



**Mathcad 8<sup>®</sup>**

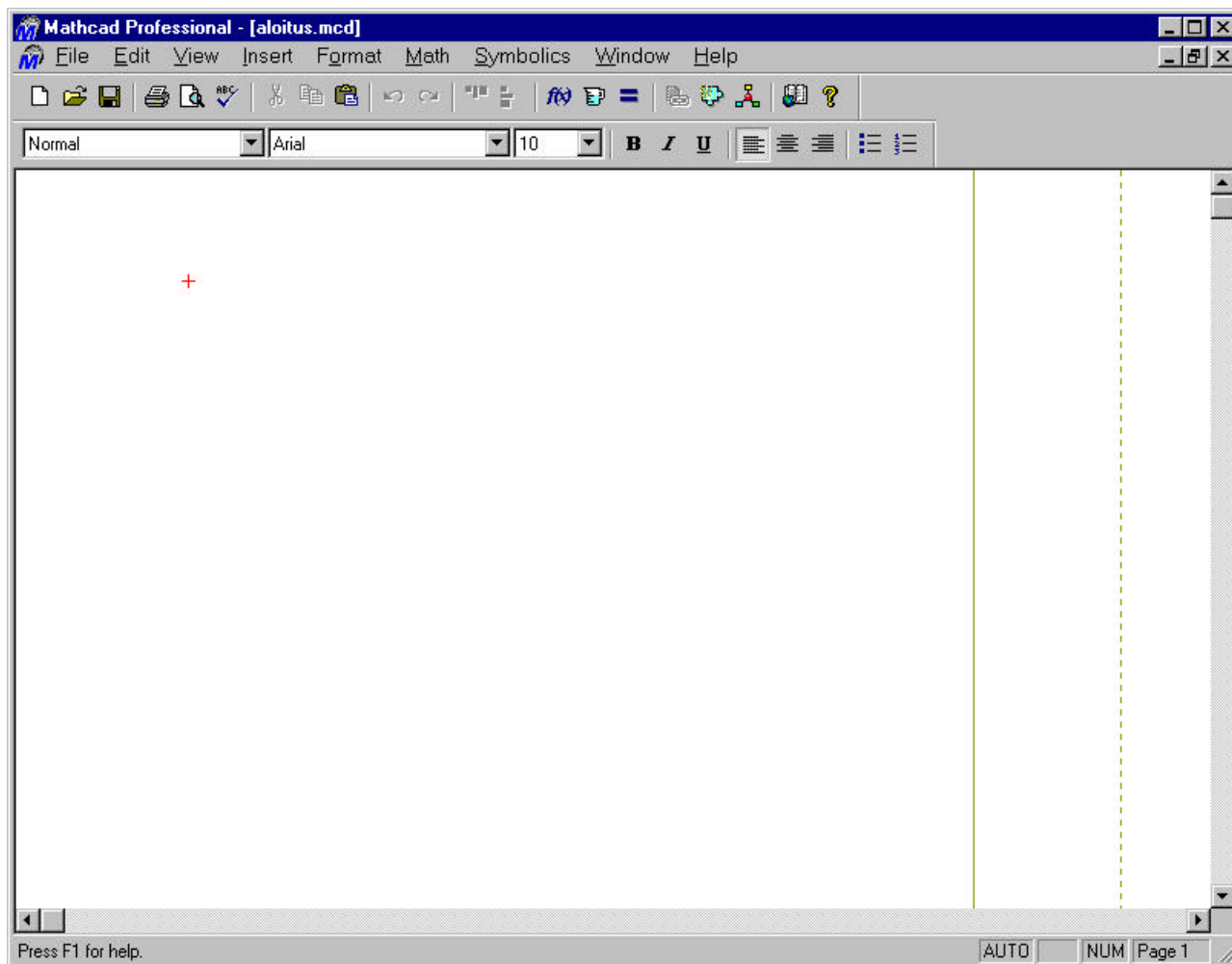
# **ALOITUSOPAS**

**Versio – 0.8**

**Matti Lähteenmäki  
1999**

# 1 KÄYTTÖLIITTYMÄ

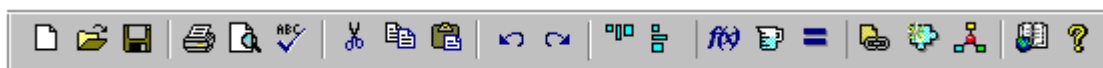
Mathcad on tavanomainen Windows-ohjelma ja sen käyttöliittymällä on monia muista Windows-ohjelmista tuttuja ominaisuuksia. Käyttäjällä on työtilassa laskenta-arkkeja ja toimintojen suorittamiseen on käytettävissä menuja ja työkalurivejä. Laaditut dokumentit voidaan tallentaa .mcd-tiedostoina myöhempää käsittelyä varten. Dokumentit voidaan tallentaa myös html-muodossa verkossa julkaisemista varten. Tietojen siirto laskenta-arkkeilta muihin sovelluksiin kuten esimerkiksi tekstinkäsittelyyn onnistuu normaalilla kopioi-liitä periaatteella. Cursorina on punainen risti, jonka voi sijoittaa laskenta-arkille haluamansa paikkaan, johon sitten ohjelmalle syötetty tieto tulee näkyviin.



