

GRAPHMATICA DO VRHUNCA

Marko Gašperšič,
samozaložba,
Trzin, svečan 2010,
naklada 50 izvodov.

CIP – Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

004.42(035)

GAŠPERŠIČ, Marko, 1966–
Graphmatica do vrhunca [Elektronski vir] / Marko Gašperšič. –
El. knjiga. – Trzin: samozal., 2010

Način dostopa (URL):

<http://www.graphmatica.com/user/GraphmaticaDoVrhunca.pdf>

ISBN 978-961-92523-5-2

249696512

Na željo gospoda Keitha Hertzera iz Ksofta dodajamo naslednje sporočilo:

Graphmatica je zaščitni znak podjetja kSoft, Inc. Obiščite spletno stran www.graphmatica.com, da to programsko opremo povlečete dol in si jo naložite za preskus, ali pišite na naslov sales@graphmatica.com za nadaljnje informacije o pogojih za dovoljenje in cenah.

Kazalo

0.1	SPLOŠNO	1
0.2	UVOD	2
0.3	PRIKAZ	4
0.4	ORODNA VRSTICA	5
0.5	RISANJE ENAČB	7
0.5.1	Vnašanje enačb	8
0.5.2	Razpredelnica operatorjev	9
0.5.3	Risanje grafov	14
0.5.4	Sporočila o napakah	15
0.5.5	Opozorilna sporočila	18
0.5.6	Navajanje domene grafov	19
0.5.7	Uporaba prostih spremenljivk	19
0.5.8	Risanje družin funkcij	20
0.5.9	Tehnike risanja grafov	21
0.5.10	Vrsta za ponovni izris	45
0.5.11	Uporaba samodejnega izrisa	46
0.5.12	Izbira enačbe	46
0.5.13	Skrivanje grafa	46
0.5.14	Brisanje enačbe	47
0.5.15	Brisanje celotne čakalne vrste	47
0.5.16	Urejanje dokumentov z grafi	47
0.6	MENI FILE	48
0.6.1	Ustvarjanje novega dokumenta z grafom	48
0.6.2	Odpiranje obstoječega dokumenta z grafi	49
0.6.3	Shranjevanje dokumenta z grafom	49
0.6.4	Shranjevanje nastavitvenih informacij	50
0.6.5	Tiskanje grafov	50
0.7	MENI EDIT	52
0.7.1	Preklic območja mreže	52
0.7.2	Kopiranje grafov	52
0.7.3	Druge operacije odložišča	53
0.7.4	Skrivanje grafa	54
0.7.5	Brisanje enačbe	54
0.7.6	Čiščenje čakalne vrste za ponovni izris	54
0.7.7	Dodajanje beležk grafu	54
0.8	MENI VIEW	56

0.8.1	Brisanje zaslona	56
0.8.2	Povečevanje in pomanjševanje	56
0.8.3	Prilagojevanje območja mreže	57
0.8.4	Iskanje območja zaslonских grafov	57
0.8.5	Tiskanje razpredelnic točk	57
0.8.6	Risanje podatkov in prileganje krivuljam	58
0.8.7	Spreminjanje vrednosti prostih spremenljivk	60
0.8.8	Dršenje okoli koordinatne ravnine	61
0.8.9	Prikaz naslova in oznak	61
0.9	MENI OPTIONS	61
0.9.1	Ozadje grafovskega papirja	61
0.9.2	Globalne nastavitve	66
0.9.3	Spreminjanje območja thete	72
0.9.4	Uporaba samodejnega ponovnega izrisa	73
0.9.5	Vklop/izklop opozorilnih sporočil	73
0.9.6	Značilnost samodejnih kvadratkov	74
0.9.7	Značilnost samodejnega določanja območja	74
0.9.8	Privzete nastavitve možnosti	75
0.9.9	Pregled nastavitvev	76
0.10	MENI TOOLS	76
0.10.1	Številsko ovrednotenje točk na grafu	76
0.10.2	Odkrivanje presečišč med dvema funkcijama	76
0.10.3	Vpeljava lastnih funkcij	77
0.10.4	Uporaba koordinatnega kazalčka	79
0.10.5	Nastavljanje začetne vrednosti	79
0.10.6	Uporaba miške za izbiro domene enačbe	80
0.11	MENI CALCULUS	81
0.11.1	Prikazovanje odvoda funkcije	81
0.11.2	Risanje dotikalnic	81
0.11.3	Izvajanje številске integracije	82
0.11.4	Odkrivanje ničel in kritičnih točk	83
0.12	PREDSTAVITVENE DATOTEKE	85
0.13	UPORABA ARGUMENTOV UKAZNE VRSTICE	86

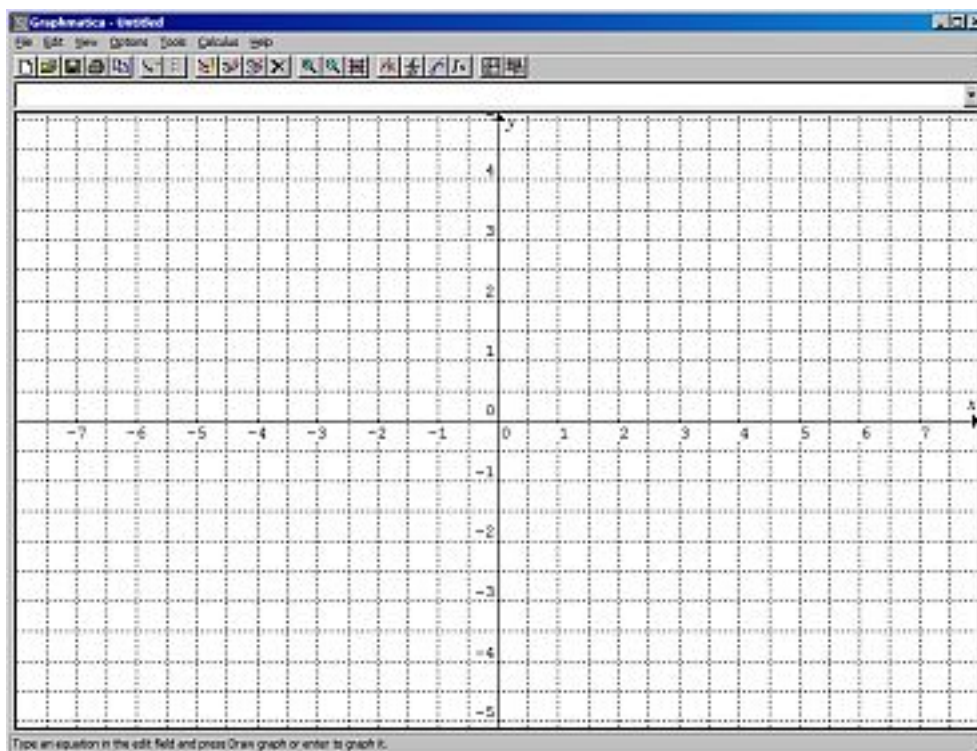
0.1 SPLOŠNO

Graphmatica za Microsoftova okna je računalniški program, namenjen skoraj izključno risanju množic točk v evklidski ravnini \mathbb{R}^2 . Spletna stran, na kateri se program nahaja, je <http://www8.pair.com/ksoft/>. Poskusno različico si lahko namestimo zastonj, lahko pa jo seveda tudi kupimo (ali ukrademo). Opisali bomo različico 2.0. Njene značilnosti so:

- risanje grafov funkcij, relacij in neenakosti, risanje v polarnih koordinatah ter risanje implicitno in parametrično podanih krivulj; možno je risati tudi rešitve navadnih diferencialnih enačb;
- na zaslonu je hkrati lahko do 999 grafov;
- risanje podatkov po točkah in njihovo prileganje krivuljam;
- številsko reševanje in grafični prikaz dotikalnic (tangent) in integralov;
- iskanje kritičnih (stacionarnih) točk, rešitev enačb in presečišč kartezičnih funkcij;
- tiskanje grafov ali njihovo kopiranje v odložišče v obliki *.bmp* ali *.emf* v črno-belem ali v barvah.

Če hočemo imeti na voljo pomoč iz menija Help v windows visti, moramo naložiti naj-novejšo različico graphmatice 2.0g. Manjša pomanjkljivost programa je, da ne podpira odsekoma vpeljanih funkcij (piecewise). Pomagati si moramo s kopičenjem grafov drugega vrh drugega.

Ko program poženemo, se odpre okno, kakor na sliki 1.



Slika 1: Programsko okno graphmatice

0.2 UVOD

Graphmatica je vzajemen algebrski risalnik grafov enačb, ki ga lahko uporabljamo za risanje matematičnih krivulj. Medtem ko je načrtovan kot izredno preprost za uporabo, njegove napredne značilnosti morda ne bodo očitne začetniku. Seznanimo se z njimi:

1. Vrsta za ponovni izris. Graphmatica si zapomni do zadnjih 999 enačb, ki smo jih vtipkali ali naložili iz datoteke. Svoje delo lahko shranimo za uporabo v poznejši seji ali za urejanje s katerim koli urejevalnikom besedila.
2. Napredni razčlenjevalec enačb (parser) sledi matematičnim pravilom, ne računalskim. Uporabljamo lahko všteto množenje (brez *), popolno knjižnico matematičnih funkcij in celo izpuščamo moteče oklepaje na ustreznih mestih. Pozabimo lahko na osamitev spremenljivk pred risanjem. Graphmatica bo osamila odvisno spremenljivko za nas, če je le mogoče, in bo narisala mnogo relacij, ki jih lahko navedemo le kot implicitne funkcije.
3. Zmogljivo risalno orodje. Izbiramo lahko med šestimi slogi risanja: običajnim kartezičnim, polarnim, parametričnim ter približki naklonskega polja in začetnimi vrednostmi, do vključno četrtega reda navadnih diferencialnih enačb in četrtega reda

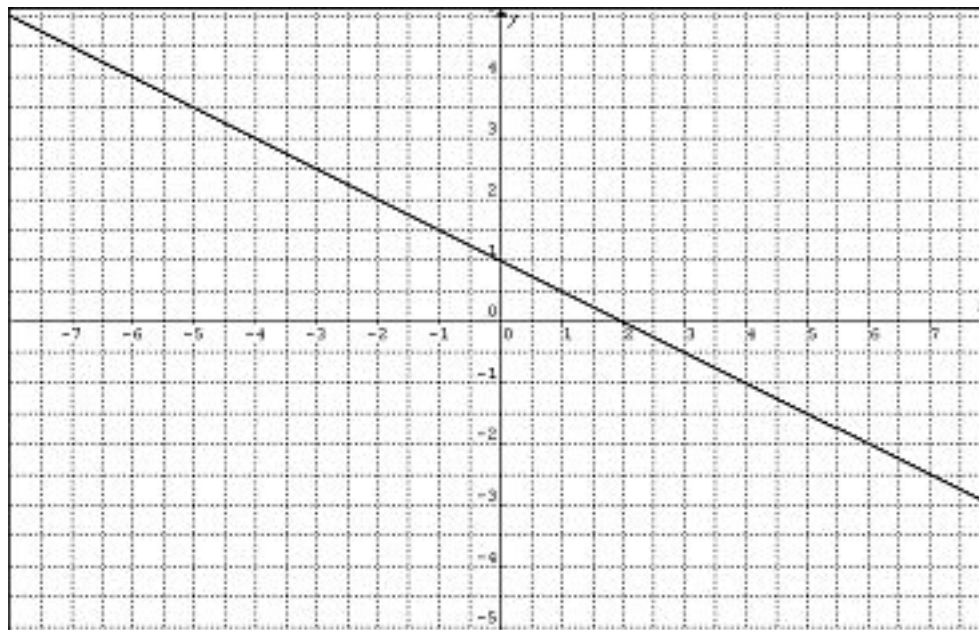
linearnih sistemov. Vse to je zaznano samodejno, temelječe na tem, katere spremenljivke uporabljamo v enačbi. Podprte so tudi kartezične neenačbe. Na pentiumskih strojih se večina grafov pojavi takoj.

4. Risanje podatkov in prilegajočih se krivulj. Podpora zanje zlahka omogoča poudariti točke na krivulji ali vnesti izmerjene podatkovne nize in poiskati enačbo najboljšega prilaganja.
5. Kontrolniki za enostavno ravnanje, vključujoč orodno vrstico, menije, ki se pojavijo, ko pritisnemo desno tipko miške, statusno vrstico, ki prikaže smotrne informacije in sporočila pomoči, ter kombinirani seznam ponovnega izrisa, ki nam omogoča izbrati katero koli enačbo v pomnilniku, da jo izrišemo, izbrišemo ali uredimo v novo enačbo.
6. Premor in možnosti preglednice točk omogočajo, da vidimo koordinate točk na grafih, tako kot so narisane. Preglednice točk prikažejo vrednosti v razmiku in natančnosti, ki ju lahko nadziramo, tako da dobimo podrobne številske izide ali sami vadimo skiciranje krivulj.
7. Pripravniki postopki z miško. Miško lahko uporabimo, da izberemo novo območje ali pogledamo koordinati točke, izberemo začetno vrednost navadne diferencialne enačbe in celo najdemo dotikalnico krivulje ali integriramo funkcijo brez pritiska na eno samo tipko.
8. Prilagodljiv papir grafa. Izbiramo lahko med običajnim papirjem grafa in papirjem, primernim za trigonometrične, polarne in logaritemske funkcije pri štirih nivojih natančnosti.
9. Zmogljive značilnosti simboličnega in številskega infinitezimalnega računa. Najdemo lahko presečišča med krivuljami, odvode, integrale in kritične (stacionarne) točke za katero koli kartezično funkcijo.
10. Veliko izhodnih funkcij. Graphmatica omogoča kopirati enačbe, preglednice točk in grafe v odložišče. Izbiramo lahko med dvema nivojema kakovosti tiskanja za hitrejše ali boljše odtiske.
11. Vsaka samodejna možnost je tudi uporabniško nastavljiva, da nam da popoln nadzor nad grafi. Pogovorno okno nastavitvenih možnosti ne prikazuje samo trenutnih nastavitvev, ampak deluje tudi kot glavna nadzorna plošča, ki nam omogoča spreminjati katero koli prilagodljivo možnost iz kakega pogovornega okna. Naši prednostni izbori so samodejno shranjeni in obnovljeni, kadar koli poženemo graphmatico (toda samodejno shranjevanje ob izhodu lahko tudi onemogočimo in uporabimo ukaz za shranjevanje nastavitvenih informacij, da shranimo prednostni izbor ročno).
12. Poučne teme pomoči razložijo osnove vsakega tipa grafa. Vključene demonstracijske datoteke nam prikažejo primere sleherne oblike enačbe.

Zdaj je primeren trenutek, da načrtamo prvi graf. Osnovne računske deje zaznamujemo s +, -, * in /, kar predstavlja seštevanje, odštevanje ali negativni predznak, množenje in deljenje. Za potenciranje imamo kar dve oznaki: ^ in **. V vnosno vrstico, ki se nahaja pod meniji, vtipkajmo

$$y = -1/2 * x + 1$$

in pritisnimo na ENTER. Prikaže se nam graf na sliki 2.



Slika 2: Graf funkcije $y = -\frac{1}{2}x + 1$

0.3 PRIKAZ

Orodna vrstica na vrhu okna vsebuje gumbе, ki omogočajo najobičajnejše ukaze z enim miškinim klikom.

Kombinirani seznam vrste za ponovni izris služi dvema namenoma: prvič, da sprejme vhod novih enačb (kadar koli lahko vtipkavamo novo enačbo, vse dokler ne rišemo grafa) in, drugič, da zopet dobimo stare enačbe iz vrste. Če želimo vnesti novo enačbo, jo samo vtipkamo in pritisnemo enter ali kliknemo na gumb Graph, da jo narišemo. Če je poprejšnja enačba poudarjena v vnosni vrstici, samo začnemo tipkati, da začnemo na začetku, ali pritisnemo smerno tipko, da počistimo izbor in ga uredimo. Da povrnemo staro enačbo, uporabimo tipki gor in dol, da se pomaknemo skozi seznam za po eno enačbo naenkrat, ali kliknemo na ikono desno od polja edit, da odpremo (zrušimo) padajoči seznam za miškin izbor (če je več enačb v vrsti, ki se prilegajo polju, bo imel drsnik, da lahko vidimo vse). Enačbe lahko izberemo tudi samo s klikanjem na njihove grafe.

Dno glavnega okna vsebuje statusno vrstico, ki prikazuje sporočila pomoči iz menijev, izid zadnjega dovršenega dejanja, stanje izbrane enačbe in, med risanjem, enačbo, ki se izrisuje, sporočila opozorilnih napak (če želimo) in sporočilo o premoru. Da ne ovira grafov, bo vsako sporočilo, ki ne zahteva takojšnje pozornosti ali vnosa, objavljeno v statusni vrstici.

Okno preglednice točk (vključi ali izključi ga postavka Point Tables v meniju View) prikazuje koordinate izbranih točk od zadnjega grafa (ali grafov), narisane z vključeno možnostjo. Med seznamom se lahko premikamo po želji. Izberemo lahko Copy Tables v meniju Edit, da kopiramo besedilo preglednic v odložišče, tako da ga moremo vstaviti v dokument, natisniti itn. To okno lahko napravimo širše ali ožje, s tem da kliknemo in povlečemo njegov najbolj levi rob z miško, dokler ni širina zaželjena.

Urejevalnik risanja podatkov zavzema enak prostor kakor okno preglednice točk; obeh ne moremo prikazati naenkrat. Preklapljamo pa lahko nazaj in naprej med njima z uporabo njunih gumbov v orodni vrstici.

Končno je tu še več plavajočih pogovornih oken, ki jih lahko po želji prikažemo ali odslovimo:

- *Okno spremenljivk*, ki ga lahko prikažemo iz menija View in nam omogoča prikrojiti vrednosti parametrov, ne da bi ročno urejali enačbo (enačbe).
- *Pogovorno okno risanja dotikalnic*, dosegljivo iz menija Calculus, nam omogoča, da ročno vnašamo ali prilagajamo koordinati dotikalnice, namesto da z miško klikamo na točko.
- *Pogovorno okno integriranja krivulje*, dosegljivo iz menija Calculus, nam omogoča, da vnašamo krivuljo (krivulji) in območje, po katerem integriramo, brez uporabe miške.

S tipkovnico lahko preklapljamo med okni (urejevalnik enačb, preglednica točk/urejevalnik risanja podatkov in različna plavajoča pogovorna okna) z uporabo standardne okenske bližnjice CTRL+TAB. Vsak pritisk te kombinacije tipk nas bo premaknil v novo okno v zaporedju, dokler ne zakrožimo nazaj do začetne točke.

0.4 ORODNA VRSTICA

Vzdolž vrha zaslona pod menijsko vrstico je orodna vrstica. Omogoča hitrejšo pot, da izvedemo številne naloge, ki jih lahko napravimo tudi z uporabo menijev, plus par dodatnih nalog. Sledeče je seznam gumbov in njihovih vlog (upoštevati moramo, da imata Zoom in in Zoom out različna pomena, ko izberemo območje z miško).

gumb	opis
New grid	Odpre seznam enačb (enako kot File, New).
Open	Odpre seznam enačb (enako kakor File, Open).
Save	Shrani seznam enačb (enako kot File, Save).

gumb	opis
Print	Natisne trenutne grafe (enako kakor File, Print).
Copy graphs	Kopira mrežo v odložišče v zadnjem formatu, izbranem iz menija Edit (privzeto je enobarvni WMF).
Graph	Nariše enačbo, ki smo jo vtipkali, ali ponovno nariše trenutno izbrano enačbo. To je enakovredno pritisku na enter.
Pause	Aktiviran je samo, ko rišemo graf. Če kliknemo na ta gumb (ali pritisnemo enter ali escape), trenutni graf obstoji. Ko je zaustavljen, gumb Graph postane ABORT. Če želimo prenehati risati, ga kliknemo, ali znova pritisnemo Pause, da začnemo znova.
Redraw all	Ponovno nariše vsak graf v vrsti, ki je trenutno skrit.
Clear screen	Počisti risalni zaslon. To je enako kot izbira Clear Screen iz menija View.
Hide graph	Enako kot izbira Hide Graph iz menija Edit. Skrije graf izbrane enačbe, vendar ga ne odstrani iz vrste.
Delete graph	Enako kot izbira Delete Graph iz menija Edit. Pobriše trenutno izbrano enačbo iz vrste in zaslona.
Zoom in	Enako kot Zoom In v meniju View.
Zoom out	Enako kot Zoom Out v meniju View.
Default grid	Mrežo vzpostavi nazaj na privzeto, opredeljeno v datoteki graphmat.ini, ali, če je nimamo, na "tovarniško nastavljeno" privzeto. To je uporabno, če smo si izbrali čudno območje, ki je zares veliko ali majhno, ni usrediščeno ali ni kvadratno, in želimo hitro spremeniti velikost mreže na razumna razmerja.
Coord cursor	Vključi koordinatni kazalček, ki nam omogoča uporabo pušičnih (smernih) tipk, da premaknemo križec in poiščemo številsko koordinato katere koli točke na grafu z uporabo miške.
Find derivative, Draw tangent, Integrate	Enako kakor postavke menija Calculus.
Point Tables, Data Plot Editor	Enako kakor postavki menija View.

0.5 RISANJE ENAČB

Risanje enačb: osnovno znanje

Te teme so uporabne za vse vrste grafov:

- vnašanje enačb,
- razpredelnica operatorjev,
- risanje grafov,
- sporočila o napakah.

Risanje enačb: napredne teme

Te teme opisujejo napredne značilnosti, ki so na voljo za večino vrst grafov:

- navajanje območja grafov,
- uporaba prostih spremenljivk,
- risanje družin funkcij.

Različne tehnike risanja grafov

Vsaka tema opisuje, kako narisati eno vrsto grafa. Pregled omogoča jedrnat opis vsake vrste s povezavo do celotne teme:

- pregled,
- risanje grafov v običajnih kartezičnih koordinatah,
- implicitne kartezične funkcije,
- risanje neenačb,
- risanje podatkov,
- risanje grafov v polarnih koordinatah,
- parametrično risanje grafov,
- diferencialne enačbe,
- sistemi navadnih diferencialnih enačb.

0.5.1 Vnašanje enačb

Nekaj omejitev oblik enačb je in te so nam precej domače, če smo kadar koli delali z basicom.

Naša enačba mora vključevati: ¹

- natanko eno odvisno spremenljivko (y , x ali r),
- natanko en operator enakosti ali neenakosti ($=$, $<$, \leq , $>$, \geq),
- neke vrste izraz na vsaki strani enačaja.

Ostalo je na nas. Vključimo lahko tudi:

- kolikor izvodov neodvisne spremenljivke (x ali t) želimo ali nobenega;
- posebne proste spremenljivke a , b in c ;
- konstante (veljavna so decimalna števila, π , d in e);
- osnovne matematične deje ($+$, $-$, $*$, $/$ za deljenje, $^$ za potence); množenje je lahko že vključeno (posredno, npr. $2x$);
- gnezdene oklepaje do poljubnega dosega;
- trigonometrične, eksponentne in druge funkcije;
- območje (domeno), ki je lahko odprto ali zaprto na obeh straneh;
- komentar, da lahko delamo opombe zase ali za druge.

Za natančen seznam operatorjev si oglejmo razpredelnico operatorjev.

Vrstni red dejev je običajen algebrski od leve proti desni od:

- funkcij,
- oklepajev,
- stopenj potenc (eksponentov),
- unarnega minusa ($-$),
- množenja in deljenja,
- seštevanja in odštevanja.

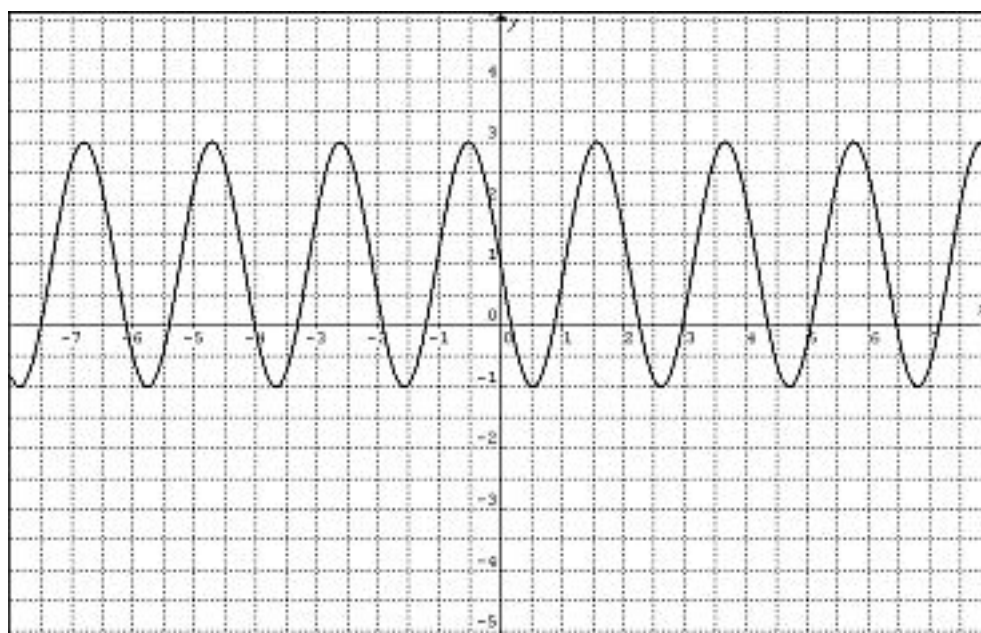
¹Parametrične enačbe, ker so po naravi drugačne od večine drugih, imajo drugačne zahteve, ki so podrobno razložene v Parametričnem risanju grafov. Obenem omenimo, da lahko mnoge kartezične funkcije narišemo, četudi vsebujejo več sklicevanj na obe spremenljivki x in y .

Z namenom poenostavitve naših izrazov graphmatica podpira posredno množenje, kakor pri $3x$ ali $5(2x + 3)$. Upravljala bo s konstantami, katerim sledijo spremenljivke brez vmesnega presledka, toda črke moramo ločiti s presledkom, oklepajem ali aritmetičnim operatorjem (razen za edini posebni primer xy). Kot dodatek morajo biti števila, ki sledijo spremenljivki ali funkciji, ločena od nje z operatorjem ali presledkom, da podpremo spremenljivke in funkcije s številkami v njihovih imenih (trenutno le $d2x$, $d3x$ itn.). $x3$ bi moralo biti izraženo kot $x * 3$ ali $x \sqcup 3$.

Argumentov funkcij v večini primerov prav tako ni potrebno obdajati z okroglimi oklepaji. Če imamo raje, da jih ne uporabljamo, bo prvi člen, ki sledi imenu funkcije (npr. do prvega znaka $+$ ali $-$ izven okroglih oklepajev) vzeti kot argument (npr. $\sin \sqcup x$).

Za jedrnate in poglobljene informacije o vsaki vrsti grafov, ki jih graphmatica podpira, si preberimo v Pregledu tehnik risanja grafov.

Za vajo narišimo graf $y = -2 \sin 3x + 1$. Graf je na sliki 3.



Slika 3: Graf funkcije $y = -2 \sin 3x + 1$

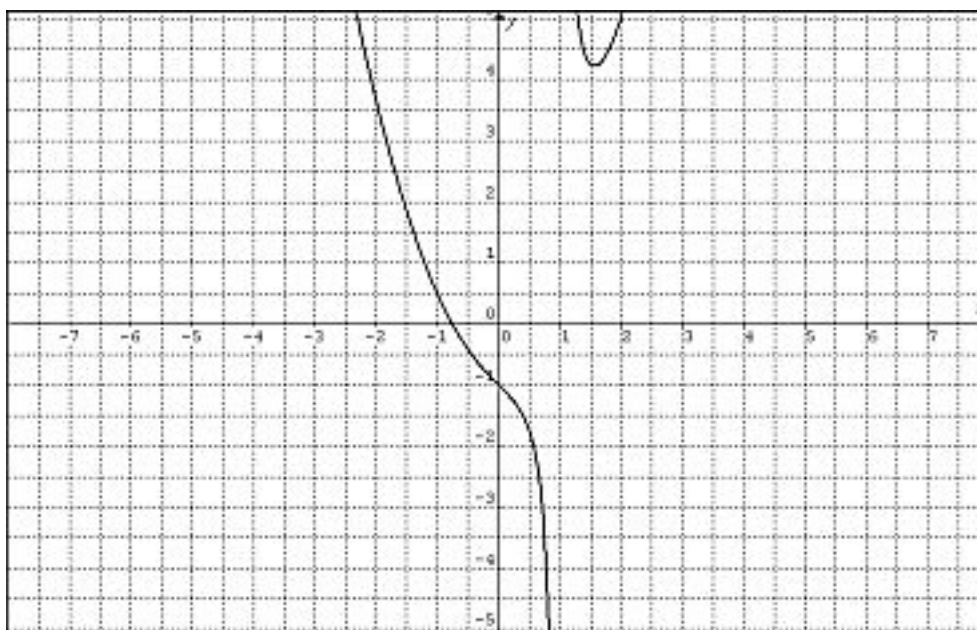
0.5.2 Razpredelnica operatorjev

Graphmatica uporablja nabor operatorjev skoraj enak BASIC-u, z več dodatki, da ga napravi zmogljivejšega in uporabniku prijaznega. Na voljo so skoraj vse matematične funkcije, pripravljene v knjižnici C-ja. Operatorji so prikazani v naslednji razpredelnici.

operator	pomen
=	enačaj

operator	pomen
< >	stroga neenačaja
<= >=	manjše ali enako, večje ali enako
+	seštevanje
-	odštevanje
*	množenje
/	deljenje
^ ali **	potenciranje
	absolutna vrednost izraza med znakoma “ ”
[()]	oklepaji (gnezdjeni so lahko do katerega koli obsega, vendar razčlenjevalec ne bo razlikoval med (in [)
;	ločuje polovici parametrične enačbe
' (enojni narekovaj)	napravi preostanek enačbe za komentar
{m, n}	navede območje (m je začetek območja in n je konec); kateri koli konec lahko pustimo odprt, s tem da opustimo operand, npr. { , n}

Za zgled narišimo graf $y = x^2 + 1/(x-1)$. Graf je na sliki 4.



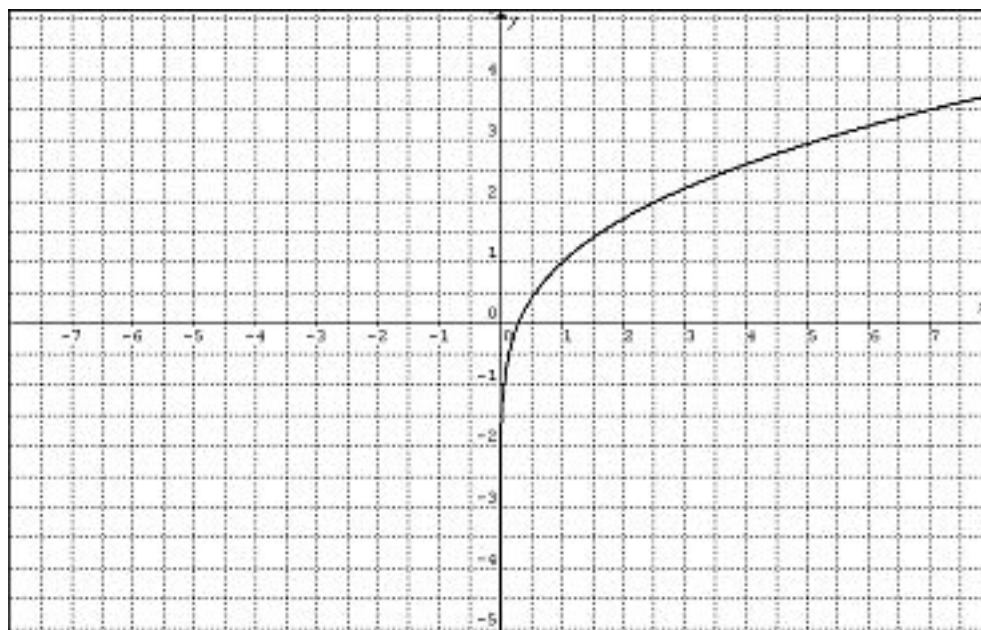
Slika 4: Graf racionalne funkcije $y = x^2 + \frac{1}{x-1}$

Funkcije so prikazane v sledeči razpredelnici.

funkcija	pomen
abs	absolutna vrednost (enako kot operator)
acos, asec	arkus kosinus (obrat kosinusa), arkus sekans
asin, acsc	arkus sinus, arkus kosekans

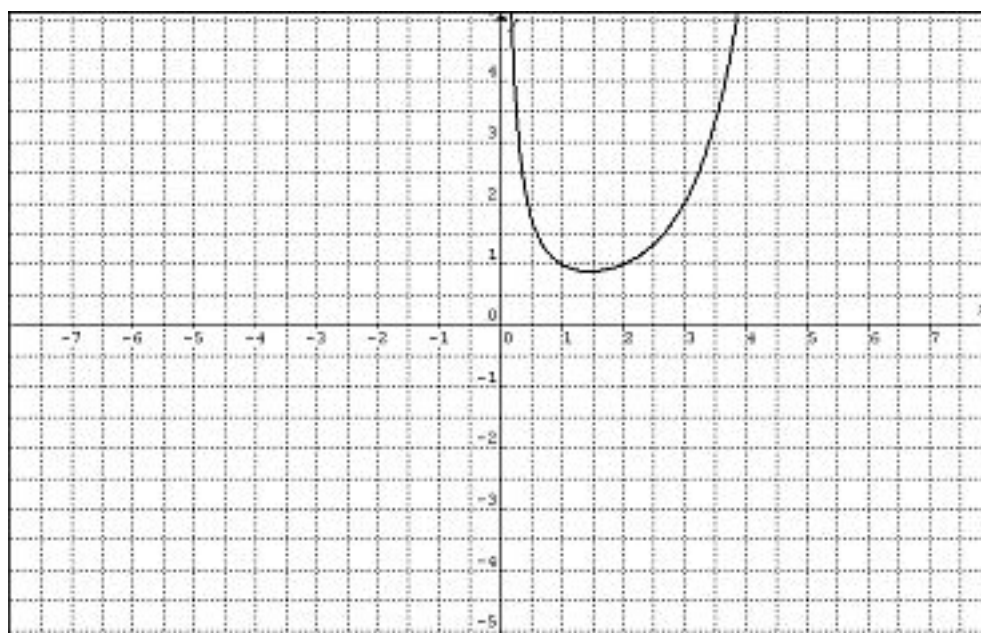
funkcija	pomen
atan, acot	arkus tangens, arkus kotangens
ceiling	najmanjše celo število, večje kot argument
cos	kosinus
cosh	hiperbolični kosinus
cot	kotangens ($1/\tan x$)
csc	kosekans ($1/\sin x$)
exp	Eulerjevo število na dano potenco
floor	sopomenka za int (največje celo število, manjše ali enako argumentu)
gamma	statistična funkcija Γ , opredeljena z rekurentnim odnosom $\Gamma(x+1) = x\Gamma(x)$
gammaaln	naravni logaritem funkcije gama; to lahko uporabimo, da preprečimo prekoračitev obsega, ko je zaželeni izraz nekaj kot $\text{gamma}(x)/e^x$
int	celi del (oznaka $[x]$ ni podprta)
ln, log	naravni logaritem, logaritem pri osnovi 10
max(a, b)	maksimum (večji od obeh argumentov)
min(a, b)	minimum (manjši od obeh argumentov)
rand	psevdonaključno (časovno temelječe) število med 0 in arg
sin	sinus
sinh	hiperbolični sinus
sec	sekans ($1/\cos x$)
sqrt ali sqr	kvadratni koren
step	Heavisideova funkcija step (korak): $\text{step}(x) = 0$ za $x < 0$, $1/2$ za $x = 0$, 1 za $x > 0$
tan	tangens
tanh	hiperbolični tangens

Za vajo narišimo najprej $y = \text{sqrt } x + \log x$. Graf je na sliki 5.



