Materjal on valminud Tiigrihüppe Sihtasutuse toel

Tiigrimatemaatika

TIIGRIHÜPE

GeoGebra 3.2

eesti keelse versiooni MANUAAL

Õigused materjalile on kaitstud Creative Commons Attribution-Noncommercial-Share Alike 3.0 litsentsiga http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/

SOME RIGHTS RESERVED

GeoGebra 3.2

eesti keelse versiooni manuaal

Viimati muudetud: 1. september 2009

Autorid

Markus Hohenwarter, markus@geogebra.org

Judith Hohenwarter, judith@geogebra.org

Manuaali ja programmi tõlge eesti keelde

Jane Albre-Andersen, janealbre@hotmail.com

GeoGebra onlain: http://www.geogebra.org

Sisukord

SISUKORD 3

1. MIS ON GEOGEBRA? 6

1.1. Matemaatiliste objektide erinevad vaated 6

1.1.1. Graafikavaade 7

1.1.2. Algebravaade 7

1.1.3. Arvutustabeli vaade 8

1.2. GeoGebra matemaatika õppimise ja õpetamise vahendina 8

1.2.1. Kasutajaliidese kohandamine 8

1.2.2. Omaduste dialoogiaken 10

1.2.3. Paremaklahvimenüü 11

1.3. GeoGebra esitlusvahendina 11

1.3.1. Navigeerimisriba 11

1.3.2. Konstruktsiooni protokoll 12

1.3.3. Sätete kohandamine 13

1.4. GeoGebra loometöö vahendina 13

1.4.1. Printimise võimalused 13

1.4.2. Graafikavaatest pildi loomine 14

1.4.3. Interaktiivsete veebilehtede loomine 15

2. GEOMEETRILINE SISEND 17

2.1. Üldised märkused 17

2.2. Konstrueerimise tööriistad (režiimid) 17

2.2.1. Üldised tööriistad 18

2.2.2. Punkti tööriistad 20

2.2.3. Vektori tööriistad 20

2.2.4. Lõigu tööriistad 21

2.2.5. Kiire tööriist 21

2.2.6. Hulknurga tööriistad 21

2.2.7. Sirge tööriistad 22

2.2.8. Koonuselõike tööriistad 23

2.2.9. Kaare ja sektori tööriistad 24

2.2.10. Arvu ja nurga tööriistad 25

2.2.11. Loogilise muutuja tööriist 27

2.2.12. Lookuse tööriist ... 27
2.2.13. Geomeetriliste teisenduste tööriistad ... 27
2.2.14. Teksti lisamise tööriist ... 28
2.2.15. Pildi lisamise tööriist ... 30

3. ALGEBRALINE SISEND ... 32
3.1. Üldised märkused ... 32
3.2. Otsene sisend ... 34
3.2.1. Arvud ja nurgad ... 34
3.2.2. Punktid ja vektorid ... 35
3.2.3. Sirged ja teljed ... 35
3.2.4. Koonuselõiked ... 36
3.2.5. Funktsioon argumendiga *x* ... 36
3.2.6. Programmisisesed funktsioonid ja operatsioonid ... 37
3.2.7. Loogilised muutujad ja loogikatehted ... 38
3.2.8. Objektide loendid ja operatsioonid nendega ... 39
3.2.9. Maatriksid ja operatsioonid nendega ... 41
3.2.10. Kompleksarvud ja operatsioonid nendega ... 42
3.3. Käsud ... 42
3.3.1. Üldised käsud ... 43
3.3.2. Loogilised käsud ... 43
3.3.3. Arvulised käsud ... 44
3.3.4. Nurga käsud ... 48
3.3.5. Punkti käsud ... 49
3.3.6. Vektori käsud ... 51
3.3.7. Lõigu käsud ... 51
3.3.8. Kiire käsud ... 52
3.3.9. Hulknurga käsud ... 52
3.3.10. Sirge käsud ... 52
3.3.11. Koonuselõike käsud ... 54
3.3.12. Funktsiooni käsud ... 55
3.3.13. Parameetrilise kõvera käsk ... 57
3.3.14. Kaare ja sektori käsud ... 58
3.3.15. Teksti käsud ... 59
3.3.16. Lookuse käsk ... 62
3.3.17. Loendi käsud ... 62
3.3.18. Geomeetriliste teisenduste käsud ... 66
3.3.19. Statistika käsud ... 68

3.3.20. Arvutustabeli käsud ... 73
3.3.21. Maatriksi käsud ... 73

4. MENÜÜD ... 74
4.1. Menüü *FAIL* ... 74
4.2. Menüü *REDIGEERI* ... 76
4.3. Menüü *VAADE* ... 78
4.4. Menüü *VÕIMALUSED* ... 79
4.5. Menüü *TÖÖRIISTAD* ... 81
4.6. Menüü *AKEN* ... 82
4.7. Menüü *ABI* ... 82

5. GEOGEBRALE ISELOOMULIKUD OMADUSED ... 84
5.1. Animeerimine ... 84
5.1.1. Automaatne animeerimine ... 84
5.1.2. Manuaalne animeerimine ... 85
5.2. Tingimuslik nähtavus ... 85
5.3. Kasutaja poolt defineeritud tööriistad ... 86
5.4. Dünaamilised värvid ... 88
5.5. JavaScript liides ... 88
5.6. Kiirklahvid ... 89
5.7. Tähised ja pealdised ... 94
5.8. Kihid ... 94
5.9. Ümberdefineerimine ... 95
5.10. Jälg ja lookus ... 96

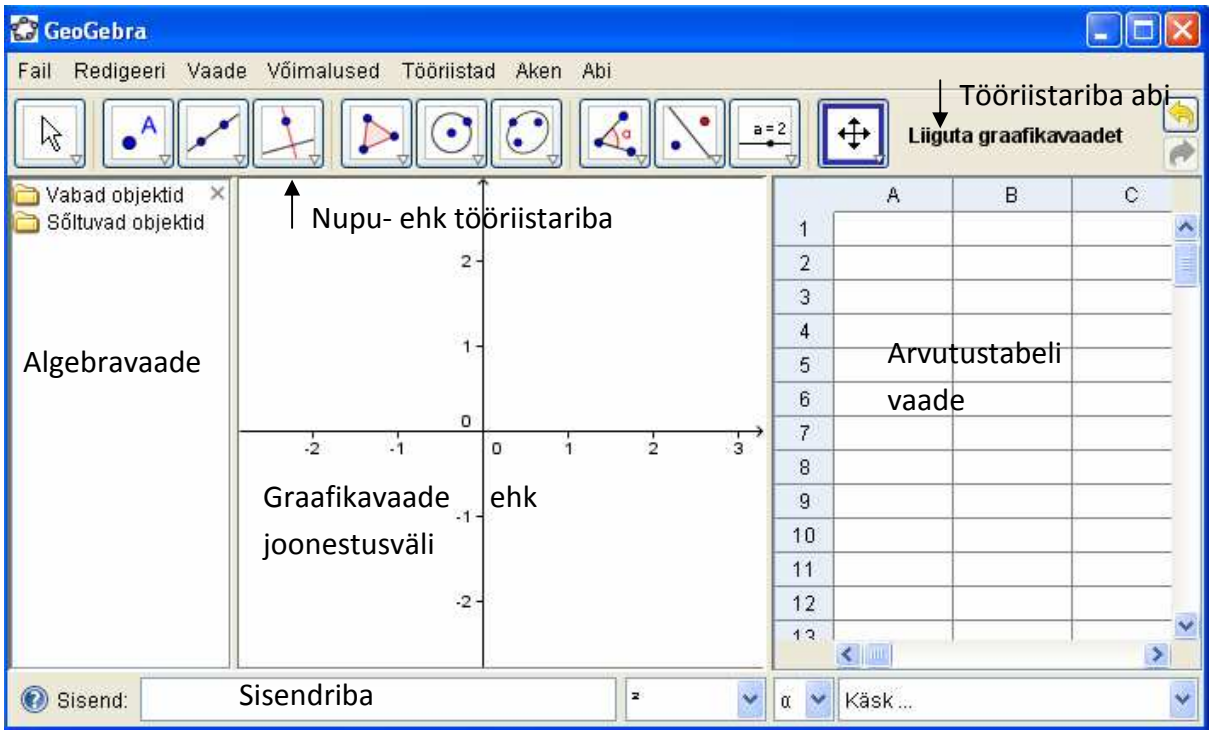
6. INDEKS ... 97

1. Mis on GeoGebra?

GeoGebra on dünaamilise matemaatika tarkvara, mis on mõeldud kasutamiseks koolis geomeetria, algebra ja matemaatilise analüüsi õppimisel ja õpetamisel. Programm on loodud Markus Hohenwarteri ja rahvusvahelise programmeerijate meeskonna poolt.

1.1. Matemaatiliste objektide erinevad vaated

GeoGebras on kolm erinevat matemaatiliste objektide esitamise vaadet: *graafikavaade*, *algebravaade* ja *arvutustabeli vaade*. Neis vaadetes on võimalik matemaatilisi objekte erinevalt kujutada: graafiliselt (nt punktid, funktsioonide graafikud), algebraliselt (nt punktide koordinaadid, võrrandid) ja andmetena arvutustabeli lahtrites. Kõik need, ühe ja sama objekti erinevad esitusviisid, on omavahel dünaamiliselt ühendatud ning kohanduvad automaatselt siis, kui tehakse muudatus ühes nendes vaadetest (olenemata sellest, millisel moel objekt esialgselt loodi).



1.1.1. Graafikavaade

Kasutades *nupu- ehk tööriistaribal* asuvaid *konstrueerimise nuppe ehk tööriistu* on võimalik teha geomeetrilisi konstruktsioone hiire abil *graafikavaatesse ehk joonestusväljale*. Selleks, et teada saada, kuidas valitud tööriista või nuppu kasutada, valige ükskõik milline konstrueerimise tööriist (nupp) *tööriistaribalt* ja lugege *tööriistariba abi* (*tööriistariba* kõrval paremal pool). Igal objektil, mille loote *graafikavaatesse*, on samuti algebraline esitus *algebravaates*.

Märkus: Pärast tööriista *Liiguta aktiveerimist* on võimalik *objekte graafikavaates liigutada* neid hiirega lohistades. Samal ajal uuendatakse dünaamiliselt nende algebralist esitust *algebravaates*.

Iga ikoon *tööriistaribal* kujutab endast *tööriistakasti*, mis sisaldab endas valikut sarnastest konstrueerimise tööriistadest. Selleks, et tööriistakasti avada, tuleb klõpsata väikesel kolmnurgal, mis asub ikooni all paremas nurgas.

Vihje: Konstrueerimise tööriistad on grupeeritud vastavalt tulemuseks olevate objektide laadile või nende tööriistade funktsionaalsusele. Näiteks on *tööriistakasti punkt* (vaikimisi on ikooniks) koondatud tööriistad, mis loovad erinevat laadi punkte ning *tööriistakasti teisendused* (vaikimisi on ikooniks) tööriistad, mille abil on võimalik teha geomeetrilisi teisendusi.

1.1.2. Algebravaade

GeoGebras on algebralisi avaldisi võimalik sisestada *sisendriba* abil. Pärast *Enter*-klahvile vajutamist ilmub sisestatud algebraline avaldis *algebravaatesse* ning samaaegselt ilmub selle graafiline esitus automaatselt *graafikavaatesse*.

Näide: Sisend `f(x) = x^2` annab *algebravaatesse* funktsiooni *f* ja selle funktsiooni graafiku *graafikavaatesse*.

Algebravaates on matemaatilised objektid jaotatud *vabadeks* ja *sõltuvateks objektideks*. Kui konstrueerite uue objekti ilma olemasolevaid objekte kasutamata, siis loodud konstruktsioon määratakse *vabaks objektiks*. Kui konstrueerimisel kasutate olemasolevaid objekte, siis määratakse objekt *sõltuvaks objektiks*.

Vihje: Kui soovite objekti algebralist esitust *algebravaates* peita, siis määrake objekt *abiobjektiks*: paremklõps (Mac OS: *Ctrl*+klõps) vastaval objektil *algebravaates* ja avanevast *paremaklahvimenüüst* valige *Omadused*. *Omaduste dialoogiakna* vahelehel *Üldine* saate objekti määrata *Abiobjektiks*. Vaikimisi *abiobjekte algebravaates* ei näidata, aga neid on võimalik näidata, kui võtate menüüst *Vaade* valiku *Abiobjektid*.

Objekte on võimalik muuta ka *algebravaates*: esmalt aktiveerige tööriist *Liiguta* ning

seejärel tehke topeltklõps *vabal objektil* algebravaates. Ilmuvas tekstiboksis saate antud objekti algebralist esitust redigeerida. Peale *Enter*-klahvile vajutamist muutub vastavalt sisestatud muudatustele automaatselt ka antud objekti graafiline esitus.
Kui teete topeltklõpsu *sõltuval objektil* algebravaates, siis avaneb dialoogiaken *Defineeri ümber*, mille abil on võimalik objekte ümber defineerida.
GeoGebras leidub arvukalt *käske*, mida saab sisestada *sisendribale*. *Käskude nimekirja* on võimalik avada, kui klõpsate *sisendrea* paremas ääres asuvale nupule *Käsk*. Kui valite nimekirjast mingi käsu (või trükite käsu nimetuse otse *sisendribale*) ja vajutate seejärel *F1*-klahvile, siis antakse teavet vastava käsu rakendamiseks vajaliku süntaksi ja eeldatavate argumentide kohta.

1.1.3. Arvutustabeli vaade

GeoGebra *arvutustabeli vaates* on igal lahtril oma nimetus, mis lubab pöörduda otse iga lahtri poole. Näiteks lahtri nimetus, mis asub veerus *A* ja reas 1, on *A1*.
Märkus: Lahtrite nimetusi on võimalik kasutada avaldistes ja käskudes selleks, et viidata konkreetse lahtri sisule.
Arvutustabeli lahtritesse on võimalik sisestada nii arve kui ka kõiki matemaatilisi objekte, mida GeoGebra toetab (nt punkti koordinaate, funktsioone, käske). Võimaluse korral näitab GeoGebra koheselt ka *graafikavaates arvutustabeli lahtrisse* sisestatud objekti graafilist esitust. Siis vastab loodud objekti nimetus *arvutustabeli lahtri* nimetusele, mille põhjal see loodi (nt *A5*, *C1*).
Märkus: Vaikimisi on arvutustabeli objektid *algebravaates* määratud *abiobjektideks*. Neid *abiobjekte* on võimalik näidata või peita valides *Abiobjektid* menüüst *Vaade*.

1.2. GeoGebra matemaatika õppimise ja õpetamise vahendina

1.2.1. Kasutajaliidese kohandamine

GeoGebra kasutajaliidest on võimalik kohandada *menüüst Vaade*. Näiteks on võimalik peita erinevaid ekraani osasid (nt *algebravaadet*, *arvutustabeli vaadet* või *sisendriba*) märkides linnukese või vabastades selle vastava ekraani osa nimetuse ees *menüüs Vaade*.

Objektide näitamine ja peitmine

Graafikavaates on võimalik objekte näidata või peita mitmel erineval viisil.

- Objektide näitamiseks või peitmiseks kasutage tööriista *Näita / peida objekt*.
- Samuti võite objektil avada *paremaklahvimenüü* ja valida sealt *Näita objekti*, et

muuta valitud objekti nähtavust.

- *Algebravaates* näitab igast objektist vasakul asuv ikoon objekti nähtavust (*objekti näidatakse või* *objekt on peidetud*). Selleks, et objekti nähtavust muuta, võib otse klõpsata sellele väikesele ringikujulisele ikoonile.
- Ühe või mitme objekti korraga näitamiseks võib samuti kasutada tööriista *Märkeruut objektide näitamiseks ja peitmiseks*.

Graafikavaate kohandamine

Selleks, et kohandada *graafikavaate* nähtavat ala, tuleb seda tööriista *Liiguta graafikavaadet* abil lohistada. Samuti on võimalik kasutada järgmisi suumimise võimalusi:

- Selleks, et *graafikavaadet* suumida, saab kasutada *tööriistu* *Suurenda* ja *Vähenda*.

  Märkus: Joonestusvälja koht, kuhu selles režiimis klõpsate, määratakse suumimise keskpunktiks.
- *Graafikavaate* suumimiseks saab kasutada ka hiire *kerimisnuppu.*
- Samuti on võimalik kasutada *kiirklahve* graafikavaate suurendamiseks (Ctrl ja + klahv) ja vähendamiseks (Ctrl ja - klahv).
- Suumida on võimalik, kui avate *paremaklahvimenüü* (Mac OS: *Ctrl*+klõps) joonestusvälja tühjal kohal ning valite *Suumi*.
- Samuti on võimalik määrata *suumimise ristkülik*, kui vajutate *graafikavaate* tühjal kohal hiire parema klahvi alla (Mac OS: *Cmd*+klõps) ning lohistate piki soovitava *suumimise ristküliku* diagonaali. *Suumimise ristküliku* lõpetamiseks vabastage hiir.

Graafikavaates saab *koordinaattelgi* ja *ruudustikku* näidata või peita *menüü Vaade* abil.

Märkus: Lisavõimalusena saab *telgi* ja *ruudustikku* näidata või peita, kui avate *paremaklahvimenüü* (Mac OS: *Ctrl*+klõps) *joonestusväljal* ning valite vastavalt kas *Teljed* või *Ruudustik*.

Koordinaatteljestiku ja ruudustiku kohandamine

Graafikavaate koordinaattelgi ja *ruudustikku* saab kohandada *omaduste dialoogiakna* abil, mis avaneb *joonestusväljal*, kui valite sellel *paremaklahvimenüüst* (Mac OS: *Ctrl*+klõps) *Graafikavaade.*

- **Vahelehel *Teljed*** on võimalik näiteks muuta telje joone stiili, koordinaattelgede ühikuid ja telgedel asuvate kriipsukeste vahelist kaugust. Pange tähele, et mõlemat telge on võimalik eraldi kohandada klõpsates vahelehtedele *xTelg* või *yTelg*. Lisaks on võimalik muuta telgede omavahelist suhet ning vajadusel kumbagi telge kas peita või näidata.
- **Vahelehel *Ruudustik*** on võimalik näiteks muuta ruudustiku joonte värvi ja stiili ning määrata ruudustiku joonte vaheline kaugus. Lisaks saab näidata *isomeetrilist*

ruudustikku.

Märkus: Telgesid on võimalik skaleerida igas režiimis hoides all *Shift*-klahvi (PC: samuti *Ctrl*-klahvi) ja samaaegselt telge lohistades.

Märkus: *Graafikavaate omaduste dialoogiaken* on erinev objektide *omaduste dialoogiaknast*.

***Tööriistariba* kohandamine**

Tööriistariba saab kohandada menüüst *Tööriistad* valikuga *Kohanda tööriistariba…*. Ekraanile ilmuva dialoogiakna vasakul pool asuvast loendist valige *tööriist* või *tööriistakast*, mida soovite *tööriistaribalt* eemaldada ja klõpsake nupule *Eemalda >*. Seejärel eemaldatakse tööriist või tööriistakast *tööriistaribalt*.

Märkus: Kui soovite taastada *vaiketööriistariba*, klõpsake dialoogiakna all vasakus servas asuvale nupule *Taasta vaiketööriistariba*.

1.2.2. Omaduste dialoogiaken

Omaduste dialoogiakna abil on võimalik muuta objektide omadusi (nt suurust, värvi, täitevärvi, joone stiili, joone jämedust, nähtavust).

Omaduste dialoogiakent on võimalik avada mitmel erineval viisil:

- Tehke paremklõps (Mac OS: *Ctrl*+klõps) objektil ja avanevast *paremaklahvimenüüst* valige *Omadused…*.
- Valige *menüüst Redigeeri* *Omadused*.
- Valige tööriist *Liiguta* ning tehke topeltklõps *graafikavaates* asuval objektil. Avanevas dialoogiaknas Defineeri ümber klõpsake nupule *Omadused…*.

Omaduste dialoogiakna vasakus ääres asuvas loendis on objektid grupeeritud tüüpide järgi (nt punktid, sirged, ringjooned), mis teeb pajude objektidega opereerimise kergemaks. Loendist on tarvis valida üks või mitu objekti, mille omadusi soovite muuta.

Märkus: Klõpsates objektide loetelus objektide grupi pealkirjale (nt *Punkt*), on võimalik valida ehk märgistada kõik seda tüüpi objektid ja seejärel nende objektide omadusi kiiresti korraga muuta.

Valitud objektide omadusi saab muuta paremal pool asuvate **vahelehtede** abil (nt *Üldine*, *Värv*, *Stiil*, *Lisavõimalused*).

Märkus: Kasutatavate vahelehtede komplekt sõltub loetelust valitud objektide tüübist.

Kui olete lõpetanud objektide omaduste muutmise, siis sulgege *omaduste dialoogiaken*.

1.2.3. Paremaklahvimenüü

Paremaklahvimenüü abil on kiiresti võimalik muuta objektide toimimist või lisaomadusi. Paremklõps (Mac OS: *Ctrl*+klõps) objektil avab selle objekti *paremaklahvimenüü.* Selle abil on näiteks võimalik muuta objektide algebralist esitust (nt polaar või ristkoordinaadid, ilmutatud või ilmutamata kujuline võrrand) ja objekte muuta valikutega *Nimeta ümber*, *Kustuta*, *Jälg sees*, *Animeerimine sees* või *Kopeeri sisendribale*.

Märkus: Kui avate *graafikavaates* mingil punktil *paremaklahvimenüü*, siis antakse ka valik *Kirjuta arvutustabelisse* (see on võimalik üksnes siis, kui *arvutustabeli vaade* on aktiivne). Seejärel punkti liigutamisel kirjutatakse antud punkti koordinaadid *arvutustabelisse*.

Märkus: Kui valite *paremaklahvimenüüst* *Omadused...*, siis avatakse *omaduste dialoogiaken*, mille abil on võimalik muuta kõikide kasutusel olevate objektide omadusi.

1.3. GeoGebra esitlusvahendina

1.3.1. Navigeerimisriba

Programmiga on võimalik juba kord loodud GeoGebra failis *navigeerimisrea* abil uuesti sammhaaval jälgida konstruktsiooni tekkimist. *Graafikavaate* allääres asuva *navigeerimisrea* sisselülitamiseks tuleb *menüüst Vaade* valida *Konstruktsiooni sammude navigeerimisriba*.

Navigeerimisreal on mitmeid navigeerimisnuppe ning samas näidatakse konstruktsiooni sammude arv (nt *2 / 7* tähendab, et praegu näidatakse teist sammu seitsmest konstruktsiooni sammust):

- nupp: viib esimese sammu juurde;
- nupp: liigub sammu võrra konstruktsioonis tagasi;
- nupp: liigub sammu võrra konstruktsioonis edasi;
- nupp: viib viimase sammu juurde;
- *Mängi*: konstruktsioon esitatakse automaatselt sammhaaval;

  Märkus: Automaatse esituse kiirust saab muuta tekstiboksis, mis asub nupust *Mängi* paremal.
- *Paus*: automaatne esitus peatatakse;

  Märkus: See nupp ilmub alles peale nupule *Mängi* klõpsamist.
- nupp: avab *konstruktsiooni protokolli*.

1.3.2. Konstruktsiooni protokoll

Interaktiivset konstruktsiooni protokolli on võimalik avada *menüüst Vaade* valikust *Konstruktsiooni protokoll*. See on tabel, milles näidatakse kõik konstruktsiooni loomisel tehtud sammud. Konstruktsiooni protokoll võimaldab eelnevalt tehtud konstruktsiooni loomine sammhaaval konstruktsiooni protokolli allääres asuva *navigeerimisriba* abil ette mängida.

Navigeerimine ja *konstruktsiooni protokolli* muutmine

Konstruktsiooni protokollis liikumiseks saab kasutada klaviatuuri:

- ↑ *nool üles* viib eelmise konstruktsiooni sammu juurde;
- ↓ *nool alla* viib järgmise konstruktsiooni sammu juurde;
- *Home*-klahv viib *konstruktsiooni protokolli* algusesse;
- *End*-klahv viib *konstruktsiooni protokolli* lõppu;
- *Del*-klahv kustutab valitud konstruktsiooni sammu.
  Märkus: Objekti kustutamine võib mõjutada teisi objekte, mis sõltuvad kustutatud objektist/konstruktsiooni sammust.

Konstruktsiooni protokollis liikumiseks võib kasutada ka hiirt:

- Topeltklõps real valib/märgistab sellel real asuva konstruktsiooni sammu.
- Topeltklõps veeru pealkirjal viib *konstruktsiooni protokolli* algusesse.
- Konstruktsiooni sammude järjekorra muutmiseks tuleb konkreetne rida lohistada *konstruktsiooni protokollis* soovitavale kohale.
  Märkus: See ei ole iga kord võimalik, kuna erinevad objektid võivad olla üksteisest sõltuvad.
- Paremklõps real avab sellele konstruktsiooni sammule vastava objekti *paremaklahvimenüü*.

Märkus: Konstruktsiooni protokollis on igale asukohale võimalik samme juurde lisada. Valige konstruktsiooni samm, mille järele soovite lisada uut konstruktsiooni sammu. Jätke *konstruktsiooni protokolli* aken avatuks ja konstrueerige uus objekt. See uus samm või objekt lisatakse koheselt *konstruktsiooni protokollis* valitud kohale.

Konstruktsiooni protokolli aknas saab menüüst *Vaade* sisse lülitada veeru *Katkestuspunkt*, kus on võimalik mõned konkreetsed konstruktsiooni sammud määrata nn *katkestuspunktideks*. Selle abil on võimalik objekte grupeerida. Kui pärast katkestuspunktide määramist konstruktsiooni *navigeerimisrea* abil sammhaaval esitatakse, siis määratud objektide grupp näidatakse ühe korraga.

Märkus: *Konstruktsiooni protokolli* aknas asuvast menüüst *Vaade* on võimalik erinevaid *konstruktsiooni protokolli* veerge sisse ja välja lülitada.

Konstruktsiooni protokolli veebileheks eksportimine

GeoGebra võimaldab *konstruktsiooni protokolli* eksportida veebileheks. Selleks tuleb kõigepealt *menüüst Vaade* avada *Konstruktsiooni protokoll*. Seejärel avanenud *konstruktsiooni protokolli* aknas olevast *Fail* menüüst tuleb valida *Ekspordi veebilehena.*
Konstruktsiooni protokolli eksportimise aknasse on võimalik sisestada *pealkiri*, *autor* ja *kuupäev.* Samuti on võimalik valida, kas sinna lisada (või mitte) pilt *graafika-* ja *algebravaatest*. Lisaks on võimalik eksportida veebileheks *värviline konstruktsiooni protokoll*. See tähendab, et objektide värv *konstruktsiooni protokollis* vastab nende värvile graafikavaates.
Märkus: Eksportimisel saadud HTML-faili on võimalik vaadata iga veebilehitsejaga (nt Firefox, Internet Explorer) ning seda saab redigeerida paljude tekstitöötlusprogrammidega (nt OpenOffice Writer).

1.3.3. Sätete kohandamine

GeoGebras saab *menüüst Võimalused* sätteid muuta ja salvestada. Näiteks on võimalik muuta *nurga ühikud kraadidest radiaanideks* või muuta *punkti stiili*, *märkeruudu suurust* ja *täisnurga stiili*. Lisaks on võimalik muuta *koordinaatide* esitust ekraanil ja seda, millised objektid tähistatakse.
Rohkem infot leiate paragrahvist *menüü Võimalused*.
Kohandatud sätteid saab salvestada, kui valite *menüüst Võimalused* *Salvesta sätted*. Pärast salvestamist mäletab GeoGebra kohandatud sätteid ja kasutab neid igal järgmisel korral, mil loote GeoGebra faile.
Märkus: Programmi vaikesätteid saab ka taastada, kui valite *menüüst Võimalused* valiku *Taasta vaikesätted*.
Märkus: Kui kasutate programmi GeoGebra esitlusvahendina, siis on soovitatav suurendada *kirja suurust* (*menüü Võimalused*) nii, et publikul oleks võimalikult lihtne teksti ja objektide tähiseid näha.

1.4. GeoGebra loometöö vahendina

1.4.1. Printimise võimalused

Graafikavaate printimine

GeoGebras on võimalik *graafikavaates* asuvat konstruktsiooni välja printida. Vastava käsu leiate menüü *Fail* valikust *Prindi eelvaade*. Avanevas *prindi eelvaate* dialoogiaknas on võimalik konstruktsiooni *pealkirja, autorit* ja *kuupäeva* täpsustada. Lisaks saab määrata

väljaprinditava ala *skaala* (sentimeetrites) ning muuta lehekülje (paberi) *orientatsiooni* (vertikaal- või horisontaalpaigutus).
Märkus: *Prindi eelvaate* värskendamiseks peale teksti või prinditava ala vormingu muutmist tuleb vajutada *Enter*-klahvile.

Konstruktsiooni protokolli printimine

Kui soovite *konstruktsiooni protokolli* printida, siis tuleb kõigepealt *menüüst Vaade* avada *konstruktsiooni protokolli* dialoogiaken. Selle akna *Fail* menüüst saab avada *konstruktsiooni protokolli prindi eelvaate* akna.
Jällegi saate enne *konstruktsiooni protokolli* printimist sisestada pealkirja, autori ja kuupäeva või muuta skaalat või paberi orientatsiooni.
Märkus: *Konstruktsiooni protokolli* erinevaid veerge *Tähis*, *Definitsioon*, *Käsk*, *Algebra* ja *Katkestuspunkt* on võimalik *konstruktsiooni protokolli* dialoogiakna menüüst *Vaade* sisse ja välja lülitada.

1.4.2. Graafikavaatest pildi loomine

***Graafikavaate* pildina salvestamine**

Graafikavaate konstruktsioone on võimalik salvestada arvutisse pildifailina.
Märkus: Kogu *graafikavaade* salvestatakse pildina. Kui konstruktsioon ei kata kogu *graafikavaadet*, siis võiks…

- … kasutada tööriistu *Liiguta graafikavaadet*, *Suurenda* ja/või *Vähenda* selleks, et asetada oma konstruktsioon *graafikavaate* ülemisse vasakusse nurka. Seejärel võiks vähendada GeoGebra akna suurust selle ühte nurka hiirega lohistades.
- … kasutada *valikuristkülikut*, et määrata millist *graafikavaate* osa peaks eksportima ja pildina salvestama.
- … luua punktid nimega *Export_1* ja *Export_2*, mida kasutatakse *eksportimise ristküliku* diagonaali otspunktide defineerimisel.
  Märkus: Punktid $Export_1$ and $Export_2$ peavad asuma *graafikavaate* nähtavas osas.

