**PROGRAM WINPLOT**

**Program Winplot**

**Eva Debenjak**[**eva.debenjak@student.fmf.uni-lj.si**](mailto:eva.debenjak@student.fmf.uni-lj.si)

**Povzetek**

Program Winplot se uporablja za risanje 2D in 3D grafov. Rišemo lahko tudi preslikave v ravnini in prostoru. Poleg risanja, računa odvode, integrale, presečišča, ploščino in dolžino funkcije ter išče ničle in ekstreme. Vsako že narisano funkcijo, lahko kasneje spreminjamo in urejamo s pomočjo okna »Inventory«.

Namen predstavitve programa Winplot, je bil predstaviti alternativno možnost programa, ki bi nadomestila bolj uveljavljene plačljive programe.

Med preučevanjem in uporabo programa sem ugotovila, da se le ta ob reševanju zahtevnejših nalog oziroma med uporabo določenih ukazov pogosto zaustavi ter preneha delovati. Ta pomanjkljivost programu ne dovoljuje, da bi omogočal reševanje nalog tako širokega spektra, kot bi moral. Če bi avtor programa Richard Parris odpravil to pomanjkljivost, bi bil program veliko bolj uporaben in konkurenčen drugim podobnim programom.

**Ključne besede**

Funkcija, 2D, 3D, graf, risanje

**Abstract**

The program Winplot is used for plotting 2D and 3D graphs. You can also draw maps in the plane and space. In addition to drawing, it computes derivatives, integrals, intersections, area and the length of function as well as search for zeros and extremes. Each drawn function can later be changed and edited by using window Inventory.

The purpose of the presentation was to present the Winplot alternative that would replace the more established paid programs.

During the study and use of the program, I have found that it stops working and shuts down during the solving complex tasks, or when using certain commands. This insufficiently does not allow to program, that it permits to solving the tasks such a wide spectrum, as it should. If the author of the program Richard Parris will eliminate the deficiency, the program would be much more useful and more competitive to other similar programs.

**Key words**

Function, 2D, 3D, graph, plotting

**Uvod**

V seminarski nalogi bom prestavila program Winplot. Preučila bom, za kaj vse se program uporablja in kakšne so njegove zmožnosti. Poglobila se bom predvsem v raziskavo in opis uporabe tega programa. Opisala bom, kako se nariše posamezne funkcije in kaj vse je potrebno za to vpisati v posamezna vnosna polja.

Namen seminarske naloge je spoznati program Winplot, ugotoviti kaj dela, preučiti njegove lastnosti in uporabnost.

Seminarska naloga je razdeljena na dve poglavji. Vsak od njiju zavzema enega od glavnih sklopov programa. V prvem poglavju bom opisala dvodimenzionalno risanje, v drugem pa tridimenzionalno risanje grafov funkcij.

**Predstavitev orodja**

1. **O programu**

Avtor programa Winplot je Richard Parris. Program je bil prvič objavljen leta 1985, zadnja posodobitev pa je bila izvedena 13. 9. 2012. Program za delovanje uporablja operacijski sistem Windows.

Program Winplot se uporablja za risanje 2D in 3D grafov. Poleg risanja, računa odvode in intervale funkcij, presečišča med funkcijama, ploščino in dolžino funkcije.

Znotraj programa se le ta loči na dva glavna podmenija. To sta »2-dim« in »3-dim«, kar pomeni dvodimenzionalen in tridimenzionalen prostor. Rišemo lahko tudi preslikave (»mapping«) v ravnini in prostoru. Poleg tega ima tudi kviz (»guess«), ki izriše kvadratno funkcijo, uporabnik pa mora zapisati njeno enačbo.

1. **Osnovne lastnosti**

Osnovne lastnost in pravila vnosa so pri risanju 2D in 3D funkcij enaka.

V vsakem pogovornem oknu se lahko izbere barva pisala, s klikom na gumb »Color« (barva). Debelino pisala spreminjamo z vnosom majhnega celega števila. Če želimo, da debelina postane privzeta, za debelino dodamo pripono »@«. Graf lahko narišemo brez povezave sosednjih izračunanih točk, tako da kot pripono dodamo »?«. Povezan videz krivulje je odvisen tudi od drugih dejavnikov, kot so gostota in naklon krivulje.

Zapis funkcij zahteva oklepaje. Na primer, napisati moramo *sin(x)* namesto *sin x*.

