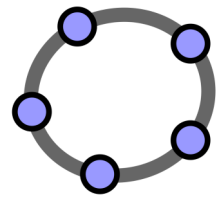


GeoGebra-opas

# Virallinen käsikirja 3.2 RC1



Markus Hohenwarter and Judith Hohenwarter  
[www.geogebra.org](http://www.geogebra.org)

# GeoGebra-opas 3.2

Viimeksi muokattu: 16. marraskuu 12, 2010

Tekijät

Markus Hohenwarter, [markus@geogebra.org](mailto:markus@geogebra.org)

Judith Hohenwarter, [judith@geogebra.org](mailto:judith@geogebra.org)

Suomennos 2010

Teemu Hinkula, [teemu.hinkula@edu.hel.fi](mailto:teemu.hinkula@edu.hel.fi)

Hannu Korhonen

Juha Leino, [juha.leino@hel.fi](mailto:juha.leino@hel.fi)

Kirsi Malinen

GeoGebra Online

www-sivut <http://www.geogebra.org>

Help Search: <http://www.geogebra.org/help/search.html>

Tämä on käsikirjan suomennoksen toinen versio. Ensimmäinen versio GeoGebra-opas 3.0 on ollut pohjana uuteen 3.2-version oppaaseen. Ohjelman toimintojen määrä on lähes kaksinkertaistunut, joten suomennostyö on vaatinut paljon aikaa. Englannin kielessä esiintyvien of-genetiivien ja eräiden prepositiorakenteiden kääntäminen suomeksi on ollut haastavaa. Tästä syystä joissakin kohdissa aikaan saatu suomen kieli on hankalaa. Kääntäjäryhmä on kiitollinen kaikesta saamastaan palautteesta.



# Sisälllys

<b>GEOGEBRA-OPAS 3.2</b>	<b>2</b>
<b>SISÄLLYS</b>	<b>4</b>
<b>1. MIKÄ ON GEOGEBRA?</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Monta esitystapaa</b> .....	<b>7</b>
1.1.1. Piirtoalue	7
1.1.2. Algebraikkuna	8
1.1.3. Laskentataulukko	9
<b>1.2. GeoGebra oppimisen ja opettamisen työvälineenä</b> .....	<b>9</b>
1.2.1. Näkymän sovittaminen omiin tarpeisiin	9
<b>1.3. Objektien ominaisuuksien muokkaus</b> .....	<b>11</b>
1.3.1. Ominaisuusvalikon käyttö	11
<b>1.4. GeoGebra esitystyökaluna</b> .....	<b>12</b>
1.4.1. Piirroksen vaiheiden selaaminen	12
1.4.2. Objektiluettelon käyttö	12
1.4.3. Asetusten muokkaaminen	13
<b>1.5. GeoGebra kirjoitustyökaluna</b> .....	<b>14</b>
1.5.1. Tulostaminen	14
1.5.2. Piirtoalueen muuttaminen kuvaksi	14
1.5.3. Vuorovaikutteisen web-sivun luominen	15
<b>2. GEOMETRISET SYÖTTEET</b>	<b>17</b>
<b>2.1. Yleistä</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2. Toiminnot</b> .....	<b>17</b>
2.2.1. Yleiset toiminnot	18
2.2.2. Pisteet	19
2.2.3. Vektorit	20
2.2.4. Janat	20
2.2.5. Puolisuorat	21
2.2.6. Monikulmiot	21
2.2.7. Suorat	21
2.2.8. Kartioleikkaukset	22
2.2.9. Kaaret ja sektorit	23
2.2.10. Luvut ja kulmat	24
2.2.11. Loogiset toiminnot	26
2.2.12. Ura	26
2.2.13. Geometriset muunnokset	26
2.2.14. Teksti	27
2.2.15. Kuvat	29

<b>3. ALGEBRALLISET SYÖTTEET</b>	<b>31</b>
<b>3.1. Yleistä.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2. Suora syöttö .....</b>	<b>33</b>
3.2.1. Luvut ja kulmat	33
3.2.2. Pisteet ja vektorit	34
3.2.3. Suorat ja akselit	34
3.2.4. Kartioleikkaus	35
3.2.5. Muuttujan x funktiot	35
3.2.6. Aritmeettiset operaatiot	36
3.2.7. Loogiset muuttujat ja komennot	37
3.2.8. Objekttilistat ja listaoperaatiot	37
3.2.9. Matriisiobjektit ja -operaatiot	39
3.2.10. Kompleksiluvut ja niiden operaatiot	39
<b>3.3. Komennot.....</b>	<b>40</b>
3.3.1. Yleiset komennot	41
3.3.2. Loogiset komennot	41
3.3.3. Luvut	41
3.3.4. Kulmat	45
3.3.5. Pisteet	45
3.3.6. Vektorit	47
3.3.7. Janat	48
3.3.8. Puolisuorat	48
3.3.9. Monikulmiot	48
3.3.10. Suorat	48
3.3.11. Kartioleikkaukset	50
3.3.12. Funktiot	51
3.3.13. Parametrikäyrät	52
3.3.14. Kaaret ja sektorit	53
3.3.15. Teksti	54
3.3.16. Ura-komento	56
3.3.17. Listat ja Jonot	56
3.3.18. Geometriset muunnokset	60
3.3.19. Tilastolliset komennot	61
3.3.20. Laskentataulukon komennot	65
3.3.21. Matriisikomennot	65
<b>4. VALIKOT</b>	<b>67</b>
<b>4.1. Tiedosto-valikko .....</b>	<b>67</b>
<b>4.2. Muokkaa-valikko .....</b>	<b>70</b>
<b>4.3. Näytä-valikko .....</b>	<b>71</b>
<b>4.4. Vaihtoehdot-valikko .....</b>	<b>73</b>
<b>4.5. Työvälineet-valikko .....</b>	<b>75</b>
<b>4.6. Ikkuna-valikko .....</b>	<b>76</b>
<b>4.7. Opastus-valikko .....</b>	<b>76</b>

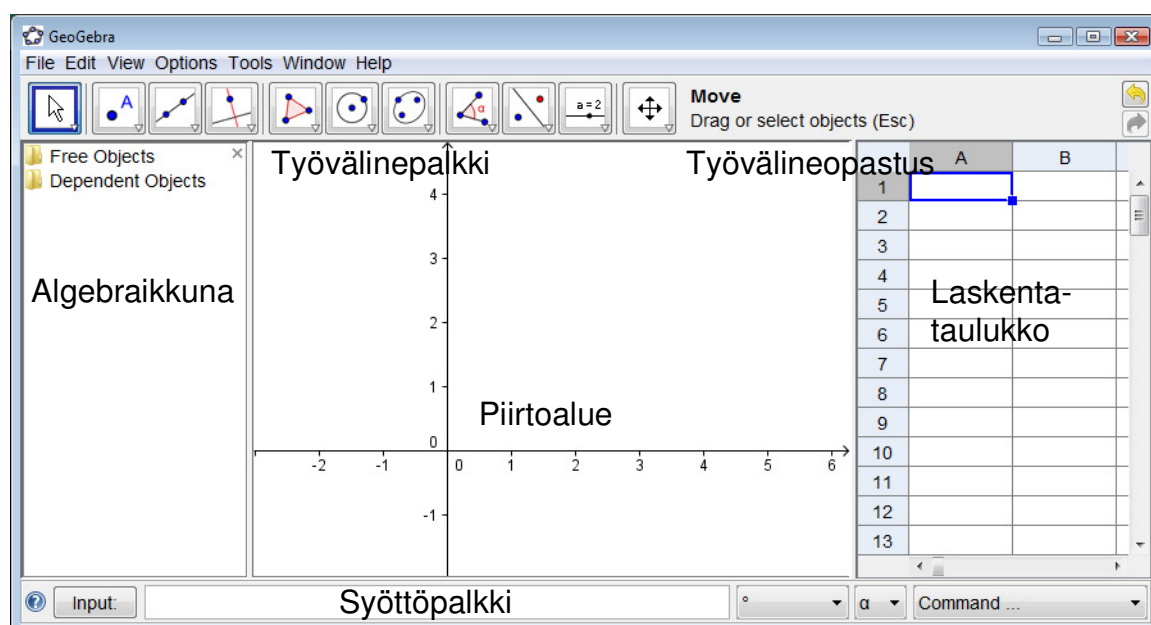
<b>5. GEOGEBRAN ERIKOISTOIMINNOT</b>	<b>78</b>
5.1. Animaatiot.....	78
5.2. Ehdollinen näkyminen .....	79
5.3. Käyttäjän määrittelemät työvälineet.....	80
5.4. Dynaamiset värit .....	81
5.5. JavaScript ympäristö.....	82
5.6. Pikanäppäinvalinnat .....	82
5.7. Nimet ja kuvatekstit .....	86
5.8. Tasot.....	86
5.9. Uudelleenmäärittely.....	87
5.10. Jälki ja ura.....	87
<b>HAKEMISTO</b>	<b>89</b>

# 1. Mikä on GeoGebra?

GeoGebra on dynaaminen matematiikkaohjelma. Siinä yhdistyvät geometria, algebra, analyysi ja taulukkolaskenta. Sen ovat kehittäneet matematiikan oppimisen ja opettamisen avuksi Markus Hohenwarter ja kansainvälinen ohjelmoijaryhmä.

## 1.1. Monta esitystapaa

Geogebra on monta tapaa matemaattisten objektien näyttämiseen: graafinen *piirtoalue*, numeerinen *algebraikkuna* ja *laskentataulukko*. Ne tarjoavat kolme erilaista esitystapaa matemaattisten objektien näyttämiseen: graafisesti (pisteinä, kuvioina, käyrinä jne.), algebrallisesti (koordinaatteina, yhtälöinä jne.) ja taulukkolaskentasoluina. Kaikki saman objektin esitystavat liittyvät toisiinsa dynaamisesti niin, että minkä tahansa esitystavan muuttaminen muuttaa myös muita esitystapoja. Muutettaessa objektia ei siis ole tarpeen tietää, millä tavalla se on alun perin luotu.



### 1.1.1. Piirtoalue

*Työvälinepalkissa* olevien **piirtotyövälineiden** avulla voit hiirtä käyttäen tuottaa geometrisia piirroksia (konstruktioita) *piirtoalueelle*. Valitse mikä tahansa työväline *työvälinepalkista* ja **työvälineopastus** (välittömästi työvälinepalkin oikealla puolella) kertoo, miten työvälinettä käytetään. Jokaisella *piirtoalueelle* luomallasi objektilla on myös algebrallinen esitystapa *algebraikkunassa*.

Huomaa: Voit **siirtää objekteja piirtoalueella** vetämällä niitä hiirellä. Samalla objektin algebrallinen esitys päivittyy *algebraikkunaan*.

Jokainen työvälinepalkin ikoni edustaa **työvälinelaatikkoo** (alavalikkoo) joka sisältää valikoiman samankaltaisia piirtotyövälineitä. Voit avata työvälinelaatikon näpäyttämällä työvälineikonin oikeassa alakulmassa olevaa pientä nuolta.

Vihje: Piirtotyövälineet on järjestetty luotavan objektin luonteen mukaan. Työvälineet, joilla luodaan erilaisia pisteitä, ovat *Pistetyövälinelaatikossa* (oletusikoni  $\bullet^A$ ) ja työvälineet, joilla muodostetaan objektien geometrinen kuva, *Muunnostyövälinelaatikossa* (oletusikoni  $\bullet^{\setminus}$ ).

### 1.1.2. Algebraikkuna

Geogebbran *syöttökenttään* voit kirjoittaa **algebrallisia lausekkeita**. Painettuasi lopuksi *Enter*-näppäintä syötteesi ilmestyy *algebraikkunaan* samalla, kun sen graafinen esitysmuoto näyttäytyy *piirtoalueella*. Esimerkiksi syöte  $f(x) = x^2$  luo funktion  $f$  *algebraikkunaan* ja sen kuvaajan *piirtoalueelle*.

Vihje: Riittää kirjoittaa vain  $x^2$ , jolloin GeoGebra määrittää funktion nimen automaattisesti. (Suomentajan huomautus)

Matemaattiset objektit luokitellaan *algebraikkunassa* **vapaiksi** tai **riippuviksi objekteiksi**. Jos luot uuden objektin käyttämättä mitään olemassa olevaa objektia, niin siitä tulee vapaa. Jos taas käytät määrittelyssä hyväksi jotain jo olemassa olevaa objektia, uusi objektisi on riippuva.

Vihje: Jos haluat piilottaa objektisi algebrallisen esityksen, voit määrittellä sen **apuojektiksi**: Oletusarvona on apuojektien piilottaminen, mutta voit muuttaa tätä asetusta valitsemalla *Näytä*-valikosta kohta 'Apuobjektit'.

Valitse hiiren oikealla näppäimellä (MacOS: *Ctrl + hiiri*) *algebraikkunassa* oleva objekti ja valitse aukeavasta **Ominaisuusvalikosta** 'Apuobjekti'.

Huomaa, että voit **muokata objekteja** myös *algebraikkunassa*. Varmistu, että olet valinnut **Siirrä**-työvälineen ennen kuin kaksoisnäpäytät *algebraikkunassa* olevaa objektia. Tämän jälkeen voit muokata objektin aktivoitua algebrallista esitystä. Painettuasi lopuksi *enter*-näppäintä objektin graafinen esitys muuttuu vastaamaan algebralliseen esitykseen tekemiäsi muutoksia.

Jos kaksoisnäpäytät *algebraikkunassa* olevaa riippuvaa objektia, niin avautuu **Määrittele uudelleen**-ikkuna, jossa voit muokata objektia.

Geogebarrassa on myös paljon **komentoja**, joita voit kirjoittaa *syöttökenttään*. Voit avata komentoluettelon näpäyttämällä *syöttöpalkin* oikealla laidalla olevaa 'Komento'-kenttää tai sen oikeassa reunassa olevaa pikkunuolta. Valittuasi komennon luettelosta (tai kirjoitettuasi sen *syöttökenttään*) saat tietoa komennon muodosta ja parametreista painamalla *F1*-näppäintä.

### 1.1.3. Laskentataulukko

Geogebbran *laskentataulukon* jokaisella solulla on **oma nimi** (samalla tavalla kuin taulukkolaskentaohjelmissa) mikä antaa mahdollisuuden osoittaa suoraan tiettyä solua. Esimerkiksi vasemmassa yläkulmassa olevan sarakkeen *A* ja rivin *1* solu on *A1*.

Huomaa: Solujen nimiä voidaan käyttää lausekkeissa ja komennoissa solun sisällön asemesta.

Laskentataulukon soluun voit kirjoittaa lukujen lisäksi myös **kaikenlaisia Geogebbran tukemia matemaattisia objekteja** (esimerkiksi pisteiden koordinaatteja, funktioita, komentoja jne.).

GeoGebra näyttää välittömästi soluun kirjoittamasi objektin graafisen esityksen piirtoalueella, jos mahdollista. Tällöin objektin nimi vastaa laskentataulukon sen solun nimeä, jota käytit luodessasi objektin (esimerkiksi *A5*, *C1*).




Huomaa: Oletusarvona on, että laskentataulukossa määritellyt objektit luokitellaan apuobjekteiksi *algebraikkunassa*. Voit näyttää tai piilottaa ne valitsemalla *Näytä*-valikosta 'Apuobjektit'.


## 1.2. GeoGebra oppimisen ja opettamisen työvälineenä


### 1.2.1. Näkymän sovittaminen omiin tarpeisiin



Geogebbran **näkymää** voidaan muokata käyttötarkoituksen mukaan *Näytä*-valikon avulla. Voit esimerkiksi piilottaa joitakin käyttöliittymän osia (esimerkiksi *Algebraikkuna*, *Laskentataulukko* tai *Syöttökenttä*) valitsemalla vastaavan valikon kohdan *Näytä*-valikosta.

#### Piirtoalueen näyttötavan valinta

Voit näyttää ja piilottaa myös *piirtoalueen* objekteja. Käytä työvälinettä  *Näytä / Piilota objekti* tai *Ominaisuusvalikko* objektin näkyvyyden määrittämiseen. *Algebraikkunassa* jokaisen objektin vasemmalla puolella oleva pallo osoittaa näkyvyyden ( 'näky' tai  'piilossa').

Huomaa: Voit käyttää myös valintaruutua  *Näytä / Piilota* näyttääksesi tai piilottaaksesi monta objektia yhtäaikaisesti.

Voit siirtää näkyvissä olevaa osaa *piirtoalueesta* vetämällä hiirellä taustan kohdalta, kun työväline  *Siirrä piirtoaluetta* on valittuna. Voit suurentaa tai pienentää *piirtoaluetta* seuraavasti:

Käytä työvälinepalkin oikeanpuolimaisen pudotusvalikon työvälineitä  *Suurena* ja  *Pienennä* *piirtoalueen* zoomaamiseen.

Huomaa: Kohdistimen sijainti määrää suurentamis/pienetämiskeskuksen.



Suurena tai pienennä *piirtoaluetta* **hiiren rullalla**.

Suurentamiseen ja pienentämiseen voit käyttää myös **pikanäppäimiä** (*Ctrl +*) ja (*Ctrl -*).

Painamalla hiiren oikeaa näppäintä (MacOS: *Ctrl +* hiiri) *piirtoalueen* tyhjässä kohdassa ilmestyy **Ominaisuusvalikko**, josta löydät 'Zoom' toiminnon.

Valitse *piirtoalueelta suorakulmion muotoinen alue*, johon haluat suurentaa. Paina hiiren oikea näppäin (MacOS: *Ctrl + hiiri*) pohjaan *piirtoalueen* tyhjässä kohdassa ja vie osoitin haluamasi alueen vastakkaiseen kulmaan. Vapauta hiiri, kun olet piirtänyt suorakulmion. *Piirtoalueen* näkymä siirtyy sen jälkeen automaattisesti piirtämällesi alueelle.

Voit myös säädellä **koordinaattiakselien** ja **koordinaattiruuduston** näkyvyyttä *piirtoalueella Näytä*-valikosta.

Huomaa: Toinen tapa tuoda akselit ja ruudusto esiin tai poistaa näkyvistä on painaa *piirtoalueen* tyhjässä kohdassa hiiren oikeaa näppäintä (MacOS: *Ctrl+hiiri*) ja käyttää toimintoja  'Akselit' tai  'Koordinaattiruudusto' auenneessa [Ominaisuusvalikossa](#).

## Koordinaattiakselien ja -ruuduston muokkaus

Voit muokata koordinaattiakseleita ja -ruudustoa *Piirtoalueen* 'Piirtoalue...' -ikkunassa. Saat sen auki painamalla hiiren oikealla näppäimellä (MacOS: *ctrl+hiiri*) *piirtoalueen* tyhjässä kohdassa ja valitsemalla auenneesta [Ominaisuusvalikosta](#) 'Piirtoalue...'.

**Välilehdessä 'Akselit'** voit vaihtaa esimerkiksi koordinaattiakselien viivan tyyliä ja sen yksikköä tai muuttaa akselin lukujen etäisyyttä. Huomaa, että voit käsitellä molempia akseleita erikseen valitsemalla välilehden 'X-akseli' tai 'Y-akseli'. Voit myös muuttaa akselien suhdetta tai näyttää vain toisen akselin.

**Välilehdessä 'Koordinaattiruudusto'** voit esimerkiksi muuttaa ruuduston väriä ja tyyliä tai muuttaa ruuduston viivojen välistä etäisyyttä. Huomaa, että voit asettaa ruuduston myös isometriseksi (projektio, jossa kaikkien kolmen akselin yksikköjanojen kuvat ovat yhtä pitkät Suom. huom.).

Huomaa: Akseleiden mittakaavan muuttaminen onnistuu myös pitämällä *Shift*-näppäintä (PC: myös *Ctrl*-näppäin), kun raahaat akselia.

Huomaa: *Piirtoalueen* [Ominaisuusvalikossa](#) ei ole [Ominaisuudet...](#)-ikkunaa kuten muilla objekteilla vaan ominaisuuksia muokataan 'Piirtoalue...' -ikkunassa.

## Työvälinepalkin muokkaus


**Työvälinepalkkia** voi muokata valitsemalla 'Muokkaa työvälineitä...' *Työvälineet* valikossa. Valitse ikkunan vasemmasta listasta työväline tai työvälineluettelo, jonka haluat poistaa GeoGebran työvälinepalkista ja valitse 'Poista>'.

Huomaa: Voit **palauttaa oletustyövälinepalkin** painamalla 'Palauta oletustyövälinepalkki' ikkunan vasemmasta alakulmasta.


## 1.3. Objektien ominaisuuksien muokkaus

*Ominaisuudet...*-ikkunassa voit muokata objektien ominaisuuksia (esimerkiksi väriä, viivan tyyliä tai näkyvyyttä).

Voit aukaista *Ominaisuudet...*-ikkunan eri tavoilla:

Valitse objekti painamalla hiiren oikeaa näppäintä (MacOS: *Ctrl+hiiri*) ja valitse  *'Ominaisuudet...'* auenneesta *Ominaisuusvalikosta*.

Valitse  *'Ominaisuudet...'* *Muokkaa* valikosta.

Valitse  *Siirrä*-työväline ja kaksoisnäpäytä haluamaasi objektiä *piirtoalueella*. Paina auenneesta *Määrittele uudelleen* -ikkunasta *'Ominaisuudet...'* painiketta.

Objektit on järjestelty *Ominaisuudet...*-ikkunan vasempaan reunaan tyypeittäin (esimerkiksi pisteet, suorat, ympyrät). Tämä helpottaa työtäsi, jos haluat muokata useampia objekteja kerralla tai peräkkäin.





Huomaa: Painamalla listan objektien otsikkoa (esimerkiksi *'Piste'*) voit valita kaikki otsikon tyyppiset objektit ja muokata vaivattomasti kaikkien ominaisuuksia kerralla.


Voit muokata objektien ominaisuuksia käyttämällä **välilehtiä** (esimerkiksi *'Perusominaisuudet'* *'Väri'*, *'Objektin tyyli'*, *'Erikoista'*)


Huomaa: Erityyppisillä objekteilla voi olla erilaisia välilehtiä.

Sulje *Ominaisuudet*-ikkuna, kun olet tehnyt muutoksesi.

### 1.3.1. Ominaisuusvalikon käyttö

*Ominaisuusvalikon* avulla voit vaivattomasti muuttaa objektin käyttäytymistä tai ominaisuuksia. Paina hiiren oikealla näppäimellä (MacOS: *Ctrl+hiiri*) objektiä, jota haluat muokata ja *ominaisuusvalikko* aukeaa. Voit esimerkiksi muuttaa objektin algebrallista esitystä (esimerkiksi XY- tai napakoordinaatit, implisiittiset tai eksplisiittiset yhtälöt) tai suoraan muokata ominaisuuksia kuten  *Nimeä uudelleen*,  *Pyyhi*,  *Jälki käyttöön\**, *Animaatio valittuna* tai  *Kopioi syöttökenttään*.

Huomaa: Jos aukaiset pisteen *ominaisuusvalikon piirtoalueella*, löytyy valikosta valinta  *'Vie jälki taulukkoon'* (vain jos *laskentataulukko* on auki). Tällöin pisteen koordinaatit tallentuvat *laskentataulukkoon*, kun liikutat pistettä.

Kun valitset  *Ominaisuudet...* ominaisuusvalikosta, aukeaa *Ominaisuudet...*-ikkuna, jossa voit muokata objektien ominaisuuksia (esimerkiksi väriä, kokoa, viivan paksuutta, viivan tyyliä, täyttöä).

---

\* Tämä jättää jäljen piirtoalueelle, kun objektiä siirretään, siis merkitsee objektin kulkeman polun. Polku pyyhitään näppäimillä Ctrl-F. Suom. huom.

## 1.4. GeoGebra esitystyökaluna

### 1.4.1. Piirroksen vaiheiden selaaminen


Objektiluettelon avulla voit tarkastella esityksen piirrosvaiheita. Valitsemalla *Näytä*-valikosta 'Objektiluettelon näyttöpalkki' *piirtoalueen* alareunaan ilmestyy painikkeita, joiden avulla voit tarkastella piirrosvaiheita.


*Piirroksen vaiheiden selauspalkissa* on näppäimiä ja murtoluku, joka näyttää monesko askel objektiluettelossa on menossa (esimerkiksi 2 / 7 tarkoittaa, että tällä hetkellä näkyy toinen askel yhteensä seitsemästä askeleesta):


 näppäin: Siirry piirroksen alkuun.


 näppäin: Siirry edelliseen piirrosvaiheeseen.

 näppäin: Siirry seuraavaan piirrosvaiheeseen.


 näppäin: Siirry piirroksen loppuun.

 'Käynnistä': Käy objektiluettelon automaattisesti järjestyksessä läpi vaihe vaiheelta.

Huomaa: Voit muuttaa automaattisen esityksen nopeutta  'käynnistä' näppäimen oikealla puolella olevasta laatikosta.

 'Keskeytä': Keskeyttää automaattisen esityksen.

Huomaa: Tämä näppäin ilmestyy vain, kun olet painanut 'Käynnistä' näppäintä.

 näppäin: Aukaisee [Objektiluettelon](#).

### 1.4.2. Objektiluettelon käyttö

Saat *objektiluettelon* esille valitsemalla *Näytä*-valikosta 'Objektiluettelo' (objektiluettelon näyttöpalkista, jos objektiluettelon avauspainike on näkyvässä). *Objektiluettelossa* ovat kaikki piirroksen objektit niiden piirtämisjärjestyksessä. *Objektiluettelon* avulla voit tarkastella piirrosvaiheita käyttämällä *Piirroksen vaiheiden selauspalkkia* *piirtoalueen* alareunassa.

#### Objektiluettelossa liikkuminen ja sen muokkaaminen

*Objektiluettelossa* voi liikkua näppäimistön avulla:

Nuolinäppäin ↑: Siirry edelliseen piirrosvaiheeseen.

Nuolinäppäin ↓: Siirry seuraavaan piirrosvaiheeseen.

Home-näppäin: Siirry piirroksen alkuun.

End-näppäin: Siirry piirroksen loppuun.

Delete-näppäin: Poista piirrosvaihe.

Huomaa: Objektin/piirrosvaiheen poistaminen voi vaikuttaa myös muihin siitä riippuviin objekteihin.

*Objektiluettelo*a voi käyttää myös hiiren avulla

Valitse piirrosvaihe kaksoisnäpäyttämällä sitä.

Siirry *Objektiluettelon* alkuun kaksoisnäpäyttämällä otsikkoa.

Muuta piirrosvaiheen paikkaa tarttumalla, raahaamalla ja pudottamalla se haluamaasi kohtaan.

Huomaa: Tämä ei ole mahdollista kaikilla objekteilla.

Valitsemalla rivi oikealla näppäimellä (MacOS *Ctrl+hiiri*) aukeaa piirrosvaiheen [Ominaisuusvalikko](#).

Huomaa: Voit lisätä uuden piirrosvaiheen haluamaasi kohtaan: Valitse piirrosvaihe, jonka jälkeen haluat uuden objektin tulevan. Jätä objektiluettelo auki ja tee uusi piirros. Uusi objekti ilmestyy automaattisesti haluttuun kohtaan *objektiluettelossa*.

*Objektiluettelon Näytä*-valikosta saat esiin **Katkoskohta**-sarakkeen. Voit ryhmitellä haluamasi piirrosvaiheet *katkoskohdiksi*. Valitsemalla *Näytä*-valikosta 'Näytä vain katkoskohdat', ilmestyvät *piirtoalueelle* kerralla kaikki ne piirroksen vaiheet, jotka ovat objektiluettelon katkoskohtien välissä.

Huomaa: *Objektiluettelon Näytä*-valikosta voit muokata myös muiden sarakkeiden näkyvyyttä ja määrittää, onko piirrosvaiheet esitetty luettelossa eri väreillä, jolloin ne on helpompi erottaa. (Esimerkiksi monikulmiossa on samalla värillä merkitty itse kuvio ja sen kaikki sivujanat).

### **Objektiluettelo Web-sivuksi**

Voit muuttaa *objektiluettelon* web-sivuksi valitsemalla *objektiluettelon Tiedosto*-valikosta 'Vie Web-sivuna (html)...'. Auenneessa ikkunassa voit määritellä piirroksen 'Otsikon', 'Tekijän' ja 'Päivämäärän' sekä valita haluatko sisällyttää *piirtoalueen* ja *algebraikkunan* kuvan html-tiedostoon. Voit myös valita, onko objektit erotettu HTML-tiedostossa eri väreillä valitsemalla 'Värit'.

Huomaa: Viety html-tiedosto voidaan aukaista millä tahansa internet selaimella (esimerkiksi Mozilla ja Internet Explorer) ja muokata useilla tekstinkäsittelyohjelmilla (esimerkiksi OpenOffice Writer).

### **1.4.3. Asetusten muokkaaminen**

Voit muokata Geogebra mielesi muuttamalla sen asetuksia *Vaihtoehdot*-valikosta. Esimerkiksi voit muuttaa 'Kulman yksikön' 'Asteista' 'Radiaaneiksi' tai muuttaa 'Pisteen tyyliä', 'Valintaruudun koko' tai 'Suoran kulman tyyliä'. Voit myös muokata miten 'Koordinaatit' näkyvät *piirtoalueella* tai kuinka objektit on 'Nimetty'. Lisää tietoa asetusten muokausmahdollisuuksista löytyy [Vaihtoehdot](#)-valikosta.

