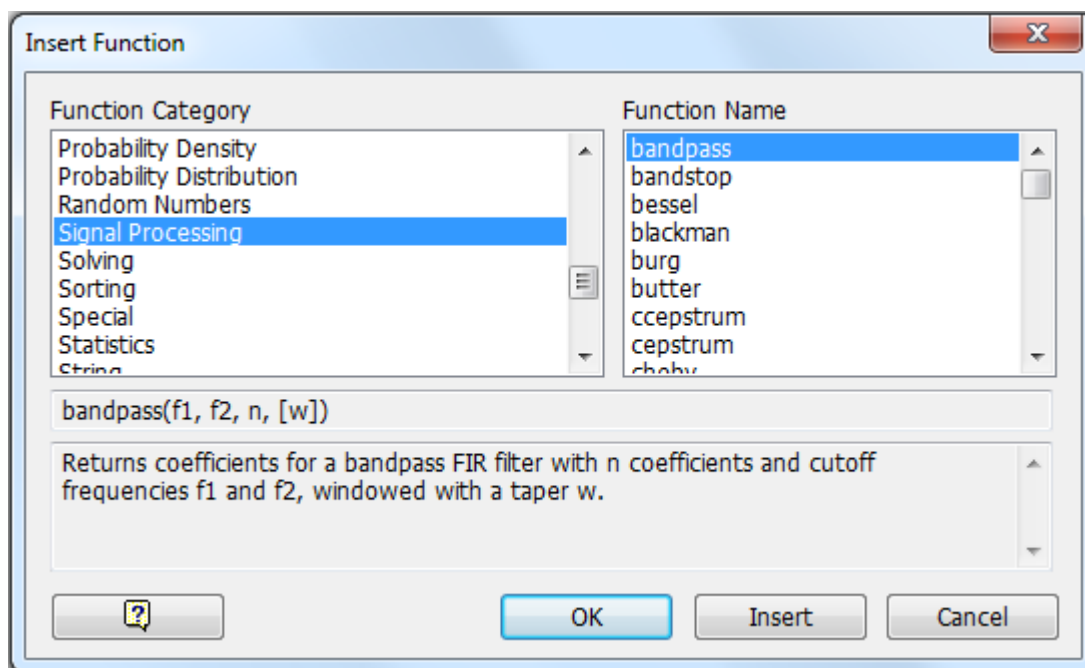


## Mathcadi sisefunktsioonid

Mathcadi on endas sisse ehitatud palju erinevaid funktsioone, kuid lisaks saab juurde tellida lisapakette ja kirjutada ise sisefunktsioone näiteks C keeles. Meie piirdume siinkohal ainult Mathcadiga algsest kaasa tulevate tähtsamate sisefunktsioonidega.

### Sisefunktsioonide lisamine

Valige menüüst "Insert" => "Function ...". Seejärel kuvatakse teile nimekirjad teemade järgi. Sisefunktsioonid on tõstutundlikud, s.t. suur- ja väiketähedel on erinevus.



### Trigonomeetrilised funktsioonid

Astmed  $\sin^2(x)$  sisestatakse kui  $\sin(x)^2$ . Alternatiivina võib kasutada "Prefix" operaatorit paletilt

"Evaluation" ja sisestada  $\sin^2$  vasakusse ruutu ja  $x$  paremasse ruutu :  $\sin^2 x \rightarrow \sin(x)^2$ .

Trigonomeetriliste funktsioonide argumentid on radiaanides. Kui soovite kasutada kraade, siis kasutage süsteemisest ühikut "deg".

Hüperboolsete funktsioonide pöördfunktsioonide jaoks tuleb hüperboolsetele funktsioonidele ette kirjutada  $a$ , näiteks  $\operatorname{asinh}(x)$ .

$$\sin(30 \cdot \text{deg}) = 0.5$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{6}\right) \rightarrow \frac{1}{2}$$

$$\text{angle}(1, 2) = 63.435 \cdot \text{deg}$$

Leiab nurga x-telje ja punkti (1,2) vahel radiaanides lõigul  $[0, 2\pi]$ . Siin kasutasime ühikut "deg", et leida tulemus kraadides.

$$\cot\left(\frac{\pi}{2}\right) \rightarrow 0$$

Kootangens ehk  $1/\tan$ , argument ei tohiks olla  $n\pi$ -kordne.

