

Skomplikowane obliczenia? Nic prostszego!

PODREĆCZNIK

# Maple

**Poznaj** interfejs programu i sposób wykonywania podstawowych działań w Maple'u  
**Naucz się** rozwiązywać złożone problemy z różnych dziedzin matematyki  
**Dowiedz się,** jak skutecznie wizualizować i prezentować uzyskane wyniki

$$\begin{cases} \frac{\partial^2}{\partial x^2} u - c^2 \cdot \Delta_x u = 0, & u: \mathbb{R} \times \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R} \\ u(x, 0) = f(x), & f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R} \\ \frac{\partial}{\partial x} u(x, 0) = g(x), & g: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R} \end{cases}$$

$(u, g) \in C^1$

$f(x)$

$$\int_{x-t}^{x+t} g(z) dz$$



Helion

Artur Krowiak

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz Wydawnictwo HELION dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz Wydawnictwo HELION nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Maple™, MapleNet™, Maple T.A.™, MapleSim™ are registered trademarks of Waterloo Maple Inc.

MATLAB® and Simulink® are registered trademarks of The MathWorks, Inc.

Redaktor prowadzący: Michał Mrowiec

Recenzent: Maciej Szymkat

Projekt okładki: Maciej Pasek

Wydawnictwo HELION  
ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE  
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63  
e-mail: [helion@helion.pl](mailto:helion@helion.pl)  
WWW: <http://helion.pl> (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!

Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres

<http://helion.pl/user/opinie?maplep>

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

ISBN: 978-83-246-3312-8

Copyright © Helion 2012

Printed in Poland.

- [Kup książkę](#)
- [Poleć książkę](#)
- [Oceń książkę](#)

- [Księgarnia internetowa](#)
- [Lubię to! » Nasza społeczność](#)

# Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	<b>7</b>
<b>Rozdział 1. Interfejs</b> .....	<b>11</b>
1.1. Interfejs standardowy .....	12
1.1.1. Tryb Document .....	12
1.1.2. Tryb Worksheet .....	20
1.2. Interfejs klasyczny .....	23
1.3. Pomoc programu .....	24
<b>Rozdział 2. Podstawowe obliczenia, operacje i struktury</b> .....	<b>27</b>
2.1. Obliczenia symboliczne — dokładne .....	28
2.2. Obliczenia przybliżone .....	30
2.3. Działania na liczbach .....	31
2.4. Liczby zespolone .....	32
2.5. Funkcje matematyczne i definiowane przez użytkownika .....	34
2.6. Odwoływanie się do wyrażeń .....	37
2.6.1. Przypisywanie nazw .....	37
2.6.2. Operatory ditto .....	39
2.6.3. Etykiety .....	40
2.7. Struktury danych .....	42
2.7.1. Sekwencje .....	42
2.7.2. Listy .....	44
2.7.3. Zbiory .....	46
2.7.4. Tablice Array .....	48
2.7.5. Tablice table .....	49
2.7.6. Wektory i macierze .....	50
2.7.7. Łańcuchy znaków .....	55
2.8. Operowanie wyrażeniami .....	55
2.8.1. Odwoływanie się do składników wyrażeń .....	56
2.8.2. Zmiana formy zapisu wyrażeń .....	58
2.8.3. Wyznaczanie wartości wyrażeń .....	61
2.9. Obliczenia z użyciem jednostek, stałych fizycznych i tolerancji .....	63
2.9.1. Obliczenia z użyciem jednostek .....	63
2.9.2. Obliczenia z użyciem stałych fizycznych .....	68
2.9.3. Niepewności pomiaru i tolerancje .....	71

<b>Rozdział 3. Grafika .....</b>	<b>75</b>
3.1. Interactive Plot Builder .....	75
3.2. Menu kontekstowe i pole wykresu .....	78
3.3. Jawny zapis poleceń .....	79
3.3.1. Wykresy dwuwymiarowe .....	79
3.3.2. Wykresy trójwymiarowe .....	84
3.4. Formatowanie utworzonego wykresu .....	87
3.5. Wyświetlanie wykresów w jednym układzie współrzędnych .....	89
3.6. Animacje .....	91
<b>Rozdział 4. Wybrane zagadnienia matematyczne .....</b>	<b>93</b>
4.1. Rozwiązywanie równań i układów równań .....	93
4.1.1. Dokładne rozwiązywanie równań i układów równań .....	94
4.1.2. Przybliżone rozwiązywanie równań i układów równań .....	98
4.1.3. Układy równań liniowych .....	101
4.1.4. Inne solwery Maple'a .....	104
4.2. Algebra .....	105
4.2.1. Algebra wielomianów .....	105
4.2.2. Algebra liniowa .....	109
4.3. Analiza matematyczna .....	114
4.3.1. Obliczanie granic .....	114
4.3.2. Różniczkowanie .....	117
4.3.3. Szeregi potęgowe .....	122
4.3.4. Całkowanie .....	125
4.3.5. Równania różniczkowe zwyczajne .....	128
4.4. Analiza wektorowa .....	136
4.4.1. Definiowanie pola skalarnego i wektorowego .....	137
4.4.2. Operacje różniczkowe na polach skalarnych i wektorowych .....	139
4.4.3. Całkowanie pól skalarnych i wektorowych .....	140
4.5. Interpolacja i aproksymacja funkcji .....	141
4.5.1. Curve Fitting Assistant .....	142
4.5.2. Interpolacja i aproksymacja z użyciem komend .....	144
4.6. Optymalizacja .....	149
4.6.1. Optimization Assistant .....	151
4.6.2. Procedury z pakietu .....	152
4.7. Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka .....	155
4.7.1. Elementy kombinatoryki .....	155
4.7.2. Zmienna losowa. Funkcje rozkładu prawdopodobieństwa .....	160
4.7.3. Statystyka matematyczna .....	163
<b>Rozdział 5. Programowanie .....</b>	<b>165</b>
5.1. Instrukcja warunkowa .....	167
5.2. Pętle .....	168
5.3. Pętle specjalne .....	170
5.4. Procedury .....	173
5.4.1. Parametry formalne .....	174
5.4.2. Zwracanie wyniku .....	176
5.4.3. Zmienne .....	177
5.4.4. Wyświetlanie budowy procedur .....	179
5.4.5. Jeszcze kilka słów o procedurach .....	180
5.5. Podstawy programowania modułów .....	183
5.5.1. Zasady określania zasięgu zmiennych .....	184
5.5.2. Pakiety .....	185

5.6.	Operacje wejścia/wyjścia .....	188
5.6.1.	Komunikacja w obrębie dokumentu .....	189
5.6.2.	Komunikacja z zewnętrznymi plikami lub programami .....	194
<b>Rozdział 6.</b>	<b>Tworzenie dokumentów .....</b>	<b>197</b>
6.1.	Formatowanie dokumentu .....	197
6.1.1.	Style znakowe i akapitowe .....	198
6.1.2.	Rozdziały i podrozdziały .....	202
6.1.3.	Ukrywanie i wyświetlanie elementów w dokumencie .....	203
6.1.4.	Wybrane składniki dokumentu .....	204
6.2.	Tabele .....	207
6.2.1.	Tworzenie tabeli .....	207
6.2.2.	Modyfikowanie tabeli .....	208
6.3.	Grafika .....	212
6.4.	Hiperłącza .....	212
6.5.	Interaktywne składniki dokumentu .....	215
6.6.	Pole edytowania kodu .....	219
6.6.1.	Automatyczne wykonywanie kodu przy uruchamianiu dokumentu .....	220
6.7.	Szablony dokumentów .....	221
6.8.	Zapisywanie dokumentu w różnych formatach .....	221
<b>Rozdział 7.</b>	<b>Tworzenie mapletów .....</b>	<b>223</b>
7.1.	Maplet Builder .....	223
7.2.	Pakiet Maplets .....	228
7.2.1.	Podstawowe komendy .....	230
<b>Rozdział 8.</b>	<b>Rozszerzenia Maple'a .....</b>	<b>247</b>
8.1.	Rozszerzenia wewnętrzne — pakiety .....	247
8.2.	Rozszerzenia zewnętrzne — toolboxy .....	250
	<b>Literatura .....</b>	<b>251</b>
	<b>Skorowidz .....</b>	<b>253</b>

## Rozdział 3.

# Grafika

Maple umożliwia tworzenie wykresów dwu- i trójwymiarowych dla funkcji zadanych jawnie, niejawnie, parametrycznie lub za pomocą wartości numerycznych. Wykresy te można przedstawiać w różnych układach współrzędnych, dowolnie formatować oraz eksportować do plików w znanych formatach graficznych. Oprócz wykresów program pozwala na tworzenie dwu- i trójwymiarowych animacji, a także prostych rysunków.

Maple posiada narzędzia, za pomocą których bez znajomości procedur i specjalnych opcji tworzy się wykresy lub animacje oraz nadaje się im odpowiedni wygląd. Jednym z takich narzędzi jest *Interactive Plot Builder*, innym — menu kontekstowe lub funkcja *drag and drop* (ang. przeciągnij i upuść) pozwalająca na wykreślenie funkcji poprzez umieszczenie jej wzoru w polu wykresu. Wszystkie te sposoby zostaną dokładnie omówione w tym rozdziale.

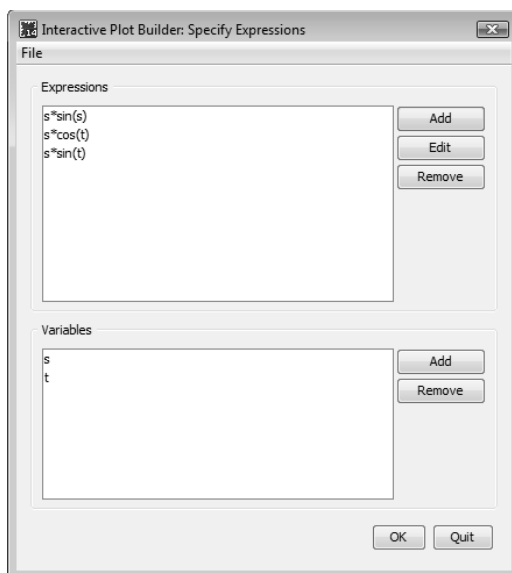
Wykresy i animacje można też generować za pomocą jawnego zapisu odpowiednich procedur. Metoda ta, chociaż bardziej wymagająca, daje możliwość wykorzystania wszystkich opracowanych do tego typu zadań opcji, które zapisuje się jako odpowiednie argumenty wywołania procedur. Podstawowe komendy do tworzenia wykresów, `plot` i `plot3d`, są dostępne bezpośrednio po uruchomieniu programu, inne, bardziej zaawansowane są zgrupowane w pakiecie `plots`. Opis wybranych komend oraz ich argumentów zostanie przedstawiony w dalszej części rozdziału.