Znotraj risalne površine lahko vstavimo tudi besedilo. V orodni vrstici kliknemo Btns/text. Z desnim klikom izberemo položaj besedila, ki pa ga kasneje lahko spremenimo. Odpre se nam okno, v katerega napišemo želeno besedilo. Le temu lahko s klikom na gumb »font« spreminjamo tip, slog, velikost ter barvo pisave.

1. **2D**

**3.1 Vrste funkcij in načini vnosa**

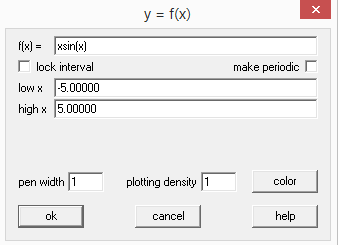
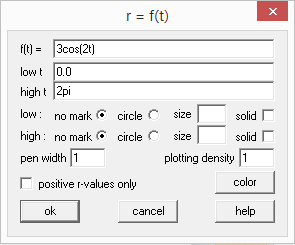
Pri risanju 2D grafov obstaja več različnih načinov vnosa.

Eksplicitni zapis: to okno (slika 1) sprejme vse standardne oblike izraza, ki opredeljuje *y* kot funkcijo *f(x).* Če želimo omejiti domeno grafa, vnesemo spodnjo in zgornjo vrednost osi x v polji za urejanje (low x in high x). Možnost »lock interval« (zakleni interval) uporabimo da potrdimo svojo zahtevo, s tem pa interval razširimo čez celoten zaslon. Če označimo možnost »make periodic« (naredi periodično), bo program domneval, da je funkcija periodična zunaj prikazanega intervala. Povečamo lahko tudi gostoto izrisa, tako da v polje »plotting density« vpišemo število. S tem bomo upočasnili graf. To je zaželeno za grafe, ki imajo strme odseke. Program samodejno prekine graf, pri katerem sumi, da imajo skoki diskontinuiteto oziroma nezveznost. Če želimo izklopiti nezaželene prekinitve, dodamo »@« kot pripono k gostoti izrisa.

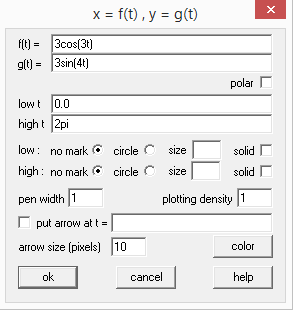
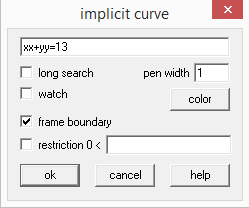
Polarni zapis: to okno (slika 2) se uporablja za polarne krivulje. Črko *t* uporablja kot označbo za polarni kot theta in ima enoto radian. Privzeta domena je od 0 do 2pi. Če ne želimo narisati tudi negativne r-vrednosti, moramo označiti polje »positive r-values«.

Parametrični zapis: to okno (slika 3) se uporablja za vnos krivulje parametrično. Spreminja se lahko vrednost t (kot theta) in gostota risanja. Če želimo, da je enačba definirana z r in t namesto x in y, označimo polje »polar«.

Implicitni zapis: (slika 4) v vnosno polje se vnese celotno enačbo. Graf se izriše na poseben način, tako da program naključno išče izhodiščno točko, ki ustreza dani enačbi. Ko jo najde, s pomočjo numeričnega reševanja diferencialne enačbe, skozi njo izriše krivuljo. Ker celoten graf morda ni sestavljen iz enega samega kosa, program porabi nekaj časa za iskanje več izhodiščnih točk. Če želimo, da jih išče dokler ne pritisneš tipke »Q«, ki pomeni zaustavitev programa, moramo označiti polje »long search« (dolgo iskanje). Za ogled postopka risanja, je potrebno označiti polje »watch« (ogled). Za prekinitev risanja, ko krivulja zapusti okvir, pa moramo označiti polje »frame boundary« (meja okvirja).