Voit tallettaa muokatut asetukset valitsemalla *Vaihtoehdot*-valikosta



'Tallenna asetukset'. Tämän jälkeen GeoGebra muistaa asetuksesi ja käyttää niitä aina, kun teet uuden tiedoston.

Huomaa: Voit palauttaa alkuperäiset asetukset valitsemalla *Vaihtoehdot*-valikosta 'Palauta oletusasetukset'.

Huomaa: Jos käytät Geogebraa esitystyökaluna, kannattaa suurentaa kirjainten kokoa (*Vaihtoehdot*-valikko), näin yleisösi on helpompi lukea tekstiä.

## 1.5. GeoGebra kirjoitustyökaluna

### 1.5.1. Tulostaminen

#### Piirtoalueen tulostaminen

Voit halutessasi tulostaa GeoGebraan *piirtoalueen*. Voit tarkastella tulostettavaa kuvaa valitsemalla *Tiedosto*-valikosta 'Tulostuksen esikatselu...', jossa voit määrittellä 'Otsikon', 'Tekijän' ja 'Päivämäärän'. Voit myös asettaa tulostuksen mittakaavan senttimetreissä sekä paperin asettelun (pysty- tai vaakakuva).

Huomaa: Kun päivität tietoja *tulostuksen esikatselussa*, sinun täytyy vahvistaa ne painamalla enter-näppäintä.

#### Objekttiluettelon tulostaminen

Jos haluat tulostaa *objekttiluettelon*, sinun täytyy avata se *Näytä*-valikosta. Voit tarkastella *objekttiluettelon tulostuksen esikatselua* valitsemalla sen auneen ikkunan *Tiedosto*-valikosta. Myös tässä valikossa voit määrittellä 'Otsikon', 'Tekijän' ja päivämäärän sekä asettaa 'Mittakaavan' sekä paperin asettelun.




Huomaa: Voit säädellä *objekttiluettelon* sarakkeiden näkyvyyttä *Näytä*-valikosta.


### 1.5.2. Piirtoalueen muuttaminen kuvaksi

#### Piirtoalueen tallentaminen kuvana

Voit tallentaa *piirtoalueen* kuvana tietokoneellesi.

Huomaa: Koko *piirtoalueen* näkymä tallentuu kuvaan. Jos piirroksesi ei käytä koko *piirtoalueen* alaa, voit...

...käyttää työvälineitä  *Siirrä piirtoaluetta*,  *Suurena*,  *Pienennä* siirtääksesi piirroksesi *piirtoalueen* vasempaan yläkulmaan. Tämän jälkeen voit säätää GeoGebra-ikkunan koon sopivaksi tarttumalla hiirellä sen oikeasta alakulmasta tai reunoista.

... valita haluamasi *Suorakulmion muotoisen alueen piirtoalueelta*  *Siirrä*-työvälineellä, jolloin vain valittu alue viedään tai tallentuu. Voit luoda pisteet *Vie\_1* ja *Vie\_2*, jotka määräävät valitun alueen vastakkaiset kulmat.

Huomaa: Pisteiden *Vie<sub>1</sub>* ja *Vie<sub>2</sub>* täytyy olla näkyvissä *piirtoalueella*.

Tallentaminen kuvana tapahtuu *Tiedosto*-valikosta valitsemalla 'Vie' ja auneesta luettelosta 'piirtoalue kuvana (pns, eps)...'. Auneessa ikkunassa voit määrittää kuvan 'tallennusmuoto'-valikosta, 'mittakaavan (cm)' ja 'erottelukyvyn(dpi)'.


Huomaa: Oikean kuvan koko näkyy ikkunan alalaidassa senttimetreinä ja pikseleinä.

Lisää tietoa toiminnosta löytyy tämän ohjeen kappaleesta neljä kohdasta [Vie piirtoalue kuvana](#).

### **Piirtoalueen kopiointi leikepöydälle**


Voit kopioida GeoGebran *Piirtoalueen* leikepöydälle eritavoilla:

Valitse *Muokkaa*-valikosta  'Kopioi piirtoalue leikepöydälle'.

Valitse *Tiedosto*-valikosta ensin 'Vie' ja sen auenneesta valikosta  'Kopioi piirtoalue leikepöydälle'.

Toiminnon 'vie piirtoalue kuvana' valintaikkunassa (polku: Tiedosto-Vie-piirtoalue kuvana(png, eps)...) voit tehdä myös valinnan 'Leikepöytä'.

Tämä toiminto kopioi *piirtoalueen* kuvan tietokoneen leikepöydälle **PNG** muodossa. Voit liittää kuvan toisiin dokumentteihin (esimerkiksi tekstinkäsittelyohjelmiin).

Huomaa: Kun haluat muuttaa kuvan mittakaavaa, kannattaa käyttää toimintoa  '[Piirtoalue kuvana](#)' (polku: Tiedosto-Vie-piirtoalue kuvana(png, eps)...) .

### **1.5.3. Vuorovaikutteisen web-sivun luominen**

GeoGebran avulla voit tehdä tiedostoistasi myös web-sivun, eli niin sanotun *dynaamisen työtiedoston*. Valitse *Tiedosto*-valikosta 'Vie' ja auenneesta valikosta 'Dynaaminen työtiedosto Web-sivuna (html)...'. Tämän jälkeen aukeaa ikkuna, jossa voit määrittellä joitain *dynaamisen työtiedoston ominaisuuksia*:

Ikkunan yläosassa voit määrittellä *dynaamisen työtiedoston* 'Otsikon', 'Tekijän' ja 'Päivämäärän'.

Välilehdessä **Yleistä** voit määrittellä tekstin, joka näkyy dynaamisen piirroksen ylä- ja alapuolella (esimerkiksi ohjeita piirroksen käyttämiseen). Voit myös määrittellä piirroksen näkymään automaattisesti web-sivulla tai vasta näppäimen painamisen jälkeen.

Välilehdessä **Erikoista** voit määrittellä dynaamisessa piirroksessa käytettävissä olevia toimintoja. (esimerkiksi näytä piirroksen nollausikoni, kaksoisnäpätys aukaisee GeoGebran sovellus ikkunan, näytä työvälinepalkki, muokkaa korkeutta ja leveyttä)

Huomaa: Jos appletti on liian iso tietokoneen näytölle normaalilla resoluutiolla (1024 x 768), sen koko muuttuu automaattisesti sopivaksi, kun viet *dynaamisen työtiedoston*.

Huomaa: Kun viet *dynaamisen työtiedoston*, syntyy erityyppisiä tiedostoja:

- html-tiedosto (esimerkiksi *ympyra.html*) – tämä tiedostotyyppi sisältää itsensä työtiedoston
- GGB tiedosto (esimerkiksi *ympyra.ggb*) – tämä tiedosto sisältää GeoGebra-piirroksen
- *geogebra.jar* (useita tiedostoja) – nämä tiedostot sisältävät GeoGebran ja tekevät työtiedostosta interaktiivisen.

Kaikki nämä tiedostot (esimerkiksi *ympyra.html*, *ympyra.ggb* ja *geogebra.jar* tiedostot) täytyy olla samassa kansiossa, jotta dynaaminen piirros toimisi.

**Huomaa:** tätä on muutettu myöhemmin. Nykyään syntyy vain yksi html-tiedosto, joka sisältää kaiken tarvittavan. Muiden tiedostojen luonti on käytettävissä viettäessä valittavina optioina 'Erikoista'-välilehdellä..

Viety html-tiedosto (esimerkiksi *ympyra.html*) voidaan näyttää millä tahansa internet selaimella (esimerkiksi Mozilla, Internet Explorer, Safari). Jotta dynaamiset työtiedostot toimisivat, täytyy Javan olla asennettuna tietokoneelle. Javan voi ladata ilmaiseksi osoitteesta <http://www.java.com>. Jos haluat käyttää *dynaamisia* työtiedostoja koulusi tietokoneverkossa, pyydä koulusi verkon ylläpitäjää asentamaan Java tietokoneille.

**Huomaa:** Voit muokata *dynaamisen työtiedoston* tekstiä monilla tekstinkäsittely ohjelmilla (esimerkiksi FrontPage ja OpenOffice Writer) aukaisemalla viedyn html-tiedoston.

## 2. Geometriset syötteet

### 2.1. Yleistä

*Piirtoalue* näyttää matemaattisten objektien graafiset muodot (esimerkiksi pisteet, vektorit, janat, monikulmiot, funktioiden kuvaajat, suorat ja kartioleikkaukset). Aina kun asetat hiiren objektin päälle, objekti korostuu ja avautuu tekstikenttä, jossa on tietoa objektista.

GeoGebrassa hiirelle voidaan määrittää useita toimintoja *piirtoalueella*, riippuen siitä mikä toiminto on valittu. (Katso [Toiminnot](#)). Esimerkiksi näpäyttämällä *piirtoaluetta* voit luoda uuden pisteen (katso [Uusi piste](#)), määrittää objektien leikkauspisteen (katso [Kahden objektin leikkauspiste](#)) tai luoda ympyrän (katso [Ympyrä](#)).

Huomaa: Kun näpäytät objektia kaksi kertaa *algebraikkunassa*, aukeaa muokkaus kenttä, jossa voit muokata vapaiden objektien arvoja tai määrittää uudelleen riippuvat objektit.

### 2.2. Toiminnot

Tässä luvussa esiintyvät toiminnot voidaan aktivoida valitsemalla ne työvälinepalkista. Saat esiin muita samantyyppisiä työvälineitä, kun painat pientä nuolipainiketta työvälineikonin oikeassa alakulmassa.

Huomaa: Useimmilla työvälineillä voit luoda uusia pisteitä painamalla hiirellä *piirtoalueen* tyhjää kohtaa.

#### Objektin aktivoiminen

‘Aktivoi objekti’ tarkoittaa objektin valitsemista hiirellä, kun [Siirrä](#)-työväline on aktiivisena.

Jos haluat aktivoida useita objekteja samaan aikaan, voit osoittaa [Siirrä](#)-työvälineellä **suorakulmion muotoisen alueen** valitsemalla tyhjän kohdan *piirtoalueelta* ja pitäen hiiren vasenta näppäintä pohjassa liikuttamalla hiirtä *piirtoalueella*. Kun alue on haluamasi kokoinen, vapauta hiiren vasen näppäin ja näin kaikki suorakulmion sisällä olevat objektit aktivoituvat.

Huomaa: Voit aktivoida useita objekteja myös pitämällä *Ctrl*-näppäintä pohjassa niitä valittaessa.

## Objektin nopea nimeäminen

Valitun tai juuri luodun objektin voi nimetä alkamalla kirjoittaa objektin ollessa aktiivisena. Tällöin aukeaa automaattisesti objektin *Nimeä uudelleen*-ikkuna. Kun olet kirjoittanut haluamasi nimen objektille, valitse 'OK'.

### 2.2.1. Yleiset toiminnot



#### Kopioi ulkoasu

Tällä työvälineellä voit kopioida objektin ulkoasun muille objekteille (esimerkiksi värin, koon, viivan tyylin). Tämä tapahtuu aktivoimalla objekti, jonka ominaisuudet haluat kopioida. Tämän jälkeen aktivoi ne objektit, joiden haluat saavan kyseisen ulkoasun.



#### Pyyhi objekti

Aktivoi objekti jonka haluat poistaa.

Huomaa: Voit käyttää 'Peruuta' toimintoa, jos vahingossa poistat väärän objektin.



#### Siirrä

Tartu, raahaa ja pudota vapaita objekteja hiirelläsi. Jos aktivoit objektin käyttämällä *Siirrä* toimintoa, voit:

- ... poistaa objektin painamalla *Delete*-näppäintä
- ... liikuttaa objektia käyttämällä nuolinäppäimiä (katso [Animaatio](#))

Huomaa: Voit aktivoida *Siirrä*-työvälineen nopeasti painamalla *Esc*-näppäintä.



#### Siirrä piistoaluetta

Vedä piirtoaluetta hiirellä siirtääksesi origon paikkaa näytöllä.

Huomaa: Voit myös liikuttaa *piirtoaluetta* pitämällä *Shift*-näppäintä (PC: myös *Ctrl*-näppäin) pohjassa ja vetämällä hiirellä. Tämä toimii riippumatta siitä, mikä työväline on aktiivisena.

Huomaa: Tällä toiminnolla voit myös muuttaa akselien mittakaavaa vetämällä niitä hiirellä.



#### Vie laskentataulukoon

Tällä työvälineellä voit liikuttaa objektia ja tallentaa jaksojen arvot *laskentataulukoon*. Tämä työväline toimii luvuilla, pisteillä ja vektoreilla.

Huomaa: GeoGebra käyttää *laskentataulukon* kahta ensimmäistä vapaata saraketta arvojen tallentamiseen.

### **Kahden objektin välinen suhde**

Valitse kaksi objektia ja näet ponnahdusikkunassa tietoa niiden välisistä suhteista. (Katso myös komento [Suhde](#).)

### **Kierto pisteen ympäri**

Valitse ensin kierron keskipiste. Tämän jälkeen voit kiertää vapaita objekteja tämän pisteen ympäri vetämällä niitä hiirellä.

### **Näytä / Piilota nimi**

Valitse objekti näyttääksesi tai piilottaaksesi sen nimen.

### **Näytä / Piilota Objekti**

Valitse objekti jonka haluat näyttää tai piilottaa. Tämän jälkeen vaihda työvälinettä, jolloin valitsemasi näkyvyysmääritelmä astuu voimaan.

Huomaa: Kun aktivoit tämän työvälineen, piilotetut objektit näkyvät ruudulla aktivoituna näkyvissä olevat eivät. Tällä tavalla voit asettaa piilotetut objektit jälleen näkyviksi tai näkyvät piilotetuiksi ennen kuin vaihdat toiseen työvälineeseen.

### **Suurena**

Paina hiirellä *piirtoalueen* kohtaa, jota haluat suurentaa. (Katso myös [Näkymän sovitus](#).)

### **Pienennä**

Paina hiirellä *piirtoalueen* kohtaa, jota haluat pienentää. (Katso myös [Näkymän sovitus](#).)

## 2.2.2. Pisteet

### **Kahden objektin leikkauspiste**

Kahden objektin leikkauspisteen voit määrittellä kahdella tavalla:

- Voit valita kaksi objektia. Luodaan *kaikki niiden leikkauspisteet* (jos mahdollista).
- Jos valitset suoraan kahden objektin leikkauspisteen, luodaan vain tämä leikkauspiste.

Huomaa: [Ominaisuudet...](#)-valikon 'perusominaisuudet'-välilehdeltä voit valita halutessasi myös janojen, puolisuorien ja kaarien jatkeiden leikkauspisteet."



### Keskipiste

Saat määriteltyä keskipisteen, kun valitset kaksi pistettä, janan, ympyrän tai ellipsin.



### Uusi piste

Paina hiirellä piirtoaluetta luodaksesi uuden pisteen.

Huomaa: Pisteen koordinaatit kiinnittyvät, kun vapautat hiiren.

Kun painat hiirellä janaa, suoraa, monikulmiota, kartioleikkausta, funktiota tai kaarta, piste syntyy tälle objektille (katso komento [Piste](#))

Huomaa: Kun valitset kahden objektin leikkauspisteen, syntyy tällöin näiden objektien leikkauspiste (katso komento [Leikkauspiste](#)).

## 2.2.3. Vektorit



### Kahden pisteen välinen vektori

Valitse vektorin alku- ja loppupiste.



### Vektori: alkupiste ja vektori

Valitse esimerkiksi piste  $A$  ja vektori  $v$  luodaksesi uuden pisteen  $B = A + v$ , jolloin vektori kulkee pisteestä  $A$  pisteeseen  $B$ .

## 2.2.4. Janat



### Kahden pisteen välinen jana

Valitse kaksi pistettä, esimerkiksi  $A$  ja  $B$ , luodaksesi janan niiden välille. Janan pituus näkyy *algebraikkunassa* ja myös piirtoalueella, jos olet valinnut ominaisuusikkunasta kohdasta *Näytä nimi* vaihtoehdon *Arvo* tai *Nimi ja arvo*.



### Jana: päätepiste ja pituus

Valitse piste, jonka haluat olevan janan päätepiste. Anna haluamasi janan pituus auenneen ikkunan tekstikenttään.

Huomaa: Tämä toiminto luo itse toisen päätepisteen. Käyttämällä [Siirrä](#) – työvälinettä voit kiertää janaa alussa määräämäsi päätepisteen ympäri niin, että janan pituus säilyy.

## 2.2.5. Puolisuorat



### Puolisuora kahden pisteen kautta

Valitse kaksi pistettä ja puolisuora kulkee näiden kautta ensin valittu piste päätepisteenään. Puolisuoran yhtälö näkyy *algebraikkunassa*.

## 2.2.6. Monikulmiot



### Monikulmio

Valitse vähintään kolme pistettä, joiden haluat olevan monikulmion kärkipisteenä. Tämän jälkeen valitse uudestaan ensimmäinen piste sulkeaksesi monikulmion. Monikulmion pinta-ala näkyy *algebraikkunassa* tai piirtoalueella samoin kuin kohdassa *Kahden pisteen välinen jana* edellä..



### Säännöllinen monikulmio

Valitse kaksi pistettä ja anna kulmien lukumäärä auenneen ikkunan tekstikenttään. Huomaa: Muut monikulmion pisteet ovat apuobjekteja hakemistossa (suom. huom.)

## 2.2.7. Suorat



### Kulman puolittaja

Voit luoda kulman puolittajan kahdella eritavalla:

- Valitsemalla kolme pistettä saat kulman puolittajan pisteiden muodostamaan kulmaan. Toisena valittu piste toimii kulman kärkipisteenä.
- Kahden suoran valitseminen luo kaksi kulman puolittajaa.

Huomaa: Kulman puolittajan suuntavektorin pituus on 1.



### Sovita suora

Voit sovittaa suoran pistejoukkoon seuraavilla tavoilla:

- Valitse **suorakulmion muotoinen alue** jonka sisällä pisteet ovat.
- Tee **lista** pisteistä joille haluat sovittaa suoran.



### Suora kahden pisteen kautta

Valitsemalla kaksi pistettä (esimerkiksi  $A$  ja  $B$ ) saat suoran, joka kulkee niiden kautta. Suoran suuntavektori on vektori  $(B - A)$



### Yhdensuuntainen suora

Valitsemalla suoran ja pisteen saat valitun suoran kanssa yhdensuuntaisen suoran, joka kulkee valitun pisteen kautta.



### Janan keskinormaali

Valitse jana tai kaksi pistettä määrittääksesi janan keskinormaalin.

Huomaa: Keskinormaalnin suunta on sama kuin samaa janaa tai pisteitä vastaan kohtisuoran vektorin suunta (katso komento [Kohtisuoravektori](#)).



### Normaali (kohtisuora suora)

Valitsemalla suoran ja pisteen saat pisteen kautta suoraa vastaan kohtisuoran suoran.

Huomaa: Normaalnin suunta on sama kuin samaa janaa tai pisteitä vastaan kohtisuoran vektorin suunta (katso komento [Kohtisuoravektori](#)).



### Napasuora

Luo kartioleikkaukselle napa- tai lävistäjäsuoran.

- Valitsemalla pisteen ja kartioleikkauksen saat napasuoran.
- Valitsemalla suoran tai vektorin ja kartioleikkauksen saat lävistäjäsuoran



### Tangentit

Voit luoda kartioleikkaukselle tangentit kahdella eri tavalla:

- Valitsemalla pisteen ja ja kartioleikkauksen saat pisteen kautta kulkevat kartioleikkauksen tangentit.
- Valitsemalla suoran ja kartioleikkauksen saat suoran kanssa yhdensuuntaiset kartioleikkauksen tangentit.
- 

Valitsemalla pisteen ja funktion saat funktion tangentin pisteen x-koordinaatin kohdalta.

Huomaa: Jos piste on funktion kuvaajalla, tangenti kulkee pisteen kautta.

## 2.2.8. Kartioleikkaukset



### Ympyrä: keskipiste ja kehän piste

Valitse kaksi pistettä joista ensimmäinen toimii ympyrän keskipisteenä ja toinen kehän pisteenä.

Huomaa: Ympyrän säde on näiden pisteiden välinen etäisyys.



### Ympyrä: keskipiste ja säde

Valitse keskipiste ja anna säteenpituus auenneen ikkunan tekstikenttään.



### Harppi

Valitse jana tai kaksi pistettä määrittääksesi säteen. Tämän jälkeen valitse piste, jonka haluat toimivan ympyrän keskipisteenä.



### Ympyrä: kolme kehän pistettä

Valitse kolme pistettä ja ympyrä kulkee näiden pisteiden kautta.

Huomaa: Jos pisteet ovat samalla suoralla, ympyrä supistuu suoraksi.



### Ellipsi

Valitse kaksi polttopistettä ja yksi piste ellipsiltä.



### Hyperbeli

Valitse kaksi polttopistettä ja piste hyperbeliltä.



### Paraabeli

Valitse polttopiste ja johtosuora.



### Kartioleikkaus viidenpisteen kautta

Valitse viisi pistettä ja saat kartioleikkauksen, joka kulkee näiden pisteiden kautta.

Huomaa: Jos neljä näistä viidestä pisteestä on samalla suoralla, kartioleikkausta ei voi määrittellä.

## 2.2.9. Kaaret ja sektorit

Huomaa: Kaaren algebrallinen arvo on sen pituus ja sektorin sen pinta-ala.



### **Puoliympyrä**

Valitse kaksi pistettä jotka toimivat puoliympyrän kaaren päätepisteinä.



### **Ympyränkaari: keskipiste ja kaksi pistettä**

Aloita valitsemalla kaaren keskipiste. Tämän jälkeen valitse ensin kaaren aloituspiste ja tämän jälkeen piste, joka määrittelee kaaren pituuden.

Huomaa: Ympyränkaaren aloituspiste on aina kaarella, mutta pituuden määrittävä piste ei välttämättä ole.



### **Ympyränkaari kolmen pisteen kautta**

Valitse kolme pistettä ja ympyränkaari kulkee näiden pisteiden kautta. Ensimmäisenä ja viimeisenä valitut pisteet toimivat kaaren päätepisteinä.



### **Ympyränsektori: keskipiste ja kaksi pistettä**

Aloita valitsemalla ympyränsektorin keskipiste. Tämän jälkeen valitse ensin ympyränsektorin kaaren aloituspiste ja tämän jälkeen piste, joka määrittelee ympyränsektorin kaaren pituuden.

Huomaa: Kaaren aloituspiste on aina ympyränsektorin kaarella, mutta pituuden määrittävä piste ei välttämättä ole.



### **Ympyränsektori: kolme pistettä**

Valitse kolme pistettä ja ympyränsektorin kaari kulkee näiden pisteiden kautta. Ensimmäisenä ja viimeisenä valitut pisteet toimivat ympyränsektorin kaaren päätepisteinä.

## **2.2.10. Luvut ja kulmat**



### **Kulma**

Tällä työvälineellä voit luoda

- kulman näpäyttämällä kolmea pistettä (piste oikealta kyljeltä, kärkipiste ja piste vasemmalta kyljeltä)
- kulman kahden janan välille
- kulman kahden suoran välille
- kulman kahden vektorin välille

- kaikki monikulmion kulmat

Huomaa: Jos monikulmio on luotu määrittelemällä kärkipisteet vastapäivään, Kulma-työväline antaa monikulmion sisäpuoliset kulmat.

Huomaa: Kulmat luodaan vastapäivään, joten on tärkeää missä järjestyksessä valitut objektit. Jos haluat rajata kulman maksimi kooksi 180°, poista valinta [Ominaisuudet...](#) -valikon 'Perusominaisuudet' välilehden 'Salli kuperakulma' ruudusta.



### Kulma: koko annetaan

Valitse kaksi pistettä ja anna kulman koko auenneeseen tekstikenttään. Tämä luo kulman, jonka kärkipisteenä toimii toisena valittu piste.



### Pinta-ala

Tällä työvälineellä voit määrittellä monikulmion, ympyrän tai ellipsin pinta-alan lukuna, joka näkyy [dynaamisena tekstinä piirtoalueella](#).



### Etäisyys tai pituus

Tällä työvälineellä voit määrittellä kahden pisteen, kahden suoran tai pisteen ja suoran välisen etäisyyden, joka näkyy [dynaamisena tekstinä piirtoalueella](#). Voit myös määrittellä janan tai ympyrän kehän pituuden sekä monikulmion piirin.



### Liuku

Liuku on vapaan luvun tai kulman esitysmuoto. Liu'un avulla saat luvun tai kulman helposti näkyviin [piirtoalueelle](#) (katso [Ominaisuusvalikko](#) ja [Näytä/Piilota Objekti](#)).

Valitse piirtoalueelta tyhjä kohta johon haluat liu'un sijoittaa. Auenneessa ikkunassa voit määrittellä liu'un 'Nimen', 'Välin' [*min,max*], 'Animaatioaskeleen' pituuden, asennon (pysty- tai vaakasuora) sekä 'Leveyden'(pikseleinä).

Liu'un paikan voi kiinnittää [piirtoalueen](#) (tämä tarkoittaa, että liukuun ei vaikuta suurentaminen tai pienentäminen vaan se on aina näkyvissä [piirtoalueella](#)) tai koordinaatiston suhteen. (Katso vastaavan luvun tai kulman [Ominaisuudet](#).)

Huomaa: Liu'un valinta ikkunassa voit asettaa astemerkin ° tai *piin*  $\pi$  lukuväleihin tai animaatioaskeleeseen käyttämällä seuraavia näppäinvalintoja:

*Alt-O* (MacOS: *Ctrl-O*) astemerkille °

*Alt-P* (MacOS: *Ctrl-P*) *piin* symbolille  $\pi$



## Kulmakerroin

Tällä työvälineellä voit määritellä suoran kulmakertoimen. Saat lisäksi näkyviin apukolmion *piirtoalueelle*.

### 2.2.11. Loogiset toiminnot



#### Luo näytä/piilota-valintaruutu

Valitse piirtoalueelta tyhjä kohta, johon haluat sijoittaa valintaruudun (katso [Looginen muuttuja](#)). Sen avulla voit näyttää tai piilottaa yhden objektin tai useamman objektin. Auenneessa ikkunassa voit määrittää, mihin objekteihin valinta vaikuttaa.

### 2.2.12. Ura

Valitse piste, joka riippuu toisesta pisteestä ja jonka ura on piirrettävä. Sitten näpäytä pistettä josta se on riippuvainen.

Huomaa: Valitun pisteen on oltava jollakin objektilla (esimerkiksi suoralla, janalla, ympyrällä).

Esimerkki:

Kirjoita  $f(x) = x^2 - 2x - 1$  syöttökenttään.

Sijoita uusi piste  $x$ -akselille (katso tilaa [Uusi piste](#); katso komentoa [Piste](#)).

Luo piste  $B = (x(A), f(x(A)))$ , joka riippuu pisteestä  $A$ .

Valitse tila  *Ura* ja näpäytä peräkkäin pisteitä  $B$  ja  $A$ .

Vedä piste  $A$   $x$ -akselia pitkin havaitaksesi, että piste  $B$  liikkuu pitkin urasuoraansa

### 2.2.13. Geometriset muunnokset

Seuraavat geometriset muunnokset toimivat pisteillä, suorilla, kartioleikkauksilla, monikulmioilla ja kuvilla.



#### Venytä pisteen suhteen annetulla kertoimella

Valitse aluksi venytettävä objekti. Valitse tämän jälkeen piste, jonka suhteen venytetään. Määritä auenneessa ikkunassa venytyskerroin.



### Peilaus suoran suhteen

Valitse peilattava objekti. Tämän jälkeen valitse suora jonka suhteen haluat objektin peilata.



### Peilaus pisteen suhteen

Valitse peilattava objekti. Tämän jälkeen valitse piste jonka suhteen haluat objektin peilata.



### Peilaus ympyrän suhteen

Tällä työvälineellä voit liikuttaa pistettä ympyrän suhteen. Valitse liikutettava piste. Tämän jälkeen valitse ympyrä jonka suhteen haluat pistettä peilata.



### Kierto pisteen suhteen annetun kulman verran

Valitse kierrettävä objekti. Tämän jälkeen valitse piste jonka ympäri haluat objektia kiertää. Määritä kiertokulma auenneen ikkunan tekstikenttään.



### Siirrä objektia vektorin verran

Valitse siirrettävä objekti. Valitsen sen jälkeen vektori jonka verran haluat objektia siirtää.

## 2.2.14. Teksti



### Lisää teksti

Tällä työvälineellä voit luoda staattisia tai dynaamisia tekstejä sekä LaTeX-kaavoja *piirtoalueelle*.

Voit määrittää tekstin paikka seuraavilla tavoilla:

- Valitse piirtoalueelta kohta, johon haluat tekstin sijoittaa.
- Valitse piste, johon haluat tekstin liittää.

Tämän jälkeen aukeaa ikkuna, johon voit kirjoittaa haluamasi tekstin.

Huomaa: Voit kiinnittää tekstin joko näytön kohtaan tai koordinaatistoon [Ominaisuudet...](#)-valikon 'Perusominaisuudet' välilehdessä.