$$\text{asin}\left(\frac{1}{2}\right) \rightarrow \frac{\pi}{6}$$

Arkussiinus ehk  $\sin^{-1}$ , määramispiirkond on  $[-1, 1]$ . Kui minna määramispiirkonnast välja, siis on tulemus kompleksne.

$$\text{asin}(2) = 1.571 - 1.317i$$

$$\text{acos}\left(\frac{1}{2}\right) \rightarrow \frac{\pi}{3}$$

Arkuskoosinus ehk  $\cos^{-1}$ , määramispiirkond on  $[-1, 1]$ . Kui minna määramispiirkonnast välja, siis on tulemus kompleksne.

$$\text{acos}(2) = 1.317i$$

$$\text{atan}(1) \rightarrow \frac{\pi}{4}$$

Arkustangens ehk  $\tan^{-1}$  määramispiirkond on  $(-\infty, \infty)$ .

$$\text{acot}(1) \rightarrow \frac{\pi}{4}$$

Arkuskootangens ehk  $\cot^{-1}$  määramispiirkond on  $(-\infty, \infty)$ .

$$\sinh(1) = 1.175$$

Hüperboolne siinus,  $\sinh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$ .

$$\cosh(1) = 1.543$$

Hüperboolne koosinus,  $\cosh(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$ .

$$\tanh(1) = 0.762$$

Hüperboolne tangens,  $\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$ .

$$\text{coth}(1) = 1.313$$

Hüperboolne kootangens ehk  $\tanh^{-1}$ ,  $\text{coth}(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{e^x - e^{-x}}$ .

Määramispiirkonda ei kuulu punkt  $x=0$ .

## Funktsioonid kompleksarvude jaoks

$$\arg(2 + i) = 0.464$$

Nurk komplekstasandil reaaltelje ja arvu  $2+i$  vahel. Tulemus on radiaanides lõigus  $[-\pi, \pi]$ .

$$\text{Re}(2 + i) = 2$$

Reaalosa.

$$\text{Im}(2 + i) = 1$$

Imaginaarosa.

$$\text{signum}(2 + i) = 0.894 + 0.447i$$

Väljastab 1, kui  $z \neq 0$ . Ülejäänud juhtudel  $z/|z|$ .

$$\text{csgn}(2 + i) = 1$$

Väljastab 0, kui  $z=0$ . Väljastab 1, kui  $\text{Re}(z) > 0$  ( või  $\text{Re}(z)=0$  ja  $\text{Im}(z) > 0$ ). Ülejäänud juhtuudes väljastab -1.

## Tükiti pidevad funktsioonid

$$x := 36.2$$

$$\text{if}(x = 0, 2, 3) = 3$$

If funktsioon väljastab teise argumendi, kui esimesel kohal olev tingimus on tõene, vastasel korral väljastatakse kolmas argument.

$$\text{if}(x \geq 0, 2, 3) = 2$$

$$\delta(1, 2) = 0$$

Kroneckeri deltafunktsioon, väljastab 1, kui mõlemad täisarvud on võrdsed. Vastasel korral väljastatakse 0.

$$\delta(1, 1) = 1$$

$$\Phi(2) = 1$$

Heaviside astmefunktsioon. Väljastab 1, kui  $x \geq 0$ . Vastasel korral väljastab 0. Argument  $x$  peab olema reaalne.

$$\Phi(-2) = 0$$

$$\text{sign}(2) = 1$$

Signum, väljastab vastavalt 1 või -1 olenevalt argumendi positiivsusest või negatiivsusest. Kui  $x=0$ , siis väljastab 0. Argument peab olema reaalne.

$$\text{sign}(-2) = -1$$

## Kombinatorika ja arvuteooria

$$\text{combin}(6, 2) = 15$$

Väljastab kombinatsioonid kuuest kahe kaupa.

$$\text{permut}(6, 2) = 30$$

Väljastab permutatsioonid kuuest kahe kaupa.

$$\text{mod}(8.5, 3) = 2.5$$

Jääk reaalarvu 8.5 jagamisel arvuga 3.

$$\text{lcm}(3, 6, 5) = 30$$

Väljastab arvude vähima ühiskordse. Argumente võib olla rohkem või vähem.

$$\text{gcd}(12, 15, 9) = 3$$

Väljastab arvude suurima ühisteguri. Argumente võib olla rohkem või vähem.

