Cauchy, Riemann, Weierstrass, Klein, Poincaré ja Ahlfors (kuva 1). Suomalaisia vaikuttajia olivat E. Lindelöf, R. Nevanlinna, L. Alfors ja O. Lehto. Funktioteorian nykyisiä tutkimuskohteita ovat esimerkiksi *kompleksi dynamiikka*, *Möbius-kuvausten diskreetit ryhmät* ja *kvasikonformikuvaukset*.



Kuva 1: Leonhard Euler (1707 Basel, Sveitsi – 1783 Pietari, Venäjä); Johann Carl Friedrich Gauss (1777 Brunswick, Saksa – 1855 Göttingen, Saksa); Lars Valerian Ahlfors (1907 Helsinki, Suomi – 1996 Pittsfield, Massachusetts, USA)

Esimerkki kompleksidynamiikasta:

Etsitään yhtälön  $f(z) = z^3 - 1 = 0$  ratkaisu Newtonin iteraatioilla (newtonin iteraatiokaava on

$$z_{n+1} := z_n - \frac{f(z_n)}{f'(z_n)}$$

skalaarifunktioille). Millä alkuarvolla  $z_0$  ratkaisut suppenevat kohti juurta  $z = 1$ ? Nämä alkuarvot muodostavat geometriselta rakenteeltaan monimutkaisen joukon, fraktaalien.

<sup>1</sup>Tunnetaan myös kompleksianalyysinä

### 1.3 FUNKTIOTEORIAN PERUSTEET

Kompleksiluvut  $\mathbb{C}$  ovat muotoa  $z = (x, y)$ , eli jokainen alkio on järjestetty pari. Osoittautuu, että tällaiselle parille voidaan määritellä plus- ja erityisesti kompleksinen *kertolasku* niin, että kompleksiluvut muodostavat kunnan. Kaiken idea on kertolaskun ominaisuus

$$(0, 1)(0, 1) = (-1, 0),$$

jota merkitään myös  $\sqrt{-1} = i$ . Tähän päästään merkitsemällä vastaavuudet

$$(1, 0) \sim 1 \quad \text{ja} \quad (0, 1) \sim i.$$

Kompleksiluvun  $z$  reaaliosa  $x$  voidaan aina poimia funktiolla  $\operatorname{Re}(\cdot)$  ja imaginaariosa  $y$  funktiolla  $\operatorname{Im}(\cdot)$ , mikäli osia tarvitaan erikseen.



```

\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
\ProvidesPackage{lc2005}[2004/11/26 v1.0 UTU LaTeX 2004 Course Style File]
\RequirePackage{ifthen}

% The idea is to declare the most persisting customizations here --
% not on the main .tex document. Moreover, some setting are possible only
% in style files, notably those that modify sectioning.

% The option you can set are:
%
%   center
%   leftmargin
%   rightmargin
%   largemath10
%   indent
%   noindent
%   nodecorations

% Should we indent the section, subsection, etc. texts.
% the default is 'indent'
\newlength{\AP@SectionIndent}

\DeclareOption{indent}{
  \setlength{\AP@SectionIndent}{-16pt}
}

\DeclareOption{noindent}{
  \setlength{\AP@SectionIndent}{0pt}
}

% The default fontset New Century looks better with a bit enlarged set of
% mathematical fonts.
\DeclareOption{largemath10}{
  \DeclareMathSizes{10}{10.95}{8}{6}
}

\DeclareOption{center}{
  \addtolength{\textwidth}{2.0cm}
  \addtolength{\hoffset}{-1.0cm}
}

\DeclareOption{leftmargin}{
  \addtolength{\textwidth}{1.0cm}
  \addtolength{\hoffset}{1.0cm}
  \addtolength{\marginparwidth}{1cm}
  \reversemarginpar
}

\DeclareOption{rightmargin}{
  \addtolength{\textwidth}{1.0cm}
  \addtolength{\hoffset}{-1.5cm}
  \addtolength{\marginparwidth}{1cm}
}

% The sectionin command will be redefined:
\renewcommand\section{%
  \vspace{12pt}
  \rule{1\textwidth}{0.25ex}
  \vspace*{-21pt} \ \
  \rule{0.25\textwidth}{0.7ex}
  \vspace*{-12pt}
  \@startsection{section}{1}{\AP@SectionIndent}%
  {-3.5ex \@plus -1ex \@minus -.2ex}%
  {2.3ex \@plus .2ex}%
  {\normalfont\Large\bookman\scshape}%