**Staattinen teksti** ei ole riippuvainen matemaattisista objekteista, joten objektien arvojen muuttaminen ei vaikuta staattiseen tekstiin.

**Dynaaminen teksti** sisältää objektien arvoja, joka päivittyvät tekstiin automaattisesti niiden muuttuessa.

Voit halutessasi luoda tekstin, jossa on sekä staattista että dynaamista tekstiä. Kirjoita ensin staattinen osa (esimerkiksi Piste A =) ja valitse tämän jälkeen objekti, jonka arvon haluat näkyvän tekstissä.

Huomaa: GeoGebra päivittää automaattisesti dynaamisen tekstin muutosäännöt lainausmerkit staattisen tekstin ympärille ja plus merkin liittämään eri osat tekstiin (esimerkiksi "Piste A = " + A).

Syöte	Selitys
Tämä on teksti	Staattinen teksti
"Piste A = " + A	Dynaaminen teksti, jossa on pisteen A koordinaatit.
"a = " + a + "cm"	Dynaaminen teksti, jossa on janan $a$ pituus.

Huomaa: Jos käyttää staattisessa tekstissä olemassa olevan objektin nimeä, tulee käyttää lainausmerkkejä objektin nimen ympärillä. Muuten GeoGebra luo automaattisesti dynaamisen tekstin ja näyttää objektin arvon nimen sijasta. Muussa tapauksessa voit kirjoittaa mitä tahansa tekstiä ilman lainausmerkkejä, jos se ei sisällä objektien nimiä.

Huomaa: Esiintyessään dynaamisen tekstin kanssa staattisen teksti tulee olla lainausmerkkien sisällä. Tekstin eri osat (esimerkiksi staattinen teksti ja dynaaminen teksti) tulee yhdistää toisiinsa plus-merkillä.

### LaTeX kaavat

GeoGebrailla voit kirjoittaa myös kaavoja. Tämä tapahtuu asettamalla ruksi <sup>ABC</sup> [Lisää teksti](#) työvälineen ominaisuusikkunan LaTeX tekstin valintaruutuun.

Huomaa: Voit määrittää oikean muotoisen kaavan komennon valitsemalla sen LaTeX:n valintaruudun alavetovalikosta. Tämän jälkeen sinun tulee lisätä tarvittavien objektien nimet oikeille paikoilleen kaavassa (yleensä aaltosulkeiden {} välissä, katso taulukkoa alla).

Löydät joitan tärkeitä LaTeX komentoja alla olevasta taulukosta. Lisää tietoa löytyy LaTeX-oppaista.

LaTeX syöte	tuloste
$a \cdot b$	$a \cdot b$
$\frac{a}{b}$	$\frac{a}{b}$
$\sqrt{x}$	$\sqrt{x}$
$\sqrt[n]{x}$	$\sqrt[n]{x}$
$\vec{v}$	$\vec{v}$
$\overline{AB}$	$\overline{AB}$

LaTeX syöte	tuloste
$x^{\{2\}}$	$x^2$
$a_{\{1\}}$	$a_1$
$\sin\alpha + \cos\beta$	$\sin \alpha + \cos \beta$
$\int_{\{a\}}^{\{b\}} x \, dx$	$\int_a^b x dx$
$\sum_{\{i=1\}}^{\{n\}} i^2$	$\sum_{i=1}^n i^2$

## 2.2.15. Kuvat



### Lisää kuva

Tällä työvälineellä voit lisätä kuvan *piirtoalueelle*.

Ensiksi tulee määrittää kuvan paikka jollain seuraavista tavoista:

- Valitse *piirtoalueelta* kohta, johon haluat kuvan vasemman alanurkan tulevan.
- Valitse piste, joka toimii kuvan vasempana alanurkkana.
- Tämän jälkeen aukeaa ikkuna, josta voit valita tietokoneellesi tallennetun kuvan.

Huomaa: Työvälineen *Lisää kuva* ollessa valittuna voit lisätä kuvan tietokoneen leikepöydältä suoraan *piirtoalueelle* näpäyttämällä hiirellä *Alt*-näppäimen ollessa samaan aikaan pohjassa.

### Kuvan ominaisuudet

#### Paikka

Voit kiinnittää kuvan näyttön kohtaan tai koordinaatistoon [Ominaisuudet...](#)-valikon 'Perusominaisuudet' välilehdessä.

Voit määrätä kuvan kolme nurkkaa [Ominaisuudet...](#)-valikon 'Perusominaisuudet' välilehdessä. Näin voit muuttaa kuvan kokoa, kiertää tai jopa vääntää sitä.

- 'Nurkka 1': Kuvan vasemman alanurkan paikka.
- 'Nurkka 2': Kuvan oikean alanurkan paikka.  
Huomaa: Tämän nurkan voi asettaa vain jos myös 'Nurkka 1' on asetettu. Tämä määrittelee kuvan leveyden.
- 'Nurkka 4': Kuvan vasemman ylänurkan paikka.  
Huomaa: Tämän nurkan voi asettaa vain jos myös 'Nurkka 1' on asetettu. Tämä määrittelee kuvan korkeuden.

Huomaa: Katso myös komento [Nurkka](#)

Esimerkki:

Luo kolme pistettä *A*, *B* ja *C* tutkiaksesi nurkkapisteiden ominaisuuksia.

- Aseta piste *A* ensimmäiseksi ja piste *B* kuvan toiseksi nurkaksi. Liikuttamalla pisteitä *A* ja *B* *Siirrä*-työvälineellä huomaat niiden vaikutuksen helposti.
- Aseta piste *A* ensimmäiseksi ja piste *C* neljänneksi nurkaksi. Pisteitä liikuttamalla huomaat niiden vaikutuksen.

- Lopuksi voit määrittää kaikki kolmepistettä nurkiksi ja huomaat, kuinka niiden liikuttaminen muokkaa kuvaa.

Esimerkki:


Edellisessä esimerkissä opeteltiin, kuinka kuvan kokoa voi muokata. Jos haluat määrittää kuvan koon tarkasti, esimerkiksi niin, että sen vasen alanurkka on piste  $A$ , sen leveys on 3 ja korkeus 4, voit toimia seuraavasti:

- Aseta 'Nurkka 1' pisteeksi  $A$
- Aseta 'Nurkka 2' pisteeksi  $A + (3, 0)$
- Aseta 'Nurkka 4' pisteeksi  $A + (0, 4)$

Huomaa: Jos nyt tartut pisteestä  $A$   **Siirrä**-työvälineellä, kuvan koko ei muutu.

### Taustakuva

**Ominaisuudet...**-valikon 'Perusominaisuudet' välilehdellä voit asettaa kuvan myös *taustakuvaksi*. *Taustakuva* sijaitsee *piirtoalueella* koordinaattiakseleiden takana, eikä sitä voi valita enää hiirellä.

Huomaa: Jos haluat muokata *taustakuvan* ominaisuuksia voit aukaista sen **Ominaisuudet...**-valikon, 'Muokkaa'-valikosta valitsemalla  'Ominaisuudet...'.

### Läpinäkyvyys

Kuvan läpinäkyvyyttä voi säädellä, jos haluat nähdä esimerkiksi sen takana olevat akselit. Voit säätää läpinäkyvyyttä **Ominaisuudet...**-valikon 'Objektin tyyli' välilehdellä määrittelemällä 'Täytön' arvon välillä 0 % ja 100 %.

## 3. Algebralliset syötteet

### 3.1. Yleistä

*Vapaiden ja riippuvien* objektien arvot, koordinaatit ja yhtälöt näkyvät algebraikkunassa. Voit luoda ja muuttaa objekteja käyttämällä GeoGebra-näytön alareunassa olevaa syöttökenttää (katso Suora syöttö; katso Komennot).

Huomaa: Paina aina *Enter*-näppäintä kirjoitettuaasi objektin määrittelyn suorasyöttökenttään.

Huomaa: *Enter*-näppäimen painaminen vaihtaa aktiivisuutta syöttökentän ja geometriaikkunan välillä. Tämä mahdollistaa nopeamman syötteiden antamisen syöttökenttään ilman, että ensin klikkaat sen hiirellä aktiiviseksi.

#### Objektien nimeäminen

Luodessasi uuden objektin *syöttökentän* avulla, voit antaa objektille nimen alla olevin rajauksin.

**Pisteet**: GeoGebrassa pisteen pisteen nimen on aina alettava isolla kirjaimella.

Kirjoita nimi (*esim.*  $A$ ,  $P$ ) ja yhtäsuuruusmerkki pisteen koordinaattien eteen

Esimerkkejä:  $C = (2, 4)$ ,  $P = (1; 180^\circ)$ , Complex =  $2 + i$

**Vektorit**: Erottaaksemme vektorit ja pisteet toisistaan nimeämme vektorit GeoGebrassa pienillä kirjaimilla. Kirjoita nimi (*esim.*  $v$ ,  $u$ ) ja yhtäsuuruusmerkki vektorin suuntakoordinaattien eteen.

Esimerkkejä:  $v = (1, 3)$ ,  $u = (3; 90^\circ)$ , complex =  $1 - 2i$

**Suorat ja kartioleikkaukset**: Nämä objektit voidaan nimetä kirjoittamalla nimi ja kaksoispiste yhtälön eteen

Esimerkkejä:  $g: y = x + 3$ ,  $c: (x-1)^2 + (y-2)^2 = 4$ ,

hyp:  $x^2 - y^2 = 2$

**Funktiot**: Funktiot voidaan nimetä kirjoittamalla, esimerkiksi  $f(x) =$  tai  $g(x) =$ , lausekkeen eteen.


Esimerkkejä:  $h(x) = 2x + 4$ ,  $q(x) = x^2$ ,  $\text{trig}(x) = \sin(x)$

Huomaa: Mikäli et aseta nimeä luomallesi uudelle objektille, GeoGebra nimeää sen puolestasi automaattisesti aakkosjärjestyksessä.

Huomaa: Voit käyttää myös indeksejä objektien nimissä, esimerkiksi  $A_1$  ja  $S_{AB}$  kirjoitetaan muodossa  $A_1$  ja  $S_{\{AB\}}$ .

#### Arvon muuttaminen

On olemassa kaksi tapaa muuttaa *vapaita objekteja*:

- **Päällekirjoitus:** Määrittele uudelleen haluttu objekti kirjoittamalla objektin nimi ja uusi arvo *Syöttökenttään* (katso [Suora syöttö](#)).  
Esimerkki: Jos haluat muuttaa olemassa olevan objektin  $a = 3$  arvon, kirjoita  $a = 5$  *Syöttökentässä* ja paina *Enter-näppäintä*.
- **Editoi** algebrallista esitystä: Aktivoi työkalu  *Siirrä* ja tuplaklikkaa objektia *Algebraikkunassa*. Aukeaa teksti kenttä, jossa voi muuttaa objektin arvoa. Muutoksenvahvistamiseksi paina lopuksi *Enter -näppäintä*.
- 


Huomaa: Vapaita objekteja voidaan muokata suoraan. Riippuviin objekteihin voidaan vaikuttaa vain muuttamalla niiden 'vanhempi'-objektia tai [Määrittelemällä uudelleen riippuva objekti](#).

### Syöttökentän historiatiedot

Aktivoituasi *Syöttökentän* voit käyttää nuolinäppäimiä  $\uparrow$  'ylös' ja  $\downarrow$  'alas' näppäimistöltä saadaksesi esiin edellisiä annettuja syötteitä.



Huomaa: Klikkaa pientä kysymysmerkkiä  *Syöttöpalkin* vasemmassa reunassa saadaksesi esiin *Syöttöpalkin* Pikaohjeen sisällön.

### Näytä objektin nimi, arvo tai määritelmä *Syöttökentässä*

**Objektin nimi:** Aktivoi työkalu  *Siirrä* ja valitse objekti, jonka nimen haluat *syöttökenttään*, paina *F5* näppäimistöltäsi. Valitun objektin nimi tulee *syöttökenttään*.


Huomaa: Objektin nimi on lisätty lausekkeeseen, jonka syötit *syöttökenttään*

**Objektin arvon syöttäminen:** On olemassa kaksi tapaa syöttää objektin arvo (esim.  $(1, 3)$ ,  $3x - 5y = 12$ ) *syöttökenttään*.

- Klikkaa hiiren oikeata painiketta (MacOS: *Ctrl-click*) objektin päällä ja valitse  'Kopioi *syöttökenttään*' aukeavasta valikosta.
- Aktivoi työkalu  *Siirrä* ja valitse objekti jonka arvon haluat *syöttökenttään*. Sitten paina *F4* näppäimistöltä.

Huomaa: Objektin arvo liitetään kaikkiin lausekkeisiin, joita syötit *syöttökenttään* ennen kuin painat *F4* näppäintä.

**Objektin määritelmän syöttäminen** On olemassa kaksi tapaa syöttää objektin määritelmä (esim  $A = (4, 2)$ ,  $c = \text{Ympyrä}[A, B]$ ) *syöttökenttään*.

- *Alt* click objektin päällä
- Aktivoi työkalu  *Siirrä* ja valitse objekti jonka määritelmän haluat *syöttökenttään*. Sitten, paina *F3* näppäimistöltä

Huomaa: Objektin määritelmä korvaa kaikki lausekkeet joita olet kirjoittanut *syöttökenttään* ennen kuin painat *F3* näppäintä.

## 3.2. Suora syöttö

GeoGebrassa voit työskennellä lukujen, kulmien, pisteiden, vektoreiden, janojen, suorien, kartioleikkausten, funktioiden ja parametrimuotoisten käyrien kanssa. Voit luoda em. objekteja kirjoittamalla koordinaatit tai yhtälön suoraan Syöttökenttään ja painamalla *Enter*-näppäintä.

### 3.2.1. Luvut ja kulmat

#### Luvut

Voit luoda lukuja käyttäen apuna *syöttökenttää*. Kirjoita luku *syöttökenttään* (esim. 3) ja paina *Enter*-näppäintä. Geogebra nimeää annetut luvut pienillä kirjaimilla aakkosjärjestyksessä. Mikäli haluat nimetä luvun tietyn nimiseksi, kirjoita kirjain ja yhtäsuuruusmerkki luvun eteen *syöttökentässä* ja paina *Enter*-näppäintä. (esim. luodaan desimaaliluku  $r$  kirjoittamalla *syöttökentässä*  $r = 5.32$ ).

**Huomaa: GeoGebra käyttää pistettä “.” desimaalierottimena desimaalipilkun asemesta! Muista, että tämä poikkeaa tavallisesta suomalaisesta kirjoittamistavasta.**

Lausekkeissa ja laskuissa voit käyttää myös vakioita  $\pi$  (ympyrän kehän ja halkaisijan suhde) ja  $e$  (Neperin luku, luonnollisen logaritmijärjestelmän kantaluku) valitsemalla ne *syöttökentän* pudotusvalikosta tai käyttämällä [pikanäppäin komentoja](#).

Huomaa: Mikäli kirjainta ‘e’ ei ole käytetty olemassa olevan objektin nimenä, GeoGebra tunnistaa sen Neperin luvuksi annettaessa uutta syötettä.

#### Kulmat

Kulmat syötetään, joko *asteina* ( $^{\circ}$ ) tai *radiaaneina* (rad). Vakio  $\pi$  (pii) on hyödyllinen radiaaniarvoissa ja se voidaan kirjoittaa myös muodossa  $\pi$ .

Huomaa: Voit syöttää astemerkin  $^{\circ}$  tai piin merkin  $\pi$  käyttämällä seuraavia näppäin pikakomentoja:

*Alt-O* (MacOS: *Ctrl-O*) tuottaa  $^{\circ}$

*Alt-P* (MacOS: *Ctrl-P*) tuottaa  $\pi$

Esimerkki: Kulma  $\alpha$  voidaan kirjoittaa *asteina* ( $\alpha = 60^{\circ}$ ) tai *radiaaneina* ( $\alpha = \pi/3$ ).

Huomaa: GeoGebra laskee kaikki sisäiset laskut radiaaneina. Tunnus  $^{\circ}$  on vain vakio  $\pi/180$  asteiden muuttamiseksi radiaaneiksi.

Esimerkki: Jos  $a = 30$  on luku, tällöin  $\alpha = a^{\circ}$  tarkoittaa  $\alpha = 30^{\circ}$  ja kulmasta  $\alpha$  tulee  $a$ :sta riippuva objekti. Jos kirjoitetaan  $b = \alpha / ^{\circ}$ , tällöin luvusta  $b$  tulee kulmasta  $\alpha$  riippuva objekti.

## Liu'ut ja suuntanuolet

Vapaat luvut ja kulmat voidaan näyttää liukuina geometriaikkunassa (katso [Liuku](#)). Nuolinäppäimien avulla voit muuttaa lukuja ja kulmia algebraikkunassa (katso [Animaatio](#)).

## Arvojen rajoittaminen annetulle välille

Vapaat luvut ja kulmat voidaan rajoittaa tietyllä välillä  $[min, max]$  (katso [Ominaisuudet-ikkuna](#) ja työkalu [Liuku](#)).

Huomaa: Jokaiselle riippuvalle kulmalle voidaan määritellä, sallitaanko kuperat kulmat vai ei (katso [Ominaisuudet-ikkuna](#)).

### 3.2.2. Pisteet ja vektorit

Pisteet ja vektorit voidaan syöttää  $xy$ - tai *napakoordinaatteina* (katso [Luvut ja kulmat](#)).

Huomaa: Isoja kirjaimia (versaalia) käytetään pisteiden niminä, kun taas pieniä kirjaimia (gemenea) käytetään janojen, suorien ja vektoreiden niminä.

Esimerkkejä:

- Määritelläksesi pisteen  $P$  tai vektorin  $v$   $xy$ -koordinaatteja käyttäen kirjoita  $P = (1, 0)$  tai  $v = (0, 5)$ .
- Käyttääksesi napakoordinaatteja kirjoita  $P = (1; 0^\circ)$  tai  $v = (5; 90^\circ)$ .  
Huomaa: Käytettäessä *napakoordinaatteja* on koordinaattierottimena käytettävä puolipistettä. Mikäli jätät kirjoittamatta astemerkin, GeoGebra tulkitsee annetun kiertokulman radiaaneiksi.

### 3.2.3. Suorat ja akselit

#### Suorat

Suora kirjoitetaan muuttujien  $x$  ja  $y$  yhtälönä tai parametrimuodossa. Kummassakin tapauksessa voidaan käyttää aikaisemmin määriteltyjä muuttujia (esimerkiksi lukuja, pisteitä, vektoreita).

Huomaa: Voit kirjoittaa suoran nimen ensimmäiseksi kaksoispisteellä erotettuna.

Esimerkkejä:

- Kirjoita  $g : 3x + 4y = 2$  määritelläksesi suoran  $g$  lineaarisella yhtälöllä.
- Määrittele parametri  $t$  ( $t = 3$ ) ennen kuin syötät suoran  $g$  parametrimuodossa  $g: X = (-5, 5) + t(4, -3)$ .
- Määrittele aluksi parametrit  $m = 2$  ja  $b = -1$ . Syötä sitten yhtälö  $g: y = m x + b$  saadaksesi suoran  $g$ :n suhteen ratkaistussa muodossa.

## Akselit (x ja y)

Koordinaattiakselit ovat käytettävissä komentoina nimillä *x-akseli* ja *y-akseli*.

Esimerkki: Komento **Normaali[A, x-akseli]** piirtää x-akselia vastaan kohtisuoran suoran annetun pisteen A kautta.

### 3.2.4. Kartioleikkaus

Kartioleikkaus syötetään muuttujien x ja y toisen asteen yhtälönä. Aikaisemmin määriteltyjä muuttujia voidaan käyttää (esimerkiksi lukuja, pisteitä, vektoreita) parametreina.

Huomaa: Kartioleikkauksen nimi voidaan syöttää aluksi kaksoispisteellä erotettuna.

Esimerkkejä:

- Ellipsi *ell*: ell:  $9x^2 + 16y^2 = 144$
- Hyperbeli *hyp*: hyp:  $9x^2 - 16y^2 = 144$
- Paraabeli *par*: par:  $y^2 = 4x$
- Ympyrä *k1*: k1:  $x^2 + y^2 = 25$
- Ympyrä *k2*: k2:  $(x - 5)^2 + (y + 2)^2 = 25$

Huomaa: Jos määrittelet kaksi parametria etukäteen  $a = 4$  ja  $b = 3$ , voit syöttää ellipsin näin ell:  $b^2 x^2 + a^2 y^2 = a^2 b^2$ .

### 3.2.5. Muuttujan x funktiot

Funktion syöttämiseen voit käyttää aikaisemmin määriteltyjä muuttujia (esimerkiksi lukuja, pisteitä, vektoreita) ja muita funktioita.

Esimerkkejä:

- Funktio *f*:  $f(x) = 3x^3 - x^2$
- Funktio *g*:  $g(x) = \tan(f(x))$
- Nimetön funktio:  $\sin(3x) + \tan(x)$

Kaikki sisäiset funktiot (esimerkiksi *sin*, *cos*, *tan*) on kuvattu aritmeettisiä operaatioita kuvaavassa jaksossa (katso [Aritmeettiset operaatiot](#)).

Funktion [Integraali](#) ja [Derivaatta](#) ovat myös GeoGebran käyttämiä komentoja.

Huomaa: Voit käyttää myös merkintöjä  $f'(x)$  tai  $f''(x)$ ,... saadaksesi aikaisemmin määritetyn funktion  $f(x)$  derivaatan.

Esimerkki: Määrittele aluksi funktio  $f$  näin  $f(x) = 3x^3 - x^2$ . Sitten voit kirjoittaa  $g(x) = \cos(f'(x + 2))$  saadaksesi funktion  $g$ .

Vapaata funktiota voidaan siirtää vektorin verran (katso komentoa [Siirto](#)) ja hiirellä (katso työkalu [Siirrä](#)).

### Funktion rajoittaminen annetulle välille

Rajoittaaksesi funktion annetulle välille  $[a, b]$ , käytä komentoa Funktio (katso komentoa [Funktio](#)).

### 3.2.6. Aritmeettiset operaatiot

Lukujen, koordinaattien tai yhtälöiden syöttämiseen (katso [Suora syöttö](#)) voit käyttää aritmeettisiä lausekkeita ja sulkeita.

Huomaa: Aritmeettiset operaatiot tulee syöttää sulkeita apuna käyttäen. Funktion nimen ja sulkeiden välissä ei tule käyttää välilyöntiä.

Operaatio	Syöttö
yhteenlasku	+
vähennyslasku	-
kertolasku	* tai välilyönti
skalaaritulo	* tai välilyönti
jakolasku	/
potenssiinkorotus	^ tai 2
kertoma	!
gamma-funktio	gamma( )
sulkeet	( )
x-koordinaatti	x( )
y-koordinaatti	y( )
itseisarvo	abs( )
merkki	sgn( )
neliöjuuri	sqrt( )
kuutiojuuri	cbirt( )
satunnaisluku väliltä 0 ja 1	random( )
eksponenttifunktio	exp( ) tai $e^x$
logaritmi (luonnollinen, kantaluku $e$ )	ln( ) tai log( )
2-kantainen logarithmi	ld( )
10-kantainen logarithmi	lg( )
kosini	cos( )
sini	sin( )
tangentti	tan( )
arkuskosini	acos( )
arkussini	asin( )
arkustangentti	atan( )
hyperbolinen kosini	cosh( )
hyperbolinen sini	sinh( )
hyperbolinen tangentti	tanh( )
antihyperbolinen kosini	acosh( )
antihyperbolinen sini	asinh( )


Operaatio	Syöttö
antihyperbolinen tangentti	atanh( )
suurin kokonaisluku, joka on pienempi tai yhtä suuri kuin	floor( )
pienin kokonaisluku, joka on suurempi tai yhtä suuri kuin	ceil( )
likiarvo	round( )

### 3.2.7. Loogiset muuttujat ja komennot

Voit käyttää loogisten muuttujien arvoja "true" (tosi) ja "false" (epätosi) GeoGebrassa.

Esimerkki: Kirjoita  $a = \text{true}$  tai  $b = \text{false}$  syöttökenttään ja paina *Enter*.

#### Valintaikkuna ja suuntanuolet

Vapaat totuusmuuttujat voivat näkyä valintaikkunoina piirtoalueella (katso tila  [Valintaikkuna objektien näyttämiseksi ja piilottamiseksi](#)). Suuntanuolien avulla voit muuttaa totuusmuuttujien arvoja myös algebraikkunassa (katso [Animaatio](#)).

#### Loogiset operaatiot (Boolean operaatiot)

GeoGebrassa voidaan käyttää seuraavia loogisia operaatioita:

	Operaatio	Esimerkki	Tyypit
yhtä suuri	$\stackrel{?}{=}$ tai $==$	$a \stackrel{?}{=} b$ tai $a == b$	luvut, pisteet, suorat, kartioleikkaukset $a, b$
erisuuri	$\neq$ tai $!=$	$a \neq b$ tai $!= b$	luvut, pisteet, suorat, kartioleikkaukset $a, b$
pienempi kuin	$<$	$a < b$	luvut $a, b$
suurempi kuin	$>$	$a > b$	luvut $a, b$
pienempi tai yhtä suuri kuin	$\leq$ tai $<=$	$a \leq b$ tai $<= b$	luvut $a, b$
suurempi tai yhtä suuri kuin	$\geq$ tai $>=$	$a \geq b$ tai $>= b$	luvut $a, b$
ja	$\wedge$	$a \wedge b$	loogiset $a, b$
tai	$\vee$	$a \vee b$	loogiset $a, b$
ei	$\neg$ tai $!$	$\neg a$ tai $!a$	loogiset $a$
yhdensuuntainen	$//$	$a // b$	suorat $a, b$
kohtisuora	$\perp$	$a \perp b$	suorat $a, b$

### 3.2.8. Objektit ja listaoperaatiot

Aaltosulkeita käyttäen voit luoda useiden objektien listoja (esimerkiksi pisteitä, janoja, ympyröitä).

Esimerkkejä:

- $L = \{A, B, C\}$  antaa sinulle listan, joka koostuu kolmesta aikaisemmin määritellystä pisteestä  $A$ ,  $B$  ja  $C$ .
- $L = \{(0, 0), (1, 1), (2, 2)\}$  tuottaa listan, joka koostuu kolmesta mainitusta nimettömästä pisteestä.

### Objekttilistojen vertailu

Voit verrata kahta objektilistaa keskenään seuraavasti:

- $lista1 == lista2$ : Tutkii onko kaksi annettua listaa yhteneviä. Mikäli ovat, palauttaa arvon true muutoin false tulokseksi.
- $lista1 != lista2$ : Tutkii onko kaksi annettua listaa epäyhteneviä. Mikäli ovat, palauttaa arvon true muutoin false tulokseksi.

### Operaatioiden ja funktioiden käyttö objektilistoissa

Huomaa: Jos käytät aritmeettisiä operaatioita objektilistoihin, saat tulokseksi aina uuden objektilistan.

Yhteen- ja vähennyslaskuesimerkkejä:

$Lista1 + Lista2$ : Laskee yhteen objektilistojen vastaavat elementit.

Huomaa: Objektilistojen on oltava yhtä pitkiä.

$Lista + Luku$ : Lisää jokaiseen objektilistan jäseneseen annetun luvun.

$Lista1 - Lista2$ : Vähentää objektilistan  $Lista1$  elementeistä objektilistan  $Lista2$  vastaavien elementtien arvon.

Huomaa: Objektilistojen on oltava yhtä pitkiä.

$Lista - Luku$ : Vähentää jokaisesta objektilistan jäsenestä annetun luvun.

Kerto- ja jakolasku esimerkkejä:

$Lista1 * Lista2$ : Kertoo keskenään objektilistojen vastaavat elementit.

Huomaa: Objektilistojen on oltava yhtä pitkiä.

Huomaa: Jos Objektilistat ovat keskenään sopivia [matriiseja](#), käytetään matriisen kertolaskua.

$Lista * Luku$ : Kertoo jokaisen objektilistan elementin annetulla luvulla.

$Lista1 / Lista2$ : Jakaa objektilistan  $Lista1$  elementit  $Lista2$  vastaavilla elementeillä.

Huomaa: Objektilistojen on oltava yhtä pitkiä.

$Lista / Luku$ : Jakaa jokaisen objektilistan elementin annetulla luvulla.

$Luku / Lista$ : Jakaa luvun jokaisella objektilistan elementillä.

Muita esimerkkejä:

$Lista^2$ : Tuottaa objektilistan jokaisen elementin neliön.

$\sin(Lista)$ : Laskee sinin objektilistan jokaisesta elementistä.

### 3.2.9. Matriisiobjektit ja -operaatiot

GeoGebrassa voi käyttää matriiseja. Matriisit esitetään sisäkkäisinä listoina, joissa listan jokainen jäsen vastaa yhtä matriisin riviä.

Esimerkki: GeoGebrassa,  $\{\{1, 2, 3\}, \{4, 5, 6\}, \{7, 8, 9\}\}$  tarkoittaa matriisia  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$ .

#### Matriisioperaatiot

Yhteen- ja vähennyslaskuesimerkkejä:

Matriisi + Matriisi: Yhteenlaskussa matriisien vastinalkiot lasketaan yhteen.