## 3.1. Interactive Plot Builder

*Interactive Plot Builder* to interfejs umożliwiający tworzenie wykresów i animacji w prosty, intuicyjny sposób. Uruchamia się go, wybierając z menu *Tools* z podmenu *Assistants* polecenie *Plot Builder*, co jest równoznaczne z wywołaniem komendy `interactive` z pakietu `plots`. W efekcie tego działania wyświetla się okno pokazane na rysunku 3.1, pozwalające na wprowadzanie wyrażeń, które chcemy wykreślić.

Przedstawione okno dialogowe składa się z dwóch pól. W polu *Expressions* są umieszczane wzory wykreślanych funkcji, a w polu *Variables* — symbole oznaczające zmienne niezależne lub parametry tych funkcji. Przyciski *Add*, *Edit* oraz *Remove* widoczne w tym

**Rysunek 3.1.**  
*Okno Interactive  
 Plot Builder  
 do wprowadzania  
 plotowanych wyrażeń*



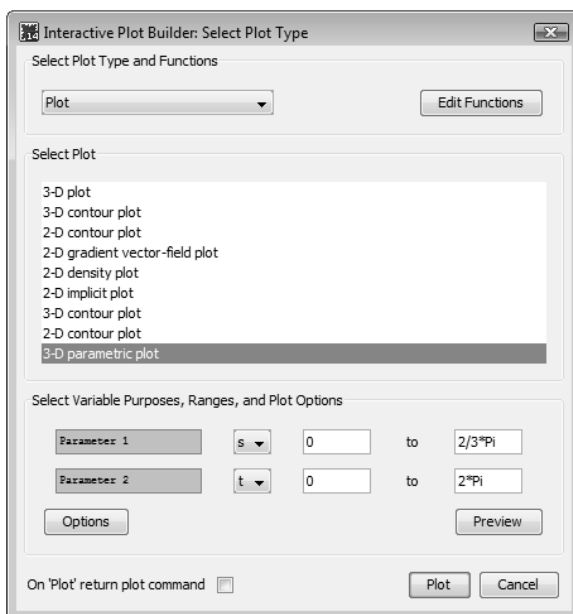
oknie dialogowym służą do wprowadzania, edytowania wcześniej wprowadzonych wyrażeń lub ich usuwania. Program automatycznie wykrywa symbole użyte w tych wyrażeniach, utożsamiając je ze zmiennymi niezależnymi lub parametrami wykreslanej funkcji, i umieszcza je w polu *Variables*. Po zaakceptowaniu danych przyciskiem *OK* przechodzimy do drugiego etapu budowania wykresu, czego odzwierciedleniem jest pojawienie się okna przedstawionego na rysunku 3.2.

Okno to pozwala na wybranie, jakiego rodzaju obiekt graficzny nas interesuje (pole *Select Plot Type and Functions*), oraz uściślenie typu tego obiektu (pole *Select Plot*). W zależności od wprowadzonego wcześniej wyrażenia do wyboru mogą być różne typy obiektów graficznych. Do określenia charakteru zmiennych użytych w wykreslanym wyrażeniu, nadania im żądanego przedziału zmienności oraz wybrania odpowiednich opcji formatowania służy sekcja *Select Variable Purposes, Ranges, and Plot Options*. W sekcji tej tym znajduje się przycisk *Preview*, dający podgląd budowanego obiektu graficznego, oraz przycisk *Options*, udostępniający szereg dodatkowych funkcji, np. wyboru układu współrzędnych czy formatowania wykresu. Po zatwierdzeniu wprowadzonych danych przyciskiem *Plot* w dokumencie pojawi się budowany wykres. Wynikiem działania omawianego narzędzia może być też pełna składnia procedury dającej po wczytaniu budowany obiekt graficzny. Aby tak wyglądała odpowiedź programu, należy zaznaczyć mały kwadracik w ostatniej linii okna z rysunku 3.2 z informacją *On 'Plot' return plot command*.

Dla przykładu użyjemy omawianego miniinterfejsu do wykreślenia trójwymiarowego wykresu funkcji, której współrzędne zadane są w parametrycznej formie  $x = s \cdot \sin(s)$ ,  $y = s \cdot \cos(t)$ ,  $z = s \cdot \sin(t)$ , gdzie  $s \in [0, 2/3\pi]$ ,  $t \in [0, 2\pi]$ .

- a)** Uruchamiamy miniinterfejs i w oknie przedstawionym na rysunku 3.1, używając przycisku *Add* umieszczonego w polu *Expressions*, wprowadzamy kolejne wyrażenia określające współrzędne funkcji, np.  $s \cdot \sin(s)$  itd. Każde wyrażenie

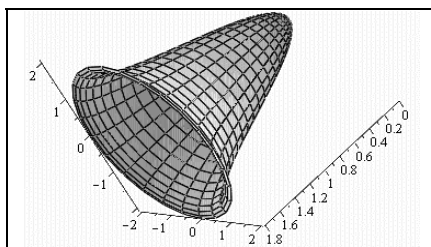
**Rysunek 3.2.**  
*Okno Interactive Plot  
 Builder do wyboru  
 typu wykresu*



musi zostać wprowadzone indywidualnie. Wprowadzone wyrażenia oraz wykryte symbole program umieszcza w przygotowanych polach, tak jak na rysunku 3.1. Wciskając przycisk *OK*, przechodzimy do następnego etapu.

- b)** W polu *Select Plot Type and Functions* widocznym w oknie przedstawionym na rysunku 3.2 wybieramy *Plot*, a w polu poniżej — *3-D parametric plot*. W ostatnim polu tego okna ustalamy zakresy zmian parametrów zgodnie z naszymi danymi. Teraz możemy użyć przycisku *Preview*, aby zobaczyć podgląd budowanego wykresu. W pokazanym wykresie nie będą widoczne osie układu współrzędnych.
- c)** W celu narzucenia odpowiednich osi należy użyć przycisku *Options*, a następnie w polu *Axes*, znajdującym się w lewym dolnym rogu wyświetlonego okna, wybrać odpowiedni typ osi, np. *frame*. Możemy ponownie użyć przycisku *Preview*, znajdującego się także w tym oknie dialogowym, do sprawdzenia wyglądu wykresu. Jeśli inne zmiany dotyczące formatowania rysunku nas nie interesują, możemy za pomocą przycisku *Plot* umieścić budowany wykres w dokumencie. Oto jego wygląd:

> `plots[interactive]();`





Program działając w trybie *Worksheet*, zostawia ślad użycia narzędzi interaktywnych w postaci odpowiednich poleceń, za pomocą których te narzędzia można wywołać. W tym przypadku jest to procedura *interactive*, znajdująca się w pakiecie do grafiki.

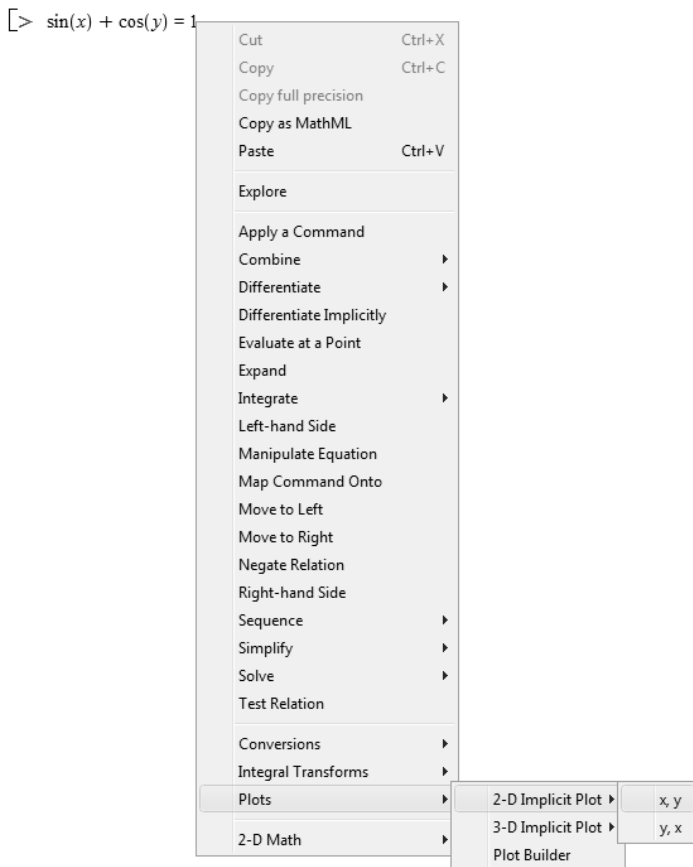
## 3.2. Menu kontekstowe i pole wykresu

Niektóre wykresy można łatwo i szybko stworzyć za pomocą menu kontekstowego lub przez umieszczenie wykreślanego wyrażenia w polu wykresu. Użycie obu tych sposobów wymaga zapisania danego wyrażenia w polu wprowadzania poleceń.

W menu kontekstowym rozwiniętym na tym wyrażeniu znajduje się podmenu *Plots* umożliwiające tworzenie wykresów dwu- i trójwymiarowych dla funkcji zadanych w sposób jawny lub niejawny. Na rysunku 3.3 przedstawiono menu kontekstowe rozwinięte na przykładowym wyrażeniu.

### Rysunek 3.3.

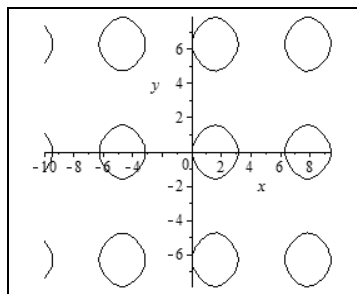
Podmenu *Plots*  
w menu kontekstowym



Podmenu *Plots* pozwala także wywołać interfejs omówiony w poprzednim podrozdziale. W tym przypadku *Interactive Plot Builder* będzie już zawierał podstawowe dane o plotowanym wyrażeniu i uruchomi od razu okno z rysunku 3.2.

Rozwijając menu kontekstowe na wyrażeniu  $\sin(x) + \cos(y) = 1$ , niejawnie określającym zależność współrzędnych  $x$  i  $y$ , oraz wybierając z *Plots* polecenie *2-D Implicit Plot*, tak jak na rysunku 3.3, otrzymamy w dokumencie następującą odpowiedź:

```
> sin(x) + cos(y) = 1
> smartplot[x,y]( sin(x) + cos(y) = 1 )
```



Inna, wspomniana wcześniej metoda tworzenia wykresu polega na wstawieniu pustego obszaru wykresu i przeciągnięciu zaznaczonego wyrażenia w ten obszar. Aby wstawić taki obszar, należy użyć polecenia *Plot* z menu *Insert*. Polecenie to pozwala wstawić obszar dla wykresu dwu- lub trójwymiarowego. Następnie wystarczy zaznaczyć zapisane w dokumencie wyrażenia i przeciągnąć je w ten obszar. Tym sposobem na jednym rysunku można łatwo wykreślić kilka funkcji.