Ylinnä käyttöliittymässä on **päämenu**, josta löytyy kaikki dokumenttien laatimiseen ja hallintaan käytettävissä olevat toiminnot. Päämenu näyttää seuraavalta:

File Edit View Insert Format Math Symbolics Window Help

Yllä olevassa kuvassa päämenun alapuolella on **vakiotyökalurivi**, joka on siirrettävissä ja telakoitavissa. Työkalurivit saa esille/pois valikosta **View > Toolbars**.

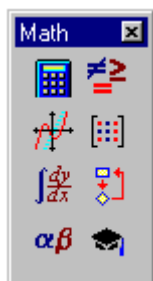
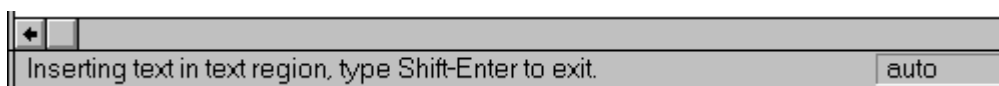


Vakiotyökalurivin painikkeista suurin osa on Windows-standardin mukaisia. Muita käyttökelpoisia painikkeita ovat vaaka- ja pystysuuntainen linjaus (siniset suorakulmiot); funktiopainike ( $f(x)$ ), liittää valmisfunktioita; yksikköpainike (kannu, liittää yksiköitä) ja laskentapainike (=, laskee arkeilla olevat lausekkeet, ellei automaattinen laskenta ole valittuna).

Edellisen sivun kuvassa vakiotyökalurivin alapuolella on tavallinen **muotoilutyökalurivi**.



Käyttöliittymän alareunassa on **tilarivi**, jota kannattaa seurata työskentelyn aikana.



Erittäin hyödyllinen apuväline on **matematiikan työkalupaletti**, jonka saa näkyviin/pois valikosta **View > Toolbars**. Se sisältää painikkeet kahdeksaan valmiita toimintoja sisältävään työkalupalettiin, jotka ovat seuraavat:



Aritmetiikka



Analyysi



Vertailu ja Boolean operaatiot



Ohjelmointi



Grafiikan piirto



Symbolinen laskenta



Vektorit ja matriisit



Kreikkalaiset kirjaimet

## 2 TEKSTIN KIRJOITTAMINEN

Mathcad-dokumentissa voi olla haluttu määrä tekstialueita. Uuden tyhjän tekstialueen luominen: Sijoita kursori haluttuun kohtaan ja paina **”- näppäintä** tai valitse päämenusta **Insert > TextRegion**. Syntyvässä tekstialueessa on punainen viiva kursorina ja mustat kahvat venytystä varten, lisäksi tekstialue on rajattu mustilla raameilla sen ollessa aktiivinen. Alueen voi siirtää toiseen paikkaan hiirellä raahaamalla, tarttuminen onnistuu mustan käden näkyessä.

Voit ryhtyä myös kirjoittamaan suoraan tekstiä, jolloin Mathcad luo tekstialueen automaattisesti ensimmäisen välilyönti-näppäimen painamisen jälkeen.

**Format** valikosta voit muotoilla tekstiä ja **Edit** valikosta käyttää tavanomaisia tekstinkäsittelyn operaatioita.

Kokeile tekstialueen luomista kaikilla mahdollisilla tavoilla ja siirtele alueita laskenta-arkilla!

### 3 ALUEET

Kaikki Mathcad-dokumenttiin syötetyt tiedot, kuten matemaattiset lausekkeet, tekstit ja graafiset esitykset, näkyvät laskenta-arkilla niiden varaamina alueina. Dokumentin alueet saa havainnollisesti näkyviin valikosta **View > Regions**. Seuraavassa on esimerkki matemaattisesta lausekkeesta:

$$f(x) := x^2 - 2 \cdot x + 5 \quad \text{Luo lauseke näppäilemällä: } f(x):x^2\text{välilyönti}-2 \cdot x+5$$

Kokeile joidenkin samankaltaisen matemaattisen lausekkeen luomista laskenta-arkille!

Tietyn alueen saa aktiiviseksi klikkaamalla sitä hiirellä, jolloin alueen rajana oleva musta kehys tulee näkyviin. Aktiivista aluetta voi siirtää hiirellä raahaten, tarttuminen onnistuu mustan käden näkyessä. Aktiivisessa matemaattisessa alueessa on **kursorina sininen kulma**, jonka alaviiva kertoo, mihin lausekkeen osaan valinta sillä hetkellä kohdistuu.

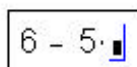
Tutki, miten voit vaikuttaa kulma-kursorin valitsemaan lausekkeen osaan hiirellä, nuolinäppäimillä ja välilyöntinäppäimellä!

Voit valita useampia alueita samanaikaisesti esimerkiksi siirtämistä varten ikkunoimalla ne hiirellä, jolloin valittujen alueiden mustat reunat räkyvät katkoviivoina. Valitun alueen voit tuhota valikosta **Edit > Cut** tai **Backspace - näppäimellä**. Alueita voit myös kopioida tavanomaisella tavalla valikoista **Edit > Copy** ja **Edit > Paste**. Hiiren oikean näppäimen pikamenu on myös käytettävissä edellä mainittuihin operaatioihin.

Kokeile alueiden monivalintaa, siirtämistä, tuhoamista ja kopiointia!