Matriisien tulee olla samaa tyyppiä, jotta yhteenlasku on mahdollista.

Matriisi – Matriisi: Vähennyslaskussa matriisien vastinalkiot vähennetään keskenään.

Matriisien tulee olla samaa tyyppiä, jotta vähennyslasku on mahdollista.

Kertolaskuesimerkkejä:

Matriisi \* Luku: Kertoo jokaisen matriisin alkion annetulla luvulla.

Matriisi \* Matriisi: Muodostaa uuden matriisin, jossa jokainen alkio on muodostettu matriisien kertolaskuperiaatteen mukaisesti.

Huomaa: Ensimmäisen matriisin rivien lukumäärä on oltava sama kuin toisen matriisin sarakkeiden lukumäärä.

Esimerkki:  $\{\{1, 2\}, \{3, 4\}, \{5, 6\}\} * \{\{1, 2, 3\}, \{4, 5, 6\}\}$  tuottaa matriisiin  $\{\{9, 12, 15\}, \{19, 26, 33\}, \{29, 40, 51\}\}$ .

2x2 Matriisi \* Piste (tai Vektori): Matriisi kerrotaan annetulla pisteellä/vektorilla jonka tuloksena annetaan piste.

Esimerkki:  $\{\{1, 2\}, \{3, 4\}\} * (3, 4)$  tuottaa pisteen  $A = (11, 25)$ .

3x3 Matriisi \* Piste (tai Vektori): Matriisi kerrotaan annetulla pisteellä/vektorilla jonka tuloksena annetaan piste.

Esimerkki:  $\{\{1, 2, 3\}, \{4, 5, 6\}, \{0, 0, 1\}\} * (1, 2)$  tuottaa pisteen  $A = (8, 20)$ .

Muita esimerkkejä: (katso [Matriisi-komennot](#)):

Determinantti[Matriisi]: Laskee annetun matriisin determinantin.

Käännä[Matriisi]: Kääntää annetun matriisin.

Transponoi[Matriisi]: Transponoi annetun matriisin.

### 3.2.10. Kompleksiluvut ja niiden operaatiot

Kompleksilukujen esitys GeoGebrassa poikkeaa normaalista merkintätavasta. Luvut esitetään samalla tavoin, kuten pisteet esitetään.

Esimerkki: Jos kirjoitat syöttökenttään kompleksiluvun  $3 + 4i$ , niin luku esitetään Piirtoalueella pisteenä  $(3, 4)$ . Piste kuitenkin esitetään algebraikkunassa kompleksilukua  $3 + 4i$ .

Huomaa: Mikä tahansa piste voidaan esittää kompleksilukuna. Ominaisuudet ikkunassa voit Algebra-välilehdellä valita minkälaisissa koordinaateissa lukua käsitellään.

Jos muuttujaa  $i$  ei ole määritelty, tunnustetaan se järjestetyksi pariiksi  $i = (0, 1)$  tai kompleksiluvuksi  $0 + 1i$ . Tämä tarkoittaa, että voit käyttää muuttujaa  $i$  syöttökentässä luodaksesi kompleksilukuja (esim.  $q = 3 + 4i$ ).

Yhteen- ja vähennyslaskuesimerkkejä:

$(2 + 1i) + (1 - 2i)$  antaa vastaukseksi kompleksiluvun  $3 - 1i$ .

$(2 + 1i) - (1 - 2i)$  antaa vastaukseksi kompleksiluvun  $1 + 3i$ .

Kerto- ja jakolasku esimerkkejä:

$(2 + 1i) * (1 - 2i)$  antaa vastaukseksi kompleksiluvun  $4 - 3i$ .

$(2 + 1i) / (1 - 2i)$  antaa vastaukseksi kompleksiluvun  $0 + 1i$ .

Huomaa: Jos  $A$  ja  $B$  ovat pisteitä, merkintä  $A/B$  suorittaa kompleksilukujen jakolaskun.

Muita esimerkkejä:

GeoGebra tunnistaa reaali- ja kompleksilukujen väliset laskutoimitukset.

$3 + (4, 5)$  tarkoittaa samaa, kuin  $3 + (4 + 5i)$  ja antaa vastaukseksi kompleksiluvun  $(7, 5)$  tai  $7 + 5i$ .

$3 - (4, 5)$  tarkoittaa samaa, kuin  $3 - (4 + 5i)$  ja antaa vastaukseksi kompleksiluvun  $(-1, -5)$  tai  $-1 - 5i$ .

$3 / (0, 1)$  tarkoittaa samaa, kuin  $3 / (0 + 1i)$  ja antaa vastaukseksi kompleksiluvun  $(0, -3)$  tai  $0 - 3i$ .

$3 * (1, 2)$  tarkoittaa samaa, kuin  $3 * (1 + 2i)$  ja antaa vastaukseksi kompleksiluvun  $(3, 6)$  tai  $3 + 6i$ .

### 3.3. Komennot

Komentoja käyttämällä voit tuottaa uusia ja muokata olemassa olevia objekteja.

Huomaa: Komennon tulos pitää nimetä syöttämällä nimi ja sen jälkeen “=”. Alla olevassa esimerkissä uuden pisteen nimi on  $S$ .

Esimerkki: Kahden suoran  $g$  ja  $h$  leikkauspiste saadaan kirjoittamalla  $S = \text{Leikkauspiste}[g,h]$  (katso komentoa [Leikkauspiste](#)).

Huomaa: Voit käyttää myös indeksejä objektien nimissä:  $A_1$  tai  $s_{AB}$  syötetään muodossa  $A_1$  tai  $s_{\{AB\}}$ .

#### Ennakoiva komennonsyöttö

Kirjoittaessasi komentoa GeoGebran *syöttökenttään* ohjelmisto ehdottaa vastaavan merkkijonon sisältävää komentoa. GeoGebra ehdottaa komentoa jo kahden ensimmäisen kirjaimen perusteella. Ehdotettu komento on merkkijonoon sopiva ja ehdolla olevista komennosta ensimmäisenä aakkosjärjestyksessä.

Hyväksyäksesi ehdotetun komennon paina *Enter*-näppäintä.

Mikäli ehdotettu komento ei ole haluamasi, **jatka kirjoittamista**. GeoGebra tarkentaa ehdotustaan, mitä pidemmälle kirjoitat haluamasi komennon nimeä.

### 3.3.1. Yleiset komennot

#### Piirroksen vaihe

Piirroksenvaihe[]: Palauttaa sen hetkisen piirroksen vaiheen lukuna

Piirroksenvaihe[Objekti]: Palauttaa [Objektiluettelon](#) vaiheen annetulle objektille lukuna

#### Pyyhi

Pyyhi[Objekti]: Poistaa annetun ja kaikki siitä riippuvat objektit.

#### Suhde

Suhde[objekti a, objekti b]: avaa viesti-ikkunan, joka kertoo, miten objektit *a* ja *b* ovat tekemisissä toistensa kanssa.

Huomaa: Tämä komento kertoo, ovatko kaksi objektia samoja, onko piste suoralla tai kartioleikkauksella, onko suora tangentilla tai leikkaako suora kartioleikkauksen.

### 3.3.2. Loogiset komennot

#### Jos

Jos[ehto, a]: antaa objektin *a* kopion, jos *ehto* on tosi, ja määrittelemättömän objektin, jos *ehto* on epätosi.

Jos[ehto, a, b]: antaa objektin *a* kopion, jos *ehto* on tosi, ja objektin *b* kopion jos *ehto* on epätosi.

#### OnkoMääritelty

OnkoMääritelty[Objekti]: Palauttaa *tosi* tai *epätosi* riippuen siitä, onko annettu objekti määritelty vai ei.

#### OnkoKokonaisluku

OnkoKokonaisluku[Luku]: Palauttaa *tosi* tai *epätosi* riippuen siitä, onko annettu luku kokonailuku vai ei.

### 3.3.3. Luvut

#### Venytyssuhde

Venytyssuhde[piste A, piste B, piste C]: Antaa kolmen samalla suoralla olevan pisteen *A*, *B* ja *C* venytyssuhteen (affine ratio)  $\lambda$ , missä  $C = A + \lambda * AB$

#### PintaAla

PintaAla[piste A, piste B, piste C, ...]: Pisteiden *A*, *B* ja *C* määrittämän monikulmion pinta-ala.

PintaAla[kartioleikkaus c]: Kartioleikkauksen  $c$  pinta-ala (ympyrä tai ellipsi).

Huomaa: Laskettaessa kahden funktion välistä pinta-alaa, on käytettävä komentoa [Integraali](#).

### Akselinaskel

AkselinaskelX[]: Palauttaa sen hetkisen x-akselin yksikön pituuden

AkselinaskelY[]: Palauttaa sen hetkisen y-akselin yksikön pituuden

Huomaa: Yhdessä komentojen [Nurkka](#) ja [Jono](#) kanssa, *Akselinaskel*-komento mahdollistaa yksilöllisen koordinaattiakseliston luomisen (katso myös [Muokkaa koordinaattiakseleita ja -ruudukkoa](#)).

### Binomikerroin

Binomikerroin[Luku  $n$ , Luku  $r$ ]: Laskee binomikertoimen luvuilla  $n$  ja  $r$ , ' $n$  alle  $r$ '

### Ympärysmitta

Ympärysmitta[Kartioleikkaus]: Palauttaa annetun kartioleikkauksen ympärysmitan

Huomaa: Tämä tuottaa järkeväen arvon vain ympyröillä tai ellipseillä.

### Kaksoissuhde

Kaksoissuhde[Piste  $A$ , Piste  $B$ , Piste  $C$ , Piste  $D$ ]: Laskee kaksoissuhteen  $\lambda$  annetuista samalla suoralla olevista pisteistä  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , ja  $D$ , missä

$$\lambda = \text{Venytyssuhde}[B, C, D] / \text{Venytyssuhde}[A, C, D]$$

### Kaarevuus

Kaarevuus[piste  $A$ , funktio  $f$ ]: Funktion  $f$  kaarevuus pisteessä  $A$

Kaarevuus[piste  $A$ , käyrä  $c$ ]: Käyrän  $c$  kaarevuus pisteessä  $A$ .

### Etäisyys

Etäisyys[piste  $A$ , piste  $B$ ]: Pisteiden  $A$  ja  $B$  välinen etäisyys.

Etäisyys[piste  $A$ , suora  $g$ ]: Pisteiden  $A$  ja suoran  $g$  välinen etäisyys.

Etäisyys[suora  $g$ , suora  $h$ ]: Suorien  $g$  ja  $h$  välinen etäisyys.

Huomaa: Toisiaan leikkaavien suorien etäisyys on 0. Tämä funktio on kiinnostava yhdensuuntaisille suorille.

### Isoakselinpituus

Isoakselinpituus[kartioleikkaus  $c$ ]: Kartioleikkauksen  $c$  isoakselin pituus.

### SYT

SYT[Luku  $a$ , Luku  $b$ ]: Laskee suurimman yhteisen tekijän annetuille luvuille  $a$  ja  $b$ .

SYT[Lukulista]: Laskee suurimman yhteisen tekijän annetun lukulistan luvuille.

## Osamäärän kokonaisosa

OsamääränKokonaisosa[Luku  $a$ , Luku  $b$ ]: Laskee osamäärän kokonaisosan, kun luku  $a$  on jaettava ja  $b$  on jakaja.

## Määrätty integraali

Integraali[Funktio  $f$ , Luku  $a$ , Luku  $b$ ]: Laskee määrätyn integraalin arvon funktiolle  $f$ , suljetulla välillä  $[a, b]$ .

Huomaa: Tämä komento piirtää alueen, joka on funktion  $f$  ja  $x$ -akselin välissä.

Integraali[Funktio  $f$ , Funktio  $g$ , Luku  $a$ , Luku  $b$ ]: Laskee funktioiden  $f$  ja  $g$  määrättyjen integraalien arvojen erotuksen suljetulla välillä  $[a, b]$ .

Huomaa: Tämä komento piirtää alueen, joka on funktioiden  $f$  ja  $g$  välissä.

Huomaa: Katso [Integraalifunktio](#)

## Iteraatio

Iteraatio[Funktio, Luku  $x_0$ , Luku  $n$ ]: Toistaa funktion  $n$  kertaa, kun aloitusarvo on  $x_0$ .

Esimerkki: Määrittele  $f(x) = x^2$  ja sitten komento Iteraatio[ $f$ , 3, 2], joka antaa vastaukseksi  $(3^2)^2 = 81$ .

## PYJ

PYJ[Luku  $a$ , Luku  $b$ ]: Laskee pienimmän yhteisen jaettava luvuille  $a$  ja  $b$ .

PYJ[LukuLista]: Laskee pienimmän yhteisen jaettavan LukuListan luvuille.

## Pituus

Pituus[Vektori]: Laskee vektorin pituuden.

Pituus[Piste A]: Laskee pisteen A etäisyyden origosta.

Pituus[Funktio, Luku  $x_1$ , Luku  $x_2$ ]: Laskee funktion kuvaajan pituuden suljetulla välillä  $[x_1, x_2]$ .

Pituus[Funktio, Piste A, Piste B]: Laskee funktion kuvaajan pituuden pisteiden A ja B välillä.

Huomaa: Annetut pisteet A ja B ei tarvitse olla käyrän pisteitä, vaan laskennassa käytetään pisteiden  $x$ -koordinaattien arvoja.

Pituus[Käyrä, Luku  $t_1$ , Luku  $t_2$ ]: Laskee käyrän pituuden parametriarvojen  $t_1$  ja  $t_2$  välillä.

Pituus[Käyrä  $c$ , Piste A, Piste B]: Laskee käyrän pituuden annettujen käyrän pisteiden A ja B välillä.

Pituus[Lista]: Laskee montako lukua on Listassa.

## Eksentrisyys

Eksentrisyys[Kartioleikkaus]: Laskee kartioleikkauksen eksentrisyyden.

Huomaa: Eksentrisyys tarkoittaa Geogebra:ssa kartioleikkauksen keskipisteen ja polttopisteen etäisyyttä eli polttopisteiden välisen etäisyyden puolikasta.

## Alasumma

Alasumma[Funktio, Luku  $a$ , Luku  $b$ , Luku  $n$ ]: Laskee alasumman annetulle funktiolle suljetulla välillä  $[a, b]$ , jossa on  $n$  kappaletta suorakulmioita.

Huomaa: Tämä komento myös piirtää alasumman suorakulmiot funktion kuvaajan ja x-akselin välille.

## Minimi ja Maksimi

Min[Luku  $a$ , Luku  $b$ ]: Ilmoittaa pienimmän luvun annetuista luvuista  $a$  ja  $b$ .

Max[Luku  $a$ , Luku  $b$ ]: Ilmoittaa suurimman luvun annetuista luvuista  $a$  ja  $b$ .

## Jakojäännös

Jakojäännös[Luku  $a$ , Luku  $b$ ]: Ilmoittaa jakojäännöksen, kun luku  $a$  on jaettava ja luku  $b$  on jakaja.

## Parametri

Parametri[Kartioleikkaus]: Palauttaa kartioleikkauksen (tarkemmin paraabelin) parametrin, joka on sen johtosuoran ja polttopisteen välinen etäisyys.

## Piiri

Piiri[Monikulmio]: Palauttaa monikulmion piirin.

## Säde

Säde[Ympyrä]: Palauttaa kartioleikkauksen säteen (määritelty arvo vain ympyröillä).

## Satunnaislukukomennot

Satunnaisluku[Luku  $a$ , Luku  $b$ ]: Luo satunnaisluvun väliltä  $[a,b]$ .

SatunnainenBinomiarvo[Toistojen lukumäärä, Todennäköisyys  $p$ ]: Luo satunnaisluvun binomijakaumasta  $n$  toistolla ja todennäköisyydellä  $p$ .

SatunnainenNormiarvo[Keskiarvo, Keskihajonta]: Luo satunnaisluvun normaalijakaumasta, jossa annettu keskiarvo ja keskihajonta.

SatunnainenPoissonarvo[Keskiarvo]: Luo satunnaisluvun Poisson-jakaumasta annetulla keskiarvolla.

## Pikkuakselin pituus

Pikkuakselinpituus[Kartioleikkaus]: Laskee pikkuakselin pituuden annetusta kartioleikkauksesta.

## Kulmakerroin

Kulmakerroin[Suora]: Palauttaa annetun suoran kulmakertoimen.

Huomaa: Tämä komento myös piirtää suoran kulmakerroin kolmion, jonka kokoa voi säädellä objektin [Ominaisuudet](#)-ikkunan Objektin tyyli -välilehdellä.

## Puolisuunnikassumma

Puolisuunnikassumma[Funktio, Luku  $a$ , Luku  $b$ , Luku  $n$ ]: Laskee puolisuunnikassumman annetulle funktiolle välillä  $[a, b]$  käyttäen  $n$  kappaletta puolisuunnikaita.

Huomaa: Tämä komento myös piirtää kuvan muodostetuista puolisuunnikkaista.

## Yläsumma

Yläsumma[Funktio, Luku  $a$ , Luku  $b$ , Luku  $n$ ]: Laskee yläsumman annetulle funktiolle suljetulle välille  $[a, b]$ , jossa on  $n$  kappaletta suorakulmioita.

Huomaa: Tämä komento myös piirtää yläsumman suorakulmiot funktion kuvaajan ja x-akselin välille.

## 3.3.4. Kulmat

### Kulma

Kulma[Vektori  $v_1$ , Vektori  $v_2$ ]: Palauttaa annettujen vektoreiden  $v_1$  ja  $v_2$  välisen kulman asteina  $[0, 360^\circ]$ .

Kulma[Suora  $g$ , Suora  $h$ ]: Palauttaa annettujen suorien  $g$  ja  $h$  välisen kulman asteina  $[0, 360^\circ]$ .

Kulma[Piste  $A$ , Piste  $B$ , Piste  $C$ ]: Palauttaa janojen  $BA$  ja  $BC$  välisen kulman asteina  $[0, 360^\circ]$ , missä piste  $B$  on kulman kärki.

Kulma[Piste  $A$ , Piste  $B$ , Kulma  $\alpha$ ]: Palauttaa  $\alpha$ :n suuruisen kulman piirrettynä pisteestä  $A$  ja kärkenä  $B$ .

Huomaa: Piste *Kierto* $[A, \alpha, B]$  piirretään myös.

Kulma[Kartiroleikkaus]: Palauttaa kartiroleikkauksen pääakselin kiertokulman (katso [Akselit](#))

Kulma[Vektori]: Palauttaa x-akselin ja annetun vektorin välisen kulman suuruuden.

Kulma[Piste]: Palauttaa x-akselin ja annetun pisteen paikkavektorin välisen kulman.

Kulma[Luku]: Muuntaa luvun kulmaksi välille  $[0, 360^\circ]$ .

Kulma[Monikulmio]: Luo annettuun monikulmioon kaikki kulmat.

Huomaa: Jos monikulmio on muodostettu pisteistä vastapäiväisessä järjestyksessä klikaten, muodostetaan sisäkulmat. Jos monikulmio on muodostettu pisteistä myötäpäiväisessä järjestyksessä, muodostetaan ulkokulmat.

## 3.3.5. Pisteet

### Keskus

Keskus[Kartiroleikkaus]: Palauttaa kartiroleikkauksen keskuksen.

Huomaa: Tämä tuottaa määritellyn tuloksen vain ympyrällä, ellipsillä ja hyperbelillä.

## Painopiste

Painopiste[Monikulmio]: Palauttaa monikulmion geometrisen painopisteen.

## Nurkka

Nurkka[Luku  $n$ ]: Luo pisteen *piirtoalueen* kulmaan ( $n = 1, 2, 3, 4$ ). Piste ei ole koskaan näkyvässä.

Nurkka[Kuva, Luku  $n$ ]: Luo pisteen kuvan kulmaan ( $n = 1, 2, 3, 4$ ).

Nurkka[Teksti, Luku  $n$ ]: Luo pisteen *Tekstin* kulmaan ( $n = 1, 2, 3, 4$ ).

Huomaa: Numerointi alkaa *Piirtoalueen* 3. neljänneksestä (alavasen) ja kiertää vastapäivään.

## Ääriarvo

Ääriarvo[Polynomi]: Palauttaa polynomifunktion paikalliset ääriarvot ja merkitsee ne pisteellä funktion kuvaajaan.

## Polttopiste

Polttopiste[Kartiroleikkaus]: Palauttaa kartiroleikkauksen kaikki polttopisteet.

## Käännepiste

Käännepiste[Polynomi]: Palauttaa polynomifunktion kaikki käännepisteet, pisteenä Funktio kuvaajalla.

## Leikkauspiste

Leikkauspiste[Suora  $g$ , Suora  $h$ ]: Palauttaa suorien  $g$  ja  $h$  leikkauspisteen.

Leikkauspiste[Suora  $g$ , Kartiroleikkaus  $c$ ]: Palauttaa kaikki suoran  $g$  ja kartiroleikkauksen  $c$  leikkauspisteet (enintään 2).

Leikkauspiste[Suora  $g$ , Kartiroleikkaus  $c$ , luku  $n$ ]: Palauttaa suoran  $g$  ja kartiroleikkauksen  $c$   $n$ :nnen leikkauspisteen.

Leikkauspiste[Kartiroleikkaus  $c_1$ , Kartiroleikkaus  $c_2$ ]: Palauttaa kartiroleikkausten  $c_1$  ja  $c_2$  kaikki leikkauspisteet (enintään 4).

Leikkauspiste[Kartiroleikkaus  $c_1$ , Kartiroleikkaus  $c_2$ , Luku  $n$ ]: Palauttaa kartiroleikkausten  $c_1$  ja  $c_2$   $n$ :nnen leikkauspisteen.

Leikkauspiste[Polynomi  $f_1$ , Polynomi  $f_2$ ]: Palauttaa polynomifunktioiden  $f_1$  ja  $f_2$  kuvaajien kaikki leikkauspisteet.

Leikkauspiste[Polynomi  $f_1$ , Polynomi  $f_2$ , luku  $n$ ]: Palauttaa polynomifunktioiden  $f_1$  ja  $f_2$   $n$ :nnen leikkauspisteen.

Leikkauspiste[Polynomi  $f$ , Suora  $g$ ]: Palauttaa polynomifunktion  $f$  kuvaajan ja suoran  $g$  kaikki leikkauspisteet.

Leikkauspiste[Polynomi  $f$ , Suora  $g$ , Luku  $n$ ]: Palauttaa polynomifunktion  $f$  kuvaajan ja suoran  $g$   $n$ :nnen leikkauspisteen.

Leikkauspiste[Funktio  $f$ , Funktio  $g$ , Piste  $A$ ]: Etsii Newtonin menetelmällä funktioiden  $f$  ja  $g$  kuvaajien leikkauspisteen. Lähtöpisteenä on piste  $A$ .

Leikkauspiste[Funktio  $f$ , Suora  $g$ , Piste  $A$ ]: Etsii Newtonin menetelmällä funktion  $f$  ja suoran  $g$  kuvaajien leikkauspisteen, lähtöpisteenä piste  $A$ .

Huomaa: Katso myös työkalu ✕ [Kahden objektin leikkauspiste](#)

### **Keskipiste**

Keskipiste[Piste A, Piste B]: Palauttaa pisteiden  $A$  ja  $B$  välisen keskipisteen.

Keskipiste[Jana]: Palauttaa janan keskipisteen.

### **Piste**

Piste[Suora]: Luo pisteen suoralle.

Piste[Kartioleikkaus]: Luo pisteen kartioleikkaukselle.

Piste[Funktio]: Luo pisteen funktion kuvaajalle.

Piste[Monikulmio]: Luo pisteen monikulmion sivulle.

Piste[Vektori]: Luo pisteen vektorille.

Piste[Piste, Vektori]: Luo uuden pisteen lisäämällä vektorin annettuun pisteeseen.

### **Nollakohta**

Nollakohta[Polynomi]: Näyttää polynomien kaikki nollakohdat pisteinä funktion kuvaajalla.

Nollakohta[Funktio, Luku  $a$ ]: Etsii Newtonin menetelmällä yhden funktion nollakohdan, käyttäen alkuarvoa  $a$ .

Nollakohta[Funktio, Luku  $a$ , Luku  $b$ ]: Ilmoittaa yhden funktion nollakohdan väliltä  $[a, b]$ .

### **Kärkipiste**

Kärkipiste[Kartioleikkaus]: Palauttaa kaikki kartioleikkauksen kärkipisteet.

## **3.3.6. Vektorit**

### **Kaarevuusvektori**

Kaarevuusvektori[Piste, Funktio]: Ilmoittaa funktion kuvaajan kaarevuusvektorin annetussa pisteessä.

Kaarevuusvektori[Piste, Käyrä]: Ilmoittaa käyrän kaarevuusvektorin annetussa pisteessä.

### **Suunta**

Suunta[Suora]: Ilmoittaa annetun suoran suuntavektorin.

Huomaa: Suoran  $ax + by = c$  suuntavektori on  $(b, -a)$ .

### **Normaalivektori**

Normaalivektori[Suora]: Palauttaa annetun suoran normaalivektorin.

Huomaa: Suoran  $ax + by = c$  normaalivektori on  $(a, b)$ .

Normaalivektori[Vektori  $v$ ]: Palauttaa annetun vektorin normaalivektorin.

Huomaa: Vektorin  $(a, b)$  normaalivektori on  $(-b, a)$ .

### **Kohtisuora yksikkövektori**

KohtisuoraYksikkövektori[Suora]: Palauttaa annetun suoran kohtisuoran yksikkövektorin.

KohtisuoraYksikkövektori[Vektori]: Palauttaa annetun vektorin kohtisuoran yksikkövektorin.

### **Yksikkövektori**

Yksikkövektori[Suora]: Ilmoittaa annetun suoran suuntavektorin, jonka pituus on 1.

Yksikkövektori[Vektori]: Ilmoittaa annetun vektorin suuntavektorin, jonka pituus on 1.

### **Vektori**

Vektori[Piste A, Piste B]: Luo vektorin pisteestä  $A$  pisteeseen  $B$ .

Vektori[Piste]: Palauttaa annetun pisteen paikkavektorin.

## **3.3.7. Janat**

### **Jana**

Jana[Piste A, Piste B]: Luo janan pisteiden  $A$  ja  $B$  välille.

Jana[Piste A, Luku  $a$ ]: Luo janan, jonka pituus on  $a$  ja alkupiste  $A$ .

Huomaa: Luodaan myös janan päätepiste..

## **3.3.8. Puolisuorat**

### **Puolisuora**

Puolisuora[Piste A, Piste B]: Luo pisteen  $B$  kautta kulkevan puolisuoran, jonka lähtöpiste on  $A$ .

Puolisuora[Piste, Vektori  $v$ ]: Luo puolisuoran lähtöpisteensä annettu piste ja suuntana vektori  $v$ .

## **3.3.9. Monikulmiot**

### **Monikulmio**

Monikulmio[Piste A, Piste B, Piste C, ...]: Luo monikulmion, jonka kärkipisteinä ovat  $A, B, C, \dots$

Monikulmio[Piste A, Piste B, Luku  $n$ ]: Luo säännöllisen monikulmion, jossa  $n$  kärkeä kärkipisteet  $A$  ja  $B$  mukaanluettuina. Muut monikulmion kärkipisteet löytyvät apuobjekteista.

## **3.3.10. Suorat**

### **Kulmanpuolittaja**

Kulmanpuolittaja[Piste A, Piste B, Piste C]: Palauttaa pisteiden  $A, B$  ja  $C$  muodostaman kulman kulmanpuolittajan.

Huomaa: Piste  $B$  on kulman kärki.

Kulmanpuolittaja[Suora g, Suora h]: Palauttaa annettujen suorien väliset kulmanpuolittajat.

### **Asymptootti**

Asymptootti[Hyperbeli]: Palauttaa annetun hyperbelin asymptootit.

### **Akselit**

Akselit[Kartioleikkaus]: Palauttaa annetun kartioleikkauksen iso- ja pikkuakselit.

### **Läpimitta**

Läpimitta[Suora, Kartioleikkaus]: Palauttaa kartioleikkauksen läpimitan annetulla suoralla.

Läpimitta[Vektori, Kartioleikkaus]: Palauttaa kartioleikkauksen annetun vektorin suuntaisen läpimitan.

### **Johtosuora**

Johtosuora[Paraabeli]: Palauttaa paraabelin johtosuoran.

### **Isoakseli**

Isoakseli[Kartioleikkaus]: Palauttaa kartioleikkauksen pääakselin

### **Suora**

Suora[Piste A, Piste B]: Luo suoran pisteiden  $A$  ja  $B$  kautta.

Suora[Piste, Suora]: Luo annetun pisteen kautta kulkevan ja annetun suoran kanssa yhdensuuntaisen suoran

Suora[Piste A, Vektori v]: Luo suoran, joka kulkee pisteen  $A$  kautta ja on vektorin  $v$  suuntainen

### **Normaali**

Normaali[Piste, Suora]: Luo pisteen kautta kulkevan suoran normaalin

Normaali[Piste, Vektori]: Luo pisteen kautta kulkevan vektorin normaalin

### **Keskinormaali**

Keskinormaali[Piste A, Piste B]: Luo annettujen pisteiden välisen keskinormaalin

Keskinormaali[Jana]: Luo annetulle janalle keskinormaalin

### **Napa**

Napa[Piste A, Kartioleikkaus]: Luo pisteen  $A$  napasuoran kartioleikkauksen suhteen

### **Pikkuakseli**

Pikkuakseli[Kartioleikkaus]: Luo kartioleikkauksen pikkuakselin

## Tangentti

Tangentti[Piste, Kartioleikkaus]: Luo annetun pisteen kautta kulkevat kartioleikkauksen tangentit

Tangentti[Suora, Kartioleikkaus]: Luo kaikki kartioleikkauksen tangentit, jotka ovat annetun suoran kanssa yhdensuuntaisia.