## 3.3. Jawny zapis poleceń

### 3.3.1. Wykresy dwuwymiarowe

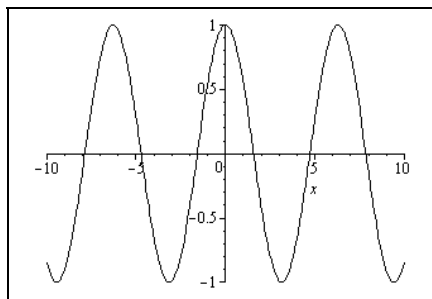
Podstawową komendą do tworzenia wykresów dwuwymiarowych jest procedura `plot`, którą wywołuje się według następującego schematu:

```
plot( wyrażenie, symbol = a..b, c..d, opcje )
```

*Symbol* jest nazwą zmiennej niezależnej w wykreslanym *wyrażeniu*, wartości  $a$  i  $b$  oraz  $c$  i  $d$  oznaczają zakresy osi odciętych i rzędnych, a *opcje* są dodatkowymi argumentami, pozwalającymi na określenie układu współrzędnych, wygładzenie wykresu lub nadanie wykresowi odpowiedniej formy (np. kolor, styl i grubość linii, podpisy osi itd.).

Aby użyć komendy w podstawowej formie, wystarczy wprowadzić wyrażenie oraz podać symbol pełniący funkcję zmiennej, jak w poniższym przykładzie:

```
> plot(cos(x), x)
```



W takim wypadku program przyjmie domyślnie zakres osi odciętych  $[-10, 10]$ , a zakres osi rzędnych odpowiednio dopasuje.

Pierwszym argumentem komendy `plot` może być również dobrze sama nazwa funkcji matematycznej, np. `sin`, `exp`, `ln`, lub zdefiniowanej przez użytkownika. W takim przypadku w wywołaniu komendy nie podaje się nazwy zmiennej niezależnej, a jedynie określa się jej zakres.

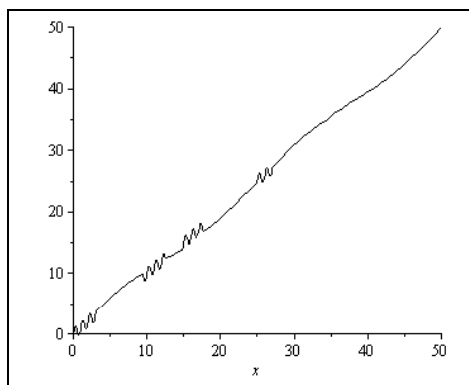
Komenda `plot` umożliwia wykorzystanie wielu dodatkowych parametrów pozwalających na formatowanie wykresów. Najczęściej wprowadza się je w formie równań *parametr = wartość*. Podstawowe z nich przedstawiono w tabeli 3.1. Niektóre z tych parametrów są także dostępne w menu kontekstowym rozwijanym przez kliknięcie prawym klawiszem myszki w obszarze rysunku. Brak dodatkowych parametrów w wywołaniu procedury sprawia, że program nadaje im domyślne wartości — w tabeli zaznaczono je pogrubieniem.

**Tabela 3.1.** Wybrane parametry pozwalające na formatowanie wykresów

Parametr	Wartość	Opis
<code>axes</code>	<code>normal</code> , <code>boxed</code> , <code>frame</code> , <code>none</code>	typ osi układu współrzędnych
<code>color</code> lub <code>colour</code>	<code>red</code> , <code>blue</code> , <code>black</code> , <code>green</code> , ...	kolor wykresu
<code>style</code>	<code>polygonoutline</code> , <code>line</code> , <code>point</code> , <code>polygon</code>	styl rysunku
<code>linestyle</code>	<code>solid</code> , <code>dot</code> , <code>dash</code> , <code>dashdot</code> , <code>longdash</code> , <code>spacedash</code> , <code>spacedot</code>	styl linii
<code>thickness</code>	liczba całkowita — domyślnie jest 0	grubość linii
<code>numpoints</code>	liczba całkowita — domyślnie jest 50	minimalna liczba punktów do utworzenia wykresu
<code>discont</code>	<code>false</code> , <code>true</code>	informacja o istnieniu punktów nieciągłości
<code>tickmarks</code>	<code>[n, m]</code> , <code>n</code> , <code>m</code> — liczby całkowite	liczba punktów podziałki na osiach
<code>labels</code>	<code>[text_x, text_y]</code> , <code>text_x</code> , <code>text_y</code> — łańcuchy znaków	opisy osi
<code>view</code>	<code>[a..b, c..d]</code> , <code>a</code> , <code>b</code> , <code>c</code> , <code>d</code> — liczby oznaczające przedziały na odpowiednich osiach	zbliżenie

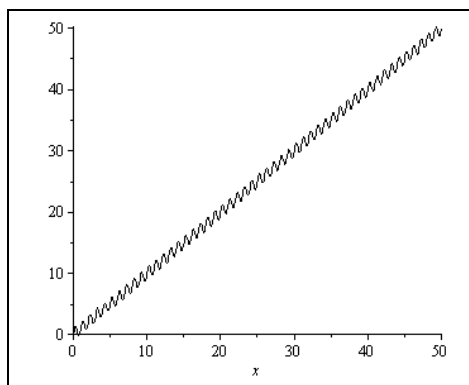
Dla przykładu wykorzystamy parametr `numpoints` stosowany do wygładzania wykresu. Program tworzy wykres, wyznaczając w pewnych punktach wartości wyrażenia, a następnie łączy je odcinkami prostymi. W pewnych przypadkach liczba tych punktów może okazać się niewystarczająca i wykres nie będzie gładki lub nie będzie dokładnie odwzorowywał przebiegu wykreślonej funkcji. Przykładem jest poniższy rysunek:

```
> plot(x + sin(2 * pi * x), x = 0 ..50)
```



Wtedy należy wykorzystać parametr `numpoints`, wprowadzając odpowiednio dużą liczbę punktów. Liczbę tę można dobrać metodą kolejnych prób, za każdym razem obserwując otrzymany wykres, np.:

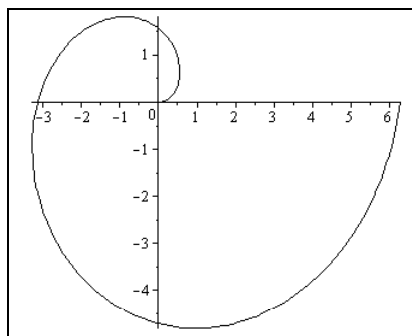
```
> plot(x + sin(2 * pi * x), x = 0 ..50, numpoints = 200)
```



Większa liczba punktów w opcji `numpoints` niż ta wprowadzona powyżej nie spowoduje żadnej widocznej zmiany w tworzonym wykresie, co oznacza, że jest to wystarczająca liczba punktów, by w pełni odwzorować przebieg wykreślonej funkcji.

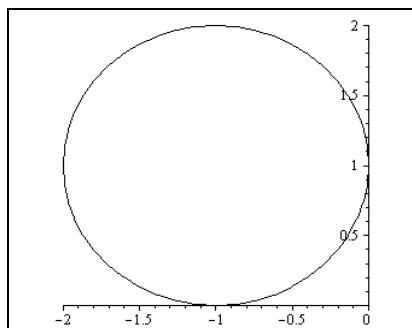
Komenda `plot` domyślnie tworzy wykresy w kartezjańskim układzie współrzędnych. Stosując opcję `coords`, mamy możliwość wykreślenia funkcji np. w układzie biegunowym:

```
> plot( $\phi$ ,  $\phi = 0 .. 2 \cdot \pi$ , coords = polar)
```



Przy użyciu omawianej komendy można też tworzyć wykresy funkcji zadanych parametrycznie lub za pomocą wartości liczbowych. Wymaga to nieco innego sposobu wywołania tej procedury. Wykres funkcji zadanej w postaci parametrycznej tworzy się, podając zależności na zmienne funkcji oraz zakres zmian parametru w formie listy, tak jak poniżej:

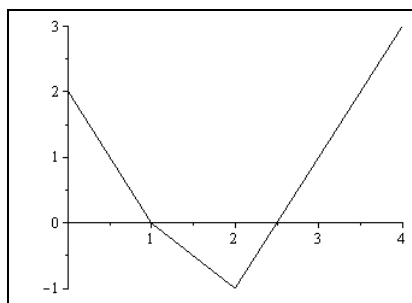
```
> plot([sin(t) - 1, cos(t) + 1, t = 0 .. 2 * pi])
```



Funkcję zadaną za pomocą wartości liczbowych wprowadzamy w formie listy zawierającej dwuelementowe listy ze współrzędnymi punktów:

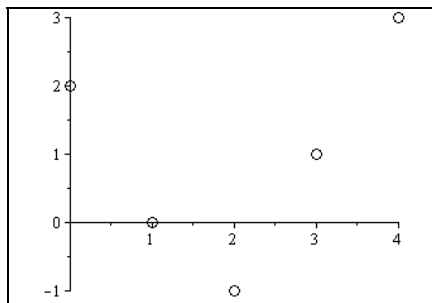
```
> punkty := [0, 2], [1, 0], [2, -1], [3, 1], [4, 3]:
```

```
> plot([punkty])
```



Program rysuje wykres, łącząc zadane punkty prostymi odcinkami. Aby na wykresie widoczne były tylko wprowadzone punkty, należy zastosować opcje `style = point` z wartością `point`. Efekt będzie następujący:

```
> plot([punkty], style = point, symbol = circle, symbolsize = 25)
```



Pozostałe opcjonalne parametry użyte w pokazanym wywołaniu komendy umożliwiają wybranie żądanych symboli do oznaczenia punktów oraz nadanie im odpowiednich wielkości.

Komenda `plot` tworzy wykresy funkcji zadanych w sposób jawny. Jeśli operujemy wyrażeniem w postaci  $f(x,y) = 0$ , niejawnie określającym zależności pomiędzy zmiennymi funkcji, należy wcześniej przekształcić tę zależność do jawnej postaci  $y = g(x)$  i wtedy wprowadzić zależność  $g(x)$  w komendzie `plot`. Często takie przekształcenie jest trudne lub nawet niemożliwe do przeprowadzenia. Jak pokazano w przykładzie z podrozdziału 3.2, Maple wykreśla także zależności zapisane w formie niejawnej. Procedura realizująca to zadanie nosi nazwę `implicitplot` i znajduje się w pakiecie `plots`. Sposób jej użycia jest następujący:

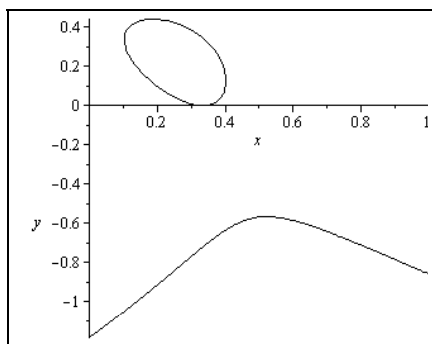
```
implicitplot( funkcja_niejawna, symbol1 = a..b, symbol2 = c..d )
```

przy czym *funkcję niejawną* podaje się w formie równania, a *symbole* są zmiennymi tej funkcji. Przykład wykorzystania tej komendy pokazano niżej:

```
> with(plots, implicitplot) :
```

```
> fun := 6*x^2 + 8*y^3 + 3*(2*x + y - 1)^2 - 1 = 0 :
```

```
> implicitplot( fun, x = 0 .. 1, y = -2 .. 1/2, numpoints = 7000 )
```



Wykresy tworzone za pomocą komendy `implicitplot` można dostosowywać do własnych potrzeb, korzystając z parametrów opcjonalnych przedstawionych w tabeli 3.1.