## Ümardamine

$$\text{ceil}(4.5) = 5$$

Vähim täisarv, mis on suurem-võrdne argumentidiga.

$$\text{floor}(4.5) = 4$$

Suurim täisarv, mis on väiksem-võrdne argumentidiga.

`round(4.5123456, 5) = 4.51235`

Ümardab reaalarvu etteantud komakohani.

`trunc(4.5123) = 4`

Lõikab reaalarvu küljest komakohad ja väljastab ainult täisarvuga seotud osa.

## Spetsiaalsed funktsioonid

$$\text{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_0^x e^{-t^2} dt$$

Klassikaline veafunktsioon, argument peab olema reaalne.

`erf(1.51234) = 0.968`

`erf( $\infty$ ) = 1`

`$\Gamma(1.2) = 0.918$`

Euleri gammafunktsioon, argument võib olla kompleksne. Funktsioon ei ole defineeritud punktides  $x=0, -1, -2, \dots$

## Vektor- ja maatriksfunktsioonid

Vektorfunktsioonid kasutavad oma argumentidena ainult veeruvektoreid. Reavektorite korral kasutate transponeerimist.

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \\ 10 & 11 & 12 \end{pmatrix}$$

$$v := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -3 \\ 4 \\ 5 \end{pmatrix}$$

$$B := \begin{pmatrix} 1 & 5 & 6 & 7 \\ 2 & 1 & 5 & 6 \\ 3 & 2 & 1 & 5 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

`cols(A) = 3`

Maatriksi veergude arv.

`rows(A) = 4`

Maatriksi ridade arv.

`last(v) = 4`

Vektori viimase elemendi indeks.

`length(v) = 5`

Vektori elementide arv.

`max(A, B, v) = 12`

Väljastab maksimaalse elemendi. Argumendid võivad olla maatriksid, vektorid, skalaarid, sõned. Töötab ka kompleksete suuruste jaoks.

`min(A, B, v) = -3`

Väljastab minimaalse elemendi.

$$\text{diag}(v) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 5 \end{pmatrix}$$

Väljastab ruutmatriksi, mille diagonaalil on vektori v elemendid.

$$\text{identity}(4) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Väljastab NxN ühikmatriksi, argumendiks on N.

$$\text{rref}(A) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Viib matriksi Gaussi meetodis tuntud ridade teisenduste abil kolmnurksele kujule.

$$\text{rank}(A) = 2$$

Matriksi astak.

$$\text{augment}(A, B) = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 1 & 5 & 6 & 7 \\ 4 & 5 & 6 & 2 & 1 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 & 3 & 2 & 1 & 5 \\ 10 & 11 & 12 & 4 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Ühendab matriksid või vektorid horisontaalsuunas. Argumentidel peab olema samasugune ridade arv.

$$\text{stack}(A, A) = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \\ 10 & 11 & 12 \\ 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \\ 10 & 11 & 12 \end{pmatrix}$$

Ühendab matriksid või vektorid vertikaalsuunas. Argumentidel peab olema samasugune veergude arv.

$$\text{submatrix}(A, 2, 3, 1, 2) = \begin{pmatrix} 8 & 9 \\ 11 & 12 \end{pmatrix}$$

Väljastab matriksist A alammatriksi, kus argumendid on kujul (A, rida\_i, rida\_j, veerg\_i2, veerg\_j2).

$$f(x, y) := x + y$$

$$\text{matrix}(2,4,f) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix}$$

Väljastab NxM maatriksi, kus igale elemendile rakendatakse kahemuutuja funktsiooni f(i,j).

$$\text{eigenvals}(B) = \begin{pmatrix} 12.971 \\ -3.362 + 1.395i \\ -3.362 - 1.395i \\ -2.246 \end{pmatrix}$$

Ruutmaatriksi B omaväärtused. Tuletame meelde, et omaväärtused  $\lambda$  ja omavektorid  $z$  on seotud avaldisega  $\lambda z = Bz$

$$\text{eigenvecs}(B) = \begin{pmatrix} -0.651 & -0.168 + 0.334i & -0.168 - 0.334i & -0.317 \\ -0.487 & -0.521 + 0.079i & -0.521 - 0.079i & 0.337 \\ -0.415 & -0.256 - 0.348i & -0.256 + 0.348i & -0.717 \\ -0.409 & 0.63 & 0.63 & 0.521 \end{pmatrix}$$

Ruutmaatriksi omavektorid, mis asuvad veergude kaupa üksteise kõrval.

$$\text{eigenvec}(B, -2.246) = \begin{pmatrix} 0.317 \\ -0.337 \\ 0.717 \\ -0.521 \end{pmatrix}$$

Ruutmaatriksi B üks omavektoritest (vastab omaväärtusele, mis antakse ette teise argumendiga).