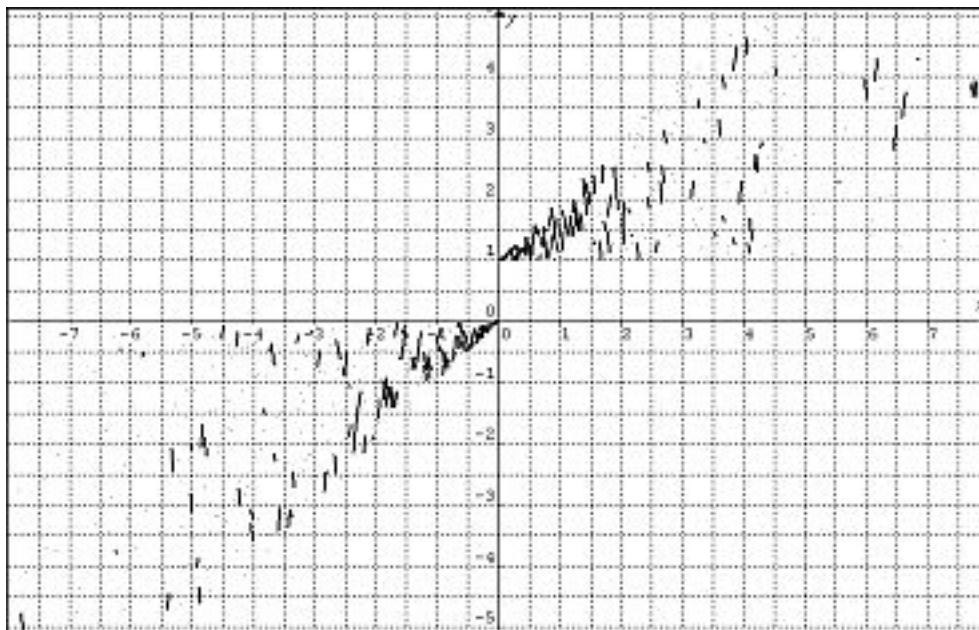
Slika 5: Graf funkcije $y = \sqrt{x} + \log x$

Slika 6 naj prikazuje graf $y = \text{gamma}(x)$.



Slika 6: Graf funkcije $y = \Gamma(x)$

Kakor vidimo, je graf narisan samo na pozitivnem poltraku. Končno naj slika 7 prikaže graf $y = \text{rand}(x) + \text{step}(x)$.

Slika 7: Graf funkcije $y = \text{rand}(x) + \text{step}(x)$

Omenimo, da lahko z uporabo postavke Functions v meniju Tools vpeljemo tudi svoje funkcije. Nanje se lahko sklicujemo na enak način, kakor na vgrajene, razen da moramo vedno uporabljati okrogla oklepaja okoli argumenta lastnih funkcij, medtem ko sta neobvezna za vgrajene.

Spremenljivke in njihova uporaba so prikazane v naslednji razpredelnici.

spremenljivke	uporaba
x, y	pravokotne koordinate
r, t	r in θ v polarnih koordinatah
x, y, t	x in y kot funkciji t -ja v parametrični obliki
t, x, dx	način diferencialnih enačb; reši navadno diferencialno enačbo prvega reda; dx je v resnici dx/dt v $dx/dt = f(x, t)$
x, y, dy	drugačen zapis diferencialne enačbe
$d^2x, d^3x \dots$	navadne diferencialne enačbe višjega reda ($d^2x = d^2x/dt^2$)
$t, x, y, z, w,$ dx, dy, dz, dw	sistemi navadnih diferencialnih enačb
$t, x_1 \dots x_4,$ $dx_1 \dots dx_4$	drugačen zapis sistemov navadnih diferencialnih enačb
a, b, c, j, k	uporabniško nastavljive proste spremenljivke

Oglejmo si še konstante.

konstanta	vrednost
d	pretvori stopinje v radiane = $\pi/180$
e	Eulerjevo število = 2.718...
pi (ali p)	$\pi = 3.14159\dots$

Opomba. Privzeto vse trigonometrične funkcije delujejo v radianih, ne stopinjah. Pretvarjamo lahko z uporabo konstante d :

- $\sin(45d) = \sin(\pi/4)$,
- $\cos(x * d) = \text{kosinus od } x$, v stopinjah.

Območje x -a bomo morali spremeniti od 0 do 360, da dobimo celoten graf.

0.5.3 Risanje grafov

Ko smo enkrat uspešno vnesli enačbo, bo graphmatica nadaljevala pot, da jo nariše. Če so vključena opozorilna sporočila, bodo vse napake, ki niso usodne in na katere naletimo, prikazane v statusni vrstici. Če želimo kadar koli zaustaviti risanje, samo pritismo gumb za odmor (Pause) ali pritismo ESC ali enter na tipkovnici. Graphmatica bo izpisala sporočilo:

```
Pause at var1 = value1, var2 = value2.
Press ESC to abort or enter to restart...
```

ki prikaže trenutne vrednosti spremenljivk v enačbi. Ker graphmatica ne more začeti nove naloge, medtem ko je na sredini risanja grafa, imamo med odmorom samo dve možnosti: izključimo Pause in nadaljujemo risanje s ponovnim klikom na gumb Pause ali s pritiskom na enter, ali zaustaviti risanje s klikom na gumb Abort ali s pritiskom na ESC. Morda bomo odkrili, da raje uporabljamo tipkovnico, kakor da klikamo gumb za odmor z miško, kajti odzivni čas je nekoliko boljši (risanje se bo hitreje ustavilo), kadar računalniku ni treba delati učinka trirazsežnega potiska gumba.

Med risanjem grafa ali premorom lahko delamo z drugimi programi, toda graphmatica ne bo odgovarjala na nič drugega, razen na zahtevo za premor, ponovni zagon ali prekinitev. Izgleda lahko, kakor da moremo izbrati menijske postavke, toda izvršene ne bodo. V resnici se bo risanje ustavilo, ko smo v meniju, zato ne izgublajmo časa s poskusi, da prisilimo graphmatico delati kaj drugega, medtem ko riše. Premaknemo ali pomanjšamo in obnovimo lahko graphmaticino okno. Velikosti okna ne poskušajmo spreminjati med risanjem. Čeprav nas windowsi ne bodo skušali zaustaviti, se graphmatica ne bo menila za poskuse, spremeniti velikost okna, kajti to bi verjetno spremenilo velikost ali obliko mreže in povrnilo katere koli že narisane točke kot neveljavne. To bi imelo za posledico mrežo, ki se ne prilega velikosti okna. Če se to zgodi, samo pomanjšajmo in obnovimo okno, potem ko je risanje končano, in graphmatica bo znova pravilno preračunala velikost zaslona.

Ko je graf enačbe dovršen, se bo statusna vrstica spremenila iz "Graphing: xxx" v "ON SCREEN: xxx", da naznani, da je risanje končano. Gumb za premor bo tudi zatemnjen

(zasenčen) in ostali gumbi v vrstici z gumbi znova omogočeni. Če bi radi začeli vse znova s popolnoma drugačno enačbo, samo začnimo tipkati. Zadnja enačba je samodejno izbrana v polju za urejanje, tako da se besedilo samodejno počisti, ko enkrat začnemo tipkati. Če bi si raje prikrojili zadnjo enačbo, kliknimo z miško ali pritisnimo smerno tipko, da izključimo izbor, in nato gremo dalje; enačba je že shranjena varno in čilo v vrsti za ponovni izris (za več informacij glejte vrsto za ponovni izris). Z uporabo padajočega seznama lahko tudi preoblikujemo katero koli prej vneseno enačbo. Klik z miško na ikono s puščico dol desno od grafovega pozornika zruši zvitek seznama, iz katerega lahko pregledamo in z miško izberemo enačbe. To zmožnost lahko uporabimo tudi, da ponovno izrišemo graf, ki je v vrsti, toda trenutno ga ni na zaslonu: samo izberemo željeno enačbo in pritisnemo enter ali kliknemo na gumb Graph.

Ker lahko na isto mrežo narišemo kolikor hočemo grafov, graphmatica istočasno ne priskrbi več mrež na zaslonu. Če pa bi vendarle raje gledali dva grafa drugega ob drugem namesto naložena drugega vrh drugega, samo poženemo dve kopiji graphmatice drugo poleg druge. Podatke med njima lahko delimo z uporabo odložišča ali s shranjevanjem in odpiranjem dokumentov z grafi.

0.5.4 Sporočila o napakah

Med risanjem lahko naletimo na številna sporočila o napakah (poleg sporočil, ki so ukoreninjena v funkcijah knjižnice, katerih ne moremo nadzirati). Večina jih je usodnih; enačbe ni mogoče narisati in jo moramo urejati. Te napake nam bodo vročile priročno okno s sporočilom, da bomo vedeli, da težava je.

Opomba. Upoštevajmo, da bodo vsa sporočila, ki se nanašajo na spremenljivki x ali y , dejansko predstavljala t ali r , ko se ukvarjamo s polarnimi koordinatami.

V nadaljevanju so prikazana sporočila in njihov opis.

“Please type an equation in the edit field (or select one from the listbox) first; then press enter or click the Graph button.”

Pritisnili smo enter v vrstici z grafom, ne da bi izbrali ali vtipkali enačbo. Vtipkati moramo enačbo ali jo izbrati iz seznama, predno lahko rišemo.

“The parser couldn’t interpret your equation because of a bad operator or mismatched parentheses. Please edit your equation and try again.”

Nekje smo bodisi spregledali oklepaj, spregledali enega ali oba operanda za dvočleni dej ali argument funkcije, ali vtipkali kako drugo usodno reč, ki jo razčlenjevalec (parser) in določevalec ne zmoreta prebaviti. Enačbo moramo pregledati natančno in popraviti vse, kar izgleda kot težava.

“Your equation included a variable or function that Graphmatica does not support, or you mis-typed a function name. Please edit your equation and try again.”

Na žalost določevalc ni zgrajen, da bi vrnil, kaj je povzročilo napako, zato jo bomo morali iskati sami. Preverimo, da naša enačba vsebuje le veljavna imena (glejte preglednico operatorjev) in da smo vsako od njih ločili z operatorjem, presledkom ali kakim drugim ločilom.

“The parser couldn’t find one of the operands of a binary operation like ‘+’ or the argument to a function you used. Please edit your equation.”

Razčlenjevalec ne more najti nobenih imen ali nobenih izrazov, ki bi jih uporabil kot enega od operandov v dvočlenem deju (+, −, * itn.) ali kot argument za funkcijo, kakor $\cos(x)$. Vse graphmaticine funkcije zahtevajo en argument, ki sledi imenu funkcije, po možnosti obdan z okroglima oklepajema.

“One or both sides of the equation seems to be blank. Please check that there is an expression on both sides of the equals sign.”

Prepričajmo se, da je neke vrste izraz na obeh straneh enačbe. Očitno vnos, kot je $y =$, ne more proizvesti grafa, ki kaj pomeni.

“No equals sign or more than one found. Press any key to edit equation.”

Da bi bila veljavna in bi jo bilo mogoče narisati, mora naša enačba vsebovati natanko en znak “je enako” (=). Če dobimo to napako, smo bodisi spregledali = ali po nesreči vtiskali dva ali več. Pri parametričnih enačbah mora biti = na vsaki strani razmejujočega podpičja.

“No dependent variable or more than one ‘y’ found. Please edit your equation.”

Čeprav graphmatica lahko osami eno spremenljivko y ali x in nariše nekaj relacij, ne zmore izvršiti faktorizacije, potrebne za osamitev spremenljivke, kadar se tako x kot y pojavita več kot enkrat. Risati tudi ne more polarnih grafov kot funkcij r -a namesto t -ja ali osamiti r , kadar jih najde več. Če lahko uredimo enačbo, tako da uporabi samo en izvod odvisne spremenljivke, storimo to; sicer je ne moremo narisati. Pri parametričnem risanju lahko tako sporočilo tudi namiguje, da ni bila najdena spremenljivka x v enačbi $x(t)$.

“Graphmatica only supports inequalities for single rectangular equations. Please replace the < or > with = and try again.”

Neenakosti za polarne, parametrične ali diferencialne enačbe trenutno ne morejo biti ovrednotene. Če lahko izrazimo neenačbo v pravokotni obliki, lahko vseeno narišemo graf. Pomen operatorja neenakosti je nejasen tudi pri enačbi, ki vsebuje parameter a družine funkcij.

“Can’t find the inverse of this function of ‘y’. Please edit your equations.”

Poskusili smo risati enačbo kot $\text{int}(y) = x$, za katero y -a ne moremo osamiti z obratom funkcije. Funkcije, ki jih ne moremo osamiti, so \cosh , \sinh , \tanh in int . Če ne moremo urediti enačbe, tako da se ta napaka ne pojavi, je ni moč narisati.

“The domain you entered could not be parsed or did not evaluate to one or more constant values. Please edit your equation and try again.”

Domena, ki smo jo vnesli, bodisi ne more biti razčlenjena ali vsebuje nekonstantno ime, kakor x ali y . Veljavne domene morajo imeti vpeljana vsaj eno stran območja in ne morejo vsebovati spremenljivk, čeprav je vsak drug izraz, ki se ovrednoti v konstanto, v redu.

“Parametric equation requires that you specify domain! See Parametric Graphing in help file for details.”

Vtipkali smo parametrično enačbo (ali po nesreči zadeli podpičje) in zanemarili vključiti zaprto območje (kot $\{1, 6\}$). Ker raznovrstnost parametričnih enačb napravi prebiranje privzete domene težavno, jo moramo vključiti v sleherni parametrični graf. Glejte Parametrično risanje ali Navajanje domene.

“Not enough initial values supplied to draw graph. Make sure this ODE includes ## IVs and try again.”

Četudi morejo biti diferencialne enačbe prvega reda izrisane kot strmina polja brez oskrbe z začetno vrednostjo, zahtevajo enačbe drugega in višjih redov, da preskrbimo začetne vrednosti za t , x , $dx \dots$, vse do odvoda, ki je en red nižji kot najvišji red v enačbi. Prepričati se moramo, da smo navedli pravo število veljavnih začetnih vrednosti.

“Drawing flow fields is not supported when using logarithmic graph paper. Change back to linear paper to graph this ODE.”

Ker bi zahtevalo dodatno delo, da bi obravnavali ta primer, in je pomen strmine na logaritmični skali dvomljiv tako ali tako, so se sestavljavci programa odločili, da se ne mučijo s tem primerom.

“Cannot accurately draw the graph of a discontinuous function (like $y = w^x$, $w < 0$).”

Pravilen graf tega razreda funkcij ima singularnosti na celotnem področju in ga potem-takem ne moremo narisati natančno z uporabo postopkov, ki jih graphmatica navadno uporablja na gladkih krivuljah.

“Cannot perform exponential curve fitting on data ≤ 0 .”

Tip eksponentne enačbe se prilega linearni enačbi $y = ax + b$ logaritmov množice podatkov. Ker je logaritem vpeljan samo za vrednosti večje kot 0, ne smemo uporabljati te tehnike prileganja krivulje za množice podatkov, ki vsebujejo števila ≤ 0 .

0.5.5 Opozorilna sporočila

Ta sporočila so priložena samo določeni točki (točkam), za katero program ne more proizvesti vrednosti y . Opozorila se ne bodo pojavljala, razen če ne vprašujemo po njih z uporabo možnosti Warnings; tedaj se pojavljajo potihoma.

Opozorimo, da se bodo vsa opozorilna sporočila, ki se nanašajo na spremenljivki x ali y , dejansko nanašala na t ali r , ko se bomo ukvarjali z enačbo v polarnih koordinatah.

V nadaljevanju so prikazana opozorilna sporočila in njihov opis.

“Overflow at $x = \#. \# \#$.”

Kakšna funkcija ali kakšen dej sta proizvedla preveliko število, ki bi se prilegalo v 8-bitno spremenljivko s plavajočo vejico. Točka pri $x = \#. \# \#$ ni bila narisana. Ta napaka ni usodna, tako da se postopek risanja nadaljuje, toda če se sporočilo ponavlja in se ne izriše nobena slika, bomo morda morali ustaviti risanje in znova pogledati enačbo.

“Division by zero at $x = \#. \# \#$.”

Pri $x = \#. \# \#$ je naša enačba vsebovala deljenje z nič, tako da se je ta točka preskočila. Če ne dobivamo ponavljajoče se napake, ni resnične težave.

“Can’t raise a negative number to a fractional power. [$x = \#. \# \#$]”

Zaradi možnosti, da bi dobili sodi koren negativnega števila (kot $(-16)^{(1/2)}$, kar je kvadratni koren od -16), funkcija `pow()` knjižnice C odklanja, da bi obdelovala te vrste argumente. To ni usodna napaka in del grafa, kjer osnova ni negativna ali stopnja ni ulomljena, bi moral biti narisana dovršeno. Ta napaka se pojavi tudi, ko skušamo računati kvadratni koren negativnega števila s funkcijo `sqr`.

“Can’t find the logarithm of a negative number. [$x = \#. \# \#$]”

Naravni (`ln`) in desetiški (`log`) logaritem sta vpeljana samo za $x > 0$.

“Inverse of `abs()` not defined on negative numbers. [$x = \#. \# \#$]”

Ta opomnik se pojavi, kadar rišemo krivuljo, kot je $\text{abs}(y) = x$, brez omejitve domene izraza $\text{abs}(y)$, ki mora biti pozitivna.

“Domain error: `asin/acos` are defined only on $-1 \leq x \leq 1$, `acsc/asec` on $x < -1$ or $x > 1$. [$x = \#. \# \#$]”

Arkus sinus (`asin`) in arkus kosinus (`acos`) sta vpeljana samo med -1 in 1 (zaloga funkcij `sin` in `cos`). Funkciji `asec` in `acsc` sta vpeljani izven tega območja.

“Lost accuracy in approximation before reaching value. Solution might not exist.”

Med obdelovanjem navadne diferencialne enačbe ali približkov z Newtonovo metodo `graphmatica` postavi mejo za število ponovitev (iteracij), da bi se izognila temu, da bi zašla v neskončno zanko pri delu krivulje, ki se borno obnaša (npr. nezveznem). Ko se to pripeti, bomo videli to sporočilo.

“Curve-fit did not converge within ##### iterations; these results might not be accurate. You might try increasing the maximum number of iterations or decreasing the order of the equation.”

Postopek prilegajoče se krivulje se samodejno ustavi, ko graphmatica zaloti, da se je vrednost χ^2 (varianca) množice podatkov s prilegajoče se krivulje nehala značilno zmanjševati od ene ponovitve do druge. Če je doseženo največje število ponovitev, predno se vrednost χ^2 ustali (kar se z nekaterimi množicami podatkov lahko zgodi, še posebej, če jih prilegamo polinomu in je največja stopnja postavljena precej visoko), se izpiše to opozorilno sporočilo, ki nas pripravi na dejstvo, da je morda na voljo boljša rešitev, če smo pripravljeni povečati največje število ponovitev in čakati malo dlje, da se izračuna. Prilegajoča se krivulja bo seveda še vedno prikazana.

0.5.6 Navajanje domene grafov

Graphmatica omogoča, da neodvisno navedemo domeno (definijsko območje) sleherne enačbe. To nam omogoča, da narišemo samo določen del grafa ali spreminjamo domeno, ne da bi uporabili funkciji Range ali Theta range, ki spreminjata privzeto definijsko območje. Da navedemo domeno za enačbo, vtipkamo kjer koli v vrstici izraz $\{m, n\}$, kjer je m začetek domene in n konec. Če želimo, da se domena začne na privzetem začetku, izpustimo m . V kar koli potem spremenimo začetek privzete domene, bo to vedno tam, kjer se enačbe začnejo risati. Da pustimo konec domene odprt, opustimo n . Torej, če je zaslonsko območje $(-10, 10)$, bo navajanje domene $\{, 5\}$ narisalo krivuljo od -10 do 5 , in $\{-4, \}$ od -4 do 10 .

Da narišemo parametrično enačbo, moramo nujno navesti definijsko območje, ki je zaprto (to je tako, ki nima nobene meje izpuščene). Ko vnašamo parametrično enačbo, imamo za enačbo tudi možnost navajanja koraka z dodajanjem tretjega dela stavka ($\{\text{začetek, konec, korak}\}$).

Domena je razčlenjena kot kateri koli drug izraz, tako da lahko uporabljamo vse aritmetične operatorje in funkcije, ki so na voljo na koncu enačb, kakor tudi števila in konstante d , e in π . Edina omejitev je, da ne smemo uporabljati spremenljivke (vključno s prostimi spremenljivkami – glejte preglednico operatorjev za seznam) v naši domeni, ker bi to prinašalo nejasne izide.

Ko navajamo definijska območja za polarne funkcije, bomo morda odkrili, da je podajanje domen v radianih kot večkratnikov π -ja udobneje (npr. $\{-2\pi, 2\pi\}$ ali $\{0, 180d\}$). d je vgrajena konstanta, ki pretvori stopinje v radiane.

0.5.7 Uporaba prostih spremenljivk

V poljubni enačbi lahko kot dodatek vnaprej programiranim konstantam, kakršni sta e in π , vključimo proste spremenljivke b , c , j in k , ki jih lahko sami opredelimo. Ti

parametri so učinkovite simbolične konstante, s katerimi se je lažje poigravati z natančno obliko krivulje brez obsežnega urejanja enačbe.

Vrednosti parametrov, uporabljenih v sleherni enačbi, morajo biti navedene skupaj s to enačbo, toda če jih ne vtipkamo izrecno, bo graphmatica vzela vrednosti iz podokna spremenljivk in za nas vstavila te podatke v enačbo. Če želimo, lahko vrednosti vtipkamo ročno v obliki, podobni običajnemu navajanju domene, na primer:

$$\{b : 1\}, \quad \{c : -1/2\}, \quad \{k : -\pi/4\}.$$

Kot običajno moramo “domeno” ograditi z zavitima oklepajema. Z imenom (b ali c) moramo navesti, kateri parameter želimo nastaviti, in za dvopičjem, ki mu sledi, njegovo vrednost, katera je lahko kateri koli izraz, ki se ovrednoti v konstanto. Niti drugih parametrov ne smemo uporabiti, ker bi se to nanašalo samo nase.

Posebna prosta spremenljivka a je opisana v Risanju družin funkcij.

Vrednost proste spremenljivke lahko spremenimo, potem ko smo vtipkali enačbe, in graphmatica bo samodejno posodobila in ponovno narisala vse grafe, ki jo uporabljajo, z novo vrednostjo. Za podrobnosti glejte podokno spremenljivk.

0.5.8 Risanje družin funkcij

Prosta spremenljivka a je v osnovi drugačna, ker lahko navedemo ne le eno samo vrednost, ampak območje možnih vrednosti, ki jih lahko zavzame. To nam omogoča, da z lahkoto rišemo družine funkcij ali ravninske krivulje trirazsežnih ploskev. Za primer, $y = a \cdot \cos(x)$ bo narisalo kosinusne krivulje spremenljivih amplitud in $x^2 + y^2 = a$ bo narisalo ravninsko krivuljo ploskve $f(x, y) = x^2 + y^2$.

Opisane skladnje nam niti ni treba poznati, da bi uporabljali to značilnost, ker lahko vnesemo potrebne vrednosti na ploščo spremenljivk (Variables Panel) in graphmatica jih bo za nas vstavila v enačbo. Če ne navedemo območja za a , bo graphmatica vzela trenutne vrednosti s plošče spremenljivk za začetek območja, konec območja in korak. Program začenja risati funkcije z a -jem, nastavljenim na začetek območja, in nato povečuje a za vrednost koraka ter riše grafe, dokler a ne preseže konca območja. Navedemo lahko tudi negativno vrednost koraka, če je le konec območja manjši od začetka.

Da vtipkamo ta podatek v ukazno vrstico, dodamo navedbo domene $\{a : \text{začetek}, \text{konec}, \text{korak}\}$ v enačbo, pri čemer zamenjamo *začetek*, *konec* in *korak* z željenimi vrednostmi. Za primer, $y = a \cdot \cos(x)$ $\{a : 1, 6, 2\}$ bo izrisalo grafe $y = \cos x$, $y = 3 \cos x$ in $y = 5 \cos x$.

Četudi program ne postavlja kakršne koli meje za število krivulj v družini, ki jih lahko narišemo, moramo biti pozorni, ker ta značilnost hitro izrablja pomnilnik. V vsakem slučaju bo zaslon zelo verjetno postal preveč razmetan, da bi bil uporaben, če je deset ali kaj takega grafov narisanih, torej skušajmo napraviti korak sorazmeren velikosti območja.

Opozorimo, da je naša enačba lahko zavrnjena, celo po izrisu grafov za nekaj vrednosti a -ja, če program zazna napako, ki naredi enačbo tako, da se je ne da narisati za še eno vrednost a -ja. Za primer, $y = (1-a)^x$ $\{a : 0, 2, 1\}$ ne more biti narisana, kajti za $a = 2$ ne popisuje zvezne funkcije.

Vrednost proste spremenljivke lahko spremenimo, potem ko smo vtiskali enačbe, in graphmatica bo samodejno posodobila in znova narisala vse grafe z novo vrednostjo. Glejte še ploščo spremenljivk za podrobnosti.

0.5.9 Tehnike risanja grafov

Graphmatica nudi sledeče načine za risanje enačb. Vsak način zazna samodejno z uporabo razločevalnih spremenljivk.

- **Običajne kartezične funkcije.** Značilni grafi kot $y = x^2$ vključujejo samo spremenljivki x in y . Vključujejo tudi relacije, kot je $x^2 + y^2 = 36$.
- **Implicitne kartezične funkcije.** Implicitne funkcije so tiste, pri katerih niti x niti y ne moreta biti osamljena kot odvisna spremenljivka. Podprte so samo za kartezične koordinate. Vključujejo relacije kot $x^2 - xy + y^2 = 10$.
- **Neenačbe.** Večino kartezičnih enačb lahko narišemo tudi kot neenačbe z zamenjavo $= z <, <=, >$ ali $>=$. Primer: $y < x^2$.
- **Posamezne točke.** Da narišemo posamezno točko, samo navedemo koordinati x in y , kot je prikazano spodaj. Primer: $x = 4; y = 2$ nariše $(4, 2)$.
- **Risanje podatkov.** Vnesemo množico koordinatnih parov (x, y) in neobvezno poiščemo krivuljo, ki se jim najboljše prilega, da napovemo podatke.
- **Polarni grafi.** To so grafi, ki uporabljajo polarni koordinatni sistem in spremenljivki r in t (za theta). Primer: $r = \cos t$.
- **Parametrični grafi.** To so grafi, ki uporabljajo pravokotni koordinatni sistem, toda navedeni so z enačbama tretje spremenljivke ali parametra t . Ti grafi morajo vsebovati domeno. Primer: $y = \sin t; x = \cos t \{0, 2\pi\}$ nariše krožnico.
- **Diferencialne enačbe.** To so približne številske rešitve diferencialnih enačb; uporabimo spremenljivke dx (za odvod dx/dt), x in t ali dy, y in x . Narišemo lahko polja strmin za enačbe prvega reda ter približke z začetnimi vrednostmi za navadne diferencialne enačbe od prvega do četrtega reda. Primer: $dx = x^2 + t$ nariše polje strmine za $dx/dt = x^2 + t$. Primer: $d^2y + y = 0 \{0, 0, 1\}$ nariše sinusni val, rešitev za $d^2y/dx^2 + y = 0$ z začetnima vrednostma $y = 0$ in $dy/dx = 1$ pri $x = 0$.
- **Sistemi navadnih diferencialnih enačb.** To so približne številske rešitve za linearne sisteme diferencialnih enačb do četrtega reda; uporabljamo spremenljivke dx, dy, dz, dw (za odvode dx/dt itd.), x, y, z, w in t ali $x_1 \dots x_4$ in t . Primer: $dx = 3t - y; dy = y - x \{0, 0, 1\}$ nariše rešitvi $x(t)$ in $y(t)$ za začetni vrednosti $x = 0$ in $y = 1$ pri $t = 0$.

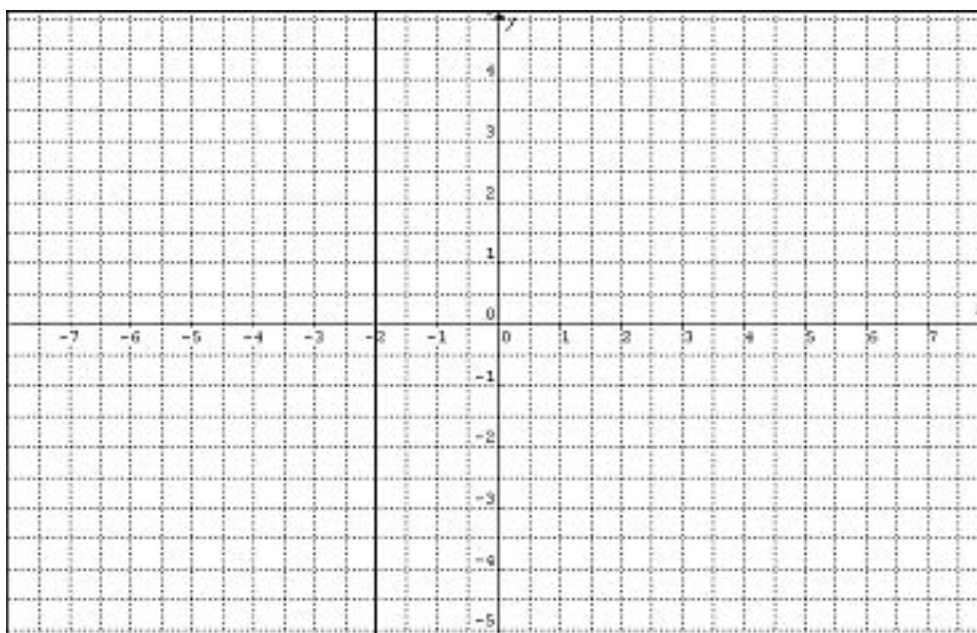
Graphmatica prihaja z vnaprej vpeljanimi sezname enačb, ki ponazarjajo vsako od teh vrst grafov. Glejte demonstracijske datoteke za podrobnosti.

Medtem ko so nekatere krivulje lahko izrisane s kartezičnimi relacijami, polarnimi koordinatami in parametričnimi funkcijami, je vsaka tehnika bolj prilagojena za nekatere grafe kot za druge. Kot primer, krožnico s polmerom 5 okoli izhodišča, ki jo lahko proizvedemo z enačbo $x^2+y^2 = 25$, lahko narišemo hitreje s parametričnima enačbama $x = 5\cos(t)$; $y = 5\sin(t)$ $\{0, 2\pi\}$ in še hitreje in preprosteje s polarnim grafom $r = 5$.

Risanje grafov v običajnih kartezičnih koordinatah

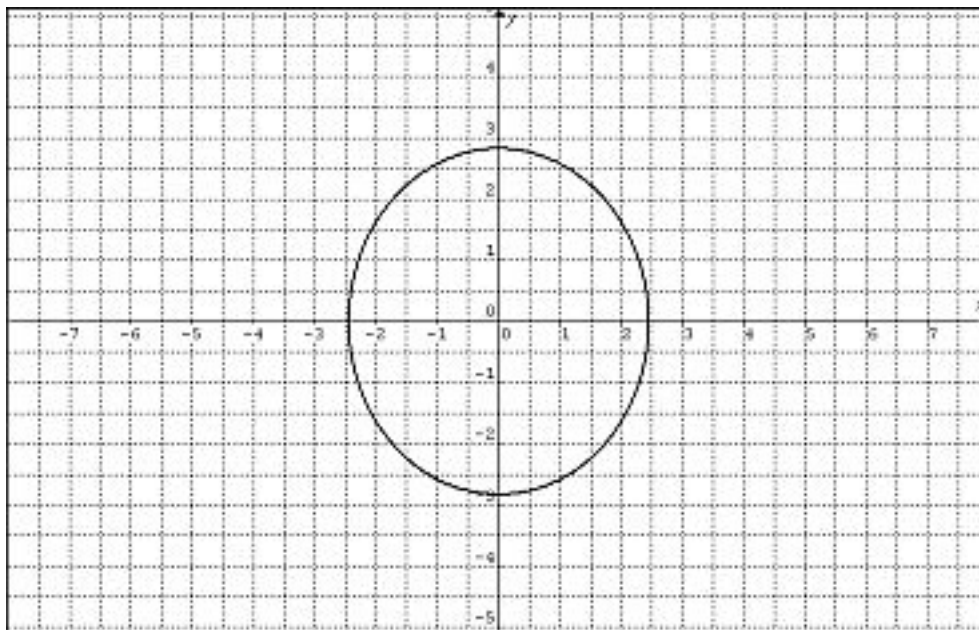
Graphmaticin razčlenjevalec enačb bo samodejno osamil spremenljivko y , kjer koli je v enačbi. Narisal bo nekatere relacije, kot so krožnice ($x^2+y^2 = 36$) in elipse ($x^2/3+y^2/4 = 20$), kakor tudi hiperbole, stranske parabole ($x = y^2$) in mnoge druge stožčaste preseke. Edina omejitev za funkcije je, da mora biti samo ena pojavitev ene od spremenljivk y ali x . Graphmatica ne more napraviti faktorizacije, potrebne, da osamimo spremenljivko y , kadar se pojavi več kot enkrat (npr. $x+\cos x = y^2+3y$). Sklop za risanje relacij za grafe, ki lahko premorejo več kakor eno vrednost y -a za dano vrednost x -a, deluje takole: če pri osamitvi y -a v enačbi graphmatica najde njegovo sodo potenco (npr. y^2), napravi dve enačbi za ta graf, eno s pozitivnim in eno z negativnim korenem. Ta način nikakor ne pokriva vseh možnih relacij, vendar je primeren za najobičajnejše.