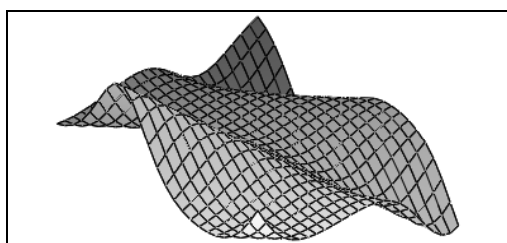
### 3.3.2. Wykresy trójwymiarowe

Podstawową procedurą do tworzenia wykresów trójwymiarowych jest komenda `plot3d`, której sposób użycia jest następujący:

```
plot3d( wyrażenie, symbol1 = a..b, symbol2 = c..d, opcje )
```

Oto przykład działania komendy:

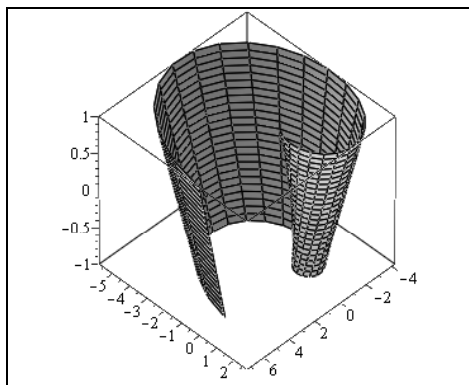
```
> plot3d( x·esin(x+y), x = -3..3, y = -4..4 )
```



Wiele parametrów opcjonalnych używanych podczas rysowania funkcji jednej zmiennej znajduje również tutaj zastosowanie. Spośród nich bardzo przydatny okazuje się parametr `axes`, pozwalający przedstawić osie układu współrzędnych w odpowiedniej formie. Jak widać na rysunku, komenda `plot3d` w swej podstawowej postaci nie wyświetla osi układu.

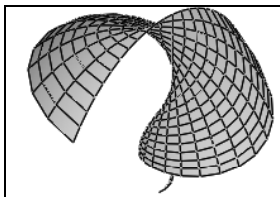
Omawiana procedura daje możliwość rysowania wykresów funkcji zapisanych w postaci jawnej, w różnych układach współrzędnych. Domyślnie wykresy są tworzone w układzie kartezjańskim. Nadając odpowiednią wartość parametrowi `coords`, możemy sporządzać wykresy w układach krzywoliniowych, np. w układzie współrzędnych cylindrycznych:

```
> plot3d( φ + z, φ = 0..2·π, z = -1..1, coords = cylindrical, axes = boxed )
```



lub sferycznych:

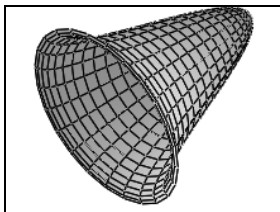
$> \text{plot3d}(\varphi + \theta, \varphi = 0..2\cdot\pi, \theta = -1..1, \text{coords} = \text{spherical})$



Pierwszym argumentem procedury jest wtedy wyrażenie określające zależność pierwszej współrzędnej od pozostałych, np.  $r = f(\varphi, z)$  dla układu cylindrycznego czy  $r = f(\varphi, \theta)$  dla układu sferycznego. Dokładną interpretację tych współrzędnych można sprawdzić w pomocy programu poprzez hasło `plot3d[coords]`. Maple zna także inne układy krzywoliniowe. Te informacje, jak również dokładne relacje pomiędzy współrzędnymi kartezjańskimi a krzywoliniowymi, są dostępne w pomocy programu pod hasłem `coords`.

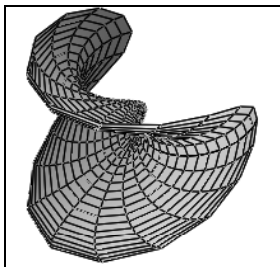
Odpowiedni zapis argumentów procedury `plot3d` pozwala generować wykresy funkcji zadanych w sposób parametryczny. W tym celu jako pierwszy argument podaje się listę z parametrycznymi zależnościami określającymi zmienne funkcji, a następane dwa argumenty informują o zakresie zmian parametrów. Oto przykład:

$> \text{plot3d}([s \cdot \sin(s), s \cdot \cos(t), s \cdot \sin(t)], s = 0.. \frac{2}{3}\pi, t = 0..2\pi)$



Powierzchnie zadane w sposób parametryczny można przedstawiać w różnych układach współrzędnych:

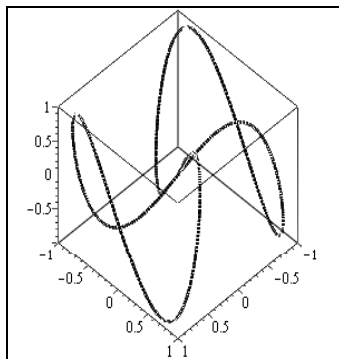
$> \text{plot3d}([s \cdot \sin(s), s \cdot \cos(t), s \cdot \sin(t)], s = 0.. \frac{2}{3}\pi, t = 0..2\pi, \text{coords} = \text{cylindrical})$





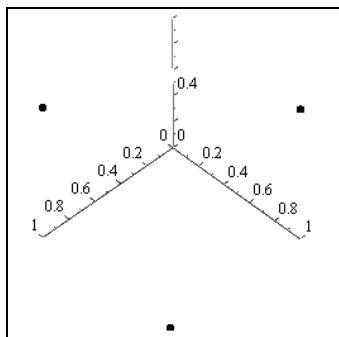
W formie parametrycznej można także definiować i wykreślać krzywe przestrzenne. Do tego służy specjalna komenda zawarta w pakiecie `plots`. Niżej pokazano przykład jej użycia:

```
> with(plots) :
> spacecurve([sin(t), sin(2*t), sin(4*t), t = 0 ..6], axes = boxed, numpoints
= 500, thickness = 3)
```

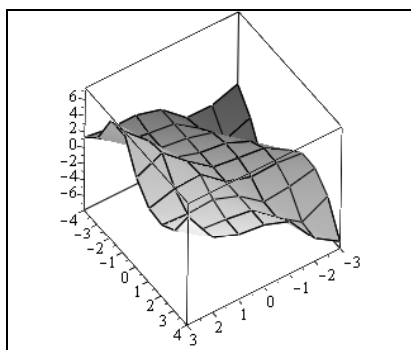


Podobnie jak przy wykresach dwuwymiarowych także i w tym przypadku można wykreślać zależności zadane w sposób liczbowy lub niejawni. Do tego wykorzystuje się odpowiednio procedury `pointplot` i `surfdata` lub `implicitplot3d`, także dostępne w pakiecie do grafiki:

```
> pointplot3d([[1, 1, 0], [0, 1, 1], [1, 0, 1]], symbolsize = 30, axes
= normal);
```

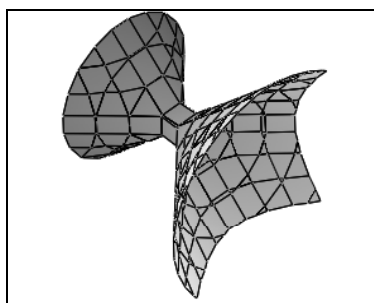


```
> punkty := seq([ seq([x, y, x*e^sin(x+y)], x=-3 ..3)], y=-4 ..4) :
> surfdata([punkty], axes = boxed)
```



>  $p := x^2 - y^2 + z^2 - 1 = 0$  :

> `implicitplot3d(p, x=-5..8, y=-5..8, z=-5..8)`



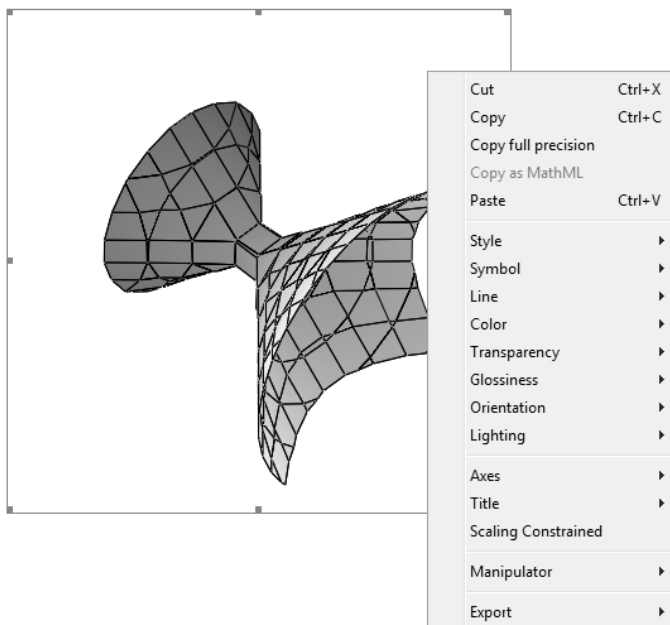
## 3.4. Formatowanie utworzonego wykresu

Wykres znajdujący się w dokumencie może być dostosowywany do potrzeb użytkownika za pomocą menu kontekstowego rozwiniętego na tym wykresie (rysunek 3.4) lub menu *Plot* znajdującego się pod paskiem zadań (rysunek 3.5). Menu to aktywuje się przez kliknięcie myszką w obszarze rysunku.

Narzędzia te pozwalają dobrać odpowiednią orientację rysunku, styl wykresu, format osi i ich wyskalowanie, kolory i inne właściwości. Warto poświęcić chwilę i poeksperymentować z funkcjami formatowania, poznając spore możliwości programu w tym zakresie.

Polecenia dostępne we wspomnianych narzędziach mogą być wprowadzone już przed narysowaniem wykresu przez wykorzystanie odpowiednich opcji wywołania komend (tabela 3.1) lub funkcji dostępnych za pomocą przycisku *Options* w interfejsie *Interactive Plot Builder*.