Menüüs Fail valige *Ekspordi* ning seejärel klõpsake valikul *Graafikavaade pildina*. Ilmuvas dialoogiaknas on võimalik määrata soovitav pildi *vorming*, *skaala* (sentimeetrites) ja *eraldusvõime* (punktides).
Märkus: Eksporditava pildi tegelik suurus nii sentimeetrites kui pikselites näidatakse eksportimise akna allääres kohe nuppude kohal.
Rohkem infot erinevate pildifailide loomiseks leiate lõigust Ekspordi - *Graafikavaade pildina* (png, eps)….

Graafikavaate kopeerimine arvuti vahemälusse

Graafikavaate arvuti vahemälusse kopeerimiseks on mitmeid erinevaid viise:

- *Menüüs Redigeeri* saate valida *Graafikavaade lõikepuhvrisse*.
- *Menüüs Fail* valige kõigepealt *Ekspordi* ja seejärel *Graafikavaade lõikepuhvrisse*.
- *Graafikavaate pildina eksportimise* dialoogiaknas (menüü *Fail* – *Ekspordi* – *Graafikavaade pildina (png, eps)...*) võite klõpsata nupule *Lõikepuhver*.

Selle abil kopeeritakse *graafikavaate* ekraanipilt teie arvuti vahemällu PNG-pildina (vt PNG vorming). Seejärel on seda pilti võimalik kleepida teistesse dokumentidesse (nt teksti-töötluse dokumenti).

Märkus: Selleks, et konstruktsiooni pilti teatud skaalas kopeerida (sentimeetrites) tuleks kasutada *menüü Fail* valikut *Ekspordi* ning *Graafikavaade pildina*.

1.4.3. Interaktiivsete veebilehtede loomine

GeoGebra võimaldab teie failidest luua *interaktiivseid veebilehti ehk dünaamilisi töölehti*. *Menüüst Fail* tuleb valida *Ekspordi* ja seejärel *Dünaamiline tööleht veebilehena (html)*. Seejärel avaneb *dünaamiliste töölehtede* eksportimise dialoogiaken:

- Ekspordiakna ülaäärde saab sisestada *dünaamilise töölehe pealkirja*, *autori* ja *kuupäeva*.
- Vahelehel *Üldine* saate sisestada teksti dünaamilise konstruktsiooni kohale ja selle järele (nt konstruktsiooni kirjeldus ja mõned juhtnöörid/ülesanded). Samuti on võimalik määrata, kas joonis lisatakse kohe otseselt veebilehele või seda on võimalik avada nupule klõpsates.
- Vahelehel *Lisavõimalused* saate muuta dünaamilise konstruktsiooni funktsionaalsust (nt näidata konstruktsiooni lähtestamise ikooni, võimaldada topeltklõpsuga avada GeoGebra akent), samuti on võimalik muuta interaktiivse apleti kasutajaliidest (nt näidata *tööriistariba*, muuta pikkust ja laiust).

  Märkus: Kui teie aplett on liiga suur selleks, et mahtuda standardse resolutsiooniga arvutiekraanile (1024 x 768), siis võiksite selle suurus muuta enne *dünaamiliseks veebileheks* eksportimist.

Märkus: *Dünaamilise töölehe* eksportimisel luuakse mitmed erinevad failid:

- *HTML*-fail (nt *ring.html*) – see fail sisaldab töölehte ennast;
- *GGB*-fail (nt *ring.ggb*) – see fail sisaldab GeoGebra konstruktsiooni;
- *JAR*-failid(mitmed failid) – need failid sisaldavad GeoGebrat ja teevad töölehe interaktiivseks.

Selleks, et dünaamiline konstruktsioon töötaks, peavad kõik need failid (nt *ring.html*, *ring.ggb* ja *geogebra.jar* failid) asuma ühes ja samas kaustas.

Eksporditud HTML-faili (nt *ring.html*) saab vaadata iga veebilehitsejaga (nt Mozilla, Internet

Explorer, Safari). Selleks, et dünaamiline konstruktsioon töötaks, peab arvutisse olema installeeritud Java. Seda on võimalik tasuta saada veebilehelt http://www.java.com. Kui soovitakse *dünaamilist töölehte* kasutada kooli arvutivõrgus, tuleks vajadusel paluda kohalikul võrguadministraatoril arvutitesse Java installeerida.

Märkus: *Dünaamilise töölehe* teksti saab redigeerida paljude tekstitöötlussüsteemidega (nt FrontPage, OpenOffice Writer). Selleks tuleb avada eksporditud HTML-fail ja seda redigeerida. Samuti on võimalik redigeerida ka *dünaamilise töölehe* apletti, kui avate GGB-faili ning salvestate selle hiljem sama nimega.

2. Geomeetriline sisend

2.1. Üldised märkused

Graafikavaates näidatakse matemaatiliste objektide (nt punktide, vektorite, lõikude, hulknurkade, funktsioonide, kõverate, sirgete ja koonuselõigete) graafilist esitust. Kui hiirt liigutada üle mingi sealse objekti, siis näidatakse selle objekti kirjeldust ja objekt ise tõstetakse tumedamalt esile.

GeoGebras on mitmeid tööriistu/režiime, milles programm reageerib erinevalt hiire sisendile *graafikavaates* (vt lõiku *Konstrueerimise tööriistad*). Näiteks klõpsates joonestusväljale, saab luua uue punkti (vt tööriist *Uus Punkt*), kahe objekti lõikepunktid (vt tööriist *Kahe objekti lõikepunktid*) või joonestada ringjoont (vt *Ringjoone* tööriistad).

2.2. Konstrueerimise tööriistad (režiimid)

Järgnevaid *konstrueerimise tööriistu* või režiime saab aktiveerida *tööriistariba* nuppudele klõpsates. Kui klõpsate väikesele noolekesele ikooni all paremas nurgas, avaneb *tööriistakast* sarnaste tööriistadega.

Märkus: Enamuse konstrueerimise tööriistade korral saate kergesti luua uusi punkte klõpsates joonestusvälja tühjale kohale.

Objektide valimine ehk märgistamine

Objekti valimine ehk märgistamine tähendab sellele objektile režiimis *Liiguta* hiirega klõpsamist.

Kui soovite mitut objekti korraga valida või märgistada, siis võite määrata *valikuristküliku*: aktiveerige tööriist *Liiguta* ning klõpsake positsioonile, kuhu soovite *valikuristküliku* üht nurka. Seejärel hoidke all vasakut hiire klahvi ning liikuge kursoriga soovitud valikuristküliku diagonaali teise otspunktini. Peale hiire klahvi vabastamist on kõik objektid, mis jäid antud *valikuristküliku* sisse valitud ehk märgistatud.

Märkus: Mitmeid objekte on võimalik samaaegselt märgistada hoides all *Ctrl*-klahvi (Mac OS: *Cmd*-klahvi) ja samaaegselt erinevatele objektidele klõpsates.

Objektide kiire ümbernimetamine

Selleks, et valitud või just loodud objekt kiiresti ümber nimetada, lihtsalt alustage trükkimist ja seejärel avaneb selle objekti *ümbernimetamise* dialoogiaken. Järgnevalt trükkige valitud objekti uus tähis ja klõpsake *OK*-nupule.

2.2.1. Üldised tööriistad

Kopeeri kujunduse stiil

Selles režiimis on võimalik ühe objekti visuaalsed omadused (nt värv, suurus, joone stiil) kopeerida mitmele teisele objektile. Kõigepealt tuleb klõpsata objektile, mille omadusi soovite kopeerida. Seejärel klõpsake kõigile neile objektidele, millele soovite esimese objekti kujundust.

Kustuta objekt

Klõpsake objektidele, mida soovite kustutada (vt ka käsku *Kustuta*).
Märkus: Võite kasutada nuppu *Võta tagasi*, kui olete juhuslikult kustutanud vale objekti.

Liiguta

Selles režiimis saab vabasid objekte hiirega teisaldada. Kui valite objekti režiimis *Liiguta* sellele klõpsates, siis on võimalik

- ... see objekt *Del*-klahvile vajutades kustutada;
- ... objekti nooleklahve kasutades liigutada (vt lõiku *Manuaalne animeerimine*).

Märkus: Režiim *Liiguta* aktiveerub kiiresti ka siis, kui vajutada *Esc*-klahvile.

Liiguta joonestusvälja

Selleks, et liigutada *graafikavaate* nähtavat ala (koordinaatsüsteemi alguspunkti), vajutage alla hiire vasak klahv ja liigutage hiirt joonestusväljal.
Märkus:

- *Joonestusvälja* saab liigutada ka igas režiimis all hoides *Shift*-klahvi (MS Windows: ka *Ctrl*-klahvi) ja joonestusvälja hiirega lohistades.
- Selles režiimis on võimalik muuta ka kummagi koordinaattelje skaalat telge hiirega lohistades (tirides).

Kirjuta arvutustabelisse

See tööriist võimaldab objekti liigutamisel selle väärtused salvestada *arvutustabeli vaatesse*. Tööriist toimib arvude, punktide ja vektorite korral.
Märkus: GeoGebra kasutab valitud objektide väärtuste salvestamiseks *arvutustabeli* kahte esimest tühja veergu.

Kahe objekti omavaheline võrdlus

Selleks, et saada infot kahe objekti omavahelise suhte kohta, märgistage need kaks objekti (vt ka käsku *Võrdlus*).

Pööre ümber punkti

Valige kõigepealt pöörde keskpunkt. Seejärel saate *vabasid objekte* ümber selle punkti hiirega lohistades pöörata (vt ka käsku *Pööre*).

Näita / peida tähis

Klõpsake objektile, mille tähist näidata või peita.

Näita / peida objekt

Peale tööriista aktiveerimist klõpsake objektile, mida soovite näidata või peita. Muudatused rakendatakse niipea, kui aktiveerite mõne teise tööriista.
Märkus: Kõik selles režiimis peitmiseks märgistatud objektid tõstetakse *graafikavaates* tumedamalt esile. See võimaldab peidetud objekte kergesti taas näidata neile uuesti klõpsates (misjärel tumedalt esiletõstetus kaob) ning seejärel uue tööriista aktiveerides.

Suurenda

Klõpsake suvalisele kohale joonestusväljal, et seda suurendada (vt ka lõiku *Graafikavaate kohandamine*).
Märkus: Joonestusvälja koht, kuhu klõpsate, määratakse suumimise keskpunktiks.

Vähenda

Klõpsake suvalisele kohale joonestusväljal, et seda vähendada (vt ka lõiku *Graafikavaate kohandamine*).
Märkus: Joonestusvälja koht, kuhu klõpsate, määratakse suumimise keskpunktiks.

2.2.2. Punkti tööriistad

Kahe objekti lõikepunktid

Kahe objekti lõikepunktid on võimalik tekitada kahel viisil (vt ka käsku *Lõikepunkt*).

- Märgistades kaks objekti luuakse nende *kõik lõikepunktid* (kui võimalik).
- Klõpsates kahe objekti konkreetsel lõikepunktil luuakse ainult see *üks lõikepunkt*.

Märkus: Lõikude, kiirte või kaarte korral on võimalik *omaduste dialoogiakna* vahelehel *Üldine* lisaks määrata, kas *lubatakse väljaspool asuvaid lõikumisi*. Seda saab kasutada siis, kui soovitakse leida lõikepunkte, mis asuvad objektide pikendustel. Näiteks lõigu või kiire pikenduseks on sirge.

Keskpunkt

Klõpsates ...

- kahele punktile leitakse nende vahelise lõigu keskpunkt;
- ühele lõigule leitakse selle keskpunkt;
- koonuselõikele (ringjoon või ellips) leitakse selle sümmeetriakeskpunkt (vt ka käske *Keskpunkt* ja *SümmeetriaKeskpunkt*).

Uus punkt

Sinna, kuhu klõpsate *graafikavaate* joonestusväljal, luuakse uus punkt. Punkti koordinaadid fikseeritakse sel hetkel, kui vabastate hiire klahvi.

Märkus:

- Klõpsates lõigul, sirgel, hulknurgal, koonuselõikel, funktsioonil või kaarel, luuakse *punkt sellele objektile* (vt ka käsku *Punkt*).
- Klõpsates kahe objekti lõikepunktil, luuakse nende objektide lõikepunkt (vt ka tööriista *Kahe objekti lõikepunktid* ja käsku *Lõikepunkt*).

2.2.3. Vektori tööriistad

Kahe punkti vaheline vektor

Valige kõigepealt vektori alguspunkt, seejärel lõpp-punkt (vt ka käsku *Vektor*).

Rakenda vektor antud punkti

Valige punkt *A* ja vektor $\vec{v}$. Seejärel luuakse vektor $\overrightarrow{AB} = \vec{v}$ ja punkt *B* (vt ka käsku *Vektor*).

2.2.4. Lõigu tööriistad

Kahe punkti vaheline lõik

Märgistades punktid *A* ja *B,* luuakse nende punktide vaheline lõik (vt ka käsku *Lõik*).
Märkus: *Algebravaates* antakse ka tekkinud lõigu pikkus.

Antud punktist lähtuv antud pikkusega lõik

Klõpsake lõigu alguspunktile *A*. Ekraanile ilmuvasse aknasse sisestage lõigu pikkus *a* (vt ka käsku *Lõik*).
Märkus: Selle tööriistaga luuakse lõik pikkusega *a* ja lõpp-punktiga *B*, mida on võimalik režiimis *Liiguta* pöörata ümber alguspunkti *A.*

2.2.5. Kiire tööriist

Kiir kahe punktiga

Märgistades joonestusväljal kaks punkti *A* ja *B*, luuakse kiir alguspunktiga *A* läbi punkti *B* (vt ka käsku *Kiir*).
Märkus: *Algebravaates* antakse ka vastava sirge võrrand.

2.2.6. Hulknurga tööriistad

Hulknurk

Märgistage järjestikku vähemalt kolm punkti, mis oleksid hulknurga tippudeks. Seejärel klõpsake uuesti esimesena märgitud punktile, et sulgeda hulknurk (vt ka käsku *Hulknurk*).
Märkus: *Algebravaates* antakse tekkinud hulknurga pindala.

Korrapärane hulknurk

Märgistage kaks punkti *A* ja *B* ning trükkige ekraanile ilmuva dialoogiakna tekstireale arv *n* (hulknurga tippude arv). Niimoodi tekib korrapärane *n*-tipuline hulknurk, mille kaks tippu on punktid *A* ja *B* (vt ka käsku *Hulknurk*).

2.2.7. Sirge tööriistad

Nurgapoolitaja

Nurgapoolitaja saab luua kahel moel (vt ka käsku *Nurgapoolitaja*):

- Märgistage joonestusväljal kolm punkti A, B, C, tekitatakse nurgapoolitaja nurgale, mille tipuks on punkt B.
- Märgistage kaks sirget (või sirge osa), antakse tekkinud kõrvunurkade paari mõlema nurga poolitajad.

Märkus: Kõikide nurgapoolitajate sihivektor on pikkusega 1.

Regressioonisirge

Regressioonisirget mingile punktide hulgale on võimalik luua järgneval kahel moel (vt ka käsku *Regressioonisirge*):

- Looge *valikuristkülik*, mis sisaldaks kõiki neid punkte.
- Valige *punktide loend*, millele vastavat regressioonisirget soovite.

Sirge kahe punktiga

Märgistades joonestusväljal kaks punkti *A* ja *B,* fikseeritakse sirge läbi nende kahe punkti (vt ka käsku *Sirge*).

Märkus: Tekkinud sirge sihivektoriks on vektor $\overrightarrow{AB}$.

Paralleelne sirge

Märgistades sirge *g* ja punkti *A,* defineeritakse sirge läbi punkti *A*, mis on paralleelne sirgega *g* (vt ka käsku *Sirge*).

Märkus: Tekkinud sirge siht on sama, mis sirgel *g*.

Lõigu keskristsirge

Lõigu keskristsirge saate tekitada, kui märgistate lõigu *s* või kaks punkti *A* ja *B* (vt ka käsku *Keskristsirge*).

Märkus: Tekkinud sirge siht on määratud vektoriga, mis on risti lõiguga *s* või *AB* (vt ka käsku *RistuvVektor*).

Ristsirge

Märgistades sirge *g* ja punkti *A,* antakse punkti *A* läbiv sirge, mis on risti sirgega *g* (vt ka käsku *Ristsirge*).
Märkus: Tekkinud sirge sihivektor on risti sirge *g* sihivektoriga (vt ka käsku *RistuvVektor*).

Polaar või kaasdiameeter

Selle tööriistaga luuakse koonuselõike polaar või kaasdiameeter (vt ka käsku *Polaar*).

- Polaari leidmiseks märgistage punkt ja koonuselõige;
- Kaasdiameetri leidmiseks märgistage sirge või vektor ning koonuselõige.

Puutujad

Koonuselõigete puutujaid võib saada mitmel moel (vt ka käsku *Puutujad*):

- Märgistades punkti *A* ja koonuselõike *c*, antakse punktist *A* tõmmatud kõik koonuslõike *c* puutujad.
- Märgistades sirge (või sirge osa) *g* ja koonuselõike *c*, antakse kõik *c* puutujad, mis on paralleelsed sirgega *g*.

Märgistades punkti *A* ja funktsiooni *f*, antakse funktsiooni *f* graafiku puutuja kohal $x = x(A)$.

Märkus: $x(A)$ väljendab punkti *A* *x*-koordinaati. Kui punkt *A* asub funktsiooni graafikul, siis puutuja läbib punkti *A*.

2.2.8. Koonuselõike tööriistad

Ringjoon keskpunkti ja raadiusega

Peale ringjoone keskpunkti *M* märgistamist sisestage avanevasse dialoogiaknasse ringjoone raadius (vt ka käsku *Ringjoon*).

Ringjoon keskpunkti ja ringjoone punktiga

Märgistades punkti *M* ja punkti *P*, tekib ringjoon keskpunktiga *M* ja mis läbib punkti *P* (vt ka käsku *Ringjoon*).
Märkus: Tekkinud ringjoone raadius on lõigu *MP* pikkus.

Ringjoon kolme punktiga

Märgistades kolm punkti *A*, *B* ja *C*, tekib neid kolme punkti läbiv ringjoon (vt ka käsku *Ringjoon*).
Märkus: Kui need punktid asetsevad ühel sirgel, siis saame neid punkte läbiva sirge.

Sirkel

Märgistades lõigu või kaks punkti, määratakse ringjoone raadius. Seejärel klõpsake punktil, mida soovite loodava uue ringjoone keskpunktiks.

Koonuselõige viie punktiga

Märgistades viis punkti, tekib koonuselõige läbi nende viie punkti (vt ka käsku *Koonuselõige*).
Märkus: Kui neli punkti viiest asuvad ühel ja samal sirgel, siis koonuselõige ei ole määratud.

Ellips

Märgistage ellipsi kaks fookust. Seejärel märgistage kolmas punkt, mis asub ellipsil (vt ka käsku *Ellips*).

Hüperbool

Märgistage hüperbooli kaks fookust. Seejärel märgistage kolmas punkt, mis asub hüperboolil (vt ka käsku *Hüperbool*).

Parabool

Märgistage punkt ja parabooli juhtjoon (vt ka käsku *Parabool*).

2.2.9. Kaare ja sektori tööriistad

Märkus: GeoGebras on kaare algebraliseks väärtuseks selle pikkus. Sektori algebraliseks väärtuseks on selle pindala.

Ringjoone kaar keskpunkti ja kahe punktiga

Märgistades kolm punkti *M*, *A* ja *B*, tekib ringjoone kaar, mille keskpunkt on *M* ja alguspunkt on *A*. Punkt B määrab kaare pikkuse (vt ka käsku RingjooneKaar1).

Märkus: Punkt A asub alati kaarel, aga punkt *B* ei pea asuma kaarel.

Ringi sektor keskpunkti ja kahe punktiga

Märgistades kolm punkti *M*, *A* ja *B*, tekib ringi sektor, mille keskpunkt on *M* ja alguspunkt on *A*. Punkt B määrab sektori kaare pikkuse (vt ka käsku *RingiSektor1*).
Märkus: Punkt A asub alati sektori kaarel, aga punkt *B* ei pea asetsema sektori kaarel.

Ringjoone kaar kolme punktiga

Märgistades joonestusväljal kolm punkti *A*, *B* ja *C*, tekib nende punktidega määratud ringjoone kaar. Punkt *A* on kaare alguspunktiks, punkt *B* asub kaarel ning punkt *C* on kaare lõpp-punktiks (vt ka käsku *RingjooneKaar2*).

Ringjoone sektor kolme punktiga

Märgistades joonestusväljal kolm punkti *A*, *B* ja *C*, tekib nende punktidega määratud ringi sektor. Punkt *A* on sektori kaare alguspunktiks, punkt *B* asub kaarel ning punkt *C* on sektori kaare lõpp-punktiks (vt ka käsku *RingiSektor2*).

Poolringjoon kahe punktiga

Märgistades kaks punkti *A* ja *B*, tekib poolringjoon, mille diameetriks on lõik *AB* (vt ka käsku *Poolringjoon*).

2.2.10. Arvu ja nurga tööriistad

Nurk

Selle tööriistaga on võimalik luua nurkasid mitmel erineval moel (vt ka käsku *Nurk*):

- Klõpsake kolmele punktile, et luua nende punktide vaheline nurk. Teine märgistatud punkt on nurga tipuks.
- Klõpsake kahele lõigule, et luua nende lõikude vaheline nurk.
- Klõpsake kahele sirgele (või sirge osale), et luua nende vaheline nurk.
- Klõpsake kahele vektorile, et luua nende vektorite vaheline nurk.
- Klõpsake hulknurgale, et luua kõik selle hulknurga sisenurgad.
  Märkus: Kui hulknurk on loodud nii, et selle tipud on märgistatud vastupäeva, siis tööriist *Nurk* annab hulknurga sisenurgad.

Märkus: Nurgad luuakse vastupäevase orientatsiooniga. Seega punktide märgistamise järjekord

on tööriista *Nurk* juures oluline. Kui soovite joonestada nurki, mille maksimaalseks suuruseks on 180°, siis vabastage linnuke valiku *Luba ülinürinurka* ees *omaduste dialoogiakna* vahelehel *Üldine*.

Etteantud suurusega nurk

Märgistage joonestusväljal kaks punkti *A* ja *B* ning trükkige nurga suurus avaneva dialoogiakna tekstiväljale (vt ka käsku *Nurk*).
Märkus: Tööriist loob punkti *C* ja nurga α, kus α on nurk *ABC*.

Pindala

Selle tööriistaga antakse hulknurga, ringi või ellipsi pindala arvuline väärtus ja esitatakse dünaamilise tekstina *graafikavaates* (vt ka käsku *Pindala*).

Kaugus või pikkus

Tööriist annab kahe punkti vahelise kauguse, kahe sirge (või sirge osa) vahelise kauguse või punkti ja sirge (või sirge osa) vahelise kauguse arvulise väärtuse ja see esitatakse dünaamilise tekstina *graafikavaates*. Samuti leitakse lõigu või ringjoone pikkus ning hulknurga ümbermõõt (vt ka käske *Kaugus* ja *Pikkus*).

Liugur

Selleks, et tekitada liugurit arvu või nurga esitamiseks, klõpsake *graafikavaate* suvalisele vabale alale. Ekraanile ilmuvas dialoogiaknas saate määrata liuguri *nimetuse*, arvu või nurga muutumise *intervalli [min; max]* ning liuguri *kasvu*, *joonduse* ja *laiuse* (pikselites).
Märkus: *Liuguri* loomise dialoogiaknasse on võimalik intervalli ja kasvu jaoks sisestada sümboleid ° ja *pii (π)* järgmiste klahvikombinatsioonidega:

- *Alt+O* (Mac OS: *Ctrl+O*) kraadisümbol °;
- *Alt+P* (Mac OS: *Ctrl*+P) pii sümbol *π*.

Liuguri asukoht võib olla ekraaniga seotud ehk absoluutne (see tähendab, et liuguri asukohta ei mõjuta suumimine ja alati asub *graafikavaate* nähtaval alal) või koordinaatsüsteemist sõltuv ehk suhteline (vt vastava arvu või nurga *omaduste dialoogiaken*).
Märkus: GeoGebras on liugur *vaba arvu* või *vaba nurga* graafiline esitus. Liugurit on võimalik kergesti luua juba olemasoleva *vaba arvu või nurga* jaoks seda *graafikavaates* näidates (vt *paremaklahvimenüü*; vt tööriist *Näita / peida objekt*).

Tõus

See tööriist annab sirge (või sirge osa) tõusu ja seda illustreeriva kolmnurga *graafikavaates* (vt ka käsku *Tõus*).

2.2.11. Loogilise muutuja tööriist

Märkeruut objektide näitamiseks ja peitmiseks

Märkeruudu (vt paragrahvi *Loogilised muutujad ja loogikatehted*) loomiseks tuleb klõpsata *graafikavaatele*. Märkeruudu abil saab näidata ja peita üht või mitut objekti. Ekraanil avanevas dialoogiaknas saab määrata, milliseid objekte hakkab see märkeruut mõjutama.
Märkus: Objekte saab valida/märgistada dialoogiaknas avanevas objektide loetelus või neile ükskõik millises vaates klõpsates.

2.2.12. Lookuse tööriist

Lookus

Valige punkt *B*, mis sõltub mingist teisest punktist *A* ja mille lookust saab joonestada. Seejärel klõpsake punktile *A*, et luua punkti B lookus (vt ka käsku *Lookus*).
Märkus: Punkt *A* peab olema mingi objekti punkt (nt punkt sirgel, lõigul või ringil).
Näide:

- Trükkige *sisendribale* `f(x) = x^2 - 2 x - 1` ja vajutage *Enter*-klahvile.
- Looge *x*-teljele uus punkt *A* (vt tööriista *Uus punkt*; vt käsku *Punkt*).
- Looge punktist *A* sõltuv punkt `B = (x(A), f'(x(A)))`.
- Valige tööriist *Lookus* ja klõpsake vastavalt punktile *B* ja seejärel punktile *A*.
- Lohistage punkti *A* mööda *x*-telge, et näha punkti *B* liikumas piki selle lookust.

2.2.13. Geomeetriliste teisenduste tööriistad

Järgnevaid geomeetrilisi teisendusi saab rakendada punktidele, sirgetele (või sirge osadele), koonuselõigetele, hulknurkadele ja piltidele.

Objekti homoteetsusteisendus punktist teguriga

Kõigepealt valige objekt, mida teisendada. Seejärel klõpsake punktile, mis on homoteetsusteisenduse keskpunktiks. Järgnevalt sisestage avanevasse dialoogiaknasse

homoteetsustegur (vt ka käsku *Homoteetsusteisendus*).

Peegelda objekti sirgest

Kõigepealt valige peegeldatav objekt, seejärel sirge, mille suhtes peegeldada (vt ka käsku *Peegelda*).

Peegelda objekti punktist

Kõigepealt valige peegeldatav objekt. Seejärel klõpsake punktile, mille suhtes peegeldada (vt ka käsku *Peegelda*).

Peegelda punkti ringjoonest

Antud tööriist võimaldab peegeldada punkti ringjoonest. Kõigepealt märgistage punkt, mida peegeldada ning seejärel klõpsake ringjoonele, millest peegeldada (vt ka käsku *Peegelda*).

Pööra objekti antud nurga võrra ümber punkti

Kõigepealt märgistage pööratav objekt. Seejärel klõpsake punktile ümber mille pöörata (pöörde keskpunktile). Järgnevalt sisestage avanevasse dialoogiaknasse pöördenurga suurus (vt ka käsku *Pööre*).

Objekti lüke vektoriga

Kõigepealt märgistage objekt, mida lükata ning seejärel klõpsake vektorile (vt ka käsku *LükeVektoriga*).

2.2.14. Teksti lisamise tööriist

Lisa tekst

Selle tööriistaga saab *graafikavaatesse* lisada nii staatilist kui ka dünaamilist teksti või LaTeX'i avaldisi (vt ka lõiku *Teksti käsud*).
Kõigepealt tuleb määrata teksti asukoht ühel järgneval moel:

- Klõpsake *graafikavaates* kohale, kuhu soovite uut teksti luua.
- Klõpsake punktile, kui soovite, et loodava teksti asukoht oleks sõltuvuses selle punkti asukohast.

Seejärel avaneb dialoogiaken, kuhu saate sisestada teksti.

Märkus: Teksti asukoht võib olla ekraaniga seotud (absoluutne) või sõltuda koordinaatide süsteemist. Seda saate määrata teksti *omaduste dialoogiakna* vahelehel *Üldine.*

Staatiline tekst ei sõltu ühestki matemaatilisest objektist ja reeglina muutused konstruktsioonis seda teksti ei mõjuta.

Dünaamiline tekst sisaldab objektide väärtuseid, mis objektide muutumisel automaatselt kohanduvad.

Segatekst on staatilise ja dünaamilise teksti kombinatsioon. Selleks, et segateksti luua, saab staatilise tekstiosa sisestada klaviatuuri abil (nt `Punkt A =`). Seejärel võite klõpsata objektil, mille väärtust soovite esitada dünaamilise tekstina.

Märkus: GeoGebra lisab automaatselt süntaksi (`"Punkt A = " + A`), mis on tarvilik segateksti loomiseks: jutumärgid ümbritsevad staatilist osa ja plussmärgid (+) ühendavad erinevaid teksti osasid.

Sisend	Kirjeldus
`See on staatiline tekst`	Staatiline tekst
A	Dünaamiline tekst (kui punkt *A* eksisteerib)
`"Punkt A = " + A`	Kaheosaline segatekst, mis kasutab punkti *A* väärtust
`"a = " + a + "cm"`	Kolmeosaline segatekst, mis kasutab arvu *a* väärtust

Märkus: Kui juba leidub objekt tähisega *xxx* ja teie soovite luua staatilist teksti, mis kasutab selle objekti tähist (nimetust), siis tuleb selle tähise ümber lisada jutumärgid (`"xxx"`). Vastasel korral annab GeoGebra automaatselt dünaamilise teksti, milleks on objekti *xxx* väärtus, mitte selle tähis. Suvalise teksti, mis ei ühti ühegi objekti tähisega, võib trükkida ilma jutumärkideta.

Märkus: Segatekstis peab staatiline osa asuma jutumärkide vahel. Erinevad tekstiosad (nt staatiline ja dünaamiline osa) tuleb ühendada plussmärkidega (+).

LaTeX'i avaldised

Programmis GeoGebra on võimalik kirjutada ka avaldisi. Selleks klõpsake tööriistaga *Lisa tekst* avanevas dialoogiaknas asuvale märkeruudule *LaTeX'i avaldis* ja sisestage avaldis LaTeX'i süntaksis.