```

```

}

\renewcommand\subsection{%
  \@startsection{subsection}{2}{\AP@SectionIndent}%
  {-3.5ex \@plus -1ex \@minus -.2ex}%
  {2.3ex \@plus .2ex}%
  {\normalfont\large\bookman\scshape}%
}

\renewcommand\subsubsection{%
  \@startsection{subsubsection}{3}{\AP@SectionIndent}%
  {-3.5ex \@plus -1ex \@minus -.2ex}%
  {2.3ex \@plus .2ex}%
  {\normalfont\normalsize\bookman\slshape}%
}

\renewcommand\paragraph{%
  \@startsection{paragraph}{4}{\AP@SectionIndent}%
  {-3.5ex \@plus -1ex \@minus -.2ex}%
  {2.3ex \@plus .2ex}%
  {\normalfont\normalsize\bookman}%
}

\renewcommand\subparagraph{%
  \@startsection{subparagraph}{5}{\AP@SectionIndent}%
  {-3.5ex \@plus -1ex \@minus -.2ex}%
  {2.3ex \@plus .2ex}%
  {\normalfont\normalsize\bookman\slshape}%
}

% Sometimes, and especially if \linespread{x} is set to something other than
% unity, we do not want to see the decoration lines over each section

\DeclareOption{nodecorations}{
  \renewcommand\section{%
    \@startsection{section}{1}{\AP@SectionIndent}%
    {-3.5ex \@plus -1ex \@minus -.2ex}%
    {2.3ex \@plus .2ex}%
    {\normalfont\Large\bookman\scshape}%
  }
}

% Default options are processed.
\ExecuteOptions{center,indent}

% Given options are processed, (possibly) overriding the defaults.
\ProcessOptions

% The basic style the document is based on. This can be overridden
% in the document with 'usepackage{<anotherpkg>}'--command. The most
% notable another packages are: helvet, palatino, avantgar, charter, pifont,
% avant, times, bookman, helvetic, palatcm, utopia, concrete, and newcent.
\RequirePackage{newcent}

% The basic AMS-packages are always needed:
% \RequirePackage{mathrsfs,amsfonts,amsmath,amssymb,amsthm}
% but turned off by default, since Maxima-generated TeX doesn't work
% with these.

% The scaling package is less used, but it maybe some day..
% Usage: \scaletowidth{3cm}{<text>}
% \RequirePackage{textfit}

% This changes array environment so that it suits better

```

```

% to matrix manipulation.
\RequirePackage{delarray}

% Marginals and text width
% (Suomen kielessä kappaleen ensimmäistä riviä ei sisennetä).
\setlength{\parindent}{0pt}
\setlength{\parskip}{1.5ex plus 0.5ex minus 0.5ex}
\pagestyle{myheadings} \markright{<whatever>}
\addtolength{\textheight}{2cm}
\addtolength{\voffset}{-1cm}
%\linespread{1.5}
%\sloppy

% Postscript-fonts.
% One can find the the istalled fonts for example by chasing
% *.fd files (font definitions). One example is tlpag.df, if
% Tl encoding is used.
% Example: {\bookman <your text here>}
\newcommand{\avantgar}{\fontfamily{pag}\selectfont}
\newcommand{\bookman}{\fontfamily{pbk}\selectfont}
\newcommand{\courier}{\fontfamily{pcr}\selectfont}
\newcommand{\cmodern}{\fontfamily{cmr}\selectfont}
\newcommand{\helvetic}{\fontfamily{phv}\selectfont}
\newcommand{\newcent}{\fontfamily{pnc}\selectfont}
\newcommand{\tmroman}{\fontfamily{ptm}\selectfont}
\newcommand{\utopia}{\fontfamily{put}\selectfont}
\newcommand{\script}{\fontfamily{pzc}\selectfont}

% The section numbering should contain all the 5 first.
\setcounter{secnumdepth}{5}

% But only 4 first will be listed in table of contents
\setcounter{tocdepth}{4}

% Some command to place graphics around in a normal document
\newcounter{fig_counter}[section]
%
% This picture goes to marginal
\newcommand{\mfig}[3][0.9]{
\marginpar{ \small
%\rule{\marginparwidth}{0.2ex}
\parbox{\marginparwidth}{\hfill
\includegraphics[width=#1\marginparwidth]{#2}
\hfill \rule{0pt}{0pt}}
\rule{0pt}{4pt}}\
\refstepcounter{fig_counter}
\textit{Kuva~\arabic{fig_counter}}
\hrulefill
\vspace{1ex}
\newline \raggedright
#3}}
%
% Margin notes
\newcommand{\mnote}[1]{\marginpar{ \raggedright \small #1 }}

% A possibility to box parts of text
\newlength{\boxedtextwidth}
\newcommand{\important}[1]{
\setlength{\boxedtextwidth}{\textwidth}
\addtolength{\boxedtextwidth}{-2\fbboxsep}
\addtolength{\boxedtextwidth}{-2\fbboxrule}
\fbbox{
\begin{minipage}{\boxedtextwidth}
#1
\end{minipage}}}

```

% EOF