Primer. Narišimo navpično premico $x = -2$ (relacija). Prikazana je na sliki 8.



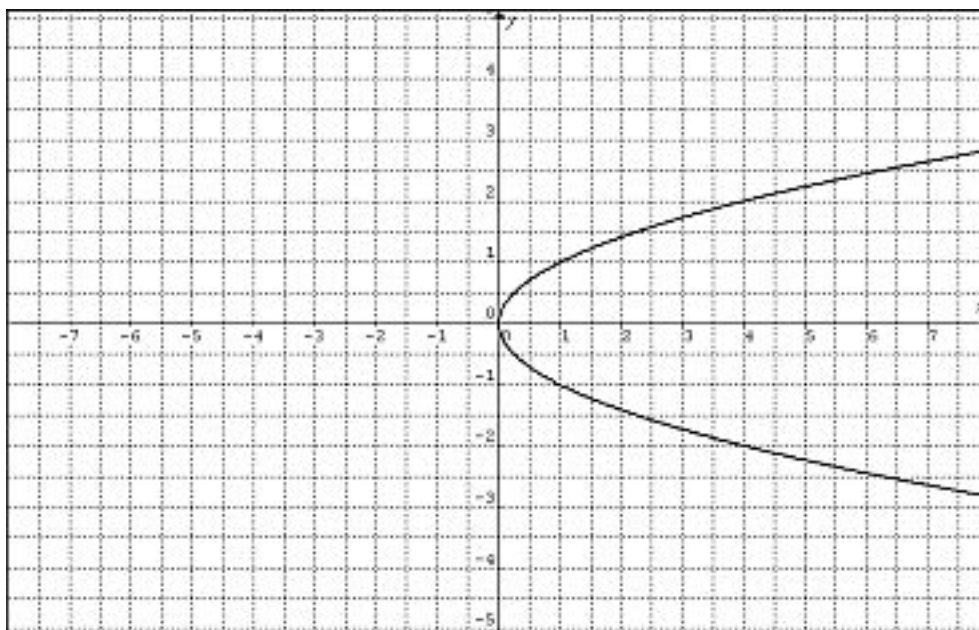
Slika 8: Navpična premica $x = -2$

Primer. Elipsa $x^2/3+y^2/4 = 2$ je sliki 9.



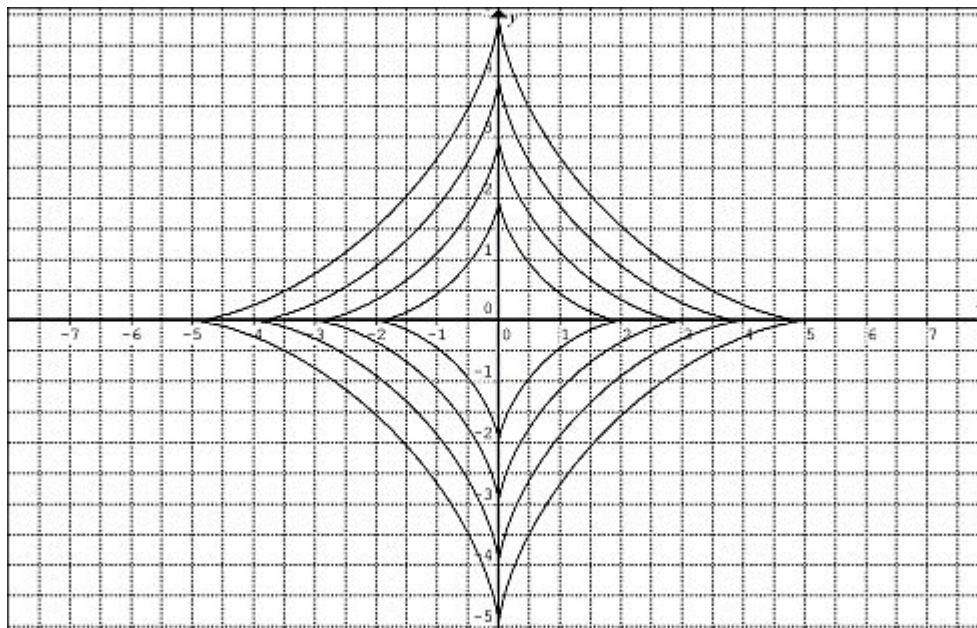
Slika 9: Elipsa $\frac{x^2}{3} + \frac{y^2}{4} = 2$

Primer. Stranska parabola $x = y^2$ je na sliki 10.



Slika 10: Parabola $x = y^2$

Primer. Družina asteroid $x^{2/3} + y^{2/3} = a^{2/3}$ $\{a: 2, 5, 1\}$ je na sliki 11.

Slika 11: Družina asteroid $x^{\frac{2}{3}} + y^{\frac{2}{3}} = a^{\frac{2}{3}}$

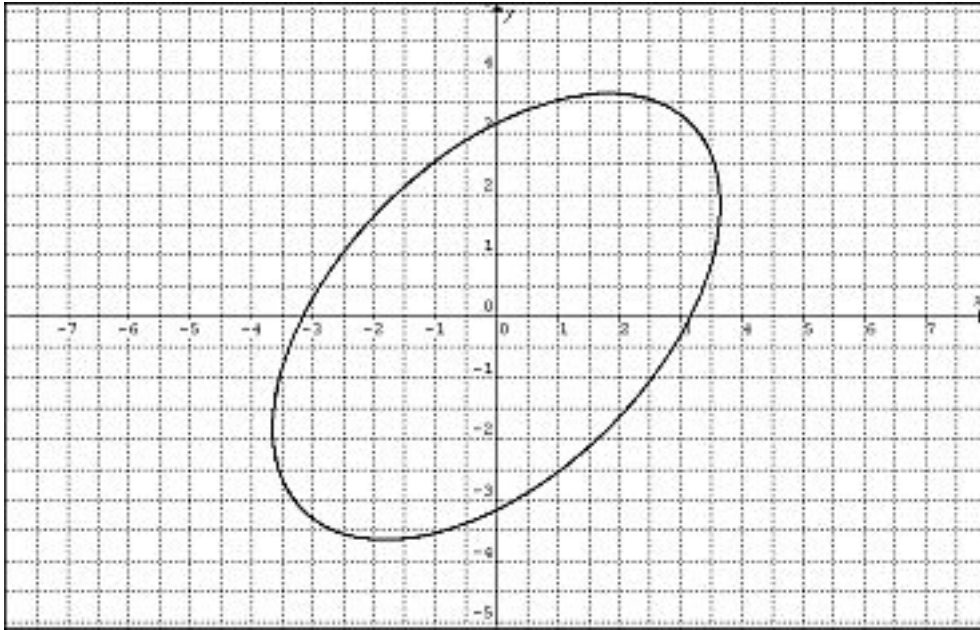
Implicitne kartezične funkcije

Kartezične enačbe, v katerih niti x niti y ne moreta biti osamljena, ker sta dva izvoda ali več vsake spremenljivke, so poznane kot implicitne funkcije. Ker ni enostavnega načina za rešitev teh enačb za nobeno spremenljivko, običajni postopek risanja enačb v tem primeru ne more biti uporabljen. Namesto tega je enačba pretvorjena v navadno diferencialno enačbo in narisana s približki rešitve za diferencialno enačbo. Ker program išče začetne vrednosti za približek samo znotraj trenutnega območja mreže, je območje mreže v trenutku, ko vnesemo enačbo, zelo pomembno za uspeh grafa. Če imamo zamisel, kje bi se naj graf pojavil, bi morali usmeriti mrežo na to območje, predno vnesemo enačbo.

Skoraj sleherni graf lahko narišemo z uporabo implicitne funkcije. Ker pa preslikava v navadno diferencialno enačbo zahteva računanje delnih odvodov izvirne implicitne funkcije glede na x in na y , ta način ni podprt, kadar naša enačba vsebuje nediferenciable funkcije kot $\text{int}()$ ali $\text{abs}()$.

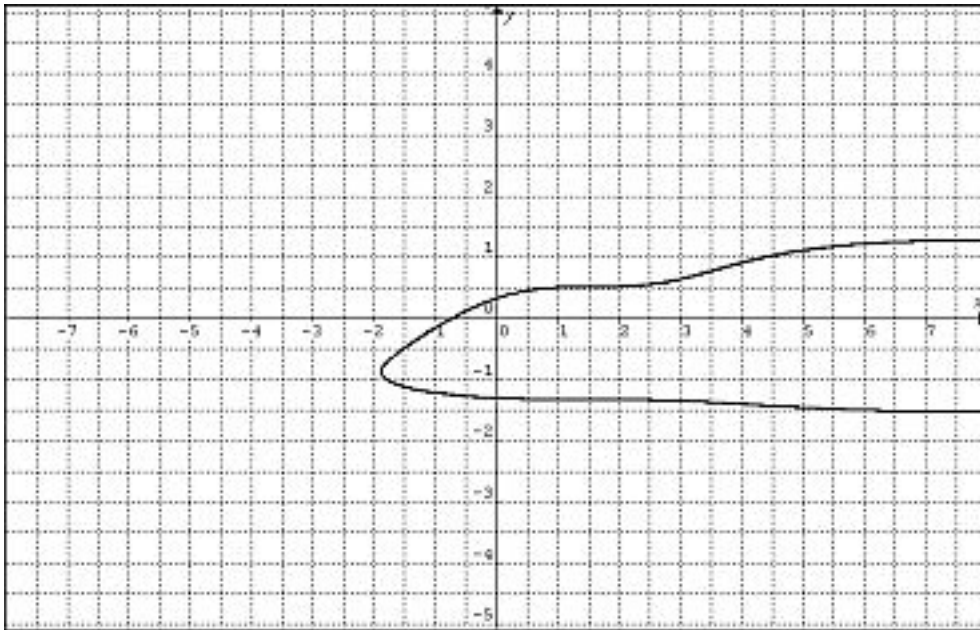
Kodo, ki išče začetne vrednosti navadnih diferencialnih enačb, še vedno izboljšujejo. Ker mnogi grafi sestojijo iz nepovezanih "krpic" in približek navadne diferencialne enačbe ne more biti gnan skozi odseke krivulje z navpično strmino, moramo pogosto najti več začetnih vrednosti, da lahko narišemo celotno krivuljo. V določenih okoliščinah iskanje začetne vrednosti zgreši eno ali več "krpic" implicitne funkcije. Če naš graf izgleda nepopoln, lahko poskusimo zbrisati enačbo, prilagoditi območje in jo znova vnesti, da vidimo, če lahko izboljšamo izide iskanja začetne vrednosti.

Zgled. Narišimo krivuljo drugega reda $x^2 - xy + y^2 = 10$. Graf je na sliki 12.



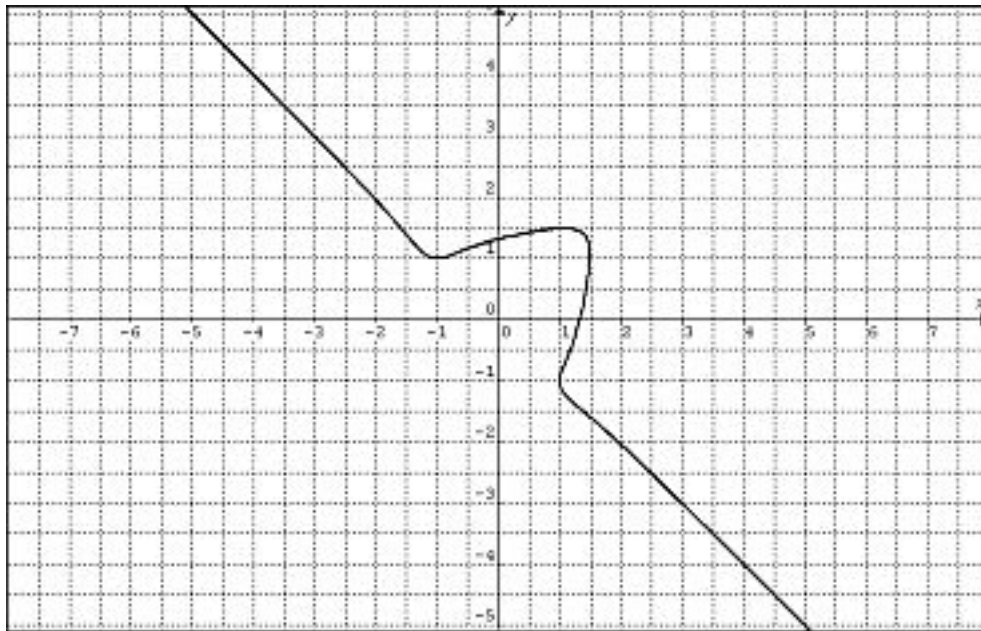
Slika 12: Krivulja drugega reda $x^2 - xy + y^2 = 10$

Zgled. Na sliki 13 je krivulja $x + \cos x = y^6 + 3y$.



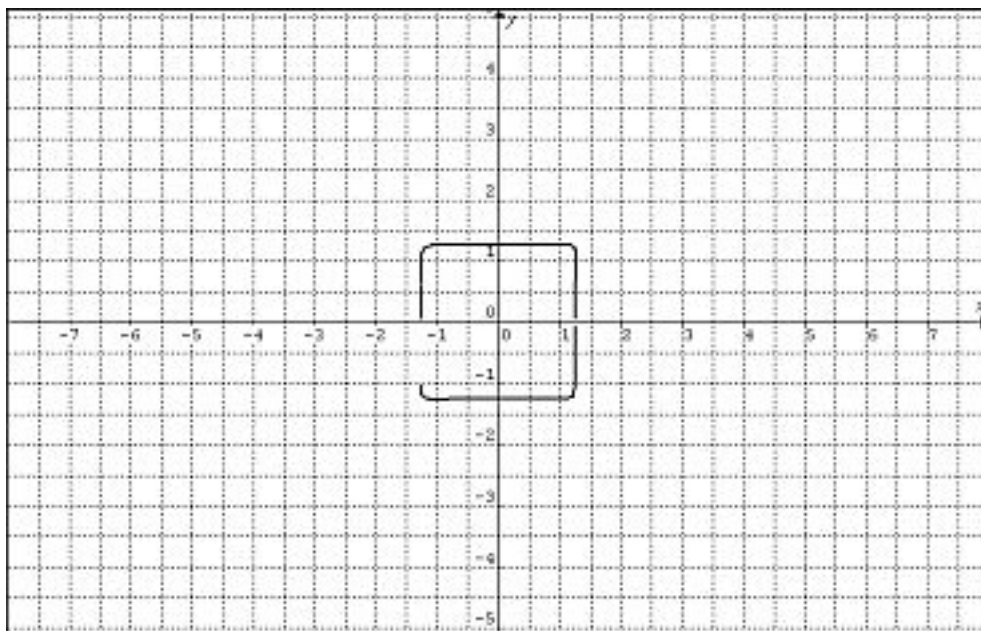
Slika 13: Krivulja $x + \cos x = y^6 + 3y$

Na sliki 14 je narisana krivulja sedmega reda: $x^7 + y^7 - 7xy = 7$.



Slika 14: Krivulja sedmega reda $x^7 + y^7 - 7xy = 7$

Na sliki 15 je prikazana algebrska krivulja dvajsetega reda $x^{20} + y^{20} - x^9y^5 - 5y^3 = 100$.



Slika 15: Algebrska krivulja dvajsetega reda $x^{20} + y^{20} - x^9y^5 - 5y^3 = 100$

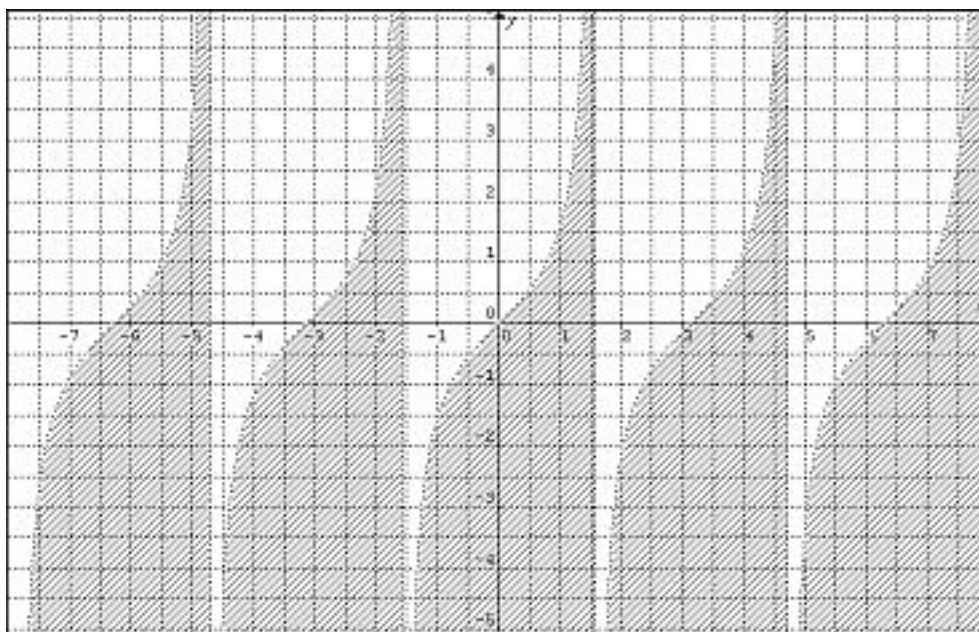
Risanje grafov neenačb

Rišemo lahko neenačbe v pravokotnih koordinatah, s tem da nadomestimo znak $=$ z $<$, \leq , $>$ ali \geq , za mnoge preproste funkcije in relacije. Ta značilnost je trenutno na voljo samo za kartezične grafe.

Območje, ki reši neenačbo, je šrafirano z barvo grafa. Za \leq ali \geq je krivulja narisana kot nepretrgana črta, toda za $<$ ali $>$ je krivulja pikčasta, da naznačuje strogo neenakost. V večini primerov program zazna asimptote in tam doda ločnico, kot je ustrezno, tako da so grafi kot $y < \tan x$ ali $xy > 1$ narisani pravilno. Kot dodatek je veljavna domena samodejno zaznana, tako da npr. $y > \log x$ osenči samo prvi in četrti kvadrant.

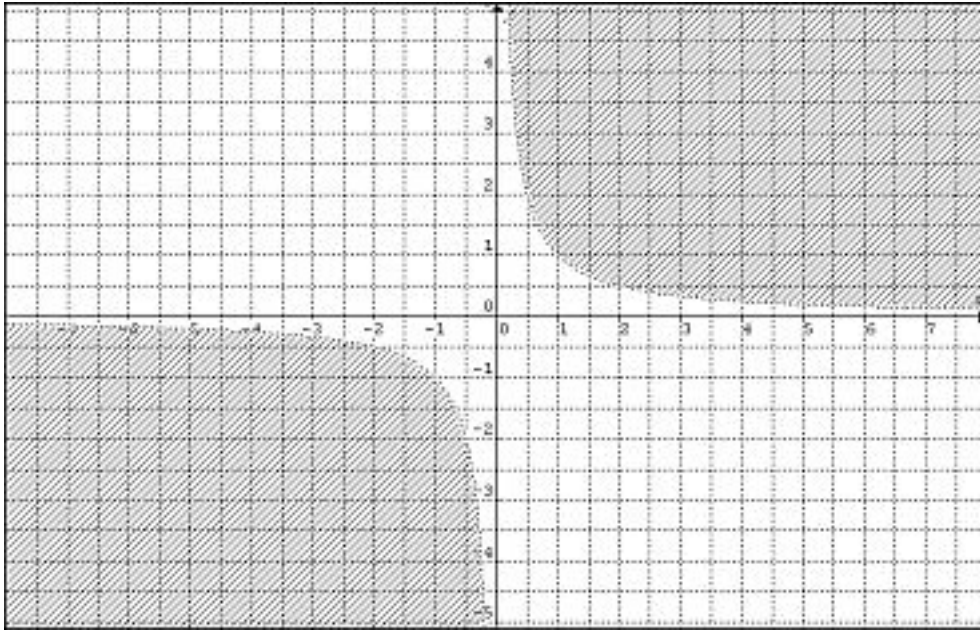
Da prilagodi območja preseka, risalni postopek izmenjuje med šrafiranjem \backslash in $/$. Najboljši rezultati bodo dobljeni, kadar rišemo nič več kot dve prekrivajoči se neenačbi na istem zaslonu.

Primeri. Na sliki 16 je neenačba $y < \tan x$.



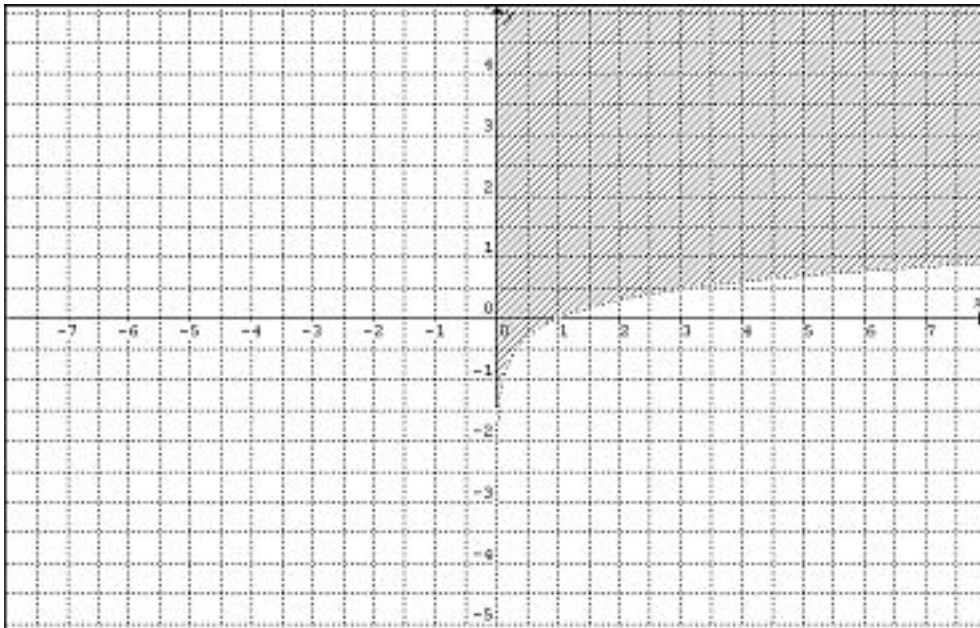
Slika 16: Neenačba $y < \tan x$

Na sliki 17 je rešitev neenačbe $xy > 1$.



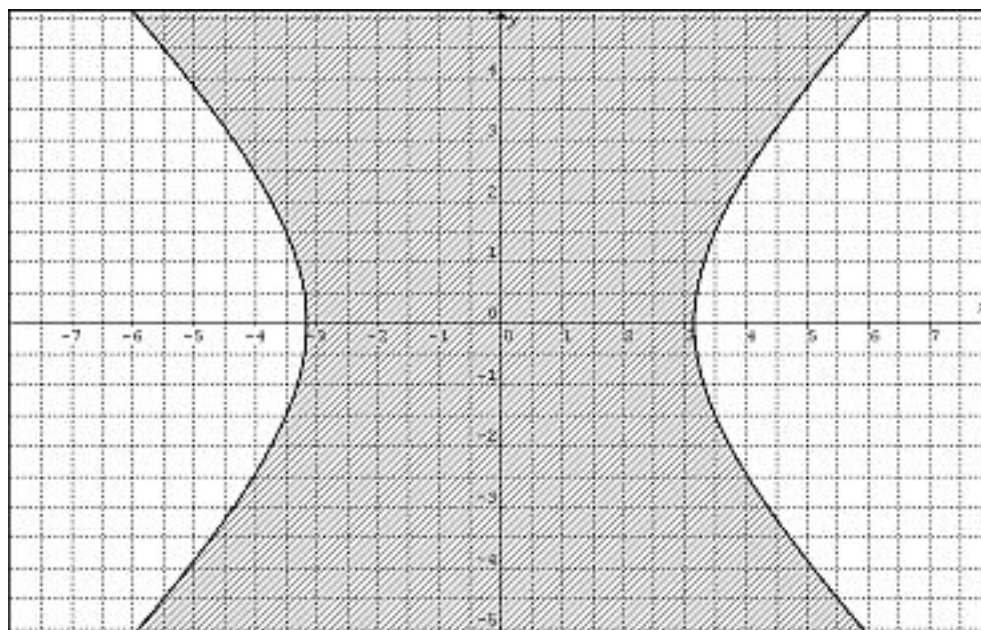
Slika 17: Neenačba $xy > 1$

Slika 18 prikazuje rešitev neenačbe $y > \log x$.



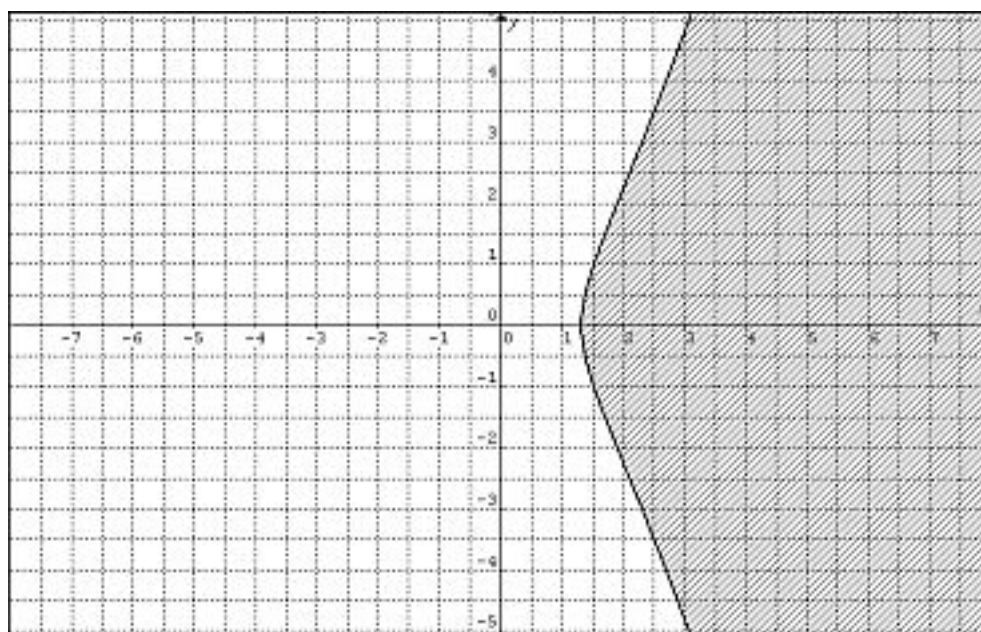
Slika 18: Neenačba $y > \log x$

Na sliki 19 je prikazana neenačba $x^2 - y^2 \leq 10$.



Slika 19: Neenačba $x^2 - y^2 \leq 10$

Rešitev neenačbe $y^2 \leq x^3 - x - 1$ je na sliki 20.



Slika 20: Rešitev neenačbe $y^2 \leq x^3 - x - 1$

Risanje podatkov

Kot dodatek algebrskim enačbam omogoča graphmatica, da vnašamo in rišemo podatkovne točke. Ko smo končali z vnašanjem podatkov, lahko poskušamo z enim samim klikom najti krivuljo najboljšega prilaganja.

Urejevalnik risanja podatkov preskrbi osnovna orodja za vnos množice koordinat, ki naj jo narišemo. Da vnesemo podatke v katero koli celico mreže, kliknimo nanjo in začnimo tipkati, da prepisemo podatke, ki so že v celici, ali dvokliknimo, da postavimo kazalček za zadnjim znakom, ki je že v celici. Vračalko uporabimo, da popravimo napačne vnose.

Neobvezno lahko uporabimo druge kontrolnike na vrhu plošče, da prikrojimo druge vidike risanja trenutnih podatkov ali preklopimo na druge podatke.

ukaz	opis
Plot	To kombinirano okno uporabimo, da spremenimo ime trenutnega risanja ali preklopimo na pogled točk za še eno risanje v kontrolniku mreže. Ustvarimo lahko kakršno koli število podatkovnih risb na isti mreži, toda urejamo lahko samo eno risbo naenkrat.
New	Ustvarimo novo podatkovno risbo. Risbi je dano splošno ime "Data plot", ki ga lahko v hipu spremenimo v kaj bolj opisnega. Imena so lahko dolga do 20 znakov. Nove risbe dobijo tudi naslednji simbol in naslednjo barvo v turnusu, ki ju lahko prilagodimo, če želimo.
Del	Izbriše trenutno risbo.
Symbol	Omogoča, da izbiramo med različnimi znaki (krogci, kvadrati ali rombi), ki so na voljo.
Color	Omogoča, da izberemo drugačno barvo za narisane točke.
Insert Point	Vstavi prazno vrstico v mrežo pri položaju kazalčka.
Delete Point	Izbriše vrstico (koordinato) na položaju kazalčka.

Opomnimo, da lahko uvozimo seznam s tabulatorskimi znaki razmejenih točk iz urejevalnika besedil ali preglednice z uporabo deja lepljenja risbe podatkov (Paste Data Plot).

Potem ko smo vnesli vse svoje točke, lahko prilagodimo podatke polinomski enačbi z uporabo gumba Curve Fit. Enačba, ki izhaja, se samodejno nariše in je tolmačena s sledečimi vrednostmi, ki opisujejo izide prilaganja krivulje:

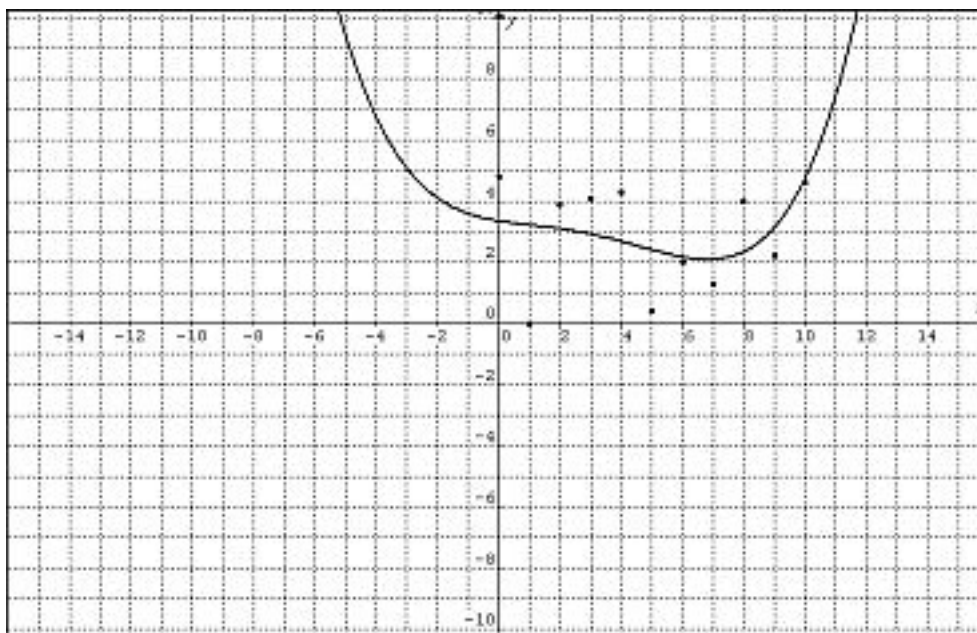
parameter	opis
r	korelacijski koeficient za ujemanje; vrednost je med 0 (nobenega ujemanja) in 1 (popolno ujemanje)
χ^2	vsota kvadratov razlik med krivuljo in dejanskimi koordinatami y za vse točke
$iterations$	število ponovitev, ki jih je imelo, da je konvergiralo k temu izidu

Gumb Options prinaša zavihke Curve Fit pogovornega okna Settings, ki omogoča, da prilagodimo parametre postopka prileganja krivulje.

Primer. Imejmo naslednje podatke:

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y	4,8	0,0	3,9	4,1	4,3	0,4	2,0	1,3	4,0	2,2	4,6

Na sliki 21 so narisani, skupaj s krivuljo najboljšega prileganja. V statusni vrstici lahko



Slika 21: Risanje podatkov in krivulja najboljšega prileganja

razberemo, za katero krivuljo gre, kakor tudi vrednosti parametrov. Miškin kazalček moramo zapeljati na krivuljo.

Risanje v polarnih koordinatah

Polarne koordinate predstavljajo bistveno drugačen pristop predstavitve krivulj v dvo-razsežnem prostoru. Zasnova je enostavna, da jo doumemo grafično, toda če nismo nikoli uporabljali polarnih koordinat in jih želimo razumeti, moramo prebrati naslednji odsek.