Märkus: Selleks, et luua LaTeX'i avaldisi sisaldavat teksti, tuleb sisestada teksti staatiline osa ja siis lisada LaTeX'i avaldis dollari sümbolite ($) vahel.

Näide: `Diagonaali pikkus on $\sqrt{ 2 }$.`

Mõningate enamkasutatavate sümbolite süntaksit on võimalik valida LaTeX'i märkeruudu

järel avanevast rippmenüüst. See lisab vastava LaTeX'i koodi tekstiväljale ja asetab kursori loogiliste sulgude vahele, kuhu saate juba sobiva infot sisestada. Kui soovite lisada dünaamilise teksti LaTeX'i avaldisse, siis klõpsake vastavale objektile ja GeoGebra lisab ise segatekstile vastava süntaksi.

Alljärgnevalt on toodud mõned tähtsamad LaTeX'i käsud ja nende selgitused. Lisainformatsiooni on võimalik leida igast LaTeX'i dokumentatsioonist.

LaTeX'i sisend	Tulemus
`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}`	$\overline{AB}$
`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. Pildi lisamise tööriist

Lisa pilt

Selle tööriistaga on võimalik *graafikavaatesse* lisada pilt.

Kõigepealt määrake pildi asukoht ühel alltoodud viisil:

- Klõpsake *graafikavaatele*, et määrata pildi alumise vasaku nurga asukoht.
- Klõpsake punktile, et määrata just see punkt pildi alumiseks vasakuks nurgaks.

Seejärel avaneb dialoogiaken, kus saate valida teie arvutist lisatava pildi faili.

Märkus: Peale tööriista *Lisa pilt* valimist on võimalik klahvikombinatsiooniga *Alt*+klõps kleepida pilt otse arvuti vahemälust *graafikavaatesse*.

Piltide omadused

Pildi **asukoht** võib olla ekraaniga seotud (absoluutne) või sõltuda koordinaatide süsteemist. Seda saab määrata pildi *omaduste dialoogiakna* vahelehel *Üldine*.

Pildil on võimalik määrata kuni kolm **nurgapunkti.** Seda saab teha pildi *omaduste*

dialoogiakna vahelehel *Asukoht*. See võimaldab pilti skaleerida, pöörata ja isegi moonutada (vt ka käsku *NurgaPunkt*).

- *Pildi nurk 1*: pildi alumise vasaku nurga asukoht;
- *Pildi nurk 2:* pildi alumise parema nurga asukoht;
  Märkus: Seda nurka on võimalik määrata üksnes siis, kui pildi 1. nurk on eelnevalt määratud. See võimaldab määrata pildi laiuse.
- *Pildi nurk 4*: pildi ülemise vasaku nurga asukoht.
  Märkus: Seda nurka on võimalik määrata ainult siis, kui pildi 1. nurk on eelnevalt määratud. See määrab pildi kõrguse.

Näide: Märgime joonestusväljale kolm punkti *A*, *B* ja *C* ning uurime nurgapunktide mõju pildile.

- Määrame punkti *A* pildi esimeseks nurgaks ja punkti *B* teiseks nurgaks. Lohistades punkte *A* ja *B* režiimis *Liiguta*, saab nende mõju pildile kergesti uurida.
- Vabastame punkti B pildi teise nurgapunkti staatusest. Määrame punkti *A* esimeseks ja punkti *C* neljandaks pildi nurgaks. Sarnaselt eelmisele näitele saab uurida, kuidas nende punktide lohistamine pilti mõjutab.
- Lõpuks võib määrata kolm nurgapunkti ja vaadata, kuidas nende lohistamine pilti moonutab.

Näide: Eelnevalt nägime, kuidas mõjutada pildi asukohta ja suurust. Kui soovite paigutada pildi punkti *A* (alumine vasak nurk) ja määrata pildi laiuseks 3 ning kõrguseks 4 ühikut, siis võite toimida järgmiselt:

- Määrake *pildi nurk 1*: A
- Määrake *pildi nurk 2*: `A + (3, 0)`
- Määrake *pildi nurk 4*: `A + (0, 4)`

Märkus: Kui nüüd punkti *A* režiimis *Liiguta* lohistada, siis pilt säilitab soovitud mõõtmed.

Pildi võib määrata joonestusvälja ***taustapildiks*** pildi *omaduste dialoogiakna* vahelehelt *Üldine*. Taustapilt asetseb koordinaatteljestiku taga ja seda ei saa hiljem enam hiirega valida. Märkus: Selleks, et pildi taustamääranguid muuta avage *menüüst Redigeeri* valik *Omadused…*.

Selleks, et (tausta)pildilt objekte või telgi paremini näha, võib muuta (tausta)pildi ***läbipaistvaks***. Pildile saab määrata pildi *omaduste dialoogiakna* vahelehel *Stiil* täitevärvi protsendi vahemikus 0% kuni 100%.

3. Algebraline sisend

3.1. Üldised märkused

Matemaatiliste objektide algebralist esitust (nt väärtust, koordinaate, võrrandeid) näidatakse *algebravaates*. Objekte on võimalik lihtsasti modifitseerida *sisendrea* abil, mis asub GeoGebra akna allääres (vt lõike *Otsene sisend* ja *Käsud*).

Märkus: Alati tuleb peale algebralise sisendi *sisendreale* trükkimist vajutada *Enter*-klahvile.

Märkus: Iga kord, kui vajutatakse *Enter*-klahvile, vahetatakse aktiivseks kas *sisendriba* või *graafikavaade*. See võimaldab *sisendreale* sisestada avaldisi ja käskusid ilma sellele eelnevalt klõpsamata.

Objektide tähistamine

Objektile saab määrata konkreetse tähise, kui objekt luuakse *sisendriba* abil:

- *Punktid*: GeoGebras on punktid alati tähistatud suurte tähtedega. Sisendreale tuleb trükkida tähis (nt *A*, *P*) ja võrdusmärk koordinaatide või käskude ette.
  Näited: `C = (2, 4)`, `P = (1; 180°)`, `Kompleks = 2 + i`
- *Vektorid*: Selleks, et eristada punkte vektoritest, on vektorid tähistatud GeoGebras väiketähtedega. Jällegi tuleb sisendreale trükkida tähis (nt *v*, *u*) ja võrdusmärk koordinaatide või käskude ette.
  Näited: `v = (1, 3)`, `u = (3; 90°)`, `kompleks = 1 – 2i`
- *Sirged, ringjooned ja koonuselõiked*: Neid objekte saab tähistada, kui sisendreale trükkida tähis, lisada koolon ning nende võrrandid või käsud.
  Näited: `g: y = x + 3`, `c: (x-1)^2 + (y – 2)^2 = 4`, `hüp: x^2 – y^2 = 2`
- *Funktsioonid*: Funktsioone saab tähistada, kui trükkida näiteks `f(x)=` või `g(x)=` funktsiooni avaldise või käskude ette.
  Näited: `h(x) = 2 x + 4`, `q(x) = x^2`, `trig(x) = sin(x)`

Märkus:

- Kui te ise objektidele tähiseid ei määra, siis GeoGebra tähistab uued objektid tähestikulises järjekorras.
- Objektide tähistes on võimalik kasutada alaindekseid alakriipsu abil. Näiteks A_1 on sisestatud kui `A_1` ning s_{AB} on sisestatud kui `s_{AB}`.

Väärtuste muutmine

Vabade objektide väärtuste muutmiseks on kaks võimalust:

- Muutke objekti väärtust sisestades selle tähise ja uue väärtuse *sisendribale* (vt lõiku *Otsene sisend*).
  Näide: Kui soovite muuta juba olemasoleva arvu *a = 3* väärtust, siis trükkige *sisendreale* näiteks a = 5 ja vajutage *Enter*-klahvile.
- *Redigeerige* objekti algebralist esitust: Aktiveerige tööriist *Liiguta* ning tehke topeltklõps objektil *algebravaates*. Seejärel avaneb tekstiboks, kus saate objekti väärtust redigeerida. Vajutage *Enter*-klahvile, et soovitud muutus rakendada.

Märkus: Kui vabade objektide väärtuseid on võimalik otseselt muuta, siis sõltuvate objektide väärtuseid saab mõjutada üksnes muutes objekte, mille baasil need on loodud või sõltuvat objekti ennast *ümber defineerides*.

Sisendrea ajaloo näitamine

Peale kursori *sisendreale* viimist on võimalik klaviatuuril ↑ *üles* ja ↓ *alla* nooleklahve kasutades liikuda sammhaaval mööda eelnevaid sisendeid.
Märkus: Selleks, et kuvada *sisendrea abi*, klõpsake väikesel küsimärgil , mis asub *sisendreast* vasakul.

Objekti tähise, väärtuse või definitsiooni lisamine *sisendreale*

Objekti tähise lisamine: Aktiveerige tööriist *Liiguta* ning märgistage objekt, mille tähist soovite lisada *sisendreale*. Seejärel vajutage klaviatuuri klahvile *F5*.
Märkus: Objekti tähis lisatakse sellisel kujul nagu selle trükkisite *sisendreale* enne klahvile *F5* vajutamist.
Objekti väärtuse lisamine: Objekti väärtuse (nt *(1, 3)*, *3x – 5y = 12*) *sisendreale* lisamiseks on kaks võimalust.

- Paremklõps (Mac OS: *Ctrl*+klõps) objektil ning valige avanevast *paremaklahvimenüüst* *Kopeeri sisendreale.*
- Aktiveerige tööriist *Liiguta* ning märgistage objekt, mille väärtust soovite lisada *sisendreale*. Seejärel vajutage *F4*-klahvile.
  Märkus: Objekti väärtus lisatakse sellisel kujul nagu selle trükkisite *sisendreale* enne klahvile *F4* vajutamist.

Objekti definitsiooni lisamine: Objekti definitsiooni (nt A = (4, 2), c = Ringjoon[A, B]) *sisendreale* lisamiseks on kaks võimalust.

- *Alt*+klõps objektil lisab selle objekti definitsiooni *sisendreale* ja kustutab sellelt igasuguse sisendi, mis oli eelnevalt sinna trükitud.
- Aktiveerige tööriist *Liiguta* ning märgistage objekt, mille definitsiooni soovite *sisendreale* sisestada. Seejärel vajutage *F3*-klahvile.
  Märkus: Objekti definitsioon asendab iga avaldise, mille trükkisite *sisendreale* enne klahvile *F3* vajutamist.

3.2. Otsene sisend

GeoGebra opereerib arvude, nurkade, punktide, vektorite, lõikude, sirgete, koonuselõigete, funktsioonide ja parameetriliste kõveratega. Neid objekte saab sisestada *sisendribale* trükkides sinna koordinaadid või võrrandid ja vajutades *Enter*-klahvile.

3.2.1. Arvud ja nurgad

Arvud

Arve saab luua *sisendrea* abil. Kui trükite ainult arvu (nt 3), siis GeoGebra määrab ise väiketähe selle arvu tähiseks. Kui soovite anda arvule konkreetset tähist, siis trükkige tähis, seejärel võrdusmärk ja arv (nt looge kümnendmurd *r* trükkides `r = 5.32`).
Märkus: GeoGebras kasutatakse arvude ja nurkade korral märki "." täisosa ja murdosa eraldajana.
Avaldistes ja arvutustes on võimalik kasutada ka konstanti π ja Euleri konstanti e. Neid saate valida *sisendrea* kõrval olevast rippmenüüst või kiirklahvide abil.
Märkus: Kui muutuja *e* pole veel mingi objekti tähisena kasutuses, siis GeoGebra loeb selle Euleri konstandiks, kui kasutate seda uutes avaldistes.

Nurgad

Nurki on võimalik sisestada nii *kraadides* (°) kui *radiaanides* (rad). Konstant π on kasulik just radiaanide korral ja seda on võimalik saada ka `pi` sisestades.
Märkus: Kraadi sümbolit (°) või pii sümbolit (π) saab järgmiste kiirklahvidega:

- *Alt+O* (Mac OS: *Ctrl+O*) kraadisümbol °;
- *Alt+P* (Mac OS: *Ctrl+P*) pii sümbol π.

Näide: Nurga α saate sisestada kraadides (nt `α = 60°`) või radiaanides (nt `α = pi/3`).
Märkus: GeoGebra teeb kõik programmisisesed arvutused radiaanides. Sümbol ° tähendab konstanti π/180, millega korrutada kraadides antud nurka, et saada nurk radiaanides.
Näited:

- Kui *a = 30* on arv, siis `α = a°` muudab arvu *a* nurgaks *α = 30°* ilma selle väärtust muutmata.
- Kui trükite `b = α / °`, siis nurk *α* muudetakse tagasi arvuks *b = 30* ilma selle väärtust muutmata.

Liugurid ja nooleklahvid

Vabasid arve ja nurki võib *graafikavaates* esitada liuguril (vt tööriist *Liugur*). *Algebravaates* võib arve ja nurkasid muuta ka nooleklahvide abil (vt lõiku *Manuaalne*

animeerimine).

Muutumise intervall (väärtuste vahemik)

Vabadele arvudele ja nurkadele võib seada *omaduste dialoogiakna* vahelehel *Liugur* (vt ka tööriista *Liugur*) nende muutumise intervalli [min, max].
Märkus: Iga sõltuva nurga korral on võimalik *omaduste dialoogiakna* vahelehel *Üldine* määrata, kas see nurk võib muutuda ülinürinurgaks või mitte.

3.2.2. Punktid ja vektorid

Punkte ja vektoreid võib sisestada nii *rist-* kui ka *polaarkoordinaatide abil* (vt lõiku *Arvud ja nurgad*).
Märkus: Suurtähtedega tähistatakse punkte ja väiketähtedega vektoreid.
Näited:

- Punkti *P* või vektori *v* loomiseks ristkoordinaatides võib sisestada `P = (1, 0)` või `v = (0, 5)`.
- Selleks, et kasutada polaarkoordinaate, tuleb trükkida näiteks `P = (1; 0°)` või `v = (5; 90°)`.
  Märkus: Selleks, et kahte polaarkoordinaati eraldada, kasutatakse semikoolonit. Kui kraadisümbolit ei trükita, siis GeoGebra käsitleb nurka kui radiaanides antud nurka.

GeoGebras on võimalik sooritada arvutusi punktide ja vektoritega.
Näited:

- Kahe punkti *A* ja *B* keskpunkt *M* on võimalik luua sisestades *sisendribale* `M = (A + B) / 2`
- Vektori *v* pikkust on võimalik arvutada sisestades `pikkus = sqrt(v * v)`

3.2.3. Sirged ja teljed

Sirged

Sirget saab sisestada *sisendribale* lineaarvõrrandiga *x* ja *y* kaudu või parameetriliste võrranditega. Mõlemal juhul saab võrrandis kasutada juba eelnevalt defineeritud muutujaid (nt arve, punkte, vektoreid).
Märkus: Sirge tähist on võimalik ise määrata, kui trükitakse sisendreale kõigepealt tähis, lisatakse koolon ja seejärel sirge võrrand.
Näited:

- Selleks, et sisestada sirge *g* lineaarvõrrandiga, trükkige `g : 3x + 4y = 2`.
- Defineerige parameeter t (nt `t = 3`) enne, kui sisestate sirge *g* parameetrilisel kujul `g: X = (-5, 5) + t (4, -3)`.
- Defineerige parameetrid `a = 2` ja `b = -1` enne, kui sisestate sirge *h* võrrandi

telglõikudes `h: y = a x + b`.

Teljed

Kaks koordinaattelge on kasutatavad programmisiseste käskude *xAxis* ja *yAxis* abil.
Näide: Käsk `Ristsirge[A, xAxis]` konstrueerib *x*-teljega risuva sirge, mis läbib antud punkti *A*.

3.2.4. Koonuselõiked

Koonuselõiked sisestatakse *x* ja *y* kaudu (kahe muutuja) ruutvõrranditena. Seejuures on võimalik koonuselõike võrrandis kasutada eelnevalt defineeritud muutujaid (nt arve, punkte, vektoreid).
Märkus: Koonuselõike tähise võib trükkida sisendribale esimesena, lisada kooloni ja seejärel vastava võrrandi.
Näited:

- Ellips *ell*: `ell: 9 x^2 + 16 y^2 = 144`
- Hüperbool *hüp*: `hüp: 9 x^2 – 16 y^2 = 144`
- Parabool *par*: `par: y^2 = 4 x`
- Ringjoon *r1*: `r1: x^2 + y^2 = 25`
- Ringjoon *r2*: `r2: (x – 5)^2 + (y + 2)^2 = 25`

Märkus: Kui eelnevalt defineerida kaks parameetrit a = 4 ja b = 3, siis on võimalik sisestada ellips kujul `ell: b^2 x^2 + a^2 y^2 = a^2 b^2`.

3.2.5. Funktsioon argumendiga *x*

Funktsioonide sisestamisel on võimalik kasutada eelnevalt defineeritud muutujaid (nt arve, punkte, vektoreid) ja teisi funktsioone.
Näited:

- Funktsioon *f*: `f(x) = 3 x^3 – x^2`
- Funktsioon *g*: `g(x) = tan(f(x))`
- Tähiseta funktsioon: `sin(3 x) + tan(x)`

Märkus Kõiki programmisiseseid funktsioone (nt *sin*, *cos*, *tan*) kirjeldatakse lõigus *Programmisisesed funktsioonid ja operatsioonid*.
GeoGebras on võimalik kasutada ka *käske* funktsiooni *integraali* ja *tuletise* leidmiseks.
Märkus: Selleks, et leida eelnevalt defineeritud funktsiooni *f(x)* tuletisi, on võimalik kasutada käskusid `f'(x)` või `f''(x)`,… .
Näide: Kõigepealt defineerime funktsiooni *f* näiteks `f(x) = 3 x^3 – x^2`. Funktsiooni *g* on võimalik defineerida järgmiselt `g(x) = cos(f'(x + 2))`.

Lisavõimalusena saab funktsiooni graafikuid vektoriga lükata (vt käsku *LükeVektoriga*) ja *vaba funktsiooni* graafikut saab hiirega liigutada režiimis *Liiguta*.

Lõigul määratud funktsioon

Selleks, et joonestada lõigul *[a; b]* määratud funktsiooni graafik, tuleb kasutada käsku *Funktsioon*.

3.2.6. Programmisisesed funktsioonid ja operatsioonid

Arvude, koordinaatide või võrrandite sisestamiseks (vt lõiku *Otsene sisend*) on võimalik kasutada programmisiseseid funktsioone ja operatsioone.
Märkus: Programmisiseste funktsioonide korral tuleb argument esitada sulgudes, seejuures ei tohi lisada tühikut funktsiooni tähise ja sulgude vahele.

Operatsioon / funktsioon	Sisend
liitmine	+
lahutamine	-
korrutamine	* või tühiku klahv
skalaarkorrutis	* või tühiku klahv
jagamine	/
astendamine	^ või 2
faktoriaal	!
Gamma funktsioon	gamma( )
sulud	( )
x-koordinaat	x( )
y-koordinaat	y( )
absoluutväärtus	abs( )
signum funktsioon	sgn( )
ruutjuur	sqrt( )
kuupjuur	cbrt( )
juhuslik arv 0 ja 1 vahel	random( )
eksponentfunktsioon	exp( ) või e^x
logaritm (naturaallogaritm alusel *e*)	ln( ) või log( )
logaritm alusel 2	ld( )
logaritm alusel 10	lg( )
koosinus	cos( )
siinus	sin( )
tangens	tan( )

Operatsioon / funktsioon	Sisend
arkuskoosinus	`acos( )`
arkussiinus	`asin( )`
arkustangens	`atan( )`
hüperboolne koosinus	`cosh( )`
hüperboolne siinus	`sinh( )`
hüperboolne tangens	`tanh( )`
areakoosinus	`acosh( )`
areasiinus	`asinh( )`
areatangens	`atanh( )`
suurim täisarv, mis on väiksem või võrdne	`floor( )`
väikseim täisarv, mis on suurem või võrdne	`ceil( )`
ümardamine	`round( )`

3.2.7. Loogilised muutujad ja loogikatehted

GeoGebras on võimalik kasutada loogilisi muutujaid väärtustega "tõene" või "väär". Näiteks trükkige *sisendribale* `a = true` või `b = false` ja vajutage *Enter*-klahvile.

Märkeruut ja nooleklahvid

Vabasid loogilisi muutujaid saab esitada *graafikavaates* märkeruutudena (vt tööriista *Märkeruut objektide näitamiseks ja peitmiseks*). Nooleklahvide abil on võimalik muuta loogilisi muutujaid ka *algebravaates* (vt lõiku *Manuaalne animeerimine*).

Märkus: Loogilisi muutujaid saab kasutada nagu arve (väärtustega 0 või 1). See võimaldab kasutada märkeruutu *animeeritud liuguri* korral animatsiooni peatamiseks ja alustamiseks (st dünaamilise kiiruse tekitamiseks). *Graafikavaates* näidatakse animeerimise nuppu ainult siis, kui seal on staatilise (st mittedünaamilise) kiirusega animeeritud liugur.

Loogikatehted

GeoGebras on võimalik kasutada järgmisi loogikatehteid ja tingimusi. Neid saab *sisendrea* järel avanevast rippmenüüst valida või klaviatuuri abil sisestada:

	Rippmenüüst	Klaviatuurilt	Näide	Objekti tüüp
võrdne	$\stackrel{?}{=}$	==	a $\stackrel{?}{=}$ b või a == b	arvud, punktid, sirged (või sirge osad), koonuselõiked *a*, *b*

	Rippmenüüst	Klaviatuurilt	Näide	Objekti tüüp
mittevõrdne	≠	!=	a ≠ b või a != b	arvud, punktid, sirged (või sirge osad), koonuselõiked *a*, *b*
väiksem kui	<	<	a < b	arvud *a*, *b*
suurem kui	>	>	a > b	arvud *a*, *b*
väiksem või võrdne kui	≤	<=	a ≤ b või a <= b	arvud *a*, *b*
suurem või võrdne kui	≥	>=	a ≥ b või a >= b	arvud *a*, *b*
ja	∧	&&	a ∧ b või a && b	tõeväärtused *a*, *b*
või	∨	||	a ∨ b või a || b	tõeväärtused *a*, *b*
eitus	¬	!	¬a või !a	tõeväärtus *a*
paralleelne	∥		a ∥ b	sirged (või sirge osad) *a*, *b*
risti	⊥		a ⊥ b	sirged (või sirge osad) *a*, *b*

3.2.8. Objektide loendid ja operatsioonid nendega

Selleks, et luua mitmest objektist koosnevat loendit (nt punktid, lõigud, ringid), tuleb kasutada loogelisi sulgusid.

Näited:

- Sisestades `L = {A, B, C}`, saate kolmest eelnevalt defineeritud punktist *A*, *B* ja *C* koosneva loendi.
- Sisestades `L = {(0, 0), (1, 1), (2, 2)}`, saate sisestatud nimetutest punktidest koosneva loendi.

  Märkus: Vaikimisi loendi elemente *graafikavaates* ei näidata.

Loendite võrdlemine

Kahte loendit võib omavahel võrrelda järgmist süntaksit kasutades:

- `loend1 == loend2`: Kontrollitakse, kas kaks loendit on võrdsed ning tulemuseks antakse kas *true* (õige, loendid on võrdsed) või *false* (väär, loendid pole võrdsed).
- `loend1 != loend2`: Kontrollitakse, kas kaks loendit ei ole võrdsed ja tulemuseks antakse kas *true* (õige, loendid pole võrdsed) või *false* (väär, loendid on võrdsed).

Programmisiseste operatsioonide ja funktsioonide rakendamine loendite korral

Märkus: Alati, kui rakendate loenditele aritmeetilisi operatsioone ja programmisiseseid funktsioone, saate tulemuseks uue loendi.

Liitmise ja lahutamise näited:

- `loend1 + loend2`: Liidetakse kahe loendi vastavad elemendid.
  Märkus: Kaks loendit peavad olema ühe ja sama pikkusega.
- `loend + arv`: Antud arv liidetakse loendi igale elemendile.
- `loend1 – loend2`: Esimese loendi elementidest lahutatakse teise loendi vastavad elemendid.
  Märkus: Loendid peavad olema ühe ja sama pikkusega.
- `loend – arv`: Antud arv lahutatakse loendi igast elemendist.

Korrutamise ja jagamise näited:

- `loend1 * loend2`: Korrutatakse kahe loendi vastavad elemendid.
  Märkus: Kaks loendit peavad olema ühe ja sama pikkusega. Kui loendid on omavahel sobivad maatriksid, siis korrutatakse vastavad maatriksid.
- `loend * arv`: Loendi iga element korrutatakse antud arvuga.
- `loend1 / loend2`: Esimese loendi iga element jagatakse teise loendi vastava elemendiga.
  Märkus: Kaks loendit peavad olema ühe ja sama pikkusega.
- `loend / arv`: Loendi iga element jagatakse antud arvuga.
- `arv / loend`: Arv jagatakse loendi iga elemendiga.

Funktsioonide kasutamise näited:

- `loend^2`: Loendi kõik elemendid tõstetakse ruutu.
- `sin(loend)`: Siinusfunktsiooni rakendatakse loendi igale elemendile.

3.2.9. Maatriksid ja operatsioonid nendega

GeoGebras on võimalik kasutada maatrikseid, mis on esitatud loendite (maatriksi ridade) loendina.

Näide: GeoGebras loendite loend *{{1, 2, 3}, {4, 5, 6}, {7, 8, 9}}* väljendab maatriksit $\begin{Bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{Bmatrix}$.

Operatsioonid maatriksitega

Liitmise ja lahutamise näited:

- `maatriks1 + maatriks2`: Liidetakse kahe sama järku maatriksi vastavad elemendid.
- `maatriks1 – maatriks2`: Esimese maatriksi elementidest lahutatakse teise maatriksi vastavad elemendid. Maatriksid peavad olema sama järku.

Korrutamise näited:

- `maatriks * arv`: Maatriksi iga element korrutatakse antud arvuga.
- `maatriks1 * maatriks2`: Maatriksite omavaheline korrutamine. Märkus: Esimese maatriksi ridades peab olema sama palju elemente, kui teise maatriksi veergudes.

  Näide: `{{1, 2}, {3, 4}, {5, 6}} * {{1, 2, 3}, {4, 5, 6}}` annab maatriksi *{{9, 12, 15}, {19, 26, 33}, {29, 40, 51}}.*
- `2x2 maatriks * punkt` (või `vektor`): Maatriks korrutatakse antud punkti või vektoriga ning tulemuseks antakse punkt.

  Näide: `{{1, 2}, {3, 4}} * (3, 4)` annab punkti *A = (11, 25)*.
- `3x3 maatriks * punkt` (või `vektor`): Maatriks korrutatakse antud punkti või vektoriga ja tulemuseks antakse punkt.

  Näide: `{{1, 2, 3}, {4, 5, 6}, {0, 0, 1}} * (1, 2)` annab punkti *A = (8, 20)*.

  Märkus: See on erijuht afiinsest teisendusest, kus kasutatakse homogeenseid koordinaate: (x, y, 1) punkti jaoks ja (x, y, 0) vektori jaoks. Antud näide on seepärast samaväärne korrutisega `{{1, 2, 3}, {4, 5, 6}, {0, 0, 1}} * {1, 2, 1}`.

Muud näited (vt ka lõiku Maatriksi käsud):

- `Determinant[Maatriks]`: Arvutatakse antud maatriksi determinant.
- `Pöördmaatriks[Maatriks]`: Leitakse antud maatriksi pöördmaatriks.
- `Transponeeri[Maatriks]`: Leitakse antud maatriksi transponeeritud maatriks.

3.2.10. Kompleksarvud ja operatsioonid nendega

GeoGebra ei toeta kompleksarve otseselt, aga kompleksarvudega operatsioonide simuleerimiseks saab kasutada punkte.

Näide: Kui sisestate *sisendribale* kompleksarvu `3 + 4i`, siis tulemuseks saate punkti *(3, 4)* *graafikavaates*. Selle punkti koordinaatideks näidatakse *algebravaates* *3 + 4i.*

Märkus: Igat punkti saab *algebravaates* esitada kompleksarvuna. Selleks avage punkti *omaduste dialoogiaken* ja määrake vahelehel *Algebra* rippmenüüst *Koordinaadid* valik *Kompleksarv*.

Kui muutuja *i* pole eelnevalt defineeritud, siis võetakse selleks järjestatud paar *i = (0, 1)* või kompleksarv *0 + 1i*. See tähendab, et muutujat *i* saab kasutada kompleksarvude *sisendreale* sisestamisel (nt `q = 3 + 4i`).

Liitmise ja lahutamise näited:

- `(2 + 1i) + (1 – 2i)` annab kompleksarvu *3 – 1i*.
- `(2 + 1i) - (1 – 2i)` annab kompleksarvu *1 + 3i*.

Korrutamise ja jagamise näited:

- `(2 + 1i) * (1 – 2i)` annab kompleksarvu *4 – 3i*.
- `(2 + 1i) / (1 – 2i)` annab kompleksarvu *0 + 1i*.

Märkus: Tavaline korrutamine `(2, 1)*(1, -2)` annab kahe vektori skalaarkorrutise.

Muud näited:

GeoGebras on võimalik tegeleda avaldistega, mis sisaldavad nii reaal- kui ka kompleksarve.

- `3 + (4 + 5i)` annab kompleksarvu *7 + 5i*.
- `3 - (4 + 5i)` annab kompleksarvu *-1 - 5i*.
- `3 / (0 + 1i)` annab kompleksarvu *0 - 3i*.
- `3 * (1 + 2i)` annab kompleksarvu *3 + 6i*.

3.3. Käsud

Käskudega saab luua uusi ja muuta olemasolevaid objekte.

Märkus: Käsu tulemusena loodud objekti on võimalik tähistada sisestades kõigepealt tähise ja seejärel võrdusmärgi "=". Järgnevas näites tähistatakse uus punkt tähega *S*.

Näide: Sirgete *g* ja *h* lõikepunkti leidmiseks tuleb sisestada `S = Lõikepunkt[g, h]` (vt käsku *Lõikepunkt*).

Märkus: Objektide tähistes on võimalik kasutada indekseid. Tähised A_1 või S_{AB} sisestatakse kujul A_1 või s_{AB}.

Automaatne käskude lõpetamine

Kui käsku parajasti trükitakse GeoGebra *sisendribale*, siis programm püüab automaatselt käsku ise lõpetada. See tähendab, et pärast seda, kui on trükitud *sisendribale* käsu kaks esimest tähte, esitab GeoGebra esimese käsu tähestikulises järjekorras sorteeritud käskudest, mis algavad nende kahe tähega.

- Selleks, et *nõustuda pakutud käsuga* ning asetada kursor nurksulgude vahele, tuleb vajutada *Enter*-klahvile.
- Kui pakutud käsk ei ole see, mida soovitakse trükkida, siis tuleb lihtsalt *jätkata trükkimist*. GeoGebra kohandab pakkumist vastavalt järgnevalt sisestatud tähtedele.