Slika 1: Okno za ekspliciten zapis Slika 2: Okno za polarni zapis

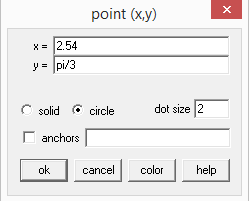
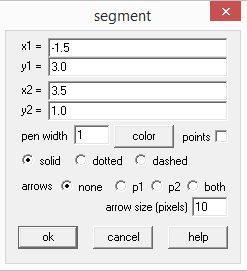
Slika 3: Okno za parametrični zapis Slika 4: Okno za implicitni zapis

Poleg funkcij lahko v Winplotu rišemo tudi druge elemente, kot so:

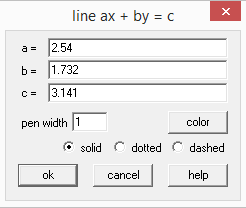
Točka: (slika 5) postavimo jo lahko kamorkoli na risalno površino ter je lahko različnih barv in velikosti. Če označimo polje »sidro« (anchors), se bodo izrisale črte do koordinatnih osi. Uporabimo lahko neprekinjeno črto (*xy*), črtkano črto (*/xy*) in polno črto (*//xy*). Če želimo povezati samo eno od koordinat s osjo, zapišemo pred *x* oziroma *y* *t* (na primer *ty* za neprekinjeno črto do *y* osi in */tx* za črtkano črto do *x* osi). Prav tako lahko povežemo točko s koordinatnim izhodiščem. To storimo tako, da v polje vnesemo *r*. Seveda pa te povezave lahko poljubno kombiniramo med seboj.

Daljica: (slika 6) narišemo jo iz ene v drugo točko. Izberemo lahko neprekinjeno (solid), pikčasto (dotted) in črtkano (dashed) črto ter spreminjamo njeno debelino. Vnesti je potrebno koordinate obeh točk. Če želimo, da sta točki vidni, je potrebno označiti polje »points«. Na koncu daljice lahko narišemo tudi puščice. Označimo polje »p1«, da je puščica pri prvi in »p2«, da je pri drugi točki, oziroma »both«, če želimo da sta puščici na obeh straneh daljice.

Premica: (slika 7) v okno vpišeš enačbo premice oblike *ax + by = c*. Vsak koeficient *a*, *b* in *c* ima svoje vnosno okno. Premici lahko spreminjamo barvo, debelino in vrsto črte.

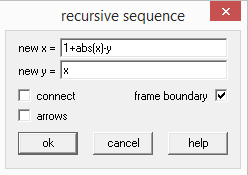
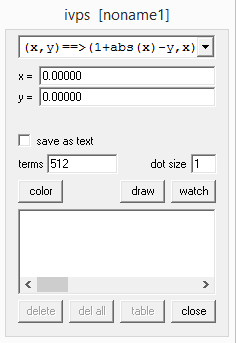
Slika 5: Okno za vnos točke Slika 6: Okno za vnos daljice



Slika 7: Okno za vnos premice

Rišemo lahko tudi zaporedja:

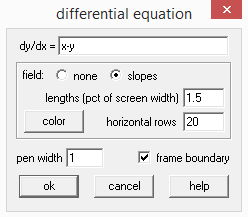
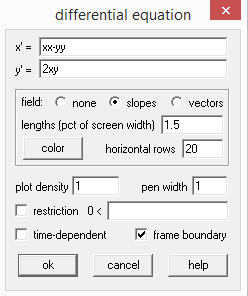
Rekurzivno zaporedje: (slika 8) zagotavlja način za izrisovanje zaporedja točk. Rekurzija pove, kako je vsaka točka dobljena iz svojega predhodnika. V vnosni polji je potrebno vnesti dve funkciji. Prva pove, kako priti do novih *x*, druga pa do novega *y,* iz trenutnega *x* in *y*. Ker gre lahko zaporedje točk tudi izven okvirja, moramo programu povedati, ali želimo da se izračun ustavi ko se to zgodi – označim polje »frame boundary«. Ko bomo pritisnili »ok« (v redu), se ne bo zgodilo nič, ker rekurzivni primer ni definiran. Potrebno je iti v meni one/initial-value problems/sequence. V novem ukaznem oknu (slika 9) določimo vrednost *x* in *y* ter kliknemo »draw« (nariši).