Tangentti[Luku  $a$ , Funktio]: Luo funktion kuvaajalle tangentin kohtaan  $x = a$ .

Tangentti[Piste  $A$ , Funktio]: Luo funktion kuvaajalle tangentin kohtaan  $x = x(A)$

Huomaa:  $x(A)$  antaa pisteen  $A$   $x$ -koordinaatin arvon.

Tangentti[Piste, Käyrä]: Luo käyrän kuvaajalle tangentin kohtaan, joka on lähinnä annettua pistettä.

### 3.3.11. Kartioleikkaukset

#### Ympyrä

Ympyrä[Piste  $M$ , Luku  $r$ ]: Muodostaa ympyrän, jonka keskipiste on  $M$  ja säde  $r$

Ympyrä[Piste  $M$ , Jana]: Muodostaa ympyrän, jonka keskipiste on  $M$  ja säde on annetun janan pituus.

Ympyrä[Piste  $M$ , Piste  $A$ ]: Luo ympyrän, jonka keskipisteenä on  $M$  ja kehä kulkee pisteen  $A$  kautta.

Ympyrä[Piste  $A$ , Piste  $B$ , Piste  $C$ ]: Muodostaa ympyrän, joka kulkee pisteiden  $A, B$  ja  $C$  kautta.

#### Kartioleikkaus

Kartioleikkaus[Piste  $A$ , Piste  $B$ , Piste  $C$ , Piste  $D$ , Piste  $E$ ]: Muodostaa kartioleikkauksen, joka kulkee pisteiden  $A, B, C, D$ , ja  $E$  kautta.

Huomaa: Mikäli neljä annetuista pisteistä sijaitsee samalla suoralla, ei kartioleikkausta muodosteta.

#### Ellipsi

Ellipsi[Piste  $F$ , Piste  $G$ , Luku  $a$ ]: Muodostaa ellipsin, jonka polttopisteet ovat pisteet  $F$  ja  $G$  ja pääakselin pituus on  $a$ .

Huomaa: Ehto:  $2a > Etäisyys[F, G]$

Ellipsi[Piste  $F$ , Piste  $G$ , Jana]: Muodostaa ellipsin, jonka polttopisteet ovat pisteet  $F$  ja  $G$  ja pääakselin pituus on annetun janan pituus.

Ellipsi[Piste  $A$ , Piste  $B$ , Piste  $C$ ]: Muodostaa ellipsin, jonka polttopisteet ovat pisteet  $A$  ja  $B$  ja joka kulkee pisteen  $C$  kautta.

#### Hyperbeli

Hyperbeli[Piste  $F$ , Piste  $G$ , Luku  $a$ ]: Muodostaa hyperbelin, jonka polttopisteet ovat  $F$  ja  $G$  ja pääakselin pituus  $a$ .

Huomaa: Ehto:  $0 < 2a < Etäisyys[F, G]$

Hyperbeli[Piste  $F$ , Piste  $G$ , Jana  $s$ ]: Muodostaa hyperbelin, jonka polttopisteet ovat  $F$  ja  $G$  ja pääakselin pituus annetun janan  $s$  pituus.

Hyperbeli[Piste A, Piste B, Piste C]: Muodostaa hyperbelin, jonka polttopisteet ovat  $F$  ja  $G$  ja jonka piste  $C$  on hyperbelillä.

### Sivuava ympyrä

SivuavaYmpyrä[Piste A, Funktio]: Muodostaa ympyrän, joka sivuaa annettua funktiota.

Pisteen  $A$  on sijoitettava annetun funktion kuvaajalla.

SivuavaYmpyrä [Piste A, Käyrä]: Muodostaa ympyrän, joka sivuaa annettua käyrää.

### Paraabeli

Paraabeli[Piste  $F$ , Suora  $g$ ]: Muodostaa paraabelin, jonka polttopiste on  $F$  ja johtosuora on  $g$ .

## 3.3.12. Funktiot

### Ehdolliset funktiot

Luodessasi ehdollisia funktioita voit käyttää loogisia komentoja, kuten [Jos](#).

Huomaa: Voit käyttää funktioita kuten [Derivaatta](#), [Integraali](#) ja [Leikkauspiste](#) aivan kuten muita funktioita.

Esimerkki:

$f(x) = \text{Jos}[x < 3, \sin(x), x^2]$  antaa funktion joka on  $\sin(x)$ , kun  $x < 3$  ja muulloin  $x^2$ .

### Derivaatta

Derivaatta[Funktio]: Palauttaa annetun funktion derivaatafunktion.

Derivaatta[Funktio, Luku  $n$ ]: Palauttaa funktion, joka on annetun funktion  $n$ :s derivaatta.

Huomaa: Voit syöttökentässä käyttää merkintää  $f'(x)$  komennon `Derivaatta[f]` tilalla ja  $f''(x)$  komennon `Derivaatta[f, 2]` tilalla jne.

### Laske

Laske[Funktio]: Kertoo auki annetun funktion sulkulausekkeet.

Esimerkki: `Laske[(x + 3)(x - 4)]` palauttaa  $f(x) = x^2 - x - 12$

### Tekijät

Tekijät[Polynomi]: Palauttaa polynomin ratkaistussa muodossa tekijöihin jaettuna.

Esimerkki: `Tekijät[x^2 + x - 6]` palauttaa  $f(x) = (x-2)(x+3)$

### Funktio

Funktio[Funktio, Luku  $a$ , Luku  $b$ ]: Muodostaa funktion kuvaajan, joka on määritelty ainoastana välillä  $[a, b]$ .

Huomaa: Tätä komentoa tulisi käyttää funktioiden esittämiseen annetulle välille.

Esimerkki: `f(x) = Funktio[x^2, -1, 1]` antaa funktion  $x^2$  kuvaajan välillä  $[-1, 1]$ . Mikäli

annat komennon  $g(x) = 2 f(x)$ , tämä tarkoittaa samaa kuin  $g(x) = 2 x^2$ , mutta funktion  $g$  määrittelyjoukkoa ei ole rajoitettu välille  $[-1, 1]$ .

### Integraalifunktio

Integraali[Funktio]: Laskee annetun Funktion integraalifunktion.

Huomaa: Katso [Määrätty integraali](#)

### Polynomi

Polynomi[Funktio]: Ilmoittaa annetun funktion normaalimuodossa.

Esimerkki: Polynomi $[(x - 3)^2]$  antaa  $x^2 - 6x + 9$

Polynomi[Pistelista (n pistettä)]: Luo  $n-1$ -asteisen polynomin, joka kulkee annettujen pisteiden kautta.

### Sievennä

Sievennä[Funktio]: Sieventää annetun funktion termit, mikäli se on mahdollista.

Esimerkkejä:

Sievennä $[x + x + x]$  palauttaa  $f(x) = 3x$

Sievennä $[\sin(x) / \cos(x)]$  palauttaa  $f(x) = \tan(x)$

Sievennä $[-2 \sin(x) \cos(x)]$  palauttaa  $f(x) = \sin(-2x)$

### Taylorin sarja

TaylorSarja[Funktio, Luku a, Luku n]: Luo n:nneen asteen Taylor-sarjakehitelmän annetulle funktiolle kehityskeskuksena luku  $a$ .

## 3.3.13. Parametrikäyrät

### Käyrä

Käyrä[Lauseke e1, Lauseke e2, Parametri t, Luku a, Luku b]: Luo käyrän parametriesityksenä annettuista lausekkeista  $e1$  (x-vastaavuus) ja  $e2$  (y-vastaavuus) joissa parametrina  $t$  joka on välillä  $[a, b]$ .

Esimerkki:  $c =$  Käyrä $[2 \cos(t), 2 \sin(t), t, 0, 2 \pi]$  luo ympyrän, jonka säde on 2 ja keskipiste origossa.

Huomaa: Parametrikäyrää voidaan käyttää kuten muita funktioita aritmeettisissa lausekkeissa.

Esimerkki: Kirjoita syöttökenttään  $c(3)$ . Tämä asettaa käyrälle  $c$  pisteen, jossa parametrin arvo on 3.

Huomaa: Hiiren avulla voit asettaa uuden pisteen käyrälle käyttämällä työkalua [Uusi piste](#) tai komentoa [Piste](#). Koska parametrit  $a$  ja  $b$  ovat dynaamisia voit käyttää tällöin myös liukuja (katso [Liuku](#)).

### Komennot parametrikäyrille

Kaarevuus[Piste, Käyrä]: Laskee käyrän kaarevuuden annetussa pisteessä.

Kaarevuusvektori[Piste, Käyrä]: Ilmoittaa käyrän kaarevuusvektorin annetussa pisteessä.

Derivaatta[Käyrä]: Ilmoittaa annetun käyrän derivaatan.

Derivaatta[Käyrä, Luku  $n$ ]: Palauttaa annetun käyrän derivaatan, jonka järjestysluku on  $n$ .

Pituus[Käyrä, Luku  $t_1$ , luku  $t_2$ ]: Ilmoittaa käyrän pituuden parametriarvojen  $t_1$  ja  $t_2$  välillä.

Pituus[Käyrä  $c$ , Piste  $A$ , Piste  $B$ ]: Ilmoittaa käyrän pituuden käyrän pisteiden  $A$  ja  $B$  välillä.

Sivuavaympyrä[Piste  $A$ , Käyrä]: Ilmoittaa käyrää pisteessä  $A$  sivuavan ympyrän.

Tangentti[Piste, Käyrä]: Luo käyrälle tangentin annettuun pisteeseen.

### 3.3.14. Kaaret ja sektorit

Huomaa: Algebrallinen arvo kaarelle on sen pituus ja sektorille sen pinta-ala.

#### Kaari

Kaari[Kartioleikkaus, Piste  $A$ , Piste  $B$ ]: Palauttaa kartioleikkauksen pisteiden  $A$  ja  $B$  välillä olevan kaaren

Huomaa: Tämä toimii vain ympyröille ja ellipseille.

Kaari[Kartioleikkaus, Luku  $t_1$ , Luku  $t_2$ ]: Palauttaa kartioleikkauksen kaaren parametriarvojen  $t_1$  ja  $t_2$  välillä, seuraavanlaisessa parametrimuodossa:

- Ympyrä:  $(r \cos(t), r \sin(t))$  missä  $r$  on ympyrän säde
- Ellipsi:  $(a \cos(t), b \sin(t))$  missä  $a$  ja  $b$  ovat iso- ja pikkuakseleiden pituudet.

#### Ympyränkaari

Ympyränkaari[Piste  $M$ , Piste  $A$ , Piste  $B$ ]: Luo ympyränkaaren, jonka keskipisteen  $M$  ja päätepisteinä  $A$  ja  $B$ .

Huomaa: Piste  $B$  ei tarvitse sijaista kaarella.

#### Ympyränsektori

Ympyränsektori[Piste  $M$ , Piste  $A$ , Piste  $B$ ]: Luo ympyrän sektorin, jonka keskipisteen  $M$  ja päätepisteinä  $A$  ja  $B$ .

Huomaa: Piste  $B$  ei tarvitse sijaita sektorin kaarella.

#### Kaari

Kaari[Piste  $A$ , Piste  $B$ , Piste  $C$ ]: Luo pisteiden  $A$ ,  $B$ , ja  $C$  kautta kulkevan ympyränkaaren

#### Ympyränsektori2

Ympyränsektori2[Piste  $A$ , Piste  $B$ , Piste  $C$ ]: Luo ympyränsektorin, jonka kaari kulkee pisteiden  $A$ ,  $B$ , ja  $C$  kautta

## Sektor

Sektor[Kartioleikkaus, Piste A, Piste B]: Luo kartioleikkauksen sektorin annettujen pisteiden A ja B välille

Huomaa: Tämä toimii ainoastaan ympyröille ja ellipseille.

Sektor[Kartioleikkaus, Luku t1, Luku t2]: Luo kartioleikkauksen sektorin annettujen parametriarvojen t1 ja t2 välille, seuraavassa parametrimuodossa:

- Ympyrä:  $(r \cos(t), r \sin(t))$  missä r on ympyrän säde
- Ellipsi:  $(a \cos(t), b \sin(t))$  missä a ja b ovat iso- ja pikkuakseleiden pituudet.

## Puoliympyrä

Puoliympyrä[Piste A, Piste B]: Luo puoliympyrän, jonka halkaisijana on jana AB.

### 3.3.15. Teksti

#### Murtolukuteksti

Murtolukuteksti[Luku]: Muuttaa annetun luvun murtoluvuksi ja esittää sen LaTeX-tekstinä *piirtoalueella*.

Esimerkki: Jos  $a: y = 1.5x + 2$  on suora, tällöin Murtolukuteksti[Kulmakerroin[a]] antaa murtoluvun  $3/2$  tekstinä.

#### Kaavateksti

Kaavateksti[Objekti]: Palauttaa annetun objektin kaavan kaavatekstinä (LaTeX).

Esimerkki: jos  $a = 2$  ja  $f(x) = a x^2$ , tällöin Kaavateksti[f] palauttaa  $2 x^2$  (kaavatekstinä)

Kaavateksti[Objekti, Looginen arvo muuttujien korvaamiseen]: Palauttaa objektin kaavan kaavatekstinä. Looginen arvo määrää, kirjoitetaanko muuttujat niiden todellisilla lukuarvoilla (true) vai muuttujakirjaimina (false).

Esimerkkejä: Jos  $a = 2$  ja  $f(x) = a x^2$ , tällöin

Kaavateksti[f, true] palauttaa  $2 x^2$  (kaavatekstinä)

Kaavateksti[f, false] palauttaa  $a x^2$  (kaavatekstinä)

#### UnicodeKirjaimesta

UnicodeKirjaimesta ["Kirjain"]: Muuttaa yksittäisen kirjaimen sitä vastaavaksi Unicode luvuksi

Huomaa: Kirjain on kirjoitettava lainausmerkkien väliin.

Esimerkki: UnicodeKirjaimesta ["a"] palauttaa luvun 97

#### Nimi

Nimi[Objekti]: Luo *Piirtoalueelle* tekstiobjektin, jonka sisältönä annetun objektin nimi.

Huomaa: Käytä tätä komentoa dynaamisena tekstinä, silloin kun objektin nimi saattaa muuttua. *Nimi* komento on päinvastainen *Objekti* komennolle.

## Objekti

Objekti[Objektin nimi tekstinä]: Palauttaa annetun nimen mukaisen objektin (riippuva tai vapaa) tekstinä.

Huomaa: *Objekti* komento on päinvastainen *Nimi* komennolle.

Esimerkki: Jos pisteet  $A_1, A_2, \dots, A_{20}$  ovat olemassa ja liuku  $n = 2$ , tällöin `Objekti["A" + n]` antaa  $A_2$ .

## Taulukkoteksti

Taulukkoteksti[Lista 1, Lista 2, Lista 3,...]: Luo tekstin, joka sisältää listaobjektien sisällön taulukkona.

Huomaa: Oletuksena jokainen lista esitetään omalla rivillään.

Esimerkkejä:

`Taulukkoteksti[{x^2, x^3, x^4}]` luo taulukon tekstiobjektina, jonka sisältö on yhdellä rivillä. Tekstissä on vasen reuna tasattuna.

`Taulukkoteksti[Jono[i^2, i, 1, 10]]` luo tekstin taulukkona, jossa on lukujono esitettynä yhdellä rivillä.

Taulukkoteksti[Lista 1, Lista 2, Lista 3,..., "Tekstin tasaus"]: Luo tekstin, jossa taulukkona annetut listan objektit. Tarvittaessa käytettävä "tekstin tasaus" säätelee, kuinka taulukon teksti tasataan.

Huomaa: Mahdolliset tasausvaihtoehdot ovat: "vl", "vc", "vr", "v", "h", "hl", "hc", "hr". Oletuksena on "h".

"v" = vertikaalinen, listat esitetään sarakkeina

"h" = horisontaalinen, listat esitetään riveinä

"l" = vasen tasaus

"r" = oikea tasaus

"c" = keskitetty

Esimerkkejä:

`Taulukkoteksti[{1,2,3,4},{1,4,9,16}, "v"]` luo taulukon tekstinä, jossa on kaksi saraketta, neljä riviä ja teksti tasattuna vasemmalle

`Taulukkoteksti[{1,2,3,4},{1,4,9,16}, "h"]` luo taulukon tekstinä, jossa on kaksi riviä, neljä saraketta ja teksti tasattuna vasemmalle.

`Taulukkoteksti[{11.2,123.1,32423.9,"234.0"}, "vr"]` luo taulukon tekstinä, jossa on yksi rivi ja teksti oikealle tasattuna.

## Teksti

Teksti[Objekti]: Palauttaa objektin kaavan tekstinä.

Huomaa: Oletuksena arvot esitetään muuttujina.

Esimerkki: jos  $a = 2$  ja  $c = a^2$ , tällöin `Teksti[c]` palauttaa tekstin "4".

Teksti[Objekti, Totuusarvo]: Palauttaa objektin kaavan tekstinä. Totuusarvo määrää, esitetäänkö muuttujat lukuarvoina (true) vai muuttujakirjaimina (false).

Esimerkki: Jos  $a = 2$  ja  $c = a^2$ , tällöin

`Teksti[c, true]` palauttaa "4".

`Teksti[c, false]` palauttaa " $a^2$ ".

Teksti[Objekti, Piste]: Palauttaa objektin kaavan tekstinä, jonka paikan määrää annettu piste.

Esimerkki: `Teksti["hello", (2, 3)]` sijoittaa tekstin pisteeseen (2, 3).

Teksti[Objekti, Piste, Totuusarvo]: Palauttaa objektin kaavan tekstinä jonka paikan määrää annettu piste. Totuusarvo määrää, esitetäänkö muuttujat lukuarvoina (true) vai muuttujakirjaimina (false).

### UnicodeTekstistä

UnicodeTekstistä["Teksti"]: Muuttaa annetun tekstin merkit listaksi unicode-lukuja, yksi kutakin merkkiä kohden.

Esimerkkejä:

UnicodeTekstistä ["Some text"] antaa listan unicode-lukuja

{83, 111, 109, 101, 32, 116, 101, 120, 116}.

Jos *teksti1* on "hello", tällöin UnicodeTekstistä [teksti1] antaa listan

{104, 101, 108, 108, 111}.

### UnicodeKirjaimeksi

UnicodeKirjaimeksi [Kokonaisluku]: Muuttaa annetun kokonaisluvun sitä vastaavaksi Unicode merkiksi ja esitetään tekstinä *piirtoalueella*.

Esimerkki: UnicodeKirjaimeksi[97] antaa tekstin "a".

### UnicodeTekstiksi

UnicodeTekstiksi [Lista kokonaislukuja]: Muuttaa annetut kokonaisluvut niitä vastaaviksi unicode-merkeiksi.


Esimerkki: UnicodeTekstiksi{104, 101, 108, 108, 111} antaa tekstin "hello".

## 3.3.16. Ura-komento

### Ura

Ura[Piste Q, Piste P]: Palauttaa pisteen *Q* urasuoran, joka riippuu pisteestä *P*.

Huomaa: Pisteen *P* on sijoitettava jollakin objektilla (esim. suora, kaari, ympyrä).

Huomaa: Katso työkalu  *Ura*

## 3.3.17. Listat ja Jonot

### Liitä

Liitä[Listat, Objekti]: Liittää objektin annettuun listaan

Esimerkki: Liitä[{1, 2, 3}, (5, 5)] muuttaa listaksi {1, 2, 3, (5, 5)}

Liitä[Objekti, Lista]: Liittää listan objektiin

Esimerkki: Liitä[(5, 5), {1, 2, 3}] muuttaa objektiksi {(5, 5), 1, 2, 3}

## LaskeJos

LaskeJos[Ehto, Lista]: Laskee annetun ehdon täyttävien arvojen lukumäärän

Esimerkkejä:

LaskeJos[ $x < 3$ , {1, 2, 3, 4, 5}] palauttaa luvun 2

LaskeJos[ $x < 3$ , A1:A10] missä A1:A10 on laskentataulukon solualue. Laskee, kuinka monen solun sisältö täyttää annetun ehdon.

## Alkio

Alkio[Lista, Luku n]: Ilmoittaa listan alkion, jonka järjestysluku on  $n$ .

Huomaa: Listan sisällön on oltava vain yhtä objektityyppiä (esim. lukuja, pisteitä).

## Ensimmäinen

Ensimmäinen[Lista]: Palauttaa listan, jonka ainoana alkiona on listan ensimmäinen alkio.

Ensimmäinen[Lista, Alkioiden lukumäärä n]: Luo uuden listan, jossa on annetusta listasta vain ensimmäiset  $n$  alkia.

## LisääListaan

LisääListaan[Objekti, Lista, Paikka]: Lisää annetun objektin haluttuun paikkaan.

Esimerkki: LisääListaan[ $x^2$ , {1, 2, 3, 4, 5}, 3] sijoittaa  $x^2$  listan kolmanneksi alkiksi ja palauttaa listan {1, 2,  $x^2$ , 3, 4, 5}

Huomaa: Mikäli annettu paikka on negatiivinen luku, aloitetaan laskeminen listan lopusta.

Esimerkki: LisääListaan[{1, 2}, {1, 2, 3, 4, 5}, -1] sijoittaa pisteen listan loppuun ja palauttaa listaan {1, 2, 3, 4, 5, (1, 2)}

LisääListaan[Lista 1, Lista 2, Paikka]: Sijoittaa kaikki objektin Lista1 alkioit objektiin Lista2 annettuun paikkaan.

Esimerkki: LisääListaan[{11, 12}, {1, 2, 3, 4, 5}, 3] sijoittaa ensimmäisen listan alkioit toiseen listaan alkaen paikasta 3 ja palauttaa listan {1, 2, 11, 12, 3, 4, 5}

Huomaa: Mikäli annettu paikka on negatiivinen luku, aloitetaan laskeminen listan lopusta.

Esimerkki: LisääListaan[{11, 12}, {1, 2, 3, 4, 5}, -2] sijoittaa Listan 1 alkioit Listaan 2 alkaen toiseksi viimeisestä paikasta ja palauttaa listan {1, 2, 3, 4, 11, 12, 5}.

## YhteisetAlkiot

YhteisetAlkiot[Lista 1, Lista 2]: Palauttaa uuden listan, jossa on vain listojen 1 ja 2 yhteiset alkioit.

## IteraatioLista

IteraatioLista[Funktio, Luku  $x_0$ , Luku n]:

Muodostaa listan, jossa on  $n+1$  alkia. Alkiot ovat iteroituja funktion arvoja, alkaen muuttujan arvosta  $x_0$ .

Esimerkki: Määritellään funktio  $f(x) = x^2$ , tällöin

$L = \text{IteraatioLista}[f, 3, 2]$  antaa listan  $L = \{3, 3^2, (3^2)^2\} = \{3, 9, 81\}$ .

## Liitä

Liitä[Lista 1, Lista 2, ...]: Yhdistää annetut listat yhdeksi listaksi

Huomaa: Uusi lista sisältää kaikki listojen alkiot, vaikka ne olisivat samoja. Alkiot eivät ole järjestettynä.

Esimerkkejä:

Liitä[{5, 4, 3}, {1, 2, 3}] luo listan {5, 4, 3, 1, 2, 3}

Liitä[Listojen lista]: Muodostaa annetuista listoista yhden pitkän listan

Huomaa: Uusi lista sisältää kaikki listojen alkiot, vaikka ne olisivat samoja. Alkiot eivät ole järjestettynä.

Esimerkkejä:

Liitä[{{1, 2}}] luo listan {1, 2}

Liitä[{{1, 2, 3}, {3, 4}, {8, 7}}] luo listan {1, 2, 3, 3, 4, 8, 7}.

## PoimiJos

PoimiJos[Ehto, Lista]: luo uuden listan alkiosta, jotka toteuttavat annetun ehdon

Esimerkki: PoimiJos[x<3, {1, 2, 3, 4, 1, 5, 6}] palauttaa uuden listan {1, 2, 1}

## Viimeinen

Viimeinen[Lista]: Palauttaa listan, jonka alkiona on annetun listan viimeinen alkio.

Viimeinen[Lista, Alkioiden lukumäärä n]: Palauttaa listan, jossa sisältönä annetun listan  $n$  viimeistä alkioita.

## Pituus

Pituus[Lista]: Ilmoittaa listan pituuden lukuna.

## Min

Min[Lista]: Palauttaa listan pienimmän alkion.

## Max

Max[Lista]: Palauttaa listan suurimman alkion.

## Tulo

Tulo[Lista]: Laskee listassa olevien kaikkien lukujen tulon.

## PoistaMäärittelemätön

PoistaMäärittelemätön[Lista]: Poistaa listasta määrittelemättömät objektit.

Esimerkki: PoistaMäärittelemätön [Jono[(-1)<sup>i</sup>, i, -3, -1, 0.5]] poistaa jonon toisen ja neljännen alkion.

## Käännä

Käännä[Lista]: Kääntää listan järjestyksen päinvastaiseksi.

## Jono

Jono[Lauseke, Muuttuja  $i$ , Luku  $a$ , Luku  $b$ ]: Muodostaa listan, jonka alkiot ovat annetun lausekkeen arvoja, kun muuttuja  $i$  saa arvot  $a$ :sta  $b$ :hen.

Esimerkki:  $L = \text{Jono}[(2, i), i, 1, 5]$  luo listan pisteistä, jossa  $y$ -koordinaatti muuttuu 1:stä to 5:een.

Jono[Lauseke, Muuttuja  $i$ , Luku  $a$ , Luku  $b$ , Luku  $s$ ]: Muodostaa listan, jonka alkiot ovat annetun lausekkeen arvoja, kun muuttuja  $i$  saa arvot  $a$ :sta  $b$ :hen ja askelvälinä on  $s$ .

Esimerkki:  $L = \text{Jono}[(2, i), i, 1, 5, 0.5]$  luo listan pisteistä, jossa  $y$ -koordinaatti muuttuu 1:stä 5:een, askelvälinä 0.5.

Huomaa: Koska luvut  $a$  ja  $b$  ovat dynaamisia parametreja, voivat ne myös olla [liukuja](#).

## Lajittele

Lajittele[Listaa]: Lajittelee listan luvut, tekstit tai pisteet.

Huomaa: Piste-listat järjestetään  $x$ -koordinaatin mukaan.

Esimerkkejä:

Lajittele[{3, 2, 1}] antaa listan {1, 2, 3}.

Lajittele[{"pears", "apples", "figs"}] antaa listan aakkosjärjestyksessä ensimmäisen kirjaimen mukaan järjestettynä.

Lajittele[{(3, 2), (2, 5), (4, 1)}] antaa listan {(2, 5), (3, 2), (4, 1)}.

## Summa

Summa[Listaa]: listan kaikkien alkioden summa.

Huomaa: Tämä komento toimii luvuille, pisteille, vektoreille, teksteille ja funktioille.

Esimerkkejä:

Summa[{1, 2, 3}] antaa luvun  $a = 6$ .

Summa[{ $x^2$ ,  $x^3$ }] antaa  $f(x) = x^2 + x^3$ .

Summa[Jono[i,i,1,100]] antaa luvun  $a = 5050$ .

Summa[{(1, 2), (2, 3)}] antaa pisteen  $A = (3, 5)$ .

Summa[{(1, 2), 3}] antaa pisteen  $B = (4, 2)$ .

Summa[{"a", "b", "c"}] antaa tekstin "abc".

Summa[Listaa, Alkioden lukumäärä  $n$ ]: Laskee listan  $n$ :n ensimmäisen alkion summan.

Huomaa: Tämä komento toimii luvuille, pisteille, vektoreille, teksteille ja funktioille.

Esimerkki: Summa[{1, 2, 3, 4, 5, 6}, 4] antaa luvun  $a = 10$ .

## Poimi

Poimi[Listaa, Alkukohta  $m$ , Loppukohta  $n$ ]: Palauttaa listan, jonka alkiot ovat annetun listan alkiot alkaen paikasta  $m$  päättyen paikkaan  $n$ .

## Yhdiste

Yhdiste[Listaa 1, Listaa 2]: Yhdistää listat ja poistaa alkioden monikot.

### 3.3.18. Geometriset muunnokset

Huomaa: Jos annat jonkin seuraavista komennoista, muunnettavasta objektista luodaan uusi objekti.

Esimerkki: Komento  $\text{Peilaus}[A, g]$  peilaa pisteen  $A$  suoran  $g$  suhteen ja uusi peilattu piste nimetään  $A'$ :ksi. Syötekenttään:  $B = \text{Peilaus}[A, g]$  peilaa pisteen  $A$  suoran  $g$  suhteen ja uusi peilattu piste nimetään  $B$ :ksi.