3.3.1. Üldised käsud

KonstruktsiooniSamm

`KonstruktsiooniSamm[]`: Väljastatakse *konstruktsiooni protokollist* käsiloleva sammu järjekorranumber.

`KonstruktsiooniSamm[objekt]`: Väljastatakse *konstruktsiooni protokollist* antud objekti järjekorranumber.

Kustuta

`Kustuta[objekt]`: Kustutatakse antud objekt ja kõik sellest objektist sõltuvad objektid.
Märkus: Vaata ka tööriista *Kustuta objekt*.

Võrdlus

`Võrdlus[objekt a, objekt b]`: Väljastatakse teateboks, milles näidatakse objektide *a* ja *b* võrdlemise tulemus või omavaheline seos.

Märkus: Selle käsuga antakse teada, kas objektid on võrdsed, kas punkt asub sirgel (või selle osal) või koonuselõikel ning kas sirge on koonuselõike puutuja või hoopis lõikab koonuselõiget.

Märkus: Vaata ka tööriista *Kahe objekti omavaheline võrdlus*.

3.3.2. Loogilised käsud

KasOnDefineeritud

`KasOnDefineeritud[objekt]`: Väljastatakse *true (tõene)* või *false (väär)* sõltuvalt sellest, kas objekt on defineeritud või mitte.

KasOnTäisarv

`KasOnTäisarv[arv]`: Väljastatakse *true (tõene)* või *false (väär)* sõltuvalt sellest, kas arv on täisarv või mitte.

Kui

`Kui[tingimus, objekt]`: Antakse koopia objektist, kui tingimuse väärtus on `tõene` ja tulemus on määramata, kui tingimuse väärtus on `väär`.

`Kui[tingimus, objekt a, objekt b]`: Antakse koopia objektist *a*, kui *tingimuse* väärtus on `tõene` ja koopia objektist b, kui selle väärtus on `väär`.

3.3.3. Arvulised käsud

Alamsumma

`Alamsumma[funktsioon, arv a, arv b, arv n]`: Arvutatakse funktsiooni alamsumma lõigul *[a; b],* mis on määratud *n* ristkülikuga.

Märkus: See käsk joonestab ka alamsumma määravad ristkülikud.

Binoomkordaja

`Binoomkordaja[arv n, arv k]`: Arvutatakse binoomkordaja $\binom{n}{k}$.

Ekstsentrilisus

`Ekstsentilisus[koonuselõige]`: Arvutatakse koonuselõike (ellipsi ja hüperbooli) ekstsentrilisus.

Märkus: Ekstsentrilisus on koonuselõike sümmeetriakeskpunkti ja (ühe) fookuse vaheline kaugus.

FokaalpoolteljePikkus

`FokaalpoolteljePikkus[koonuselõige]`: Antakse koonuselõike fokaalpooltelje pikkus.

Integraal

`Integraal[funktsioon, arv a, arv b]`: Väljastatakse funktsiooni *f(x)* määratud integraal lõigul *[a ; b]*.

Märkus: See käsk kujutab ka funktsiooni *f* graafiku ja *x*-telje vahelise ala, mille pindala vastav määratud integraal väljendab.

`Integraal[funktsioon f, funktsioon g, arv a, arv b]`: Väljastatakse

määratud integraal funktsioonide vahest *f(x) - g(x)* lõigul *[a ; b]*.

Märkus: See käsk kujutab ka funktsioonide *f* ja *g* graafikute vahelise ala, mille pindala vastav määratud integraal väljendab.

Märkus: Vaata ka käsku *määramata integraali* jaoks.

Iteratsioon

`Iteratsioon[funktsioon, arv x0, arv n]`: Funktsiooni *f* itereeritakse *n* korda võttes algväärtuseks *x0* väärtuse.

Näide: Peale funktsiooni `f(x) = x^2` defineerimist annab käsk `Iteratsioon[f, 3, 2]` tulemuseks $(3^2)^2 = 81$.

JagatiseTäisosa

`JagatiseTäisosa[arv a, arv b]`: Antakse arvu *a* jagamisel arvuga *b* tekkinud täisosa.

JoonePikkus

`JoonePikkus[koonuselõige]`: Väljastatakse ringjoone või ellipsi pikkus.

Juhusliku arvu käsud

`JuhuslikBinoomjaotuseVäärtus[katsete arv n, tõenäosus p]`: Genereeritakse juhuslik arv binoomjaotusest *n* katsega ja tõenäosusega *p*.

`JuhuslikNormaaljaotuseVäärtus[keskväärtus, standardhälve]`: Genereeritakse juhuslik etteantud keskväärtuse ja standardhälbega normaaljaotuse väärtus.

`JuhuslikPoissonijaotuseVäärtus[keskväärtus]`: Genereeritakse juhuslik etteantud keskväärtusega Poissoni jaotuse väärtus.

`JuhuslikTäisarv[minimaalne täisarv, maksimaalne täisarv]`: Genereeritakse juhuslik *minimaalse* ja *maksimaalse* täisarvu (kaasa arvatud) vaheline täisarv.

Jääk

`Jääk[täisarv a, täisarv b]`: Antakse arvu *a* jagamisel arvuga *b* tekkinud jääk.

Kaugus

`Kaugus[punkt A, punkt B]`: Antakse kahe punkti *A* ja *B* vaheline kaugus.

`Kaugus[punkt, sirge]`: Antakse punkti ja sirge (või selle osa) vaheline kaugus.

`Kaugus[sirge g, sirge h]`: Antakse sirgete (või nende osade) *g* ja *h* vaheline kaugus.

Märkus: Lõikuvate sirgete (või nende osade) vaheline kaugus on 0. See käsk on eriti kasulik paralleelsete sirgete (või nende osade) korral.

Märkus: Vaata ka tööriista *Kaugus või pikkus*.

Kõverus

`Kõverus[punkt, funktsioon]`: Antakse funktsiooni kõverus antud punktis.
`Kõverus[punkt, kõver]`: Antakse kõvera kõverus antud punktis.

Lihtsuhe

`Lihtsuhe[punkt A, punkt B, punkt C]`: Antakse kolme kollineaarse punkti *A*, *B* ja *C* lihtsuhte λ, kus $C = A + \lambda * AB$.

Liitsuhe

`Liitsuhe[punkt A, punkt B, punkt C, punkt D]`: Antakse nelja kollineaarse punkti *A*, *B*, *C* ja *D* *liitsuhte* λ, kus λ = *Lihtsuhe[B, C, D] / Lihtsuhe[A, C, D].*

Miinimum ja maksimum

`Min[arv a, arv b]`: Antakse miinimum arvudest *a* ja *b*.
`Max[arv a, arv b]`: Antakse maksimum arvudest *a* ja *b*.

Parameeter

`Parameeter[parabool]`: Antakse parabooli parameeter, mis on parabooli suvalise punkti kaugus juhtjoonest ja fookusest.

Pikkus

`Pikkus[vektor v]`: Antakse vektori $\vec{v}$ pikkus.
`Pikkus[punkt A]`: Antakse punkti *A* kohavektori pikkus.
`Pikkus[funktsioon, arv x1, arv x2]`: Antakse funktsiooni graafiku pikkus lõigul *[x1 ; x2].*
`Pikkus[funktsioon, punkt A, punkt B]`: Antakse funktsiooni graafiku kahe punkti *A* ja *B* vahel asuva funktsiooni graafiku pikkus.
Märkus: Kui antud punktid ei asu funktsiooni graafikul, siis intervall määratakse nende punktide *x*-koordinaatide järgi.
`Pikkus[kõver, arv t1, arv t2]`: Väljastatakse parameetriliste võrranditega antud kõvera sellise osa pikkus, mis on määratud parameetrite *t1* ja *t2* vaheliste väärtustega.
`Pikkus[kõver, punkt A, punkt B]`: Väljastatakse parameetriliste võrranditega antud kõvera kahe punkti *A* ja *B* vahel asuva kõvera osa pikkus.
`Pikkus[loend]`: Väljastatakse loendi pikkus, milleks on loendi elementide arv.
Märkus: Vaata ka tööriista *Kaugus või pikkus*.

Pindala

`Pindala[punkt A, punkt B, punkt C, ...]`: Antakse punktidega *A*, *B* , *C* ja … defineeritud hulknurga pindala.

`Pindala[koonuselõige]`: Antakse koonuselõike pindala (ring või ellips).

Märkus:

- Selleks, et leida kahe funktsiooni graafiku vahelist pindala, tuleks kasutada käsku *Integraal*.
- Vaata ka tööriista *Pindala*.

Raadius

`Raadius[ringjoon]`: Antakse ringjoone raadius.

SÜT

`SÜT[arv a, arv b]`: Arvutatakse arvude *a* ja *b* suurim ühistegur.

`SÜT[arvude loend]`: Arvutatakse arvude loendi suurim ühistegur.

TeisePoolteljePikkus

`TeisePoolteljePikkus[koonuselõige]`: Antakse koonuselõike teise pooltelje pikkus.

TeljeSamm

`TeljeSammX[]`: Väljastatakse x-teljel olevate kriipsude vahelise sammu pikkus.

`TeljeSammY[]`: Väljastatakse y-teljel olevate kriipsude vahelise sammu pikkus.

Märkus: Kasutades käske *NurgaPunkt* ja *Loend*, võimaldavad *TeljeSamm*-käsud luua kohandatud teljestiku (vt ka lõiku Koordinaatteljestiku ja ruudustiku kohandamine).

Trapetssumma

`Trapetssumma[funktsioon, arv a, arv b, arv n]`: Arvutatakse funktsiooni trapetssumma lõigul [*a, b*], mis on määratud *n* trapetsiga.

Märkus: See käsk joonestab ka trapetssumma määravad trapetsid.

Tõus

`Tõus[sirge]`: Antakse sirge (või selle osa) tõus.

Märkus: See käsk joonestab samuti tõusu illustreeriva kolmnurga, mille suurust on võimalik muuta *omaduste dialoogiakna* vahelehel *Stiil.*

Märkus: Vaata ka tööriista *Tõus*.

VÜK

`VÜK[arv a, arv b]`: Arvutatakse arvude *a* ja *b* väikseim ühiskordne.
`VÜK[arvude loend]`: Arvutatakse arvude loendi väikseim ühiskordne.

Ülemsumma

`Ülemsumma[funktsioon, arv a, arv b, arv n]`: Arvutatakse funktsiooni ülemsumma lõigul *[a; b],* mis on määratud *n* ristkülikuga.
Märkus: See käsk joonestab ka ülemsumma määravad ristkülikud.

Ümbermõõt

`Ümbermõõt[hulknurk]`: Antakse hulknurga ümbermõõt.

3.3.4. Nurga käsud

Nurk

`Nurk[vektor v1, vektor v2]`: Antakse kahe vektori $\vec{v_1}$ ja $\vec{v_2}$ vaheline nurk (0 kuni 360°).
`Nurk[sirge g, sirge h]`: Antakse kahe sirge (või sirge osa) *g* ja *h* sihivektorite vaheline nurk (0 kuni 360°).
`Nurk[punkt A, punkt B, punkt C]`: Antakse lõikude *BA* ja *BC* vaheline nurk (0 kuni 360°). Punkt *B* on nurga tipp.
`Nurk[punkt A, punkt B, nurk α]`: Väljastatakse nurk suurusega α, mis on joonestatud punktist *A* ja tipuga *B*.
Märkus: Lisaks luuakse ka punkt *Pööre[A, α, B]*.
`Nurk[koonuselõige]`: Antakse koonuselõike fokaaltelje pöördenurk (vt käsku *Teljed*).
`Nurk[vektor]`: Antakse *x*-telje ja antud vektori vaheline nurk.
`Nurk[punkt]`: Antakse *x*-telje ja antud punkti kohavektori vaheline nurk.
`Nurk[arv]`: Antud arv teisendatakse nurgaks (tulemus on 0 kuni 2pi).
`Nurk[hulknurk]`: Luuakse kõik antud hulknurga sisenurgad (vastupäeva).
Märkus: Kui hulknurk on loodud vastupäevase punktide järjekorraga, siis see käsk annab hulknurga sisenurgad. Kui hulknurk on loodud päripäevase orientatsiooniga, siis antakse nurgad *(360° - sisenurk)*.
Märkus: Vaata ka tööriistu *Nurk* ja *Etteantud suurusega nurk*.

3.3.5. Punkti käsud

Ekstreemum

`Ekstreemum[polünoom]`: Antakse kõik polünomiaalse funktsiooni lokaalsed ekstreemumid punktidena selle graafikul.

Fookus

`Fookus[koonuselõige]`: Antakse koonuselõike (kõik) fookused.

Haripunkt

`Haripunkt[koonuselõige]`: Antakse koonuselõike (kõik) haripunktid.

Keskpunkt

`Keskpunkt[punkt A, punkt B]`: Väljastatakse punktide *A* ja *B* vahelise lõigu keskpunkt.
`Keskpunkt[lõik]`: Väljastatakse lõigu keskpunkt.
Märkus: Vaata ka tööriista *Keskpunkt*.

Käänupunkt

`Käänupunkt[polünoom]`: Antakse polünomiaalse funktsiooni kõik käänupunktid selle graafikul.

Lõikepunkt

`Lõikepunkt[sirge g, sirge h]`: Antakse sirgete (või sirgete osade) *g* ja *h* lõikepunkt.
`Lõikepunkt[sirge, koonuselõige]`: Antakse sirge (või sirge osa) ja koonuselõike kõik lõikepunktid (max. 2).
`Lõikepunkt[sirge, koonuselõige, arv n]`: Antakse sirge (või sirge osa) ja koonuselõike *n*-is lõikepunkt.
`Lõikepunkt[koonuselõige k1, koonuselõige k2]`: Antakse koonuselõigete *k1* ja *k2* kõik lõikepunktid (max. 4).
`Lõikepunkt[koonuselõige k1, koonuselõige k2, arv n]`: Antakse *n*-is koonuselõigete *k1* ja *k2* lõikepunkt.
`Lõikepunkt[polünoom f1, polünoom f2]`: Antakse polünoomide *f1* ja *f2* kõik lõikepunktid.
`Lõikepunkt[polünoom f1, polünoom f2, arv n]`: Antakse *n*-is polünoomide *f1* ja *f2* lõikepunkt.
`Lõikepunkt[polünoom, sirge]`: Antakse polünoomi ja sirge (või sirge osa) kõik lõikepunktid.
`Lõikepunkt[polünoom, sirge, arv n]`: Antakse polünoomi ja sirge (või sirge osa) *n*-is lõikepunkt.
`Lõikepunkt[funktsioon f, funktsioon g, punkt A]`: Arvutatakse funktsioonide *f* ja *g* graafikute lõikepunkt algpunktiga *A* Newtoni meetodil.

`Lõikepunkt[funktsioon f, sirge g, punkt A]`: Arvutatakse funktsiooni *f* graafiku ja sirge *g* lõikepunkt algpunktiga *A* Newtoni meetodil.
Märkus: Vaata ka tööriista *Kahe objekti lõikepunktid*.

Nullkohad

`Nullkohad[polünoom]`: Antakse polünoomi kõik nullkohad punktidena.
`Nullkohad[funktsioon, arv a]`: Arvutatakse funktsiooni üks nullkoht alglähendiga *a* Newtoni meetodil.
`Nullkohad[funktsioon, arv a, arv b]`: Arvutatakse funktsiooni üks nullkoht lõigul *[a; b]* kõõlude meetodil.

NurgaPunkt

`NurgaPunkt[nurga number n]`: Luuakse *graafikavaate* vastava nurga (*n = 1, 2, 3, 4*) punkt, mis tavaliselt nähtav ei ole.
`NurgaPunkt[pilt, nurga number n]`: Luuakse pildi vastava nurga (*n = 1, 2, 3, 4*) punkt.
`NurgaPunkt[tekst, nurga number n]`: Luuakse teksti vastava nurga (*n = 1, 2, 3, 4*) punkt.
Märkus: Nurkade loendamine toimub vastupäevaselt ja alustatakse alumisest vasakust nurgast.

Punkt

`Punkt[sirge]`: Luuakse punkt sirgele (või selle osale).
`Punkt[koonuselõige]`: Luuakse punkt koonuselõikele.
`Punkt[funktsioon]`: Luuakse punkt funktsiooni graafikule.
`Punkt[hulknurk]`: Luuakse punkt hulknurka piiravale kinnisele murdjoonele.
`Punkt[vektor]`: Luuakse punkt antud vektorile.
`Punkt[punkt, vektor]`: Teostatakse punkti lüke antud vektoriga.
Märkus: Vaata ka tööriista *Uus punkt*.

Raskuskese

`Raskuskese[hulknurk]`: Antakse hulknurga raskuskese.

SümmeetriaKeskpunkt

`SümmeetriaKeskpunkt[koonuselõige]`: Antakse koonuselõike sümmeetriakeskpunkt (nt ring, ellips, hüperbool).
Märkus: Vaata ka tööriista *Keskpunkt*.

3.3.6. Vektori käsud

Kõverusvektor

`Kõverusvektor[punkt, funktsioon]`: Antakse funktsiooni kõverusvektor antud punktist.
`Kõverusvektor[punkt, kõver]`: Antakse kõvera kõverusvektor antud punktist.

RistuvVektor

`RistuvVektor[sirge]`: Antakse sirgega (või selle osaga) ristuv vektor.
Märkus: Sirgel, mis on määratud võrrandiga *ax + by = c,* on ristuvaks vektoriks *(a; b)*.
`RistuvVektor[vektor v]`: Antakse vektoriga $\vec{v}$ ristuv vektor.
Märkus: Vektoriga *(a; b)* ristuvaks vektoriks on *(- b; a)*.

RistuvÜhikvektor

`RistuvÜhikvektor[sirge]`: Antakse sirgega (või selle osaga) ristuv vektor, mille pikkus on 1.
`RistuvÜhikvektor[vektor]`: Antakse antud vektoriga ristuv vektor, mille pikkus on 1.

Sihivektor

`Sihivektor [sirge]`: Antakse sirge (või sirge osa) sihivektor.
Märkus: Sirgel, mis on määratud võrrandiga *ax + by = c,* on sihivektoriks *(b; - a)*.

Vektor

`Vektor[punkt A, punkt B]`: Luuakse vektor punktist *A* punkti *B.*
`Vektor[punkt]`: Luuakse antud punkti kohavektor.
Märkus: Vaata ka tööriista *Kahe punkti vaheline vektor*.

Ühikvektor

`Ühikvektor[sirge]`: Antakse sirge (või sirge osa) sihivektor, mille pikkus on 1.
`Ühikvektor[vektor]`: Antakse antud vektoriga samasuunaline ja samasihiline vektor, mille pikkus on 1.

3.3.7. Lõigu käsud

Lõik

`Lõik[punkt A, punkt B]`: Luuakse kahe punkti *A* ja *B* vaheline lõik.
`Lõik[punkt A, arv a]`: Luuakse punktist A lähtuv lõik pikkusega *a*.
Märkus: Luuakse ka lõigu lõpp-punkt.
Märkus: Vaata ka tööriistu *Kahe punkti vaheline lõik* ja *Antud punktist lähtuv antud pikkusega lõik*.

3.3.8. Kiire käsud

Kiir

`Kiir[punkt A, punkt B]`: Luuakse kiir alguspunktiga *A* ja läbi punkti *B.*
`Kiir[punkt, vektor v]`: Luuakse kiir antud alguspunktiga ja sihivektoriga $\vec{v}$.
Märkus: Vaata ka tööriista *Kiir kahe punktiga*.

3.3.9. Hulknurga käsud

Hulknurk

`Hulknurk[punkt A, punkt B, punkt C,...]`: Luuakse antud punktidega *A, B, C,*... defineeritud hulknurk.
`Hulknurk[punkt A, punkt B, arv n]`: Luuakse *n*-tipuline korrapärane hulknurk, mille kaheks tipuks on punktid *A* ja *B*.
Märkus: Vaata ka tööriistu *Hulknurk* ja *Korrapärane hulknurk*.

3.3.10. Sirge käsud

Asümptoot

`Asümptoot[hüperbool]`: Antakse hüperbooli mõlemad asümptoodid.

Diameeter

`Diameeter[sirge, koonuselõige]`: Antakse koonuselõike diameeter, mis vastab etteantud sirgele *g*.
`Diameeter[vektor, koonuselõige]`: Antakse koonuselõike diameeter, mis vastab etteantud vektorile.

Fokaaltelg

`Fokaaltelg[koonuselõige]`: Antakse koonuselõike fokaaltelg.

Juhtjoon

`Juhtjoon[parabool]`: Antakse parabooli juhtjoon.

Keskristsirge

`Keskristsirge[punkt A, punkt B]`: Antakse lõigu *AB* keskristsirge.
`Keskristsirge[lõik]`: Antakse lõigu keskristsirge.
Märkus: Vaata ka tööriista *Lõigu keskristsirge*.

Nurgapoolitaja

`Nurgapoolitaja[punkt A, punkt B, punkt C]`: Antakse punktide *A*, *B* ja *C* poolt defineeritud nurga poolitaja.

Märkus: Punkt *B* on nurga tipp.

`Nurgapoolitaja[sirge g, sirge h]`: Antakse sirgete (või nende osade) *g* ja *h* mõlemad nurgapoolitajad.

Märkus: Vaata ka tööriista *Nurgapoolitaja*.

Polaar

`Polaar[punkt, koonuselõige]`: Luuakse punktile vastav koonuselõike polaar.

Märkus: Vaata ka tööriista *Polaar või kaasdiameeter*.

Puutuja

`Puutuja[punkt, koonuselõige]`: Luuakse (kõik) antud punktist joonestatud koonuselõike puutujad.

`Puutuja[sirge, koonuselõige]`: Luuakse (kõik) koonuselõike puutujad, mis on paralleelsed antud sirgega (või selle osaga).

`Puutuja[arv a, funktsioon]`: Luuakse funktsiooni graafiku puutuja kohal $x = a$.

`Puutuja[punkt A, funktsioon]`: Luuakse funktsiooni graafiku puutuja kohal $x = x(A)$.

Märkus: $x(A)$ on punkti *A* x-koordinaat.

`Puutuja[punkt, kõver]`: Luuakse antud punktist joonestatud kõvera puutuja.

Märkus: Vaata ka tööriista *Puutujad*.

Ristsirge

`Ristsirge[punkt, sirge]`: Antakse sirge, mis läbib punkti ja ristub etteantud sirgega (või selle osaga).

`Ristsirge[punkt, vektor v]`: Antakse sirge, mis läbib punkti ja ristub vektoriga $\vec{v}$.

Märkus: Vaata ka tööriista *Ristsirge*.

Sirge

`Sirge[punkt A, punkt B]`: Luuakse sirge läbi kahe punkti *A* ja *B*.

`Sirge[punkt A, sirge]`: Läbi punkti *A* luuakse sirge, mis on paralleelne etteantud sirgega (või selle osaga).

`Sirge[punkt, vektor v]`: Luuakse sirge läbi etteantud punkti sihivektoriga $\vec{v}$.

Märkus: Vaata ka tööriista *Sirge kahe punktiga*.

TeineTelg

`TeineTelg[koonuselõige]`: Antakse koonuselõike teine telg.

Teljed

`Teljed[koonuselõige]`: Antakse koonuselõike mõlemad teljed.

3.3.11. Koonuselõike käsud

Ellips

`Ellips[punkt F, punkt G, arv a]`: Luuakse ellips fookustega *F* ja *G* ning fokaalpoolteljega, mille pikkus on *a*.

Märkus: Tingimus: $2a >$ *Kaugus[F, G].*

`Ellips[punkt F, punkt G, lõik]`: Luuakse ellips fookustega *F* ja *G* ning fokaalpooltelje pikkus on võrdne lõigu pikkusega.

`Ellips[punkt F, punkt G, punkt A]`: Luuakse ellips fookustega *F* ja *G* ning ellips läbib punkti *A*.

Märkus: Vaata ka tööriista *Ellips*.

Hüperbool

`Hüperbool[punkt F, punkt G, arv a]`: Luuakse hüperbool fookustega *F* ja *G* ja fokaalpooltelje pikkusega *a*.

Märkus: Tingimus: $0 < 2a <$ *Kaugus[F, G].*

`Hüperbool[punkt F, punkt G, lõik]`: Luuakse hüperbool fookustega *F* ja *G* ning fokaalpooltelje pikkus on võrdne antud lõigu pikkusega.

`Hüperbool[punkt F, punkt G, punkt A]`: Luuakse hüperbool, mille fookusteks on *F* ja *G* ning hüperbool läbib punkti *A*.

Märkus: Vaata ka tööriista *Hüperbool*.

Koonuselõige

`Koonuselõige[punkt A, punkt B, punkt C, punkt D, punkt E]`: Luuakse koonuselõige läbi viie antud punkti *A*, *B*, *C*, *D* ja *C*.

Märkus: Kui neli punkti nendest asetsevad ühel ja samal sirgel, siis koonuselõige pole defineeritud.

Märkus: Vaata ka tööriista *Koonuselõige viie punktiga*.

Parabool

`Parabool[punkt F, sirge g]`: Antakse parabool fookusega *F* ja juhtjoonega *g*.

Märkus: Vaata ka tööriista *Parabool*.

Puuteringjoon

`Puuteringjoon[punkt A, funktsioon]`: Antakse punkti *A* joonestatud funktsiooni graafiku puuteringjoon.

`Puuteringjoon[punkt A, kõver]`: Antakse punkti *A* joonestatud kõvera puuteringjoon.

Ringjoon

`Ringjoon[punkt M, arv r]`: Luuakse ringjoon keskpunktiga *M* ja raadiusega *r*.

`Ringjoon[punkt M, lõik]`: Luuakse ringjoon keskpunktiga *M* ja raadiusega, mis on võrdne antud lõigu pikkusega.

`Ringjoon[punkt M, punkt A]`: Luuakse ringjoon keskpunktiga *M* ja ringjoonel asuva punktiga *A*.

`Ringjoon[punkt A, punkt B, punkt C]`: Luuakse ringjoon, mis läbib kolme etteantud punkti *A*, *B* ja *C*.

Märkus: Vaata ka tööriistu *Sirkel*, *Ringjoon keskpunkti ja ringjoone punktiga*, *Ringjoon keskpunkti ja raadiusega* ja *Ringjoon kolme punktiga*.

3.3.12. Funktsiooni käsud

Avalda

`Avalda[funktsioon]`: Avaldises avatakse sulud.

Näide: Käsk `Avalda[(x + 3)(x - 4)²]` annab $f(x) = x^3 - 5x^2 - 8x + 48$.

Funktsioon

`Funktsioon[funktsioon f, arv a, arv b]`: Luuakse funktsioon, mis on lõigul *[a; b]* võrdne funktsiooniga *f* ja pole väljaspool seda lõiku defineeritud.

Märkus: Seda käsku peaks kasutama ainult selleks, et esitada funktsiooni graafik mingil lõigul.

Näide: Käsk `f(x) = Funktsioon[x^2, -1, 1]` annab funktsiooni x^2 graafiku lõigul [*-1, 1*]. Kui järgnevalt sisestate sisendreale `g(x) = 2 f(x)`, siis saate funktsiooni $g(x) = 2x^2$, mis pole enam määratud üksnes lõigul [*-1, 1*].

Integraal

`Integraal[funktsioon]`: Leitakse antud funktsiooni määramata integraal.

Märkus: Vaata ka käsku määratud integraali jaoks.

Lihtsusta

`Lihtsusta[funktsioon]`: Lihtsustab antud funktsiooni kui võimalik.

Näited:

- `Lihtsusta[x + x + x]` annab funktsiooni *f(x) = 3x*.
- `Lihtsusta[sin(x) / cos(x)]` annab funktsiooni *f(x) = tan(x)*.
- `Lihtsusta[-2 sin(x) cos(x)]` annab funktsiooni *f(x) = sin(-2 x)*.

Polünoom

`Polünoom[funktsioon]`: Antakse lihtsustatud polünomiaalne funktsioon.

Näide: Käsk `Polünoom[(x - 3)^2]` annab $x^2 - 6x + 9$.

`Polünoom[n punktist koosnev loend]`: Luuakse *(n-1)*-astme interpolatsiooni-polünoom, mis läbib antud punkte.

TayloriValem

`TayloriValem[funktsioon, arv a, arv n]`: Antakse funktsiooni arendus Taylori ritta kohal $x = a$ astmega n.

Tegurda

`Tegurda[polünoom]`: Polünoom tegurdatakse.

Näide: Käsk `Tegurda[x^2 + x - 6]` annab *f(x) = (x-2)(x+3).*

Tingimuslikud funktsioonid

GeoGebras on võimalik kasutada loogilist käsku *Kui* tingimusliku funktsiooni loomiseks.

Märkus: Selliste funktsioonide tuletisi ja integraale on võimalik hilisemas töös kasutada ning leida lõikepunkte nagu "normaalsete" funktsioonide korral.

Näited:

`f(x) = Kui[x < 3, sin(x), x^2]` annab funktsiooni, mis võrdub

- sin(x), kui x < 3 ja x^2, kui $x \geq 3$.
- `a ≟ 3 ∧ b ≥ 0` kontrollib, kas "*a* on võrdne 3 *ja b* on suurem või võrdne 0".

Märkus: Sümboleid tingimuslike avaldiste jaoks (nt ≟, ∧, ≥) leiate *sisendreast* paremal asuvast rippmenüüst.

Tuletis

`Tuletis[funktsioon]`: Antakse funktsiooni tuletis.
`Tuletis[funktsioon, arv n]`: Antakse funktsiooni *n*-is tuletis.
Märkus: Käsu `Tuletis[f]` asemel võib kasutada käsku `f'(x)` ning käsu `Tuletis[f, 2]` asemel vastavalt käsku `f''(x)` ja nii edasi.

3.3.13. Parameetrilise kõvera käsk

Kõver

`Kõver[avaldis a1, avaldis a2, parameeter t, arv a, arv b]`: Esitatakse ristkoordinaatides parameetriliste võrranditega esitatud kõver, mis on antud parameetrist *t* sõltuvate avaldistega *a1* ja *a2* (vastavalt x-koordinaadi ja y-koordinaadi jaoks) lõigul *[a; b].*

Näide: Sisend `c = Kõver[2 cos(t), 2 sin(t), t, 0, 2 pi]` annab ringjoone raadiusega 2 ja keskpunktiga koordinaatteljestiku alguspunktis.

Märkus: Parameetriliste võrranditega esitatud kõveraid on võimalik kasutada programmisisestes funktsioonides ja aritmeetilistes operatsioonides.

Näide: Sisend `c(3)` väljastab punkti kõveral *c* parameetri väärtuse *3* korral.