**Rysunek 3.4.**  
Przykład menu  
kontekstowego  
wykresu



**Rysunek 3.5.**  
Menu Plot



Utworzone wykresy mogą być dowolnie opisywane dzięki wykorzystaniu funkcji dostarczanych przez menu *Drawing*, które jest dostępne po lewej stronie przycisku *Plot* (rysunek 3.5). Menu to jest aktywne, gdy w dokumencie zaznaczono obiekt graficzny, np. wykres. Funkcje menu *Drawing*, widoczne na rysunku 3.6, pozwalają wprowadzać do zaznaczonego obiektu graficznego tekst, obiekty typu prostokąt, owal, linie, strzałki, a także nadawać im odpowiedni kolor zarysu lub wypełnienia.

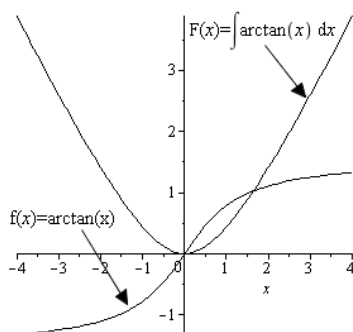
**Rysunek 3.6.**  
Menu Drawing



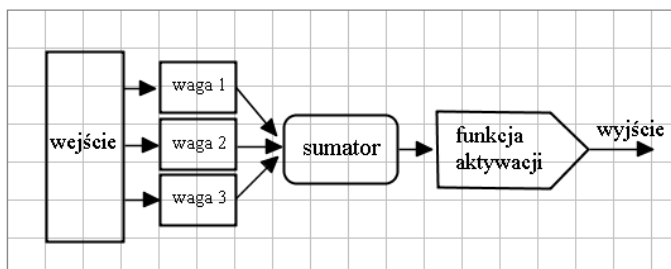
Przykładowy wykres, którego opis sporządzono z użyciem funkcji menu *Drawing*, pokazano na rysunku 3.7. Odpowiednie opisy krzywych przygotowano, wprowadzając w obszarze wykresu, za pomocą przycisku *T*, pole tekstowe. Odnośniki w postaci strzałek wykreślono przy użyciu przycisku *Line tool*, znajdującego się z prawej strony przycisku *T*, nadając takiej linii styl strzałki za pomocą rozwijalnego menu *Drawing linestyle* (drugi przycisk od prawej na rysunku 3.6).

Menu *Drawing* pozwala także na rysowanie prostych rysunków. W tym celu należy wprowadzić, za pomocą polecenia *Canvas* z menu głównego *Insert*, obszar rysunku, który przypomina kratkowaną kartkę, pokazaną na rysunku 3.8. Odstęp między widocznymi tam liniami pionowymi i poziomymi, ich kolor, a także kolor tła ustala się w menu *Drawing* za pomocą rozwijanej listy umiejscowionej po prawej stronie tego menu. Używając funkcji oferowanych przez menu *Drawing*, można szybko i wygod-

**Rysunek 3.7.**  
Wykres opisany  
przy użyciu narzędzi  
menu *Drawing*



**Rysunek 3.8.**  
Szkic wykonany  
przy użyciu narzędzi  
menu *Drawing*



nie naszkicować rysunek. Przykład szkicu pokazano na rysunku 3.8. Graficzne przedstawianie rozważanych modeli lub pomysłów obliczeniowych, np. w formie schematów blokowych, pomaga w lepszym zrozumieniu kolejnych kroków obliczeniowych i jest szczególnie istotne, jeśli budowany dokument ma być wykorzystywany w celu zaprezentowania uzyskanych wyników.

Wykresy tworzone w Maple’u można zapisywać w plikach w różnych formatach graficznych. Do tego celu wykorzystuje się polecenie *Export* dostępne w menu kontekstowym danego wykresu lub komendę `plotsetup`.

## 3.5. Wyświetlanie wykresów w jednym układzie współrzędnych

W najprostszych przypadkach, gdy funkcje zadane są np. w sposób jawny lub niejawny, do utworzenia ich wykresów w jednym układzie współrzędnych najłatwiej posłużyć się narzędziami, takimi jak interfejs *Interactive Plot Builder* lub funkcja *drag and drop* zastosowana do pola wykresu, które zostały omówione we wcześniejszych podrozdziałach.

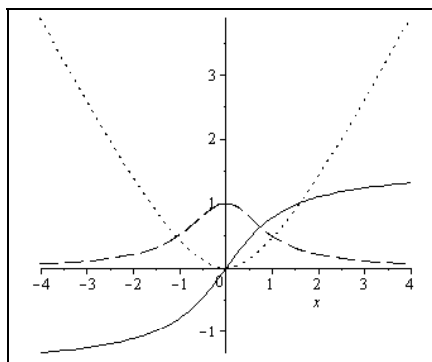
W przypadku zastosowania wspomnianego interfejsu wystarczy w oknie przedstawionym na rysunku 3.1 wprowadzić odpowiednie wyrażenia, a potem w oknie pokazanym na rysunku 3.2 wybrać żądany rodzaj wykresu. Jeszcze prościej operacja ta wygląda,

jeśli użyjemy funkcji *drag and drop*. W obszar wprowadzonego wcześniej pola wykresu (polecenie *Plot* z menu *Insert*) należy kolejno przeciągnąć zapisane w dokumencie wyrażenia reprezentujące wykreślane funkcje.

Jak zwykle to samo można osiągnąć, wywołując odpowiednie procedury, w których plotowane wyrażenia wprowadza się w formie struktur danych, np. list lub zbiorów, co pokazują dwa poniższe przykłady. W pierwszym z nich na jednym wykresie przedstawiono daną funkcję, jej pochodną oraz funkcję pierwotną (całka nieoznaczona), każdą innym rodzajem linii, w drugim przypadku wykreślono dwa wyrażenia przedstawiające zależności niejawne:

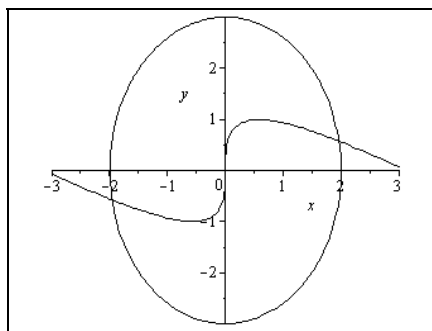
>  $f := \arctan(x) :$

>  $\text{plot}([f, \text{diff}(f, x), \text{int}(f, x)], x = -4 .. 4, \text{linestyle} = [\text{solid}, \text{dash}, \text{dot}], \text{color} = \text{black})$



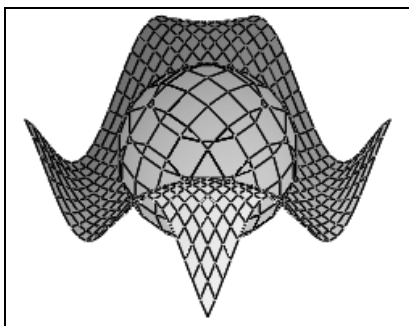
>  $\text{with}(\text{plots}) :$

>  $\text{implicitplot}\left(\left\{\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1, \sin(x + y) = y\right\}, x = -3 .. 3, y = -4 .. 4\right)$



Jeśli funkcje, które mają być przedstawione w jednym układzie współrzędnych, są generowane za pomocą różnych procedur, najpierw należy utworzyć ich wykresy przy użyciu odpowiednich komend, a następnie wykorzystać procedurę *display* z pakietu *plots* do ich wyświetlenia. Poniższy przykład ilustruje taki tok postępowania.

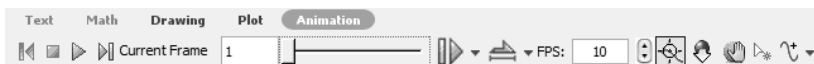
```
> p1 := plot3d(sin(x·y), x=-2..2, y=-2..2) :
> p2 := implicitplot3d(x2 + y2 + z2 = 2, x=-2..2, y=-2..2, z=-2..2) :
> display(p1, p2)
```



## 3.6. Animacje

Możliwości graficzne Maple'a sięgają znacznie dalej niż rysowanie wykresów. Program dostarcza narzędzi do tworzenia animacji dwu- lub trójwymiarowych, które tworzy się za pomocą omawianego we wcześniejszych podrozdziałach interfejsu *Interactive Plot Builder* lub przy użyciu polecenia `animate` znajdującego się w pakiecie `plots`.

Wykorzystując interfejs *Interactive Plot Builder* do tworzenia animacji, trzeba postępować podobnie jak w przypadku rysowania wykresu. Najpierw w oknie pokazanym na rysunku 3.1 należy wprowadzić odpowiednie wyrażenie. Wyrażenie to oprócz zmiennych niezależnych musi posiadać parametr odpowiadający za animację. Po zatwierdzeniu wprowadzonych danych pojawi się okno przedstawione na rysunku 3.2. W polu *Select Plot Type and Functions* tego okna należy wybrać opcję *Animation* i poniżej sprecyzować typ animacji, np. *2-D plot*. Ostatnim wymaganym krokiem jest ustalenie, który z symboli pełni funkcję zmiennej niezależnej, a który parametru animacji, oraz określenie zakresu ich zmienności. Po zatwierdzeniu wprowadzonych danych przyciskiem *Plot* odpowiedni wykres pojawi się w dokumencie. Odpowiada on początkowej wartości parametru animacji. Po kliknięciu w polu tego wykresu uaktywni się menu animacji pokazane na rysunku 3.9, znajdujące się pod paskami zadań.



Rysunek 3.9. Menu animacji

Menu to zawiera przyciski aktywujące funkcje znane z różnego typu odtwarzaczy multimedialnych, pozwalające odtwarzać animację, zatrzymywać ją, przewijać klatka po klatce, zmieniać prędkość odtwarzania, a także inne przyciski dostarczające pewnych funkcji formatowania rysunku. Opcje formatowania są dostępne także w menu kontekstowym rysunku przygotowanego do animacji.

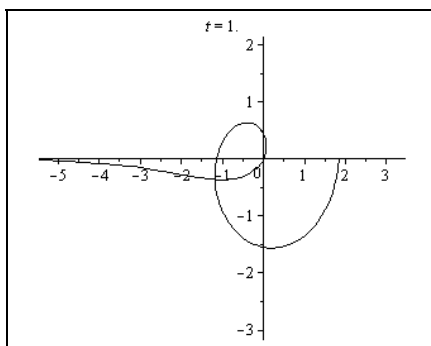
Do tworzenia animacji program wykorzystuje procedurę `animate`. Utworzenie animacji poprzez jawny zapis tej komendy wymaga podania jej argumentów według następującego porządku:

```
animate( procedura, [argumenty], parametr = a..b, opcje )
```

przy czym *procedura* oznacza nazwę komendy generującej odpowiedni typ wykresu, a *argumenty* zawarte w liście są parametrami potrzebnymi do wyplotowania tego wykresu. Dalej podaje się nazwę i zakres parametru animacji (*parametr*) oraz dodatkowe argumenty pozwalające dopasować animację do potrzeb użytkownika. Z omawianej komendy można korzystać po udostępnieniu pakietu `plots`.