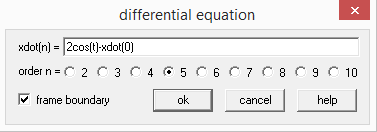
Slika 8: Okno za rekurzivno zaporedje Slika 9: Okno za vnos začetne vrednosti

Diferencialna enačba ima tri vnosne formate:

1. dy/dx = F(x,y): to okno (slika 10) se uporablja za vnos odvodov. Za ogled odvoda označiš polje »slopes« (odvod). Za prilagoditev velikosti segmentov odvoda, vneseš majhen delež v okno »lengths« (dolžina). Če želiš spremeniti gostoto prikazanih segmentov, je potrebno spremeniti število v oknu »horizontal rows« (vrstice).
2. dx/dt = f(x,y,z) in dy/dt = g(x,y,z): (slika 11) ti enačbi opredeljujeta vektorsko ravnino, ki je odvisna od t, x in y. Če je t v enačbi prisoten, je potrebno označiti polje »time-dependent« (časovna odvisnost). To vpliva na reakcijo programa, ko se rešitev krivulje vrne na izhodiščno točko. Če želiš, da je naklon ali vektorsko polje vidno, moraš obkljukati ustrezni polji. Privzeto so vektorji prikazani s konstantnimi dolžinami. Za prikaz relativne dolžine, je potrebno podatek dolžine dati v oglate oklepaje. Za preklic izračuna zunaj okvirja, je potrebno označiti polje »frame boundary« (meja okvirja). Da bi izboljšali natančnost krivulje, je potrebno povečati gostoto risanja (»plot density«). Program za izračun uporablja Eulerjevo metodo.
3. xdot(n): to pomeni n-ti odvod neznane funkcije x glede na t. Okno (slika 12) omogoča, da izbereš red odvoda, od 2 do 10, ter nato vpišeš enačbo, ki izraža odvod funkcij nižjih redov, glede na x. Neznane funkcije je potrebno zapisati kot xdot(0).

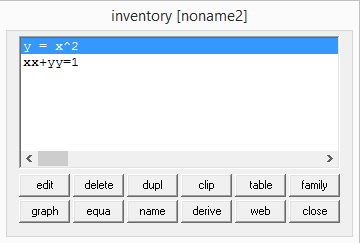
Slika 10: Okno za vnos odvodov Slika 11: Okno za vnos vektorske ravnine



Slika 12: okno za n-ti odvod

Polinomi: takoj ko izberemo možnost »polynomial« (polinom), se nam izriše nek poljuben polinom. Želeni polinom lahko narišemo tako, da z desnim klikom na graf dodajamo in odstranjujemo točke.

Vsako od zgoraj naštetih funkcij, lahko kasneje tudi spremenimo. To naredimo tako, da v meniju »equa« izberemo »inventory« (popis). Odpre se nam ukazno okno (slika 13). S klikom na »edit« (urejanje) lahko spremenimo enačbo in urejamo že narisano funkcijo, ukaz »delete« (izbriši) dokončno izbriše funkcijo, »dupl« oziroma »duplicate« (podvoji) nariše enako oziroma podobno funkcijo, brez spreminjanja originala. »Clip« (priponka) pošlje opisno besedilo primera v odložišče. »Table« (tabela) odpre okno z besedilom, ki prikazuje vrednosti izprane funkcije. Vsebino tabele lahko spremeniš s klikom na »params« (parametri). »Family« (družina) združi izbrane krivulje v družino krivulj, glede na željen parameter. Lahko pa se uporablja tudi za ustvarjanje skupin primerov, tako da se določene operacije programa izvajajo naenkrat za celotno skupino. S klikom na »graph« (graf) lahko skrijemo graf, »equa« oziroma »equasion« (enačba) nam izpiše enačbo funkcije, »name« (ime) se pojavi pred enačbo s kratkim opisom. »Derive« (odvod) izračuna odvod izbrane funkcije. Rezultat se izriše in doda v »inventory«. Možnost »swap« (zamenjava) lahko izberemo samo, če imamo izbrana natanko dva podatka. S klikom na gumb se bosta njuna položaja v seznamu zamenjala.

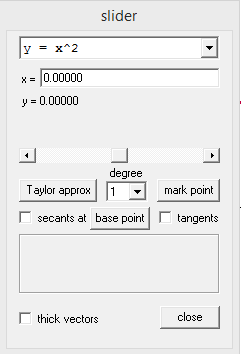


Slika 13: Okno za urejanje funkcije

S klikom na meni »Library« (knjižnica), se pokaže seznam z vsemi funkcijami, ki jih program Winplot prepozna, skupaj z nekaterimi pravili zapisa.