Märkus: Hiirega on võimalik asetada mingi punkt režiimis/tööriistaga *Uus punkt* või käsuga *Punkt* kõverale. Kuna *a* ja *b* väärtused on dünaamiliselt muudetavad, saab kasutada ka liugurit (vt tööriista *Liugur*).

Käsud, mis on kasutatavad parameetriliste kõverate korral

`Kõverus[punkt, kõver]`: Arvutatakse kõvera kõverus antud punktis.
`Kõverusvektor[punkt, kõver]`: Antakse kõvera kõverusvektor antud punktist.
`Pikkus[kõver, arv t1, arv t2]`: Väljastatakse parameetriliste võrranditega antud kõvera sellise osa pikkus, mis on määratud parameetrite *t1* ja *t2* vaheliste väärtustega.
`Pikkus[kõver, punkt A, punkt B]`: Väljastatakse parameetriliste võrranditega antud kõvera kahe punkti *A* ja *B* vahel asuva kõvera osa pikkus.
`Puuteringjoon[punkt A, kõver]`: Antakse punkti *A* joonestatud kõvera puuteringjoon.
`Puutuja[punkt, kõver]`: Luuakse antud punktist joonestatud kõvera puutuja.
`Tuletis[kõver]`: Antakse parameetrilise kõvera tuletis.
`Tuletis[kõver, arv n]`: Antakse parameetrilise kõvera *n*-is tuletis.

3.3.14. Kaare ja sektori käsud

Märkus: Kaare algebraliseks väärtuseks on selle pikkus ja sektori algebraliseks väärtuseks on selle pindala.

Kaar

`Kaar[koonuselõige, punkt A, punkt B]`: Antakse koonuselõike kahe punkti *A* ja *B* vaheline koonuselõike kaar.

Märkus: See käsk toimib ainult ringjoone ja ellipsi korral.

`Kaar[koonuselõige, arv t1, arv t2]`: Antakse koonuselõike kahe parameetri väärtuse *t1* ja *t2* vaheline kaar koonuselõike parameetrilise kuju korral:

Märkus: Kasutatakse järgmisi parameetrilisi kujusid:

- *Ringjoon: (r cos(t), r sin(t)),* kus *r* on ringjoone raadius.
- *Ellips: (a cos(t), b sin(t)),* kus *a* ja *b* on vastavalt fokaal- ja teise pooltelje pikkused.

Poolringjoon

`Poolringjoon[punkt A, punkt B]`: Luuakse poolringjoon, mille diameetriks on lõik AB.

Märkus: Vaata ka tööriista *Poolringjoon kahe punktiga*.

RingiSektor1

`RingiSektor1[punkt M, punkt A, punkt B]`: Antakse ringjoone kahe punkti *A* ja *B* ning ringjoone keskpunktiga *M* määratud ringi sektor.

Märkus: punkt *B* ei pea asuma ringjoone kaarel.

Märkus: Vaata ka tööriista *Ringi sektor keskpunkti ja kahe punktiga*.

RingiSektor2

`RingiSektor2[punkt A, punkt B, punkt C]`: Antakse ringi sektor, mis on määratud ringjoone kolme punktiga *A*, *B* ja *C*. Punkt *A* on sektori kaare alguspunkt ja *C* selle lõpppunkt.

Märkus: Vaata ka tööriista *Ringjoone sektor kolme punktiga*.

RingjooneKaar1

`RingjooneKaar1[punkt M, punkt A, punkt B]`: Antakse ringjoone, mille keskpunkt on *M*, punktide *A* ja *B* vahel asuv kaar.

Märkus: Punkt *B* ei pea asuma kaarel.

Märkus: Vaata ka tööriista *Ringjoone kaar keskpunkti ja kahe punktiga*.

RingjooneKaar2

`RingjooneKaar2[punkt A, punkt B, punkt C]`: Antakse ringjoone kaar kolme ringjoone punktiga *A*, *B* ja *C*, kusjuures punkt A on kaare alguspunkt ja C lõpppunkt.

Märkus: Vaata ka tööriista *Ringjoone kaar kolme punktiga*.

Sektor

`Sektor[koonuselõige, punkt A, punkt B]`: Antakse koonuselõike kahe punkti *A* ja *B* vaheline sektor.

Märkus: See toimib ainult ringjoone ja ellipsi korral.

`Sektor[koonuselõige, arv t1, arv t2]`: Antakse koonuselõike parameetri kahe väärtusega t1 ja t2 määratud koonuselõike sektor koonuselõike parameetrilise kuju korral.

Märkus: Kasutatakse järgmisi parameetrilisi kujusid:

- *Ringjoon: (r cos(t), r sin(t)),* kus *r* on ringjoone raadius.
- *Ellips: (a cos(t), b sin(t)),* kus *a* ja *b* on vastavalt fokaal- ja teise pooltelje pikkused.

3.3.15. Teksti käsud

HarilikMurdTekstina

`HarilikMurdTekstina[arv]`: Arv teisendatakse harilikuks murruks ning see esitatakse (LaTeX'i) tekstina *graafikavaates*.

Näide: Kui *a: y = 1.5 x + 2* on sirge, siis `HarilikMurdTekstina[Tõus[a]]` annab murru *3/2* tekstilise objektina.

LaTeX

`LaTeX[objekt]`: Väljastatakse antud objekti valem LaTeX'i tekstina.

Näide: Kui $a = 2$ ja $f(x) = a x^2$, siis `LaTeX[f]` väljastab $2 x^2$ (LaTeX'i tekstina).

`LaTeX[objekt, tõeväärtus]`: Väljastatakse objekti valem LaTeX'i tekstina. Tõeväärtusmuutuja määrab, kas parameetri või muutuja väärtused asendatakse (tõeväärtuseks on *true*) või mitte (tõeväärtuseks on *false*).

Näited: Kui $a = 2$ ja $f(x) = a x^2$, siis

`LaTeX[f, true]` väljastab $2 x^2$ (LaTeX'i tekstina).

`LaTeX[f, false]` väljastab $a x^2$ (LaTeX'i tekstina).

Objekt

`Objekt[objekti tähis tekstina]`: Väljastatakse antud tähisega objekt. Tulemuseks on alati sõltuv objekt.

Märkus: Käsk *Objekt* on vastandkäsuks käsule *Tähis*.

Näide: Kui punktid *A1*, *A2*, ... , *A20* eksisteerivad ja liugur *n = 2*, siis `Objekt["A" + n]` annab koopia punktist *A2*.

Tekst

`Tekst[objekt]`: Väljastatakse objekti valem tekstina.

Märkus: Väikemäärangutes muutujate väärtused asendatakse.

Näide: Kui $a = 2$ ja $c = a^2$, siis `Tekst[c]` väljastab teksti "4".

`Tekst[objekt, tõeväärtus]`: Väljastatakse objekti valem tekstina. Tõeväärtusega saab määrata, kas parameetite või muutujate väärtused asendatakse (tõeväärtus *true*) või mitte (tõeväärtus *false*).

Näide: Kui $a = 2$ ja $c = a^2$, siis

`Tekst[c, true]` väljastab teksti *"4"*.

`Tekst[c, false]` väljastab teksti *"a^2"*.

`Tekst[objekt, punkt]`: Väljastatakse objekti valem tekstina antud punkti asukohta.

Näide: `Tekst["tere", (2, 3)]` annab teksti "tere" asukohta *(2, 3)*.

`Tekst[objekt, punkt, tõeväärtus]`: Väljastatakse objekti valem tekstina antud punkti asukohta. Tõeväärtusmuutuja määrab, kas parameetri või muutuja väärtused asendatakse (tõeväärtus *true*) või mitte (tõeväärtus *false*).

TekstiUnicode

`TekstiUnicode["tekst"]`: Väljastatakse tekstis sisalduvate tähtede Unicode' arvude loend.

Näited:

- `TekstiUnicode["Mingi tekst"]` annab järgmise Unicode' arvude loendi {77, 105, 110, 103, 105, 32, 116, 101, 107, 115, 116}.
- Kui *tekst1* on *"tere"*, siis `TekstiUnicode[tekst1]` annab Unicode' arvude loendi {116, 101, 114, 101}.

TekstTabelina

`TekstTabelina[loend 1, loend 2, loend 3,...]`: Luuakse tekstiline tabel, mis koosneb objektide loenditest.

Märkus: Vaikemäärangutes esitatakse iga loend tabeli uues reas.

Näited:

- `TekstTabelina[{x^2, 4}, {x^3, 8}, {x^4, 16}]`
  loob tekstilise tabeli, kus on kolm rida ja kaks veergu. Kõik tabeli elemendid on joondatud vasakule.
- `TekstTabelina[Loend[i^2, i, 1, 10]]`
  loob tekstilise tabeli, milles on üks rida. Kõik elemendid on joondatud vasakule.

`TekstTabelina[loend 1, loend 2, loend 3,..., "teksti joondus"]`: Luuakse tekstiline tabel, mis sisaldab objektide loendeid. Vajaduse korral saab lisada "teksti joonduse", mille abil muudetakse tekstilise tabeli orientatsiooni ja joondust. Märkus: Võimalikud väärtused on "vl", "vc", "vr", "v", "h", "hl", "hc", "hr". Vaikemääranguks on "hl".

- "v" = vertikaalne, st loendid on tabeli veergudeks
- "h" = horisontaalne, st loendid on tabeli ridadeks
- "l" = vasakpoolne joondus
- "r" = parempoolne joondus
- "c" = joondatud keskele

Näited:

- `TekstTabelina[{1,2,3,4},{1,4,9,16},"v"]`
  luuakse tekst, milles on kaks tulpa ja neli rida ning kõik elemendid on joondatud vasakule.
- `TekstTabelina[{1,2,3,4},{1,4,9,16},"h"]`
  luuakse tekst, milles on kaks rida ja neli tulpa ning kõik elemendid on joondatud vasakule.
- `TekstTabelina[{11.2,123.1,32423.9,"234.0"},"vr"]`
  luuakse ühetulbaline tekst, mille elemendid on joondatud paremale.

TäheUnicode

`TäheUnicode["täht"]`: Väljastab antud tähe Unicode' arvu.

Märkus: Täht peab olema jutumärkide vahel.

Näide: `TäheUnicode["a"]` väljastab arvu 97.

Tähis

`Tähis[objekt]`: Väljastatakse objekti tähis tekstilisel kujul *graafikavaatesse*.

Märkus: Kasutage seda käsku dünaamilises tekstis nende objektide korral, mida võib ümber nimetada. Käsk *Tähis* on vastandkäsuks käsule *Objekt*.

UnicodeTekstina

`UnicodeTekstina[täisarvude loend]`: Väljastatakse täisarvulisele Unicode' arvudele loendile vastavad tähed, mis moodustavad tekstilise objekti.

Näide: `UnicodeTekstina[{116, 101, 114, 118, 105, 116, 117, 115}]` annab teksti *"tervitus"*.

UnicodeTähena

`UnicodeTähena[täisarv]`: Väljastatakse täisarvulisele Unicode' arvule vastav täht, mis esitatakse tekstilise objektina *graafikavaates*.

Näide: `UnicodeTähena[97]` annab teksti *"a"*.

3.3.16. Lookuse käsk

Lookus

`Lookus[punkt Q, punkt P]`: Väljastatakse punkti *Q* lookus, mis sõltub punktist *P*.

Märkus: Punkt *P* peab olema mingi objekti (nt sirge, lõik, ringjoon) punkt.

Märkus: Vaata ka tööriista *Lookus*.

3.3.17. Loendi käsud

EemaldaMittedefineeritudObjektid

`EemaldaMittedefineeritudObjektid[loend]`: Antud loendist eemaldatakse mittedefineeritud objektid.

Näide: `EemaldaMittedefineeritudObjektid[Loend[(-1)^i, i, -3, -1, 0.5]]` eemaldab loendi teise ja neljanda elemendi, kuna neis leidub mittetäisarvuline aste, mis pole defineeritud.

Element

`Element[loend, arv n]`: Antakse loendi *n*-is element.

Märkus: Loend saab sisaldada ainult üht ja sama tüüpi objekte (nt ainult arvud või ainult punktid).

Esimene

`Esimene[loend]`: Väljastatakse loendi esimene element.

`Esimene[loend, elementide arv n]`: Väljastatakse uus loend, mis koosneb antud loendi esimesest *n* elemendist.

IteratsiooniLoend

`IteratsiooniLoend[funktsioon, arv x0, arv n]`:

Väljastatakse (*n+1)*-elemendiline loend, mille elementideks on funktsiooni itereerimise tulemused alates algväärtusest *x0.*

Näide: Peale funktsiooni `f(x) = x^2` defineerimist annab käsk `L = IteratsiooniLoend[f, 3, 2]` loendi *L = {3, 9, 81}*.

JärjestaVastupidiselt

`JärjestaVastupidiselt[loend]`: Antud loend järjestatakse vastupidiselt.

JätaAlles

`JätaAlles[tingimus, loend]`: Luuakse uus loend, mis sisaldab ainult neid antud loendi elemente, mis rahuldavad antud tingimust.

Näide: `JätaAlles[x<3, {1, 2, 3, 4, 1, 5, 6}]` annab uue loendi *{1, 2, 1}.*

Korrutis

`Korrutis[arvude loend]`: Arvutatakse antud loendi kõigi elementide korrutis.

Lisa

`Lisa[objekt, loend, positsioon]`: Antud objekt lisatakse loendile etteantud asukohta.

Näide: `Lisa[x^2, {1, 2, 3, 4, 5}, 3]` lisab x^2 antud loendi kolmandaks elemendiks ning väljastab loendi $\{1, 2, x^2, 3, 4, 5\}$.

Märkus: Kui positsioon on negatiivne arv, siis positsiooni loetakse paremalt.

Näide: `Lisa[x^2, {1, 2, 3, 4, 5}, -1]` lisab x^2 antud loendi lõppu ja väljastab loendi $\{1, 2, 3, 4, 5, x^2\}$.

`Lisa[loend 1, loend 2, positsioon]`: Kõik *loendi1* elemendid lisatakse *loendile2* etteantud asukohta.

Näide: `Lisa[{11, 12}, {1, 2, 3, 4, 5}, 3]` lisab *loendi1* elemendid kolmandale positsioonile (ja sealt edasi) *loendisse2* ning väljastatakse loend *{1, 2, 11, 12, 3, 4, 5}*.

Märkus: Kui positsioon on negatiivne, siis asukohta hakatakse määrama paremalt.

Näide: `Lisa[{11, 12}, {1, 2, 3, 4, 5}, -2]` lisab *loendi1* elemendid *loendi2* viimase elemendi ette ja tulemuseks saadakse loend *{1, 2, 3, 4, 11, 12, 5}*.

LisaElement

`LisaElement[loend, objekt]`: Objekt lisatakse loendi lõppu.

Näide: `LisaElement[{1, 2, 3}, 4]` annab *{1, 2, 3, 4}*.

`LisaElement[objekt, loend]`: Objekt lisatakse loendi algusesse.

Näide: `LisaElement[4, {1, 2, 3}]` annab *{4, 1, 2, 3}*.

Loend

`Loend[avaldis, muutuja i, arv a, arv b]`: Väljastatakse loend, mille elemendid luuakse antud avaldise ning muutuja *i* alusel, mis muutub arvust *a* arvuni *b*.

Näide: `L = Loend[(2, i), i, 1, 5]` annab punktide loendi, mille *y*-koordinaat muutub arvust 1 arvuni 5: *L = {(2, 1), (2, 2), (2, 3), (2, 4), (2, 5)}*.

`Loend[avaldis, muutuja i, arv a, arv b, kasv]`: Väljastatakse loend, mille elemendid luuakse antud avaldise ning muutuja *i* alusel, mis muutub arvust *a* arvuni *b* antud kasvuga.

Näide: `L = Loend[(2, i), i, 1, 3, 0.5]` loob punktide loendi, mille *y*-koordinaat muutub arvust 1 arvuni 3 antud kasvuga 0.5:
L = {(2, 1), (2, 1.5), (2, 2), (2, 2.5), (2, 3)}.

Märkus: Kuna parameetrid *a* ja *b* on dünaamilised, siis on siin võimalik kasutada ka *liugurit*.

Loenda

`Loenda[tingimus, loend]`: Loendatakse antud loendi elementide arv, mis rahuldavad antud tingimust.

Näited:

- `Loenda[x < 3, {1, 2, 3, 4, 5}]` annab arvu 2.
- `Loenda[x<3, A1:A10]`, kus *A1:A10* on arvutustabeli lahtrite vahemik, loendab kõik lahtrid, mille väärtused on väiksemad kui 3.

Max

`Max[loend]`: Väljastatakse antud loendi maksimaalne element.

Min

`Min[loend]`: Väljastatakse antud loendi minimaalne element.

Pikkus

`Pikkus[loend]`: Väljastatakse loendi pikkus, milleks on selle loendi elementide arv.

Sorteeri

`Sorteeri[loend]`: Arvude, tekstiliste objektide ja punktide loendid sorteeritakse.

Märkus: Punktide loend sorteeritakse *x*-koordinaadi järgi.

Näited:

- `Sorteeri[{3, 2, 1}]` annab loendi *{1, 2, 3}*.
- `Sorteeri[{"pirnid", "õunad", "apelsinid"}]` annab loendi, mille elemendid on tähestikuliselt järjestatud.
- `Sorteeri[{(3, 2), (2, 5), (4, 1)}]` annab *{(2, 5), (3, 2), (4, 1)}*.

Summa

`Summa[loend]`: Arvutatakse antud loendi kõigi elementide summa.

Märkus: Antud käsk toimib arvude, punktide, vektorite, tekstiliste objektide ja funktsioonide korral.

Näited:

- `Summa[{1, 2, 3}]` annab arvu $a = 6$.
- `Summa[{x^2, x^3}]` annab $f(x) = x^2 + x^3$.
- `Summa[Loend[i,i,1,100]]` annab arvu $a = 5050$.
- `Summa[{(1, 2), (2, 3)}]` annab punkti $A = (3, 5)$.
- `Summa[{(1, 2), 3}]` annab punkti $B = (4, 2)$.
- `Summa[{"a","b","c"}]` annab teksti *"abc"*.

`Summa[loend, elementide arv n]`: Arvutatakse antud loendi esimese *n* elemendi summa.

Märkus: Antud käsk toimib arvude, punktide, vektorite, tekstiliste objektide ja funktsioonide korral.

Näide: `Summa[{1, 2, 3, 4, 5, 6}, 4]` annab arvu $a = 10$.

Viimane

`Viimane[loend]`: Väljastab antud loendi viimase elemendi.

`Viimane[loend, elementide arv n]`: Väljastatakse uus loend, mis koosneb antud loendi viimasest *n* elemendist.

Võta

`Võta[loend, algpositsioon m, lõppositsioon n]`: Väljastatakse loend, mis sisaldab antud loendi elemente, mis asuvad positsioonist *m* (kaasaarvatud) kuni positsioonini *n* (kaasaarvatud).

Ühend

`Ühend[loend 1, loend 2]`: Kaks loendit ühendatakse ja eemaldatakse korduvad elemendid.

Ühenda

`Ühenda[loend 1, loend 2, ...]`: Ühendatakse kaks (või enam) loendit.

Märkus: Uus loend sisaldab kõiki esialgsete loendite elemente, isegi siis, kui need on võrdsed. Uue loendi elementide järjekorda ei muudeta.

Näide: `Ühenda[{5, 4, 3}, {1, 2, 3}]` annab loendi *{5, 4, 3, 1, 2, 3}*.

`Ühenda[loendite loend]`: Alamloendid ühendatakse üheks loendiks.

Märkus: Uus loend sisaldab kõiki esialgsete loendite elemente, isegi siis, kui need on võrdsed. Uue loendi elementide järjekorda ei muudeta.

Näited:

- `Ühenda[{{1, 2}}]` annab loendi *{1, 2}*.
- `Ühenda[{{1, 2, 3}, {3, 4}, {8, 7}}]` annab loendi *{1, 2, 3, 3, 4, 8, 7}*.

Ühisosa

`Ühisosa[loend 1, loend 2]`: Väljastatakse uus loend, mis koosneb kõikidest sellistest elementidest, mis on nii esimeses kui teises loendis.

3.3.18. Geomeetriliste teisenduste käsud

Homoteetsusteisendus

`Homoteetsusteisendus [punkt A, arv f, punkt S]`: Punkt *A* teisendatakse homoteetsuskeskpunktist *S* teguriga *f*.

`Homoteetsusteisendus [sirge, arv f, punkt S]`: Sirge (või selle osa) teisendatakse homoteetsuskeskpunktist *S* teguriga *f*.

`Homoteetsusteisendus [koonuselõige, arv f, punkt S]`: Koonuselõige teisendatakse homoteetsuskeskpunktist *S* teguriga *f*.

`Homoteetsusteisendus [hulknurk, arv f, punkt S]`: Hulknurk teisendatakse homoteetsuskeskpunktist *S* teguriga *f*.

Märkus: Luuakse ka uued tipud ja punktid.

`Homoteetsusteisendus [pilt, arv f, punkt S]`: Pilt teisendatakse punktist *S* teguriga *f*.

Märkus: Vaata ka tööriista *Objekti homoteetsusteisendus punktist teguriga*.

LükeVektoriga

`LükeVektoriga[punkt, vektor]`: Punkti lükatakse antud vektoriga.

`LükeVektoriga[sirge, vektor]`: Sirge (või sirge osa) lükatakse antud vektoriga.

`LükeVektoriga[koonuselõige, vektor]`: Koonuselõige lükatakse antud vektoriga.

`LükeVektoriga[funktsioon, vektor]`: Funktsiooni graafikut lükatakse antud vektoriga.

`LükeVektoriga[hulknurk, vektor]`: Hulknurka lükatakse antud vektoriga.

Märkus: Luuakse ka uued tipud ja lõigud.

`LükeVektoriga[pilt, vektor]`: Pilti lükatakse antud vektoriga.

`LükeVektoriga[vektor, punkt]`: Vektor lükatakse antud punkti.

Märkus: Vaata ka tööriista *Objekti lüke vektoriga*.

Peegelda

`Peegelda[punkt A, punkt B]`: Punkt *A* peegeldatakse punktist *B*.

`Peegelda[sirge, punkt]`: Sirge (või selle osa) peegeldatakse antud punktist.

`Peegelda[koonuselõige, punkt]`: Koonuselõige peegeldatakse antud punktist.

`Peegelda[hulknurk, punkt]`: Hulknurk peegeldatakse antud punktist.

Märkus: Luuakse ka uued tipud ja lõigud.

`Peegelda[pilt, punkt]`: Pilt peegeldatakse antud punktist.

`Peegelda[punkt, sirge]`: Punkt peegeldatakse antud sirgest (või selle osast).

`Peegelda[sirge g, sirge h]`: Sirge (või selle osa) *g* peegeldatakse sirgest (või selle osast) *h*.

`Peegelda[koonuselõige, sirge]`: Koonuselõige peegeldatakse sirgest (või selle osast).

`Peegelda[hulknurk, sirge]`: Hulknurk peegeldatakse sirgest (või selle osast).

Märkus: Luuakse ka uued tipud ja lõigud.

`Peegelda[pilt, sirge]`: Pilt peegeldatakse sirgest (või selle osast).

`Peegelda[punkt, ringjoon]`: Punkt peegeldatakse ringjoonest.

Märkus: Vaata ka tööriistu *Peegelda objekti punktist*; *Peegelda objekti sirgest*; *Peegelda punkti ringjoonest*.

Pööre

`Pööre[punkt, nurk]`: Punkt pööratakse antud nurga võrra ümber koordinaatteljestiku alguspunkti.

`Pööre[vektor, nurk]`: Vektor pööratakse antud nurga võrra ümber selle alguspunkti.

`Pööre[sirge, nurk]`: Sirge (või selle osa) pööratakse antud nurga võrra ümber koordinaatteljestiku alguspunkti.

`Pööre[koonuselõige, nurk]`: Koonuselõige pööratakse antud nurga võrra ümber koordinaatteljestiku alguspunkti.

`Pööre[hulknurk, nurk]`: Hulknurk pööratakse antud nurga võrra ümber koordinaatteljestiku alguspunkti.

Märkus: Luuakse ka uued tipud ja lõigud.

`Pööre[pilt, nurk]`: Pilt pööratakse antud nurga võrra ümber koordinaatteljestiku alguspunkti.

`Pööre[punkt A, nurk, punkt B]`: Punkti *A* pööratakse antud nurga võrra ümber punkti *B*.

`Pööre[sirge, nurk, punkt]`: Sirge (või selle osa) pööratakse antud nurga võrra ümber punkti.

`Pööre[vektor, nurk, punkt]`: Vektor pööratakse antud nurga võrra ümber punkti.

`Pööre[koonuselõige, nurk, punkt]`: Koonuselõige pööratakse antud nurga võrra ümber punkti.

`Pööre[hulknurk, nurk, punkt]`: Hulknurk pööratakse antud nurga võrra ümber punkti.

Märkus: Luuakse ka uued tipud ja lõigud.

`Pööre[pilt, nurk, punkt]`: Pilt pööratakse antud nurga võrra ümber punkti.

Märkus: Vaata ka tööriista *Pööra objekti antud nurga võrra ümber punkti*.

3.3.19. Statistika käsud

Dispersioon

`Dispersioon[arvude loend]`: Arvutatakse antud loendi elementide dispersioon.

Histogramm

`Histogramm[klassipiiride loend, kõrguste loend]`: Luuakse histogramm, mille tulpade kõrgused tuleb loendina ette anda. Klassipiirid määravad histogrammi iga tulba asukoha ja laiuse.

Näide: `Histogramm[{0, 1, 2, 3, 4, 5}, {2, 6, 8, 3, 1}]` loob viie etteantud kõrguse tulbaga histogrammi. Esimese tulp asub lõigul [*0, 1*], teine tulp asub lõigul [*1, 2*] ja nii edasi.

`Histogramm[klassipiiride loend, algandmete loend]`: Algandmeid kasutades luuakse histogramm. Klassipiirid määravad histogrammi iga tulba asukoha ja laiuse ning neid kasutatakse selleks, et määrata mitu elementi asub igas klassis.

Näide: `Histogramm[{1, 2, 3, 4},{1.0, 1.1, 1.1, 1.2, 1.7, 2.2, 2.5, 4.0}]` loob 3-tulbalise histogrammi, kusjuures esimese tulba kõrgus on 5, teisel tulbal 2 ja kolmandal 1.

Karpdiagramm

`Karpdiagramm[y-nihe, y-skaala, algandmete loend]`: Antud algandmeid kasutades luuakse karpdiagramm, mille vertikaalset asendit koordinaatteljestikus saab määrata muutuja *y-nihe* abil ja mille kõrgust mõjutab muutuja *y-skaala*.

Näide: `Karpdiagramm[0, 1, {2,2,3,4,5,5,6,7,7,8,8,8,9}]`

`Karpdiagramm[y-nihe, y-skaala, algväärtus a, alumine kvantiil Q1, mediaan, ülemine kvantiil Q3, lõppväärtus b]`: Antud statistiliste andmete põhjal luuakse karpdiagramm antud lõigul [a, b].

Märkus: Eesti keeles nimetatakse seda diagrammi ka karp-vurrud-diagrammiks.

Keskväärtuse käsud

`Keskväärtus[arvude loend]`: Arvutatakse antud loendi elementide keskväärtus.

`KeskväärtusX[punktide loend]`: Arvutatakse antud loendi punktide *x*-koordinaatide keskväärtus.

`KeskväärtusY[punktide loend]`: Arvutatakse antud loendi punktide *y*-koordinaatide keskväärtus.

Korrelatsioonikordaja

`Korrelatsioonikordaja[x-koordinaatide loend, y-koordinaatide loend]`: Antud *x*- ja *y*-koordinaate kasutades arvutatakse (lineaarne- ehk Pearsoni) korrelatsioonikordaja.

`Korrelatsioonikordaja[punktide loend]`: Antud punktide koordinaate kasutades arvutatakse (lineaarne ehk Pearsoni) korrelatsioonikordaja.

Kovariatsioon

`Kovariatsioon[arvude loend 1, arvude loend 2]`: Antud kahe loendi elementide põhjal arvutatakse nende vaheline kovariatsioon.

`Kovariatsioon[punktide loend]`: Antud punktide *x*- ja *y*-koordinaatide põhjal arvutatakse nende vaheline kovariatsioon.

Kvantiilide käsud

`Q1[arvude loend]`: Määratakse antud loendi elementide alumine ehk 1. kvantiil.

`Q3[arvude loend]`: Määratakse antud loendi elementide ülemine ehk 3. kvantiil.

Mediaan

`Mediaan[arvude loend]`: Leitakse antud loendi elementide mediaan.

Mood

`Mood[arvude loend]`: Leitakse antud loendi elementide mood (moodid).

Näited:

- `Mood[{1,2,3,4}]` annab tühja loendi *{}*.
- `Mood[{1,1,1,2,3,4}]` annab loendi *{1}*.
- `Mood[{1,1,2,2,3,3,4}]` annab loendi *{1, 2, 3}*.

Normaaljaotus

`Normaaljaotus[keskväärtus μ, standardhälve σ, muutuja väärtus x]`: Arvutatakse funktsiooni $\Phi((x - \mu) / \sigma)$ väärtus, kus Φ on standardnormaaljaotuse N(0,1) jaotusfunktsioon.

Märkus: Väljastatakse tõenäosus antud *x*-koordinaadi väärtuse esinemiseks (või tihedusfunktsiooni aluse ala pindala vasakult kuni antud *x*-koordinaadini).

Pöördnormaaljaotus

`Pöördnormaaljaotus[keskväärtus μ, standardhälve σ, tõenäosus P]`: Arvutatakse funktsioon $\Phi^{-1}(P) * \sigma + \mu$ väärtus, kus Φ^{-1} on standardnormaaljaotuse N(0,1) jaotusfunktsiooni pöördfunktsioon.

Märkus: Väljastatakse etteantud tõenäosusega esinev *x*-koordinaat.

Regressioonisirge

`Regressioonisirge[punktide loend]`: Antud punktide loendi jaoks arvutatakse regressioonisirge (*y* regressioon *x* järgi).

`RegressioonisirgeX[punktide loend]`: Antud punktide loendi jaoks arvutatakse regressioonisirge (*x* regressioon *y* järgi).

Märkus: Vaata ka tööriista *Regressioonisirge*.

Regressiooniga seotud käsud

`RegressioonikõverEksp[punktide loend]`: Arvutatakse eksponentsiaalne regressioonikõver.

`RegressioonikõverLog[punktide loend]`: Arvutatakse logaritmilisel kujul olev regressioonikõver.

`LogistilineKõver[punktide loend]`: Arvutatakse regressioonikõver järgmisel kujul: *a/(1+b x^(-kx))*.