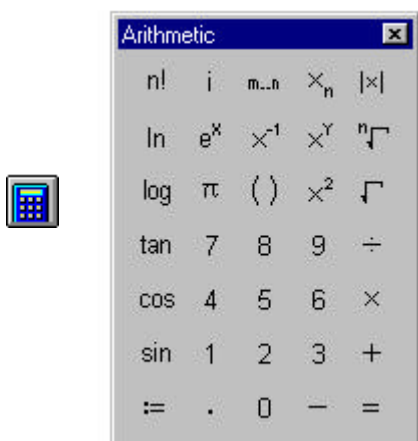
### 4 MATEMAATTISET LAUSEKKEET

Matemaattisia lausekkeitä voi kirjoittaa suoraan näppäimistöltä. Kun kirjoitat laskenta-arkille esimerkiksi 6-5\*, näet seuraavaa:



Kertomerkin jälkeen näkyy kulma-kursorin rajaamana pieni musta laatikko, jota sanotaan **paikanvaraajaksi**. Seuraavaksi näppäilty merkki tulee paikanvaraajan kohdalle. Kirjoita esimerkiksi numero 8 ja paina sen jälkeen = - näppäintä, jolloin näet lausekkeen arvon.

Tee Mathcadilla muutamia yksinkertaisia aritmeettisia laskutoimituksia!



Näppäimistön lisäksi voit käyttää **aritmeettista työkalupalettia** tavallisimpien matemaattisten symbolien poimimiseen.

Matemaattisten lausekkeiden laadinnassa oleellista on hallita kulmakursorin toiminta. Kursorin vaakaviiva näyttää hetkellisen valinnan ja seuraavaksi kirjoitettava operaatio kohdistuu tähän valintaan. Kursorin sijaintiin ja valintaan voit vaikuttaa hiirellä, nuolinäppäimillä ja välilyöntinäppäimellä.

Harjoittele matemaattisten lausekkeiden tekoa seuraavilla lausekkeilla:

$$2 \ln(8^3) - \sqrt{6} e^3 \quad \frac{3^{e^4}}{\sqrt{23 - 1 + \pi}} - \frac{\tan(\sqrt{8}) \cdot 4!}{6^{-1} \cdot \log(12)} \quad \frac{x^{\frac{2}{y}}}{y - \sqrt[3]{z} \cdot x} - \frac{\sin(x)^2}{y - \sqrt[3]{z} \cdot x}$$

Laske kahden ensimmäisen lausekkeen numeeriset arvot.

## 5 MUUTTUJAT

Mathcadissa voit määritellä muuttujia ja sijoittaa niihin sitten lukuarvoja laskennan eri vaiheissa. Kirjoittamalla näppäimistöltä esimerkiksi a:69 tulee laskenta-arkille

$$a := 69$$

mikä merkitsee, että on määritelty muuttuja a ja annettu sen arvoksi 69. Huomaa, että kaksoispiste - näppäin antaa Mathcadissa ns. **määrittelyoperaattorin**, joka näkyy arkilla muodossa :=. Määrittelyoperaattorin voit poimia myös aritmeettisen työkalupaletin vasemmasta alakulmasta.

Jos haluat myöhemmin nähdä muuttujaan a sijoitetun arvon, kirjoita vain a=, niin Mathcad näyttää arvoksi 69. Voit muuttaa milloin tahansa muuttujaan sijoitettua arvoa joko editoimalla alkuperäistä lauseketta tai kirjoittamalla uuden sijoituslausekkeen.

Muuttujia on mahdollista käyttää matemaattisissa lausekkeissa, mikä tekee niistä erittäin hyödyllisiä. Kun muuttuja a on määritelty, on mahdollista kirjoittaa ja laskea esimerkiksi lauseke

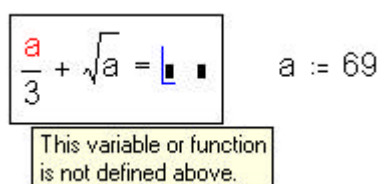
$$\frac{a}{3} + \sqrt{a} = 31.307 \quad \blacksquare$$

Muuttuja voi olla myös mukana toisen muuttujan määritelmässä, kuten on seuraavassa esimerkissä

$$b := a - \sqrt{2 \cdot a} - 6 \quad b = 51.253$$

Harjoittele määrittelemällä muutamia muuttujia ja käytä niitä lausekkeissa ja toisten muuttujien määritelmissä!

Huomaa, että Mathcad suorittaa laskenta-arkeilla olevat laskutoimitukset periaatteella **vasemmalta oikealle** ja **ylhäältä alas**. Jos yrität käyttää muuttujaa ennen sen määrittelyä, antaa Mathcad virheilmoituksen kuten seuraavassa esimerkissä.