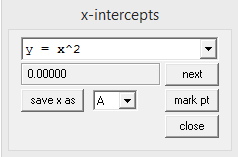
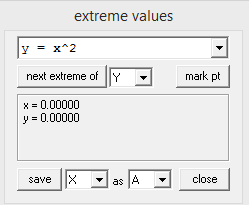
**3.2 Ena enačba funkcije**

Naredimo lahko drsnik (slika 14), ki se uporablja za sledenje posamezni krivulji. Po njej se lahko premikamo na dva načina. S premikanjem drsnika ali z vnosom vrednosti v točki x. S klikom na »mark point« (označi točko), se točka nariše ter shrani njen položaj. S klikom na »Taylor approx« (Taylorjeva aproksimacija), se nariše tangenta. Z označbo »secants« (sekanta) pa se s točko označi tudi njuno presečišče. Če obkljukamo »tangents« (tangente), se bo tangenta premikala z drsnikom.



Slika 14: Drsnik

Poiščemo lahko ničle (slika 15) in ekstreme funkcije (slika 16). Ter jih tudi označimo s točko, s klikom na gumb »mark pt«.

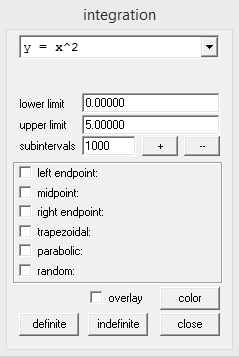
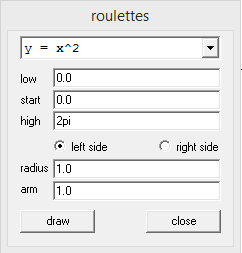
Slika 15: Ničle funkcije Slika 16: Ekstremi funkcije

Integriranje (slika 17) se uporablja za numerično vrednotenje in ilustracijo različnih preprostih metod. S klikom na »definite« (določi), se izračunajo približne vrednosti integrala. Če je okno »overlay« (prekrivanje) obkljukano, program skuša narisati sistem pravokotnikov. Prikaz je uporaben le, če je število podintervala dokaj majhno. S klikom na »indefinited« (nedoločen), se antiodvod funkcije f, ki ustreza spodnji meji (»lower limit«), doda v »invenetory«

Program izračuna površino in dolžino krivulje med dvema točkama ter prostornino vrtljaja na določenem intervalu okoli x oziroma y osi. Funkcijo lahko prestavimo za poljuben vektor. Prav tako lahkograf prezrcalimo čez x oziroma y os, čez simetralo lihih kvadrantov in čez poljubno premico ter ga zavrtimo okoli poljubne točke oziroma za poljuben kot. Izrišemo lahko tudi 3D graf, ki prikazuje površino zasuka. Za nekatere primere, se lahko nariše zaporedje diskretnih točk, z vstavljanjem vrednosti x v enačbo.

Izračunamo lahko evolutoza vsako nelinearno krivuljo, ter izrišemo lokus vseh središč ukrivljenosti.

Narišemo lahko tudi ruleto (slika 18). To je krivulja, ki nastane tako, da se točka, ki leži na dani vrteči se krivulji, giblje vzdolž druge ne premikajoče se krivulje. Vrednosti »low« (nizka), »start« in »high« (visoka) opredeljujejo točke, kjer se krog dotika krivulje. Vektorji usmerjeni od središča do sledilnih točk in od središča do točke start so vzporedni. »Arm« (krak) opisuje razdaljo med središčem kroga in točko, ki riše sled. Njegova privzeta vrednost je »radius« (radij) kroga, katerega vrednost lahko spreminjamo.

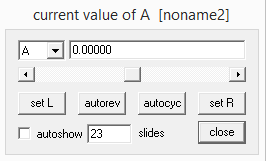
Slika 17: Integriranje Slika 18: Ruleta

**3.3 Dve enačbi funkcije**

Če imamo na grafu narisani dve funkciji, lahko poiščemo njuna presečišča in izračunamo kot med njima. Izračunamo lahko tudi prostornino vrtljaja, narišemo profil funkcije in izračunam njegovo prostornino. Funkciji lahko med seboj seštejemo, odštejemo, množimo, delimo, potenciramo ter zamenjamo.