Märkus: Esimene ja viimane andmepunkt peaksid asetsema kõverale küllaltki lähedal. Loendis peaks olema vähemalt kolm punkti, aga soovitavalt rohkem.

`Regressioonipolünoom[punktide loend, polünoomi aste n]`: Arvutatakse regressioonipolünoom, mille kõrgeim aste on *n*.

`RegressioonikõverAstme[punktide loend]`: Arvutatakse regressioonikõver järgmisel kujul: $a\,x^b$.

Märkus: Kõik punktid peavad asetsema koordinaatteljestiku esimeses veerandis.

`RegressioonikõverSin[punktide loend]`: Arvutatakse regressioonikõver järgmisel kujul: $a + b \sin(cx + d)$.

Märkus: Loend peaks sisaldama vähemalt 4 punkti, aga soovitavalt rohkem. Punktide loendis peaks sisalduma vähemalt kaks ekstreemumpunkti.

Sigma käsud

`SigmaXX[arvude loend]`: Arvutatakse antud arvude ruutude summa.

Näide: Dispersiooni leidmiseks võite kasutada järgmist sisendit `SigmaXX[loend]/Pikkus[loend] - Keskväärtus[loend]^2`.

`SigmaXX[punktide loend]`: Arvutatakse antud punktide *x*-koordinaatide ruutude summa.

`SigmaXY[x-koordinaatide loend, y-koordinaatide loend]`: Arvutatakse *x*- ja *y*-koordinaatide korrutiste summa.

`SigmaXY[punktide loend]`: Arvutatakse *x*- ja *y*-koordinaatide korrutiste summa.

Näide: Punktide loendi kovariatsiooni leidmiseks võite kasutada järgmist sisendit `SigmaXY[loend]/Pikkus[loend] - KeskväärtusX[loend] * KeskväärtusY[loend]`.

`SigmaYY[punktide loend]`: Arvutatakse antud punktide *y*-koordinaatide ruutude summa.

Standardhälve

`Standardhälve[arvude loend]`: Arvutatakse antud arvude loendi standardhälve.

Statistiliste suuruste käsud

`Sxx[arvude loend]`: Arvutatakse $\Sigma(x^2) - \Sigma(x) * \Sigma(x)/n$.

`Sxx[punktide loend]`: Antud punktide *x*-koordinaate kasutades arvutatakse $\Sigma(x^2) - \Sigma(x) * \Sigma(x)/n$.

`Sxy[arvude loend, arvude loend]`: Arvutatakse $\Sigma(xy) - \Sigma(x) * \Sigma(y)/n$.

`Sxy[punktide loend]`: Arvutatakse $\Sigma(xy) - \Sigma(x) * \Sigma(y)/n$.

`Syy[punktide loend]`: Antud punktide *y*-koordinaate kasutades arvutatakse $\Sigma(y^2) - \Sigma(y) * \Sigma(y)/n$.

Märkus: Ülaltoodud suurused on lihtsalt normaliseerimata kujul X-i ja Y-i dispersioon ja kovariatsioon.

Näide: Etteantud punktide loendi korral on võimalik korrelatsioonikordajat leida ka järgmiselt

`Sxy[punktide loend] / sqrt(Sxx[punktide loend] Syy[punktide loend])`.

Tulpidagramm

`Tulpdiagramm[algväärtus, lõppväärtus, kõrguste loend]`: Antud vahemikus luuakse tulpdiagramm, milles tulpade arv määratakse kõrguste loendi elementide arvuga.

Näide: `Tulpdiagramm[10, 20, {1,2,3,4,5} ]` luuakse etteantud kõrguste ja viie tulbaga tulpdiagramm lõigul [*10, 20*].

`Tulpdiagramm[algväärtus a, lõppväärtus b, avaldis, muutuja k, arvust c, arvuni d]`: Luuakse tulpdiagramm antud lõigul [*a, b*]. Tulpade kõrgused arvutatakse antud avaldise alusel, kusjuures muutuja *k* muutub arvust *c* arvuni *d*.

Näide: Kui *p = 0.1*, *q = 0.9* ja *n = 10* on arvud, siis `Tulpdiagramm[-0.5,n+0.5,Binoomkordaja[n,k]*p^k*q^(n-k),k,0,n]` annab tulpdiagrammi lõigul [*-0.5, n+0.5*]. Tulpade kõrgused sõltuvad tõenäosustest, mis arvutatakse antud avaldise põhjal.

`Tulpdiagramm[algväärtus a, lõppväärtus b, avaldis, muutuja k, arvust c, arvuni d, sammu pikkus s]`: Luuakse tulpdiagramm lõigul [*a, b*]. Tulpade kõrgused arvutatakse antud avaldise alusel, kusjuures *k* muutub arvust *c* arvuni *d* sammu pikkusega *s*.

`Tulpdiagramm[algandmete loend, tulpade laius]`: Antud algandmete põhjal luuakse antud laiusega tulpadega tulpdiagramm.

Näide: `Tulpdiagramm[ {1,1,1,2,2,2,2,2,3,3,3,5,5,5,5}, 1]`

`Tulpdiagramm[andmete loend, sageduste loend]`: Kasutades andmete loendit ja vastavaid andmete esinemise sagedusi luuakse tulpdiagramm.

Märkus: Andmete loend peab olema selline loend, milles iga element (va esimene element) on kindla konstandi võrra eelmisest suurem.

Näited:

- `Tulpdiagramm[{10,11,12,13,14}, {5,8,12,0,1}]`
- `Tulpdiagramm[{5, 6, 7, 8, 9}, {1, 0, 12, 43, 3}]`
- `Tulpdiagramm[{0.3, 0.4, 0.5, 0.6}, {12, 33, 13, 4}]`

`Tulpdiagramm[andmete loend, sageduste loend, tulpade laius]`: Kasutades andmete loendit ja vastavaid andmete esinemise sagedusi luuakse etteantud laiuste tulpadega tulpdiagramm.

Märkus: Andmete loend peab olema selline loend, milles iga element (va esimene) on kindla konstandi võrra eelmisest suurem.

Näited:

- `Tulpdiagramm[{10,11,12,13,14}, {5,8,12,0,1}, 0.5]` jätab tühikud tulpade vahele.
- `Tulpdiagramm[{10,11,12,13,14}, {5,8,12,0,1}, 0]` annab sirglõikdiagrammi.

3.3.20. Arvutustabeli käsud

LahtriteVahemik

`LahtriteVahemik[alglahter, lõpplahter]`: Luuakse vastavas lahtrite vahemikus asuvatest elementidest koosnev loend.

Näide: Sisestage järgmised väärtused vastavatesse arvutustabeli lahtritesse: `A1 = 1, A2 = 4, A3 = 9, B1 = 4, B2 = 5, B3 = 6`.
`LahtriteVahemik[A1, A3]` annab seejärel loendi *{1, 4, 9}*.
`LahtriteVahemik[A1, B2]` annab seejärel loendi *{1, 4, 4, 5}*.

Rida

`Rida[arvutustabeli lahter]`: Väljastatakse selle rea number, milles antud lahter asub.

Näide: `Rida[B3]` annab arvu *a = 3*.

Veerg

`Veerg[arvutustabeli lahter]`: Väljastatakse selle veeru number, milles antud lahter asub.

Näide: `Veerg[B3]` annab arvu *a = 2,* kuna veerg *B* on tabeli teine veerg.

VeeruPealkiri

`VeeruPealkiri[arvutustabeli lahter]`: Väljastatakse selle veeru pealkiri, milles antud lahter asub (tekstilisel kujul).

Näide: `VeeruPealkiri[A1]` annab teksti "*A*" *graafikavaatesse*.

3.3.21. Maatriksi käsud

Determinant

`Determinant[maatriks]`: Arvutatakse antud maatriksi determinant.

Näide: `Determinant[{{1, 2}, {3, 4}}]` annab vastuseks arvu *a = -2*.

Pöördmaatriks

`Pöördmaatriks[maatriks]`: Väljastatakse etteantud maatriksi pöördmaatriks.

Näide: `Pöördmaatriks[{{1, 2}, {3, 4}}]` annab maatriksi *{{-2, 1}, {1.5, -0.5}}*.

Transponeeri

Transponeeri[maatriks]: Väljastatakse etteantud maatriksi transponeeritud maatriks.

Näide: `Transponeeri[{{1, 2}, {3, 4}}]` annab maatriksi *{{1, 3}, {2, 4}}*.

4. Menüüd

4.1. Menüü *FAIL*

Uus aken

Kiirklahv: *Ctrl+N* (Mac OS: *Cmd+N*)
Selle menüüvalikuga saab avada uue GeoGebra akna, mis on GeoGebra kasutajaliidese vaikesätete ehk vaikemäärangutega.
Märkus: Kui muudate mõningaid neist sätetest ja *salvestate* need, siis uus avanev GeoGebra aken on *kohandatud sätetega*.

Uus

Antud menüüvalikuga saab avada uue ja tühja kasutajaliidese samasse GeoGebra aknasse. Eelnevalt küsitakse, kas soovite juba olemasolevat konstruktsiooni enne uue kasutajaliidese avamist salvestada.
Märkus: Uus kasutajaliides on samade sätetega, mis olid eelneval konstruktsioonil. Näiteks kui koordinaatteljestik oli enne menüüvaliku *Uus* valimist peidetud, siis teljed on peidetud ka avanevas uues kasutajaliideses.

Ava...

Kiirklahv: *Ctrl+O* (Mac OS: *Cmd+O*)
Antud menüüvalik võimaldab avada juba arvutis olemasolevat GeoGebra faili (faili laiendiks on GGB).
Märkus: GeoGebra faili avamiseks piisab ka selle hiirega lohistamisest GeoGebra aknasse.

Salvesta

Kiirklahv: *Ctrl+S* (Mac OS: *Cmd+S*)
Antud menüüvalik võimaldab käsiloleva konstruktsiooni salvestada arvutisse GeoGebra failina (faili laiendiks on GGB).
Märkus: Kui fail oli juba eelnevalt salvestatud, siis see salvestatakse üle, kusjuures faili nimi jääb samaks.

Salvesta nimega...

Antud menüüvalik võimaldab käsilolev konstruktsioon salvestada GeoGebra failina (faili laiendiks on GGB). Enne salvestamist palutakse sisestada GeoGebra faili uus nimi.

Prindi eelvaade

Kiirklahv: *Ctrl+P* (Mac OS: *Cmd+P*)
See menüüvalik avab *graafikavaate* jaoks *prindi eelvaate* akna. Lisaks on võimalik seal määrata töö pealkiri, autor, kuupäev ja prinditava ala skaala (sentimeetrites).
Märkus: Kui vajutate pärast lisaandmete sisestamist *Enter*-klahvile, siis uuendatakse prindi eelvaadet.

Ekspordi- *Dünaamiline tööleht veebilehena* (html)...

Kiirklahv: *Ctrl+Shift+W* (Mac OS: *Cmd+Shift+W*)
Antud menüüvalik võimaldab käsiloleva konstruktsiooni eksportida veebileheks (HTML) st võimaldab luua nn *dünaamilise töölehe*.
Rohkem infot saate lõigust *Interaktiivsete veebilehtede loomine*.

Ekspordi - *Graafikavaade pildina* (png, eps)...

Kiirklahv: *Ctrl+Shift+P* (Mac OS: *Cmd+Shift+P*)
See menüüvalik võimaldab salvestada GeoGebra *graafikavaate* arvutisse pildifailina. Ilmuvas dialoogiaknas saab määrata pildi *vormingu*, muuta pildi *skaalat* (sentimeetrites) ja *resolutsiooni* (punktides).
Graafikavaate eksportimisel pildina saab valida järgmiste vormingute vahel:

- **PNG – Portable Network Graphics**: See on pikselgraafika vorming. Mida suurem on resolutsioon (dpi), seda parem on kvaliteet (300 dpi on tavaliselt piisav). PNG-graafika korral ei tohiks neid faile graafika kvaliteeti silmas pidades hiljem enam skaleerida. PNG-graafika failid sobivad hästi veebilehtede jaoks (html) ja tekstitöötlus-dokumentides kasutamiseks.
  Märkus: Kui lisate PNG-graafika faili nt Wordi dokumenti (*Lisa*, *Pilt, Failist*), siis veenduge eelnevalt, et pildi suuruseks on seatud 100 %. Vastasel korral võib skaala (sentimeetrites) muutuda.
- **EPS – Encapsulated Postscript**: See on vektorgraafika vorming, milles võib pilte skaleerida ilma kvaliteedi langust kartmata. EPS-graafika failid sobivad hästi kasutamiseks vektorgraafika programmides nagu Corel Draw ja profesionaalses tekstitöötlusprogrammis nagu LaTeX.
  EPS-graafika resolutsioon on alati 72dpi. Seda väärtust kasutatakse ainult selleks, et arvutada pildi tegelikku suurust sentimeetrites ja ei avalda mõju pildi kvaliteedile.
  Märkus: EPS-vormingus pole võimalik teostada hulknurkade ja koonuselõigete täitevärvi läbipaistvaks muutmist.
- **PDF – Portable Document Format** (vaata eelnevalt kirjeldatud EPS-vormingut)
  Märkus: SVG ja PDF vormingus eksportimisel on võimalik eksportida tekst redigeeritava teksti või kujundina. Siis säilitatakse tekst kas tekstina (see võimaldab

teksti hiljem redigeerida näiteks programmiga InkScape) või Bézieri kõveratena (mis garanteerib selle, et tekst näeb välja täpselt samasugune ka siis, kui kasutatud font pole arvutisse installeeritud).

- **SVG – Scaleable Vector Graphic** (vaata eelnevalt kirjeldatud EPS-vormingut)
- **EMF – Enhanced Meta Format** (vaata eelnevalt kirjeldatud EPS-vormingut)

Ekspordi - *Graafikavaade lõikepuhvrisse*

Kiirklahv: *Ctrl+Shift+C* (Mac OS: *Cmd+Shift+C*)
Antud menüüvalik kopeerib *graafikavaate* arvuti lõikepuhvrisse. Seejärel on lihtsasti võimalik seda kleepida teistesse dokumentidesse (nt tekstitöötlusdokumenti).

Ekspordi - *Graafikavaade* PSTricksina...

Kiirklahv: *Ctrl+Shift+T* (Mac OS: *Cmd+Shift+T*)
See menüüvalik võimaldab salvestada *graafikavaadet* PSTricks-pildifailina, mis on LaTeX'i pildivorming.

Ekspordi - *Graafikavaade* PGF/TikZna.....

See menüüvalik võimaldab salvestada *graafikavaadet* PGF/TikZ-pildifailina, mis on LaTeX'i pildivorming.

Sulge

Kiirklahv: *Alt+F4* (Mac OS: *Cmd+W*)
Antud menüüvalik sulgeb GeoGebra akna. Kui enne valiku *Sulge* valimist konstruktsiooni ei salvestatud, siis küsitakse, kas seda soovitakse teha.

4.2. Menüü *REDIGEERI*

Võta tagasi

Kiirklahv: *Ctrl+Z* (Mac OS: *Cmd+Z*)
See menüüvalik võimaldab võtta sammhaaval tagasi tehtud tegevused.
Märkus: Samuti on võimalik kasutada nuppu *Võta tagasi*, mis asub *tööriistariba* paremal pool.

Tee uuesti

Kiirklahv: *Ctrl+Y* (Mac OS: *Cmd+Shift+Z*)
Selle menüüvalikuga saab sammhaaval tegevused uuesti sooritada.
Märkus: Samuti on võimalik kasutada nuppu *Tee uuesti,* mis asub *tööriistariba* paremal pool.

Kustuta

Kiirklahv: *Delete*-klahv
Sellega saab kustutada valitud ehk märgistatud objekte ja neist objektidest sõltuvaid objekte.
Märkus: Kõigepealt tuleb need objektid, mida soovite kustutada, valida (nt kasutades valikuristkülikut).

Vali kõik

Kiirklahv: *Ctrl+A* (Mac OS: *Cmd+A*)
Selle menüüvalikuga saab valida ehk märgistada kõik konstruktsioonis kasutatud objektid.

Vali praegune kiht

Kiirklahv: *Ctrl+L* (Mac OS: *Cmd+L*)
Antud menüüvalik võimaldab valida ehk märgistada kõik objektid, mis on juba valitud objektiga samas kihis.
Märkus: Selleks, et seda võimalust kasutada, tuleb kõigepealt valida üks objekt, mis asub soovitud kihis.

Vali järgmised

Kiirklahv: *Ctrl+Shift+Q* (Mac OS: *Cmd+Shift+Q*)
See menüüvalik võimaldab valida ehk märgistada kõik objektid, mis sõltuvad juba valitud objektist.
Märkus: Selleks, et seda menüüvalikut kasutada, tuleb kõigepealt valida üks objekt.

Vali eelmised

Kiirklahv: *Ctrl+Q*
See menüüvalik võimaldab valida ehk märgistada kõik need objektid, mille baasil on juba valitud objekt loodud, st valitakse kõik need objektid, millest see objekt sõltub.
Märkus: Selleks, et seda menüüvalikut kasutada, tuleb kõigepealt valida sõltuv objekt.

Graafikavaade lõikepuhvrisse

Kiirklahv: *Ctrl+Shift+C* (Mac OS: *Cmd+Shift+C*)
See menüüvalik kopeerib *graafikavaate* arvuti lõikepuhvrisse. Seejärel on seda pilti lihtne kleepida teistesse dokumentidesse (nt tekstitöötlusdokumenti).

Omadused...

Kiirklahv: *Ctrl+E* (Mac OS: *Cmd+E*)
See menüüvalik avab *omaduste dialoogiakna*, mis võimaldab muuta kõikide GeoGebra failis kasutatud objektide omadusi.

4.3. Menüü *VAADE*

Teljed

See menüüvalik võimaldab *graafikavaates* asuvaid koordinaattelgi näidata või peita.
Märkus: Selleks, et koordinaattelgi kohandada, tuleks kasutada *graafikavaate omaduste dialoogiakent*.

Ruudustik

See menüüvalik võimaldab *graafikavaates* asuvat koordinaatruudustikku näidata või peita.
Märkus: Selleks, et koordinaatruudustikku kohandada, tuleks kasutada *graafikavaate omaduste dialoogiakent*.

Algebravaade

Kiirklahv: *Ctrl+Shift+A* (Mac OS: *Cmd+Shift+A*)
Selle menüüvalikuga saab *algebravaadet* näidata või peita.

Arvutustabeli vaade

Kiirklahv: *Ctrl+Shift+S* (Mac OS: *Cmd+Shift+S*)
Selle menüüvalikuga saab *arvutustabeli vaadet* näidata või peita.

Abiobjektid

Selle menüüvalikuga saab näidata või peita *algebravaates* asuvaid abiobjekte.

Horisontaaltükeldus

Antud menüüvalik võimaldab tükeldada GeoGebra akna erinevate vaadetega kas vertikaalselt või horisontaalselt.

Sisendriba

Selle menüüvalikuga saab GeoGebra akna allääres asuvat *sisendriba* kas näidata või peita.

Käskude nimekiri

Antud menüüvalik võimaldab näidata või peita *sisendrea* kõrval asuvat käskude nimekirja.

Konstruktsiooni protokoll...

Selle menüüvalikuga saab avada uues aknas *konstruktsiooni protokolli*.

Konstruktsiooni sammude navigeerimisriba

Selle menüüvalikuga saab näidata või peita *graafikavaate* allääres asuvat *navigeerimisriba*.

Värskenda vaateid

Kiirklahv: *Ctrl+F* (Mac OS: *Cmd+F*)
Antud menüüvalik võimaldab uuendada GeoGebra kõiki vaateid.
Märkus: Seda valikut saab kasutada punktide või joonte jälgede *graafikavaatest* kustutamiseks.

Arvuta uuesti kõik objektid

Kiirklahv: *F9*
See menüüvalik arvutab kõik GeoGebra failis leiduvad objektid uuesti.
Märkus: Seda saab kasutada uute juhuslike arvude genereerimiseks, kui GeoGebra failis on neid eelnevalt kasutatud.

4.4. Menüü *VÕIMALUS*ED

Üldisemaid omadusi saab muuta menüüst *Võimalused*.
Märkus: Selleks, et muuta objektide sätteid, tuleks kasutada kas *paremaklahvimenüüd* või *omaduste dialoogiakent*.

Punkti haaramine

See menüüvalik määrab, kas *punkti haaramine* on *sisse* või *välja* lülitatud või on punkte võimalik asetada ainult ruudustiku tippudesse (valik *sees (Ruudustik)*).
Märkus: Valik *Automaatselt* lülitab punkti haaramise *sisse*, kui ruudustikku või koordinaatteljestikku näidatakse ning lülitab *välja*, kui need on peidetud.

Nurga ühik

See menüüvalik määrab, kas nurgad esitatakse *kraadides* (°) või *radiaanides* (rad).
Märkus: Nurki on võimalik alati sisestada mõlemal moel (kraadides ja radiaanides).

Ümardamine

See menüüvalik võimaldab määrata kümnendkohtade või tüvenumbrite arvu, mida ekraanil näidatakse.

Pidevus

GeoGebras lubatakse pidevuse heuristikut lülitada sisse või välja. Tarkvara kasutab pidevuse heuristikut selleks, et hoida liikuvad lõikepunktid (sirge-koonuselõige, koonuselõige-koonuselõige) nende eelmiste positsioonide lähedal ja vältida hüppavaid lõikepunkte.
Märkus: Vaikimisi on see heuristik välja lülitatud. Kasutaja poolt defineeritud tööriistade korral on pidevus ka alati välja lülitatud.

Punkti stiil

Selle menüüvalikuga saab määrata, kuidas vaikimisi ekraanil punkte esitatakse: ●, ○ või **x.**

Märkeruudu suurus

Selle menüüvalikuga saab määrata märkeruutude suuruseks kas *tavaline* või *suur*.
Märkus: Kui kasutate GeoGebrat esitlusvahendina või töötate sellega interaktiivsel tahvlil, siis valik *suur* muudab märkeruutude kasutamise kergemaks.

Täisnurga stiil

Sellega saab määrata, kas täisnurki kujutatakse ristkülikuga □, punktiga • või nii nagu kõiki teisi nurki (*väljas*).

Koordinaadid

See menüüvalik määrab, kas punktide koordinaadid näidatakse kujul *A = (x, y)* või *A(x | y)*.

Tähistamine

On võimalik määrata, kas loodava objekti tähist näidatakse ekraanil või mitte. Saab määrata, kas tähistatakse *kõik uued objektid*, *mitte ükski uus objekt*, *ainult uued punktid* või *automaatselt*.
Märkus: Valikuga *Automaatselt* näidatakse loodavate objektide tähiseid siis, kui *algebravaade* on nähtav.

Kirja suurus

Sellest menüüvalikust saab määrata tähiste ja teksti kirja suuruse punktides (pt).
Märkus: Kui kasutate GeoGebrat esitlusvahendina, siis kirja suurendamine teeb auditooriumile teksti, tähiste ja algebralise sisendi nägemise kergemaks.

Keel

GeoGebra on mitmekeelne programm ja võimaldab muuta kasutatavat keelt. See aga mõjutab kõiki sisendeid, sealhulgas käskude nimetusi ja kõiki väljundeid.
Märkus: Ükskõik milline keel on valitud, maakera ikoon juhib tagasi keele valiku menüüsse. Kõikide keelte nimetused on alati esitatud inglise keeles.

Graafikavaade

See menüüvalik avab dialoogiakna, kus saab määrata *graafikavaate (joonestusvälja) omadusi* (nt koordinaatruudustiku ja telgede omadusi ning tausta värvi).
Märkus: Selle dialoogiakna saab avada ka joonestusvälja ehk graafikavaate paremaklahvimenüüst (Mac OS: *Ctrl*+klõps).

Salvesta sätted

Selle menüüvaliku abil on võimalik kasutajal oma lemmiksätted (seadistused) salvestada. Järgmisel korral, kui kasutaja avab GeoGebra, mäletab programm tema sätteid (menüü *Võimalused*, *tööriistariba* ja *graafikavaate* sätteid).

Taasta vaikesätted

Selle menüüvaliku abil saab taastada GeoGebra vaikesätted.

4.5. Menüü *TÖÖRIISTAD*

Loo uus tööriist...

Olemasoleva konstruktsiooni põhjal on GeoGebras võimalik luua uusi tööriistu. Peale tööriista konstruktsiooni valmistamist valige menüüst *Tööriistad* käsk *Loo uus tööriist*. Avanevas dialoogiaknas saate määrata uue tööriista väljund- ja sisendobjektid ning tähise tööriista ja nime vastava käsu jaoks.
Märkus: Loodud tööriista on võimalik kasutada nii hiirega kui ka käsuna *sisendribale* sisestades. Kõik tööriistad salvestatakse automaatselt kasutaja “GGB” konstruktsiooni faili.

Tööriistade haldamine...

Kasutades menüüvaliku *Tööriistade haldamine* dialoogiakent, on võimalik tööriista kustutada või muuta selle nime ja ikooni. Samuti võib valitud tööriistad salvestada *GeoGebra Tööriistade faili* ("GGT"). Seda faili saab hiljem kasutada (menüü *Fail, Ava*), et neid tööriistu kasutada mõne teise konstruktsiooni juures.
Märkus: "GGT" faili avamine ei muuda käsilolevat konstruktsiooni, aga "GGB" faili avamine muudab.

Kohanda tööriistariba...

Kasutajal on võimalik GeoGebra tööriistu tööriistaribal kohandada valides menüüst *Tööriistad* käsu *Kohanda tööriistariba.* Eriti kasulik on see võimalus *dünaamiliste töölehtede* juures, kus soovitakse piirata kasutuselolevaid tööriistu tööriistaribal.
Märkus: Tööriistariba seaded salvestatakse koos konstruktsiooniga "GGB" faili.

4.6. Menüü *AKEN*

Uus aken

Kiirklahv: *Ctrl+N* (Mac OS: *Cmd+N*)
See menüüvalik avab uue GeoGebra akna, mis kasutab GeoGebra kasutajaliidese vaikesätteid.
Märkus: Kui mõned neist sätetest on muudetud ja salvestatud, siis uus avatav GeoGebra aken kasutab kohandatud sätteid.

Avatud GeoGebra akende loetelu

Kui on avatud rohkem kui üks GeoGebra aken, siis see menüüvalik võimaldab nende erinevate akende vahel kiiresti liikuda.
Märkus: See võimalus võib olla kasulik, kui kasutate GeoGebrat esitlusvahendina ja soovite hoida mitu GeoGebra akent samaaegselt korraga lahti ning nende vahel liikuda.

4.7. Menüü *ABI*

Abi

See menüüvalik annab juurdepääsu GeoGebra manuaali (ingliskeelsele) HTML-versioonile. Sõltuvalt sellest, kuidas GeoGebra on arvutisse installeeritud, võib selle dokumendi nägemiseks vaja minna interneti ühendust:

- Kui laadisite GeoGebra alla ja installeerisite kasutades **installeerimise faile**, siis pole

internetiühendust tarvis. GeoGebra manuaali HTML-versioon on juba installeerimise käigus teie arvutisse salvestatud.

- Kui kasutasite võimaust **GeoGebraWebstart** GeoGebra arvutisse installeerimiseks, siis manuaali kasutamiseks on tarvis internetiühendust. Kui internetiühendus puudub, siis väljastatakse veateade.

Märkus: GeoGebra manuaali HTML-versioon on kättesaadav veebilehelt http://www.geogebra.org/help.

www.geogebra.org

Kui teil on internetiühendus, siis see menüüvalik avab GeoGebra ametliku veebilehe (http://www.geogebra.org) teie arvuti vaike-veebilehitsejas.

GeoGebra Forum

Kui teil on internetiühendus, siis see menüüvalik avab GeoGebra kasutajate onlain foorumi (http://www.geogebra.org/forum) teie arvuti vaike-veebilehitsejas.
Märkus: Foorumisse saate postitada GeoGebra-alaseid küsimusi ning sealt saate ka neile vastuseid.

GeoGebraWiki

Kui teil on internetiühendus, siis see menüüvalik avab GeoGebraWiki veebilehe (http://www.geogebra.org/wiki) teie arvuti vaike-veebilehitsejas.
Märkus: GeoGebraWiki on GeoGebra õppematerjalide kogum, mis on kõigile vabalt kättesaadav ja on loodud GeoGebra kasutajate poolt üle kogu maailma.

Info / Litsents

See menüüvalik avab akna, milles antakse informatsiooni GeoGebra litsentsi ja nende inimeste kohta, kes on andnud oma panuse GeoGebra projektile mitmel erineval moel (nt programmeerimine, tõlkimine).

5. GeoGebrale iseloomulikud omadused

5.1. Animeerimine

5.1.1. Automaatne animeerimine

GeoGebra võimaldab animeerida üht või mitut vaba arvu ja/või nurka samaaegselt, kui need on esitatud *graafikavaates liugurite* abil.

Kui soovite teatud vaba arvu või nurka animeerida, siis avage sellel arvul või nurgal *paremaklahvimenüü* (Mac OS: *Ctrl*+klõps) ja valige sealt *Animeerimine sees*. Animeerimise peatamiseks tuleb samas *paremaklahvimenüüs* vabastada linnuke valiku *Animeerimine sees* ees.

Märkus: Peale vaba arvu või nurga animeerimist ilmub animeerimise nupp *graafikavaate* alla vasakusse äärde. See võimaldab animatsiooni kas ▯▯ peatada või ▷ jätkata.

Omaduste dialoogiakna vahelehel *Liugur* saab muuta animeerimise käiku:

Ühelt poolt on võimalik kontrollida animeerimise *kiirust*.

Märkus: Kiirus 1 tähendab, et liuguri intervalli ühekordseks animeerimiseks kulub umbes 10 sekundit.

Teiselt poolt on võimalik määrata, kuidas animeerimise tsüklit korratakse:

- <=> *Võnkuv*:
  Animeerimise tsükkel vaheldub *Kasvava* ja *Kahaneva* vahel.
- => *Kasvav*:
  Liuguri väärtused alati kasvavad. Peale liuguri maksimumväärtuseni jõudmist alustatakse uuesti miinimumväärtusest ja jätkatakse animeerimist.
- <= *Kahanev*:
  Liuguri väärtused alati kahanevad. Peale liuguri miinimumväärtuseni jõudmist alustatakse uuesti maksimumväärtusest ja jätkatakse animeerimist.

Märkus: Sellel ajal, kui automaatne animeerimine on aktiivne, jääb ka GeoGebra täielikult toimivaks. See võimaldab teha muutusi konstruktsioonis samal ajal, kui animatsioon töötab/mängib.