#### Venytyt

$\text{Venytyt}[\text{Piste } A, \text{Luku } n, \text{Piste } S]$ : Venyttää pisteen  $A$  etäisyyttä pisteestä  $S$  kertoimella  $n$ .

$\text{Venytyt}[\text{Suora}, \text{Luku } n, \text{Piste } S]$ : Venyttää suoran etäisyyttä pisteestä  $S$  kertoimella  $n$ .

$\text{Venytyt}[\text{Kartioleikkaus}, \text{Luku } n, \text{Piste } S]$ : Venyttää kartioleikkauksen etäisyyttä pisteestä  $S$  kertoimella  $n$ .

$\text{Venytyt}[\text{Monikulmio}, \text{Luku } n, \text{Piste } S]$ : Venyttää monikulmion etäisyyttä pisteestä  $S$  kertoimella  $n$ .

Huomaa: Kärkipisteitä ja janoja on mahdollista venyttää.

$\text{Venytyt}[\text{Kuva}, \text{Luku } n, \text{Piste } S]$ : Venyttää kuvan etäisyyttä pisteestä  $S$  kertoimella  $n$ .

Huomaa: Katso myös työkalu  [Venytä pisteen suhteen annetulla kertoimella](#)

#### Peilaus

$\text{Peilaus}[\text{Piste } A, \text{Piste } B]$ : Peilaa pisteen  $A$  pisteen  $B$  suhteen

$\text{Peilaus}[\text{Suora}, \text{Piste}]$ : Peilaa suoran annetun pisteen suhteen

$\text{Peilaus}[\text{Kartioleikkaus}, \text{Piste}]$ : Peilaa kartioleikkauksen annetun pisteen suhteen

$\text{Peilaus}[\text{Monikulmio}, \text{Piste}]$ : Peilaa monikulmion annetun pisteen suhteen

Huomaa: Uudet kärkipisteet ja janat luodaan

$\text{Peilaus}[\text{Kuva}, \text{Piste}]$ : Peilaa kuvan annetun pisteen suhteen

$\text{Peilaus}[\text{Piste}, \text{Suora}]$ : Peilaa pisteen annetun suoran suhteen

$\text{Peilaus}[\text{Suora } g, \text{Suora } h]$ : Peilaa suoran  $g$  suoran  $h$  suhteen

$\text{Peilaus}[\text{Kartioleikkaus}, \text{Suora}]$ : Peilaa kartioleikkauksen annetun suoran suhteen

$\text{Peilaus}[\text{Monikulmio}, \text{Suora}]$ : Peilaa monikulmion annetun suoran suhteen

Huomaa: Uudet kärkipisteet ja janat luodaan

$\text{Peilaus}[\text{Kuva}, \text{Suora}]$ : Peilaa kuvan annetun suoran suhteen

$\text{Peilaus}[\text{Piste}, \text{Ympyrä}]$ : Peilaa pisteen annetun ympyrän kehän suhteen

Huomaa: Katso myös työkalut  [Peilaus pisteen suhteen](#) ;  [Peilaus suoran suhteen](#) ;  [Pisteen peilaus ympyrän suhteen](#)

#### Kierto

$\text{Kierto}[\text{Piste}, \text{Kulma}]$ : Kiertää pisteen origon ympäri annetun kulman verran

$\text{Kierto}[\text{Vektori}, \text{Kulma}]$ : Kiertää vektorin origon ympäri annetun kulman verran

$\text{Kierto}[\text{Suora}, \text{Kulma}]$ : Kiertää suoran origon ympäri annetun kulman verran

$\text{Kierto}[\text{Kartioleikkaus}, \text{Kulma}]$ : Kiertää kartioleikkauksen origon ympäri annetun kulman verran

Kierto[Monikulmio, Kulma]: Monikulmion kierto origon ympäri annetun kulman verran

Huomaa: Kierrossa luodaan uudet pisteet ja janat.

Kierto[Kuva, Kulma]: Kiertää kuvan origon ympäri annetun kulman verran

Kierto[Piste A, Kulma, Piste B]: Kiertää pisteen A pisteen B ympäri annetun kulman verran

Kierto[Suora, Kulma, Piste]: Kiertää suoran pisteen ympäri annetun kulman verran

Kierto[Vektori, Kulma, Piste]: Kiertää vektorin pisteen ympäri annetun kulman verran

Kierto[Kartiroleikkaus, Kulma, Piste]: Kiertää kartiroleikkauksen pisteen ympäri annetun kulman verran

Kierto[Monikulmio, Kulma, Piste]: Kiertää monikulmion pisteen ympäri annetun kulman verran

Huomaa: Kierrossa luodaan uudet pisteet ja janat.

Kierto[Kuva, Kulma, Piste]: Kiertää kuvan pisteen ympäri annetun kulman verran

Huomaa: Katso myös työkalu  [Kierto pisteen suhteen annetun kulman verran](#)

### Siirto

Siirrä[Piste, Vektori ]: Siirtää pistettä annetun vektorin verran

Siirrä[Suora, Vektori]: Siirtää suoraa annetun vektorin verran

Siirrä[Kartiroleikkaus, Vektori]: Siirtää kartiroleikkausta annetun vektorin verran

Siirrä[Funktio, Vektori]: Siirtää funktiota annetun vektorin verran

Siirrä[Monikulmio, Vektori]: Siirtää monikulmiota annetun vektorin verran

Huomaa: Siirrossa luodaan uudet pisteet ja janat.

Siirrä[Kuva, Vektori]: Siirtää kuvaa annetun vektorin verran

Siirrä[Vektori, Piste]: Siirtää vektorin alkamaan annetusta pisteestä

Huomaa: Katso myös työkalu  [Siirrä objektia vektorin verran](#)

## 3.3.19. Tilastolliset komennot

### Pylväsdiagrammi

Pylväsdiagrammi[Alkuarvo, Loppuarvo, Korkeuksien lista]: Luo pylväsdiagrammin x-akselille annetulle välille, jossa pylväiden lukumäärä on annetun listan pituus ja korkeudet alkioiden arvoja.

Esimerkki: Pylväsdiagrammi[10, 20, {1,2,3,4,5} ] luo pylväsdiagrammin x-akselille välille [10,20], jossa on viisi pylvästä ja niiden korkeudet ovat listan alkioita vastaavat.

Pylväsdiagrammi[Alkuarvo a, Loppuarvo b, Lauseke, Muuttuja k, Luvusta c, Lukuun d]: Luo pylväsdiagrammin annetulle välille [a, b], pylväiden korkeudet ovat annetun lausekkeen arvoja ja muuttuja k saa arvot väliltä [c,d]

Esimerkki: Jos  $p = 0.1$ ,  $q = 0.9$ , ja  $n = 10$ , tällöin

Pylväsdiagrammi[-0.5, n + 0.5, Binomikerroin[n,k]\*p<sup>k</sup>\*q<sup>(n-k)</sup>, k, 0, n ] luo pylväsdiagrammin välille [-0.5, n+0.5]. Pylväiden korkeudet riippuvat annetusta lausekkeesta.

Pylväsdiagrammi[Alkuarvo a, Loppuarvo b, Lauseke, Muuttuja k, Luvusta c, Lukuun d, Askel s]: Luo pylväsdiagrammin annetulle välille [a, b], pylväiden korkeudet ovat annetun lausekkeen arvoja ja muuttuja k saa arvot väliltä [c,d] askelvälinä s

Pylväsdiagrammi[Arvojen lista, Pylväiden leveys]: Luo annetun listan arvoista pylväsdiagrammin, jossa pylvään leveys on määrätty.

Esimerkki: Pylväsdiagrammi[ {1,1,1,2,2,2,2,3,3,3,5,5,5,5}, 1]

Pylväsdiagrammi[Arvojen lista, Lukumäärien lista]: Luo pylväsdiagrammin annettujen arvojen kohdalle, pylväiden korkeudet määräytyvät vastaavien lukumäärien mukaan.

Huomaa: Arvojen listassa alkioden on oltava järjestettynä tasavälein kasvavasti.

Esimerkkejä:

Pylväsdiagrammi[{10,11,12,13,14}, {5,8,12,0,1}]

Pylväsdiagrammi[{5, 6, 7, 8, 9}, {1, 0, 12, 43, 3}]

Pylväsdiagrammi[{0.3, 0.4, 0.5, 0.6}, {12, 33, 13, 4}]

Pylväsdiagrammi[Arvojen lista, Lukumäärien lista, Pylvään leveys w]: Luo pylväsdiagrammin annettujen arvojen kohdalle, pylväiden korkeudet määräytyvät vastaavien lukumäärien mukaan ja pylväiden leveys on w.

Huomaa: Arvojen listassa alkioden on oltava järjestettynä tasavälein kasvavasti.

Esimerkkejä:

Pylväsdiagrammi[{10,11,12,13,14}, {5,8,12,0,1}, 0.5] jättää pylväiden väliin raon.

Pylväsdiagrammi[{10,11,12,13,14}, {5,8,12,0,1}, 0] pylväät ovat pystysuoria janoja.

## Laatikkokuvaio

Laatikkokuvaio[ySiirtymä, yAsteikko, Arvojen Lista]: Luo laatikkokuvaion annetun listan arvoista, jonka korkeusasema koordinaattijärjestelmässä määräytyy muuttujan ySiirtymä mukaan ja korkeus muuttujan yAsteikko mukaan.

Esimerkki: Laatikkokuvaio[0, 1, {2,2,3,4,5,5,6,7,7,8,8,8,9}]

Laatikkokuvaio[ySiirtymä, yAsteikko, Alkuarvo, Alakvartiili, Mediaani, Yläkvartiili, Loppuarvo]: Luo laatikkokuvaion annetusta tilastollisesta tiedosta välillä [Alkuarvo, Loppuarvo]

## Korrelaatio

Korrelaatio[x-koordinattien lista, y-koordinattien lista]: Laskee korrelaatiokertoimen annetuista x- ja y-koordinaateista.

Korrelaatio[Pistelista]: Laskee korrelaatiokertoimen annettujen pisteiden x- ja y-koordinaateista.

## Kovarianssi


Kovarianssi[Lukulista, Lukulista]: Laskee kovarianssin annettujen listojen luvuista.

Kovarianssi[Pistelista]: Laskee kovarianssin käyttäen annettujen pisteiden x- ja y-koordinaatteja

## SovitaSuora

SovitaSuora[Pistelista]: Sovittaa pisteisiin regressiosuoran, joka havainnollistaa yx-riippuvuutta.

SovitaSuoraX[Pistelista]: Sovittaa pisteisiin regressiosuoran, joka havainnollistaa xy-riippuvuutta.

Huomaa: Katso työkalu  [Sovita suora](#)

## Muita käyränsovituskomentoja

SovitaExp[Pistelista]: Sovittaa pisteisiin eksponentiaalisen regressiokäyrän.

SovitaLog[Pistelista]: Sovittaa pisteisiin logaritmisen regressiokäyrän.

SovitaLogistic[Pistelista]: Sovittaa pisteisiin regressiokäyrän, joka on muotoa  $a/(1+b x^{(-kx)})$ .

Huomaa: Ensimmäisen ja viimeisen pisteen tulisi olla mahdollisimman lähellä käyrää.

Listassa tulisi olla vähintään 3 pistettä, mieluummin enemmän.

SovitaPoly[Pistelista, Polynomien aste  $n$ ]: Sovittaa pisteisiin astetta  $n$  oleva polynomisen regressiokäyrän.

SovitaPow[Pistelista]: Laskee regressiokäyrän, joka on muotoa  $a x^b$ .

Huomaa: Kaikkien pisteiden tulisi olla koordinaatiston ensimmäisessä neljänneksessä.

SovitaSin[Pistelista]: Laskee regressiokäyrän, joka on muotoa  $a + b \sin(cx + d)$ .

Huomaa: Listassa tulisi olla vähintään 4 pistettä, mieluummin enemmän. Listassa olisi oltava vähintään kaksi ääriarvopistettä. Kaksi ensimmäistä paikallista ääriarvopistettä ei saisi erota liikaa käyrän absoluuttisesta ääriarvopisteestä.

## Histogrammi

Histogrammi[Luokkarajojen lista, Korkeuksien lista]: Luo histogrammin jossa pylväiden korkeudet määräytyvät korkeuksien listan alkioista. Luokkarajat määräävät pylväiden sijainnin ja leveyden.

Esimerkki: Histogrammi[{0, 1, 2, 3, 4, 5}, {2, 6, 8, 3, 1}] luo histogrammin jossa 5 pylvästä annetuilla korkeuksilla. Ensimmäinen pylväs on välillä [0, 1], toinen [1, 2], ja niin edelleen.

Histogrammi[Luokkarajojen lista, Arvojen lista]: Luo histogrammin annetuista arvoista.

Luokkarajat määräävät kunkin pylvään sijainnin ja leveyden sekä sen, kuinka monta esiintymää kussakin luokkarajavälissä on.

Esimerkki: Histogrammi[{1, 2, 3, 4}, {1.0, 1.1, 1.1, 1.2, 1.7, 2.2, 2.5, 4.0}] luo histogrammin, jossa on 3 pylvästä, korkeuksina 5 (ensimmäinen), 2 (toinen), ja 1 (kolmas).

## Z-arvo

Z-arvo[Keskiarvo, Keskihajonta, Todennäköisyys]: Laskee funktion  $Käänteinen\Phi(x) * (Keskihajonta) + (Keskiarvo)$  missä  $Käänteinen\Phi(x)$  on käänteinen tiheysfunktioille  $\Phi(x)$ , joka on standardinormaalijakauma  $N(0,1)$

Huomaa: Palauttaa  $x$ -koordinaatin arvon annetulle todennäköisyydelle normaalijakaumakäyrällä.

## Keskiarvo-komennot

Keskiarvo[Lukulista]: Laskee annettujen lukujen keskiarvon

KeskiarvoX[Pistelista]: Laskee annettujen pisteiden  $x$ -koordinaattien keskiarvon

KeskiarvoY[Pistelista]: Laskee annettujen pisteiden  $y$ -koordinaattien keskiarvon

## Mediaani

Mediaani[Lukulista]: Ilmoittaa annettujen lukujen mediaanin.

## Tyyppi-arvo

Tyyppi-arvo[Lukulista]: Ilmoittaa listana annettujen lukujen tyyppi-arvon.

Esimerkkejä:

Tyyppi-arvo [{1,2,3,4}] palauttaa tyhjän listan {}

Tyyppi-arvo [{1,1,1,2,3,4}] palauttaa listan {1}

Tyyppi-arvo [{1,1,2,2,3,3,4}] palauttaa listan {1, 2, 3}

## Normiarvo

Normiarvo[Keskiarvo, Hajonta, Muuttujan arvo]: Laskee funktion  $(\Phi(x) - \text{Keskiarvo}) / (\text{Hajonta})$  missä  $\Phi(x)$  on standardin normaalijakauma  $N(0,1)$  kertymäfunktio.

Huomaa: Palauttaa todennäköisyyden vastaavalle  $x$ -koordinaatin arvolle (tai normaalijakaumakäyrän alapuolelle jäävän alueen pinta-alan vasemmalta annettuun  $x$ -koordinaattiin asti).

## Kvartiili-komennot

Alakvartiili[Lukulista]: Määrittää listan alakvartiilin

Yläkvartiili[Lukulista]: Määrittää listan yläkvartiilin

## Keskihajonta

Keskihajonta[Lukulista]: Laskee annettujen lukujen keskihajonnan

## Summakomennot

SummaXX[Lukulista]: Laskee annettujen lukujen neliöiden summan

Esimerkki: Lukujen varianssi lasketaan seuraavasti  $\text{SummaXX}[Lista] / \text{Pituus}[Lista] - \text{Keskiarvo}[Lista]^2$ .

SummaXX[Pistelista]: Laskee annettujen pisteiden  $x$ -koordinaattien neliöistä summan

SummaXY[x-koordinaattien lista, y-koordinaattien lista]: Laskee  $x$ - ja  $y$ -koordinaattien tuloista summan

SummaXY[Pistelista]: Laskee annettujen pisteiden  $x$ - ja  $y$ -koordinaattien tuloista summan

Esimerkki: Lasketaan kovarianssi annetuista pisteistä seuraavasti

$\text{SummaXY}[Lista] / \text{Pituus}[Lista] - \text{KeskiarvoX}[Lista] * \text{keskiarvoY}[Lista]$ .

SummaYY[Pistelista]: Laskee annettujen pisteiden  $y$ -koordinaattien neliöistä summan

## Varianssi

Varianssi[Lukulista]: Laskee lukujen varianssin

## Muita tilastollisia komentoja

VarianssiX[Lukulista, Lukulista]: Laske tilastosta

$$\frac{\sum(x^2) - \sum(x) * \sum(x) / n}{n}$$

VarianssiX[Pistelista]: Laskee tilastosta  $\Sigma(x^2) - \Sigma(x) * \Sigma(x)/n$

VarianssiXY[Lukulista, Lukulista]: Laskee tilastosta  
 $\Sigma(xy) - \Sigma(x) * \Sigma(y)/n$

VarianssiXY[Pistelista]: Laskee tilastosta  $\Sigma(xy) - \Sigma(x) * \Sigma(y)/n$ .

VarianssiY[Lukulista, Lukulista]: Laskee tilastosta  
 $\Sigma(y^2) - \Sigma(y) * \Sigma(y)/n$

VarianssiY[Pistelista]: Laskee tilastosta  $\Sigma(y^2) - \Sigma(y) * \Sigma(y)/n$ .

Esimerkki: Voit laskea pisteiden korrelaation käyttämällä kaavaa  $\text{VarianssiXY[Lista]} / \sqrt{\text{VarianssiX[Lista]} * \text{VarianssiY[Lista]}}$ .

### 3.3.20. Laskentataulukon komennot

#### Solualue

Solualue[Aloitussolu, Lopetussolu]: Luo listan annetun alueen solujen sisällöistä

Esimerkki: Solualue[A1, A3] luo listan {A1, A2, A3}

#### Sarake

Sarake[Taulukon solu]: Palauttaa solun sarakkeen numerona (alkaen numerosta 1)

Esimerkki: Jos solu B3 ei ole tyhjä, tällöin Sarake[B3] palauttaa luvun  $a = 2$ , koska sarake B on järjestyksessään toinen laskentataulukossa.

#### Sarakkeennimi

Sarakkeennimi[Taulukon solu]: Palauttaa solun sarakkeen nimen tekstinä

Esimerkki: Jos solu A1 ei ole tyhjä, tällöin Sarakkeennimi[A1] palauttaa tekstin "A" Piirtoalueelle.

#### Rivi

Rivi[Taulukon solu]: Palauttaa solun rivin numeron (alkaen luvusta 1)

Esimerkki: Jos solu B3 ei ole tyhjä, tällöin Rivi[B3] antaa luvun  $a = 3$ .

### 3.3.21. Matriisikomennot

#### Determinantti

Determinantti[Matriisi]: Palauttaa matriisin determinantin

Esimerkki: Determinantti[{{1, 2}, {3, 4}}] antaa luvun -2.

#### Käänteismatriisi

Käänteismatriisi[Matriisi]: Kääntää annetun matriisin

Esimerkki: Käänteismatriisi[{{1, 2}, {3, 4}}] palauttaa matriisin {{-2, 1}, {1.5, -0.5}}.

## Transponoi

Transponoi[Matriisi]: Transponoi annetun matriisin.

Esimerkki: Transponoi[{{1, 2}, {3, 4}}] palauttaa matriisin  
{{1, 3}, {2, 4}}.

## 4. Valikot

### 4.1. Tiedosto-valikko

#### **Uusi Ikkuna**

Näppäinvalinta: *Ctrl-N*

Aukaisee uuden GeoGebra-ikkunan, joka käyttää GeoGebran näkymän alkuperäisiä asetuksia.

Huomaa: Jos piirtoalueen asetuksia on vaihdettu ja [tallennettu](#), uusi GeoGebra-ikkuna aukeaa käyttäen [muokattuja asetuksia](#).

#### **Uusi**

Avaa uuden ja tyhjän piirtoalueen samaan GeoGebra-ikkunaan. Käyttäjältä kysytään, halutaanko sen hetkisen ikkunan muutokset tallentaa ennen kuin uusi ikkuna aukaistaan.

Huomaa: Uusi näkymä käyttää samoja asetuksia kuin edellisessä työssä oli käytössä. Esimerkiksi, jos koordinaattiakselit olivat piilossa ennen uuden näkymän käyttöönottoa, ne ovat piilossa myös uudessa näkymässä.

#### **Avaa...**

Näppäinvalinta: *Ctrl-O*

Aukaistaan valmis ja tallennettu GeoGebra-tiedosto (tiedostopäätte .ggb).

Huomaa: GeoGebra-tiedosto voidaan aukaista myös vetämällä se hiirellä GeoGebra-ikkunan päälle ja vapauttamalla se siinä.

#### **Tallenna**

Näppäinvalinta: *Ctrl-S*

Tallentaa työn GeoGebra-tiedostoksi (tiedostopäätte .ggb).

Huomaa: Jos tiedosto oli jo aikaisemmin tallennettu, tällä valinnalla korvataan 'vanha' tiedosto käyttämällä samaa tiedoston nimeä.

## Tallenna nimellä...

Tallentaa työn GeoGebra-tiedostoksi (tiedostopääte .ggb). Ennen tallentamista pyydetään nimeämään GeoGebra-tiedosto.

## Vie- Dynaaminen työtiedosto Web-sivuna (html)...

Näppäinvalinta: *Ctrl-Shift-W*

Vie työn web-sivuksi, jolloin syntyy niin kutsuttu 'Dynaaminen työtiedosto', 'Applet', 'Mathlet',... (Sopiva suomennos voisi olla **matletti**. Suom. huom.)  
Aiheesta lisää osiossa [Interaktiivisen Web-sivun luominen](#).

## Vie- Piirtoalue kuvana (png, eps)...

Näppäinvalinta: *Ctrl-Shift-P*

Tallentaa GeoGebran piirtoalueen (tai *Siirrä*-työkalun valintasuorakulmion (suom. huom [kuvatiedostona](#)). Ilmestyvässä valintaikkunassa voidaan valita kuvan 'Tallennusmuoto', muuttaa 'Mittakaavaa' (cm) ja resoluutiota 'Erottelukyky' (dpi).

Huomaa: Tällä toiminnolla voit viedä kuvana myös *Siirrä*-työkalulla valitun suorakulmaisen muotoisen alueen (suomentajan huomio).

Huomaa: Kun viet *Piirtoalueen* kuvaksi voi valita seuraavat tiedostotyypit:

- **PNG – Portable Network Graphics:** Tämä on kuvapistemuoto. Mitä suurempi resoluutio (dpi) sitä parempi kuvanlaatu (300dpi on yleensä riittävä). PNG-muotoisia kuvia ei tulisi muokata myöhemmin laadun heikkenemisen välttämiseksi. PNG muotoiset kuvat soveltuvat hyvin web-sivuille (html) ja tekstinkäsittelyohjelmiin.

Huomaa: Kun lisää PNG muotoisia kuvia tekstinkäsittelyohjelmiin (Lisää/Kuva tiedostosta) varmista, että kuvan koko on 100 %. Muuten annettu skaalaus (cm) voi olla muuttunut.

- **EPS – Encapsulated Postscript:** Tämä on kuvan vektorimuoto. EPS kuvia voidaan muokata kuvan laatua heikentämättä. EPS kuvat soveltuvat hyvin vektorigrafiikkaa käyttäviin ohjelmiin (esim. Corel Draw) ja tiettyihin tekstinkäsittelyohjelmiin (esim. LaTeX). EPS tiedoston resoluutio on aina 72dpi. Tätä arvoa käytetään vain laskemaan kuvan todellinen koko senttimetreissä, eikä se vaikuta kuvan laatuun.

Huomaa: Täytettyjen monikulmioiden ja kartioiden läpinäkyvyyttä ei voi käyttää EPS kuvissa.

- **PDF – Portable Document Format** (katso [EPS muoto](#) yllä)

Huomaa: SVG ja PDF muotoisissa vienneissä on mahdollisuus viedä teksti muokattavana tekstinä tai muotona. Tämä säilyttää tekstin joko tekstinä (näin voit muokata tekstiä esim. Inkscape-ohjelmalla) tai Bezier-käyrinä (tämä takaa sen, että teksti näyttää samalta vaikkei oikea fontti olisikaan käytössä).

-**SVG – Scalable Vector Graphics** (katso [EPS muoto](#) yllä)

- EMF – Enhanced Meta Format (katso [EPS muoto](#) yllä)

### **Kopioi piirtoalue leikepöydälle**

Näppäinvalinta: *Ctrl-Shift-C*

Kopioi *piirtoalueen* tietokoneen leikepöydälle. Myöhemmin voit helposti liittää tämän kuvan muuhun dokumenttiin (esim. tekstinkäsittelyohjelmaan).

### **Vie - Piirtoalue PCTricks muodossa...**

Näppäinvalinta: *Ctrl-Shift-T*

Tallentaa *piirtoalueen* PSTricks-kuvatiedostoksi, joka on LaTeX kuvatiedosto.

### **Vie – Piirtoalue muodossa PGF/TikZ...**

Tallentaa *Piirtoalueen* PGF/TikZ-kuvatiedostoksi, joka on LaTeX-kuvatiedosto.

### **Tulostuksen esikatselu...**

Näppäinvalinta: *Ctrl-P*

Aukaisee [Tulostuksen esikatselu...](#)-ikkunan Piirtoalue. Ikkunassa voidaan myös nimetä tulosteen 'Otsikko', 'Tekijä', 'Päivämäärä' ja 'Mittakaava' (cm).

Huomaa: Paina Enter-näppäintä tehtyjen muutosten jälkeen päivittääksesi tulosteen esikatselun.

### **Sulje**

Näppäinvalinta: *Alt-F4*

Sulkee GeoGebra-ikkunan. Jos työtä ei ole tallennettu ennen 'Sulje' valinnan suorittamista, sitä kysytään tämän valinnan yhteydessä.

## 4.2. Muokkaa-valikko

### Kumoa

Näppäinvalinta: *Ctrl-Z*

Kumooa tehdyt toiminnot vaihe vaiheelta.

Huomaa: 'Kumoa'-näppäin löytyy myös työkalupalkin oikeasta reunasta.

### Tee uudestaan...

Näppäinvalinta: *Ctrl-Y*


Toistaa tehdyn toiminnon vaihe vaiheelta.

Huomaa: 'Tee uudestaan...'-näppäin löytyy myös työkalupalkin oikeasta reunasta.

### Pyyhi

Näppäinvalinta: *Delete*

Poistaa valitut objektit ja niistä riippuvat objektit.

Huomaa: Ennen pyyhkimistä täytyy valita objektit, jotka haluaa poistaa. (esim. maalaamalla nelikulmio  *Siirrä* työkalulla )

### Valitse kaikki

Näppäinvalinta: *Ctrl-A*

Valitsee kaikki työssä käytetyt objektit.

### Valitse nykyinen kerros

Näppäinvalinta: *Ctrl-L*

Valitsee kaikki objektit, jotka ovat samassa kerroksessa jo valitun objektin kanssa.

Huomaa: Ennen kuin voi käyttää tätä valintaa, täytyy valita yksi objekti, joka sijaitsee halutussa kerroksessa.

### Valitse jälkeläiset

Näppäinvalinta: *Ctrl-Shift-J*

Valitsee kaikki objektit jotka riippuvat valitusta objektista.

Huomaa: Ennen valintaa täytyy valita 'esi-isä'-objekti.

### **Valitse esi-isät**

Näppäinvalinta: *Ctrl-J*

Valitsee kaikki objektit, jotka ovat valitun objektin esi-isiä.

Huomaa: Ennen valinnan käyttöä tulee valita jokin riippuva objekti.

### **Kopio piirtoalue leikepöydälle**

Näppäinvalinnat: *Ctrl-Shift-C*

Kopioi *piirtoalueen* tietokoneen leikepöydälle. Myöhemmin voit helposti liittää tämän kuvan muuhun dokumenttiin (esim. tekstinkäsittelyohjelmaan).

### **Ominaisuudet...**

Näppäinvalinta: *Ctrl-E*

Avaa [Ominaisuudet](#)-ikkunan, jonka avulla voidaan muokata kaikkien GeoGebra-tiedoston objektien ominaisuuksia

## **4.3. Näytä-valikko**

### **Akselit**

Tuo esiin tai piilottaa koordinaattiakselit *piirtoalueelta*.

Huomaa: Voit käyttää [Piirtoalueen ominaisuudet](#)-ikkunaa muokataksesi koordinaattiakselien näkyvyyttä.

### **Koordinaattiruudusto**

Tuo esiin tai piilottaa *piirtoalueen* koordinaatiston apuviivat.

Huomaa: Voit käyttää [Piirtoalueen ominaisuudet](#)-ikkunaa muokataksesi koordinaattiruuduston näkyvyyttä.

## Algebraikkuna

Näppäinvalinta: *Ctrl-Shift-A*

Tuo esiin tai piilottaa *Algebraikkunan*.

## Laskentataulukko

Näppäinvalinta: *Ctrl-Shift-S*

Tuo esiin tai piilottaa *taulukkolaskentaikkunan*.

## Apuobjektit

Tuo esiin tai piilottaa apuobjektit algebraikkunassa.

## Vaakasuora jako

Jakaa GeoGebra-ikkunan vaaka- tai pystysuorassa.