Običajna kartezična metoda se zanaša na koordinati x in y , ki zaznamujeta, kako daleč je točka od osi v dveh pravokotnih smereh. Polarne koordinate narišejo položaj točke z eno koordinato, predstavljeno z grško črko theta, ki je pri graphmatici poenostavljena v t , in z drugo, imenovano r . t pove, v katero smer je treba iti iz izhodišča, r pove, kako daleč iti ven v tej smeri, da dosežemo točko. Smer je merjena v radianih kot kot, začenjajoč se na pozitivni strani osi x in obračajoč se v nasprotni smeri ure (kot merjenje kota, ki ga je kazalec na uri prepotoval, začenjajoč pri legi 3 in idoč nazaj). V popolnem krogu je

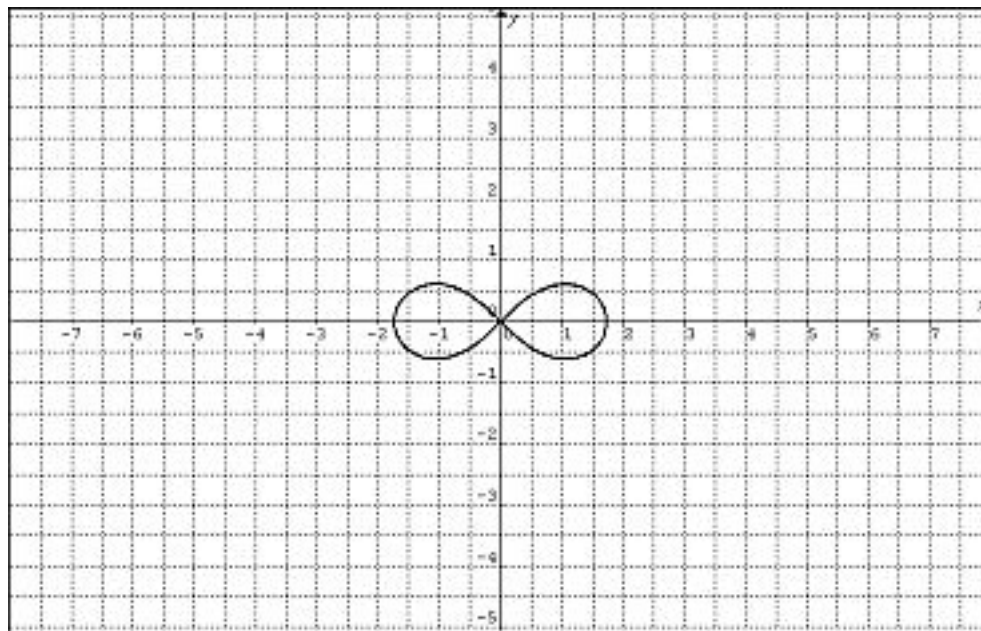
2π radianov, kar ustreza 360 stopinjam, s katerimi smo domači. Da postavimo polarne koordinate v kartezične z namenom, da jih narišemo, uporabimo enačbi: $x = r \cos t$ in $y = r \sin t$.

Da naredimo graf z uporabo polarnih koordinat, pustimo, da je theta neodvisna spremenljivka, in računamo razdaljo, ki jo izrišemo, vstran od izhodišča, ko pustimo kot, da pometa okrog v pozitivni smeri. Domena risanja je od 0 do 2π (prvi popolni krog v pozitivni smeri), toda ti vrednosti lahko zlahka spremenimo z uporabo funkcije Theta Range v meniju Options. Polarne grafe vtipkavamo v kombinirani seznam enačb kakor običajne grafe. Edina razlika je v tem, kaj tipkamo, in način, kako graphmatica zazna polarni graf, je, da moramo uporabljati spremenljivki t in r namesto x in y . Omejitve so še vedno iste: imamo lahko en in samo en izvod odvisne spremenljivke r , čeprav je ta lahko nameščena skoraj kjer koli v enačbi. r lahko vložimo v člen, kot je r^2 , da narišemo funkcije, ki jih z običajnimi sredstvi ne moremo poenostaviti, in graphmatica bo samodejno ovrednotila tako pozitivne kakor negativne korene. Opazovati moramo, medtem ko se graf riše, kajti često je smer, v katero gre, skoraj tako pomembna kot slika, ki jo riše. (Ko imamo dvojno enačbo z r^2 v njej, resda opazimo, da se pozitivni koreni narišejo najprej, nato negativni: teoretično bi morali biti narisani hkrati, vendar to praktično ni mogoče.)

Opozorimo, da območji spremenljivk x in y in območje spremenljivke theta delujejo popolnoma neodvisno. V običajnem kartezičnem risanju je vrednost theta nepomembna, pri polarnem risanju pa theta nadzira domeno grafa, toda območji x -a in y -a še vedno nadzirata fizični zaslon, ki ga vidimo. Če želimo spremeniti pogled polarnega grafa, uporabimo funkciji skale ali območja, kakor bi to storili običajno.

Glejte še Navajanje domen za namige, kako opredeliti kotno domeno.

Na sliki 22 predstavljamo lemniskato $r^2 = 3 \cos(2t)$. Lahko bi uporabili tudi polarni



Slika 22: Lemniskata $r^2 = 3 \cos 2t$ v polarnih koordinatah

koordinatni papir.

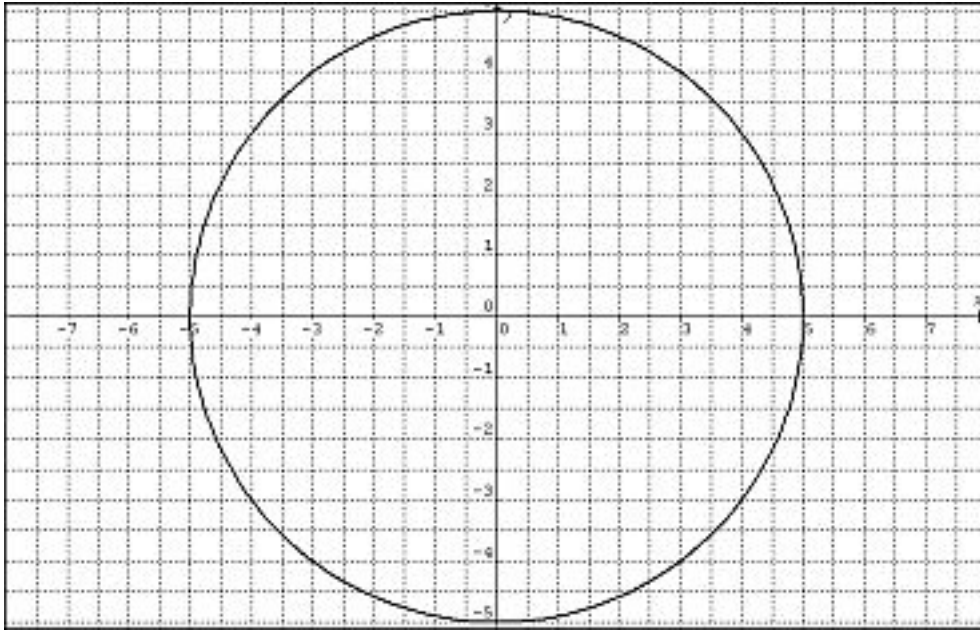
Parametrično risanje grafov

Parametrično risanje, kakor polarno, uporablja drugačen način računanja točk na ravnini, da opravi s krivuljami, ki jih je težko računati z uporabo običajnih pravokotnih koordinat. Edinstveno je v tem, da se kartezični koordinati x in y računata, temelječi na tretji spremenljivki ("parametru" od x in y), ki se tradicionalno imenuje t (ne smemo zamenjevati s τ , ki ga graphmatica uporablja, da predstavi theta). t -ju je dovoljeno, da naraste od začetka domene, ki smo jo navedli, do konca. Pri vsaki vrednosti se izračunata funkciji $x(t)$ in $y(t)$, da dasta točko (x, y) , ki se nariše. Graphmatica nato poveže te točke, da oblikuje gladko krivuljo. Če začne nekaj, kar rišemo, izgledati nazobčano (škrbasto), moramo verjetno urediti drobnost. Drobnost parametričnega grafa je vezana na isti nadzor drobnosti kakor kartezično in polarno risanje in bi morala biti zadovoljiva pri privzeti vrednosti, toda če je potrebno, lahko to vrednost povečamo ali zmanjšamo. Zavedati pa se moramo, da bo to vplivalo tudi na drobnost neparametričnih grafov. Za podrobnosti glejte Prilagojevanje drobnosti.

Da vnesemo parametrični graf, si moramo zapomniti štiri osnovne stvari: funkciji $x(t)$ in $y(t)$, podpičje med njima (to je, kako graphmatica ve, da je graf parametričen) in domeno za t . Primer: $x = 2t$; $y = 2t^2$ $\{-10, 10\}$.

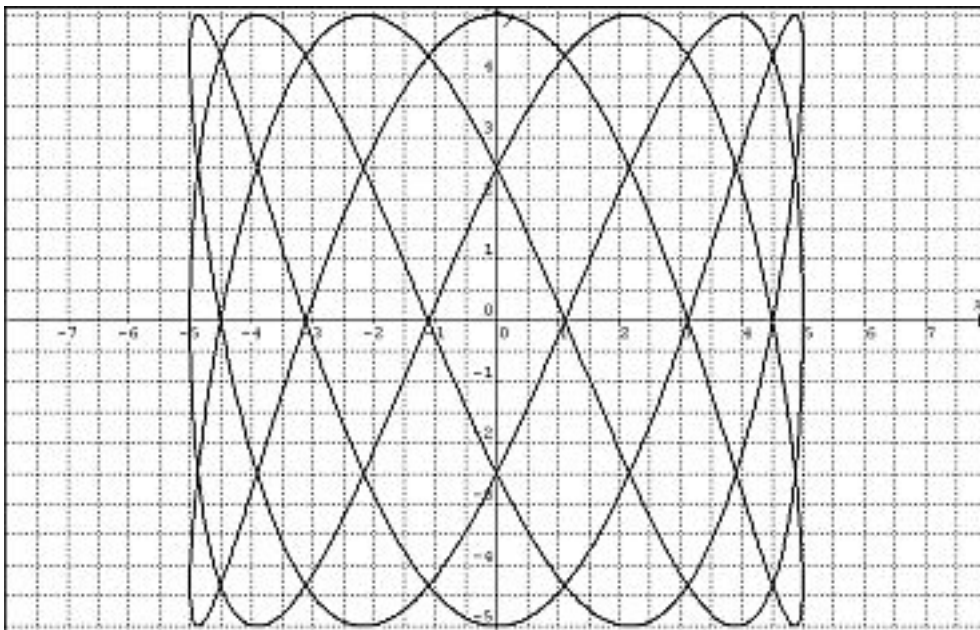
Čeprav kot v vseh graphmaticinih enačbah ni potrebno rešiti enačbe za x in y (to je $\tau = 5x$ bi bilo v redu), se lahko pojavita samo en x in en y v celotni enačbi in "dvojne" enačbe, kot $x^2 = \tau$, kjer bi jo navadno graphmatica rešila za pozitivne in negativne korene, niso podprte (lahko jih vnesemo, toda najden bo samo pozitivni koren). Enačbi za x in y lahko vtipkamo v katerem koli vrstnem redu, vse dokler sta ločeni s podpičjem, in domena bo prepoznana kjer koli v vrstici. Za sleherno parametrično enačbo moramo navesti domeno! Raznolikost krivulj, ki jih lahko narišemo s parametričnimi enačbami, je velika in naredi izbiro primerne privzete domene nemogočo. Nekatere krivulje (kot te, ki vsebujejo kotni funkciji sinus in kosinus) se nagibajo k temu, da delujejo najbolje nad domeno $\{0, 2\pi\}$, kot polarni grafi. Druge se bodo bolje ujemale s privzeto domeno običajnih grafov, velikostjo gledanega območja. Nekatere imajo zelo zgoščeno domeno, med recimo 0 in 1, kjer se bodo pojavile na zaslonu. Če pre- ali podcenimo definicijsko območje, lahko vedno prekinemo graf in uredimo našo enačbo.

Zgleda. Kot že omenjeno, dobimo krožnico z $x = 5\cos(\tau)$; $y = 5\sin(\tau)$ $\{0, 2\pi\}$. Polmer smo povečali na 5. Prikazana je na sliki 23.



Slika 23: Krožnica $x = 5 \cos t$, $y = 5 \sin t$, $t \in [0, 2\pi)$ v parametrični obliki

Oglejmo si še Lissajouxovo figuro. Enačba bodi $x = 5 \cos(3t)$; $y = 5 \sin(7t)$ $\{0, 2\pi\}$. Predstavljena je na sliki 24.



Slika 24: Lissajouxova figura $x = 5 \cos 3t$, $y = 5 \sin 7t$, $t \in [0, 2\pi)$

Diferencialne enačbe

Graphmatica preskrbi možnost, da se približamo rešitvam navadnih diferencialnih enačb do vključno četrtega reda. Da povemo razčlenjevalcu, da želimo risati diferencialno enačbo, moramo vključiti diferencial dx (ki dejansko predstavlja dx/dt) kot eno od naših spremenljivk. Če navedemo enačbo kot $dx = f(x, t)$, kjer je $f(x, t)$ neka kombinacija spremenljivk x in t (kot je x^3+t ali $t*x$) in ne vključimo operatorja domene $\{, \}$, bo program narisal polje strmine za $dx/dt = f(x, t)$ s t kot vodoravno osjo in x kot navpično.

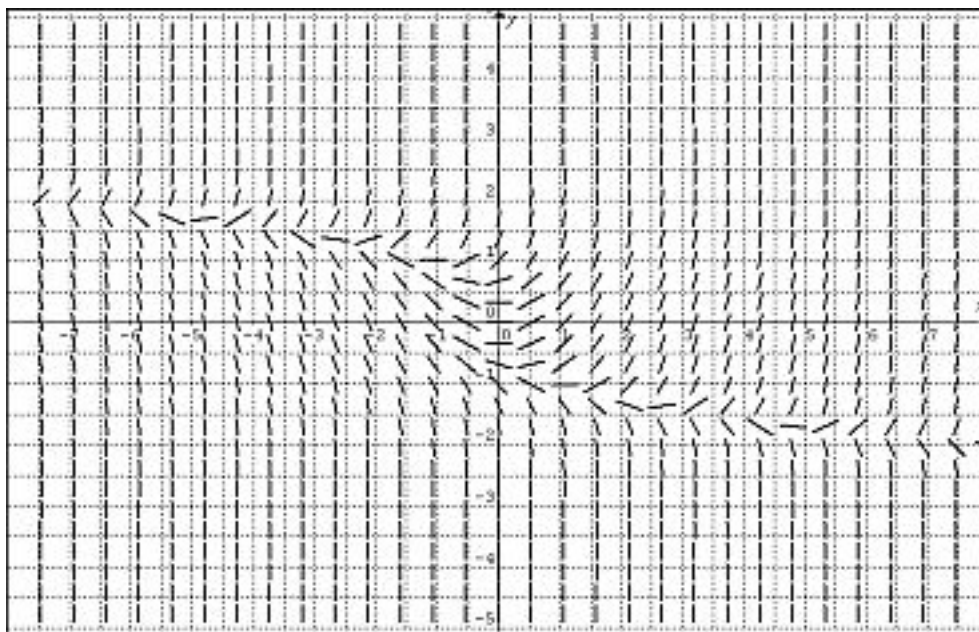
Če pa vključimo “domeno” $\{m, n\}$, ne bo tolmačena kot domena, ampak bo namesto tega naznačila, da želimo risati določeno rešitev za problem začetne vrednosti $x(m) = n$ s približkom Runge-Kutta. Graphmatica bo rešila tudi probleme začetne vrednosti drugega, tretjega in četrtega reda z uporabo metode Runge-Kutta za linearne sisteme. Da navedemo drugi odvod ali odvod višjega reda, uporabimo spremenljivke $d2x$, $d3x$ ali $d4x$. Zapomnimo si, da moramo za enačbo reda n navesti tudi $n + 1$ začetnih vrednosti. V enačbo jih lahko vtipkamo z uporabo oznake “domene”, opisane zgoraj; vrstni red vrednosti je $t, x, dx, d2x, d3x$. Tako $d2x+x = 0$ $\{0, 0, 1\}$ nariše sinusno krivuljo kot rešitev $d^2x/dt^2 + x = 0$ za $x = 0$ in $dx/dt = 1$ pri $t = 0$.

Opomba. Uporabljamo lahko tudi oznako $dy = f(y, x)$, če imamo rajši. Oba nabora spremenljivk sta samodejno prepoznana kot diferencialni enačbi.

Točko začetne vrednosti in prvi odvod lahko izbiramo tudi z uporabo miške. Za podrobnosti glejte Nastavljanje začetne vrednosti.

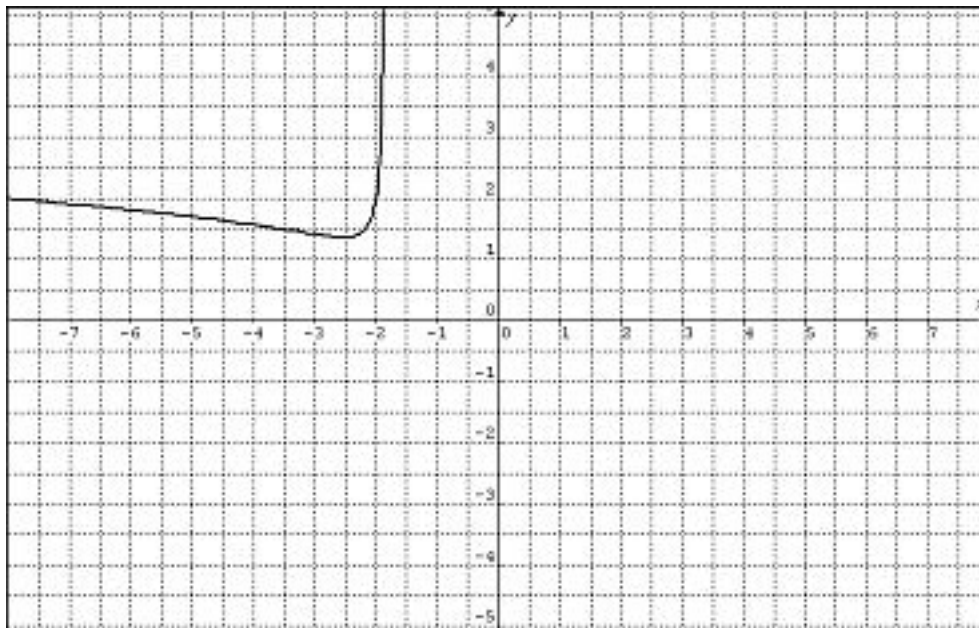
Postopek, uporabljen za računanje približka, je postopek Runge-Kutta četrtega reda s prilagodljivo velikostjo koraka.

Zgledi. Slika 25 prikazuje polje strmine enačbe $dx = x^3+t$.



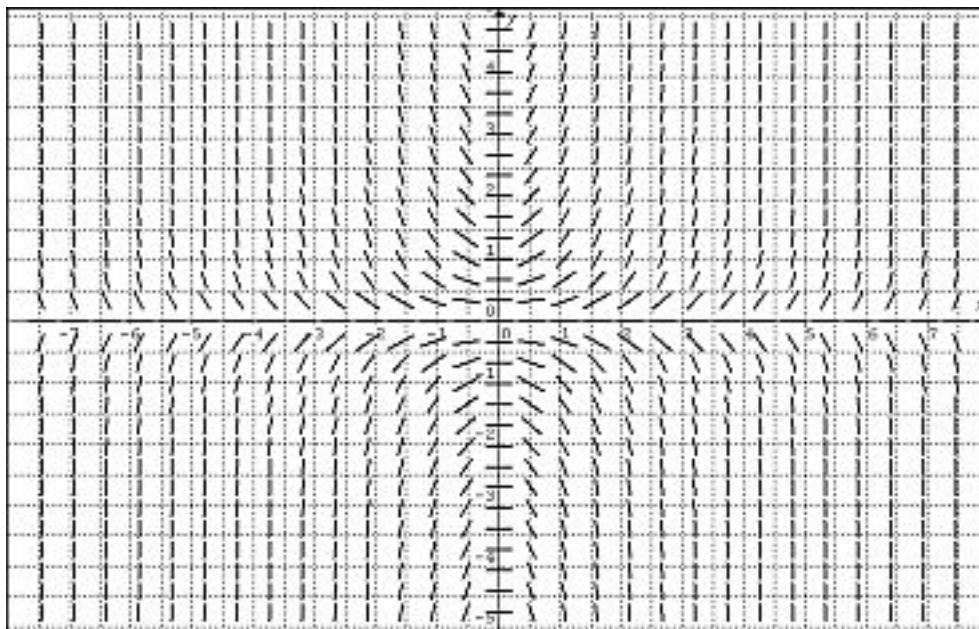
Slika 25: Polje strmine diferencialne enačbe $x'(t) = x^3 + t$

Slika 26 nam pričara rešitev diferencialne enačbe $dx = x^3 + t$ $\{-2, 2\}$, kjer je $x(-2) = 2$.



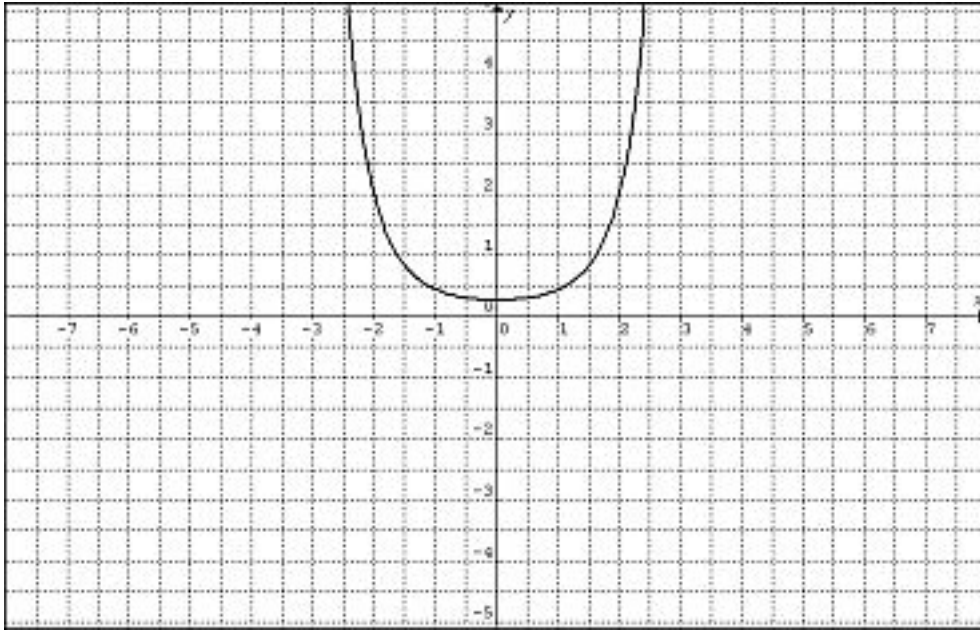
Slika 26: Rešitev diferencialne enačbe $x'(t) = x^3 + t$ z začetnim pogojem $x(-2) = 2$

Na sliki 27 vidimo polje strmine enačbe $dx = t \cdot x$.

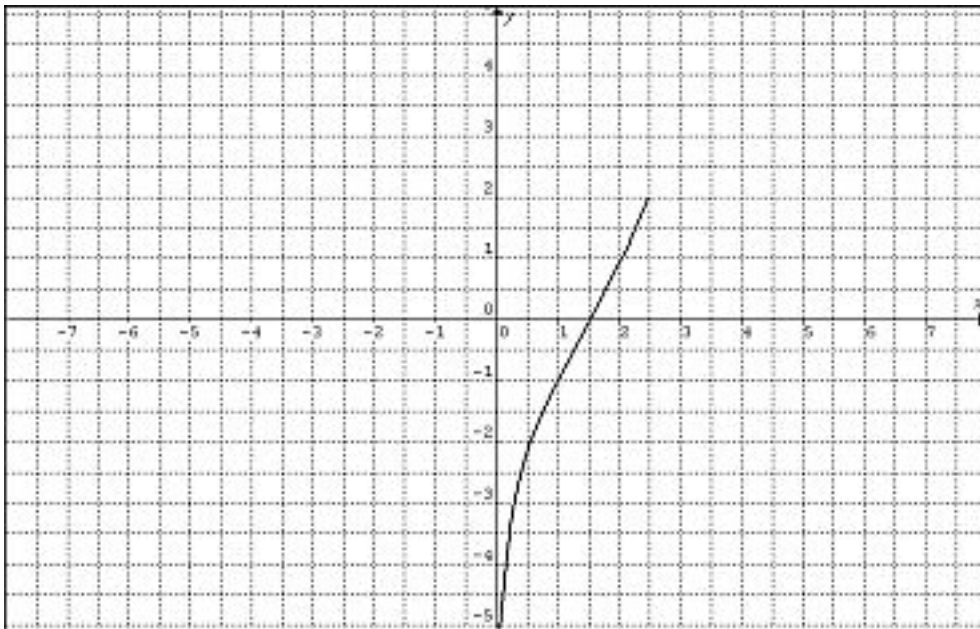


Slika 27: Polje strmine enačbe $x'(t) = tx$

Na sliki 28 se vidi rešitev enačbe $dx = t \cdot x$ $\{-2, 2\}$, kar pomeni, da je $x(-2) = 2$.

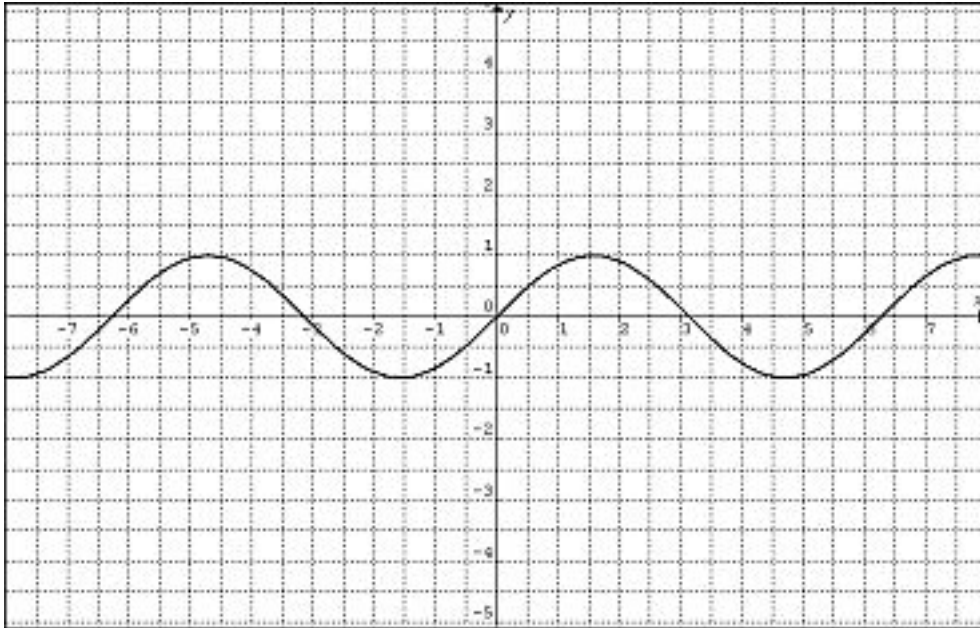
Slika 28: Rešitev enačbe $x'(t) = tx$ za $x(-2) = 2$

Na sliki 29 je prikazana rešitev grše enačbe prvega reda $(dx)^3 + x^5 \cos(tx) = 7 \{1, -1\}$. Pomembno je, da zmore program odvod dx osamiti.

Slika 29: Rešitev diferencialne enačbe prvega reda $x'(t)^3 + x^5 \cos(tx) = 7$ za $x(1) = -1$

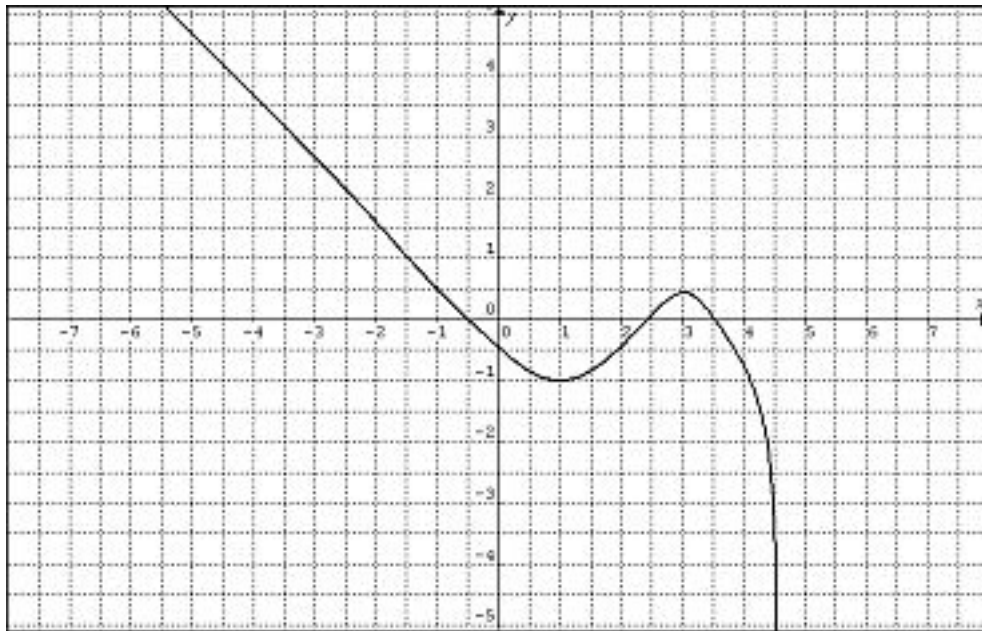
Pozabavajmo se še z enačbami višjih redov. Na sliki 30 prikažimo sinusno krivuljo

kot rešitev že omenjene diferencialne enačbe drugega reda $d^2x+x = 0$ $\{0, 0, 1\}$. Tu je $x(0) = 0$ in $x'(0) = 1$.



Slika 30: Sinusoida kot rešitev diferencialne enačbe drugega reda $x''(t) + x = 0$ za $x(0) = 0$ in $x'(0) = 1$

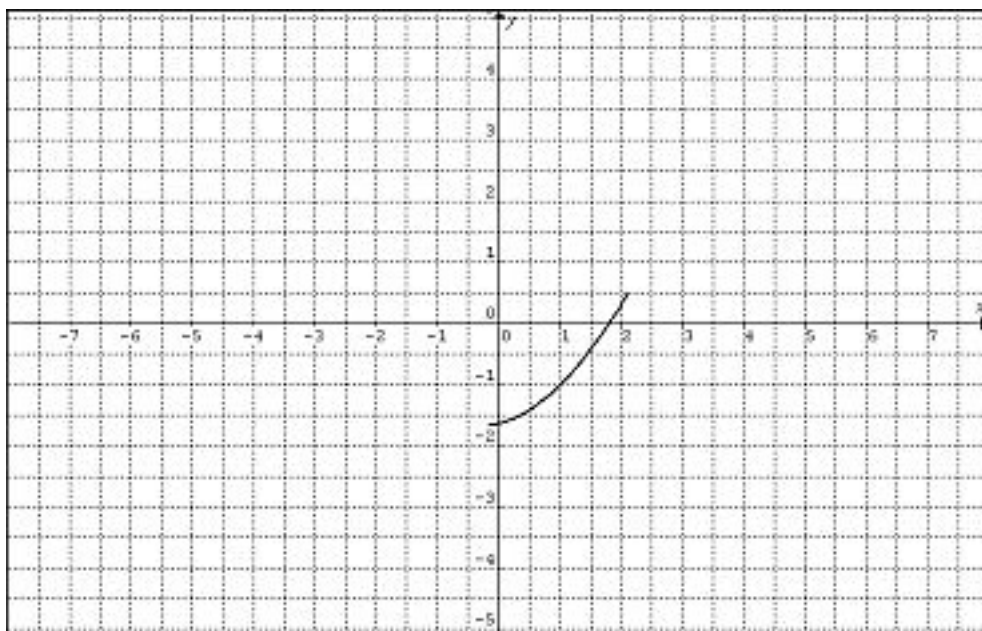
Bistveno zapletenejša je enačba $d^2x+(dx)^2+t*x*\exp(t*x) = 1$ $\{1, -1, 0\}$, katere rešitev je na sliki 31. Tu je $x(1) = -1$ in $x'(1) = 0$.



Slika 31: Enačba drugega reda $x'' + x'^2 + tx e^{tx} = 1$ za $x(1) = -1$ in $x'(1) = 0$

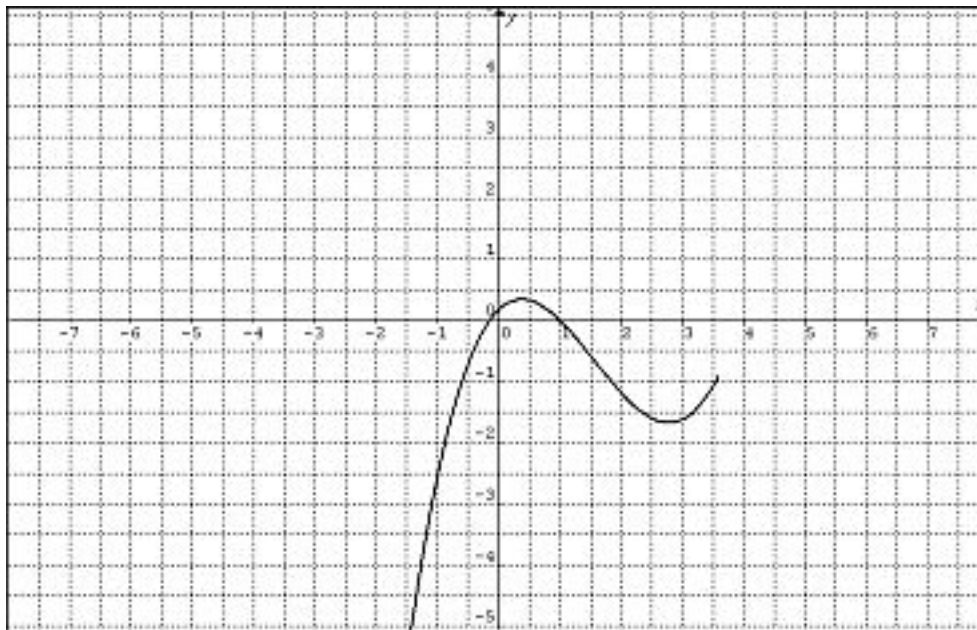
Enačbe $(d^2x)^2 + d^2x = 0$ $\{0, 0, 0\}$ graphmatica ne zmore rešiti, ker ne more osamiti odvoda d^2x .