5.1.2. Manuaalne animeerimine

Selleks, et muuta mingit vaba arvu või nurka pidevalt, valige tööriist *Liiguta*. Seejärel klõpsake *vabale arvule või nurgale* ning vajutage klaviatuuril + või – klahvile või nooleklahvidele. Hoides all üht neist klahvidest tekitate manuaalse animeerimise.

Näide: Kui punkti koordinaadid sõltuvad arvust *k* nagu näiteks *P = (2 k, k)* korral, siis muutes pidevalt *k* väärtust, liigub punkt mööda sirget.

Märkus: Liuguri muutuse kasvu saab kohandada selle *omaduste dialoogiakna* vahelehel *Liugur*.

Kiirklahvid:

- *Shift* + *nooleklahv* annab sammu pikkuseks 0.1 ühikut;
- *Ctrl* + *nooleklahv* annab sammu pikkuseks 10 ühikut;
- *Alt* + *nooleklahv* annab sammu pikkuseks 100 ühikut.

Märkus: Samuti saab + või – klahve kasutades sirgel asuvat punkti liigutada piki seda sirget.

5.2. Tingimuslik nähtavus

Lisaks sellele, et mingit objekti näidata või peita, saab selle objekti nähtavuse panna sõltuma teatud tingimusest. Võib-olla soovite näiteks objekti näidata ekraanil siis, kui teete linnukese *graafikavaates* asuvasse *märkeruutu* või kui *liuguril* on jõutud teatud väärtuste vahemikku.

Olemasolevate objektide tingimuslik näitamine ja peitmine

Selleks, et luua märkeruut, mis kontrollib ühe või mitme juba olemasoleva objekti nähtavust ekraanil, tuleb valida tööriist *Märkeruut objektide näitamiseks ja peitmiseks*. Alternatiivselt saab *sisendreale* sisestades luua loogilise muutuja (nt `b = true`) ja teha see märkeruuduna *graafikavaates* nähtavaks (nt kasutades tööriista *Näita / peida objekt* või *paremaklahvimenüüd*). Selleks, et loodud loogilist muutujat kasutada teatud objekti nähtavuse tingimuse määramisel, toimige nii, nagu on kirjeldatud allpooltoodud teises näites.

Uute objektide tingimuslik näitamine ja peitmine

Objekti *omaduste dialoogiakna* vahelehel *Lisavõimalused* on võimalik sisestada tingimus selle objekti nähtavuseks.

Märkus: Tingimuslike lausete esitamiseks saate loogilisi operaatoreid (nt ≠, ≥, ∧, ∨)

kõrvalasuvast rippmenüüst.

Näited:

- Kui *a* on liugur, siis tingimus a < 2 tähendab, et antud objekti näidatakse *graafikavaates* ainult siis, kui liuguri väärtus on väiksem kui 2.
- Kui *b* on loogiline muutuja, siis saate sisestada tingimuse b. Seejärel vastavat objekti näidatakse, kui *b* väärtus on *true (tõene)* ja objekt peidetakse, kui *b* on *false (väär)*.
- Kui *g* ja *h* on kaks sirget ja soovite näidata mingit teksti juhul, kui sirged on paralleelsed, siis sisestage teksti näitamise tingimuseks g || h.

5.3. Kasutaja poolt defineeritud tööriistad

Olemasoleva konstruktsiooni põhjal on GeoGebras võimalik luua uusi tööriistu (käske). Kui tööriist on loodud, saab seda rakendada nii hiirt kasutades kui ka käsuna *sisendreale* sisestades. Kõik tööriistad salvestatakse automaatselt GeoGebra faili.

Kasutaja poolt defineeritud tööriista loomine

Kõigepealt looge tööriista konstruktsioon, mida see tööriist peaks hiljem võimaldama teha. Seejärel valige *menüüst Tööriistad* valik *Loo uus tööriist*. Avanevas dialoogiaknas tuleb määrata uue tööriista *väljund- ja sisendobjektid* ning tööriista *tähis ja ikoon*.

Näide:

Tööriist *RUUT* loob ruudu, kui klõpsata *graafikavaates* kahele olemasolevale punktile või kahele tühjale kohale.

- Konstrueerige ruut alustades kahest punktist *A* ja *B*. Konstrueerige ruudu teised tipud ja ühendage need tööriista Hulknurk kasutades. Saate ruudu *hulknurk1*.
- *Menüüst Tööriistad* valige *Loo uus tööriist*.
- Määrake *Väljundobjektid*: Klõpsake ruudul või valige see rippmenüüst. Lisaks määrake ka ruudu küljed *väljundobjektideks*.
- Määrake *Sisendobjektid*: GeoGebra määrab sisendobjektid automaatselt (siin: punktid *A* ja *B*). Kasutajal on võimalik sisendobjektide valikut muuta rippmenüüd kasutades või neile konstruktsioonil klõpsates.
- Määrake uue *tööriista tähis ja käsu nimetus.*

  Märkus: *Tööriista tähis* ilmub GeoGebra tööriistaribale, *käsu nimetust* on võimalik kasutada seda GeoGebra sisendribale sisestades.
- Lisaks saate sisestada *tööriista abiteksti* (juhendi selle kohta, millele kasutaja peaks klõpsama, et tööriista rakendada).

- Samuti on võimalik valida pilt tööriista ikooni jaoks, mis ilmub *tööriistaribale*. GeoGebra muudab selle pildi suurust automaatselt, et see mahuks tööriista nupule.

Kasutaja poolt defineeritud tööriista salvestamine

Enda poolt loodud tööriistu on võimalik salvestada, et neid hiljem teistes GeoGebra konstruktsioonides kasutada. Kõigepealt tuleb *menüüst Tööriistad* valida *Tööriistade haldamine*. Seejärel valige tööriistade loetelust see tööriist, mida soovite salvestada. Tööriista salvestamiseks klõpsake nupule *Salvesta nimega…*.
Märkus: Kasutaja poolt defineeritud tööriistad salvestatakse failidena, mille laiendiks on *GGT*. See hõlbustab nende failide eristamist tavalistest GeoGebra failidest, mille laiendiks on *GGB*.

Ligipääs kasutaja poolt defineeritud tööriistadele

Kui avate peale tööriista loomist uue GeoGebra kasutajaliidese *menüüst Fail* valikuga *Uus*, siis see tööriist on ikka GeoGebra *tööriistaribal*. Samas, kui avate uue GeoGebra akna (*menüüst Fail* valikuga *Uus aken*) või avate GeoGebra mõnel teisel päeval, siis te ei leia enda poolt loodud tööriista enam GeoGebra *tööriistaribalt*.
Selleks, et kasutaja poolt defineeritud tööriistad oleksid ka uue GeoGebra akna *tööriistaribal*, on mitu võimalust:

- Peale uue tööriista loomist võite kasutatavad sätted salvestada valides *menüüst Võimalused* *Salvesta sätted*. Nüüdsest alates on teie poolt loodud tööriist osa GeoGebra *tööriistaribast*.
  Märkus: Enda poolt loodud tööriista on võimalik ka *tööriistaribalt* eemaldada. Selleks valige *menüüst Tööriistad* valik *Kohanda tööriistariba…*. Avaneva dialoogiakna vasakust tööriistade loendist valige tööriist, mida soovite eemaldada, ning klõpsake nupule *Eemalda >*. Ärge unustage peale tööriista eemaldamist sätteid uuesti salvestamast.
- Peale enda poolt loodud tööriista salvestamist (GGT failina) saate selle igal ajal sisse tuua uude GeoGebra aknasse. Selleks valige *menüüst Fail* valik *Ava* ja avage enda poolt loodud tööriista fail.
  Märkus: GeoGebra tööriistafaili (GGT) avamine GeoGebras ei mõjuta pooleliolevat konstruktsiooni. See teeb ainult vastava tööriista *tööriistaribal* kättesaadavaks.

5.4. Dünaamilised värvid

GeoGebras saab muuta objektide värvi *omaduste dialoogiakna* vahelehel *Värv*. Samas on võimalik objektide värv määrata selliselt, et see dünaamiliselt muutub: avage selle objekti *omaduste dialoogiakna* vaheleht *Lisavõimalused*, mille värvi soovite muuta. Sealt leiate *dünaamiliste värvide* tekstiboksid *Punane*, *Roheline* ja *Sinine*.

Märkus: Igasse tekstiboksi saate sisestada funktsiooni muutumispiirkonnaga lõigul [*0, 1*].

Näide:

- Looge kolm liugurit *a*, *b ja c* intervalliga arvust 0 arvuni 1.
- Konstrueerige hulknurk, mille värvi soovite liugurite väärtustega mõjutada.
- Avage selle hulknurga *omaduste dialoogiaken* ja sisestage iga värvikomponendi tekstiboksi ühe liuguri tähis.
- Sulgege *omaduste dialoogiaken*. Selleks, et jälgida, kuidas iga värvikomponent mõjutab hulknurga värvi, muutke liugurite väärtuseid.

  Märkus: Hulknurga värvi automaatset muutumist saate jälgida, kui animeerite liugureid (nt erineva kiirusega).

5.5. JavaScript liides

Märkus: GeoGebra JavaScripti liides võib pakkuda huvi kasutajatele, kellel on kogemusi HTMLi redigeerimisel.

Selleks, et *dünaamilisi töölehti* parendada ja täiustada nende interaktiivsust, on GeoGebra aplettidel JavaScripti liides. Näiteks on võimailik luua nupp, mis genereerib dünaamilise konstruktsiooni uue juhusliku konfiguratsiooni.

Näiteid ja lisainformatsiooni JavaScripti kasutamiseks GeoGebra aplettidel võite leida dokumendis GeoGebra Applets and JavaScript (http://www.geogebra.org „Abi“).

5.6. Kiirklahvid

Klahv	[ainult vastav klahv]	Ctrl (Mac OS: Cmd)	Ctrl+Shift (Mac OS: Cmd+Shift)	Alt (Mac OS: Ctrl)
A		Vali kõik	Näita / peida *algebravaade*	alfa α
B				beeta β
C		Kopeeri (arvutustabeli vaade)	Ekspordi graafikavaade lõikepuhvrisse	
D				delta δ
E		*Omaduste dialoogiaken*		Euleri e
F		Värskenda vaateid		fii ϕ
G				gamma γ
H				
I				
J				
K				
L		Vali praegune kiht		lambda λ
M				müü μ
N		Uus aken		
O		Ava		kraadi sümbol °
P		Prindi eelvaade	Ekspordi graafikavaade pildina (png, eps,…)	pii π
Q		Vali järgmised	Vali eelmised	
R				
S		Salvesta	Näita / peida *arvutustabeli vaade*	sigma σ
T			Ekspordi PSTricksina	teeta θ
U				

Klahv	[ainult vastav klahv]	Ctrl (Mac OS: Cmd)	Ctrl+Shift (Mac OS: Cmd+Shift)	Alt (Mac OS: Ctrl)
V		Kleebi (arvutustabeli vaade)		
W		Sulge (ainult Mac OS)	Ekspordi dünaamiline tööleht veebilehena (html)	oomega ω
X				
Y		Tee uuesti		
Z		Võta tagasi		
0				Aste ^{0}
1				Aste ^{1}
2				Aste ^{2}
3				Aste ^{3}
4				Aste ^{4}
5				Aste ^{5}
6				Aste ^{6}
7				Aste ^{7}
8				Aste ^{8}
9				Aste ^{9}
-	Vähenda valitud arvu / nurka	Vähenda		miinus või pluss
+	Suurenda valitud arvu / nurka	Suurenda		pluss või miinus ±
=	Suurenda valitud arvu / nurka	Suurenda		ei ole võrdne ≠
<				väiksem või võrdne kui ≤
, (koma)				väiksem või võrdne kui ≤
>				suurem või võrdne kui ≥
. (punkt)				suurem või võrdne kui ≥

Klahv	[ainult vastav klahv]	Ctrl (Mac OS: Cmd)	Ctrl+Shift (Mac OS: Cmd+Shift)	Alt (Mac OS: Ctrl)
*				
F1	Abi			
F2	Alusta valitud objekti redigeerimist (*algebravaade*)			
F3	Lisa valitud objekti definitsioon (sisendriba)			
F4	Lisa valitud objekti väärtus (sisendriba)			
F5	Lisa valitud objekti tähis (sisendriba)			
F9	Uuenda juhuslikud arvud			
Enter-klahv	Liigu *graafikavaate* ja *sisendrea* vahel			
Vasak hiire klõps				
Parem hiire klõps (Mac OS: *Ctrl*+klõps) *graafikavaatel*	Klõps: Avab *paremaklahvimenüü* (klõps objektil) *graafikavaate* omaduste dialoogiakna (klõps taustal) Klõps ja lohista: objekti kiire teisaldamine (klõps objektil) suurendusristkülik (klõps taustal)			

Klahv	[ainult vastav klahv]	Ctrl (Mac OS: Cmd)	Ctrl+Shift (Mac OS: Cmd+Shift)	Alt (Mac OS: Ctrl)
Hiire kerimisnupp	Suurendamine / vähendamine	Suurendamine / vähendamine (apletil)		Kiirendatud suurendamine / vähendamine
Del-klahv	Kustuta praegune valik			
Backspace-klahv	Kustuta praegune valik			
Nool üles ↑	Suurenda valitud arvu / nurka Liiguta valitud punkti ülespoole Liigu eelmiste käskude juurde *sisendrea* ajaloos Liigu ülespoole *konstruktsiooni protokollis*	10x kiiruse suurendamine	0.1x kiiruse suurendamine (vajutage ainult Shift-klahvile)	100x kiiruse suurendamine
Nool paremale →	Suurenda valitud arvu/nurka Liiguta valitud punkti paremale poole Liigu ülespoole *konstruktsiooni protokollis*	10x kiiruse suurendamine	0.1x kiiruse suurendamine (vajutage ainult Shift-klahvile)	100x kiiruse suurendamine

Klahv	[ainult vastav klahv]	Ctrl (Mac OS: Cmd)	Ctrl+Shift (Mac OS: Cmd+Shift)	Alt (Mac OS: Ctrl)
Nool vasakule ←	Vähenda valitud arvu/nurka Liiguta valitud punkti vasakule Liigu allapoole *konstruktsiooni protokollis*	10x kiiruse suurendamine	0.1x kiiruse suurendamine (vajutage ainult Shift-klahvile)	100x kiiruse suurendamine
Nool alla ↓	Vähenda valitud arvu/nurka Liiguta valitud punkti allapoole Liigu järgmisele sisendile *sisendrea* ajaloos Liigu allapoole *konstruktsiooni protokollis*	10x kiiruse suurendamine	0.1x kiiruse suurendamine (vajutage ainult Shift-klahvile)	100x kiiruse suurendamine
Home/PgUp-klahv	Liigu esimese sammuni *konstruktsiooni protokollis*			
End/PgDn-klahv	Liigu viimase sammuni *konstruktsiooni protokollis*			

Veel mõningaid klaviatuuri käske:

- *Alt+Shift* (Mac OS: *Ctrl+Shift*): Kreeka suurtähed;
- *Arvutustabeli vaade*: Ctrl+Alt+C koopeeri väärtused (mitte valemid).

Märkus: Kraadisümbolit ° (*Alt+O*, Mac OS: *Ctrl+O*) ja sümbolit π (*Alt+P*, Mac OS: *Ctrl+P*) saab kasutada liuguri dialoogiaknas intervalli (min, max) ja kasvu määramise juures.

5.7. Tähised ja pealdised

Tähiste näitamine ja peitmine

Graafikavaates saab objektide tähiseid erineval moel näidata ja peita:

- Valige tööriist *Näita / peida tähis* ja klõpsake objektil, mille tähist sooviksite näidata või peita.
- Avage soovitud objekti *paremaklahvimenüü* ja valige sealt *Näita tähist*.
- Avage soovitud objekti *omaduste dialoogiaken* ja tehke vahelehel *Üldine* linnuke või vabastage see märkeruudu *Näita tähist* ees.

Tähis ja väärtus

GeoGebras on igal objektil oma kordumatu tähis, mida saab *graafikavaates* näidata. Lisaks tähisele saab näidata ka objekti väärtust. Neid sätteid saab määrata *omaduste dialoogiakna* vahelehel *Üldine*, kui valite märkeruudu *Näita tähist* järel asuvast rippmenüüst kas *Tähis*, *Väärtus* või *Tähis ja väärtus.*

Märkus: Punkti väärtuseks on selle koordinaadid, funktsiooni väärtuseks on selle võrrand/avaldis.

Pealdis

Mõnikord võib siiski tekkida soov anda mitmele objektile ühesugune tähis. Näiteks tähistada ruudu kõik neli külge tähisega *a*. Selle jaoks pakub GeoGebra kõigile objektidele lisaks eelnevalt toodud kolmele tähistamise võimalusele välja pealdised. Objekti pealdist on võimalik määrata selle objekti *omaduste dialoogiakna* vahelehel *Üldine* siestades soovitud pealdise tekstiväljale *Pealdis*. Seejärel tuleks valida märkeruudu *Näita tähist* järel asuvast rippmenüüst tähistamise viisiks *Pealdis*.

5.8. Kihid

Märkus: GeoGebras kasutatakse kihte selleks, et määrata millist objekti valida või lohistada, kui kasutaja klõpsab mitmele objektile samaaegselt.

Vaikimisi joonestatakse kõik objektid kihile 0, mis on sisuliselt *graafikavaate taustakiht*. Kokku on 10 kihti (0-st kuni 9-ni) ja suurema numbriga kihid joonestatakse väiksema numbriga kihi peale.

Omaduste dialoogiakna vahelehel *Lisavõimalused* on võimalik muuta mingi konkreetse objekti kihi numbrit (0-st kuni 9-ni). Kui muudate kasvõi ühe objekti kihi numbri nullist erinevaks (nt kihiks 3), siis kõik uued objektid joonestatakse edaspidi kõige suurema numbriga kihile.

Märkus: Peale mingi(te) objekti(de) valimist on võimalik valida ka kõik need objektid, mis asuvad valitud objekti(de)ga samas kihis. Selleks võtke menüüst *Redigeeri* *Vali praegune kiht* (Kiirklahv: *Ctrl+L*). See menüüvalik on kättesaadav ainult sel juhul, kui kõik valitud objektid asuvad samas kihis.

Kihtide edasine kasutamine:

- SVG-eksportimisel on objektid kihtidena grupeeritud.
- Kihte on võimalik kontrollida kasutades JavaScript liidest GeoGebra aplettide jaoks.

5.9. Ümberdefineerimine

Objektide ümberdefineerimine on väga mitmekülgne vahend konstruktsiooni muutmiseks. Pange tähele, et ümberdefineerimine võib muuta konstruktsiooni sammude järjekorda *konstruktsiooni protokollis*.

GeoGebras saab objekte *ümber defineerida* mitmel erineval moel:

- Valige tööriist *Liiguta* ja tehke topeltklõps mingil objektil *algebravaates*.
    - *Vabade objektide* jaoks avanev redigeerimisväli lubab otseselt muuta selle objekti algebralist esitust. Kui olete soovitud muutused sisestanud, siis nende rakendamiseks vajutage *Enter*-klahvile.
    - *Sõltuvate objektide* jaoks avanevas *ümberdefineerimise* dialoogiaknas saab objekti ümber defineerida.
- Valige tööriist *Liiguta* ning tehke topeltklõps mingil objektil *graafikavaates*. See avab *ümberdefineerimise* dialoogiakna, mis võimaldab objekti ümber defineerida.
- Suvalise objekti muutmiseks sisestage selle tähis ja uus definitsioon *sisendreale*.
- Avage objekti *omaduste dialoogiaken* ja muutke selle objekti definitsiooni vahelehel *Üldine*.

Märkus: Fikseeritud objekte ei saa ümber defineerida. Selleks, et fikseeritud objekti ümber defineerida, tuleb see kõigepealt vabastada fikseerituse tingimusest *omaduste dialoogiakna* vahelehel *Üldine*.

Näited:

- Vaba punkti *A* määramiseks sirge *h* punktiks tuleb kõigepealt teha topeltklõps punktil *A.* Siis avatakse *ümberdefineerimise* dialoogiaken. Järgmisena sisestage tekstiväljale käsk `Punkt[h]` ning vajutage *Enter*-klahvile. Punkti *A* eemaldamiseks sellelt sirgelt ja selle vabaks objektiks muutmiseks tuleb see *ümber defineerida* andes sellele suvalised vabad koordinaadid nagu näiteks `(1, 2)`.
- Teise näite abil muudetakse punktidega *A* ja *B* määratud sirge *h* lõiguks otspunktidega *A* ja *B*. Avage sirge *h* *ümberdefineerimise dialoogiaken* ja sisestage tekstiväljale käsk `Lõik[A, B]`.

5.10. Jälg ja lookus

Objektid võivad jätta *graafikavaatesse* nende liigutamisel jälje. Jälje sisse lülitamiseks avage objektil *paremaklahvimenüü* ning valige sellest *Jälg sees*. Seejärel muutke konstruktsiooni nii, et objekt, mille jälje lülitasite sisse, muudaks positsiooni ja jätaks oma liikumise jälje.

Märkus: Objekti jälge saab sisse ja välja lülitada objekti *paremaklahvimenüüst*. Kõiki jälgi on võimalik kustutada, kui valite *menüüst Vaade* *Värskenda vaateid*.

GeoGebraga on võimalik automaatselt luua punkti lookust. Seda saab teha kas hiirega tööriista *Lookus* kasutades või sisestades käsu *Lookus* sisendreale.

Märkus: Punkt, mille lookust soovite luua, peab sõltuma teise punkti liikumisest, mis liigub piki mingit objekti (nt sirget, lõiku, ringjoont).

Näide:

- Looge punktide *A = (-1, -1)* ja *B = (1, -1)* vaheline lõik *a*.
- Asetage punkt *C* antud lõigule nii, et see liiguks ainult piki lõiku *a*.
- Looge punkt *P* nii, et see sõltuks punktist *C* (nt `P = (x(C), x(C)^2)`).
- Selleks, et luua punktist C sõltuvat punkti *P* lookust kasutage kas tööriista või käsku *Lookus*:
    - Tööriist *Lookus*: Klõpsake kõigepealt punktil *P* ja siis punktil *C*.
    - Käsk *Lookus*: Sisestage sisendreale `Lookus[P, C]` ja vajutage Enter-klahvile.

Märkus: Sellisel moel loodud lookus on parabooli graafik lõigul [*-1, 1*].

6. Indeks

A

Abi

Käskude süntaks ... 8

Sisendriba ... 8, 33

Tööriistariba ... 7

Abiobjektid ... 7, 8

Menüü *VAADE* ... 78

Absoluutväärtus, otsene sisend ... 37

Alaindeksid ... 32

Alamsumma, käsk ... 44

Algebraline sisend, sisendriba ... 32

Algebravaade ... 7

Näita/peida, menüü *VAADE* ... 78

Objektide muutmine ... 7

Animatsiooni peatamine ... 84

Animeerimine ... 84

Animeerimine sees ... 84

Animeerimine sees, paremaklahvimenüü ... 11

Animeerimise nupp ... 84

Automaatne animeerimine ... 84

Kahanev ... 84

Kasv ... 85

Kasvav ... 84

Kiirus ... 84

Kordus ... 84

Manuaalne animeerimine ... 85

Nooleklahvid ... 85

Peatamine ... 84

Pluss- ja miinus-klahv ... 85

Tsükkel ... 84

Võnkuv ... 84

Areafunktsioon

Areakoosinus, otsene sisend ... 38

Areasiinus, otsene sisend ... 38

Areatangens, otsene sisend ... 38

Aritmeetilised operatsioonid ... 37

Arkusfunktsioon

Arkuskoosinus, otsene sisend ... 38

Arkussiinus, otsene sisend ... 38

Arkustangens, otsene sisend ... 38

Arv

Muutumise intervall ... 35

Otsene sisend ... 34

Tähis ... 34

Arvuta uuesti kõik objektid, menüü *VAADE* ... 79

Arvutustabeli vaade ... 8

Lahtri nimi ... 8

Lahtri sisend ... 8

Menüü *VAADE* ... 78

Arvutustabelisse kirjutamine, paremaklahvimenüü ... 11

Arvutustabelisse salvestamine, paremaklahvimenüü ... 11

Astendamine, otsene sisend ... 37

Asümptoot, käsk ... 52

Automaatne animeerimine ... 84

Ava, menüü *FAIL* ... 74

Avaldis ... 29

B

Binoomkordaja, käsk ... 44

D

Definitsioon, sisendribale lisamine ... 33

Determinant, käsk ... 73

Diameeter, käsk ... 52

Dispersioon, käsk ... 68

Dünaamiline tekst ... 29

Dünaamiline tööleht

Apleti redigeerimine ... 16

Eksportimine ... 15
Eksportimine, menüü *FAIL* ... 75
Java ... 16
Teksti redigeerimine ... 16
Dünaamilised värvid ... 88

E

Eksponentfunktsioon, otsene sisend ... 37
Ekspordi
Dünaamiline tööleht veebilehena, menüü *FAIL* ... 75
Graafikavaade
lõikepuhvrisse, menüü *FAIL* ... 76
lõikepuhvrisse, menüü *REDIGEERI* ... 77
PGF/TikZna, menüü *FAIL* ... 76
PSTricksina, menüü *FAIL* ... 76
Graafikavaade pildina, menüü *FAIL* ... 75
Eksportimine
Dünaamiline tööleht ... 15
GGB-fail ... 15
HTML-fail ... 15
JAR-failid ... 15
Lähtestamise ikoon ... 15
Loodavad failid ... 15
Pikkus / laius ... 15
Tööriistariba näitamine ... 15
Vaheleht *Lisavõimalused* ... 15
Vaheleht *Üldine* ... 15
Graafikavaade
Pildina ... 14
Skaala ... 15
Vahemälusse ... 15
Interaktiivne tööleht ... 15
Interaktiivne veebileht ... 15
Konstruktsiooni protokoll veebileheks ... 13
Menüü *FAIL* ... 75
Eksportimise ristkülik ... 14
Ekstreemum, käsk ... 49
Ekstsentrilisus, käsk ... 44
Elemendi lisamine, käsk ... 64
Element, käsk ... 62
Ellips
Käsk ... 54
Tööriist ... 24
EMF-vorming ... 76
EPS-vorming ... 75
Esimene, käsk ... 62
Euleri konstant ... 34

F

Faktoriaal, otsene sisend ... 37
FokaalpoolteljePikkus, käsk ... 44
Fokaaltelg
FokaalpoolteljePikkus, käsk ... 44
Käsk ... 52
Fookus, käsk ... 49
Funktsioon
Käsk ... 55
Tähis ... 32
Funktsioonid
Eksponentfunktsioon ... 37
Lõigul määratud funktsioon ... 37
Otsene sisend ... 36
Programmisisesed funktsioonid ... 37

G

Gamma funktsioon, otsene sisend ... 37
GeoGebra Forum, menüü *ABI* ... 83
GeoGebraWiki, menüü *ABI* ... 83
Geomeetrilised teisendused
Tööriistad ... 27
Graafikavaade ... 7
Ekspordi lõikepuhvrisse, menüü *REDIGEERI* ... 77
Geomeetriline sisend ... 17
Kohandamine ... 9
Objektide liigutamine ... 7
Pildi loomine ... 14
Pildina eksportimine ... 14
Prindi eelvaate värskendamine ... 14
Printimine ... 13

Skaalas eksportimine 15
Suumimine 9
Vahemälusse eksportimine 15
Graafikavaade, menüü *VÕIMALUSED* 81

H

Haripunkt, käsk 49
Histogramm, käsk 68
Homoteetsusteisendus
Käsk 66
Objekti homoteetsusteisendus punktist teguriga, tööriist 27
Horisontaaltükeldus, menüü *VAADE* 78
Hulknurk
Käsk 52
Nurgad 48
Tööriist 21
Hüperbool
Käsk 54
Tööriist 24
Hüperboolne funktsioon
Hüperboolne koosinus, otsene sisend 38
Hüperboolne siinus, otsene sisend 38
Hüperboolne tangens, otsene sisend 38

I

Imaginaarühik 42
Indeksid 42
Info / Litsents, menüü *ABI* 83
Integraal
Käsk 44, 55
Määramata integraal 55
Määratud integraal 44
Interaktiivne tööleht, eksportimine 15
Interaktiivne veebileht, eksportimine 15
Itereerimine
Iteratsiooni loend, käsk 63
Käsk 45

J

Jääk, käsk 45
Jagamine, otsene sisend 37
JagatiseTäisosa, käsk 45
Jälg 96
Jälg sees, paremaklahvimenüü 11, 96
Kustuta 79
JätaAlles, käsk 63
JavaScript liides 88
Joon
Joone jämedus, omaduste dialoogiaken 10
Joone stiil, omaduste dialoogiaken 10
JoonePikkus, käsk 45
Juhtjoon, käsk 52
Juhuslik arv
Juhuslik binoomjaotuse väärtus, käsk 45
Juhuslik normaaljaotuse väärtus, käsk 45
Juhuslik Poissoni jaotuse väärtus, käsk 45
Juhuslik täisarv, käsk 45
Käsk 45
Otsene sisend 37
Uus juhuslik arv 79

K

Käänupunkt, käsk 49
Kaar
Käsk 58
Ringjoone kaar keskpunkti ja kahe punktiga, tööriist 24
Ringjoone kaar kolme punktiga, tööriist 25
RingjooneKaar1, käsk 58
RingjooneKaar2, käsk 59
Kahe objekti omavaheline võrdlus, tööriist 19
Karpdiagramm, käsk 68
Käsk
Alamsumma 44
Asümptoot 52
Binoomkordaja 44
Determinant 73

Diameeter ... 52
Dispersioon ... 68
EemaldaMittedefineeritudObjektid ... 62
Ekstreemum ... 49
Ekstsentrilisus ... 44
Element ... 62
Ellips ... 54
Esimene ... 62
FokaalpoolteljePikkus ... 44
Fokaaltelg ... 52
Fookus ... 49
Funktsioon ... 55
HarilikMurdTekstina ... 59
Haripunkt ... 49
Histogramm ... 68
Homoteetsusteisendus ... 66
Hulknurk ... 52
Hüperbool ... 54
Integraal ... 44, 55
Iteratsioon ... 45
IteratsiooniLoend ... 63
Jääk ... 45
JagatiseTäisosa ... 45
JärjestaVastupidiselt ... 63
JätaAlles ... 63
JoonePikkus ... 45
Juhtjoon ... 52
Juhuslik ... 45
Juhuslik binoomjaotuse väärtus ... 45
Juhuslik normaaljaotuse väärtus ... 45
Juhuslik Poissoni jaotuse väärtus ... 45
Juhuslik täisarv ... 45
Käänupunkt ... 49
Kaar ... 58
Karpdiagramm ... 68
KasOnDefineeritud ... 43
KasOnTäisarv ... 44
Kaugus ... 45
Keskpunkt ... 49
Keskristsirge ... 52
Keskväärtus ... 69
KeskväärtusX ... 69
KeskväärtusY ... 69
Kiir52
KonstruktsiooniSamm ... 43
Koonuselõige ... 54
Korrelatsioonikordaja ... 69
Korrutis ... 63
Kovariatsioon ... 69
Kõver ... 57
Kõverus ... 46, 57
Kõverusvektor ... 51, 57
Kui (loogiline käsk) ... 44
Kustuta ... 43
LahtriteVahemik ... 73
LaTeX ... 59
Lihtsuhe ... 46
Lihtsusta ... 55, 56
Liitsuhe ... 46
Lisa ... 63
LisaElement ... 64
Loend ... 64
Loenda ... 64
LogistilineKõver ... 70
Lõik ... 51
Lõikepunkt ... 49
LükeVektoriga ... 66
Maksimum ... 46, 64
Max ... 46, 64
Mediaan ... 69
Miinimum ... 46, 64
Min ... 46, 64
Modulo funktsioon ... 45
Mood ... 69
Normaaljaotus ... 70
Nullkohad ... 50