> `with(plots, animate)` :

> `animate(plot, [ln(phi*t), phi = 0..2*pi, coords = polar], t = 1..5)`



Powyżej utworzono przykładową animację funkcji zdefiniowanej w układzie współrzędnych biegunowych. Kliknięcie w obszarze rysunku uaktywnia menu animacji przedstawione na rysunku 3.9.

Animacje są budowane przez utworzenie tzw. klatek, podobnych do klatek filmu, na których pokazany jest wykres dla kolejnych wartości parametru animacji. Uruchomienie animacji powoduje wyświetlenie tych klatek jedna po drugiej, co daje efekt ruchu. Prędkość wyświetlania jest pokazana w menu animacji (rysunek 3.9) w okienku oznaczonym literami FPS (*frames per second* — z ang. klatki na sekundę) i może być zmieniana przez użytkownika według uznania za pomocą małych strzałek znajdujących się z prawej strony tego okienka. Domyślnie do utworzenia animacji program używa dwudziestu pięciu klatek. Jeśli jakość animacji okaże się niezadowolająca, w wywołaniu procedury należy użyć dodatkowego argumentu `frames`, nadając mu większą wartość.

Kończąc opis możliwości graficznych Maple'a, warto zaznaczyć, że oprócz prezentowanych przykładów program zawiera szereg procedur, znajdujących się w pakiecie `plots`, do tworzenia wielu innych typów wykresów. Maple umożliwia również programowanie elementów graficznych.

# Skorowidz

2D Input, 22

## A

algebra liniowa, 109

analiza matematyczna, 114

analiza wektorowa, 136

animacje, 91

animate

argumenty, 92

opcje, 92

parametr, 92

procedura, 92

aplikacja

Maple Portal, 24

Maplet Builder, 223

Application Center, 9

aproksymacja funkcji, 141

argumenty, 27

atrybut

modyfikowanego stylu, 199

stylu tekstowego, 199

VectorField, 138

automatyczne wykonywanie kodu, 220

## B

BlockImporter, 250

blok dokumentu, 17, 18, 20

błąd

bezwzględny, 72

względny, 72

## C

całkowanie, 125

int, 125

numeryczne, 126

pól skalarnych i wektorowych, 140

ciąg Fibonacciego, 181

Components, 204

CorrelationMatrix, 163

Curl, 139

część wspólna zbiorów, 47

## D

definicja pola wektorowego, 138

deklaracja export, 183

DirectionalDiff, 139

Divergence, 139

Document, 197

dsolve, 132

dwukropek (:), 22

działania

na liczbach, 31

na wektorach i macierzach, 110

na wielomianach, 108

na zbiorach, 46

## E

efekt oscylacji funkcji, 147

ekstrema funkcji, 150

elementy

definiujące działanie, 240

definiujące strukturę mapletu, 231

okna mapletu, 234, 239

okna, 234

typu Label, 217

typu MathMLViewer, 226

typu TextField, 226

etykiety, 40, 216



**F**

FAIL, 165  
 fdiff, 122  
   punkt, 122  
   symbol, 122  
   wyrażenie, 122  
 forma  
   dwuwymiarowa, 24  
   jednowymiarowa, 22  
   men, 30  
 format etykiety, 41  
 formatowanie dokumentu, 197  
 formatowanie wykresu, 80, 87  
 formaty graficzne, 212  
 Fortran, 196  
 FPS, frames per second, 92  
 funkcja  
   celu, 152  
   drag and drop, 75, 90  
   interface, 54  
   matematyczna  
   eksponencjalna, 35  
   hiperboliczna, 35  
   logarymiczna, 35  
   moduł, 35  
   najmniejsza i największa spośród liczb, 35  
   odwrotna do trygonometrycznej, 35  
   pierwiastek, 35  
   silnia, 35  
   trygonometryczna, 35  
   znak, 35  
   minimize, 154  
   niejawna, 83  
   profile, 182  
   rozkładu prawdopodobieństwa, 160  
   sklejana, 145

**G**

Gradient, 139  
 grafika, 75, 92  
 granica  
 funkcji, 114  
 granica  
   całkowania, 126  
   jednostronna, 114  
   lewostronna, 116  
   obustronna, 115  
   prawostronna, 116  
 grupa wykonawcza, 19

**H**

hiperłącza, 212

**I**

iloczyn  
   skalarny, 111  
   wektorowy, 112  
 instrukcja  
   description, 181  
   global, 177  
   local, 177  
   nargs, 175  
   option, 181  
   read, 194  
   restart, 205, 220  
   return, 177  
   save, 194  
   warunkowa, 167  
   wykonywana automatycznie, 204  
 int, 125  
   symbol, 125  
   wyrażenie, 125  
 interakcja z użytkownikiem, 217  
 interaktywne składniki dokumentu, 215  
 interfejs, 11  
   Curve Fitting Assistant, 142  
   graficzny klasyczny, *Patrz* interfejs klasyczny  
   graficzny standardowy, *Patrz* interfejs  
   standardowy  
   Interactive Plot Builder, 75, 89  
   klasyczny, 23  
   Maple Calculator, 11  
   ODE Analyzer Assistant, 128  
   Optimization Assistant, 151  
   programowalny, 16  
   standardowy, 12  
   tryb Document, 12, 197  
   tryb Worksheet, 20  
   w postaci linii komend, 11  
 interpolacja funkcji, 141  
 interpolacja i aproksymacja  
   funkcje sklejane, 147  
   PolynomialInterpolation, 144  
   Spline, 145  
   z użyciem komend, 144  
 interpolacja wielomianowa, 144

**J**

Jacobian, 139  
 Java, 196  
 jawny zapis polecenia, 16

jedno rozwiązanie, 102  
 jednostka urojona, 32  
 jednowymiarowy sposób zapisu, 22  
 język C, 196

## K

kalkulator  
   całek, 224  
   jednostek, 64  
 klamra (|), 19  
 klawisz F2, 25  
 kod źródłowy kalkulatora całek, 230  
 kombinacja liniowa wektorów, 112  
 kombinacje, 157, 159  
 kombinatoryka, 155  
 komenda  
   About, 138  
   BoxLayout, 229  
   ceil(x), 32  
   coeff, 105  
   coeffs, 105  
   collect, 105  
   combine, 72  
   Complex, 32  
   convert, 64  
   currentdir, 188  
   degree, 105  
   diff, 16, 66, 119, 131  
   dsolve, 104, 132  
   Element, 69  
   eval, 179  
   evalb, 166, 168  
   evalc, 33  
   evalf, 30  
   Evaluate, 239, 241  
   expand, 105, 108  
   factor, 105  
   floor(x), 32  
   Flux, 140  
   frac(x), 32  
   gcd, 105  
   GetConstant, 69  
   GetConstants( names ), 69  
   GetCoordinates, 137  
   GetError, 71  
   GetUnit, 70  
   GetValue, 72  
   has, 56  
   ifactor(n), 32  
   implicitplot, 84  
   int, 126  
   interactive, 75  
   interface, 180  
   intsolve, 104  
   iquo(n, m), 32  
   irem(n, m), 32  
   isprime(n), 32  
   LeastSquares, 147  
   lcm, 105  
   lcoeff, 105  
   ldegree, 105  
   lhs, 57  
   limit, 115  
   LinearSolve, 103  
   LineInt, 140  
   lprint, 190  
   map, 172  
   Matrix, 51  
   minimize, 154  
   mtaylor, 122  
   nextprime(n), 32  
   nops, 156  
   numbperm, 157  
   odeplot, 136  
   op, 44, 56  
   PathInt, 140  
   pdsolve, 104  
   piecewise, 34, 35  
   plot, 75, *Patrz także* plot, 79  
   plot3d, 75, *Patrz także* plot3d, 84  
   plots, 86  
   plotsetup, 89  
   PolynomialInterpolation, 147  
   print, 179, 189  
   printf, 190  
   Quantity, 71  
   quo, 108  
   readline, 190, 195  
   readstat, 192  
   rem, 108  
   rhs, 57  
   round(x), 32  
   rsolve, 104  
   RunDialog, 241  
   savelib, 187  
   seq, 43  
   SetCoordinates, 137  
   SetOption, 241  
   Shutdown, 241  
   solve, 19, 98  
   sort, 105, 106  
   Spline, 147  
   SurfaceInt, 140  
   taylor, 122  
   tcoeff, 105  
   trunc(x), 32  
   unapply, 36

- komenda
    - Unit, 65
    - UseSystem, 66
    - Vector, 50, 137
    - with, 27
    - writedata, 196
    - writeline, 196
  - komendy
    - definiujące działania mapletu, 240
    - do obliczania całek, 140
    - do operacji różniczkowych, 139
    - do wybranych operacji na macierzach, 114
    - i operatory do działań na macierzach, 111
    - i operatory do działań na wektorach, 110
    - pakietu ScientificConstants, 68
    - realizujące działania w pętach, 171
  - konwersja wyrażeń do innych formatów, 196
  - kropka, 30
- L**
- Laplacian, 139
  - lewostronne mnożenie macierzy przez wektor, 113
  - liczby zespolone, 32
  - liczby zmiennoprzecinkowe, 30
  - limit
    - kierunek, 116
    - punkt, 116
    - wyrażenie, 116
  - LinearSolve, 101
    - macierz współczynników, 101
    - opcje, 101
    - wektor wyrazów wolnych, 101
  - lista, 42, 44
  - LPSolve, 152
- Ł**
- łańcuchy znaków, 55
- M**
- macierz, 51
    - dane, 51
    - lk, 51
    - lw, 51
    - opcje, 51
  - macierze
    - antysymetryczna, 52
    - diagonalna, 52
    - dolnotrójkątna, 52
    - górnortrójkątna, 52
    - jednostkowa, 52
    - o elementach symbolicznych, 52
    - skalarna, 52
    - specjalne, 52
    - symetryczna, 52
    - współczynników korelacji, 163
    - współczynników, 101
  - Maple Calculator, 11
  - Maple Financial Modeling Toolbox, 250
  - Maple Global Optimization Toolbox, 250
  - Maple Grid Computing Toolbox, 250
  - Maple Input, 22
  - Maple Notation, 22
  - Maple T.A., 9, 247
  - Maple Toolbox for Matlab, 250
  - MapleNet, 9, 247
  - MapleSim, 9, 247
  - maplet, 16, 223
    - Builder, 223, 224
    - do obliczania całek nieoznaczonych, 226, 228
    - do wykreślenia funkcji, 240
  - Markers, 204
  - Matlab, 196
  - mediana, Median, 163
  - menadżer stylów, 199
  - menu
    - animacji, 91
    - Drawing, 88
    - Drawing linestyle, 88
    - kontekstowe, 15
    - Plot, 88
    - Solve, 93
  - metoda mnożników Lagrange'a, 150
  - metoda najmniejszych kwadratów, 147
  - metoda Rungego-Kutty-Fehlberga, 134
  - minimalizacja funkcji, 149
  - moduły, 183
    - schemat budowy, 183
    - zasady określania zasięgu zmiennych, 184
    - zasięg zmiennych, 183
  - modyfikowanie procedur Maple'a, 180
  - modyfikowanie tabeli, 208
  - multimedialne seminaria, 9
- N**
- nagłówek i stopka, 206
  - narzędzie
    - Interactive Plot Builder, 75
    - Optimization Assistant, 151
  - nawias klamrowy, 46
  - nawias kwadratowy, 42
  - nazwa, 37
  - niepewność pomiaru, 71
  - nieskończenie wiele rozwiązań, 102
  - notacja dokładna, 28
  - numeryczne obliczanie pochodnych, 121