Precej grda je enačba $(1+t+x^2+(dx)^3)(d^2x)^3+x^3*t*\exp(t*x)=1$ $\{1, -1, 1\}$. Tu je $x(1) = -1$ in $x'(1) = 1$. Njeno rešitev najdemo na sliki 32. Kot vidimo, dobimo rešitev samo na intervalu, ki je malo širši od 2.



Slika 32: Enačba $(1 + t + x^2 + x'^3)x''^3 + x^3te^{tx} = 1$ za $x(1) = -1$ in $x'(1) = 1$

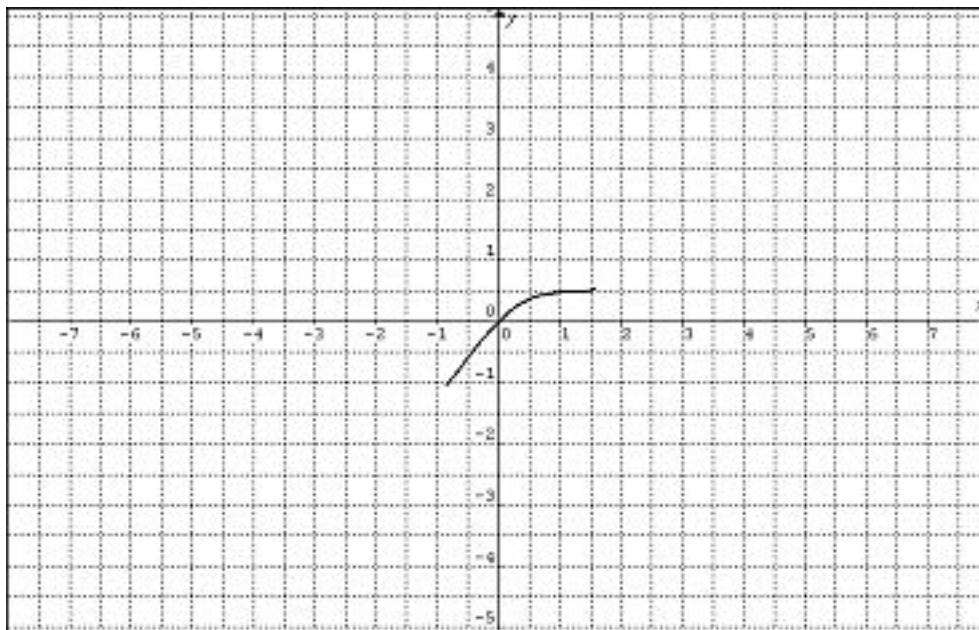
Kot zgled za enačbo tretjega reda si izmislimo dokaj grdo enačbo $(d^3x)^3 + t*(d^2x) + x*dx + \cos(t*x) = 7$ {1, 0, -1, -1}. Tu je $x(1) = 0$, $x'(1) = -1$ in $x''(1) = -1$. Rešitev je omejena na interval širine 5. Vidimo jo na sliki 33.



Slika 33: Rešitev enačbe tretjega reda $x''' + tx'' + xx' + \cos(tx) = 7$ pri začetnih pogojih $x(1) = 0$, $x'(1) = -1$ in $x''(1) = -1$

Videli smo, da če je enačba prezapletena ali če program ne zmore osamiti najvišjega odvoda, graphmatica obupa in izpiše opozorilo.

Manjka nam samo še zgled za četrti red. Tule je: $(d^4x)^2 + x^2*(d^3x)^2 + t*(d^2x)^3 + x*dx - \cos t = 10$ {0, 0, 1, -1, -1}. Velja, da je $x(0) = 0$, $x'(0) = 1$, $x''(0) = -1$ in $x'''(0) = -1$. Enačba je dokaj zapletena. Rešitev dobimo samo na zelo ozkem intervalu. Vidimo jo na sliki 34.



Slika 34: Enačba $(x^{(4)})^2 + x^2 x'''^2 + tx'''^3 + xx' - \cos t = 10$ za $x(0) = 0$, $x'(0) = 1$, $x''(0) = -1$ in $x'''(0) = -1$

Sistemi navadnih diferencialnih enačb

Graphmatica lahko približa rešitve sistemov navadnih diferencialnih enačb do vključno četrtega reda. Sistem vzpostavimo s katerim koli od dveh naborov spremenljivk: $\{t, x, dx, y, dy, z, dz, w, dw\}$ ali $\{t, x1, dx1, x2, dx2, x3, dx3, x4, dx4\}$. V vsakem primeru je t neodvisna spremenljivka in spremenljivke dX so odvodi dX/dt . Celoten sistem lahko navedemo v slogu, podobnem parametričnim enačbam, namreč (za sistem četrtega reda):

$$\begin{aligned} dx &= f1(x, y, z, w, t); & dy &= f2(x, y, z, w, t); & dz &= f3(x, y, z, w, t); \\ dw &= f4(x, y, z, w, t) \end{aligned} \quad \{t0, x0, y0, z0, w0\},$$

kjer so $f1 \dots f4$ neke funkcije spremenljivk x, y, z, w in t in so $x0 \dots w0$ začetne vrednosti sistema pri $t0$. Diferencialov na levi od enačaja nam ni treba osamiti, toda uporabimo lahko le enega na enačbo. Enačbe moramo ločiti s podpičji in obdati začetne vrednosti z zavijtima oklepajema.

Če želimo narisati sistem tretjega ali drugega reda, samo izpustimo enačbe za dw oziroma za dz in dw in uporabimo primerno število začetnih vrednosti.

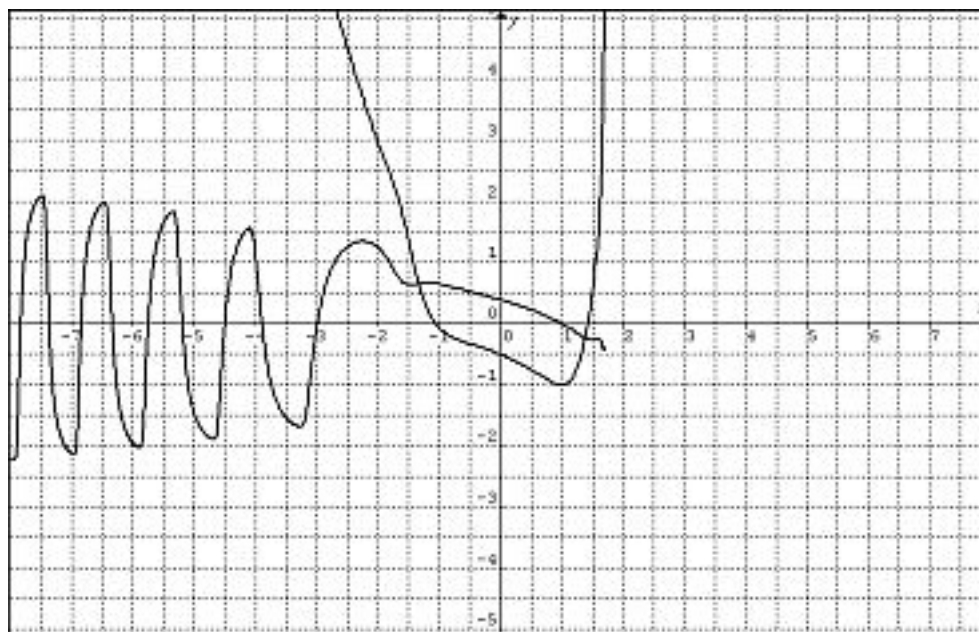
Opozorimo, da se za poenostavitev postopka razčlenjevanja sistema in pridruževanja vsake enačbe sistema grafu zahteva vrstni red dx, dy, dz, dw (ali $dx1, dx2, dx3, dx4$). Program ne bo risal sistema, katerega enačbe so navedene v napačnem vrstnem redu.

Vrednosti za vsako krivuljo se računajo hkrati, toda samo krivulja za $x(t)$ se izriše, ko se izračuna. Druge se izpišejo na zaslon, takoj ko je izračunavanje končano. Vsaka krivulja se izriše v drugi barvi, ki ustreza barvi njene enačbe v sistemu, ko je navedena v statusni vrstici.

Začetne vrednosti lahko izbiramo tudi z miško. Za podrobnosti glejte Vzpostavljanje začetne vrednosti.

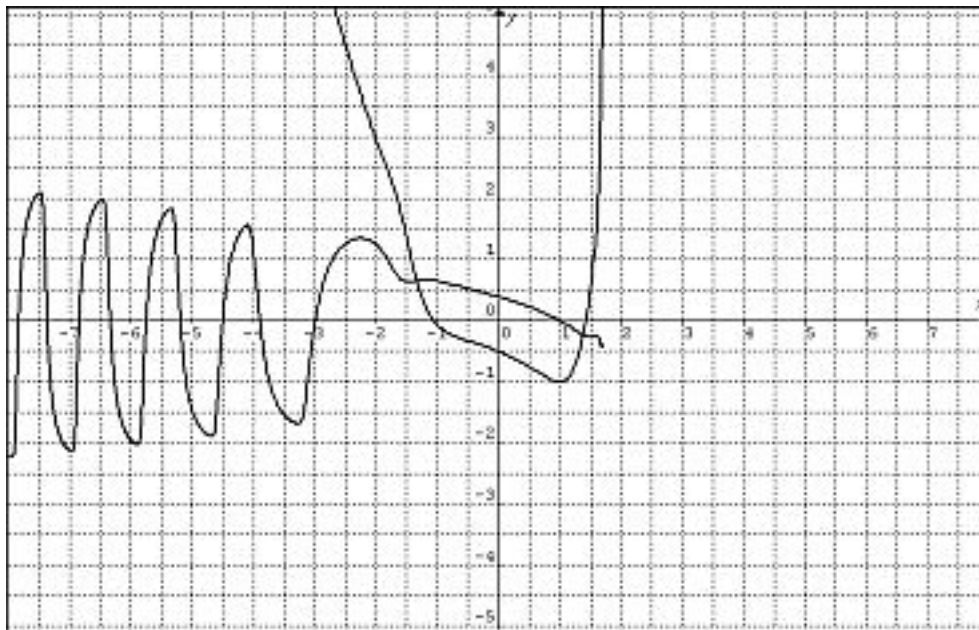
Primeri. Primer sistema dveh enačb bi bil

$dx = x^3 + x*y^2 + x*y*\cos t + t^5$; $dy = x*\cos x + y^2 + y^5 + t*y$ {1, -1, 0}. Velja, da je $x(1) = -1$ in $y(1) = 0$. Krivulji za $x(t)$ in $y(t)$ sta na sliki 35. Narisani sta z različnima barvama, ki se pri črnobelem tisku ne ločita.



Slika 35: Rešitvi sistema $x' = x^3 + xy^2 + xy \cos t + t^5$, $y' = x \cos x + y^2 + y^5 + ty$ pri $x(1) = -1$ in $y(1) = 0$

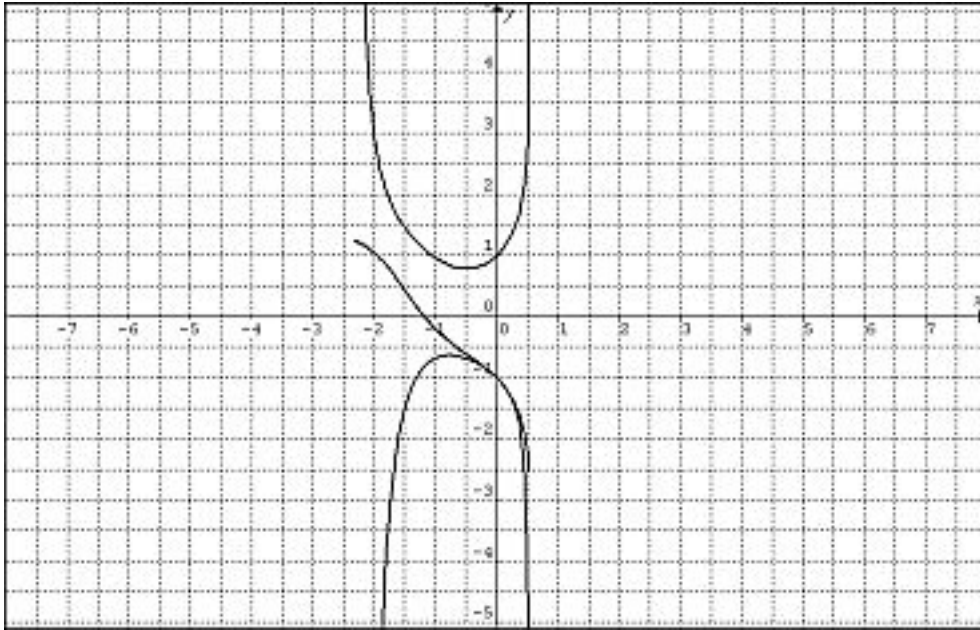
Slika 36 prikazuje rešitev sistema $(dx)^3 = t \cdot x \cdot y + y^7 + t$; $dy = t^2 \cdot x^2 \cdot y^3 + x^{7/3}$ {1, -1, 0}. Tukaj je $x(1) = -1$ in $y(1) = 0$. Tudi tu bi potrebovali barve, da bi natančno razločili krivulji.



Slika 36: Rešitvi sistema $x'^3 = txy + y^7 + t$ in $y' = t^2x^2y^3 + x^{7/3}$ za $x(1) = -1$ in $y(1) = 0$

Zgled za sistem treh enačb se glasi:

$dx = t + x + y + z^2$; $dy = t \cdot x \cdot y + z$; $dz = t + z^3$ {0, 1, -1, -1}. Tu je $x(0) = 1$, $y(0) = -1$ in $z(0) = -1$. Rešitve so na sliki 37. Spet nam manjkajo barve, da bi razločili posamezne rešitve.



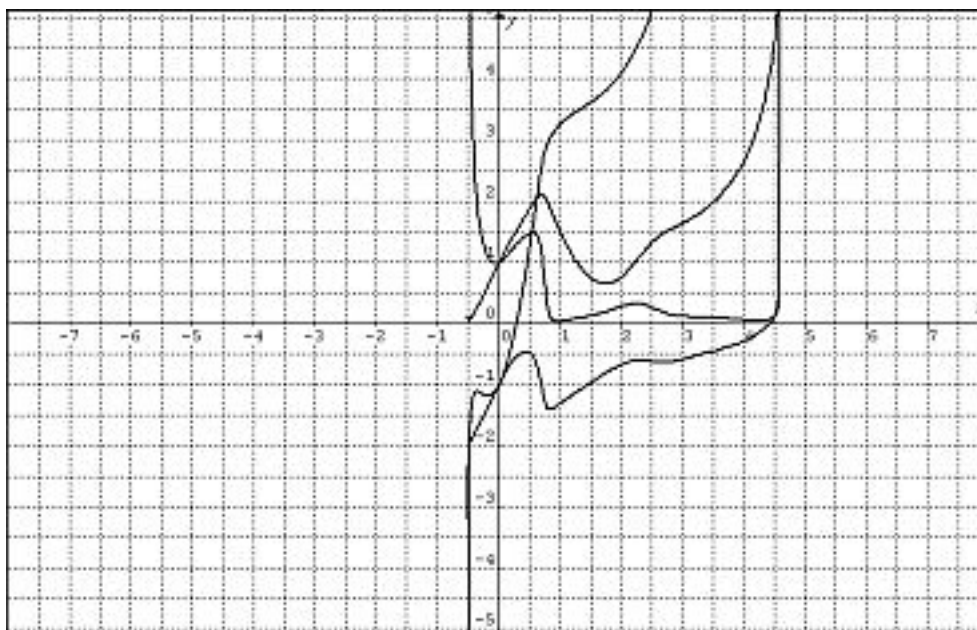
Slika 37: Rešitve sistema $x' = t + x + y + z^2$, $y' = txy + z$, $z' = t + z^3$ za $x(0) = 1$, $y(0) = -1$ in $z(0) = -1$

Za sisteme diferencialnih enačb velja podobno kakor za posamezne enačbe: če so prezapleteni, jim graphmatica ne more biti kos.

Sistem štirih diferencialnih enačb prvega reda zapišimo v obliki:

$$\begin{aligned} dx &= 1+t+t*y+z*w; & dy &= 1+\cos x+y*z^2*w^3; & dz &= 1+x^2+y^2+w^3; \\ dw &= 1+x*y*z*w \end{aligned} \quad \{0, 1, 1, -1, -1\}.$$

Začetni pogoji so: $x(0) = 1$, $y(0) = 1$, $z(0) = -1$ in $w(0) = -1$. Slika 38 ponazarja rešitve za x , y , z in w kot funkcij t -ja.



Slika 38: Rešitve sistema štirih diferencialnih enačb prvega reda

Zdaj pa bodi zgledov dovolj.

0.5.10 Vrsta za ponovni izris

Vsakič, ko vtipkamo enačbo, se niz znakov, ki smo ga vtipkali, in notranja predstavitev te enačbe shranita v čakalno vrsto za ponovni izris. Iz te vrste lahko pokličemo katero koli od enačb v trenutnem dokumentu grafov, da jo uredimo ali ponovno narišemo. Enačbe v čakalni vrsti so shranjene v vrstnem redu, ki postavi zadnjo uporabljeno na začetek in najmanj uporabljeno na konec. Ko se vrsta zapolni, bodo enačbe, ki so potisnjene ven iz vrste, tiste, ki jih ne bomo zelo pogrešali.

Kadar koli izvršimo ukaz Range ali Scale, se zaslon pobriše. Če izvršimo katero koli od teh dveh funkcij ali po nesreči pobrišemo zaslon z možnostjo menija Clear, lahko ponovno narišemo zadnjo enačbo (če je ni že AutoRedraw) z izbiro zadnjega grafa iz menija Redraw, ali pa narišemo vse enačbe v čakalni vrsti z uporabo menijske možnosti ali gumba Redraw All. Opozorimo, da se funkcija za ponoven izris vseh grafov ne ozira na to, kateri grafi so bili na zaslonu, predno je bil le-ta pobrisan; zgolj ponovno izriše vse grafe v čakalni vrsti, ki jih trenutno ni na zaslonu. Če ročno pobrišemo zaslon in nismo spremenili velikosti mreže, predno izberemo Redraw All, bo graphmatica zaznala, kateri grafi so že bili preračunani z uporabo te mreže in jih bo izrisala, ne da bi ponovno preračunavala njihove točke. To je hitrejše, kakor risanje grafov od začetka.

Z uporabo kombiniranega seznama na vrhu zaslona se lahko pomaknemo skozi vsako enačbo, ki smo jo vnesli v čakalno vrsto za ponoven izris. Ko s pušičnimi tipkami ali z miško izberemo enačbo, graphmatica prikaže njeno trenutno stanje na zaslonu ali zunaj

njega. Besedilo enačbe je na dnu zaslona v statusni vrstici enake barve, s kakršno je bil graf narisana. Da se premaknemo nazaj za eno enačbo, pritisnemo tipko s puščico navzdol ali z miško povlečemo seznam navzdol. Ko smo našli enačbo, ki jo želimo, pritisnemo enter ali kliknemo gumb Graph in enačba se bo znova izrisala.

0.5.11 Uporaba samodejnega izrisa

Kadar koli spremenimo skalo, da gledamo na graf bolj podrobno ali z večje razdalje, ali premaknemo območje osi, tako da bo graf, ki smo ga ravnokar narisali, usredinjen, morajo biti grafi na zaslonu ponovno preračunani na novo območje.

Kot namiguje že ime, bo AutoRedraw samodejno ponovno izrisal enačbe na zaslonu, ko spremenimo skalo ali območje. Ponovni izris lahko prekinemo z dvakratnim pritiskom na ESC. To velja zlasti za starejše in počasnejše stroje.

Število enačb, ki jih AutoRedraw nariše, lahko omejimo z zmanjšanjem števila v vrstici `AutoRedraw On--Draw Last ____ equations,`

ki ga najdemo v pogovornem oknu Options Settings (nastavitvene možnosti). To je lahko kar koli od 1 do 999, največjega števila grafov. Če je to število večje kakor število enačb v pomnilniku, bodo vsi grafi na zaslonu izrisani. Privzeto jih je 25.

AutoRedraw lahko popolnoma izklopimo z izbiro AutoRedraw v meniju Options.

0.5.12 Izbira enačbe

Ko smo enkrat vnesli enačbo, jo zlahka povlečemo gor in jo znova upravljamo. Da izberemo enačbo v čakalni vrsti za ponoven izris, napravimo eno od sledečega:

- Z uporabo bodisi tipke s puščico navzdol ali miške osvetlimo enačbo v kombiniranem seznamu čakalne vrste za ponovni izris. Enačbo lahko izberemo tudi z njenim ponovnim vtipkavanjem v polje za urejanje (edit field), vendar se mora natančno ujemati.
- Če je graf enačbe trenutno na zaslonu in ni popolnoma prekrit z drugim grafom, samo kliknemo na krivuljo; ustrezna enačba bo samodejno izbrana v padajočem seznamu. To deluje za vse grafe, razen za polja strmin. Tudi če je graf neenačba, moramo klikniti *na* krivuljo.

0.5.13 Skrivanje grafa

Včasih lahko zaslon grafov postane malce razmetan, toda ne želimo ga pobrisati in ponovno narisati večine grafov, samo da dobimo nekaj njih izven zaslona.

V tem primeru samo izberemo enačbo, ki je ne želimo več videti, in izberemo Hide Graph iz menija Edit. Graf bo v trenutku izginil z zaslona, toda njegova enačba bo ostala na istem mestu v čakalni vrsti, tako da se kasneje lahko sklicujemo nanjo.

Bližnjica. Desni klik na krivuljo bo prinesel priročni meni s Hide Graph v njem.

0.5.14 Brisanje enačbe

Če vnesemo neveljavno enačbo, ki ne more biti narisana, bo graphmatica samodejno preprečila enačbi, da bi bila dodana v čakalno vrsto za ponovni izris. Včasih pa želimo oklestiti neželjene enačbe iz čakalne vrste (na primer pred shranjevanjem seznama enačb).

Da pobrišemo enačbo, jo najprej izberemo in nato izberemo Delete Graph iz menija Edit. Če je enačba trenutno na zaslonu, bo njen graf nemudoma izginil.

Glejte še Čiščenje čakalne vrste za ponoven izris za to, kako počistiti celotno čakalno vrsto naenkrat.

Bližnjica. Desni klik na krivuljo bo prinesel priročni meni z Delete Graph v njem.

0.5.15 Brisanje celotne čakalne vrste

Da pobrišemo celotno čakalno vrsto za ponovni izris, preprosto izberemo Delete All Graphs iz menija Edit. Vse enačbe v čakalni vrsti bodo izbrisane.

Ta ukaz tudi počisti zaslon in naslove grafov ter opombe, če jih je kaj. Razen za nastavitve mreže in posebnih možnosti, ki se jih pusti pri miru, je to enakovredno stvaritvi novega dokumenta z grafom.

0.5.16 Urejanje dokumentov z grafi

Graphmatica v resnici ne preskrbi olajšave za vzdrževanje seznamov enačb. Četudi lahko urejamo enačbo, brišemo stare, ki jih ne potrebujemo več, in spreminjamo vrstni red enačb s ponovnim izrisom izbranih grafov, je določanje natančnega vrstnega reda v seznamu težavno, ker so enačbe gibljivo premešane vsakič, ko kakšno vnesemo ali jo ponovno narišemo, da je graphmatica s tem bolj vzajemna. Seznam enačb je samo besedilna datoteka, čigar sestava je dejansko enaka datoteki win.ini; ustvarimo ali spreminjamo jo lahko z vsakim urejevalnikom. Sestava poteka takole:

```
[saved-setup]
[labels]
.....
[annotations]
.....
[grid]
.....
[options]
```

```
.....  
[equations]  
.....  
[eqcolors]  
.....  
[dataplot]  
.....
```

Odsek `[saved-setup]` pove graphmatici, da ponovno vzpostavi vse možnosti na privzete pred nalaganjem novih možnosti. Biti mora izpuščen, če želimo, da so trenutne možnosti ob času nalaganja uporabljene. Odsek `[labels]` navaja naslov in oznake osi y . Odsek `[grid]` da leve, desne, zgornje in spodnje koordinate mreže. Vtipkajmo "auto" za katero koli koordinato, da ji program sam nastavi skalo, temelječo na ostalih treh. Vtipkajmo auto tako za vrh in dno, da program sam nastavi os y , tako da sta zgornja in spodnja koordinata nasprotno enaki.

Izpustimo lahko katero koli točko ali celo celoten odsek, če ne želimo spreminjati privzetega. Vtipkati moramo natanko tako, kot je navedeno zgoraj, vključno z oglatima oklepajema "[]" okoli naslovov odsekov, in zamenjati dele s svojimi vrednostmi. Če ne vemo ali nam je vseeno, kakšna je vrednost možnosti, samo spregledamo vrstico. Ni nam treba skrbeti zaradi velikosti črk, dodatnih presledkov ali celo praznih vrstic. (Vendar pa mora biti vsak vnos v ločeni vrstici, sicer bodo nekateri morda prezrti.) Možnosti in odseke lahko postavimo v poljuben vrstni red. Edina zahteva je, da mora odsek `[saved-setup]` priti prvi in odsek `[equations]` zadnji, če sploh je kak. Neveljavne možnosti so tudi prezrte.

Če želimo ustvariti datoteko brez naslovov ali možnosti, preprosto vtipkamo glavo `[equations]` in nato natipkamo vse naše enačbe. Vsaka enačba mora biti v ločeni vrstici.

Datoteka GRAPHMAT.INI, ki se naloži, kadar koli zaženemo graphmatico, uporablja natančno enak format. Ko izberemo ukaz Save Setup Info, graphmatica preprosto shrani nastavitveno datoteko, kakor bi seznam enačb, razen da so odseki `[labels]`, `[annotations]` in `[equations]` izpuščeni.

0.6 MENI FILE

0.6.1 Ustvarjanje novega dokumenta z grafom

Da ponovno začnemo z nič s čisto mrežo in privzetimi nastavitvami, izberemo New iz menija File (ali iz orodne vrstice v 32-bitni različici). Trenutno graphmatica podpira samo en odprt dokument z grafi hkrati, tako da smo lahko vprašani, če želimo najprej shraniti naše delo.

Nova mreža bo imela privzete vrednosti (iz naše datoteke graphmat.ini) za vse lastnosti, svojstvene dokumentu – papir grafa, območje mreže, pisave za besedilo na mreži

itd. –, četudi smo prikrojili te vrednosti v prejšnjem delu. Kakor koli že, globalne lastnosti, kot so barvni seznam, pisave za okno urejanja, okno tiskanja in statusna vrstica ter večina nastavitvev v meniju Options, bodo ostale enake. Če želimo spremeniti privzeto za lastnosti dokumenta, predno znova zaženemo program, je treba shraniti nastavitvene informacije (Save Setup Info), ko imamo reči nastavljene, kakor nam je všeč.

0.6.2 Odpiranje obstoječega dokumenta z grafi

Da odpremo že prej shranjen niz grafov, izberemo Open iz menija File (ali iz orodne vrstice v 32-bitni različici). To nam bo dalo standardno okensko pogovorno okno za izbiro datotek, s privzetim podaljškom .gr. Kot dodatek bomo opazili dodatno potrditveno polje na desni strani pogovornega okna, Merge file with current graphs. Kadar to polje ni potrjeno (privzeto), se datoteka naloži v nov dokument in se trenutni dokument zapre (lahko smo najprej vprašani, če ga želimo shraniti).

Kadar pa potrdimo to polje, bo graphmatica spojila vsebino datoteke s trenutnimi grafi. Spajanje datotek je nenatančen postopek, toda približno tole se bo zgodilo:

- Enačbe, naložene iz datoteke, postanejo dodane na začetek čakalne vrste za ponovni izris. Če je skupaj več kakor 25 enačb v datoteki in v pomnilniku, bodo najstarejše v pomnilniku izbrisane, da se napravi prostor v čakalni vrsti.
- Če je bila datoteka, ki se nalaga, shranjena z nastavitvenimi informacijami, bodo mreža, papir grafa in druge značilne lastnosti dokumenta vzpostavljene na vrednosti v datoteki. (Vendar pa splošne nastavitve, ki so enake kakor “tovarniško privzete”, ne bodo zabeležene v datoteki, tako da bo trenutna nastavitvev v pomnilniku ostala v izvršitvi.)
- Oznake in pripombe v datoteki povežijo te, ki so že v pomnilniku.
- Dokument obdrži svoje izvirno ime.

Graphmatico lahko zaženemo z obstoječo datoteko .gr, s tem da jo dvokliknemo v raziskovalcu ali upravljalniku datotek. Končno lahko v 32-bitni različici povlečemo in spustimo datoteke iz raziskovalca na graphmatico, da jih tako odpremo.

0.6.3 Shranjevanje dokumenta z grafom

Da shranimo množico grafov, s katero smo delali (vključno z besedilnimi oznakami in beležkami), preprosto izberemo Save iz menija File (ali iz orodne vrstice v 32-bitni različici). Če še nismo navedli imena datoteke, bomo tokrat pozvani za ime.

Da shranimo dokument pod novim imenom, izberemo Save As ... iz menija File.

Pogovorno okno Save Graph Document za shranjevanje dokumenta z grafom nam omogoča, da izberemo imenik in ime datoteke po običajni okenski navadi. Datoteka bo shranjena s podaljškom .GR (za GGraphmatico), razen če ne navedemo drugače.

Potrditveno polje `Save setup information with file` za shranjevanje nastavitvenih informacij z datoteko nam omogoča, da izberemo, ali želimo shraniti trenutno mrežo in posebne lastnosti, značilne za dokument, skupaj z enačbami in oznakami. Privzeto je označeno. Opomnimo, da globalne lastnosti, kot so barvna shema in nastavitve menija `Options`, niso nikoli shranjene s posameznimi datotekami `.gr`. Pač pa so shranjene v datoteko `graphmat.ini`, ko zapustimo program.

0.6.4 Shranjevanje nastavitvenih informacij

Privzeto `graphmatica` shranjuje naše nastavitve ob izhodu samodejno v datoteko, imenovano `graphmat.ini`, in v isti imenik, v katerem je programska datoteka. Kadar koli znova poženemo `graphmatico`, bodo nastavitve samodejno obnovljene. Ročno jih lahko shranimo kadar koli, tako da izberemo postavko `Save Setup Info` za shranjevanje nastavitvenih informacij v meniju `File`.

Opozorimo, da se za določene nastavitve (najpomembnejši sta območje mreže in pisave dokumenta) domneva, da so značilne za trenutni dokument z grafom, in niso shranjene kot privzete, razen če tega ne zahtevamo v njihovih poedinih pogovornih oknih.

Nastavitvena datoteka je samo poseben seznam enačb, ki se samodejno naloži, ko zaženemo `graphmatico`. Sledi enaki obliki kakor običajen seznam enačb (opisan v `Urejanju seznama enačb`), razen da ko jo shranimo, `graphmatica` spregleda oznake in enačbe (pomembna dela običajnih seznamov enačb).

Ko `graphmatica` shrani naše možnosti, da poenostavi stvari, zabeleži samo tiste možnosti, ki so drugačne od njenih lastnih notranjih privzetih nastavitvev. Glejte `Privzete nastavitve` za njihov spisek. Če so naše nastavitve blizu privzetim, bo naša nastavitvena datoteka zelo kratka.

0.6.5 Tiskanje grafov

Za tiskanje izberemo `Print` iz menija `File` (ali ikono tiskalnika v orodni vrstici 32-bitne različice). To bo oživilo običajno okensko pogovorno okno za tiskanje z nekaj možnostmi, ki so značilne za `graphmatico`. Izberemo lahko drugačen tiskalnik ali spremenimo lastnosti trenutnega na običajen način za okna (izberemo tiskalnik iz padajočega seznama ali kliknemo gumb `Properties`).

Sledeče možnosti lahko tudi nadziramo. Naše izbire se bodo pomnile do naslednjič, ko bomo tiskali, in bodo trajno shranjene v datoteko `graphmat.ini`, kadar bodo naše nastavitve shranjene po tiskanju. Proučimo jih.

Draft mode – do not recalculate. Kadar tiskamo v dokazani (boljši) kakovosti, `graphmatica` znova izračunava grafe pri izvorni ločljivosti našega tiskalnika. To proizvede najboljši možni učinek. Ker pa mora `graphmatica` znova preračunavati vsakega od grafov na zaslonu, predno pošlje sliko na tiskalnik, lahko tiskanje pri dokazani kakovosti traja sekunde ali minute dlje kot tiskanje osnutka na počasnih računalnikih.

Da se izognemo dodatnemu čakanju, izberemo potrditveno polje `Draft box`.

Opomnimo, da je v načinu osnutka kakovost tiskanega učinka odvisna od velikosti okna, kajti graphmatica prilagodi (nariše v merilu) grafe, ki smo jih že izračunali, zaslону, da zapolni širino strani. To ne vzame tako veliko časa kot tiskanje v dokazani kakovosti (najboljši), kajti grafi se ne preračunavajo znova. Pomanjkljivost v kakovosti je, da manjša kot je mreža na zaslону, bolj bo morala biti razprostrta, da zapolni stran, in manjša bo njena ločljivost.

Draw graphs with wide lines. Če imamo težave z razlikovanjem med grafi in drugimi znamenji na mreži pri izpisu, bomo nemara želeli označiti to potrditveno polje. To poveča širino "peresa", uporabljenega za grafe, iz ene točke na dve. Če smo v Options Panel izbrali široke črte, je to potrditveno polje privzeto vzpostavljeno.

Black and white only. Če nimamo barvnega tiskalnika, je to polje prezrto. Na barvnem tiskalniku izberemo to možnost, da tiskamo grafe v črno-beli (ozadje je belo, ostalo je črno), zato da dobimo hitrejše iztiske ali prihranimo pri naravni obrabi tiskalnika.

Opomba. Če nismo potrdili tega polja in naša barva ozadja ni bela, bo graphmatica ponudila, da tiska z barvno shemo z belim ozadjem. S tem pomaga, da se izognemo dragim nesrečam.

Print equation list. Polje potrdimo, da stiskamo spisek enačb na mrežo pod grafom. Privzeto je potrjeno.