## 6 FUNKTIOT

Määrittelyoperaattorin avulla voidaan laatia myös funktioita ja ne kirjoitetaan matematiikan tavanomaisen käytännön mukaisina. Seuraavassa esimerkissä on määritelty yhden muuttujan funktio  $f$  ja kahden muuttujan funktio  $g$ :

$$f(x) := x^2 + \ln(x) \quad g(x, y) := \frac{x^3 - 2^y}{\ln(x \cdot y)}$$

Määriteltyjä funktioita on mahdollista käyttää laskennan aikana monella tavalla. Funktion argumenteille voi sijoittaa arvoja ja laskea sitten funktion arvon seuraavasti

$$f(2) = 4.693 \quad g(2, 1.5) = 4.707 \quad \text{tai}$$

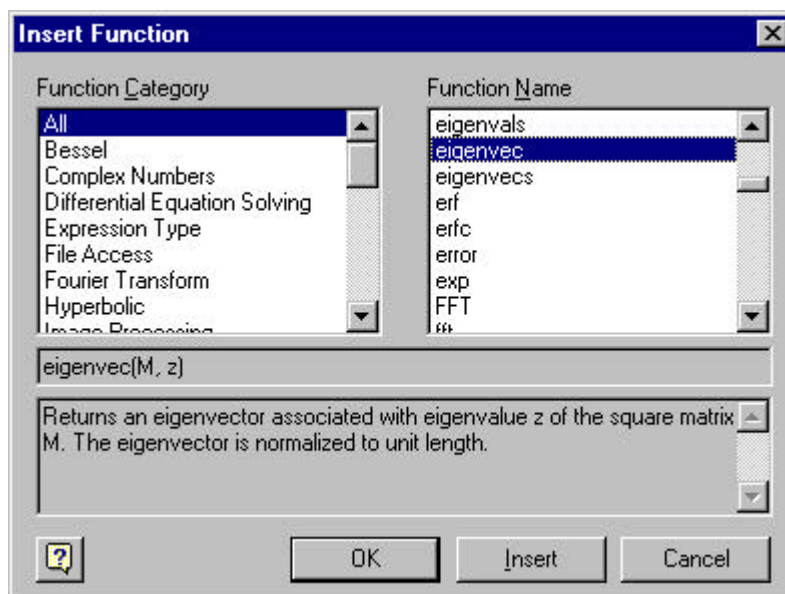
$$x := 2 \quad y := 1.5 \quad f(x) = 4.693 \quad g(x, y) = 4.707$$

Funktiota saa käyttää myös toisen funktion määritelmässä, kuten seuraavassa

$$h(x, y, z) := f(x)^2 + e^{g(x, y)} + \sqrt[4]{\log(100 \cdot z)} \quad h(2, 1.5, 3) = 134.04$$

Harjoittele määrittelemällä funktioita ja laske funktioiden arvoja tietyillä argumentin arvoilla!

Käyttäjän näppäimistöltä kirjoittamien funktioiden lisäksi Mathcadissa on tarjolla suuri joukko valmisfunktioita, joita voi poimia valikosta **Insert > Function** esiin tulevasta dialogista. Sen vasemmassa tekstikentässä voi valita funktioluokan ja oikeasta itse funktion, alaosassa on lyhyt kuvaus funktion toiminnasta ja argumenteista.



Valmisfunktion voi antaa myös kirjoittamalla sen nimen ja argumentit näppäimistöltä.

Harjoittele valmisfunktioiden käyttöä joillakin usein tarvitsemillasi funktioilla!

## 7 ARVOSARJAMUUTTUJAT

Muuttujaan voidaan Mathcadissa liittää myös arvosarja, joka on äärellinen joukko muuttujan arvoja. Esimerkiksi muuttuja  $c$ , joka saa arvot yhdestä kymmeneen yhden välein, määritellään kirjoittamalla  $c:1;10$ , jolloin laskenta-arkille tulee seuraavaa:

$c := 1..10$

Puolipiste-näppäin tuottaa ns. **arvosarjaoperaattorin**, joka näkyy kahtena pisteenä. Sen voi poimia myös aritmeettisen työkalupaletin ylimmästä vaakarivistä keskeltä (**m..n**).

Arvosarjamuuttujaa voi käyttää normaaliin tapaan funktion argumenttina seuraavan esimerkin tapaan.

$x := 1..4$	$f(x) := (2 \cdot x - 3)^2 - \ln(e^x)$
$x =$	$f(x) =$
1	0
2	-1
3	6
4	21

Edellä arvosarjamuuttujien arvojen väli oli yksi. Mitä tahansa muitakin positiivisia ja negatiivisia välejä voi käyttää, kun ilmoitetaan myös sarjan toinen arvo erotettuna pilkulla ensimmäisestä arvosta. Esimerkiksi kirjoittamalla  $d:2,7.5;26$  ja  $e:100,-25;0$  saadaan seuraavat tulokset

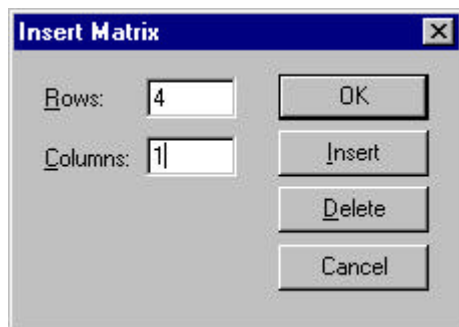
$d := 2, 7.5 .. 26$     $e := -100, -75 .. 0$

d =	e =
2	-100
7.5	-75
13	-50
18.5	-25
24	0

Harjoittele määrittelemällä arvosarjamuuttujia ja käytä niitä funktioiden argumentteina!