**3.4 Animacija**

(Slika 19) Definiramo lahko parametre, ki jih uporabimo znotraj funkcije. Parametri so vse črke od A do Z in imajo vrednost od -10 do 10. S klikom na gumb »avtorev« (avtomatični prikaz) in izbiro korakov (»slides«) se funkciji avtomatično spreminjajo vrednosti parametra. Animacijo lahko upočasnimo »S«, pospešimo »F«, ustavimo »P« ali prekinemo »Q«.

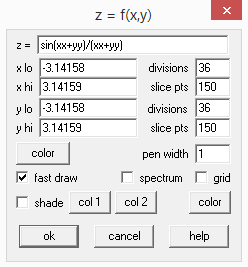
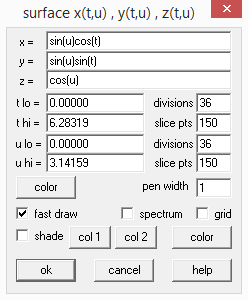


Slika 19: Okno za definiranje parametra

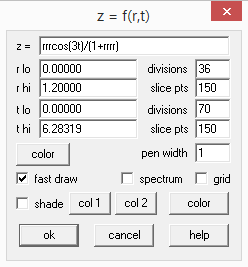
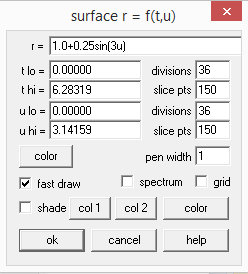
**4. 3D**

**4.1 Vrste funkcij in načini vnosa**

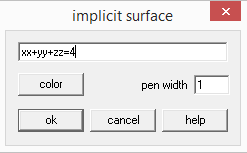
Funkcijo lahko vnesemo na pet različnih načinov. Ti so ekspliciten (slika 20), ki pričakuje funkcijo podano kot f(x,y); parametričen (slika 21), kjer je vsak parameter x, y in z podan posebej; impliciten (slika 24), pri katerem lahko vnesemo celotno enačbo; cilindričen (slika 22) sprejme vnos v obliki f(r, theta), kjer theta predstavlja polarni kot v radianih in sferičen vnos (slika 23), ki se uporablja za opredelitev površine sferičnih koordinat.

Slika 20: Okno za ekspliciten vnos Slika 21: Okno pa parametrični vnos

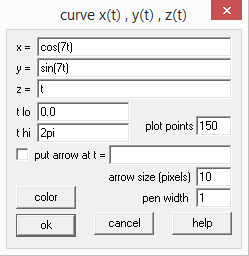
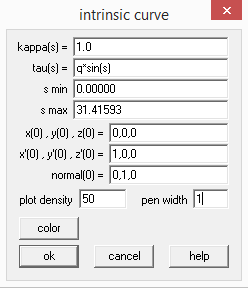
Slika 22: Okno za cilindrični vnos Slika 23: Okno za sferični vnos



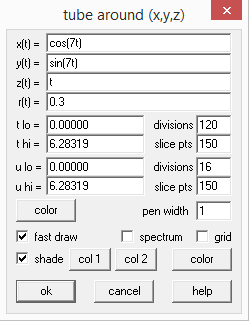
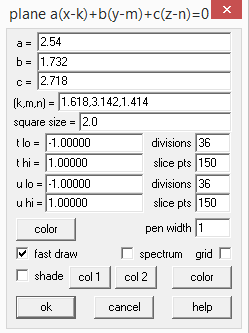
Slika 24: Okno za implicitni vnos

Poleg teh petih funkcij lahko narišemo tudi krivulje (slika 25), intrinzične funkcije in tube. Intrinzična funkcije (slika 26) je določena z njeno ukrivljenostjo (kappa) in torzijo (tau). Krivulja se ponastavi na s = 0, tako da določi točko, tangentni vektor in normalni vektor. Tuba (slika 27) je parametrična površina, ki jo obdaja preprosta krivulja. Za vsako točko na krivulji je potrebno opredeliti njen polmer. Razpon vrednosti parametra t je za osnovno krivuljo. Razpon parametra u, za standardno tubo, je od 0 do 2pi.

Prav tako lahko narišemo točko, daljico in ravnino. Ravnina (slika 28) je definirana z vrednostjo normalnega vektorja in točke. Parametrizacija je razporejena tako, da privzeti intervali predstavljajo kvadrat.