Color-coded. Polje potrdimo, da natisnemo vsako enačbo v isti barvi kakor njej ustrezen graf. Nastavitev je prezrta, če ne potrdimo Print equation list ali ne tiskamo na barvni tiskalnik.

Canceling printing. Katero koli operacijo tiskanja lahko prekinemo s pritiskom na Escape ali klikom gumba Cancel v pogovornem oknu.

Page setup. Privzeto graphmatica pusti polpalčne robove na vseh štirih straneh strani, toda postavka menija Page Setup nam omogoča, da nastavimo svoje. V 32-bitni različici uporablja običajno pogovorno okno Page Setup, ki nam dovoljuje izbiro velikosti papirja in orientacijo.

Robovi, ki smo jih izbrali, bodo zabeleženi v datoteko .gr, če po tiskanju dokument z grafom shranimo. Kadar shranimo nastavitvene informacije, bodo privzeti robovi nastavljeni na te v trenutnem dokumentu.

OPOMBE

1. Mrežne črte in osi lahko napravimo krepkejše za tiskanje v visoki ločljivosti z ročno nastavitvijo širine mrežnih črt (gridlinewidth) v graphmat.ini na kaj večjega, kot je privzeta vrednost 1. Glejte Urejanje dokumentov z grafi in graphmat.ini za potankosti, kako se to dela.

2. Mreža na iztisku morda ne bo izgledala natanko tako, kakor je prikazano na zaslonu. Čeravno bo imela enake razsežnosti, bodo morda mrežna znamenja in legende vzdolž osi postavljeni pri manjših intervalih zaradi povečane ločljivosti.
3. V načinu osnutka bo morda videti, da so grafi narisani s širokimi črtami, čeravno nismo izbrali te možnosti. Ko so grafi povečani, se namreč odebelijo tudi črte. Okrog tega ni kaj dosti početi.
4. Mnogi tiskalniki ne podpirajo črt z nastavljivo skalo. To pomeni, da se v načinu osnutka stroge neenakosti lahko natisnejo kot polne črte namesto črtkane.
5. Ko tiskamo v dokazni kakovosti, nam graphmatica v statusni vrstici daje poročila o napredku o tem, katero enačbo nam riše.
6. Če ne moremo tiskati ali smo nezadovoljni s kakovostjo tiska, lahko vedno tiskamo posredno: kopiramo bitno sliko ali metadatoteko v odložišče z uporabo ene od možnosti Copy Graphs v meniju Edit, nato prilepimo sliko v naš risarski program ali urejevalnik besedil in tiskamo od tam. Namig: kadar kopiramo kot BMP, velja, da večje ko je graphmaticino okno, boljše se bo ta postopek izšel. Glejte Možnosti menija Edit za podrobnosti.

0.7 MENI EDIT

0.7.1 Preklic območja mreže

Ta značilnost umakne zadnjo spremembo, ki smo jo storili pri območju mreže z uporabo ukazov Grid Range, Zoom in ali Zoom out. Možnost je vedno na voljo, razen kadar smo ravnokar zagnali program ali naložili datoteko. Če jo izberemo dvakrat, bo preklicala preklic.

0.7.2 Kopiranje grafov

Graphmatica nudi številne možnosti, da kopiramo grafiko mreže in grafov v drug okenski program, da jo vključimo v dokument, da jo natisnemo ali objavimo.

Copy Graphs BMP kopira trenutni grafični zaslon v bitno sliko in jo postavi v odložišče. Sliko lahko nato prilepimo v dejansko kateri koli risarski program in počnemo z njo, kar bi radi.

Namig. Za najboljšo možno kakovost slike dovolimo graphmatici, da za nas nastavi velikost bitne slike, namesto da ji določa merilo risarski program ali urejevalnik besedil. Kopirana slika bo vedno imela enako ločljivost kot mreža, prikazana na zaslonu. Če želimo veliko sliko, do skrajnosti povečajmo okno, za manjšo velikost pa napravimo okno manjše.

Copy Graphs EMF pripravi poudarjeno metadatoteko zaslona z grafom. V nasprotju s starimi okenskimi metadatotekami so poudarjene metadatoteke načrtovane, da rokujejo z besedilom pravilno, tako da bomo videli naslove in legende, ko uporabljamo Copy Graphs EMF. Opomnimo, da je potrebno, da prilepimo sliko v drug 32-bitni program, ki uporablja poudarjene metadatoteke (npr. word), da vidimo prednosti pred običajnimi metadatotekami; sicer bodo okna pretvorila našo EMF v WMF, ki izgleda slabše, kakor če bi samo kopirali WMF neposredno.

Za vsako od teh dveh možnosti stopničasti meni omogoča, da izbiramo med barvno in enobarvno shemo:

- *Color* uporablja trenutno barvno shemo (privzeta je siva shema, če je v enobarvnem načinu).
- *Monochrome* uporablja samo črno in belo, tako da lahko vstavimo sliko v dokument in jo tiskamo z običajnim tiskalnikom.

Opomba. Za najboljšo možno kakovost slike graphmatica povrne grafe pri največji možni ločljivosti, ko proizvaja metadatoteko. Če nameravamo tiskati sliko, bi morali kopirati grafe kot metadatoteko, če le mogoče.

Podpora za običajne okenske metadatoteke je bila za 32-bitno različico privzeto onemogočena, toda lahko jo znova povrnemo. Uporaba oblike WMF vsekakor ni priporočljiva, saj so tam resne hibe v njenih zmogljivostih rokovanja z besedilom, ki onemogočajo, da zanesljivo namestimo pripombe, legende ali druge oznake grafov. Da omogočimo podporo za WMF:

- izstopimo iz programa, če teče;
- dodajmo vrstico "copywmf = on" v odsek [options] datoteke graphmat.ini;
- znova zaženimo program; zdaj bi morali videti meni Copy Graphs WMF vmes med Copy Graphs BMP in Copy Graphs EMF.

0.7.3 Druge operacije odložišča

Copy Tables kopira vse besedilo v odložišče. Če možnost Point Tables (preglednica točk) ni izbrana, je ta menijska postavka onemogočena.

Copy Equations kopira izbrano enačbo (ali, če nobena enačba ni izbrana, vse enačbe v čakalni vrsti) v odložišče, od koder lahko lepimo besedilo v poljuben okenski program.

Paste Data Plot prilepi preglednico s tabulatorjem razmejenih koordinat x , y (eno točko na vrstico) v trenutno podatkovno risbo (ali ustvari novo risbo, če je potrebno). Če prva vrstica ne more biti razčlenjena kot številski podatek, je prezrta. Možnost nam omogoča, da kopiramo in lepimo območja z dvema stolpcema iz preglednice (npr. Microsoft excela), da nam ni treba znova vnašati podatkov v graphmatico.

0.7.4 Skrivanje grafa

Včasih zaslon z grafi postane razmetan, toda ne želimo ga počistiti in znova narisati večine grafov, samo da bi se znebili nekaj njih, in ne želimo popolnoma brisati enačb, ki nas motijo.

V tem primeru samo izberemo enačbo, ki je ne želimo več videti, in izberemo Hide Graph iz menija Edit. Graf bo takoj izginil z zaslona, toda njegova enačba bo ostala na istem mestu v čakalni vrsti, tako da se kasneje lahko sklicujemo nanjo.

Bližnjica. Desni klik na krivuljo bo prinesel priročni meni s Hide Graph v njem.

0.7.5 Brisanje enačbe

Če vnesemo neveljavno enačbo, ki ne more biti narisana, bo graphmatica samodejno preprečila enačbi, da bi bila dodana čakalni vrsti za ponovni izris. Včasih pa bomo potrebovali, da oklestimo neželjene enačbe iz čakalne vrste, na primer pred shranjevanjem spiska enačb.

Da pobrišemo enačbo, jo najprej izberemo, nato izberemo Delete Graph iz menija Edit. Če je enačba trenutno na zaslonu, bo njen graf hipoma izginil.

Glejte še Čiščenje čakalne vrste za ponovni izris za to, kako naenkrat počistimo celotno čakalno vrsto.

Bližnjica. Desni klik na krivuljo bo prinesel priročni meni z Delete Graph v njem.

0.7.6 Čiščenje čakalne vrste za ponovni izris

Da počistimo celotno čakalno vrsto za ponovni izris, preprosto izberemo Delete All Graphs iz menija Edit. Vse enačbe v čakalni vrsti bodo zbrisane.

Ta ukaz počisti tudi zaslon in naslove grafov ter pripombe, če jih je kaj. Razen nastavitve mreže in posebnih možnosti, ki jih pusti pri miru, je enakovreden ustvarjanju novega dokumenta z grafom.

0.7.7 Dodajanje beležk grafu

Graphmatica dovoljuje postaviti do deset kratkih besedilnih oznak neposredno na površino z grafi. To nam omogoča, da priložimo beležke posameznim točkam na grafu, kot so presečišča, ničle ipd., da uporabnikom naših datotek sporočimo dodatno informacijo. Opozorimo, da so beležke priložene koordinatam z realnimi števili na risalnem zaslonu, ne pa določenim enačbam. Določanje besedilnih oznak je na nas, čeravno bo morda v prihodnosti možnost, da program samodejno označuje presečišča.

Da dodamo beležko, izberemo postavko Annotations iz menija Edit in vtipkamo kratko reklo. Pritisnemo enter ali kliknemo gumb Place, da postavimo besedilo. Opazili bomo, da se kazalček miške spremeni v puščico, ki vleče blok besedila. Kliknimo z miško tam,

kjer bi radi, da se začne zgornji levi vogal besedila. Druga možnost je, da uporabimo puščične tipke in pritisnemo enter, da spustimo besedilo pri legi kazalčka.

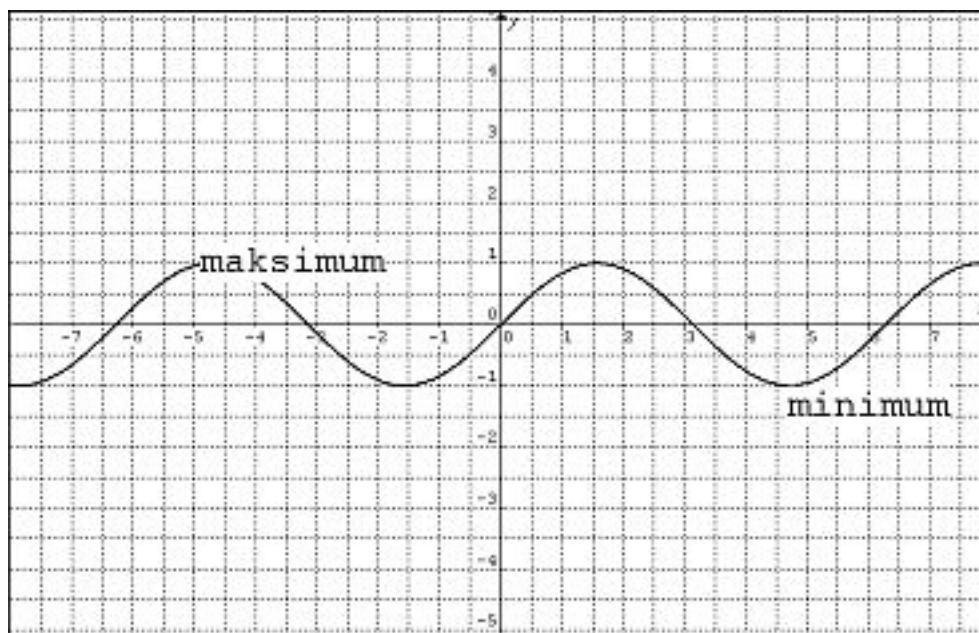
Spisek beležk lahko urejamo. V pogovornem oknu Annotate Graph najprej kliknemo na oznako, ki jo želimo spremeniti. Da jo izbrišemo, kliknemo gumb Delete. Da spremenimo besedilo, ga spremenimo v kontrolniku Edit in kliknemo Change. Če želimo spremeniti postavitev izbrane beležke, kliknemo gumb Place, da končamo pogovorno okno; sicer pritisnemo gumb Close.

Bližnjica. Dvojni klik na prikazano beležko bo prinesel pogovorno okno Annotate Graph. Desni klik na katero koli beležko bo prikazal priročni meni z možnostmi za urejanje, premikanje ali brisanje beležke.

Beležke so shranjene s seznamom enačb, kot so tudi besedilne oznake, brez obzira če shranimo nastavitvene informacije z datoteko. Beležke so vedno prikazane. Nastavitev možnosti Show Labels je prezrta.

Z uporabo zavihka Fonts v pogovornem oknu Graph Paper lahko izberemo pisavo za beležke.

Napravimo zgled za beležke. Pisavo bomo namenoma povečali, da se bo sploh kaj videlo.



Slika 39: Primera vnesenih beležk na sinusno krivuljo

0.8 MENI VIEW

0.8.1 Brisanje zaslona

Ker graphmatica omogoča neomejeno nalagati en graf vrh drugega, je čez čas mreža velika zmešnjava. Tedaj bomo morda želeli izbrati Clear Screen v meniju View, da počistimo zaslon. Vse bo pobrisano in mreža se bo ponovno izrisala. Privzeto je do 25 enačb, ki smo jih vtipkali, še vedno shranjenih in jih lahko znova narišemo, celo potem ko smo počistili zaslon. V resnici lahko vsak graf, ki je bil na ekranu pred brisanjem, znova nemudoma prikličemo. Dokler se velikost mreže ne spremeni, grafa ne bo treba znova preračunavati.

Zaslon lahko pobrišemo tudi z gumbom Clear v vrstici z gumbi.

0.8.2 Povečevanje in pomanjševanje

Ukaza Zoom In in Zoom Out preskrbita prikladen način, da se osredotočimo na posamezen del ali pokažemo več, kot je vidno na območju trenutne mreže. Oba lahko kličemo iz menija View, z gumbi orodne vrstice ali iz priročnega menija, ki se pojavi, ko kliknemo z desno tipko na ozadje mreže.

Ukaza imata različni razlagi, odvisno od tega, če smo z miško že izbrali območje na mreži. Za podrobnosti glejte Izbira območja z miško.

Zoom In

1. Če smo z miško izbrali področje, poveča, da napravi to področje za novo območje.
2. Če ni izbrano nobeno področje, poveča v središču trenutne mreže s privzetim faktorjem povečave. Ta znaša 2.

Zoom Out

1. Če smo izbrali področje z miško, usredini mrežo na to področje in pomanjša za privzeti faktor povečave.
2. Če ni izbrano nobeno področje, pomanjša na trenutno mrežo s privzetim faktorjem povečave.

0.8.3 Prilagojevanje območja mreže

Graphmatica nam omogoča, da prilagodimo začetek in konec območij za x in y neodvisno, tako da ustvarimo popolno ujemanje za katero si bode funkcijo, ki jo rišemo. Stisnemo lahko eno ali več koordinat, da proizvedemo graf s kvadratnim razmerjem videza, ne da bi dejansko ugotavljali vse vrednosti na roko.

Mrežo prikrojimo, tako da izberemo postavko Grid Range iz menija View. Da ustvarimo mrežo “po meri”, ocenimo zgornjo, spodnjo, levo in desno skrajno mejo grafa in vstavimo te vrednosti v ustrezna polja urejanja. Nova mreža je lahko nekoliko raztegnjena ali stisnjena, odvisno od razmerja videza, toda prikazala bo del grafa, ki nas zanima, v najboljši mogoči podrobnosti.

Da ustvarimo kvadratno mrežo, kjer imata x in y enako skalo, samo pustimo katero koli od štirih koordinat neizpolnjeno in označimo potrditveno polje Autoscale fourth coordinate. Četrta koordinata bo nastavljena pravilno, da se bo prilegla ostalim trem. Če nastavimo najmanj važno koordinato na AutoScale, lahko ujamemo ostale tri natančno, s čimer uokvirimo naš graf skoraj tako dobro kot območje po meri, toda z bolj naravnim razmerjem pogleda. Če želimo prikazati enako območje nad in pod osjo x , lahko pustimo zgornjo in spodnjo koordinato prazno in bosta proizvedeni, da se priležeta trenutnemu razmerju pogleda.

Izberimo gumb Reset, da ponastavimo območje na privzeto mrežo, ki je shranjena v naši datoteki graphmat.ini. Prednastavljeno je $(-8, auto) \times (8, auto)$.

Območje zlahka spremenimo samo z miško. Glejte Izbira območja z miško.

0.8.4 Iskanje območja zaslonskih grafov

Včasih po vnosu enačbe ali pomiku oziroma povečavi odkrijemo, da smo izgubili enega ali več grafov, ki so nas zanimali. Da jih hitro najdemo znova, često uporabimo postavko Find All Graphs v meniju View, da prilagodimo območje osi y . S tem obdamo območje vseh risb, ki so tehnično na zaslonu, čeravno se njihova risba morda ne pojavlja znotraj trenutnega območja.

Če se najdemo, da uporabljamo ta ukaz pogosto, bomo morda želeli vklopiti značilnost AutoRange, ki v bistvu izvrši ukaz Find All Graphs za nas, kadar koli več kakor 20 % risbe za novo enačbo, ki smo jo vnesli, pade izven območja trenutne mreže.

Opomba. Find All Graphs deluje samo za kartezične funkcije od x . Ker je mehanizem, uporabljen, da hitro najde ekstreme funkcij na zaslonu, odvisen od izvajanja Newtonove metode, ki je podprta samo za to podmnožico grafov, funkcije od y -a, polarne in parametrične risbe, navadne diferencialne enačbe in implicitne funkcije od x in y niso podprte, ko se računa mejno območje.

0.8.5 Tiskanje razpredelnic točk

Ta značilnost nam omogoča, da vidimo razpredelnico koordinat, ko program riše naš graf. Ko izberemo možnost Point Tables, je najbolj desni del zaslona odrejen oknu razpredelnice točk: mreža, ki prikazuje koordinate grafov, medtem ko se rišejo. Kasneje lahko

kopiramo vsebino okna razpredelnice točk v odložišče za uvoz v dokument, tiskanje ipd. z uporabo značilnosti Edit Copy Tables. Ta možnost je na voljo, da podpre risanje grafov na roke in oskrbi sklicevanje za označevanje osi, če tiskamo graf brez vključenih legend. Tukaj so tudi nakopičeni izidi računanja določenih točk z uporabo pogovornih oken Evaluate, Find Intersection ali Find Critical Points, ali iskanja ploščine pod krivuljo s postavko menija Integrate.

Privzeto je možnost razpredelnice točk izklopljena; utesnjuje prostor, ki je na voljo za mrežo, in postopek risanja deluje nekoliko počasno. Lahko jo vklopimo ali izklopimo z izbiro Point Tables v meniju View.

Za kartezične funkcije lahko graphmatica prikaže točke za več grafov v isti razpredelnici, da s tem pomaga pri primerjavi krivulj točko za točko. Prikladni grafi bodo samodejno dodani obstoječi razpredelnici, dokler se ta ne napolni.

Privzeto se prirastek med računanimi točkami v razpredelnici samodejno prilagodi, da je enak kot razmik med črtami mreže. V zavihku Point Tables pogovornega okna Settings lahko po meri prilagodimo tako prirastek med računanimi točkami kakor število grafov, ki so dovoljeni v isti razpredelnici.

Širina okna Point Tables in posameznih stolpcev znotraj njega je razširljiva z vlečenjem meja stolpcev. Ko se miškin kazalček spremeni v levo-desno puščico, kliknemo in vlečemo od strani do strani, da spremenimo širino izbranega stolpca ali celotne razpredelnice.

0.8.6 Risanje podatkov in prileganje krivuljam

Kot dodatek algebrskim enačbam graphmatica omogoča, da vnesemo in rišemo podatkovne točke. Ko smo končali z vnosom podatkov, lahko poskušamo najti krivuljo najboljšega prileganja z enim samim klikom.

Urejevalnik risb podatkov Data Plot Editor priskrbi osnovna orodja za vnos množice koordinat za izris. Da vnesemo podatke v katero koli celico v mreži, kliknemo nanjo in začemo tipkati. Prepíšemo lahko poljubne podatke, ki so že v celici. Če dvokliknemo, postavimo kazalček za zadnjim znakom v celici. Napačne vnose popravimo z vračalko.

Uporabimo lahko tudi druge kontrolnike na vrhu plošče, da spremenimo druge vidike trenutne podatkovne risbe ali preklopimo na druge risbe. Kontrolniki so navedeni v razpredelnici.

kontrolnik	pomen
Plot	Ta kombinirani seznam uporabimo, da spremenimo ime trenutne risbe ali preklopimo na pogled točk za drugo risbo v kontrolniku mreže. Ustvarimo lahko poljubno število podatkovnih risb na isti mreži, vendar lahko hkrati urejamo le eno risbo.

kontrolnik	pomen
New	Ustvari novo podatkovno risbo. Risbi je dano splošno ime "Data plot", ki ga lahko v hipu spremenimo v kaj bolj opisnega. Imena so lahko dolga do 20 znakov. Nove risbe dobijo naslednji simbol po vrsti in naslednjo barvo, ki ju tudi lahko nastavimo po meri, če želimo.
Del	Izbriše trenutno risbo.
Symbol	Omogoča nam, da izbiramo med različnimi znaki, ki so na voljo (krogci, kvadrati, rombi).
Color	Omogoča, da izberemo drugačno barvo za risane točke.
Insert Point	Pri legi kazalčka vstavi v mrežo prazno vrstico.
Delete Point	Briše vrstico pri legi kazalčka.

Če imamo rajši, lahko z uporabo deja Paste Data Plot uvozimo spisek s tabulatorji ločenih točk iz urejevalnika besedil ali preglednice.

Ko smo vnesli vse naše točke, lahko z uporabo gumba Curve Fit prilegamo podatke polinomski enačbi. Enačba, ki je izid, se samodejno nariše in zabeležijo se opombe z vrednostmi v razpredelnici, ki opisujejo izide prileganja krivulje.

vrednost	pomen
r	Korelacijski koeficient za prileganje. Vrednost je med 0 (nobene korelacije) in 1 (popolno ujemanje).
χ^2	Vsota kvadratov razlik med krivuljo in dejanskimi koordinatami y za vse točke.
$iterations$	Število ponovitev, da se je približalo temu izidu.

Gumb Options prinaša zavihek Curve Fit pogovornega okna Settings, ki omogoča, da prilagodimo parametre postopka prileganja krivulje.

Napravimo zgled. Izmislimo si naključne podatke, ki so prikazani v razpredelnici.

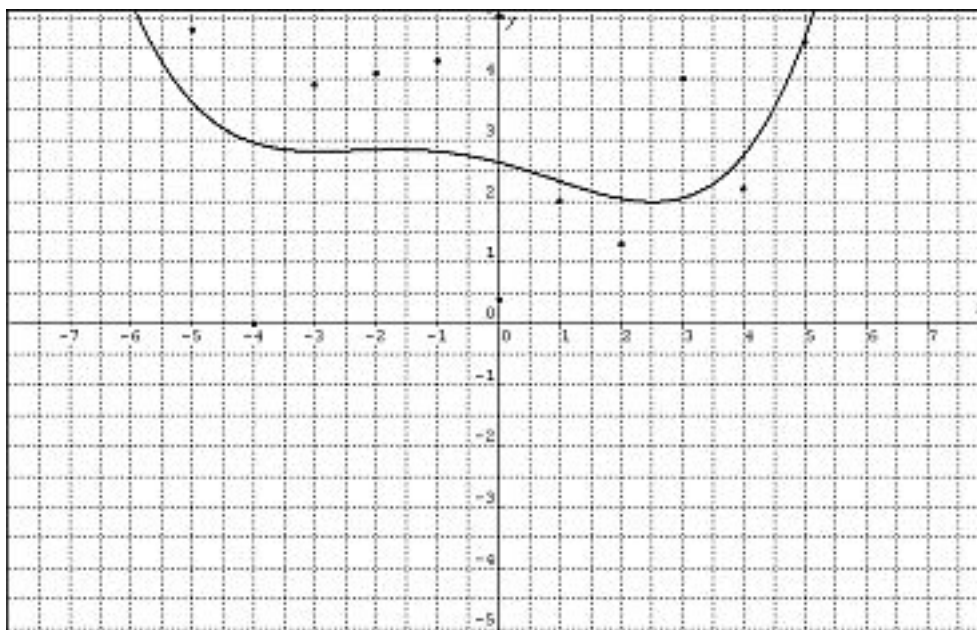
x	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
y	4,8	0,0	3,9	4,1	4,3	0,4	2,0	1,3	4,0	2,2	4,6

Narisani so na sliki 40, skupaj s polinomsko krivuljo najboljšega prileganja. Polinomska krivulja ima enačbo

$$y = 0,0052x^4 + 0,0146x^3 - 0,0691x^2 - 0,2582x + 2,63,$$

parametri prileganja pa znašajo:

$$r = 0,4333, \quad \chi^2 = 24,8717, \quad iterations = 1220.$$



Slika 40: Izmišljeni naključni merski podatki in krivulja najboljšega prileganja

0.8.7 Spreminjanje vrednosti prostih spremenljivk

Plošča s spremenljivkami omogoča, da prikrojimo vrednost kateri koli prosti spremenljivki in posodobimo več grafov brez urejanja ene same enačbe. Oglejmo si razpredelnico.

spremenljivka	opis
from	vrednost, pri kateri začne program računati vrednost parametra a
to	največja vrednost, ki jo a lahko zavzame (ali najmanjša, če je korak negativen)
step by	velikost prirastka a -ja med vsakim grafom (korak)
$b =$	vrednost, ki jo priredimo prosti spremenljivki b
$c =$	vrednost, ki jo priredimo prosti spremenljivki c
$j =$	vrednost, ki jo priredimo prosti spremenljivki j
$k =$	vrednost, ki jo dobi prosta spremenljivka k

Uporabe a -ja so opisane v Risanju družin funkcij. Uporabe b -, c -, j - in k -ja so opisane pri Uporabi prostih spremenljivk. Druge vrstice na plošči so opomniki vrednosti vgrajenih konstant.

Gumb Update na plošči najde vse enačbe, ki uporabljajo proste spremenljivke in ki smo jih nazadnje prikrojili, in napravi kopijo vsake z uporabo novih vrednosti, nakar nariše nove enačbe. To omogoča, da prikrojimo vrednost parametra v več enačbah hkratno brez urejanja katere koli od njih.

Gumb Help prikaže zaslon s pomočjo.

0.8.8 Drsenje okoli koordinatne ravnine

Da olajša, da najdemo ravno pravo domeno in območje za funkcijo, ki jo rišemo, graphmatica preskrbi drsnika za mrežo, ki dovoljujeta obračati se okoli koordinatne ravnine. Drsnika sta lahko skrita ali prikazana z izbiro Scrollbars v meniju View. Ko izberemo način, ki ga imamo rajši, se prepričajmo, da izberemo Save Setup Info iz menija File.

Klik na puščična gumba da zdrs za 5 % zaslona, klik za stran gor ali stran dol na drsnično tirnico da zdrs za 25 % mreže ter vlečenje palca vso pot do konca da zdrs za 50 % mreže. Vsakič ko končamo drsenje, se palec sam nazaj postavi na sredo drsnika, tako da lahko neomejeno nadaljujemo drsanje.

Opomnimo, da morajo biti po drsenju vsi grafi znova preračunani, ravno kot bi spremenili območje z drugimi sredstvi. To je lahko malo počasno, če imamo počasen računalnik. Bolje je, da drsamo hitreje.

0.8.9 Prikaz naslova in oznak

Z izbiro možnosti Title and Labels iz menija View ali označitvijo potrditvenega polja Show title and labels on screen na jezičku Labels pogovornega okna Graph Paper storimo, da graphmatica vedno pusti prostor na zaslonu, da prikaže oznake grafa, kakor jih tudi prikaže, če smo jih kaj vnesli. Ko je ta možnost vključena, se bodo oznake kopirale v odložišče skupaj z mrežo, kadar koli izvršimo ukaz Copy Graphs BMP. Privzeto so oznake prezrte, razen ko tiskamo.

0.9 MENI OPTIONS

Pogovorno okno Document Settings vsebuje zavihke, ki omogočajo, da spremenimo nastavitve, ki vplivajo na izgled trenutnega dokumenta z grafom. Naše izbire lahko za mnoge od teh možnosti naredimo za privzete za vse dokumente, toda razen za zavihka Colors in Fonts moramo uporabiti menijsko postavko Save Setup Info, da to storimo.

0.9.1 Ozadje grafovskega papirja

Graphmatica preskrbi več slogov ozadja papirja z grafi, da poudari različne tipe grafov, ki jih riše. Ker program omogoča, da položimo enačbe vseh tipov na zaslon naenkrat, si ne prizadeva uganiti, katero vrsto papirja imamo rajši za vsak graf, ki ga vnesemo. Med slogi pa lahko zlahka preklapljammo s pomočjo postavke Graph Paper v meniju Options.

Poleg privzetega pravokotnega koordinatnega papirja lahko izbiramo še druge sloge.

Polar paper. Začrtan je s krogi iz središča in ravnimi črtami pri kotih $\pm\pi/6$ in $\pi/3$, to je vsakih 30 stopinj. Je tradicionalna izbira za polarne in nekatere parametrične grafe. Izberemo ga z označitvijo radijskega gumba Polar.

Trig paper. To je pravokotna mreža, toda os x je označena z mnogokratniki π -ja, da olajša delo s trigonometričnimi funkcijami. Papir izberemo z označitvijo radijskega gumba Trig paper.

Logarithmic. Nastavi logaritmično skalo na eni ali obeh oseh, tako da so točke 0.1, 1 in 10 enako razmaknjene. Nastavimo lahko osnovo in preklapljammo med pollogaritemsko (semi-log) in logaritemsko (log-log) skalo z uporabo zavihka Log Options. Če uporabljamo osnovo 10, bomo videli 9 črt na desetko, ravno kakor pravi papir z grafi, če je dovolj prostora, da jih prikaže. Papir bo imel mrežne črte pri celoštevilskih potencah osnove.

Na papirju z grafi lahko nadziramo nivo podrobnosti mreže. Štiri možnosti so in so predstavljene v razpredelnici.

nivo podrobnosti	opis
None	Nobene mrežne črte niso narisane.
Reference Dots	Prikazuje pike, kjer se mrežne črte sekajo.
Gridlines	Črtkane proge kakor pravi grafovski papir; to je privzeto.
Solid Lines	Enako kot zgoraj, samo da so proge strnjene.

Z uporabo potrditvenih polj v spodnjem desnem vogalu pogovornega okna lahko nadziramo sledeče okrasne vidike grafovskega papirja. Privzeto so vse možnosti izbrane. Če imamo rajši mrežo z manj okraski, lahko nekatere od njih izklopimo.

okrasek	opis
Draw Border	Potrdimo, da narišemo mejo okoli mreže.
Draw Axes	Nariše osi x in y , kadar sta na zaslону.
Arrows on Axes	Nariše puščici v pozitivni smeri na koncu osi. Ne bo se pojavilo, če ni potrjena tudi Draw Axes.

Pomnimo, da so celo z izklopljeno možnostjo Draw Axes legende lahko prikazane vzdolž nevidnih osi, razen če jih neodvisno ne izklopimo z možnostjo Legends.

Ko spreminjamo slog grafovskega papirja, se zaslon takoj izriše znova. Običajno so vsi grafi na njem znova prikazani. Kadar preklapljammo na logaritemski papir ali z njega, se spremenijo oblike grafov, zato morajo biti le-ti ponovno preračunani.

Ker logaritem negativnega števila ni vpeljan, bo graphmatica včasih morala spremeniti prikazano območje, ko preklopimo na logaritemski papir.

Slog grafovskega papirja, ki ga trenutno uporabljamo, je zabeležen, ko shranimo dokument z vključenimi nastavitvenimi informacijami. Ustrezen grafovski papir je samodejno prikazan, ko datoteko znova naložimo. Za uporabo te značilnosti glejte demonstracijske datoteke polar.gr, trig.gr in difeq.gr.

Privzet grafovski papir, shranjen v graphmat.ini, se ne spremeni, razen če ne potrdimo polja Make graph paper settings the default for all graph documents. Potrditev tega polja shrani trenutni logaritemski papir in možnosti legend kot nove privzete vrednosti.

Možnosti logaritemskega grafovskega papirja

Graphmatica podpira številne različice logaritemskega grafovskega papirja. Z namenom, da se poenostavi pogovorno okno Graph Paper, so bile te izbire postavljene v podokno Log Paper Options. Da ga dosežemo, kliknemo na jeziček Log Options v pogovornem oknu Graph Paper.

Nastavimo lahko osnovo logaritemskega papirja. Zaradi pripravnosti lahko desetiški in naravni logaritem izberemo z radijskima gumboma ali pa vnesemo poljubno pozitivno osnovo v polje urejanja.

V spodnji polovici pogovornega okna lahko izbiramo med risbo "bode", pollogaritmskim in logaritmsko-logaritmskim papirjem. Risarski papir "bode" je logaritmski samo vzdolž osi x , pollogaritmski pa samo vzdolž osi y .

Vključitev ali izklop legend osi

Privzeto graphmatica označuje črtice vzdolž grafa s številko njihovih koordinat, tako da lažje določamo lego točk ali najdemo koordinati narisane točke. Posebno pri grafih blizu osi številke lahko zmedejo, zato jih bomo morda želeli izklopiti. Da to storimo, izberemo Graph Paper v meniju Options. V zavihku Legends izberemo radijski gumb No legends.

Včasih je potrebno izklopiti graphmaticin Automatic Spacing, da dobimo najboljše izide. To je odvisno od mreže, velikosti okna in ločljivosti zaslona. Na voljo sta dva drsnika, eden za legende in drugi za mrežne črte. Pomik drsnika v levo naredi razmik bolj grob in pomik v desno bolj droben.

Če interval mrežnega razmika ni zadovoljiv, lahko nastavimo Custom spacing za osi x in y . Če smo izbrali grafovski papir Trig, bomo verjetno želeli uporabiti konstanto π , da bodo razmiki na abscisni osi večkratniki od π . Če pustimo katero od teh polj prazno, bo uporabljen samodejni razmik.