## 8 VEKTORIT JA MATRIISIT

Vektoreja ja matriiseja voit määritellä normaalisti määrittelyoperaattorin  $:=$  avulla, mutta lisäksi on annettava vektorin tai matriisin dimensiot ja täytettävä alkioiden paikoille tulevat paikanvaraajat. Kirjoita näppäimistöltä  $v:[Ctrl]m$ , niin saat oheisen dialogin. Täytä dialogiin rivien ja sarakkeiden määriksi 4 ja 1 ja valitse sitten Insert tai OK, jolloin ilmestyy pystyvektorin malline paikanvaraajiineen. Kirjoita sitten alkiot paikanvaraajiin. Paikanvaraajasta toiseen voit liikkua tabulaattorilla tai hiirellä näyttämällä.



$$v := \begin{bmatrix} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{bmatrix} \quad v := \begin{bmatrix} 2 \\ -3.5 \\ 4.5 \\ -3 \end{bmatrix}$$

Näppäilyn  $[Ctrl]m$  sijasta voit käyttää valikkoa **Insert > Matrix** tai **vektorit ja matriisit työkalupalettia**, jonka vasemmassa yläkulmassa on painike matriisin mallineelle.



Vektorin yksittäisen alkion voi poimia **alaindeksioperaattorilla**  $[\cdot]$ . Kirjoittamalla  $v[3]$  Mathcad antaa tulokseksi

$$v_3 = -3$$

josta näkyy, että oletusarvoisesti indeksointi alkaa nollasta. Voit muuttaa oletuksen kirjoittamalla esimerkiksi **ORIGIN:1** tai valikosta **Math > Options... > Built-in Variables**. Alaindeksioperaattorin malline ( $x_n$ ) löytyy myös sekä aritmeettisesta että vektorit ja matriisit työkalupalettista.

Matriisien määrittely sujuu aivan samalla tavalla kuin vektoreiden. Kirjoittamalla  $M:[Ctrl]m$ , antamalla dimensiot 4 ja 4 sekä täyttämällä alkiot paikanvaraajiin syntyy seuraava matriisi:



$$M := \begin{bmatrix} 2 & -3 & 4 & 1 \\ -5 & 4 & 2 & -5 \\ 4 & 2 & -7 & 3 \\ 7 & 1 & -4 & 2 \end{bmatrix}$$

Matriisin yksittäisen alkion voi myös poimia **alaindeksioperaattorilla** []. Kirjoittamalla  $M[0,2=$  ja  $M[3,0=$  Mathcad antaa tulokseksi

$$M_{0,2} = 4 \quad M_{3,0} = 7$$

josta näkyy, että oletusarvoisesti matriisin indeksoinnit alkavat nolasta. Voit muuttaa oletuksen kirjoittamalla esimerkiksi  $ORIGIN:=1$ . Alaindeksioperaatioon voi siirtyä [-merkin sijasta myös mallineella  $x_n$ .

Vektorit ja matriisit työkalupaletissa on käytettävissä runsaasti valmiita vektori- ja matriisioperaatioita, kuten esimerkiksi vektorien pistetulo ja ristitulo sekä matriiseille käänteismatriisi, determinantti, transpoosi ja sarakkeiden poiminta. Seuraavassa on esimerkkejä näistä operaatioista.

$$\begin{aligned} v \cdot M^{<0>} &= 18.5 & \begin{bmatrix} 2 \\ -1.5 \\ 4 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 3 \\ -2 \\ -7.9 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 19.85 \\ 27.8 \\ 0.5 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -4 & 5 \\ -9 & 2 \\ 6 & 1 \end{bmatrix}^T &= \begin{bmatrix} -4 & -9 & 6 \\ 5 & 2 & 1 \end{bmatrix} \\ |M| &= 138 \end{aligned}$$

$$M^{-1} = \begin{bmatrix} -0.036 & -7.246 \cdot 10^{-3} & -0.159 & 0.239 \\ 0.935 & 0.587 & 0.913 & -0.37 \\ 0.703 & 0.341 & 0.493 & -0.239 \\ 1.065 & 0.413 & 1.087 & -0.63 \end{bmatrix} \quad M^{-1} \cdot v = \begin{bmatrix} -1.482 \\ 5.033 \\ 3.149 \\ 7.467 \end{bmatrix}$$

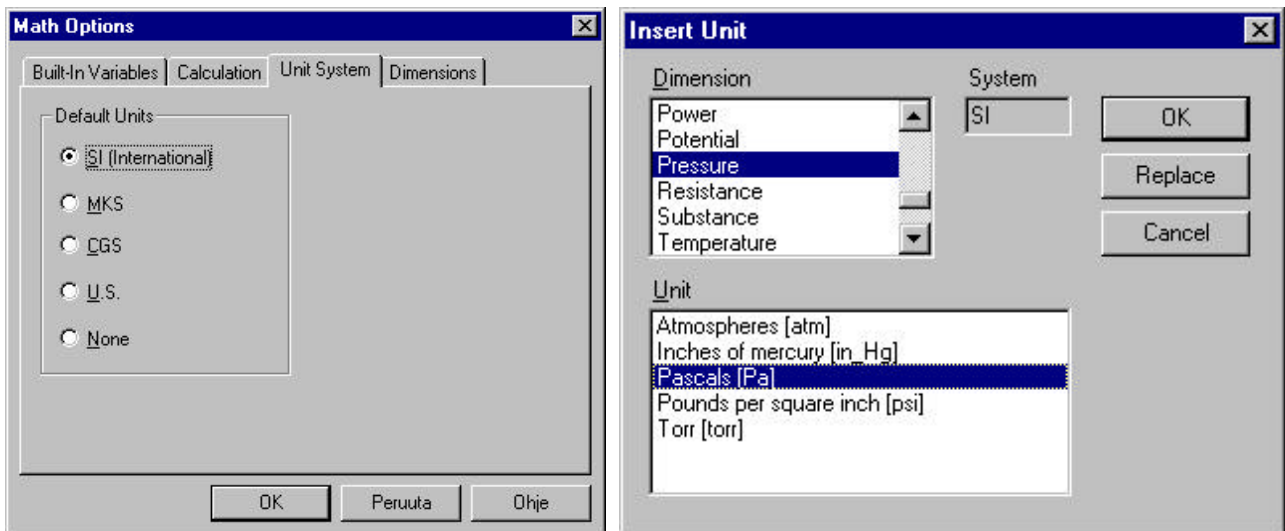
Mathcadissa on myös monia valmisfunktioita vektoreiden ja matriisien käsittelyyn. Esimerkiksi neliömatriisin ominaisarvot ja ominaisvektorit voit laskea valmisfunktioden  $eigenvals()$  ja  $eigenvecs()$  avulla:

