

# Planet Moves

manuál

Michal Hrušecký

15. září 2004

# Obsah

<b>I</b>	<b>Uživatelská příručka</b>	<b>1</b>
1	Úvod	2
2	Instalace	3
2.1	Minimální požadavky . . . . .	3
2.2	Vlastní instalace . . . . .	3
2.3	Spuštění . . . . .	4
3	Ovládání	5
3.1	Planety . . . . .	5
3.1.1	Přidání planety . . . . .	5
3.1.2	Změna vlastností planety . . . . .	7
3.1.3	Odebrání planety . . . . .	8
3.2	Další nastavení a funkce . . . . .	8
3.2.1	Nastavení . . . . .	8
3.2.2	Další nastavení . . . . .	10
3.3	Simulace . . . . .	11
3.3.1	Zapnutí/vypnutí simulace . . . . .	11
3.3.2	Zákony . . . . .	11
<b>II</b>	<b>Příručka programátora</b>	<b>12</b>
4	Úvod	13
5	TUniverse	14
5.1	Metody . . . . .	14
5.1.1	AddPlanet . . . . .	14

5.1.2	AddTime . . . . .	14
5.1.3	DestroyPlanet . . . . .	14
5.1.4	GetPlanet . . . . .	15
5.1.5	Refresh . . . . .	15
5.1.6	ZDeform . . . . .	15
5.2	Vlastnosti . . . . .	15
5.2.1	Constants . . . . .	15
5.2.2	Look . . . . .	16
5.2.3	Obraz . . . . .	16
5.2.4	Planets . . . . .	16
5.2.5	Sit . . . . .	17
5.2.6	Time . . . . .	17
<b>6</b>	<b>TPlanet</b>	<b>18</b>
6.1	Metody . . . . .	18
6.1.1	AddTime . . . . .	18
6.1.2	Aktualize . . . . .	18
6.1.3	Iteraguj . . . . .	18
6.1.4	GetMass . . . . .	19
6.1.5	GetPosition . . . . .	19
6.1.6	GetRadius . . . . .	19
6.1.7	GetVelocity . . . . .	19
6.1.8	SetMass . . . . .	19
6.1.9	SetPosition . . . . .	19
6.1.10	SetRadius . . . . .	19
6.1.11	SetVelocity . . . . .	20
6.2	Vlastnosti . . . . .	20
6.2.1	F . . . . .	20
6.2.2	m . . . . .	20
6.2.3	name . . . . .	20
6.2.4	owner . . . . .	20
6.2.5	pos . . . . .	20
6.2.6	r . . . . .	20
6.2.7	Track . . . . .	21
6.2.8	v . . . . .	21

<b>7</b>	<b>Vektor</b>	<b>22</b>
7.1	Metody . . . . .	22
7.1.1	add . . . . .	22
7.1.2	GetNorm . . . . .	22
7.1.3	GetZXAngle . . . . .	22
7.1.4	GetZYAngle . . . . .	23
7.1.5	MultiplyBy . . . . .	23
7.1.6	MultipliedBy . . . . .	23
7.1.7	negative . . . . .	23
7.1.8	null . . . . .	23
7.1.9	SetNorm . . . . .	23
7.2	Vlastnosti . . . . .	23
7.2.1	X, Y, Z . . . . .	23

# Část I

## Uživatelská příručka

# Kapitola 1

## Úvod

Program **Planet Moves** je určen k simulaci pohybu planet. Pomáhá určit, jak se budou planety vzájemně ovlivňovat působením gravitace. Může pomoci i k odhadům při reálné práci, ale primárně je určen pro ilustrační účely k učivu fyziky na základních a středních školách. Aby si studenti mohli v praxi sami “vyzkoušet”, jak se gravitace ve skutečnosti chová. Pomůže pochopit, jak závisí výsledné pohyby planet na jejich hmotnosti a vzdálenosti. Také studentům přiblíží, v jak velkých rozměrech se teprve začíná gravitace významněji projevovat. Snad se tomuto programu bude dařit v jeho poslání a pomůže mnoha studentům při jejich pronikání do tajů fyziky.

*Michal Hrušecký*

# Kapitola 2

## Instalace

Nejdříve zkontrolujte, zda váš počítač splňuje minimální požadavky.