Ako izberemo razmik po meri, lahko izbiramo med dvema obnašanjema, ko se velikost mreže spremeni. Razmik med legendami lahko priklenemo na izbrane vrednosti ali nastavimo skalo mrežnega razmika skupaj z mrežo samo. Včasih nas nobena od teh možnosti ne bo zadovoljila.

Legenda navpične osi lahko nastavimo nad mrežne črte (privzeto) ali usredinjeno glede na označeno mrežno črto.

Bližnjica. Legende zlahka prikrojimo z desnim klikom ali dvoklikom vzdolž osi x ali y . Dobimo priročni meni z Edit Legends ... v njem.

Dodajanje naslova grafu

Če želimo dodati našemu grafu naslovno vrstico ali oznake, uporabimo postavko Graph Paper v meniju Options. S tem oživimo pogovorno okno Graph Document Settings, nakar

izberemo zavihek Labels. Vtipkamo lahko nov naslov ali uredimo starega. Ko tiskamo, je naslov napisan na vrhu grafov in je samodejno usredinjen. Ko rišemo, oznake niso prikazane na zaslonu, razen če nismo izbrali možnosti Title and Labels v meniju View. Prostor za spodnjo oznako je samodejno zrušen, če je nismo vnesli.

Graphmatica lahko doda besedilne oznake na obe strani grafa, zavrtene za 90 stopinj. Oznake so usredinjene.

Če kliknemo na gumb Clear All, pobrišemo vsa štiri polja. Če to storimo po pomoti, samo prekličemo pogovorno okno in oznake ne bodo prizadete.

Razen če ni možnost Show Labels vklopljena, graphmatica ne riše teh oznak takoj, ker so v glavnem namenjene, da poudarijo tisk, in zanje ni prihranjenega prostora na zaslonu.

Spremeniti moremo tudi oznaki za osi. Ti sta lahko niza, dolga do 25 znakov. Sprememba oznak nima učinka na spremenljivke v enačbah. Če ne prikažemo osi, tudi njuni oznaki ne bosta vidni.

V pogovornem oknu Graph Paper lahko v zavihku Fonts izberemo pisave za oznaki.

Bližnjica. Ko sta oznaki prikazani, ju z desnim klikom ali dvoklikom zlahka urejamo. Dobimo priročni meni z Edit Labels ... v njem.

Spreminjanje barvne sheme

Če imamo rajši drugačne barve za grafe in mrežne prvine, kakor so privzete, lahko z uporabo pogovornega okna Color spreminjamo te izbore. V meniju Options izberemo Graph Paper in kliknemo na zavihek Colors.

Graphmatica ima štiri vnaprej izbrane barvne sheme: enobarvno (črno na belem) in barvne s sivim, belim ali črnim ozadjem. Eno od njih lahko izberemo z izborom ustreznega radijskega gumba. Dodatno lahko ustvarimo svojo lastno barvno shemo. Samo izberemo postavko, katere barvo želimo prikrojiti, v padajočem seznamu na levi, in nato izberemo barvo, ki jo želimo uporabljati, v padajočem seznamu na desni. Barvni izbori so omejeni na 16-barvno okensko lestvico. Izidi naših izborov so prikazani v oknu za predogled na desni strani. Ko smo z novo barvno shemo zadovoljni, kliknemo OK in grafovsko okno se bo ponovno izrisalo, da se bo z njo ujemalo.

Mrežne prvine, za katere lahko izbiramo barve, so v razpredelnici.

mrežna prvina	pomen
Background	ozadje področja risanja
Border	meja okrog področja risanja
X/Y Axes	črti za osi x in y
Gridlines	črtkane črte ali pikice (odvisno od izbranega nivoja nadrobnosti) grafovskega papirja
Legends	števila vzdolž osi, ki dajo koordinato ustrezne navpične ali vodoravne črte
Annotations	besedne prvine proste oblike, ki jih lahko ustvarimo z možnostjo Annotations ... v meniju Edit
Graph1 – Graph7	sedem rež za barve grafov

Naši barvni izbori so shranjeni v datoteko graphmat.ini. Barvna shema ni shranjena z nastavitvenimi informacijami običajnega dokumenta, zato je ne moremo izgubiti barvne nastavitve z nalaganjem dokumenta z grafom, ki je bil shranjen pod drugačno barvno shemo.

Izbrana barvna shema se uporabi za zaslon in barvne bitne slike. Slike na črnobelih tiskalnikih in enobarvne bitne slike so vedno črne na belem. Iz očitnih razlogov je za barvno tiskanje predlagano belo ozadje, toda ni uporabljeno samodejno. V tem trenutku je barvno tiskanje podprto samo v načinu dokazane kakovosti (Proof Quality). Kopiramo lahko tako enobarvno kot barvno bitno sliko z izbiro ustrezne možnosti v meniju Edit. Barvne bitne slike se narišejo s privzeto barvno shemo (sivo), če smo izbrali enobarvno shemo.

Izbira pisave

Graphmatica omogoča, da spremenimo obliko in velikost črk vseh besedilnih oznak in za večino kontrolnikov. Izbrati moramo zavihek Fonts iz pogovornega okna Graph Document Settings možnosti Graph Paper ... v meniju Options. Spremenimo in predogledamo si lahko katero koli od izbranih pisav.

Za naslednje dele uporabniškega vmesnika lahko izberemo katero koli pisavo, nameščeno na naš osebni računalnik: za urejevalnik enačb, okno s tiskanjem in statusno vrstico.

Spremenimo lahko tudi pisave za vse besedilo, uporabljeno na mreži. Za te postavke moramo izbrati pisavo WYSIWYG (TrueType), da naši grafi izgledajo enako, ko jih tiskamo. Postavke so prikazane v razpredelnici.

postavka	opombe
Legends	legende osi
Legends symbols	legende osi x , ko je izbran trigonometrični razmik
Axis Labels	oznaki osi ob puščicah (običajno x in y)
Annotations	opombe proste oblike na mreži
Title	naslov na vrhu grafa
Left-side label	biti mora pisava TrueType, da se oznake lahko zavrtijo
Right-side label	biti mora pisava TrueType, da se oznake lahko zavrtijo
Bottom label	oznaka na dnu grafa
Printed equation list	ta pisava se uporabi za seznam enačb, uporabniško vpeljane funkcije in drugo besedilo izven mreže, kadar tiskamo z izbrano možnostjo Print equation list; za najboljše izide izberemo pisavo z nespremenljivo nagnjenostjo, kakršna je courier

Da spremenimo pisavo postavke, jo izberemo v padajočem seznamu pogovornega okna Fonts in kliknemo gumb Select Font To nam prinese običajno windowsovsko pogovorno okno pisav. Potem ko smo izbrali vse pisave, ki jih želimo uporabljati, zapremo okno z OK. V oknu Fonts izberemo OK, da sprejmemo nove nastavitve, ali Cancel, da pozabimo nanje.

Če želimo narediti naše izbore pisav za legende, oznake in opombe trajne, potrdimo Make these fonts the defaults for all graph documents. Če nimamo omogočeno Save Settings on Exit, moramo uporabiti tudi možnost Save Setup Info v meniju File, da shranimo spremembe na disk, predno zapustimo program.

Pisave, ki smo jih izbrali za besedilo na mreži, bodo shranjene skupaj s seznamom enačb, za katerega izberemo možnost Save setup information with file.

0.9.2 Globalne nastavitve

Pogovorno okno Global Settings postavke Settings menija Options omogoča, da nadziramo vsako globalno možnost, ki je v graphmatici na voljo. Te nastavitve so shranjene v našo datoteko graphmat.ini in ne v posamezen dokument. Možnosti, ki so na voljo, so razvrščene po zavihkih, prikazanih v razpredelnici.

zavihek	opis
General	splošne možnosti potrditvenih polj
Point Tables	prilagojevanje preglednic točk
Tangent Line	vhodni način značilnosti Draw Tangent Line
Integration	nadzor načina in natančnosti integracije
Curve Fit	možnosti postopka Curve-Fitting

Splošne nastavitve

Zavihek General v pogovornem oknu Global Settings omogoča, da nadziramo mnoge od možnosti, ki so na voljo v graphmatici. Sledi opis njenih kontrolnikov od vrha do dna.

Zoom Factor. Vrednost nadzira obnašanje ukazov Zoom in in Zoom out. Ko povečujemo, se območje mreže skrči za ta faktor; ko zmanjšujemo, se povečuje za isti faktor. Kot primer, s privzeto vrednostjo 2 povečava odreže širino in višino mrežnega območja za polovico. Pomanjšava za faktor dve napravi mrežo dvakrat tako široko in visoko. Faktorji povečave, manjši ali enaki 1, niso dovoljeni, ker proizvedejo rezultate brez pomena. Decimalna števila, večja od 1, so veljavna (npr. faktor 1.05 samo rahlo spremeni razsežnosti zaslona).

Fineness Factor. Omogoča nam, da spremenimo faktor drobnosti, ki drži v ravnovesju gladkost grafa s časom računanja. Glejte Prilagojevanje drobnosti za podrobnosti.

Obravnavajmo še potrditvena polja.

Save settings on exit. Označimo, da shranimo vse globalne možnosti v graphmat.ini, kadar zapuščamo graphmatico. To je nastavljeno kot privzeto. Mi bi morali

možnost verjetno samo odznačiti, če želimo ročno oblikovati privzete možnosti za mrežno namestitvev.

Draw graphs with wide lines – pixels. Označimo, da rišemo grafe s posebno širokimi črtami za boljšo vidljivost. To upočasnjuje risanje. Možnost nima učinka, kadar je izbrano Draw graphs with dots, no lines. Širino širokih črt lahko tudi povečamo. Privzeta širina je dve točki.

Draw graphs with dots, no lines. Označimo, da rišemo samo izračunane točke na grafih, ne pa odsekov, ki jih povezujejo. Možnost risanje nekoliko pohitri, čeravno je vidljivost grafov zmanjšana. Ni priporočljiva z vključenim grafovskim papirjem s polnimi mrežnimi črtami. Možnost nima učinka na neenačbe; biti morajo izrisane s črtami ali pa bo senčenje uhajalo ven iz pravega območja.

Print warning error messages. Označimo, da prikažemo sporočila z opozorili o napakah med risanjem. Privzeto je izključeno.

Print point tables. Označimo, da prikažemo okno preglednice točk in izračunane točke, narisane med risanjem. Privzeto je izključeno.

AutoRedraw On – Draw Last ___ equations. Označimo potrditveno polje, da vklopimo samodejni ponovni izris. Ko je vklopljen, lahko tudi vtiskamo največje število enačb, ki bi jih radi znova izrisali.

AutoSquare grid when zooming. Označimo, da omogočimo obnašanje samodejnega oblikovanja mreže v kvadrat. Privzeto je vklopljeno.

AutoRange – Adjust y -axis to show new equations. Označimo, da omogočimo obnašanje samodejnega oblikovanja območja. Privzeto je izklopljeno.

Shade inverse of solution for inequalities. Potrdimo, da senčimo del mreže, ki ga ni v rešitvi, ko rišemo neenačbe. Privzeto je izklopljeno.

Opišimo še gumb, s katerimi končamo delo.

OK. Sprejmemo trenutne spremembe.

Cancel. Pozabimo na spremembe, narejene v pogovornem oknu Settings.

Reset to Defaults. Nastavimo vse možnosti na njihove privzete nastavitve (kot so navedene od graphmatica, ne od naše datoteke graphmat.ini). Za podrobnosti glejte Privzete nastavitve. Da pa ponastavimo območje mreže (Grid Range) in tete (Theta Range), moramo priklicati in uporabiti gumb Defaults v njihovih lastnih pogovornih oknih.

Prilagojevanje preglednic točk

Za preglednice točk (okno s tiskanjem) sta dve možnosti, ki ju lahko nadziramo: prirastek med računanimi točkami in največje število grafov na preglednico. Obe od njiju se smatrata kot globalni možnosti, zato je njuno stanje ni shranjeno v posameznih dokumentih z grafi (datotekah .gr), ampak v graphmat.ini, ko izberemo Save Setup Info iz menija File.

Da nastavimo tidve možnosti, izberemo Settings iz menija Options in zavihek Point Tables. Predno bosta naši nastavitvi vidni, moramo seveda prikazati tudi okno preglednice točk.

Za interval med točkami imamo tri možnosti:

- **Legends spacing.** Doda točko v preglednico za vsako koordinato, označeno s številom, vzdolž osi x (vzdolž osi y za kartezične funkcije od y).
- **Grid spacing.** Vsaka točka v preglednici ustreza mrežni črti ali se nanaša na piko, označeno na grafovskem papirju vzdolž ustrezne osi. To je privzeto.
- **Custom spacing.** Ročno navedemo željeni prirastek. Za povečevanje ali pomanjševanje lahko izbiramo, ali želimo, da ostane enak (Lock increment) ali da se povečuje skupaj z območjem mreže (Scale along with grid).

Legende in možnosti mrežnega razmika delujejo enako, brez ozira na to, ali so legende oziroma mrežne črte dejansko prikazane. Če nastavimo razmike po meri za legende, se bosta možnosti za tadva preglednična razmika ustrezno odzvali, tako da nam nemara ne bo treba vzpostaviti razmika po meri za preglednice točk.

Za točke v preglednicah lahko navedemo število decimalnih mest (med 2 in 14), ki jih prikažemo. Ta nastavev nadzira tudi natančnost izidov, prikazanih za druge številске izračune, na primer za funkcije Evaluate, Find Intersection ali Find Critical Points.

Z uporabo polja za urejanje pri dnu pogovornega okna preglednice točk lahko nastavimo tudi največje število kartezičnih funkcij, ki si morejo deliti preglednico. Izbiramo lahko med ena in devet. Če je mogoče, se grafi samodejno dodajo k obstoječi preglednici.

Da se izognemo zmešnjavi, je samo kartezičnim funkcijam iste spremenljivke (y ali x) dovoljeno, da si delijo preglednico. Kartezične relacije uporabljajo dva stolpca v njihovi lastni preglednici, da prikažejo dve polovici relacije (npr. spodnji in zgornji lok krožnice). Drugi tipi grafov že uporabljajo več kot en stolpec in često imajo drugačne neodvisne spremenljivke, zato niso prikladni, da bi si delili preglednico z drugim grafom.

Če navedemo več stolpcev, kot se jih prilega v prostor, ki smo ga odmerili oknu preglednice točk, bomo morali potrditi tudi polje Show horizontal scrollbar, da vidimo vse stolpce. Drugače bomo morali povečati širino okna, da bi videli dodatne podatke.

Prilagojevanje drobnosti

Faktor drobnosti določa, kako visoka bo ločljivost grafa, in posledično tudi količino časa, ki si ga program vzame, da dovrši graf. V večini okoliščin je faktor drobnosti 1 kar ustrezen. Še vedno pa lahko ročno nadziramo drobnost, da izpolnimo potrebo po posebno ostrih grafih ali po posebno hitrih prikazovanjih. Ko se drobnost poveča, se bo več krivulje izgledalo. Pomnimo, da če povečamo faktor drobnosti na 5, bo računalnik upočasnen na $1/5$ njegove običajne risarske hitrosti zaradi dodatnih izračunov.

Drobnost je povezana tudi z mero, pri kateri je dovoljeno kotu pri polarnih grafih, da se spremeni. Pri enakem faktorju drobnosti bodo tako kartezični kot polarni grafi primerljive kakovosti. Prav tako je drobnost povezana z mero koraka pri parametričnih grafih in diferencialnih enačbah. Ker se tako razlikujejo, je težje zagotoviti, da se bodo vse parametrične in diferencialne enačbe dobro izrisale pri privzeti drobnosti. Te, ki smo jih preverili, izgledajo dobro.

Ko rišemo diferencialne enačbe (polja nagibov), faktor drobnosti nadzira interval, pri katerem se narišejo črtice šrafure. Če uporabimo previsoko vrednost drobnosti na te vrste

grafu, ne bomo samo dobili grozne zmešnjave na zaslonu, ampak bomo tudi prekoračili zmogljivost podatkovne sestave, ki beleži narisane točke za poznejše ponovno risanje. Na tej točki graphmatica preprosto ustavi beleženje, tako da ni nobene škode. Graf se ne bo ponovno izrisal pravilno, ko se zaslon na novo poslika, ker se točke ne preračunajo.

Da spremenimo faktor drobnosti, izberemo Settings iz menija Options in v polje urejanja vnesemo novo vrednost. Vsaka vrednost, večja kot nič, je veljavna; privzeta je 1.0. Teoretično ni drugih omejitev drobnosti in lahko vtipkamo katero koli število v polje urejanja, ki si ga želimo, toda drsnik je omejen na razumno območje od okrog 0.2 do 6. Priporočamo, da ne gremo pod 0.25, saj trpi kakovost slike in grafi začenjajo izgledati kot sodobna umetnost. Faktor, večji od 5, bo tudi zelo verjetno prekoračil ločljivost, ki je na voljo na zaslonu, in trajalo bo sorazmerno dlje, da se graf izračuna.

Če povečamo drobnost, se bodo grafi na zaslonu ponovno izrisali pri večji ločljivosti. Če zmanjšamo ločljivost, se bo sprememba odrazila naslednjič, ko rišemo graf.

Možnosti tangentne črte

Zavihek Tangent Line pogovornega okna Settings omogoča, da izbiramo med več vhodnimi načini za navajanje, kje naj se narišejo tangentne črte. Preglejmo jih.

Select initial point/curve with mouse. Ta možnost je privzeto potrjena. Ko je polje potrjeno, bo izbira Draw Tangent Line iz menija ali orodne vrstice lovila miško, dokler ne kliknemo na točko na krivulji, pri kateri se naj dotikalnica nariše.

Keep selecting points with mouse until click on background to stop. Ko je možnost potrjena, ostaja miška ujeta in lahko klikamo na različne točke, da vidimo dotikalnico pri različnih legah, ne da bi izdali ukaz Draw Tangent Line znova. To traja, dokler ne kliknemo na ozadje mreže, da naznanimo, da smo opravili. Možnost nima pomena, če nismo potrdili tudi Select initial point/curve with mouse.

Show Draw Tangent Line dialog box. Možnost je privzeto potrjena. Ko je potrjena, je prikazano pogovorno okno Draw Tangent Line, ki omogoča, da izberemo enačbo in vtipkamo koordinati točke, pri kateri rišemo dotikalnično črto. Če smo potrdili tudi Select initial point/curve with mouse, bo pogovorno okno uvodoma prikazano, potem ko izberemo prvo točko z miško. Pogovorno okno Draw Tangent Line omogoča, da z uporabo samo tipkovnice vtipkamo koordinate in izberemo enačbo, ki naj ji narišemo dotikalnico.

Možnosti integracije

Možnosti integracije lahko spreminjamo z izbiro zavihka Integration pogovornega okna Settings v meniju Options. Bolj neposredna možnost je, da kliknemo na gumb Options v pogovornem oknu Integrate Curve. Okno nam omogoča spreminjati sledeče možnosti:

Method of Integration

Izbiramo lahko med sledečimi načini integracije:

- **Rectangles Above.** Območje je razbito na pravokotnike, katerih zgornje in spodnje meje so strogo nad krivuljo, ki jo integriramo.
- **Rectangles Below.** Območje je razbito na pravokotnike, katerih zgornje in spodnje meje so strogo pod krivuljo (krivuljami), ki jih integriramo.
- **Left-hand Sums.** Območje je razbito na pravokotnike, katerih zgornje in spodnje meje so določene s točkami, kjer se njihove leve strani dotaknejo krivulje (krivulj).
- **Right-hand Sums.** Območje je razpršeno na pravokotnike, katerih zgornje in spodnje meje so določene s točkami, kjer se njihove desne strani dotaknejo krivulje (krivulj).
- **Trapezoidal Rule.** Območje je razčlenjeno na trapeze z osnovnico na osi x in nagnjenim robom trapeza, ki je približek za krivuljo.
- **Simpson's Rule.** Vsak odsek krivulje je približan s kvadratno funkcijo. Za gladke krivulje je način natančnejši od ostalih.

Number of Segments

Privzeto program izbere, koliko odsekov bo uporabil, temelječ na količini zaslonskega prostora, ki ga območje pokriva. Število, ki je izbrano, preskrbi najhitrejši izračun, ki je natančen na natančnost prikazanega rezultata z uporabo Simpsonovega pravila. Druga možnost je, da v polju za urejanje opredelimo število odsekov, ki jih želimo uporabiti v približku. To število mora biti pozitivno in celo ter mora biti sodo, če želimo uporabiti Simpsonovo pravilo.

Če navedemo število odsekov ročno in so posamezni odseki dovolj široki (več kakor 5 pik), bo `graphmatica` vrisala meji vsakega odseka ločeno za vse načine razen Simpsonovega. Čeprav bo izid izračuna pri tako velikih odsekih verjetno nenatančen, grafika napravi pot, po kateri je bil izid dobljen, bolj spoznavno.

Input Method

Dve potrditveni polji pri vznožju pogovornega okna uporabimo, da izberemo med dvema načinoma opredelitve, katero enačbo (enačbi) integrirati preko katerega območja. Izberemo lahko eno polje ali obe.

- **Select initial curve/region with mouse.** Potem ko izberemo menijsko postavko Integrate, kliknemo na krivuljo pri enem koncu območja in razvlečemo območje, ki ga integriramo. Da najdemo ploščino med krivuljama, popustimo miško nad drugo krivuljo.
- **Show Integrate Curve dialog box.** To je nemodalno pogovorno okno, ki pusti izbrati eno enačbo ali dve, da poiščemo ploščino pod krivuljo ali med dvema krivuljama, in vnesti meji območja, preko katerega integriramo. Po izračunu prikaže izid. Če je zgornje polje prav tako potrjeno, se to pogovorno okno pojavi, potem ko naredimo začetne izbire z miško. Če polje zgoraj ni potrjeno, se okno pojavi takoj, ko izberemo menijsko postavko Integrate. To pogovorno okno bedi, dokler ga ne odslovimo ali dokler ne skrijemo oziroma izbrišemo enačbe (enačb), za katero je integralsko senčenje prikazano.

Integracijske možnosti, ki jih izberemo, se shranijo v graphmat.ini, ko izberemo Save Setup Info iz menija File. Možnosti niso vključene v datoteke običajnega seznama enačb.

Možnosti prileganja krivulje

Graphmatica izvaja prileganje krivulje z uporabo zelo prilagodljivega postopka, znanega kot Levenberg-Marquardtova metoda. Odvisno od naše podatkovne množice in pričakovanih izidov bomo morda potrebovali, da nastavimo nekatere teh možnosti, da dobimo najboljše rezultate. Vse možnosti lahko nastavimo na zavihku Curve Fit pogovornega okna Settings.

Maximum number of iterations. Levenberg-Marquardtova metoda je ponavljajoč se postopek. Dlje ko teče, bolj natančen je izid. Graphmatica pri vsaki ponovitvi opazuje vrednost in razliko med vrednostjo χ^2 in se samodejno ustavi, ko se za račun zdi, da se je približal pravi vrednosti znotraj meja natančnosti. Če naš približek konvergira, povečanje števila ponovitev ne bo naredilo razlike. Nekatere podatkovne množice morda ne bodo konvergirale znotraj tega števila ponovitev. V tem primeru program ustavi postopek prileganja krivulje, da bi preprečil, da bi ta trajal predolgo. Tedaj bomo nemara želeli povečati to število in videti, ali lahko z nadaljnjimi ponavljanji dosežemo kakršno koli pomembno zmanjšanje χ^2 .

Več oblik enačb je, pri katerih se lahko lotimo prileganja podatkov:

- **Polynomial.** Ta možnost prilega krivuljo posplošenemu polinomu

$$y = A_0x^n + A_1x^{n-1} + \dots + A_{n-1}x + A_n.$$

Nadziramo lahko število koeficientov, to je vrednost n -ja v gornji enačbi, uporabljajoč pogovorno okno za Maximum order of polynomial. Če je največje število ponovitev dovolj visoko, bomo verjetno dobili enak izid, čeravno je ta vrednost postavljena višje, kot bi bilo potrebno (to je, če jo postavimo na 4 in se krivulji najboljše prilagamo s kvadratno enačbo). Postopek pa vodi k zaključku mnogo hitreje, če postavimo n tako nizko, kot je potrebno, kajti število možnosti, ki jih je treba upoštevati, narašča eksponentno, ko povečujemo n .

- **Sinusoidal.** Možnost uporabimo, da prilegamo krivuljo splošni sinusni enačbi

$$y = A \sin(Bx + C) + D.$$

Najti moramo najboljše vrednosti za amplitudo, periodo, fazni premik in premik v smeri osi y , ki prilegajo množico podatkov sinusni krivulji. Zaradi periodičnosti krivulje postopek prileganja ne deluje tako dobro, če ni podana dokaj bližnja ocena parametra B , s katero začnemo. Pri zmotni vrednosti B -ja postopek teži, da obtiči v lokalnem minimumu. Da mu pomoremo ven, vstavimo v polje, označeno z Estimate number of periods, najboljši ugib za število vrhov ali dolin podatkovne množice. Program bo samodejno izračunal začetno vrednost za B , temelječ na tem in na domeni množice podatkov. Če se zmotimo za ena v eni ali drugi smeri, bo postopek prileganja običajno še vedno deloval. Če se zmotimo za več, bomo dobili izid, ki je očitno napačen.

- **Exponential.** To uporabimo, da prilegamo podatke krivulji eksponentne rasti oblike

$$y = e^{ax+b}.$$

Ker se prileganje krivulji v tem primeru izvede s prileganjem polinoma $y = ax + b$ logaritmom vrednosti y , te možnosti ne smemo uporabljati pri točkah, katerih ordinata y je manjša ali enaka nič.

- **Logistic.** To je krivulja v obliki S -a oblike

$$y = \frac{k}{1 - ce^{bx}},$$

kjer je koeficient k vrh, ki nosi zmogljivost, b in c pa določata razmerje, pri katerem krivulja teži od nič h k . Za grafe v prvem kvadrantu bosta b in c običajno negativna.

- **Power function.** Možnost uporabimo, da prilegamo krivuljo enačbi

$$y = ax^b.$$

Ker se prileganje krivulje dejansko izvrši na logaritmih obeh koordinat, morajo biti vse podatkovne točke v prvem kvadrantu.

0.9.3 Spreminjanje območja thete

Ker je neodvisna spremenljivka theta v polarnih koordinatah v osnovi drugačna od x v kartezičnih, lahko kartezična območja uporabljamo samo za določanje velikosti zaslona, ne pa domene enačbe, ki jo rišemo za polarne grafe. Čeravno je privzeto območje od 0 do 2π značilno območje thete, uporabljeno za večino grafov, ki se večno nadaljujejo (kot spirale), in za nekatere zaprte grafe (kot krogi), ostali grafi ne morejo biti popolnoma narisani v tem območju. Da omogoči kar največjo prilagodljivost, graphmatica omogoča, da se thetino območje spreminja neodvisno od vseh drugih nastavitvev.

Da spremenimo območje, izberemo Theta Range iz menija Options in vnesemo začetek in konec območja, ki ga želimo. Z označenjem ustreznega radijskega gumba lahko za vsak konec območja navedemo, ali uporabljamo radiane ali stopinje. Privzeti so radiani. Navedemo lahko tudi, da je število podano kot večkratnik π -ja: označimo " $\times \pi$ ".

S pritiskom na gumb Defaults ponastavimo domeno na privzeti števili od 0.0 do 6.28.

Pogovorno okno Theta Range dobimo tudi s pritiskom na gumb Change v oknu Settings.

Če raje ne bi spreminjali privzete domene, temveč le domeno za posamezen graf, glejte Navajanje domene.

0.9.4 Uporaba samodejnega ponovnega izrisa

Kadar koli spremenimo povečavo, da pogledamo na graf podrobneje ali bolj oddaljeno, ali premaknemo območje osi, da bo graf, ki smo ga pravkar narisali, usredinjen, morajo biti grafi na zaslonu znova preračunani za novo območje.

Kot pove že ime, bo AutoRedraw samodejno ponovno narisal enačbe na zaslonu, kadar spremenimo območje ali povečavo. Če je naš stroj starejši in počasnejši in ne želimo čakati, da se grafi znova izrišejo, lahko to prekinemo z dvakratnim pritiskom na ESC.

Število enačb, ki jih AutoRedraw nariše, lahko omejimo z zmanjšanjem števila v vrstici

```
AutoRedraw On - Draw Last ----- equations
```

v pogovornem oknu Options Settings. Število je lahko katero koli od 1 do 999. Če je večje kot število enačb v pomnilniku, bodo vsi grafi na zaslonu znova izrisani. Privzeto število je 25.

Samodejni izris lahko popolnoma izključimo z izborom AutoRedraw v meniju Options.

0.9.5 Vklop/izklop opozorilnih sporočil

Privzeto so sporočila o napakah, ki ne zahtevajo, da znova vtipkamo enačbo, prikrita, ker upočasnjujejo postopek risanja, prekrivajo enačbo in so nekoliko nadležna, ko vemo, da graf ne bi smel proizvesti nobene vrednosti na nekem območju. S tem prihranimo tudi napor navajanja domene za sleherno enačbo. Če gre kaj narobe, npr. da se graf ne prikaže na zaslonu, ko bi se moral, in razlog ni takoj viden, lahko vklopimo opozorilna sporočila in znova narišemo graf, da vidimo, kje je težava. Sporočila vklopimo s funkcijo Warnings menija Options. Enako jih kasneje izklopimo.

Za popoln seznam opozorilnih sporočil o napakah glejte Opozorilna sporočila.

0.9.6 Značilnost samodejnih kvadratkov

Ker pomeni delo v oknu, ki se mu spreminja velikost, da se lahko ne samo velikost, marveč tudi oblika mreže spreminja v katerem koli trenutku, morajo biti koordinate mreže dinamično upravljane, da preprečimo neželjene učinke na razmerje vidika. Poenostavljeno: ali kvadrat na mreži izgleda kvadrat ali je dejansko poteptan v pravokotnik. Graphmatica ima značilnost AutoSquare, da s tem rokuje.

Kadar koli spremenimo velikost oknu, vklopimo oziroma izklopimo preglednice točk ali urejevalnik risanja podatkov, ali vklopimo oziroma izklopimo oznake grafov, se spremenijo razsežnosti mrežnega pravokotnika. Da obdrži mrežo kvadratno, kadar se njene logične koordinate ujemajo s fizičnim zaslonom, graphmatica obdrži logično širino mreže enako in ugotavlja, koliko višine mora biti dodane ali odvzete, da vzdržuje dobro razmerje pogleda. Višinsko razliko deli z dve in prilagodi tako zgornji kot spodnji konec mreže. Tako usredinjene točke ostajajo usredinjene.

Stanje možnosti AutoSquare ima prav tako več stranskih učinkov. Ko shranimo seznam enačb in vključimo nastavitvene informacije, graphmatica preveri možnost AutoSquare. Če je izklopljena, bodo razsežnosti mreže zabeležene natančno. Če je vklopljena, bo najmanj ena koordinata zabeležena kot "auto". Ko znova naložimo datoteko, bo mreža pravilno napravila kvadratasto obliko, ne glede na to, kakšna je ta bila prej. Če sta zgornja in spodnja koordinata nasprotno enaki, bosta obe shranjeni kot "auto"; tako bosta tudi obnovljeni. Če nista, bo samo spodnja koordinata shranjena kot "auto". Abscisi sta vedno shranjeni natančno.

Ko z miško izberemo novo območje in enega od gumbov Zoom, se graphmatica napoti na AutoSquare. Če je ta vklopljen, bo višina našega izbora prikrojena samodejno, tako da se kvadratasto razmerje pogleda vzdržuje.

Privzeto je AutoSquare vklopljen. Z izbiro v meniju Options ga izklopimo.

Ko izklopimo AutoSquare, bodo koordinate mreže ostale enake, ne glede na to, kako velika je. Pred ponovnim prikazom program znova preračuna grafe, kajti da prihrani pomnilnik, si jih zapomni kot seznam fizičnih točk, ne pa logičnih koordinat. Prihodnje različice graphmatice bodo nemara podpirale prevajanje koordinat med različnimi fizičnimi mrežami, s čimer bi omogočale hitrejši ponovni izris na stroške kakovosti, toda sedanja jih ne.

Stanje možnosti AutoSquare ne vpliva na samodejno izračunavanje koordinat, kadar nalagamo seznam enačb, ki vsebuje odsek [grid]. Če je bil AutoSquare vklopljen, ko je bila datoteka shranjena, ali ta navaja "auto" za eno ali obe ordinati, bo mreža dobila kvadratno obliko. Drugače se bo izrisala z natančnimi razsežnostmi, ki jih je imela, ko je bila shranjena, ne oziraje se na razmerje x/y .

0.9.7 Značilnost samodejnega določanja območja

Če se nam često zgodi, da vnesemo enačbo in ne vemo, kam je šla, ker na zaslonu ni nič krivulje pri trenutnem območju mreže, bomo morda želeli preizkusiti značilnost AutoRange. Potrditveno polje izberemo v meniju Options. Kadar koli tedaj vnesemo novo kartezično funkcijo od x in se več kakor 20 % grafove domene na zaslonu preslika

v koordinate y zunaj trenutnega območja, program samodejno prilagodi območje osi y , da prikaže kar največ od vseh krivulj na zaslonu. Za razlago postopka glejte razpravo o menijski postavki Find All Graphs. Ko krivulja ni več skrita pogledu, lahko po želji spreminjamo velikost ali drsamo po grafih, da se osredotočimo na del, ki nas zanima.

AutoRange je privzeto izklopljen. Za počasnejše stroje možnost ni ustrezna, ker lahko vključuje ponovno preračunavanje vseh grafov, ko se območje ponovno preračuna.

0.9.8 Privzete nastavitve možnosti

Ko prvič poženemo graphmatico brez datoteke graphmat.ini, se uporabijo nastavitve iz razpredelnice. Z uporabo gumba Defaults v pogovornih oknih Range, Theta Range ali Settings ponastavimo možnosti na te "tovarniške" nastavitve.

možnost	privzeto
Grid Range	začetek: $(-8.0, \text{----}^2)$, konec: $(8.0, \text{----})$
Graph Paper	pravokoten; mrežne črte, meja, osi, puščici, oznake
Fineness	1.0
Legends	vklopljeno
Always Draw Labels	izklopljeno
Wide Lines	izklopljeno
Drawing Mode (Lines or Dots)	črte
Warnings	izklopljeno
Point Tables	izklopljeno
Show Scrollbars	izklopljeno
AutoRedraw	vklopljeno
max # of eqns to redraw (AutoNum)	25
Color Scheme	sivo ozadje
AutoSquare	vklopljeno
AutoRange	izklopljeno
Theta Range	od 0 do 6.28 (2π)
Default Zoom Factor	2.0

Naslov, leve in desne oznake ter beležke so privzeto vse počiščene.