## Sorteerimine

$$A := \begin{pmatrix} -1 & 1 & -5 & 1 \\ 34 & 0 & -56 & 10 \\ -100 & 2 & 6 & 4 \end{pmatrix}$$

$$v := \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \\ -36 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{csort}(A, 3) = \begin{pmatrix} -1 & 1 & -5 & 1 \\ -100 & 2 & 6 & 4 \\ 34 & 0 & -56 & 10 \end{pmatrix}$$

Väljastab maatriksi, kus read sorteeritakse soovitud veeru järgi kasvavas järjekorras. Rõhutame, et sorteerimiseks kasutatakse ainult teise argumendi poolt määratud veergu.

$$\text{rsort}(A, 1) = \begin{pmatrix} -5 & 1 & 1 & -1 \\ -56 & 0 & 10 & 34 \\ 6 & 2 & 4 & -100 \end{pmatrix}$$

Väljastab maatriksi, kus veerud sorteeritakse soovitud rea järgi kasvavas järjekorras. Rõhutame, et sorteerimiseks kasutatakse ainult teise argumendi poolt määratud rida.

$$\text{reverse}(A) = \begin{pmatrix} -100 & 2 & 6 & 4 \\ 34 & 0 & -56 & 10 \\ -1 & 1 & -5 & 1 \end{pmatrix}$$

Väljastab maatriksi (vektori), kus read on antud vastupidises järjestuses (ehk siis peegeldatud kujul).

$$\text{sort}(v)^T = (-36 \ 0 \ 1 \ 3)$$

Sorteerib vektori elemendid kasvavas järjekorras.

## Mitmesugused funktsioonid

$$x = 36.2$$

$$\text{IsArray}(x) = 0$$

Kontrollib, kas muutuja on maatriks või vektor. Väljastab 1, kui on, 0 vastasel juhul.

$$\text{IsScalar}(x) = 1$$

Kontrollib, kas muutuja on reaalarv või kompleksarv. Väljastab 1, kui on, 0 vastasel juhul.

$$\text{IsString}(x) = 0$$

Kontrollib, kas muutuja on sõne. Väljastab 1, kui on, 0 vastasel juhul.

$$\text{UnitsOf}(x) = 1$$

Väljastab muutuja  $x$  mõõtühiku. Kui suurus  $x$  on ilma ühikuta, siis väljastatakse 1.

$$\text{concat}(\text{"Lehm"}, \text{" "}, \text{"lippas"}, \text{" aasal."}) = \text{"Lehm lippas aasal."}$$

Ühendab sõned.

$$\text{num2str}(x) = \text{"36.2"}$$

Väljastab reaali- või kompleksarvust vastava väärtusega sõne.

$$\text{str2num}(\text{"4.51e-3"}) = 4.51 \times 10^{-3}$$

Väljastab sõnest vastava väärtusega arvu.

$$\text{str2vec}(\text{"öökull"}) = \begin{pmatrix} 246 \\ 246 \\ 107 \\ 117 \\ 108 \\ 108 \end{pmatrix}$$

Väljastab sõnest vektorina vastava ASCII kooditabeli.

$$\text{strlen}(\text{"Suurte arvude seadus"}) = 20$$

Väljastab sõne pikkuse.

$$\text{substr}(\text{"Leia mind üles"}, 5, 4) = \text{"mind"}$$

Väljastab sõnest osa, alates teisest argumentist pikkusega kolmas argument. Indeksargumendid peavad

olema nullid või naturaalarvud.

search("Leia mind üles" , "mind" , 0) = 5

Otsib sõnest alamsõnet alates kolmandast argumendist. Vastuseks on indeks, millisest positsioonist alamsõne esimest korda esineb. Kui vastet ei leita, siis on vastuseks -1.

### **Kasutatud kirjandus**

[1] J. Reimand, K. Velsker. Matemaatika valemid. Kirjastus Koolibri 2010.

[2] "Mathcad 2000. User's Guide." USA, 1999.