## O

- obiekt
  - graficzny, 76
  - MathMLViewer, 226
  - typu Vector, 138
- obliczanie
  - całek wielokrotnych, 127
  - całki oznaczonej, 125
  - całki nieoznaczonej, 125
  - granic, 114
    - Limit, 115
    - z użyciem algorytmów numerycznych, 115
    - z użyciem algorytmów symbolicznych, 115
    - z wykorzystaniem wzorca, 114
  - pochodnych
    - funkcji jednej zmiennej, 118
    - pierwszego rzędu, 118
    - w sposób symboliczny, 121
    - wyższych rzędów, 119
    - z wykorzystaniem metod numerycznych, 122
- obliczenia
  - przybliżone, 30
  - symboliczne, 28
  - z użyciem jednostek, 63, 65
  - z użyciem stałych fizycznych, 68
  - z użyciem tolerancji, 72
- odchylenie standardowe, 161
- odwoływanie się do
  - elementów listy, 44
  - elementów sekwencji, 42
  - elementów wektorów i macierzy, 54
  - składników wyrażeń, 56
  - wyników działania programu, 40
  - wyrażenia za pomocą etykiety, 41
  - wyrażeń, 37
- okno
  - Action When Value Changes, 218
  - aplikacji Oblicz, 244
  - Curve Fitting Assistant, 142
  - Derivative Assistant, 129
  - do tworzenia zakładek, 214
  - Edit Differential Equations, 129
  - Evaluate, 226
  - Hyperlink Properties, 213
  - Interactive Plot Builder, 76
  - interfejsu klasycznego, 23
  - konfiguracyjne interfejsu, 21
  - Maplet Builder, 223
  - nagłówka i stopki, 207
  - pomocy Maple'a, 25
  - przykładowego szablonu, 18
  - startowe aplikacji Oblicz, 243
  - Style Set Management, 201
  - trybu Document, 12
  - umożliwiające tworzenie hiperłącza, 213
  - z paletą Expression, 13
- opcja
  - arrow, 181
  - Brows, 221
  - builtin, 181
  - complex, 101
  - coords, 81
  - Copyright, 181
  - inline, 181
  - isolate for derivative, 118
  - Markers, 17, 214
  - nonnegative, 153
  - numpoints, 81
  - operator, 181
  - remember, 181
  - style, 83
  - trace, 181
  - weight, 148
- opcje okna Hyperlink Properties, 213
- operacje
  - na listach, 45
  - różniczkowe na polach skalarnych, 139
  - różniczkowe na polach wektorowych, 139
  - wejścia/wyjścia, 188
- operator
  - (\$), 43
  - (%), 37
  - (.), 103
  - <, 50
  - >, 50
  - × — mnożenie wektorowe, 139
  - D, 120
  - konkatenacji (||), 44
  - logiczny
    - and, 165
    - implies, 165
    - not, 165
    - or, 165
  - mnożenia przez skalar (\*), 110
  - nabła, 139
  - potęgowania (^), 110
  - przypisania (:=), 37
  - strzałki (->), 35
  - wskazania (:-), 187
  - zakresu (.), 42
  - — mnożenie skalarne, 139
- operatory
  - ditto, 39
  - dywergencja, 139
  - gradient, 139
  - laplasjan, 139
  - pochodna kierunkowa, 139
  - rotacja, 139
  - optymalizacja, 149

**P**

- pakiet
  - CodeGeneration, 196
  - combinat, 155
  - CurveFitting, 27, 142, 145, 185
  - DEtools, 136
  - DocumentTools, 216, 218
  - LinearAlgebra, 101, 103, 185
  - ListTools, 46
  - Maplets, 228
  - Maplets[Elements], 230
  - Optimization, 149
  - orthopoly, 109
  - plots, 75, 185
  - PolynomialTools, 109
  - ScientificConstants, 68, 71
  - ScientificErrorAnalysis, 71, 72
  - Standard, 66
  - Statistics, 160
  - Tolerances, 72
  - Units, 63
  - VectorCalculus, 136
- pakiety, 185
  - udostępnienie, 187
  - umieszczanie w pliku bibliotecznym, 187
- pakiety Maple'a, 248
- pakiety tematyczne, 27
- paleta, 15
  - Arrows, 35
  - Body z elementami mapletu, 225
  - Common Symbols, 13, 28, 97
  - Components, 215, 219
  - Expression, 13, 157
  - Matrix, 51, 53
  - Operators, 110, 117, 139, 165
  - Units(FPS), 65
  - Units(SI), 65
- parametr
  - AllSolutions, 96
  - avoid, 100
  - numeric, 133
  - output, 134
  - series, 133
- parametry aktualne, 174
- parametry formalne, 174
- permutacje, 159
  - z powtórzeniami, 156
- pętla, 168
  - specjalne, 170
- plik biblioteczny, 187
- plik językowy, 194
- pliki
  - .maple, 228
  - .mla, 187
  - .mw, 194, 245
  - .mws, 194, 245
- plot, 79
  - symbol, 79
  - wyrażenie, 79
- plot3d, 84, 85
  - symbol1, 84
  - symbol2, 84
  - wyrażenie, 84
- pochodna, 117
  - cząstkowa, 117
  - wyższych rzędów, 120
- podmenu Plots, 79
- podpakiet Natural, 67
- podpakiet Standard, 67
- podrozdział, 202
- podzbiór zbioru, 47
- podział dokumentu, 202
- pojedynczy cudzysłów ( ' '), 38
- pokręta, 217
- pole
  - Differential Equations, 128
  - edycji kodu, 220
  - edytowania kodu, 219
  - Expressions, 75
  - Show equation labels, 40
  - skalarne, 137
  - Table Size Mode, 208
  - tekstowe, 239
  - Variables, 75
  - wektorowe, 137
  - wprowadzania poleceń, 13
  - z ukrytym kodem, 220
- polecenia wykonywane automatycznie, 205
- polecenie
  - 2-D Implicit Plot, 79
  - algs, 62
  - assign, 96
  - Assign to a Name, 37
  - Browse, 17
  - całkowania, 126
  - Canvas, 88
  - Code Edit Region, 219
  - Collapse Code Edit Region, 220
  - Collapse Document Block, 19
  - Collapse Execution Group, 19
  - collect, 107
  - Component Properties, 216
  - Constant, 69
  - Convert, 66
  - Create Document Block, 18, 22
  - denom, 57
  - DensityPlot, 164
  - Differentiate, 15, 20, 118

- Differentiate Implicitly, 118, 119
- divide, 108
- Document Block, 19
- Element, 69
- Equation Labels, 41
- eval, 61
- evalf, 126
- Evaluate, 16
- Evaluate and Display Inline, 16
- Evaluate at a Point, 61
- Execute, 204
- Execute Code, 220
- Expand Document Block, 18, 19
- Expand Execution Group, 19
- Export, 89
- Export As, 221
- fdiff, 122
- fsolve, 99
- Go To Bookmark, 214
- Help on Context, 25
- Hyperlink, 213
- int, 125
- Integrate, 125
- Interactive, 142
- Label, 40
- Limit, 115 *Patrz także* limit
- Load Package, 27
- LPSolve, 152
- LSSolve, 155
- Manager Style Sets, 201
- Maple Help, 24
- maximize, 149
- member, 45
- minimize, 149
- multinomial, 156
- NLPSolve, 154
- numbperm, 156
- numer, 57
- Numerically Solve from point, 94
- Obtain Solutions for, 93
- Open, 227
- Options, 20, 22
- Palettes, 13, 24
- permute, 155
- Plot, 79
- Plot Builder, 75
- Properties, 208
- QPSolve, 155
- Remove Document Block, 22
- restart, 38
- seq, 43
- series, 124
- Simplify, 66
- Solve for Variable, 93
- Startup Code, 220
- Table, 207
- Toggle Input/Output Display, 19
- unassign, 38
- Units, 66
- Unload Package, 28
- value, 116
- VectorField, 137
- PolynomialInterpolation, 144
- pomiar, 71
- pomoc programu, 24
  - convert, 61
  - dsolve/numeric, 134
  - Graphical Data Analysis, 164
  - index[package], 27
  - inifcn, 34
  - Initial Properties for Elements and Isotopes, 69
  - int[numeric], 126
  - plot3d[coords], 85
  - ScientificConstants/elements, 68
  - ScientificConstants/PhysicalConstants, 68
  - Statistics/DescriptiveStatistics, 163
  - VectorCalculus Coordinate Systems, 137
- prawostronne mnożenie macierzy przez wektor, 112
- procedura, 27
  - animate, 92
  - Bernoulli(p), 160
  - Binomial(n, p), 160
  - Constant, 69, 70
  - diff, 117
  - display, 90
  - eval, 62
  - Exponential, 160
  - extrema, 150
  - fsolve, 98
  - Hypergeometric(N, M, n), 160
  - implicitplot, 83
  - implicitplot3d, 86
  - interactive, 78
  - interaktywna, 191
  - LogNormal( $\mu$ ,  $\sigma$ ), 160
  - mtaylor, 124
  - NLPSolve, 154
  - Normal( $\mu$ ,  $\sigma$ ), 160
  - numbperm, 156
  - permute, 156
  - pointplot, 86
  - Poisson, 160
  - PolynomialInterpolation, 144
  - simplify, 58
  - Spline, 145, 146
  - StudentT, 160
  - surfdata, 86

procedury, 173  
 parametry aktualne, 174  
 parametry formalne, 174  
 schemat budowy, 174, 180  
 wyświetlanie budowy procedur, 179  
 zmienne, 177  
 zwracanie wyniku, 176

programowanie  
 kwadratowe, 149  
 liniowe, 149  
 modułów, 183  
 nieliniowe, 149

przekształcanie wyrażeń, 58  
 przewodnik Quick Reference, 24  
 przybliżenie funkcji, 122

przycisk  
 ( $\>$ ), 207  
 (x), 23  
 Animation, 197  
 Create Character Style, 199  
 Create Paragraph Style, 200  
 Drawing, 197  
 Font, 200  
 Line tool, 88  
 Math, 22, 197  
 Modify, 199  
 Plot, 197  
 Preview, 76  
 T, 23  
 Text, 22, 197  
 przypis, 206