Nurgapoolitaja 53
NurgaPunkt 50
Nurk 48
Objekt 60
Parabool 54
Parameeter 46
Peegelda 67
Pikkus 46, 57, 64
Pindala 47
Polaar 53
Polünoom 56
Poolringjoon 58
Pöördmaatriks 73
Pöördnormaaljaotus 70
Pööre 67
Punkt 50
Puuteringjoon 55, 57
Puutuja 53, 57
Q1 (1. kvantiil) 69
Q3 (3. kvantiil) 69
Raadius 47
Raskuskese 50
RegressioonikõverAstme 70
RegressioonikõverEksp 70
RegressioonikõverLog 70
RegressioonikõverSin 70
Regressioonipolünoom 70
Regressioonisirge 70
RegressioonisirgeX 70
Rida 73
RingiSektor1 58
RingiSektor2 58
Ringjoon 55
RingjooneKaar1 58
RingjooneKaar2 59
Ristsirge 53
RistuvÜhikvektor 51
RistuvVektor 51
Sektor 59
SigmaXX 71
SigmaXY 71
SigmaYY 71
Sihivektor 51
Sirge 53
Sorteeri 65
Standardhälve 71
Summa 65
SümmeetriaKeskpunkt 50
SÜT 47
Suurim ühistegur 47
Sxx 71
Sxy 71
Syy 71
TäheUnicode 61
Tähis 61
TayloriValem 56
Tegurda 56
TeineTelg 53
TeisePoolteljePikkus 47
Tekst 60
TekstiUnicode 60
TekstTabelina 60
Teljed 54
TeljeSamm 47
Tõus 47
Transponeeri 73
Trapetssumma 47
Tuletis 57
Tupdiagramm 71
Ühend 65
Ühenda 66
Ühikvektor 51
Ühisosa 66
Ülemsumma 48
Ümbermõõt 48
UnicodeTähena 62

UnicodeTekstina 62
Väikseim ühiskordne 48
Veerg 73
VeeruPealkiri 73
Vektor 51
Viimane 65
Võrdlus 43
Võta 65
VÜK 48
KasOnDefineeritud, käsk 43
KasOnTäisarv, käsk 44
Käsud 8, 42
Arvulised käsud 44
Arvutustabeli käsud 73
Automaatne lõpetamine 43
Ettepaneku muutmine 43
Ettepanekuga nõustumine 43
Funktsiooni käsud 55
Geomeetriliste teisenduste käsud 66
Hulknurga käsud 52
Kaare käsud 58
Käskude abi 8
Käskude nimekiri 8
Käskude nimekiri, menüü *VAADE* 79
Käskude süntaks, abi 8
Kiire käsk 52
Koonuselõike käsud 54
Kõvera käsk 57
Loendi käsud 62
Lõigu käsud 51
Loogilised käsud 43
Lookuse käsk 62
Maatriksi käsud 73
Nurga käsud 48
Parameetrilise kõvera käsk 57
Punkti käsud 49
Sektori käsud 58
Sirge käsud 52
Statistika käsud 68
Teisenduste käsud 66
Teksti käsud 59
Üldised käsud 43
Vektori käsud 51
Kasutaja poolt defineeritud tööriistad 81, 86
Avamine 87
Loomine 86
Salvestamine 87
Kasutajaliides, kohandamine 8
Kasv, manuaalne animeerimine 85
Katkestuspunkt 12
Kaugus
Käsk 45
Kaugus või pikkus, tööriist 26
Keel, menüü *VÕIMALUSED* 81
Keskpunkt
Käsk 49
Keskpunkt, tööriist 20
Keskväärtus
Käsk 69
KeskväärtusX, käsk 69
KeskväärtusY, käsk 69
Kihid 94
Kiir
Käsk 52
Kiir kahe punktiga, tööriist 21
Tööriist 21
Kiirklahvid 89
Kirja suurus
Menüü *VÕIMALUSED* 81
Suurendamine 13
Kirjuta arvutustabelisse, tööriist 19
Kohandamine
Graafikavaade 9
Kasutajaliides 8
Sätted 13
Tööriistariba 10, 82

Kõikide objektide valimine, omaduste dialoogiaken 10
Kompleksarv
Korrutamine 42
Lahutamine 42
Liitmine 42
Operatsioonid 42
Otsene sisend 42
Konstrueerimise nupud ehk tööriistad 7
Konstrueerimise tööriistad 17
Aktiveerimine 17
Konstruktsiooni protokoll 12
Järjekorra muutmine 12
Katkestuspunkt 12
Menüü *VAADE* 79
Muutmine 12
Navigeerimine 12
Printimine 14
Uue sammu lisamine 12
Värvilise konstruktsiooni protokolli eksportimine 13
Veebileheks eksportimine 13
Veerud 12, 14
Konstruktsiooni samm
Käsk 43
Konstruktsiooni protokoll 12
Navigeerimisriba 11
Koonuselõige
Koonuselõige viie punktiga, tööriist 24
Koonuselõige, käsk 54
Otsene sisend 36
Tähis 32, 36
Koordinaadid 35
Koordinaatide stiil, menüü *VÕIMALUSED* 80
Koordinaatide stiil, sätted 13
Polaarkoordinaadid 35
Ristkoordinaadid 35
x-koordinaat 37
y-koordinaat 37
Koordinaatruudustik
Kohandamine 9
Menüü *VAADE* 78
Näita / peida 9
Koordinaatteljed
Kohandamine 9
Menüü *VAADE* 78
Näita / peida 9
Koosinus, otsene sisend 37
Kopeerimine
Kopeeri kujunduse stiil, tööriist 18
Sisendribale kopeerimine, paremaklahvimenüü 11
Korrapärane hulknurk, tööriist 21
Korrelatsioonikordaja, käsk 69
Korrutamine, otsene sisend 37
Korrutis, käsk 63
Kovariatsioon, käsk 69
Kõver, käsk 57
Kõverus
Käsk 46, 57
Kõverusvektor, käsk 51, 57
Kraad
Radiaanideks teisendamine 34
Sümbol 26, 34
Kreeka tähed, suurtähed 93
Kui
Käsk 44, 56
Tingimuslik funktsioon 56
Kujunduse stiil, kopeerimine 18
Kümnendkohad, menüü *VÕIMALUSED* 80
Kustuta
Jälg 79
Käsk 43
Menüü *REDIGEERI* 77
Kustutamine
Kustuta objekt, tööriist 18
Paremaklahvimenüü 11
Kuupjuur, otsene sisend 37
Kvantiil

Alumine kvantiil Q1, käsk 69
Ülemine kvantiil Q3, käsk 69

L

Lahter
Lahtrite vahemik, käsk 73
Nimi 8
Sisend 8
Lahutamine, otsene sisend 37
LaTeX, käsk 59
LaTeX'i avaldis 29
Lihtsuhe, käsk 46
Lihtsusta
Käsk 55, 56
Polünoom 56
Liiguta
Liiguta joonestusvälja, tööriist 18
Tööriist 18
Liitmine, otsene sisend 37
Liitsuhe, käsk 46
Lineaarne korrelatsioonikordaja, käsk 69
Lisa
Käsk 63
Lisa pilt, tööriist 30
Lisa tekst, tööriist 28
Lisa pilt, tööriist 30
Lisa tekst, tööriist 28
Lisamine
Definitsioon sisendribale 33
Tähis sisendribale 33
Väärtus sisendribale 33
Litsents, menüü *ABI* 83
Liugur 34
Tööriist 26
Loend
Käsk 64
Operatsioonid loenditega 39
Otsene sisend 39
Loenda, käsk 64
Loendid
Aritmeetiliste operatsioonide rakendamine 40
Jagamine 40
Korrutamine 40
Lahutamine 40
Liitmine 40
Programmisisesed funktsioonid 40
Programmisiseste funktsioonide rakendamine 40
Võrdlemine 40
Logaritm
alusel 10, otsene sisend 37
alusel 2, otsene sisend 37
naturaallogaritm, otsene sisend 37
Lõigu keskristsirge, tööriist 22
Lõik
Antud punktist lähtuv antud pikkusega lõik, tööriist 21
Kahe punkti vaheline lõik, tööriist 21
Käsk 51
Lõikepunkt, käsk 49
Lõikepunktid
Kahe objekti lõikepunktid, tööriist 20
Kõik lõikepunktid 20
Luba väljaspool asuvaid lõikumisi 20
Üks lõikepunkt 20
Loo uus tööriist, menüü *TÖÖRIISTAD* 81
Loogiline muutuja
Loogikatehted 38
Loogiline muutuja, tööriist 27
Muutujad 38
Näita/peida objekt 38
Lookus 96
Käsk 62
Tööriist 27
Lüke vektoriga
Käsk 66
Objekti lüke vektoriga, tööriist 28

M

Määratud integraal 44
Kahe funktsiooni graafiku vahelise ala pindala 45
Pindala 44
Maatriksid
Aritmeetiliste operatsioonide rakendamine 41
Käsud 41
Korrutamine 41
Lahutamine 41
Liitmine 41
Operatsioonid 41
Otsene sisend 41
Maksimum, käsk 46, 64
Manuaalne animeerimine 85
Märgistamine/valimine
Mitu objekti 17
Objekt 17
Märkeruut
Märkeruut objektide näitamiseks ja peitmiseks, tööriist 27
Suurus, menüü *VÕIMALUSED* 80
Suurus, sätted 13
Max, käsk 46, 64
Mediaan, käsk 69
Menüü
ABI 82
AKEN 82
FAIL 74
REDIGEERI 76
TÖÖRIISTAD 81
VAADE 78
VÕIMALUSED 79
Menüü *ABI* 82
GeoGebra Forum 83
GeoGebraWiki 83
Info / Litsents 83
Litsents 83
www.geogebra.org 83
Menüü *AKEN* 82
Uus aken 82
Menüü *FAIL* 74
Ava 74
Ekspordi
Dünaamiline tööleht veebilehena (html) 75
Graafikavaade lõikepuhvrisse 76
Graafikavaade PGF/TikZna 76
Graafikavaade pildina (png, eps) 75
Graafikavaade PSTricksina 76
Prindi eelvaade 75
Salvesta 74
Salvesta nimega 74
Sulge 76
Uus 74
Uus aken 74
Menüü *REDIGEERI* 76
Ekspordi graafikavaade lõikepuhvrisse 77
Kustuta 77
Omaduste dialoogiaken 78
Tee uuesti 76
Vali eelmised 77
Vali järgmised 77
Vali kõik 77
Vali praegune kiht 77
Võta tagasi 76
Menüü *TÖÖRIISTAD* 81
Kohanda tööriistariba 82
Loo uus tööriist 81
Tööriistade haldamine 82
Menüü *VAADE* 78
Abiobjektid 78
Algebravaade 78
Arvuta uuesti kõik objektid 79
Arvutustabeli vaade 78
Horisontaaltükeldus 78
Käskude nimekiri 79
Konstruktsiooni protokoll 79

Koordinaatruudustik ... 78
Koordinaatteljed ... 78
Navigeerimisriba ... 79
Ruudustik ... 78
Sisendriba ... 78
Teljed ... 78
Värskenda vaateid ... 79
Menüü *VÕIMALUSED* ... 79
Graafikavaade ... 81
Keel ... 81
Kirja suurus ... 81
Koordinaatide stiil ... 80
Kümnendkohad ... 80
Märkeruudu suurus ... 80
Nurga ühik ... 79
Pidevus ... 80
Punkti haaramine ... 79
Punkti stiil ... 80
Salvesta sätted ... 81
Taasta vaikesätted ... 81
Tähistamine ... 80
Täisnurga stiil ... 80
Tüvenumbrid ... 80
Ümardamine ... 80
Menüüd ... 74
Miinimum, käsk ... 46, 64
Min, käsk ... 46, 64
Mittedefineeritud objektide eemaldamine, käsk ... 62
Modulo funktsioon, käsk ... 45
Mood, käsk ... 69
Murd tekstina, käsk ... 59
Muutumise intervall
Arvu väärtus ... 35
Lõigul määratud funktsioon ... 37
Nurga väärtus ... 35

N

Nähtavus
Omaduste dialoogiaken ... 10
Tingimuslik nähtavus ... 85
Näita / peida
Näita / peida objekt, tööriist ... 19
Näita / peida tähis, tööriist ... 19
Objekt ... 8
Navigeerimisriba ... 11, 12
Menüü *VAADE* ... 79
Nooleklahvid ... 34
Animeerimine ... 85
Normaaljaotus, käsk ... 70
Nullkohad, käsk ... 50
Nupu- ehk tööriistariba ... 7
Nurga ühik
Menüü *VÕIMALUSED* ... 79
Sätted ... 13
Nurgapoolitaja, tööriist ... 22
NurgaPunkt, käsk ... 50
Nurk
Etteantud suurusega nurk, tööriist ... 26
Hulknurga nurgad ... 48
Käsk ... 48
Luba ülinürinurka ... 26
Muutumise intervall ... 35
Nurgapoolitaja, käsk ... 53
Nurgapoolitaja, tööriist ... 22
Otsene sisend ... 34
Suuruse piiramine ... 26
Tööriist ... 25
Ülinürinurk ... 35

O

Objekt
Abiobjekt ... 7
Algebraline esitus ... 11
Animeerimine sees ... 11
Jälg sees ... 11
Joone jämedus ... 10
Joone stiil ... 10
Käsk ... 60

Kiire ümbernimetamine ... 18
Kustutamine ... 11
Lisa
Definitsioon sisendribale ... 33
Tähis sisendribale ... 33
Väärtus sisendribale ... 33
Märgistamine/valimine ... 17
Mitme objekti märgistamine/valimine ... 17
Nähtavus ... 10
Näita / peida ... 8
Redigeerimine ... 33
Sisendribale kopeerimine ... 11
Sõltuv objekt ... 7
Suurus ... 10
Tähis ... 32
Täitevärv ... 10
Ümbernimetamine ... 11
Väärtuse muutmine ... 33
Vaba objekt ... 7
Värv ... 10
Objekti redigeerimine ... 33
Objektide tähistamine ... 32
Omaduste dialoogiaken ... 10
Graafikavaade ... 9
Kõikide objektide valimine ... 10
Menüü *REDIGEERI* ... 78
Objektide jaoks ... 10
Pildi jaoks ... 30
Vahelehed ... 10
Otsene sisend
Arvud ... 34
Funktsioonid ... 36
Koonuselõiked ... 36
Nurgad ... 34
Punktid ... 35
Sirged ... 35
Teljed ... 36
Vektorid ... 35

P

Parabool
Käsk ... 54
Tööriist ... 24
Paralleelne sirge, tööriist ... 22
Parameeter, käsk ... 46
Parameetriline kõver, käsk ... 57
Paremaklahvimenüü ... 11
Animeerimine sees ... 11
Arvutustabelisse kirjutamine ... 11
Jälg sees ... 11, 96
Kustutamine ... 11
Sisendribale kopeerimine ... 11
Ümbernimetamine ... 11
PDF-vorming ... 75
Pealdis ... 94
Tähis ... 94
Pearsoni korrelatsioonikordaja, käsk ... 69
Peegelda, käsk ... 67
Peegeldamine
Peegelda objekti punktist, tööriist ... 28
Peegelda objekti sirgest, tööriist ... 28
Peegelda punkti ringjoonest, tööriist ... 28
PGF/TikZ
Eksportimine, menüü *FAIL* ... 76
Vorming ... 76
Pidevus, menüü *VÕIMALUSED* ... 80
Pii
Konstant ... 34
Sümbol ... 26, 34
Pikkus
Käsk ... 46, 57, 64
Kaugus või pikkus, tööriist ... 26
Pildi eksportimine, menüü *FAIL* ... 75
Pildi läbipaistvus ... 31
Pilt
EMF-vorming ... 76
EPS-vorming ... 75

Läbipaistvus ... 31
Lisa pilt, tööriist ... 30
Moonutamine ... 31
Nurk ... 50
Nurkade määramine ... 30
Omaduste dialoogiaken ... 30
PDF-vorming ... 75
PGF/TikZ-vorming ... 76
PNG-vorming ... 75
Pööramine ... 31
PSTricks-vorming ... 76
Skaleerimine ... 31
SVG-vorming ... 76
Taustapilt ... 31
Pindala
Kahe funktsiooni graafiku vahelise ala pindala ... 45
Käsk ... 47
Määratud integraal ... 44, 47
Tööriist ... 26
Pluss- ja miinus-klahv, animeerimine ... 85
PNG-vorming ... 75
Pogrammisisesed funktsioonid ... 37
Polaar
Käsk ... 53
Polaar või kaasdiameeter, tööriist ... 23
Polaarkoordinaadid ... 35
Polünoom, käsk ... 56
Poolringjoon
Käsk ... 58
Tööriist ... 25
Pöördmaatriks, käsk ... 73
Pöördnormaaljaotus, käsk ... 70
Pööre
Käsk ... 67
Pööra objekti antud nurga võrra ümber punkti, tööriist ... 28
Pööre ümber punkti, tööriist ... 19
Prindi eelvaade
Menüü *FAIL* ... 75
Värskendamine ... 14
Printimine
Graafikavaade ... 13
Konstruktsiooni protokoll ... 14
Võimalused ... 13
Protokoll ... 12
Protokoll, veebilehena eksportimine ... 13
PSTricks
Eksportimine, menüü *FAIL* ... 76
Vorming ... 76
Punkt
Käsk ... 50
Otsene sisend ... 35
Tähis ... 32, 35
Punkti haaramine, menüü *VÕIMALUSED* ... 79
Punkti stiil
Menüü *VÕIMALUSED* ... 80
Sätted ... 13
Puuteringjoon, käsk ... 57
Puutuja
Käsk ... 53, 57
Tööriist ... 23

R

Raadius, käsk ... 47
Radiaanid, kraadideks teisendamine ... 34
Raskuskese, käsk ... 50
Regresioonisirge, tööriist ... 22
Regressiooni käsud
LogistilineKõver, käsk ... 70
RegressioonikõverAstme, käsk ... 70
RegressioonikõverEksp, käsk ... 70
RegressioonikõverLog, käsk ... 70
RegressioonikõverSin, käsk ... 70
Regressioonipolünoom, käsk ... 70
Regressioonisirge, käsk ... 70
RegressioonisirgeX, käsk ... 70
Rida, käsk ... 73

Ringjoon
Käsk ... 55
Puuteringjoon, käsk ... 55
Ringjoon keskpunkti ja raadiusega, tööriist ... 23
Ringjoon keskpunkti ja ringjoone punktiga, tööriist 23
Ringjoon kolme punktiga, tööriist ... 24
Ristkoordinaadid ... 35
Ristsirge
Keskristsirge, käsk ... 52
Lõigu keskristsirge, tööriist ... 22
Ristsirge, käsk ... 53
Ristsirge, tööriist ... 23
Ristuv vektor, käsk ... 51
RistuvÜhikvektor, käsk ... 51
Ruudustik
Isomeetiline ... 10
Joone stiil ... 9
Joonte vaheline kaugus ... 9
Kohandamine ... 9
Menüü *VAADE* ... 78
Näita / peida ... 9
Värv ... 9
Ruutjuur, otsene sisend ... 37

S

Salvesta
Menüü *FAIL* ... 74
Salvesta nimega, menüü *FAIL* ... 74
Salvesta sätted, menüü *VÕIMALUSED* ... 81
Sätted ... 13
Sätted
Kirja suuruse muutmine ... 13
Kohandamine ... 13
Koordinaatide stiil ... 13
Märkeruudu suurus ... 13
Nurga ühik ... 13
Punkti stiil ... 13
Salvestamine ... 13
Tähistamine ... 13
Täisnurga stiil ... 13
Vaikesätete taastamine ... 13
Segatekst ... 29
Sektor
Käsk ... 59
Ringi sektor keskpunkti ja kahe punktiga, tööriist ... 25
RingiSektor1, käsk ... 58
RingiSektor2, käsk ... 58
Ringjoone sektor kolme punktiga, tööriist ... 25
Sigma
SigmaXX, käsk ... 71
SigmaXY, käsk ... 71
SigmaYY, käsk ... 71
Signum funktsioon, otsene sisend ... 37
Sihivektor, käsk ... 51
Siinus, otsene sisend ... 37
Sirge
Käsk ... 53
Keskristsirge, käsk ... 52
Otsene sisend ... 35
Ristsirge, käsk ... 53
Ristsirge, tööriist ... 23
Sirge kahe punktiga, tööriist ... 22
Tähis ... 32, 35
Sirkel, tööriist ... 24
Sisendriba ... 7, 32
Abi ... 8, 33
Ajalugu ... 33
Menüü *VAADE* ... 78
Otsene sisend ... 34
Sisendi näitamine ... 33
Skalaarkorrutis, otsene sisend ... 37
Sõltuv objekt ... 7
Sorteeri, käsk ... 65
Staatiline tekst ... 29
Standardhälve, käsk ... 71
Sulge, menüü *FAIL* ... 76
Sulud, otsene sisend ... 37

Summa, käsk ... 65
SümmeetriaKeskpunkt, käsk ... 50
SÜT, käsk ... 47
Suumimine ... 9
Suumimise keskpunkt ... 9
Suumimise ristkülik ... 9
Suurenda, tööriist ... 19
Vähenda, tööriist ... 19
Suurim täisarv, mis on väiksem või võrdne, otsene sisend ... 38
Suurim ühistegur, käsk ... 47
Suurus, omaduste dialoogiaken ... 10
SVG-vorming ... 76
Sxx, käsk ... 71
Sxy, käsk ... 71
Syy, käsk ... 71

T

Taastamine
Vaikesätted ... 13
Vaikesätted, menüü *VÕIMALUSED* ... 81
Vaiketööriistariba ... 10
TäheUnicode, käsk ... 61
Tähis ... 94
Funktsioon ... 32
Käsk ... 61
Koonuselõige ... 32, 36
Näita / peida ... 94
Pealdis ... 94
Punkt ... 32, 35
Sirge ... 32, 35
Sisendribale lisamine ... 33
Tähis ... 94
Tähis ja väärtus ... 94
Väärtus ... 94
Vektor ... 32, 35
Tähistamine
Menüü *VÕIMALUSED* ... 80
Sätted ... 13
Täisnurga stiil
Menüü *VÕIMALUSED* ... 80
Sätted ... 13
Täisosa ja murdosa eraldaja ... 34
Täitevärv, omaduste dialoogiaken ... 10
Tangens, otsene sisend ... 37
Taustapilt ... 31
TayloriValem, käsk ... 56
Tee uuesti, menüü *REDIGEERI* ... 76
Tegurda, käsk ... 56
Teine telg
Käsk ... 53
TeisePoolteljePikkus, käsk ... 47
Teisendamine
Kraadid radiaanideks ... 34
Radiaanid kraadideks ... 34
TeisePoolteljePikkus, käsk ... 47
Tekst
Avaldis ... 29
Dünaamiline tekst ... 29
Käsk ... 60
LaTeX'i avaldis ... 29
Lisa tekst, tööriist ... 28
Segatekst ... 29
Staatiline tekst ... 29
TekstiUnicode, käsk ... 60
TekstTabelina, käsk ... 60
Teljed
Joone stiil ... 9
Käsk ... 54
Kohandamine ... 9
Kriipsud ... 9
Menüü *VAADE* ... 78
Näita / peida ... 9
Näita / peida ühte telge ... 9
Otsene sisend ... 36
Skaala ... 18
Skaleerimine ... 10

Suhe ... 9
Ühikud ... 9
x-telg ja y-telg ... 36
TeljeSamm, käsk ... 47
Tingimuslik nähtavus
Olemasolevad objektid ... 85
Uued objektid ... 85
Tingimuslikud funktsioonid ... 56
Tööriist
Antud punktist lähtuv antud pikkusega lõik ... 21
Ellips ... 24
Etteantud suurusega nurk ... 26
Hulknurk ... 21
Hüperbool ... 24
Kahe objekti lõikepunktid ... 20
Kahe objekti omavaheline võrdlus ... 19
Kahe punkti vaheline lõik ... 21
Kahe punkti vaheline vektor ... 20
Kaugus või pikkus ... 26
Keskpunkt ... 20
Kiir kahe punktiga ... 21
Kirjuta arvutustabelisse ... 19
Koonuselõige viie punktiga ... 24
Korrapärane hulknurk ... 21
Kustuta objekt ... 18
Liiguta ... 18
Liiguta joonestusvälja ... 18
Lisa pilt ... 30
Lisa tekst ... 28
Liugur ... 26
Lõigu keskristsirge ... 22
Lookus ... 27
Märkeruut objektide näitamiseks ja peitmiseks ... 27
Näita / peida objekt ... 19
Näita / peida tähis ... 19
Nurgapoolitaja ... 22
Nurk ... 25
Objekti homoteetsusteisendus punktist teguriga ... 27
Objekti lüke vektoriga ... 28
Parabool ... 24
Paralleelne sirge ... 22
Peegelda objekti punktist ... 28
Peegelda objekti sirgest ... 28
Peegelda punkti ringjoonest ... 28
Pindala ... 26
Polaar või kaasdiameeter ... 23
Poolringjoon ... 25
Pööra objekti antud nurga võrra ümber punkti ... 28
Pööre ümber punkti ... 19
Puutujad ... 23
Rakenda vektor antud punkti ... 20
Regressioonisirge ... 22
Ringi sektor keskpunkti ja kahe punktiga ... 25
Ringjoon keskpunkti ja raadiusega ... 23
Ringjoon keskpunkti ja ringjoone punktiga ... 23
Ringjoon kolme punktiga ... 24
Ringjoone kaar keskpunkti ja kahe punktiga ... 24
Ringjoone kaar kolme punktiga ... 25
Ringjoone sektor kolme punktiga ... 25
Ristsirge ... 23
Sirge kahe punktiga ... 22
Sirkel ... 24
Suurenda ... 19
Tõus ... 27
Uus punkt ... 20
Vähenda ... 19
Tööriistad ... 17
Aktiveerimine ... 17
Arvulised tööriistad ... 25
Geomeetriliste teisenduste tööriistad ... 27
Hulknurga tööriistad ... 21
Kaare tööriistad ... 24
Kasutaja poolt defineeritud tööriistad ... 81, 86
Kiire tööriist ... 21
Koonuselõike tööriistad ... 23
Lõigu tööriistad ... 21

Loogilise muutuja tööriist 27
Nurga tööriistad 25
Pildi lisamise tööriist 30
Punkti tööriistad 20
Sektori tööriistad 24
Sirge tööriistad 22
Teksti lisamise tööriist 28
Tööriistade haldamine 82
Üldised tööriistad 18
Vektori tööriistad 20
Tööriistade haldamine, menüü *TÖÖRIISTAD* 82
Tööriistakast 7
Avamine 17
Tööriistariba
Abi 7
Kohandamine 10, 82
Vaikesätete taastamine 10
Tõus
Käsk 47
Tööriist 27
Transponeeri, käsk 73
Trapetssumma, käsk 47
Trigonomeetrilised funktioonid 36
Trigonomeetrilised funktsioonid
Areakoosinus 38
Areasiinus 38
Areatangens 38
Arkuskoosinus 38
Arkussiinus 38
Arkustangens 38
Hüperboolne koosinus 38
Hüperboolne siinus 38
Hüperboolne tangens 38
Koosinus 37
Siinus 37
Tangens 37
Tuletis, käsk 57
Tulpdiagramm, käsk 71
Tüvenumbrid, menüü *VÕIMALUSED* 80

U

Ühend, käsk 65
Ühenda, käsk 66
Ühikvektor, käsk 51
Ühisosa, käsk 66
Ülemsumma, käsk 48
Ülinürinurk 35
Ümardamine
Menüü *VÕIMALUSED* 80
Otsene sisend 38
Ümberdefineerimine 95
Fikseeritud objekt 95
Sõltuv objekt 95
Vaba objekt 95
Ümbermõõt, käsk 48
Ümbernimetamine
Kiire ümbernimetamine 18
Paremaklahvimenüü 11
Unicode
UnicodeTähena, käsk 62
UnicodeTekstina, käsk 62
Uus aken
Menüü *AKEN* 82
Menüü *FAIL* 74
Uus punkt, tööriist 20
Uus, menüü *FAIL* 74

V

Väärtus
Muutmine 33
Sisendribale lisamine 33
Vaated
Algebravaade 7
Arvutustabeli vaade 8
Graafikavaade 7
Vaba objekt 7
Väikseim täisarv, mis on suurem või võrdne, otsene sisend 38

Väikseim ühiskordne, käsk 48
Valem tekstina, käsk 59
Valikuristkülik 17
Valimine
Vali eelmised, menüü *REDIGEERI* 77
Vali järgmised, menüü *REDIGEERI* 77
Vali praegune kiht, menüü *REDIGEERI* 77
Valik kõik, menüü *REDIGEERI* 77
Värskenda vaateid, menüü *VAADE* 79
Värv
Dünaamiline 88
Omaduste dialoogiaken 10
Vastupidiselt järjestamine, käsk 63
Veerg
Käsk 73
Veeru pealkiri, käsk 73
Vektor
Kahe punkti vaheline vektor, tööriist 20
Käsk 51
Otsene sisend 35
Rakenda vektor antud punkti, tööriist 20
Ristuv vektor, käsk 51
Tähis 32, 35
Viimane, käsk 65
Võrdlus, käsk 43
Vorming
Kopeeri kujunduse stiil 18
Võta tagasi, menüü *REDIGEERI* 76
Võta, käsk 65
VÜK, käsk 48

W

www.geogebra.org, menüü *ABI* 83

X

x-koordinaat, otsene sisend 37
x-telg 36

Y

y-koordinaat, otsene sisend 37
y-telg 36