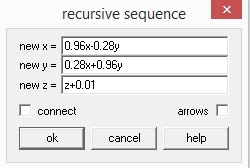
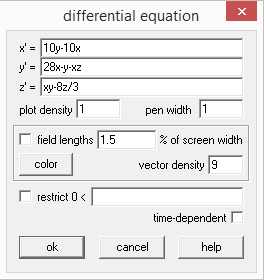
 

Slika 25: Okno za vnos krivulje Slika 26: Okno za vnos intrinzične funkcije

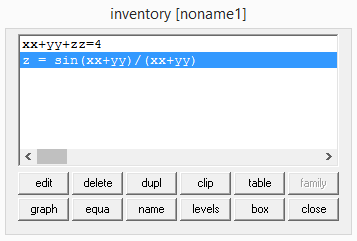
Slika 27: Okno za vnos tube Slika 28: Okno za vnos ravnine

Rišemo lahko tudi rekurzivna zaporedja in rešitve diferencialnih enačb. Za rekurzivno zaporedje (slika 29) veljajo enake lastnosti, kot pri 2D grafu. Diferencialne enačbe (slika 30) pa definirajo vektorski prostor, ki je odvisen od t, x, y in z. Vektorji so prikazani s konstantnimi dolžinami.

Slika 29: Okno za vnos rekurzivne vrste Slika 30: Okno za vnos diferencialne enačbe

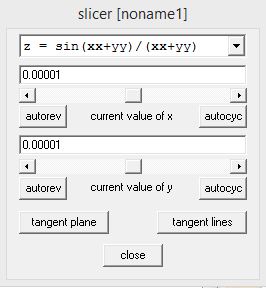
Tudi pri 3D grafih je možno naknadno spreminjanje in urejanje enačb, z uporabo imenika »inventory« (slika 31). Gumb »levels« (stopnje) je na voljo kadar so grafi implicitno podani. Stopnjo se izbere posamično z označbo ene od treh spremenljivk ter vnosom njene vrednosti, ali pa enotno z vnosom vrednosti v vnosna okna. Z gumbom »Box« (okvir) določimo dimenzije grafa, prikazanega na zaslonu. Pri večini primerov se okvir samodejno izračuna na pravilno velikost. Pri diferencialnih enačbah in implicitnih primerih pa je potrebno pripisati privzete vrednosti. Gumb »Frenet« (Frenetove) je na voljo sama za krivulje in izriše tri sferične krivulje, zapisane s tremi vektorji Frenetove enote.



Slika 31: Okno za urejanje 3D funkcij

**4.2 Ena enačba funkcije**

Izračunamo lahko integral in dolžino funkcije ter površino med funkcijo in koordinatnima osema. Prav tako obstajata tudi drsnik in rezalnik. Rezalnik (slika 32) je okno za površine, ki niso implicitnega tipa. Program prekriva dva obrisa na izbrani površini, od katerih vsak ustreza fiksni vrednosti enega od koordinatnih spremenljivk. Fiksne vrednosti se lahko spremeni z uporabo drsnika. Doda se lahko tudi tangenta ali tangentna ravnina.



Slika 32: Rezalnik

**4.3 Dve enačbi funkcije**

Tudi v 3D lahko dve funkciji med seboj seštevamo, odštevamo, množimo, delimo in potenciramo. Nova operacija je le vektorsko množenje. Poiščemo lahko presečišče krivulje in ravnine ter presečišče dveh ravnin, izračunamo integral premice in ravnine ter razdaljo med dvema točkama.

**Zaključek**

Med pisanjem seminarske naloge sem spoznala program Winplot. Ugotovila sem, kaj vse program zmote ter se naučila kako se program uporablja.

Program Winplot ima široko paleto možnosti risanja in analiziranja različnih funkcij. S tega vidika se mi zato zdi zelo uporaben. Vendar pa sem med samim raziskovanjem programa ugotovila, da ima program določene pomanjkljivosti. Pri animaciji funkcij se pogosto zgodi, da se program zaradi preobremenjenosti ustavi in ga je potrebno ugasniti ter ponovno zagnati. Pri tem pa izgubiš vse delo, če le tega nisi predčasno shranil.

Prednost programa Winplot pred drugimi programi je, da je program brezplačen in enostaven za uporabo.

**Viri**

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Winplot> (ogled 9.2.2015)
2. <http://math.exeter.edu/rparris/winplot.html> (ogled 22.11.2014)