## Syöttökenttä

Tuo esiin tai piilottaa *syöttökentän* GeoGebra-ikkunan alalaidassa.

## Komentoluettelo

Tuo esiin tai piilottaa komentoluettelon *syöttökentässä* GeoGebra-ikkunan alalaidassa.

## Objektiluettelo...

Aukaisee *Objektiluettelon* uudessa ikkunassa.

## Piirroksen vaiheiden selauspalkki

Tuo esiin tai piilottaa *Piirroksen vaiheiden selauspalkin* piirtoalueen alareunassa.

## Näytä uudestaan

Näppäinvalinta: *Ctrl-F*

Palauttaa tiedoston näyttöalueen alkuperäiseen muotoonsa.

Huomaa: Poistaa viivojen ja pisteiden jäljet *piirtoalueelta*. Mahdollistaa näin jälkien piirtämisen uudelleen.

## Laske uudestaan kaikki objektit

Näppäinvalinta: *Ctrl-R*

Laskee uudelleen kaikki GeoGebra-tiedostossa käytetyt objektit.

Huomaa: Jos käytät satunnaislukuja GeoGebra-tiedostossasi, voit käyttää tätä toimintoa.

## 4.4. Vaihtoehdot-valikko

Yleiset vaihtoehdot voi vaihtaa *Vaihtoehdot*-valikossa.

Huomaa: Objektien asetuksia muuttaessa käytetään  [ominaisuusvalikkoa](#) ja  [Ominaisuudet](#)-ikkunaa

### Pistein sieppaus

Määrittelee, otetaanko *Pistein sieppaus* 'käyttöön(läheltä)' vai 'pois' tai, jos pisteet siepataan koordinaatiston ruudukoiden mukaan 'käytössä(kaikkialta)'.

Huomaa: Vaihtoehto 'Automaattinen nimeäminen' on sama kuin vaihtoehto 'Käyttöön(läheltä)'.

### Kulman yksikkö

Määrittelee, näytetäänkö kulmat 'Asteina (°)' vai 'Radiaaneina (rad)'.

Huomaa: Kulman syöttäminen on aina mahdollista kummalla tavalla tahansa (asteina tai radiaaneina).

### Pyöristä

Määrittelee, kuinka monen desimaalin tai merkitsevän numeron tarkkuudella luvut esitetään.

### Jatkuvuus

Otaa käyttöön tai poistaa käytöstä piirtoalueen jatkuvuusheuristiikan (suppeassa tietoteknisessä merkityksessä). Tämä tehdään *Vaihtoehdot*-valikossa. Ohjelma käyttää heuristiikantapaista menetelmää pitämään liikkuvat leikkauspisteet (suora-kartioleikkaus, kartioleikkaus-kartioleikkaus) lähellä vanhoja paikkojaan ja siten estää leikkauspisteiden epäjatkuvan hypähtelyn.

Huomaa: Oletusarvona tämä heuristiikka ei ole käytössä. Käyttäjän itse tekemissä työvälineissä (katso [Käyttäjän määrittelemät työvälineet](#)) jatkuvuus ei myöskään ole käytössä.

### Pisteiden tyyli

Määrittää millaisina koordinaattipisteet näytetään: ● pisteinä, ○ ympyröinä tai x risteinä.

### Valintaruudun koko

Määrittelee, näytetäänkö valintaruutu 'Normaalina' vai 'Suurena'.

Huomaa: Jos GeoGebraa käytetään esitysokaluna tai älytaululla, valinta 'Suuri' tekee valintaruudun käytön helpommaksi.

### Suoran kulman tyyli

Määrittelee, näytetäänkö suorat kulmat suorakulmioina □, täplinä • vai niin kuin kaikki muutkin kulmat 'Pois'.

### Koordinaatit

Määrittelee, miten koordinaattipisteet näytetään: 'A = (x, y)', 'A(x | y)' tai 'A= (x, y)'

### Nimeäminen

Määrittelee, näytetäänkö uuden objektin nimi vai ei. Voidaan valita jokin vaihtoehdoista 'Automaattinen nimeäminen', 'Nimeäminen käyttöön', 'Nimeäminen pois' tai 'Nimeä vain pisteet'.

Huomaa: Vaihtoehto 'Automaattinen nimeäminen' näyttää uusien objektien nimeämiset, jos *Algebraikkuna* on auki.


### Fontin koko

Määrittelee nimitysten ja pisteiden koon (pisteinä).

Huomaa: Käyttäessä GeoGebraa esitysokaluna, fontin koon suurentaminen helpottaa esityksen seuraamista.

### Kieli

GeoGebra on monikielinen. Käytössä olevaa kielivalintaa voidaan vaihtaa. Valinta vaikuttaa kaikkiin syötteisiin komentojen nimet mukaanluettuina ja kaikkeen tulostukseen.

Huomaa: Huolimatta siitä mikä kieli on valittu maapallon kuva  johdattaa takaisin kieli valintaan. Kaikkien kielten nimet on esitetty englanniksi.

### Piirtoalue

Avaa ikkunan, jossa voidaan vaihtaa [Piirtoalueen ominaisuuksia](#) (esim. koordinaattiruudusto ja -akselit sekä taustaväri).

Huomaa: Tämä valinta voidaan suorittaa myös napsauttamalla hiiren oikeaa näppäintä (MacOS: Ctrl-hiiren näppäin) *piirtoalueen* taustan päällä.

### Tallenna asetukset

**Muistaa suosikkiasetuksesi (asetukset *Vaihtoehdot*-valikossa, käytössä oleva työvälinepalkki ja piirtoalue), jos valitset *Tallenna asetukset* valikosta *Vaihtoehdot*.**

Palauta oletusasetukset

Palauttaa GeoGebran oletusasetukset.

## 4.5. Työvälineet-valikko

### Luo uusi työväline...

Olemassaolevan piirroksen pohjalta voidaan **luoda omia työvälineitä** (makroja) GeoGebraan. Sen jälkeen, kun työvälineessä tarvittava piirros on tehty, valitaan *Luo uusi työväline Työvälineet*-valikosta. Avautuvassa ikkunassa voidaan määritellä työvälineen lähtö- ja tulosobjektit sekä työvälineen työvälinepalkissa näkyvän ikonin ja komennon nimi.

Huomaa: Työvälinettä voidaan käyttää sekä hiirellä että komentona syöttökentässä. Kaikki työvälineet tallennetaan automaattisesti “.ggb”-piirrostiedostoosi.

### Työvälineiden hallinta...

Käyttämällä *Työvälineiden hallinta* -ikkunaa (valikko *Työvälineet*) voidaan poistaa työväline tai muokata sen nimeä tai ikonia. Voidaan myös **tallentaa työvälineet GeoGebran työvälineetiedostoon** (“.ggt”). Tätä tiedostoa voidaan käyttää myöhemmin (*Tiedosto*-valikko, *Avaa*) työvälineiden **lataamiseen** uuteen piirrokseen.

Huomaa: “.ggt”-tiedoston avaaminen ei muuta esillä olevaa piirrosta, mutta sen sijaan “.ggb”-tiedoston avaaminen muuttaa.

### **Muokkaa työvälinettä...**

GeoGebran työvälinepalkin työvälineitä voidaan muokata valitsemalla *Muokkaa työvälinepalkki Työvälineet*-valikosta. Tämä on erityisen hyödyllistä **dynaamisille työtiedostoille**, joissa halutaan rajoittaa käytössä olevien työvälineiden määrää.

Huomaa: Käytössä olevan työvälinepalkin asetukset on talletettu piirroksen mukana “.ggb”-tiedostoon.

## 4.6. Ikkuna-valikko

### Uusi Ikkuna

Näppäinvalinta: *Ctrl-N*

Aukaisee uuden GeoGebra-ikkunan, joka käyttää oletusasetuksia GeoGebra näkymässä.

Huomaa: Jos vaihdat ja [tallennat joitain uusia asetuksista](#), uusi GeoGebra-ikkuna aukeaa käyttäen muokattuja asetuksia.

### Auki olevien GeoGebra-ikkunoiden lista

Jos auki on enemmän kuin yksi GeoGebra-ikkuna, voidaan valita mikä aukiolevista ikkunoista on näkyvissä.

Huomaa: Tämä saattaa helpottaa, kun GeoGebraa käytetään esitystyökaluna ja halutaan näyttää useita GeoGebra-tiedostoja.

## 4.7. Opastus-valikko

### Opastus

Vie GeoGebran käyttöoppaan html-versioon. Tämän ominaisuuden käyttämiseksi saatetaan tarvita internet-yhteyttä, riippuen siitä kuinka GeoGebra on asennettu koneelle:

Jos GeoGebra on ladattu ja asennettu käyttäen web-sivun **Webstart-** tai **Download-**komentoa, ei käyttöoppaan selaamiseen tarvita internet-yhteyttä. GeoGebran käyttöoppaan html-versio on tällöin tallennettu koneelle ohjelmaa asennettaessa. Jos GeoGebra on tallennettu koneelle käyttäen **Applet start**-komentoa, tarvitaan GeoGebran käyttöoppaan html-version selaamiseen internet-yhteyttä. Jos internet-yhteys ei ole käytössä, tulee näytölle virheilmoitus.

Huomaa: GeoGebran käyttöoppaan html-version löytää osoitteesta <http://www.geogebra.org/help>.

### [www.geogebra.org](http://www.geogebra.org)

Aukaisee GeoGebran web-sivun oletusselaimella, jos tietokone on yhteydessä internetiin. (<http://www.geogebra.org>).

### GeoGebra Forum

Aukaisee GeoGebran keskustelupalstan oletusselaimella, jos tietokone on yhteydessä internetiin. (<http://www.geogebra.org/forum>).

Huomaa: Keskustelupalsta on hyvä paikka GeoGebra-aiheisten kysymysten ja vastausten lähettämiseen

### **GeogebraWiki**

Aukaisee GeoGebraWiki web-sivun oletusselaimella, jos tietokone on yhteydessä internettiin. (<http://www.geogebra.org/wiki>).

Huomaa: GeoGebra Wiki on yhteisö, jossa on esillä GeoGebra-ohjelmalla tehtyä materiaalia kaikkialta maailmasta.

### **Tietoja/Lisenssi**

Avaa ikkunan, jossa on tietoa GeoGebran lisenssistä ja lista ihmisistä, jotka ovat olleet mukana GeoGebra-projektissa eritavoilla (esim. ohjelmoijat, kääntäjät).



## 5. GeoGebran erikoistoiminnot

### 5.1. Animaatiot

#### Automaattiset animaatiot

GeoGebralla voidaan animoida lukuja tai kulmia. Animaatioita voi olla toiminnassa useita yhtä aikaa.

Jos haluat animoida luvun tai kulman GeoGebralla, aukaise hiiren oikealla näppäimellä (MacOS: Ctrl) [ominaisuusvalikko](#) ja valitse 'Animaatio valittuna'. Kun haluat lopettaa animaation, poista valinnan 'Animaatio valittuna' aktivointi myös [ominaisuusvalikosta](#).

Huomaa: Kun käynnistät animaation, *piirtoalueen* vasemman alakulmaan ilmestyy kaksi painiketta. Niillä voit joko  pysäyttää tai  jatkaa animaatiota.

[Ominaisuudet...-valikossa](#) väliehdellä 'Liuku' voit muuttaa animaation ominaisuuksia: Voit säätää animaation 'Nopeutta'.

Huomaa: Nopeus 1 tarkoittaa, että animaatiolta kestää noin 10 sekuntia kulkea liu'un päästä päähän.

Voit myös muokata animaation toistotapaa.

<=> Edestakaisin:

Animaatio kulkee arvoakselia edestakaisin eli toistaa itseään vuorotellen 'Kasvavasti' ja 'Vähenevästi'.

=> Kasvava:


Liu'un arvo muuttuu kokoajan kasvavasti. Saavutettuaan maksimiarvonsa se hyppää takaisin minimiarvoonsa ja jatkaa animaatiota.

<= Vähenevä:


Liu'un arvo on kokoajan vähenevä. Saavutettuaan minimiarvonsa se hyppää takaisin maksimiarvoonsa ja jatkaa animaatiota.

Huomaa: GeoGebra säilyttää täyden toiminnallisuutensa automaattisen animaation ollessa käynnissä. Voit muokata työtäsi animaation ollessa käynnissä.

## Manuaalinen animointi

Halutessasi voit muuttaa lukua tai kulmaa manuaalisesti. Valitse  **Siirrä** työkalu, näpäytä lukua tai kulmaa jota haluat muuttaa ja säädä näppäimistön + tai – näppäimillä valitsemasi luvun tai kulman arvoa. Näppäintä pohjassa pitämällä animointi tapahtuu manuaalisesti.

Esimerkki: Jos pisteen koordinaatti on riippuvainen luvusta  $k$  kuten  $P=(2k, k)$ , piste liikkuu suoralla, kun  $k$  muuttu.

Nuolinäppäimillä voit liikuttaa mitä tahansa vapaata objektia  **Siirrä**-työkalun ollessa aktiivisena.

Huomaa: Voit muokata liu'un animaatioaskeleen pituutta 'Liuku' välilehdestä [Ominaisuudet...](#)-valikossa

Näppäinvalinnat:

*Ctrl + nuolinäppäin* asettaa askeleen pituudeksi 10 yksikköä



*Alt + nuolinäppäin* asettaa askeleen pituudeksi 100 yksikköä

Huomaa: Suoralla olevaa pistettä voi myös liikuttaa näppäimillä + ja –.

## 5.2. Ehdollinen näkyminen

Objektien näkyvyys voidaan asettaa ehdolliseksi. Esimerksi voit määrittää objektin näkymään, kun näytä/piilota-valintaruutu on valittu *piirtoalueella* tai liuku näyttää jotain tiettyä arvoa.

Ehdollinen Näytä/piilota-valintaruutu

Voit käyttää  **Näytä/Piilota-valintaruutu**-työkalua luomaan valintaruudun, jolla voit hallita yhden tai useamman objektin näkyvyyttä *piirtosalueella*. Vaihtoehtoisesti voit myös luoda [Loogisen muuttujan](#) (esim.  $b = \text{true}$ ) käyttäen syöttökenttää. Voit muokata sen näkyvyyttä valintaruutuna *piirtoalueella* esimerkiksi käyttämällä työkalua  **Näytä/Piilota objekti** tai [Ominaisuusvalikko](#). Käyttäessäsi loogisia muuttujia, sinun täytyy toimia alla esitettyjen vaiheiden mukaan.

Uusien objektien näkyvyyden muuttaminen

[Ominaisuudet...](#)-ikkunassa voit antaa objektin näkyvyys ehdot välilehdellä 'Erikoista'.

Huomaa: Tehdessäsi ehtolauseita, voit valita loogisia operaattoreita (esim.  $\neq, \geq, \wedge, ||$ ) alasettovalikosta.

Esimerkkejä:

Jos parametri  $a$  on liuku ja ehtolauseen ehto on  $a < 2$ , objekti näkyy *piirtoalueella* vain, kun liu'un arvo on pienempi kuin 2.

Jos parametri  $b$  on looginen muuttuja, voit käyttää sitä ehtolauseena. Objekti näkyy kun parametrin  $b$  arvo on *true* ja on piilossa, kun sen arvo on *false*.

Jos  $g$  ja  $h$  ovat suoria ja haluat tekstin näkyvän, kun nämä suorat ovat yhden suuntaiset, voit käyttää ehtolauseita  $g \parallel h$  ehtona tekstin näkymiselle.

### 5.3. Käyttäjän määrittelemät työvälineet


GeoGebran avulla voit luoda omia työvälineitä, joiden toiminnot perustuvat jo olemassa oleviin työvälineisiin. Omia työvälineitä voi käyttää sekä valitsemalla se hiirellä tai komennolla *syöttökentässä*. Kaikki omat työvälineet tallentuvat automaattisesti käyttäjän GeoGebra-tiedostoon.

#### Käyttäjän määrittelemän työvälineen luominen

Luo aluksi piirros, josta haluat tehdä työvälineen. Valitse sen jälkeen *Työvälineet*-valikosta 'Luo uusi työväline...'. Määrittele avautuvassa ikkunassa 'Tulosobjektit', 'Lähtöobjektit' sekä 'Nimi ja ikoni'.

Esimerkki:

Luot työvälineen, joka luo neliön, kun valitset kaksi olemassa olevaa pistettä tai kaksi tyhjää kohtaa *piirtoalueella*.

Luo kaksi pistettä  $A$  ja  $B$ . Luo kaksi muuta pistettä niin, että ne ovat riippuvaisia pisteistä  $A$  ja  $B$ . (Esimerkiksi 'Kulma: koko annetaan'-työvälineen avulla). Yhdistä nämä neljä pistettä  *Monikulmio*-työvälineen avulla ja saat neliön *kuvio1*.

Valitse 'Luo uusi työväline...' *Työvälineet*-valikosta.

Määrittele 'Tulosobjektit': Valitse hiirellä neliö *piirtoalueelta* tai valitse se alasvetovalikosta. Määrittele myös muut neliöön liittyvät objektit 'Tulosobjekteiksi'.

Määrittele 'Lähtöobjektit': GeoGebra ehdottaa automaattisesti 'Lähtöobjekteiksi' pisteitä  $A$  ja  $B$ . Voit myös muokata 'Lähtöobjektit'-listaa alasvetovalikosta tai näpäyttämällä piirrosta. Määrittele työvälineellesi 'Työvälineen nimi' ja 'Komennon nimi'.

- Huomaa: Työvälineesi ilmestyy GeoGebran työvälinepalkkiin, lisäksi voit käyttää sitä komentona *syöttökentässä*.
- Voit myös lisätä ohjetekstin, joka näkyy työvälinepalkissa.
- Voit myös valita kuvan työvälineen ikoniksi. GeoGebra sovittaa automaattisesti kuvan työvälinepainikkeeseen.

## Käyttäjän määrittelemän työvälineen tallentaminen

Voit tallentaa määrittelemäsi työvälineen, jotta voit käyttää sitä kaikissa GeoGebra-asennuksissa. Valitse *Työvälineet*-valikosta 'Työvälineiden hallinta...' työväline, jonka haluat tallentaa, ja paina 'Tallenna nimellä...'. Näin valitsemasi työväline tallentuu tietokoneellesi. Huomaa: Määrittelemäsi työvälineet tallentuvat tiedostopäätteellä '.ggt', joten erotat ne normaaleista GeoGebra-tiedostoista ('.ggb').

## Käyttäjän määrittelemän työvälineen avaaminen

Määrittelemäsi työvälineet näkyvät työvälinepalkissa, jos avaat uuden GeoGebra-piirtoalueen käyttäen Tiedosto-valikosta valintaa **Uusi**. Jos taas aukaiset uuden GeoGebra-ikkunan käyttäen valintaa Tiedosto-valikosta valintaa **Uusi ikkuna** tai avaat GeoGebra-eripäivänä, määrittelemäsi työvälineet eivät enää näy.

On olemassa eri tapoja säilyttää määrittelemäsi työvälineet myös uusien GeoGebra-ikkunoiden työvälinepalkissa:

Määriteltyäsi työvälineen voit tallentaa asetukset valitsemalla **Tallenna asetukset...Vaihtoehdot**-valikosta. Tämän jälkeen määrittelemäsi työväline löytyy aina GeoGebra-työvälinepalkista.

Huomaa: Voit poistaa määrittelemäsi työvälineen työvälinepalkista valitsemalla '**Muokkaa työvälinettä...**' *Työvälineet*-valikosta. Valitse määrittelemäsi työväline auenneen ikkunan vasemmanpuoleisesta listasta ja valitse 'Poista>'. Muokatut asetukset tulevat voimaan vasta asetusten tallennuksen jälkeen.

Kun olet tallentanut määrittelemäsi työvälineen tietokoneellesi (.ggt –tiedostopäätteellä), voit tuoda työvälineesi uuteen GeoGebra ikkunaan milloin vain valitsemalla **Avaa Tiedosto**-valikosta ja aukaisemalla työvälineesi tiedoston.

Huomaa: GeoGebra työvälineen avaaminen ei vaikuta piirroksesi. Se tuo vain työvälineesi työvälinevalikkoon.

## 5.4. Dynaamiset värit

**Ominaisuudet...**-ikkunan 'Väri' välilehdellä voit vaihtaa objektien väriä. Voit myös asettaa värin vaihtumaan dynaamisesti: Avaa **Ominaisuudet...**-ikkuna painamalla hiiren oikealla näppäimellä (MacOS: *Ctrl+hiiri*) objektia. Valitse 'Erikoista' välilehti. Sieltä löydät 'Dynaamiset värit' jossa on kolme tekstikehystä väreille 'Punainen', 'Vihreä' ja 'Sininen'. Huomaa: Tekstikehysiin asetetaan lukuarvo väliltä  $[0,1]$ .

Esimerkki:

Luo kolme liukua a, b ja c, jotka saavat arvoja väliltä 0 ja 1.

Luo monikulmio, jonka värien haluat vaihtuvan liukujen arvojen mukaan.

Avaa monikulmion *Kuvio1 Ominaisuudet...*-ikkuna ja aseta liukujen nimet värien tekstikehysiin.

Sulje **Ominaisuudet...**-ikkuna. Liukujen arvoja muuttamalla huomaat kuinka ne vaikuttavat monikulmion väriin.

Huomaa: Voit myös [animoida](#) liu'ut haluamallesi nopeudelle, jolloin monikulmion väri vaihtuu automaattisesti.

## 5.5. JavaScript ympäristö

Huomaa: HTML-ohjelmointia hallitseville GeoGebra JavaScript-ympäristö antaa mahdollisuuden kehittää esityksiä.

GeoGebra-appletin *JavaScript liittymää antaa mahdollisuuden kehittää* [Dynaamista työtiedostoasi](#) ja parantaa sen vuorovaikutteisuutta. Voit esimerkiksi luoda oman näppäimen tekemään haluamiasi toimintoja dynaamisessa työtiedostossa.

Ohjeesta [GeoGebra Applets and JavaScript](http://www.geogebra.org) (<http://www.geogebra.org> 'Apua') löydät esimerkkejä ja muuta tietoa JavaScriptin käytöstä GeoGebra appleteissa.

## 5.6. Pikanäppäinvalinnat

Näppäin	[yksinään]	Ctrl (MacOS: Cmd)	Ctrl-Shift (MacOS: Cmd-Shift)	Alt (MacOS: Ctrl)
A		Valitse kaikki	Tuo esiin/poistaa algebraikkunan	alfa $\alpha$
B				beeta $\beta$
C		Kopio (vain taulukkolaskennassa)	Vie 'Piiroalueen leikepöydälle'	
D				delta $\delta$
E		Ominaisuudet...-ikkuna		Euler $\varnothing$
F		Näytä uudestaan...		fii $\phi$
G				gamma $\gamma$
H				
I				
J				
K				
L		Valitse nykyinen kerros		lambda $\lambda$
M				myy $\mu$
N		Uusi Ikkuna		
O		Avaa		aste merkki $^{\circ}$

Näppäin	[yksinään]	Ctrl (MacOS: Cmd)	Ctrl-Shift (MacOS: Cmd-Shift)	Alt (MacOS: Ctrl)
P		Tuostuksen esikatselu	Vie 'Piirtoalueen kuvana (png, eps)...'	pii $\pi$
Q		Valitse jälkeläiset	Valitse esi-isät	
R				
S		Tallenna	Näytä/piilota taulukkolaskenta	sigma $\sigma$
T			Vie piirtoalue PSTricks-muodossa	theeta $\theta$
U				
V		Liitä (taulukkolaskenta)		
W		Sulje (vain MacOS)	Vie Dynaaminen työtiedosto Web-sivuna(html)	
X				
Y		Tee uudestaan...		
Z		Peruuta...		
0				Eksponentti <sup>0</sup>
1				Eksponentti <sup>1</sup>
2				Eksponentti <sup>2</sup>
3				Eksponentti <sup>3</sup>
4				Eksponentti <sup>4</sup>
5				Eksponentti <sup>5</sup>
6				Eksponentti <sup>6</sup>
7				Eksponentti <sup>7</sup>
8				Eksponentti <sup>8</sup>
9				Eksponentti <sup>9</sup>
-	Pienentää valittua lukua / kulmaa	Zoomaa ulos		minus tai plus $\boxminus$
+	Kasvattaa valittua lukua / kulmaa	Zoomaa sisään		plus tai miinus $\pm$
=	Kasvattaa valittua lukua / kulmaa	Zoomaa sisään		erisuuri $\neq$
<				pienempi tai yhtäsuuri $\leq$
, (pilkku)				pienempi tai yhtäsuuri $\leq$
>				suurempi tai yhtäsuuri $\geq$
. (piste)				suurempi tai yhtäsuuri $\geq$

Näppäin	[yksinään]	Ctrl (MacOS: Cmd)	Ctrl-Shift (MacOS: Cmd-Shift)	Alt (MacOS: Ctrl)
*				kompleksinen kertominen <sup>®</sup>
F1	Opastus			
F2	Muokkaa valittua objektia (Algebraikkuna)			
F3	Vie valitun objektin syöttökenttään			
F4				
F9	Päivitä satunnaisluku			
Enter	Aktivoi joko syöttökentän tai piirtoalueen			
Hiiren vasen näppäin				
Hiiren oikea näppäin (MacOS : Ctrl-click) Piiroikunassa	Aukaisee objektin ominaisuusvalikon  Aukaisee piirtoalueen ominaisuusvalikon (taustan kohdalla)  Raahaa objektia  Zoomaa nelikulmioon (piirtoalueella)			
Rulla	Zoomaa sisään / ulos	Zoomaa sisään / ulos (appleiteissa)		
Delete	Poista valinta			
Palautin	Poista valinta			
Nuoli ylös ↑	Kasvata valittua lukua / kulmaa  Näytä aikaisempia komentoja syöttökentässä  Siirry edelliseen objektiluettelossa	x10 nopeus	x0.1 nopeus (paina vain Shft-näppäintä)	x100 nopeus

Näppäin	[yksinään]	Ctrl (MacOS: Cmd)	Ctrl-Shift (MacOS: Cmd-Shift)	Alt (MacOS: Ctrl)
Nuoli oikealle →	Kasvata valittua lukua / kulmaa  Siirrä valittua pistettä oikealle  Siirry edelliseen objektiluettelossa	x10 nopeus	x0.1 nopeus (paina vain Shift-näppäintä)	x100 nopeus
Nuoli vasemmalle ←	Pienentää valittua lukua / kulmaa  Siirrä valittua pistettä vasemmalle  Siirry seuraavaan objektiluettelossa	x10 nopeus	x0.1 nopeus (paina vain Shift-näppäintä)	x100 nopeus
Nuoli alas ↓	Pienentää valittua lukua / kulmaa  Siirrä valittua pistettä vasemmalle  Kulje syöttökentässä käydyt komennot loppuun  Siirry seuraavaan objektiluettelossa	x10 nopeus	x0.1 nopeus (paina vain Shift-näppäintä)	x100 nopeus
Home/ PgUp	Siirry objektiluettelon alkuun			
End/Pg Dn	Siirry objektiluettelon loppuun			

Muut näppäinvalinnat:

Alt-Shift (MacOS: Ctrl-Shift): Isot kreikkalaiset kirjaimet.

Taulukkolaskennassa: Ctrl-Alt-C kopioi solun arvon (ei kaavaa).

Huomaa: Astemerkin ° (Alt-O, MacOS: Ctrl-O) ja piin π (Alt-P, MacOS: Ctrl-P) symboleita voi käyttää myös liu'un muuttujissa määrittämässä väliä (min, max) ja animaatioaskelta.

## 5.7. Nimet ja kuvatekstit

### Näytä ja piilota nimi

Voit näyttää ja piilottaa objektin nimen *piirtoalueella* eritavoilla:

Valitse työväline <sup>AA</sup>Nimeäminen... ja valitse objekti jonka nimen haluat näyttää tai piilottaa. Avaa hiiren oikealla näppäimellä (MacOs: *Ctrl+hiiri*) objektin **Ominaisuusvalikko**, josta voit valita <sup>AA</sup>'Näytä nimi'.

Avaa halutun objektin **Ominaisuudet**...-ikkuna ja aseta tai poista rasti valintaikkunasta 'Näytä nimi'.

### Nimi ja arvo

GeoGebrassa jokaisella objektilla on oma yksilöllinen nimi, jonka avulla tunnistat sen *Piirtoalueelta*. Voit myös asettaa *piirtoalueelle* näkyviin objektin arvon tai molemmat nimen ja arvon. Voit muokata näiden näkyvyyttä **Ominaisuudet**-valikosta 'Perusominaisuudet' välilehdestä valitsemalla 'Nimi', 'Nimi ja arvo' tai 'Arvo' alasettovalikosta 'Näytä nimi' valintaruudun vieressä.

Huomaa: Pisteiden arvo näkyy koordinaatteina ja funktion arvo sen yhtälönä.

### Teksti

Joskus saatat haluta asettaa saman nimen useille objekteille. Esimerkiksi neliön sivut voisi nimetä kaikki kirjaimella 'a'. Tällöin voit lisätä haluamasi tekstin osoittamaan objekti. Kirjoita teksti **Ominaisuudet**...-ikkunan 'Perusominaisuudet' välilehden 'Teksti:' kenttään ja valitse 'Nimi' valintaruudun viereisestä alasetto valikosta 'Teksti', jolloin kirjoittamasi teksti näkyy objektin vieressä *piirtoalueella*.