## R

rachunek prawdopodobieństwa, 155  
 rozdział, 202  
 rozkład prawdopodobieństwa, 160  
 Bernoullego, 160  
 dwumianowy, 160  
 hipergeometryczny, 160  
 logarytmiczny rozkład normalny, 160  
 normalny (Gaussa), 160  
 Poissona, 160  
 studenta, 160  
 wykładniczy, 160  
 rozszerzenia  
 Maple'a, 247  
 wewnętrzne, 247  
 zewnętrzne, 247, 250  
 rozwiązywanie równań i układów równań, 93  
 fsolve, 98  
 LinearSolve, 101  
 menu kontekstowe, 94  
 Numerically Solve from point, 94

Obtain Solutions for, 93  
 rozwiązania dokładne, 94  
 rozwiązania przybliżone, 98  
 równania całkowe, 104  
 równania rekurencyjne, 104  
 równania różniczkowe cząstkowe, 104  
 równania różniczkowe zwyczajne, 104  
 solve, 94  
 Solve for Variable, 93  
 rozwiązywanie równań różniczkowych  
 zwyczajnych, 128  
 definiowanie równań i warunków, 131  
 dsolve, 128, 133  
 rozwiązywanie równań trygonometrycznych, 96  
 rozwijanie bloków, 18  
 rozwinięcie funkcji w szereg potęgowy, 122  
 równania różniczkowe zwyczajne, 128  
 różnica zbiorów, 47  
 różniczkowanie, 117  
 Differentiate, 118  
 z wykorzystaniem wzorców, 117  
 rząd macierzy, 102  
 rząd pochodnej, 118

## S

samouczek, 17  
 sekwencja, 42  
 SetCoordinates  
 układ\_współrzędnych, 137  
 słowo kluczowe, 18  
 if, 167  
 module, 183  
 package, 185  
 units, 65, 70  
 solwer, 101  
 Spline, 145  
 statystyka matematyczna, 155, 163  
 struktura mapletu, 231, 233  
 struktury danych, 42  
 lista, 44  
 łańcuch znaków, 55  
 macierz, 51  
 sekwencja, 42  
 tablica Array, 48  
 tablica table, 49  
 wektor, 50  
 zbiór, 46  
 style, 21  
 znakowe i akapitowe, 198, 200  
 suma zbiorów, 47  
 symbol nieskończoności, 116  
 symboliczne rozwiązywanie równań, 130  
 szablony Document Templates, 221

szablony dokumentów, 221, 222  
szereg Taylora, 124  
szeregi potęgowe, 122

## Ś

ścieżka dostępu do pliku .mla, 187  
średnik (;), 22

## T

tabele, 207  
  komórki tabeli, 207  
  modyfikowanie wielkości tabeli, 208  
  modyfikowanie wyglądu tabeli, 209  
  ustalenie wielkości tabeli, 208  
  wykonywanie poleceń w komórkach, 211  
tablica Array, 48  
  dane, 48  
  opcje, 48  
  wymiar, 48  
tablica table, 49  
  dane, 49  
Take a Tour of Maple, 24  
taylor, 122  
  opcja, 122  
  symbol, 122  
  wyrażenie, 122  
terminal, 195  
tolerancja, 71  
toolbox, 247  
  BlockImporter, 250  
  Maple Financial Modeling Toolbox, 250  
  Maple Global Optimization Toolbox, 250  
  Maple Grid Computing Toolbox, 250  
  Maple Toolbox for Matlab, 250  
tryb  
  Document, 197  
  pracy interfejsu standardowego, 197  
  Worksheet, 20, 207  
twierdzenie Kroneckera-Capellego, 102  
tworzenie  
  dokumentów, 197  
  hiperłącza, 213  
  mapletów, 223, 230  
  nowej grupy wykonawczej, 20  
  sekwencji, 43  
  stylów, 198  
  tabeli, 207  
  zakładek, 214

## U

udostępnianie pakietu, 187  
układ  
  dokumentu, 200  
  miar FPS, 66  
  równań liniowych, 101  
  równań oznaczonych, 102  
  równań w postaci macierzowej, 103  
ukrywanie i wyświetlanie elementów, 203  
uporządkowanie wyrazów wielomianu, 106  
upraszczanie wyrażeń, 58  
uruchamianie dokumentu, 220

## W

wariacja bez powtórzeń, 157  
wariacje, 159  
wariancja, Variance, 163  
wartość  
  logiczna wyrażenia, 165  
  oczekiwana, 161  
  średnia, Mean, 163  
warunki brzegowe, 132  
warunki początkowe, 132  
wektor, 50  
  dane, 50  
  opcje, 50  
  orientacja, 50  
  rozmiar, 50  
wektor wyrazów wolnych, 101  
węzły interpolacji, 144  
wielomian, 57, 105  
  coeff, 57  
  działania arytmetyczne, 108  
  działania zaawansowane, 109  
  lcoeff, 57  
  sort, 106  
  tcoeff, 57  
  uporządkowanie wyrazów, 105  
własne układy jednostek, 67  
wprowadzanie poleceń, 15  
  gotowy interfejs, 16  
  gotowy szablon, 16  
  menu kontekstowe, 15  
  w formie dwuwymiarowej, 24  
  w formie jednowymiarowej, 22  
  zapis jawny, 16  
wprowadzanie wyrażeń matematycznych, 13  
współczynnik korelacji, Correlation, 163  
wykres, 80  
  axes, 80  
  color, 80  
  discont, 80



- lebel, 80
- linestyle, 80
- numpoints, 80
- style, 80
- thickness, 80
- tickmarks, 80
- view, 80
- wykresy
  - dwuwymiarowe, 79
  - formatowanie, 87
  - kołowe, 164
  - połowe, 163
  - słupkowe, 164
  - trójwymiarowe, 76, 84
  - wyświetlanie, 89
- wynik działania instrukcji, 176
- wyrażenia logiczne
  - FAIL, 165
  - false, 165
  - true, 165
- wyrażenia matematyczne, 13, 17
  - iloczyn, 14
  - iloraz, 14
  - potęga, 14
- wyrażenie, 37
  - faktoryzacja, 59
  - konwersja formy lub typu, 59
  - normalizacja, 59
  - przekształcenia, 58
  - rozwiniecie, 59
  - upraszczanie, 58
  - wymierne, 57
  - wyselekcjonowanie współczynników, 59
  - wyznaczanie wartości, 61
  - z operatorem relacji, 57
  - z operatorem zakresu, 57
  - zwinięcie, 59
- wywoływanie procedur, 27, 187, 195
- wyznaczanie wartości wyrażeń, 61
- wyznaczanie wielomianu interpolacyjnego, 144

**Z**

- zachowanie mapletów, 245
- zachowanie ustawień stylów, 201
- zagadnienie brzegowe, 130
- zakładka w dokumencie, 215
- zapis zmiennoprzecinkowy, 30
- zapisywanie dokumentu w różnych formatach, 221
- zasięg zmiennych, 177
- zasięg zmiennych w modułach, 184
- zbiór, 46
- zmienianie wyrażeń, 59
- zmienna
  - losowa, 160
  - niezależna, 118
  - systemowa Digits, 126
  - systemowa Order, 134
  - systemowa rtablesiz, 54
  - zależna, 118
- zmiennie, 177
  - globalne, 179
  - lokalne, 179
- zmodyfikowana tabela, 210

# PROGRAM PARTNERSKI

GRUPY WYDAWNICZEJ HELION



- 1. ZAREJESTRUJ SIĘ**
- 2. PREZENTUJ KSIĄŻKI**
- 3. ZBIERAJ PROWIZJĘ**

Zmień swoją stronę WWW  
w działający bankomat!

**Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!**

<http://program-partnerski.helion.pl>

PODRĘCZNIK

# Maple

Maple to zintegrowane środowisko do przeprowadzania obliczeń symbolicznych i numerycznych oraz wizualizacji otrzymanych w ten sposób wyników. Ten bardzo wydajny system algebry komputerowej został wyposażony w bogaty zestaw poleceń, za pomocą których możliwe jest rozwiązywanie problemów z niemal każdej dziedziny matematyki. Aplikacja ułatwia przeprowadzanie obliczeń technicznych, inżynierskich i naukowych z użyciem jednostek, stałych fizycznych oraz własności pierwiastków chemicznych. Swoją popularność zawdzięcza wygodnemu interfejsowi użytkownika i możliwości łatwej współpracy z innymi programami obliczeniowymi, środowiskami CAD oraz językami programowania.

Książka „Maple. Podręcznik” prezentuje aplikację od podstaw, dzięki czemu z powodzeniem mogą po nią sięgnąć zarówno początkujący użytkownicy, jak i osoby, które pragną tylko odświeżyć lub pogłębić swoją wiedzę na temat programu. Podręcznik przyda się zarówno studentom, jak i inżynierom czy naukowcom, którzy w codziennej pracy muszą sprawnie przetwarzać duże zbiory danych i wykonywać na nich skomplikowane operacje obliczeniowe. W książce przedstawiono sposoby i metodykę rozwiązywania wybranych zagadnień matematycznych, a także omówiono szeroki wachlarz możliwości graficznych i sposób tworzenia przejrzystego dokumentu. Bardziej wymagający użytkownicy znajdą w niej informacje dotyczące programowania w środowisku Maple, tworzenia dokumentów interaktywnych oraz projektowania indywidualnych interfejsów na potrzeby konkretnych zagadnień obliczeniowych.

**Skomplikowane obliczenia?  
Nic prostszego!**

**helion.pl**  
księgarnia  
internetowa



**Helion**

Nr katalogowy: **6178**



Księgarnia internetowa:  
<http://helion.pl>



Zamówienia telefoniczne:  
**0 801 339900**



**0 601 339900**

Sprawdź najnowsze promocje:

☛ <http://helion.pl/promocje>

Książki najchętniej czytane:

☛ <http://helion.pl/bestsellery>

Zamów informacje o nowościach:

☛ <http://helion.pl/nowosci>

**Helion SA**

ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice

tel.: 32 230 98 63

e-mail: [helion@helion.pl](mailto:helion@helion.pl)

<http://helion.pl>



- Interfejs użytkownika programu
- Podstawowe działania w tym środowisku
- Funkcje matematyczne i struktury danych
- Posługiwanie się wyrażeniami, jednostkami i stałymi
- Tworzenie i formatowanie wykresów
- Rozwiązywanie typowych problemów matematycznych
- Programowanie w środowisku Maple
- Tworzenie i formatowanie dokumentów
- Maplety i rozszerzenia programu

sięgnij po **WIĘCEJ**



**KOD KORZYŚCI**

ISBN 978-83-246-3312-8



**Cena 39,90 zł**

**Informatyka w najlepszym wydaniu**