$$\begin{aligned} eigenvals(M) &= \begin{bmatrix} 8.624 \\ 1.109 \\ -6.518 \\ -2.214 \end{bmatrix} & eigenvecs(M) &= \begin{bmatrix} -0.466 & 0.06 & -0.391 & -0.334 \\ 0.82 & 0.74 & -0.011 & 0.281 \\ -0.076 & 0.409 & 0.666 & 0.356 \\ -0.323 & 0.531 & 0.635 & 0.826 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Harjoittele määrittelemään matriiseja ja vektoreita ja tee niillä tavanomaisia operaatioita!

## 9 YKSIKÖIDEN KÄYTTÖ

Mathcadissa muuttujille voidaan antaa yksiköt tavallisia yksikköjärjestelmiä käyttäen kirjoittamalla niiden lukuarvojen perään halutut yksiköt. Lukuarvon ja yksikön väliin voi kirjoittaa kertomerkin, mutta se ei ole pakollista. Sen sijaan yksiköiden väliset kertomiset ja jakamiset tulee ilmaista tavanomaisesti (kirjoita esim.  $N \cdot m$  ja  $N/m$ ). Muuttujilla laskettaessa Mathcad huolehtii automaattisesti tulosten yksiköistä. Oletuksena on aluksi SI-järjestelmä, mutta muita yksikköjärjestelmiä saa käyttöön valikosta **Math > Options... > Unit System**. Mathcadissa on sisäänrakennettuna yksikköjärjestelmien perusyksiköt, mutta kerrannaisyksiköistä vain osa. Sisäänrakennetut yksiköt voi kirjoittaa suoraan näppäimistöltä tai poimia valikosta **Insert > Unit...** näkyviin tulevasta dialogista.



Kirjoittamalla esimerkiksi  $L:3m$ ,  $F:7N$  ja  $q:4N/m$  laskenta-arkille tulee

$$L := 3 \text{ m} \quad F := 7 \text{ N} \quad q := 4 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Kirjoittamalla sitten  $P:q \cdot L$  ja  $P=$  sekä  $W:F \cdot L$  ja  $W=$  saadaan seuraavaa

$$P := q \cdot L \quad P = 12 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$W := F \cdot L \quad W = 21 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

josta näkyy, että Mathcad ei aina osaa esittää yksiköitä yksinkertaisimmassa muodossa. Asian voi korjata kirjoittamalla yksinkertaisemmat yksiköt  $N$  ja  $J$  mustaan paikanvaraajaan tai kaksoisklikkaamalla paikanvaraajaa, jolloin yksikön voi valita Insert Unit dialogista. Tällöin tulos näyttää seuraavalta

$$P := q \cdot L \quad P = 12 \cdot N$$

$$W := F \cdot L \quad W = 21 \cdot J$$

Valitussa alueessa yksinkertaisimpaan yksikön muotoon pääsee myös valikosta **Format > Result...** esiin tulevan dialogin avulla ruksaamalla siinä kohdasta Unit Display ruudun Simplify units when possible. Tällöin ei myöskään tuloksen lukuarvon ja yksikön välissä ole yllä näkyvää pientä palloa. Edellä mainitusta dialogista voi myös muotoilla valitun alueen tuloksen yksikköä ruksaamalla kohdasta Unit Display pelkästään ruudun Format units, jolloin edellä olevat tulokset menevät muotoon

$$P := q \cdot L \quad P = 12 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

$$W := F \cdot L \quad W = 21 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Jos laskennassa halutaan käyttää yksiköitä, joita ei ole sisäänrakennettu, on ne itse määriteltävä muuttujina esimerkiksi laskenta-arkin alussa. Seuraavassa esimerkissä on määritetty puuttuvia paineen yksiköitä.

$$\text{GPa} := 10^9 \cdot \text{Pa} \quad \text{MPa} := 10^6 \cdot \text{Pa} \quad \text{bar} := \text{MPa} \cdot 0.1$$

Itse määrittelyjä yksiköitä voi jatkolaskennassa käyttää tavalliseen tapaan, kuten seuraavasta esimerkistä käy ilmi. Kirjoittamalla p:2bar ja p= tulee arkille näkyviin

$$p := 2 \text{ bar} \quad p = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Paikanvaraajaan voi edellä kirjoittaa yksiköksi bar, MPa, GPa tai tietenkin jonkin sisäänrakennetun yksikön. Seuraavassa on lisälaskuja yllä määritellyjä yksiköitä käyttäen.