## 5.8. Tasot

GeoGebrassa tasoja käytetään määrittämään, mikä objekti valitaan tai raahataan, kun käyttäjä painaa hiirellä kohtaa, jossa on useampi objekti.

Oletuksena kaikki objektit tulevat tasoon 0, joka on taustan taso *piirtoalueella*. Voit käyttää yhteensä 10 tasoa (numeroitu luvusta 0 lukuun 9). Suurempinumeroinen taso piirretään alempien tasojen päälle.

Voit muokata objektin tasoa **Ominaisuudet**...-ikkunan 'Erikoista' välilehdessä olevasta alasettovalikosta. Kun muutat vähintään yhden objektin tasoa erisuureksi kuin 0, kaikki uudet objektit tulevat korkeimmalle käytettävissä olevalle tasolle.

Huomaa: Kun olet aktivoinut jonkun objektin, voit aktivoida kaikki muutkin objektit samassa kerroksessa valitsemalla **Muokkaa** valikosta 'Valitse nykyinen kerros' (näppäinvalinta: *Ctrl-L*). Tämä valinta on mahdollinen vain, jos kaikki valitut objektit ovat samalla tasolla.


Tasojen edistyneempi käyttö:


SVG muodossa objektit on ryhmitelty tasoihin. Tasoja voi muokata käyttämällä GeoGebra-tiedostojen JavaScript ympäristöä.

## 5.9. Uudelleenmäärittely

Uudelleenmäärittely on hyvin monipuolinen työväline esityksen rakenteen muuttamiseen. Huomaa, että tämä saattaa muuttaa objektien esitysjärjestystä [Objekttiluettelossa](#).

GeoGebrassa objekti voidaan *määritellä uudelleen* eritavoilla:

Valitse  *Siirrä* työväline ja kaksoisnäpäyttämällä objektia *Algebraikkunassa*. Voit muokata vapaita objekteja suoraan niiden muokkaukentän algebrallista määritelmää muuttamalla. Paina *Enter*-näppäintä vahvistaaksesi muutokset. Riippuvaiset objektit voi määritellä uudelleen samalla tavalla.

Valitse  *Siirrä* työväline ja kaksoisnäpäytä objektia *piirtoalueella*. Tämä avaa *Määrittele uudelleen*-ikkunan, jossa voit määritellä objektin uudelleen.

Voit myös [Päällekirjoittaa](#) haluamasi objektin kirjoittamalla sen nimen ja määritelmän *Syöttökenttään*.

Avaa [Ominaisuudet...](#)-ikkuna ja muuta 'Määritelmää' 'Perusominaisuudet' välilehdellä.


Huomaa: Kiinnitettyjä objekteja ei voi määrittää uudelleen. Sinun täytyy vapauttaa objekti [Ominaisuudet...](#)-ikkunassa määritelläksesi se uudelleen.


Esimerkkejä:


Kun haluat asettaa vapaan pisteen  $A$  olemassa olevalle suoralle  $h$ , aukaise *Määrittele uudelleen*-ikkuna ja kirjoita Piste[h]tekstikenttään. Toiminta vahvistuu valitsemalla 'OK'. Jos haluat poistaa pisteen suoralta ja asettaa sen vapaaksi uudelleen, sinun täytyy *määritellä se uudelleen* koordinaateilla kuten  $(1, 2)$ .

Jos haluat muuttaa pisteiden  $A$  ja  $B$  kautta kulkevan suoran  $h$  janaksi, avaa suoran  $h$  *Määrittele uudelleen*-ikkuna ja kirjoita Jana[A, B]tekstikenttään. Tämä toimii myös toisinpäin.

## 5.10. Jälki ja ura

Objektit voivat jättää jäljen *piirtoalueelle*, kun niitä liikutetaan. Aukaise objektin [Ominaisuusvalikko](#) hiiren oikealla näppäimellä (MacOS: Ctrl+hiiri) ja valitse  'Jälki käyttöön'. Tämän jälkeen objektit joille olet asettanut jäljen käyttöön jättävät jäljen, kun niitä liikutetaan.

Huomaa: Objekti ei enää jätä jälkeä, kun 'Jälki käyttöön' ei ole enää aktivoituna. Valinnalla  'Näytä uudestaan' Näytä valikossa voit pyyhkiä kaikki jäljet *piirtoalueelta*.

Voit myös luoda automaattisen uran pisteelle käyttämällä joko  *Ura* - työvälinettä hiirellä tai komentoa *Ura Syöttökentässä*.


Huomaa: Piste, jonka uran haluat, täytyy olla riippuvainen toisen pisteen liikkumisesta. Tämän pisteen tulee olla rajoittunut jollekin objektille. (esimerkiksi suora, jana, ympyrä).


Esimerkki:

Luo jana, jonka päätepisteet ovat  $A=(-1, -1)$  ja  $B=(1, -1)$ .

Sijoita piste  $C$  janalle niin, että se voi liikkua vain janalla  $AB$ .

Luo piste  $P$  niin että se riippuu pisteestä  $C$  (esimerkiksi,  $P = (x(C), x(C)^2)$ ).

Käytä joko työvälinettä  *Ura* tai komentoa *Ura* luodaksesi pisteen  $P$  *Uran* niin, että se on riippuvainen pisteestä  $C$ .

 *Ura* työväline: Näpäytä ensin pistettä  $P$  ja sitten pistettä  $C$ .

Komento *Ura*: Kirjoita  $Ura[P, C]$  Syöttökenttään ja paina enter-painiketta.

Huomaa: Esimerkissä luotu ura on paraabeli välillä  $[-1, 1]$ .

# Hakemisto

## Ä

Ääriarvo, Komennot ..... 46

## A

Akselit ..... 34  
Akselit, Komennot ..... 49  
Akselit, Muokkaa ..... 10  
Akselit, Valikko ..... 71  
Akselit, x-akseli ja y-akseli ..... 35  
AKulma, Työväline ..... 24  
Alasumma, Komennot ..... 44  
Algebraikkuna ..... 8  
Algebraikkuna, Valikko ..... 72  
Alkio, Komennot ..... 57  
Animaatiot ..... 78  
Animaatiot, Automaattinen ..... 78  
Animaatiot, Manuaalinen ..... 79  
Apuobjekti ..... 8, 9  
Apuobjektit, Valikko ..... 72  
Aritmeettiset operaatiot ..... 36  
Arvo Syöttökenttään ..... 32  
Arvo, Muuttaa ..... 31  
Asetukset, Muokkaaminen ..... 13  
Asymptootti, Komennot ..... 49  
Auki olevien GeoGebra-ikkunoiden lista, Valikko ..... 76  
Avaa, Valikko ..... 67

## B

Binomikerroin, Komennot ..... 42  
Boolean ..... 26

## D

Degree symbol ..... 25  
Derivaatta, Komennot ..... 51  
**Desimaali piste** ..... 33  
Determinantti, Komennot ..... 65  
Dynaaminen teksti ..... 28  
Dynaaminen työtiedosto, Vie ..... 15  
Dynaaminen työtiedosto, Vie , Valikko ..... 68  
Dynaamiset värit ..... 81

## E

Editoi objekti ..... 32  
Ehdollinen näkyminen ..... 79  
Eksentrisyys, Komennot ..... 43  
Ellipsi, Komennot ..... 50  
Ellipsi, Työväline ..... 23

Ensimmäinen, Komennot ..... 57  
Etäisyys tai pituus, Työväline ..... 25  
Etäisyys, Komennot ..... 42  
exponenttifunktio ..... 36

## F

Fontin koko, Vaihtoehdot ..... 74  
funktio  
    exponentti- ..... 36  
    rajoita välille ..... 36  
Funktio ..... 35  
Funktio, Komennot ..... 51  
Funktio, Nimi ..... 31  
Funktiot, Komennot ..... 51

## G

Gamma-funktio ..... 36  
Geometriset muunnokset ..... 60  
Geometrisetmuunnokset ..... 26

## H

Harppi, Työväline ..... 23  
Help, Syöttökenttä ..... 32  
Histogrammi, Komennot ..... 63  
Hyperbeli, Komennot ..... 50  
Hyperbeli, Työväline ..... 23

## I

Ikkuna, Valikko ..... 76  
Ikkunan näkyminen ..... 9  
indeksi ..... 31, 40  
Index ..... 31  
Integraali, Komennot ..... 43, 52  
Integraali, Määrätty ..... 43  
Integraalifunktio, Komennot ..... 52  
Integral, Määrätty ..... 43  
Interaktiivinen työtiedosto, Vie ..... 15  
Interaktiivinen Web-sivu, Vie ..... 15  
Isoakseli, Komennot ..... 49  
Isoakselin pituus, Komennot ..... 42  
Iteraatio, Komennot ..... 43  
IteraatioLista, Komennot ..... 57  
itseisarvo ..... 36

## J

Jakojäännös, Komennot ..... 44  
jakolasku ..... 36  
Jälki ..... 87

Jana	
päätepiste ja pituus, Työväline .....	20
Jana, Komennot .....	48
Janan keskinormaali, Työväline .....	22
Janat .....	20
Janat, Komennot .....	48
Jatkuvuu, Vaihtoehdot .....	73
JavaScript .....	82
Johtosuora, Komennot .....	49
Jono, Komennot .....	59
Jonot, Komennot .....	56
Jos, Komennot .....	41, 51

## K

Käännä, Komennot .....	58
Käännepiste, Komennot .....	46
Käänteismatriisi, Komennot .....	65
Kaaret .....	23
Kaarevuus	
Kaarevuusvektori, Komennot .....	53
Komennot .....	53
Kaarevuus, Komennot .....	42
Kaarevuusvektoriektori, Komennot .....	47
Kaari, Komennot .....	53
Kaavat, LaTeX .....	28
Kaavateksti, Komennot .....	54
Kahden objektin leikkauspiste, Työväline .....	19
Kahden objektin välinen suhde, Työväline .....	19
Kahden pisteen välinen jana, Työväline .....	20
Kahden pisteen välinen vektori, Työväline .....	20
Kaksoissuhde, Komennot .....	42
Kärkipiste, Komennot .....	47
Kartioleikkaukset .....	22
Kartioleikkaus .....	35
Kartioleikkaus viidenpisteen kautta, Työväline .....	23
Kartioleikkaus, Komennot .....	50
Kartioleikkaus, Nimi .....	31
katto .....	37
Käyrä, Komennot .....	52
Käyrien välinen pita-ala .....	43
Käyttäjän määrittelemä työväline työväline, Valikko ...	75
Käyttäjän määrittelemät työvälineet .....	80
kertolasku .....	36
kertoma .....	36
Keskiarvo, Komennot .....	63
Keskiarvo-komennot, Komennot .....	63
KeskiarvoX, Komennot .....	63
KeskiarvoY, Komennot .....	63
Keskihajonta, Komennot .....	64
Keskinormaali, Komennot .....	49
Keskipiste, Komennot .....	47
Keskipiste, Työväline .....	20
Kieli, Language .....	74
Kieli, Vaihtoehdot .....	74
Kierto pisteen suhteen annetun kulman verran,	
Työväline .....	27
Kierto, Komennot .....	60
Kiertopisteen ympäri, Työväline .....	19
Kirjoita	
Nimi Syöttökenttään .....	32
KohtisuoraYksikkövektori, Komennot .....	48
Komennot .....	40

Kaarevuus .....	53
Kaarevuusvektori .....	53
Korrelaatio .....	62
Pituus .....	53
Sivuavaympyrä .....	53
SovitaExp .....	63
SovitaLog .....	63
SovitaLogistic .....	63
SovitaPoly .....	63
SovitaPow .....	63
SovitaSin .....	63
SovitaSuora .....	62
SovitaSuoraX .....	62
Tangentti .....	53
Komentoluettelon, Valikko .....	72
Kompleksi lukujen laskutoimitukset .....	39
Kompleksi luvut .....	39
koordinaatit .....	34
x-koordinaatti .....	36
y-koordinaatti .....	36
Koordinaatit, Vaihtoehdot .....	74
Koordinaattiakselit, Muokkaa .....	10
Koordinaattiruudusto, Muokkaa .....	10
Koordinaattiruudusto, Valikko .....	71
Kopioi ulkoasu, Työvälineet .....	18
Korrelaatio, Komennot .....	62
kosini .....	36
Kovarianssi, Komennot .....	62
kulma	
kupera .....	34
raja .....	34
Kulma	
koko annetaan, Työväline .....	25
Kulma .....	33
Kulma, Komennot .....	45
Kulma, rajoitettu .....	34
Kulma, Reflex .....	34
Kulmakerroin, Komennot .....	44
Kulmakerroin, Työväline .....	26
Kulman puolittaja, Työväline .....	21
Kulman yksikkö, Vaihtoehdot .....	73
Kulman puolittaja, Komennot .....	48
Kulmat .....	24
Kumoa, Valikko .....	70
kuutiojuuri .....	36
Kuva, Läpinäkyvyys .....	30
Kuva, Lisää .....	29
Kuva, Nurkka .....	46
Kuva, Ominaisuudet .....	29
Kuva, Paikka .....	29
Kuvat .....	29
Kvartiili-komennot, Komennot .....	64

## L

Laajenna, Polynomi .....	52
Laatikkokuvio, Komennot .....	62
Lajittele, Komennot .....	59
Lakentataulukko, Komennot .....	65
Läpimitta, Komennot .....	49
Läpinäkyvyys, Kuva .....	30
Laske uudestaan kaikki objektit, Valikko .....	72
Laske, Komennot .....	51

LaskeJos, Komennot.....	57
Laskentataulukko, Valikko .....	72
LaTeX, kaavat.....	28
lattia.....	37
Leikkauspiste, Komennot .....	46
Liitä, Komennot .....	56, 58
likiarvo .....	37
Lisää kuva, Työväline.....	29
Lisää teksti, Työväline .....	27
Lisää, Kuva, Työväline.....	29
Lisää, Teksti .....	27
LisääListaan, Komennot.....	57
Lista.....	37
Lista operaatiot.....	37
Lista, Aritmeettiset operaatiot.....	38
Lista, Funktioiden käyttö .....	38
Lista, Vertaile.....	38
Listat, Komennot.....	56
Liuku .....	34
Liuku, Työväline .....	25
logaritmi.....	36
Looginen arvo, Komennot .....	41
Looginen arvo, Muuttuja.....	37
Looginen arvo, Näytä muuttuja .....	37
Looginen arvo, Operaatiot.....	37
luku	
raja.....	34
Luku .....	33
Luku, rajoitettu .....	34
Luo näytä/piilota-valintaruutu, Työväline .....	26
Luo uusi työväline, Valikko .....	75
Luvut .....	24
Luvut, Komennot .....	41

## M

Määritellyt funktiot.....	36
Määritelmä Syöttökenttään .....	32
Määritelmä, Objekti.....	32
Määrittele uudelleen .....	87
Maksimi, Komennot.....	44
Matriisi .....	39
Matriisi operaatiot .....	39
Matriisi, Aritmeettiset operaatiot.....	39
Matriisi, Komennot .....	65
Max, Komennot .....	58
Mediaani, Komennot .....	64
merkki .....	36
Min, Komennot.....	58
Minimi, Komennot .....	44
Monikulmio, Komennot .....	48
Monikulmio, Säännöllinen, Työväline .....	21
Monikulmio, Työväline.....	21
Monikulmiot.....	21
monikulmiot, Komennot .....	48
Monta esitystapaa .....	7
Muokkaa työvälinettä, Valikko .....	75
Muokkaa, Työvälinepalkki .....	10
Muokkaa, Valikko.....	70
Muokkaaminen, Asetukset.....	13
Muoto, Kopioi ulkoasi, Työvälineet.....	18
Murtolukuteksti, Komennot .....	54
Muunnokset .....	26, 60

## N

Näkyminen, Ehdollinen .....	79
napa	
koordinaatit .....	34
Napa, Komennot .....	49
Napasuora, Työväline .....	22
Näytä / Piilota nimi, Työväline.....	19
Näytä / Piilota Objekti, Työväline .....	19
Näytä uudestaan, Valikko .....	72
Näytä, Valikko .....	71
neliöjuuri.....	36
Nimeäminen, Vaihtoehdot.....	74
Nimet.....	86
Nimet, Näytä ja piilota .....	86
Nimet, Nimi ja arvo.....	86
Nimet, Teksti .....	86
Nimi	
Kirjoita Syöttökenttään .....	32
Nimi, Funktio.....	31
Nimi, Kartioleikkaus.....	31
Nimi, Komennot .....	54
Nimi, Piste.....	31, 34
Nimi, Suora .....	31, 34
Nimi, Vektori .....	31, 34
Nollakohta, Komennot.....	47
Normaali (kohtisuora suora), Työväline .....	22
Normaali, Komennot .....	49
Normaalivektori, Komennot.....	47
Normiarvo, Komennot .....	64
Nuolinäppäimet.....	34
Nurkka, Komennot.....	46

## O

Objekti	
Editoi .....	32
Nimi Syöttökenttään.....	32
Objekti, Arvo .....	32
Objekti, Komennot .....	55
Objekti, Määritelmä.....	32
Objekti, Muuttaa .....	31
Objekti, Nimi .....	31
Objektiluettelo Web-sivuksi, vie.....	13
Objektiluettelo, Tulosta .....	14
Objektiluettelo, Valikko .....	72
Objektiluettelon käyttö.....	12
Objektin nimeäminen .....	31
Objektin nimeäminen, Nopea tapa.....	18
Ominaisuudet..., Valikko .....	71
Ominaisuudet-ikkuna.....	11
Ominaisuusvalikko.....	11
OnkoKokonaisluku, Komennot .....	41
OnkoMääritely, Komennot .....	41
Opastus, Työvälinepalkki.....	7
Opastus, Valikko .....	76, 77

## P

Painopiste, Komennot .....	46
Paraabeli, Komennot .....	51
Paraabeli, Työväline.....	23
Parametri, Komennot .....	44

Peilaus pisteen suhteen, Työväline .....	27
Peilaus suoran suhteen, Työväline .....	27
Peilaus ympyrän suhteen, Työväline .....	27
Peilaus, Komennot .....	60
PGF/TikZ muoto, Vie, Valikko .....	69
Pi symbol .....	25
Pienennä, Työväline .....	19
Piiri, Komennot .....	44
Piirroksen vaihe, Komennot .....	41
Piirroksen vaiheiden selauspalkki .....	12
Piirroksen vaiheiden selauspalkki .....	12
Piirroksen vaiheiden selauspalkki, Valikko .....	72
Piirros, Vie, Valikko .....	68
Piirtoalue .....	7
Piirtoalue leikepöydälle, Valikko .....	71
Piirtoalue leikepöydälle, Vie .....	15
Piirtoalue, Ominaisuusvalikko .....	10
Piirtoalue, Tulosta .....	14
Piirtoalue, Vaihtoehdot .....	74
Piirtoalue, Vie .....	14
Pikanäppäinvalinnat .....	82
Pikkuakseli, Komennot .....	49
Pikkuakselinpituus, Komennot .....	44
Pinta-ala, Komennot .....	41
Pinta-ala, määrätty integraali .....	42
Pinta-ala, Määrätty integraali .....	43
Pinta-ala, Määrätty Integraali .....	43
Pinta-ala, Työväline .....	25
Piste .....	34
Piste, Komennot .....	45, 47
Piste, Nimi .....	31, 34
Pisteen sieppaus .....	73
Pisteen tyyli, Vaihtoehdot .....	74
Pisteet .....	19
Pituus	
Komennot .....	53
Pituus, Komennot .....	43, 58
Poimi, Komennot .....	59
PoimiJos, Komennot .....	58
PoistaMäärittelemätön, Komennot .....	58
Polttopiste, Komennot .....	46
Polynomi, Komennot .....	52
potenssiinkorotus .....	36
PSTricks muoto, Vie, Valikko .....	69
Pulisuorat .....	21
Puolisuora kahden pisteen kautta, Työväline .....	21
Puolisuora, Komennot .....	48
Puolisuorat, Komennot .....	48
Puolisuunnikassumma, Komennot .....	45
Puoliympyrä, Komennot .....	54
Puoliympyrä, Työväline .....	24
Pylväsdiagrammi, Komennot .....	61
Pyöristä, Vaihtoehdot .....	73
Pyyhi objekti, Työväline .....	18
Pyyhi, Valikko .....	70
Pyyhi, Komennot .....	41

## Q

Q1, Komennot .....	64
Q3, Komennot .....	64

## R

raja	
kulman arvo .....	34
luvun arvo .....	34
rajat	
funktio välillä .....	36
Rajoitettu, Kulman arvo .....	34
Rajoitettu, Luvun arvo .....	34
Reflex kulma .....	34
Riippuvat objektit .....	8
Rivi, Komennot .....	65
Ruudukko, Muokkaa .....	10

## S

Säännöllinen monikulmio, Työväline .....	21
Säde, Komennot .....	44
Sarake, Komennot .....	65
SarakkeenNimi, Komennot .....	65
Satunnailuku, Komennot .....	44
SatunnainenBinomiarvo, Komennot .....	44
SatunnainenNormiarvo, Komennot .....	44
SatunnainenPoissonarvo, Komennot .....	44
satunnaisluku .....	36
Satunnaisluku väliltä, Komennot .....	44
Sektorit, Komennot .....	54
Sektorit .....	23
Sievennä, Komennot .....	52
Siirrä objekti vektorin verran, Työväline .....	27
Siirrä piirtövälinettä, Työväline .....	18
Siirrä, Työväline .....	18
Siirto, Komennot .....	61
sini .....	36
Sivuava ympyrä, Komennot .....	51
Sivuavaympyrä, Komennot .....	53
skalaaritulo .....	36
Solualue, Komennot .....	65
Solun nimi .....	9
Sovita komennot	
SovitaExp, Komennot .....	63
Sovita Komennot	
SovitaLog, Komennot .....	63
SovitaLogistic, Komennot .....	63
SovitaPoly, Komennot .....	63
SovitaPow, Komennot .....	63
SovitaSin, Komennot .....	63
Sovita piirtoalue .....	9
Sovita suora, Työväline .....	21
SovitaSuora	
Komennot .....	62
SovitaSuora X, Komennot .....	62
Staatinen teksti .....	27
Statistic quantities, Komennot .....	64
Suhde, Komennot .....	41
Sulje, Valikko .....	69
sulkeet .....	36
Summa XY, Komennot .....	64
Summa YY, Komennot .....	64
Summa, Komennot .....	59
Summakomennot, Komennot .....	64
SummaXX, Komennot .....	64
Suora .....	34

Suora kahden pisteen kautta, Työväline.....	21
Suora syöttö .....	33
Suora, Komennot .....	49
Suora, Nimi .....	31, 34
Suoran kulman tyyli, Vaihtoehdot.....	74
Suorat.....	21
Suorat, Komennot.....	48
Suunta, Komennot .....	47
Suurena, Työväline.....	19
Suurin yhteinen tekijä, Komennot .....	42
Syöttökentän historia.....	32
Syöttökenttä.....	33
Syöttökenttä, Näytä historia.....	32
Syöttökenttä, Valikko .....	72
SYT, Komennot .....	42

## T

Tallenna asetukset, Vaihtoehdot .....	75
Tallenna nimellä, Valikko.....	68
Tallenna, Valikko.....	67
Tangentit, Työväline.....	22
tangentti.....	36
Tangentti	
Komennot.....	53
Tangentti, Komennot .....	50
Tasot .....	86
Taulukkoteksti, Komennot.....	55
Taustakuva .....	30
Taylorin sarja, Komennot .....	52
Tee uudestaan, Valikko .....	70
Tekijät, Komennot.....	51
Teksti.....	27
Teksti, Dynaanimen.....	28
Teksti, Komennot.....	55
Teksti, Objektin nimi .....	86
Teksti, Staattinen .....	27
Tekstit .....	86
Tilastolliset komennot, Komennot.....	61
Toiminnot.....	17
Transponoi, Komennot.....	66
trigonometrinen funktio	
antihyperbolinen kosini.....	36
antihyperbolinen sini .....	36
antihyperbolinen tangentti.....	37
arkus kosini.....	36
arkus sini .....	36
arkus tangentti .....	36
hyperbolinen sini .....	36
hyperbolinen tangentti .....	36
kosini.....	36
kosini.....	36
sini .....	36
tangentti.....	36
trigonometriset funktiot.....	35
Tulo, Komennot .....	58
Tulosta .....	14
Tulosta, Objektiluettelo.....	14
Tulosta, Piirtoalue .....	14
Tulostuksen esikatselu, Valikko .....	69
Työvälineet, Käyttäjän määrittelemä, Valikko .....	75
Työvälineet, Käyttäjän määrittelemät.....	80
Työvälineet, Valikko .....	75

Työvälineet, Yleiset toiminnot.....	18
Työvälineiden hallinta, Valikko.....	75
Työvälineopastus.....	7
Työvälinepalkki, Muokkaa.....	10
Työvälinepalkki, Muokkaa.....	75
Tyyppi-arvo, Komennot.....	64

## U

Ulkoasi, Kopioi.....	18
UnicodeKirjaimeksi, Komennot .....	56
UnicodeKirjaimesta, Komennot.....	54
UnicodeTekstiksi, Komennot.....	56
UnicodeTekstistä, Komennot .....	56
Ura.....	26, 87
Ura, Komennot.....	56
Ura, Työväline .....	26
Uudelleen määrittely.....	87
Uusi ikkuna, Valikko.....	67, 76
Uusi piste, Työväline.....	20
Uusi, Valikko.....	67

## V

Vaakasuorajako, Valikko .....	72
vähennyslasku.....	36
Vaihtoehdot, Fontin koko .....	74
Vaihtoehdot, Jatkuvuus .....	73
Vaihtoehdot, Koordinaatit .....	74
Vaihtoehdot, Kulman yksikkö.....	73
Vaihtoehdot, Nimeäminen.....	74
Vaihtoehdot, Piirtoalue.....	74
Vaihtoehdot, Pistein sieppaus.....	73
Vaihtoehdot, Pistein tyyli.....	74
Vaihtoehdot, Pyöristä .....	73
Vaihtoehdot, Suoran kulman tyyli .....	74
Vaihtoehdot, Tallenna asetukset.....	75
Vaihtoehdot, Valikko .....	73
Vaihtoehdot, Valintaruudun koko .....	74
Valikot.....	67
Valintaruudun koko, Vaihtoehdot .....	74
Valitse esi-isät, Valikko.....	71
Valitse jälkeläiset, Valikko .....	70
Valitse kaikki, Valikko.....	70
Valitse nykyinen kerros, Valikko .....	70
Value, Objekti.....	32
Vapaat objektit.....	8
Varianssi, Komennot.....	64
Värit, Dynaamiset .....	81
Vektori	
alkupiste ja vektori, Työväline .....	20
Vektori .....	34
Vektori, Komennot .....	47, 48
Vektori, Nimi .....	31, 34
Vektorit.....	20
Venytä pisteen suhteen annetulla kertoimella, Työväline .....	26
Venytytys, Komennot .....	60
Venytyssuhde, Komennot .....	41
Vie dynaaminen työtiedosto Web-sivuna, Valikko .....	68
Vie dynaaminen työtiedosto, Valikko .....	68
Vie laskentataulukkoon, Työväline .....	18
Vie, Piirtoalue kuvana, Valikko .....	68

Vie, Dynaaminen työtiedosto .....	15
Vie, Interaktiivinen työtiedosto .....	15
Vie, Interaktiivinen Web-sivu.....	15
Vie, objektiluettelo Web-sivuksi .....	13
Vie, Piirtoalue .....	14
Vie, Piirtoalue leikepöydälle .....	15
Vie, Piirtoalue leikepöydälle, Valikko .....	69
Vie, Piirtoalue muodossa PGF/TikZ, Valikko .....	69
Vie, Piirtoalue PCTricks muodossa, Valikko .....	69
Vie, Valikko.....	68
Viimeinen, Komennot .....	58

## X

x-Akseli.....	35
x-koordinaatti .....	36
xy	
koordinaatit.....	34

## Y

y-Akseli.....	35
Yhdensuuntainen suora, Työväline .....	22
Yhdiste, Komennot.....	59
yhteenlasku .....	36
YhteisetAlkiot, Komennot.....	57

y-koordinaatti.....	36
Yksikkövektori, Komennot .....	48
Yläsumma, Komennot.....	45
Yleiset komennot.....	41
Yleiset toiminnot, Työvälineet.....	18
Ympärysmitta, Komennot .....	42
Ympyrä	
keskipiste ja kehän piste, Työväline.....	22
keskipiste ja säde, Työväline .....	23
kolme kehän pistettä, Työväline.....	23
Ympyrä, Komennot.....	50
Ympyränkaari	
keskipiste ja kaksi pistettä, Työväline .....	24
Ympyränkaari kolmen pisteen kautta, Työväline.....	24
Ympyränkaari, Komennot .....	53
Ympyränsektori	
kolme pistettä, Työväline.....	24
Ympyränsektori	
keskipiste ja kaksi pistettä, Työväline .....	24
Ympyränsektori, Komennot .....	53

## Z

Z-arvo, Komennot.....	63
Zoomaa.....	9