Tovarniške nastavitve priskrbijo osnovno pravokotno mrežo zmerne velikosti, z usredinjenim izhodiščem, kvadratno razmerje pogleda (kvadrat 1×1 na mreži dejansko izgleda kvadrat) in graf z dobro ločljivostjo.

²Območji y -a se spreminjata, da priskrbimo kvadratno razmerje pogleda. Privzeto sta nasprotno enaka.

0.9.9 Pregled nastavitev

Nastavitve možnosti vključeno/izključeno lahko hitro vidimo v menijih. Pogledamo samo, ali so odključane. Skoraj sleherno od nastavitev pogledamo naenkrat z izbiro pogovornega okna Settings iz menija Options.

0.10 MENI TOOLS

0.10.1 Številsko ovrednotenje točk na grafu

Možnost Evaluate menija Tools omogoča, da hitro najdemo vrednost katere koli enačbe, ki smo jo vnesli, v določeni točki. Pred izbiro ukaza Evaluate bomo morda z osvetlitvijo v čakalni vrsti izbrali enačbo, s katero bomo delali. Polja nagiba diferencialnih enačb ne morejo biti ovrednotena v točki, ker niso izrecne funkcije ene spremenljivke.

Če smo izbrali veljavno enačbo, se bo pojavilo pogovorno okno Point Evaluate. Enačba, s katero delamo, se bo izpisala v statusni vrstici. Zdaj lahko vtiskamo točke, pri katerih želimo lagodno najti vrednost funkcije. Za kotne meritve se predpostavlja, da so vhodne vrednosti v radianih. Da jih pretvorimo iz stopinj, množimo s konstanto d . Uporabimo lahko tudi konstanto π , da napravimo vnašanje natančnih števil v radianih lažje. Dejansko je vsak izraz, ki ga lahko vtiskamo kot del enačbe, ki se ovrednoti v konstanto, veljaven.

Ko pritisnemo enter ali kliknemo gumb Calculate, bo graphmatica izračunala vrednost odvisne spremenljivke (spremenljivk) v tej točki in prikazala izid. Za družine funkcij, ki uporabljajo parameter a , se bo uporabilo samo začetno vrednost a -ja, ker se prikaže samo en izid. Če se med vrednotenjem v točki pojavi napaka, se bo v statusni vrstici izpisalo opozorilo, ne glede na možnost Warning Messages. Z vtiskovanjem števil in opazovanjem izidov nadaljujemo tako dolgo, kot želimo, nakar pritisnemo ESC ali kliknemo gumb Close, da pogovorno okno odslovimo.

Za kartezične funkcije lahko vnesemo tudi vrednost za odvisno spremenljivko in rešimo enačbo za neodvisno. Ta se poišče z Newtonovo metodo, zato je možnost ni na voljo za relacije, ki niso funkcije. V primeru funkcij lahko vnesemo vrednost, ki se uporabi kot ugib za neodvisno spremenljivko, in program bo našel najbližjo rešitev k temu ugibu.

Za implicitne funkcije graphmatica računa in prikaže do 5 vrednosti y za dano vrednost x .

Če želimo videti vrednosti točk na več enačbah hkrati, vklopimo možnost Point Tables. Vsak izid, ki se natisne v pogovornem oknu, bo dodan tudi oknu Point Tables.

0.10.2 Odkrivanje presečišč med dvema funkcijama

Pogovorno okno Find Intersection v meniju Tools omogoča, da izberemo kateri koli zaslonski kartezični funkciji in jima poiščemo skupne točke. Iz padajočega seznama preprosto izberemo dve enačbi, neobvezno vtiskamo začetni ugib za neodvisno spremenljivko

in pritisnemo gumb Calculate ali tipko enter. Če ne vtipkamo začetnega ugiba, bo program našel vsa presečišča znotraj domene, ki je trenutno na zaslону. Če sumimo, da je morda več presečišč, ki niso prikazana, moramo navesti ugib za rešitev, da izluščimo približek.

Ker Find Intersection uporablja Newtonovo metodo, da reši sistem enačb, morata biti obe enačbi diferenciablelni funkciji iste spremenljivke. Ne moremo najti presečišča enačbe, ki je narisana kot funkcija x -a, in druge, ki je narisana kot funkcija y -a.

0.10.3 Vpeljava lastnih funkcij

Graphmatica omogoča, da vpeljemo lastne funkcije, na katere se lahko potem sklicujemo v kateri koli enačbi. To bomo morda želeli storiti, da dodamo funkcije, izpeljane iz vgrajenih, ali da napravimo vnašanje enačb z več stopnjami skupnega podizraza hitrejše in natančnejše.

V meniju Tools uporabimo postavko Functions, da oživimo pogovorno okno Functions, ki navaja seznam vseh vpeljanih funkcij po meri in omogoča, da funkcije vpeljemo ali brišemo.

Vnašanje enačb

Našo funkcijo po meri vnesemo v obliki

$$\text{funkcija}(\text{spremenljivka}) = \text{izraz}.$$

Ime funkcije je lahko f , g ali veččrkovna beseda z do 20 znaki. Veljavna funkcijska imena se začenjajo s črko, ki ji sledijo črke, števila ali podčrtaj. Ne smemo uporabiti imena, ki je že dodeljeno vgrajeni funkciji ali spremenljivki. Za popoln seznam le-teh glejte Razpredelnico operatorjev.

Ime spremenljivke v opredelitvi naše funkcije mora biti bodisi x ali t . Funkcijo lahko uporabljamo v kateri koli enačbi, ne glede na spremenljivko, ki jo izberemo. Vrednost, ki jo vstavimo v funkcijo, ni treba, da uporablja isto spremenljivko.

Funkcijska vpeljava je lahko kateri koli izraz, ki uporablja samo navedeno spremenljivko in katere koli konstante ali proste spremenljivke (a , b , c), ki jih potrebujemo. Uporabimo lahko tudi poljubno vgrajeno funkcijo ali funkcijo po meri, ki smo jo v opredelitvi funkcije že prej vpeljali.

Za primer si oglejmo dve novi funkciji:

- logaritem pri osnovi 2: $\log_2(t) = \log(t)/\log(2)$,
- hiperbolični sekans: $\operatorname{sech}(x) = 1/\cosh(x)$.

Odstranjevanje funkcij

Da odstranimo funkcijo, ki je ne potrebujemo več, jo izberemo v padajočem seznamu in uporabimo gumb Delete. Če se na funkcijo sklicujejo druge funkcije, moramo najprej zbrisati vsako od njih ali jih prikrojiti, da se ne sklicujejo več na našo funkcijo. Če se na funkcijo še vedno sklicuje ena ali več enačb, bo program ponudil, da izbriše tudi te, ali nam omogočil, da prekličemo dejanje.

Vpeljevanje funkcij na novo

Če želimo zamenjati vpeljavo funkcije, preprosto vtipkamo novo opredelitev in kot običajno pritisnemo na Define. Če skušamo na novo opredeliti funkcijo, ki že obstaja, nas bo program vprašal za potrditev. Ko enkrat zapremo pogovorno okno, se bodo vsi grafi, odvisni od na novo vpeljane funkcije, ponovno narisali.

Knjižnica funkcij

Graphmatica podpira dva nivoja funkcij po meri: te, ki so vpeljane samo v trenutnem dokumentu z grafom, in one iz knjižnice funkcij (Function Library), ki so na voljo slehernemu dokumentu z grafom, ustvarjenem na našem stroju.

Da premaknemo funkcijo iz trenutnega dokumenta v knjižnico funkcij, jo v zgornjem padajočem seznamu izberemo in uporabimo gumb Add. Funkcije, ki je odvisna od drugih funkcij na ravni dokumenta, ne moremo dodati v knjižnico, ne da bi prej tudi te premaknili v knjižnico funkcij. Če funkcija z enakim imenom že obstaja v knjižnici, bomo opozorjeni za potrditev. To se more zgoditi, kadar odpremo dokument, ki na novo opredeljuje eno od funkcij iz knjižnice.

Da funkcijo iz knjižnice odstranimo, jo v spodnjem padajočem seznamu izberemo in uporabimo gumb Remove. V trenutnem dokumentu bo ostala vpeljana. Kadar so druge funkcije v knjižnici odvisne od nje, je ne bomo smeli izbrisati, vse dokler niso tudi odvisne funkcije odstranjene.

Ko shranimo nastavitve bodisi z ukazom Save Setup Info ali izhodom iz programa, se vsebina knjižnice funkcij shrani v našo datoteko graphmat.ini, kjer je na voljo vsakemu novemu ustvarjenemu dokumentu.

Delitev funkcij

Ko shranimo dokument z grafom, se vse funkcije, vpeljane v tem dokumentu, kakor tudi katere koli funkcije iz knjižnice le-teh, na katere se sklicujejo funkcije ali enačbe trenutnega dokumenta, shranijo skupaj z dokumentom. To pomeni, da si lahko svobodno

delimo dokumente z grafi, ki se sklicujejo na funkcije v naši osebni knjižnici, ne da bi nam bilo treba skrbeti o tem, ali ima prejemnik datoteke .gr tudi enako opredelitev teh funkcij.

Če želimo deliti celotno funkcijsko knjižnico z drugim strojem, lahko bodisi režemo in lepimo odsek [functions] naše datoteke graphmat.ini ali ustvarimo dokument z grafom, ki uporablja vsako od funkcij v enačbi, odpremo to datoteko na drugem stroju in premaknemo sleherno od funkcij v tamkajšnjo knjižnico z uporabo gumba Add v pogovornem oknu Functions.

0.10.4 Uporaba koordinatnega kazalčka

Koordinatni kazalček omogoča, da z miško izberemo katero koli točko na risalnem zaslonu in prikažemo njeni koordinati. Ta značilnost je na voljo tako v vrstici z gumbi kot v meniju Tools. Koordinatni kazalček vklopimo tako, da izberemo možnost Coordinate Cursor v meniju Tools, kliknemo gumb Coord cursor ali pritisnemo Ctrl+U. Miškin kazalček se bo spremenil v križec, da olajša zadeti določene točke. Koordinati, pri katerih trenutno je, bosta prikazani v statusni vrstici. Ko premikamo kazalček okoli, bo statusna vrstica prikazovala njegovo trenutno lego. Kadar imamo izbran papir za polarni graf, je prikaz v polarnih koordinatah.

Če želimo podrobnejši nadzor natančne lege kazalčka, uporabimo puščične tipke, da se premaknemo po eno točko naenkrat. Če tipko zadržimo pritisnjeno, bo gibanje hitrejše.

Ko premaknemo kazalček dovolj blizu k eni od krivulj na zaslonu, se bo samodejno priklenil nanjo, da olajša sledenje poti krivulje. Ko se to zgodi, je tudi enačba krivulje, ki ji sledimo, prikazana v statusni vrstici. Križec se bo prilepil za izbrano krivuljo, če tudi ta seka druge grafe, vse dokler blago premikamo kazalček v splošni smeri krivulje. Če uporabljamo puščične tipke ustrezno strmini krivulje (gor/dol za strmo strmino ali levo/desno za bolj vodoravno strmino) in ne držimo pritisnjenih tipk predolgo, se bo kazalček tudi zalepil za krivuljo. Da kazalček osvobodimo, se premaknemo pravokotno na naklon krivulje v tisti točki ali se samo hitro premaknemo v poljubni smeri.

Medtem ko je koordinatni kazalček dejaven, ne moremo dostopati do menijev ali premakniti kazalčka izven risarskega zaslona. Koordinatni kazalček izklopimo s klikom na miškin gumb, pritiskom na Ctrl+U ali na ESC.

Medtem ko nastavljamo lego križca nad točko, ki jo želimo preiskovati, lahko z držanjem desnega gumba miške kot bližnjico vklopimo koordinatni kazalček. Vklapljen je, dokler ne sprostimo miškinega gumba.

0.10.5 Nastavljanje začetne vrednosti

Namesto vtiskavanja začetne vrednosti za približno rešitev diferencialne enačbe, kot je opisano v temi o diferencialnih enačbah, lahko koordinate izberemo tudi z uporabo miške.

Najprej vtiskamo diferencialno enačbo ali jo izberemo iz kombiniranega seznama enačb, da jo prikrojimo. V meniju Tools izberemo postavko Set Initial Value. Miškin

kazalček se bo spremenil v križec. Kliknemo levi miškin gumb, da izberemo točko na zaslonu grafa kot začetno vrednost. Lahko uporabimo tudi puščične tipke in pritisnemo enter, da izberemo točko. Graphmatica bo vstavila besedilno predstavitev te izbire v trenutno izbrano enačbo, zamenjujoč katero koli navedbo začetne vrednosti, ki jo je že vsebovala. Zdaj v urejevalniku enačb pritisnemo enter ali kliknemo gumb Graph, da narišemo rešitev.

Za diferencialne enačbe drugega ali višjih redov lahko z miško navedemo tudi prvi odvod. Potem ko kliknemo na točko začetne vrednosti, graphmatica prikaže črto "gumijastega traku" od te točke do trenutne lege miške, dokler ne kliknemo na drugo točko. Koordinati prve točke sta potem vzeti kot vrednosti t in x za enačbo. dx/dt je na začetku vzpostavljen kot naklon črte med dvema točkama. Tako na kvadratasti mreži risanje črte pod kotom 45° daje naklon 1. Naklon se izračunava, temelječ na logičnih koordinatah odseka črte. Če je mreža stlačena ali logaritmična vzdolž ene osi, rezultat ne bo pravilen. Da olajša stvar, je naklon trenutne črte številsko prikazan v statusni vrstici, medtem ko premikamo kazalček.

Za sisteme navadnih diferencialnih enačb ta funkcija omogoča, da kliknemo na 2, 3 ali 4 točke začetnih vrednosti, po eno za vsako enačbo v sistemu. Ker se za vse začetne vrednosti zahteva, da so pri isti koordinati t , smo po izboru prve začetne vrednosti omejeni na izbiro točk na navpični črti, opredeljeni s koordinato t prvega klika. Graphmatica označi vsako začetno vrednost, ko jo izberemo, tako da ne bomo pozabili, koliko začetnih vrednosti smo že vnesli in koliko smo jih opustili.

Bodimo pozorni, da je podobno kot pri koordinatnem kazalčku natančnost določanja začetnih vrednosti omejena z ločljivostjo zaslona. Na privzeti mreži je zrnatost lahko do 0.05 enote grafa.

Menijska postavka Set Initial Value je na voljo, kadar graphmatica zazna, da je izbrana enačba z eno od diferencialnih spremenljivk (dX).

0.10.6 Uporaba miške za izbiro domene enačbe

Kot dodatek tipkanju domene enačbe na roko lahko za nekatere tipe enačb izberemo domeno tudi grafično z uporabo miške ali puščičnih tipk. Najprej v kombiniranem seznamu izberemo enačbo, ki ji želimo dodati domeno, ali vtipkamo novo. Iz menija Tools nato izberemo Set Domain in razvlečemo območje, ki ga želimo narisati, vzdolž osi x . Pri tipkovnici uporabimo smerne tipke, da premaknemo križec na en konec domene, nato držimo pritisnjeno tipko shift in se premikamo na drugi konec.

V vrstici za urejanje bo enačbi dodana ustrezna besedilna oblika domene ali pa bo nadomestila prejšnjo. Zdaj lahko rišemo novo enačbo, ki bo dodana v čakalno vrsto. Enačba ne bo nadomestila nobenega prejšnjega izraza, ki se razlikuje samo v domeni.

Omenjeno značilnost lahko uporabljamo pri kartezičnih funkcijah od x in navadnih diferencialnih enačbah. Na voljo ni za polarne ali parametrične krivulje, ker domene teh enačb po naravi ne ustrezajo vodoravnim območjem na mreži. Če je besedilo trenutne enačbe nepopolno in ne more biti prepoznano kot kateri koli določen tip enačbe, nam bo graphmatica dovolila dodati domeno, predpostavljajoč, da vtipkavamo kartezično enačbo.

0.11 MENI CALCULUS

0.11.1 Prikazovanje odvoda funkcije

Graphmatica je zmožna izvrševati simbolično diferenciranje na večini običajnih funkcij in prikazovati odvod dane krivulje tako v besedilnem kot v grafičnem formatu. Da diferenciramo funkcijo, jo izberemo v čakalni vrsti in nato izberemo Find Derivative iz menija Calculus. Če funkcije, ki jo želimo uporabiti, ni v čakalni vrsti, jo moramo najprej narisati. Program bo potem upravljal z notranjo predstavitvijo enačbe, da bi proizvedel njen odvod, dodal izsledeno enačbo v čakalno vrsto in jo takoj narisal.

Opomnimo, da bo tako proizvedena krivulja vedno pravilna, vendar njena enačba morda ne bo zelo dobro poenostavljena, še posebej pri zamotanih enačbah. Najboljši način, da preverimo odvod, ki smo ga našli na roko, je, da prekrijemo njegov graf s tistim, kar proizvede funkcija Find Derivative.

Odkrivanje odvoda je podprto samo za kartezične, polarne in parametrične funkcije. Za relacije, kot so enačbe z y^2 , se odvod najde samo za funkcije s pozitivnim korenem. Za implicitno funkcijo, ki jo program lahko pretvori v eksplicitno od y , ne pa od x (npr. $x + y = y^2$), bo najdeni odvod dx/dy in ne dy/dx .

Odvodi enačb, vsebujočih sledeče funkcije, ne morejo biti najdeni. Podani so razlogi.

funkcija	razlog neodvedljivosti
int	ni zvezna funkcija
abs	ni zagotovljeno, da je gladka funkcija
rand	ni napovedljiva funkcija

0.11.2 Risanje dotikalnic

Občasno nas bo zanimalo vedeti strmino krivulje v dani točki. Graphmatica nas bo s to informacijo oskrbela samo z nekaj kliki miške. Za katero koli krivuljo na zaslonu bomo izvedeli strmino tako številsko kot grafično.

Da izračunamo strmino oziroma naklon krivulje in narišemo dotikalnico v določeni točki, izberemo Draw Tangent iz menija Calculus. Če smo se odločili, da izberemo začetno točko in krivuljo z miško, uporabimo miško ali smerne tipke, da premaknemo križec do katere koli točke na zaslonski krivulji in nato kliknemo ali pritisnemo enter, da jo izberemo. Program bo narisal dotikalnico in prikazal izbrano točko in strmino v statusni vrstici, kakor tudi v oknu Printout, če je vklopljeno. Dotikalnica bo prikazana, samo dokler ne skrijemo ali izbrišemo enačbe, kateri pripada, počistimo zaslon ali narišemo drugo dotikalnico.

Če smo izbrali prikaz pogovornega okna Draw Tangent Line, kar je privzeto, se bo le-to pojavilo, če ga še ni na zaslonu. Okno omogoča, da izberemo enačbo in prilagodimo koordinati x in y . Uporabimo ga lahko, da izgladimo koordinato, proizvedeno z miško,

ali da vnesemo v celoti drugačno koordinato. Ko vnašamo nove koordinate ročno, lahko bodisi:

1. Vnesemo vrednost samo za neodvisno spremenljivko (običajno x) in pustimo drugo prazno.
2. Vnesemo vrednost za odvisno spremenljivko (običajno y) in neobvezno oceno neodvisne spremenljivke. Program bo za nas rešil enačbo za natančno neodvisno spremenljivko. Kadar funkcija ni injektivna, je lahko več rešitev za dano vrednost, zato moramo vedno vključiti oceno za neodvisno spremenljivko, da naznačimo, katero rešitev želimo uporabiti.

Natančno dotikalnico lahko najdemo za diferenciable kartezične in polarne enačbe. Enačbe ne smejo vsebovati funkcij int ali abs. V tem trenutku ni učinkovitega načina, da bi proizvedli natančne izide za druge krivulje. Za parametrične enačbe bomo dobili grob približek, temelječ na strmini med dvema zaporednima točkama, ki sta najbližji mestu, kamor smo kliknili.

Ko uporabljamo logaritemski grafovski papir, ne priporočamo risanja dotikalnic, ker na logaritemski skali ravne črte niso ravne.

Vhodna metoda za risanje dotikalnic je prilagodljiva z uporabo pogovornega okna Tangent Line Options.

0.11.3 Izvajanje številske integracije

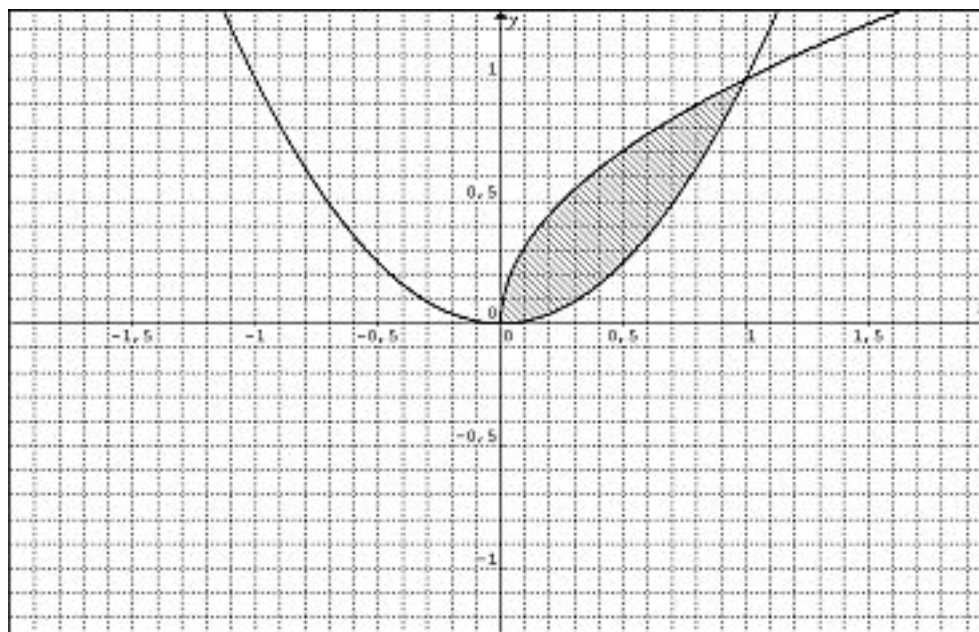
Graphmatica lahko izvaja številsko (numerično) integracijo, da najde ploščino pod krivuljo za katero koli funkcijo na zaslonu. Iz menija Calculus izberemo Integrate. Kazalček miške se bo pri tem spremenil v križec. Lego kazalčka zdaj nastavimo nad katero koli točko na zasloni krivulji. S tem izberemo funkcijo, ki jo bomo integrirali, in začetno mejo integracije. Nato kliknemo in povlečemo kazalček vzdolž osi x , da poudarimo interval, ki ga želimo ovrednotiti. Slednjič popustimo miškin gumb. S tipkovnico spretno naravnamo kazalček nad začetno točko, nakar držimo pritisnjeno tipko shift, ko uporabljamo puščične tipke, da izberemo željeno območje. Da najdemo ploščino med dvema krivuljama, nastavimo lego kazalčka preko druge krivulje, ko končamo izbor območja.

Program bo osenčil ploščino, ki jo je našel, in prikazal številski izid v statusni vrstici, kot tudi v oknu Printout, če ga imamo vklopljenega. Če izberemo območje pod abscisno osjo ali ga osvetlimo od desne na levo, bomo dobili negativno ploščino. Senčenje bo izginilo, takoj ko skrijemo ali pobrišemo enačbo, ki ji pripada, počistimo zaslon ali izvršimo drugo integracijo.

Izbiramo lahko med več metodami integracije. Navedemo lahko, na koliko odsekov razdeliti območje, da izberemo natančnejše računanje ali poučnejšo risbo. Za večjo natančnost moremo vnesti krivuljo (krivulji) in območje z uporabo pogovornega okna namesto z miško. Za podrobnosti glejte Možnosti integracije.

Integralsko senčenje, ki ga ustvarimo, se bo pojavilo na mreži, ko tiskamo ali kopiramo v bitno sliko. Trenutno ni nobenega ukrepa za shranjevanje oziroma obnavljanje integracijskih območij ali za prikazovanje več kot enega osenčenega območja naenkrat.

Zgled. Določimo ploščino med krivuljama $y = x^2$ in $y = \sqrt{x}$. Presečišči sta v točkah 0 in 1. Krivulji najprej narišemo, nato v meniju Calculus izberemo Integrate. Z miško približno povlečemo od $x = 0$ do $x = 1$. V pogovornem oknu Integrate curve, ki se pojavi, izberemo za prvo enačbo $y = x^2$, za drugo enačbo $y = \text{sqrt } x$ ter meji za x od 0,00 do 1,00. Ko pritisnemo na gumb Calculate, dobimo izid $-0,3332$. Ploščina med krivuljama je absolutna vrednost tega števila. Negativni izid smo dobili, ker smo najprej vzeli spodnjo krivuljo in nato zgornjo, namesto obratno. Na sliki 41 sta prikazani obe krivulji ter senčeno območje med njima, ki ponazarja ploščino.



Slika 41: Ploščina med krivuljama $y = x^2$ in $y = \sqrt{x}$

0.11.4 Odkrivanje ničel in kritičnih točk

Graphmatica lahko najde približne rešitve (ničle) in ekstreme (kritične točke) za večino kartezičnih funkcij. Ker se uporablja Newtonova metoda približkov, da se te vrednosti najdejo, mora biti funkcija diferenciable, da najdemo ničle, in dvakratno diferenciable, da najdemo kritične točke. Da izračunamo ničle in kritične točke, izberemo možnost Find Critical Points iz menija Calculus. Prikazalo se bo pogovorno okno, ki omogoča, da storimo več stvari:

1. Izberemo enačbo, ki jo bomo uporabili. Padajoči seznam omogoča, da izbiramo med vsemi prikladnimi enačbami na zaslonu. Uvodoma je izbrana trenutna enačba, če je kartezična funkcija. Sicer se izbere prva prikladna enačba v čakalni vrsti.
2. Vnesemo ugib, ki ga uporabimo kot izvor za Newtonovo metodo. Vrednost je lahko kjer koli znotraj domene funkcije.

3. Izberemo, ali želimo ugibati za ničle ali za ekstreme (maksimume oz. minimume).
4. Pregledamo izide. Seznam je razdeljen v tri stolpce: vrsto točke, rešitev in vrednost funkcije v tej točki. Vrsta točke je bodisi Zero (ničla), Max (maksimum) ali Min (minimum). Vrednost funkcije je natisnjena samo za maksimume in minimume, kajti za ničle je seveda vedno nič. Če imamo vključeno možnost Point Tables, bodo izidi prikazani tudi v tem oknu.

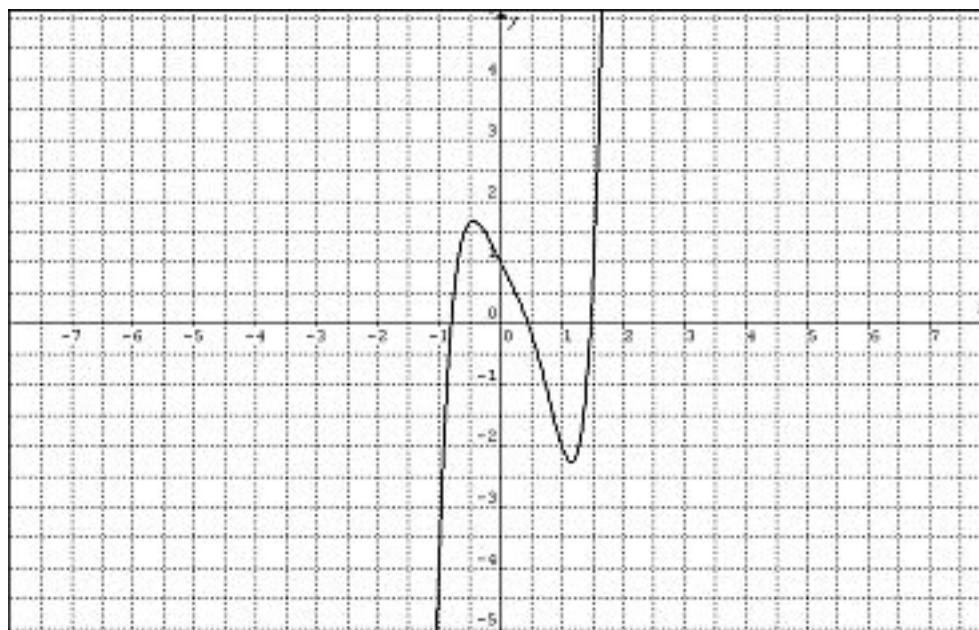
Ko na začetku izberemo enačbo, bo graphmatica samodejno izračunala in prikazala vse kritične točke in ničle, ki jih lahko najde znotraj dela domene funkcije, ki je trenutno na zaslону. Vrednosti, ki ležijo zunaj tega območja, ne bodo izračunane. To je zato, ker program dela ugibe o možnih kritičnih točkah z informacijami, proizvedenimi v postopku risanja grafa. Da najdemo več ničel ali ekstremov zunaj trenutno prikazanega območja, bodisi vnesemo ugibe ročno ali pomanjšamo zaslon, da zberemo ugibe preko širšega področja.

Svarilo. Čepravno graphmatica ne bo dovolila, da uporabimo našo značilnost za iskanje kritičnih točk ali ničel, kadar ne more najti prvega ali drugega odvoda enačbe, ne more zaznati, kdaj eden od njiju ni gladka funkcija. To lahko vpliva na natančnost prikazanih izidov. V takih okoliščinah Newtonova metoda ni točna.

Zgled. Narišimo polinomske krivuljo $y = 3x^5 - 4x^4 - 2x + 1$. V meniju Calculus izberimo postavko Find Critical Points V oknu dobimo naslednje vrednosti, prikazane v razpredelnici.

Type	x	y
Zero	-0,7983	
Max	-0,4451	1,6808
Zero	0,4469	
Min	1,1535	-2,2621
Zero	1,4715	

Graf polinoma je na sliki 42.



Slika 42: Graf polinoma $y = 3x^5 - 4x^4 - 2x + 1$

0.12 PREDSTAVITVENE DATOTEKE

Graphmatica prihaja opremljena s sledečimi predstavitvenimi datotekami, da prikaže primere vsake vrste grafa, ki ga lahko nariše. Vsaka datoteka vsebuje skupino sorodnih enačb in vsaka enačba ima priloženo opombo, ki opisuje krivuljo, ki jo proizvaja.

Z ukazom Open List v meniju File naložimo sleherno od navedenih datotek. Z njimi se lahko igramo, upravljamo s pogledom in si jih po svoje prikrojimo.

datoteka	opis
CornuSpiral.gr	lep, a napreden primer uporabe sistema navadnih diferencialnih enačb z značilnostjo izmeničnih spremenljivk, da narišemo graf, ki bi bil sicer neukrotljiv (glejte http://mathworld.wolfram.com/CornuSpiral.html)
dataplot.gr	risba vzorčnih podatkov
difeq.gr	polje strmine in približki Runge-Kutta diferencialne enačbe prvega reda
functions.gr	primer funkcij po meri in njihova uporaba
graphmat.gr	nariše graphmaticino ime, da pojasni parametrične enačbe
implicit.gr	vzorec relacij, vpeljanih kot implicitne funkcije

datoteka	opis
inequal.gr	vzorec več neenačb
loglog.gr	vzorec uporabe logaritemskega grafavskega papirja
ode2.gr	običajni približki navadnih diferencialnih enačb drugega reda za preprosto harmonično gibanje
polar.gr	grafi z uporabo polarnih koordinat
trig.gr	grafi trigonometričnih funkcij
xydemo.gr	enačbe v kartezičnih koordinatah, kvadratne enačbe, relacije

0.13 UPORABA ARGUMENTOV UKAZNE VRSTICE

Navedba imena veljavne datoteke s seznamom enačb (s podaljškom `.gr` ali brez) naloži to datoteko ob zagonu. Grafi se narišejo, takoj ko se nariše mreža, razen če ni v odseku `[options]` datoteke navedeno `autoredraw = off`. S prekinitvijo enega od grafov lahko prekinemo celoten ponovni izris.

Preskrbimo lahko kakršno koli število datotek za nalaganje. Edina omejitev je, da če vsebujejo skupno več kot 25 enačb, nekatere od prvih naloženih ne bodo nakopičene. Naslov grafa in možnosti bodo nastavljene na te, ki jih najdemo v zadnji od navedenih datotek. Na nastavitve kake druge datoteke lahko pozabimo.

Če pridružimo podaljšek `.gr` `graphmatici`, kar bi se spodobilo, lahko naložimo datoteko z dvojnimi klikom nanjo v upravljalniku datotek.

Privzeto `graphmatica` išče datoteko z načrtom, imenovano `graphmat.ini`, v istem imeniku kot programsko datoteko. Če nam je tako bolj všeč, lahko uporabimo datoteko z drugačnim imenom ali iz drugega imenika. To nam omogoča, da vzdržujemo več datotek z načrti na istem računalniku in z lahkoto dostopamo do njih. V upravljalniku programov ustvarjamo ločene programske postavke ali bližnjice v raziskovalcu.

Da za uporabo navedemo drugačno datoteko `.ini`, dodamo v ukazno vrstico, ki jo uporabimo, da zaženemo program, `/i:ime_datoteke.ini`, kjer je `ime_datoteke.ini` ime datoteke, ki naj se naloži. Navedemo lahko polno pot ali samo ime datoteke v začetnem imeniku. Navesti moramo tudi datotečni podaljšek.

Če uporabljamo stikalo `/i`, da pokažemo številnim lokalno nameščenim kopijam programa na eno samo deljeno kopijo datoteke `graphmat.ini` na mrežnem pogonu, moramo onemogočiti možnost `Save Settings on Exit` in nato zaznamovati to datoteko kot samo za branje, po tem ko smo oblikovali program tako, kot nam je všeč. S tem preprečimo neželjene prikrojitve, ko program poženemo na drugi delovni postaji.