$$r := 2000 \text{ mm} \quad t := 10 \text{ mm} \quad E := 210 \text{ GPa}$$

$$\sigma := p \cdot \frac{r}{t} \quad \sigma = 40 \cdot \text{MPa} \quad \varepsilon := \frac{\sigma}{E} \quad \varepsilon = 1.905 \cdot 10^{-4}$$

## 10 GRAFIIKAN PIIRTÄMINEN



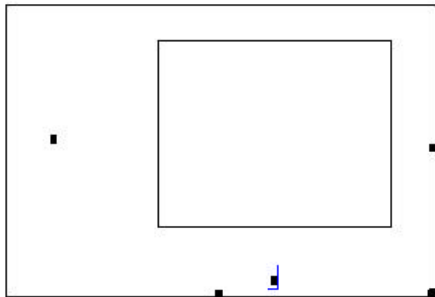
Grafiikan (käyrät, pinnat, ym.) piirtäminen käynnistetään valikosta **Insert > Graph...** tai Grafiikan piirto työkalupaletista.



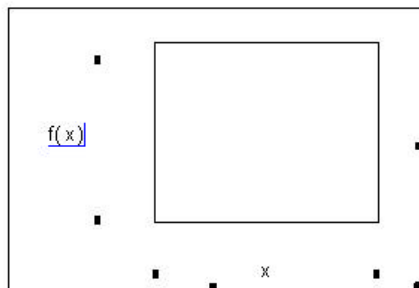
Käyriä voidaan piirtää sekä xy-koordinaatistoon että rϕ-napakoordinaatistoon. Koordinaattisuunnille annettavat nimet voivat tietenkin olla muitakin symboleja. xy-tason käyrän piirtäminen käynnistyy myös pikanäppäimellä @. Seuraavassa tarkastellaan vain xy-tason käyrän piirtämistä. Napakoordinaatiston käyrien piirtäminen sujuu samojen periaatteiden mukaisesti.

Määritellään aluksi funktio, jonka kuvaaja piirretään, olkoon se esimerkiksi

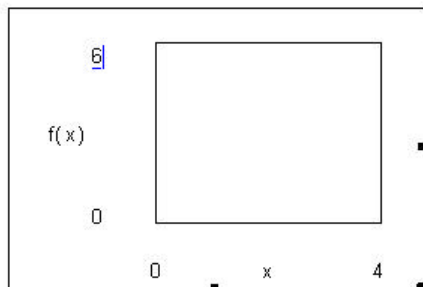
$$f(x) := \frac{1}{\sqrt{(1-x^2)^2 + (2 \cdot 0.1 \cdot x)^2}}$$



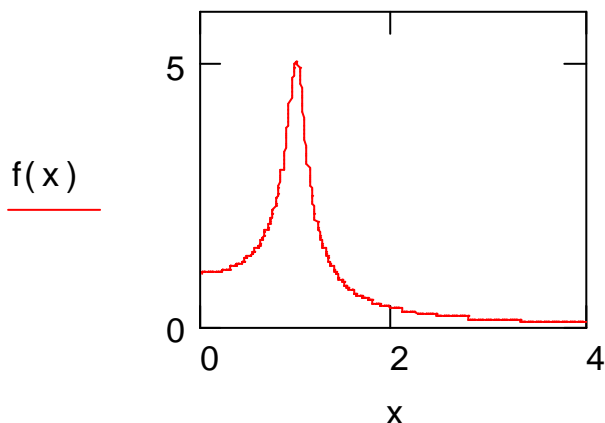
Kun käyrän piirtäminen on käynnistetty, Mathcad näyttää oheisen kuvan mukaisen mallineen, jonka mustiin paikanvaraajiin kirjoitetaan käyrässä esitettävät suureet. Samaan kuvaan voi piirtää useampiakin funktioita ja niiden argumenttienkaan ei tarvitse olla samat. Tällöin suureet kirjoitetaan paikanvaraajiin pilkulla toisistaan erotettuna.



Kun esitettävät suureet on kirjoitettu, tulevat esiin uudet paikanvaraajat, joihin voidaan kirjoittaa akseleilla käytettävät arvo-alueet.

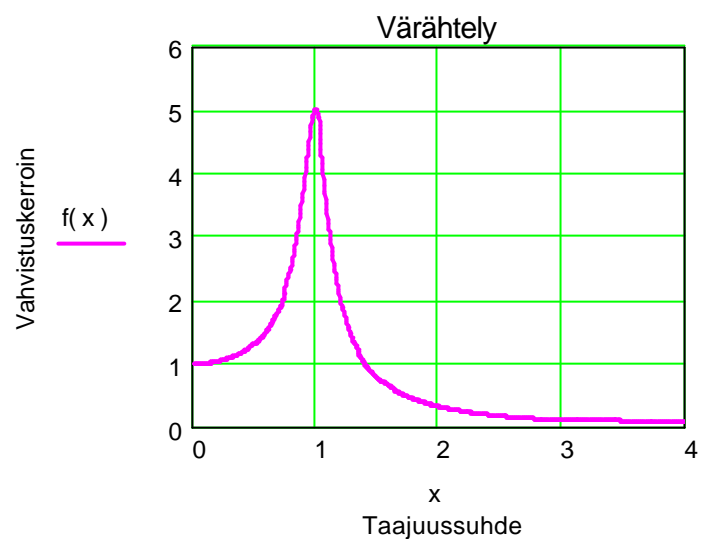
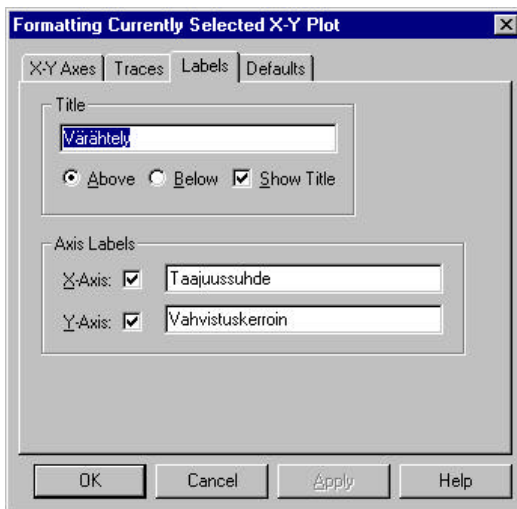
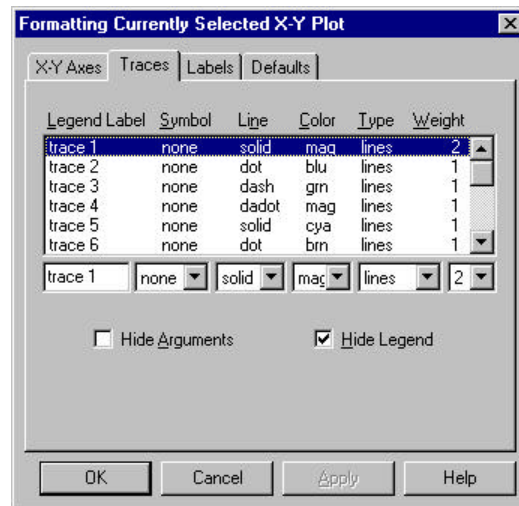
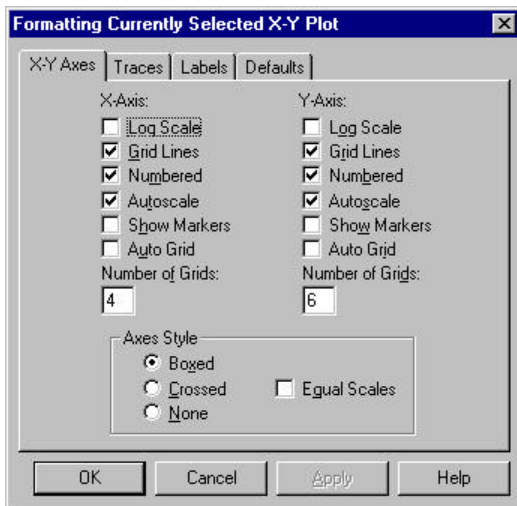


Arvo-alueiden määrittelyn jälkeen napsautetaan hiirellä mallineen ulkopuolelle, jolloin Mathcad piirtää käyrän oletusasetuksin.



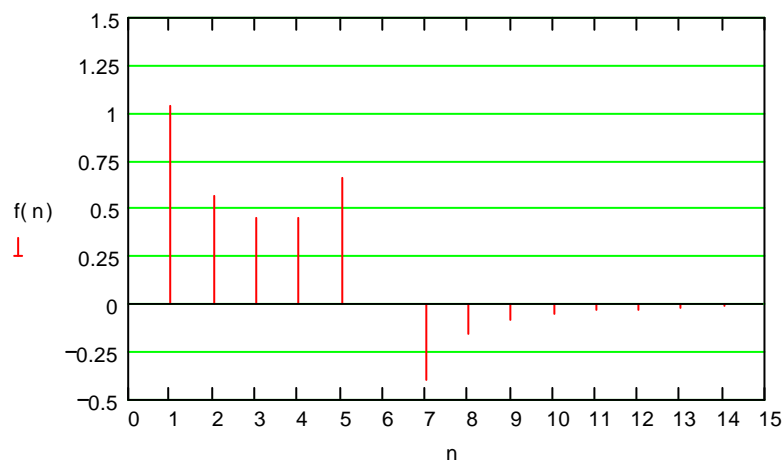
Jos (kun) et ole tyytyväinen kuvan ulkoasuun, voit muuttaa sitä seuraavasti. Valitse kuva hiirellä aktiiviseksi ja valitse sen jälkeen päämenusta **Format>Graph>X-Y Plot...** tai kaksoisklikkaa hiirellä valittua kuvaa, jolloin tulee näkyviin **Formatting Currently Selected X-Y Plot** dialogi. Siinä on neljä välilehteä, joista **X-Y Axes** välilehdellä voi muotoilla koordinaatistoa ja **Traces** välilehdellä kuvassa olevia käyriä. Esimerkiksi

seuraavilla valinnoilla saadaan hieman siistimpi kuva:



Seuraavassa esimerkissä on aluksi määritelty arvosarjamuuttuja  $n$  ja sen avulla toinen arvosarjamuuttuja  $f(n)$  ja niiden yhteys on sitten esitetty grafiikkana (Traces>Type = stem).

$$N := 15 \quad n := 1..N \quad f(n) := \frac{1}{n \cdot \left(1 - \frac{n^2}{36}\right)}$$



Seuraavaksi on tarkoitus laittaa joitakin ohjeita pintojen piirtämisestä.....

**LISÄÄ TULOSSA JOSKUS !!!!????**