### 2.1 Minimální požadavky

Program **Planet Moves** požaduje ke svému běhu počítač, na kterém je nainstalován operační systém Windows 95 nebo vyšší a minimální rozumné rozlišení je  $800 \times 600$ . Při nižším rozlišení lze sice program i nadále používat, ale některé ovládací prvky budou na první pohled skryty a plocha, na které se vykreslují planety bude značně malá. Pro prohlížení nápovědy je nutné mít nainstalovaný nějaký prohlížeč pdf-souborů<sup>1</sup>

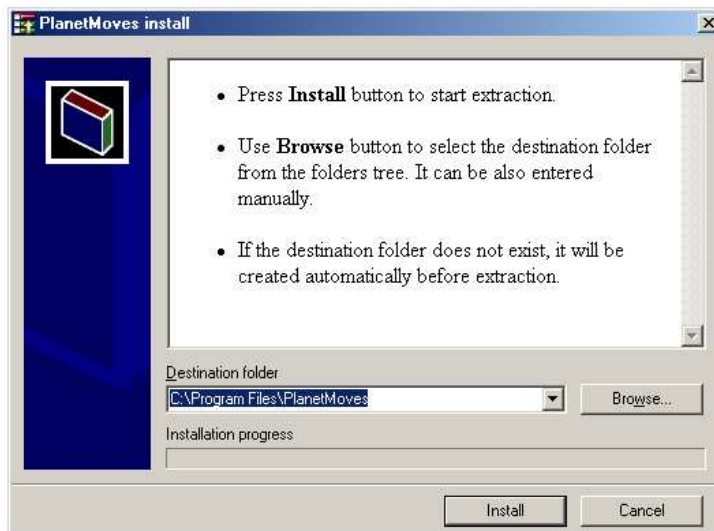
### 2.2 Vlastní instalace

Vlastní instalace programu je velmi jednoduchá. Ve svém oblíbeném souborovém manažeru<sup>2</sup> poklepejte na soubor **PlanetMoves.exe** a objeví se vám instalační

---

<sup>1</sup>např. Adobe Acrobat Reader nebo GhostView

<sup>2</sup>např. Průzkumník



Obrázek 2.1: Instalační dialog

dialog(viz. obr. 2.1). Zde si můžete zvolit, kam se má program nainstalovat. Dále klikněte na tlačítko **Install** a neobjeví-li se žádná chybová hláška, program je nainstalován.

## 2.3 Spuštění

Po instalaci přibude v nabídce **Start/Programy** složka **Planet Moves** . V této podsložce naleznete zástupce pro spuštění samotného programu a zástupce pro nápovědu.



# Kapitola 3

## Ovládání

Po spuštění programu se objeví hlavní okno celého programu (obr. 3.1). Na začátku nejsou definovány žádné planety a všechny parametry jsou nastaveny na výchozí hodnoty (viz. tabulka 3.1).

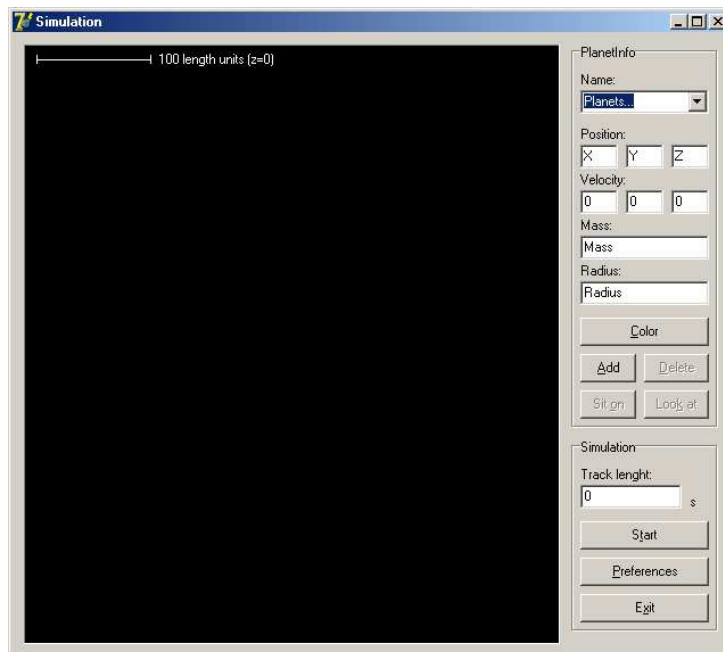
### 3.1 Planety

#### 3.1.1 Přidání planety

Chceme-li přidat planetu, začneme tím, že vyplníme panel **Planet Info**.

#### Zadávání parametrů planety

Do políčka s názvem **Name** vepíšeme název planety. Ve zbytku budeme postupně vyplňovat další parametry, které budou už jen číselné. Tyto parametry se zadávají podle národních nastavení (např.  $5,25E-5$  pro  $5,25 \times 10^{-5}$ ) a zadávají se v přednastavených jednotkách, jež se dají předem změnit (viz. část 3.2.1). Jejich výchozí hodnoty najdete v tabulce 3.1.



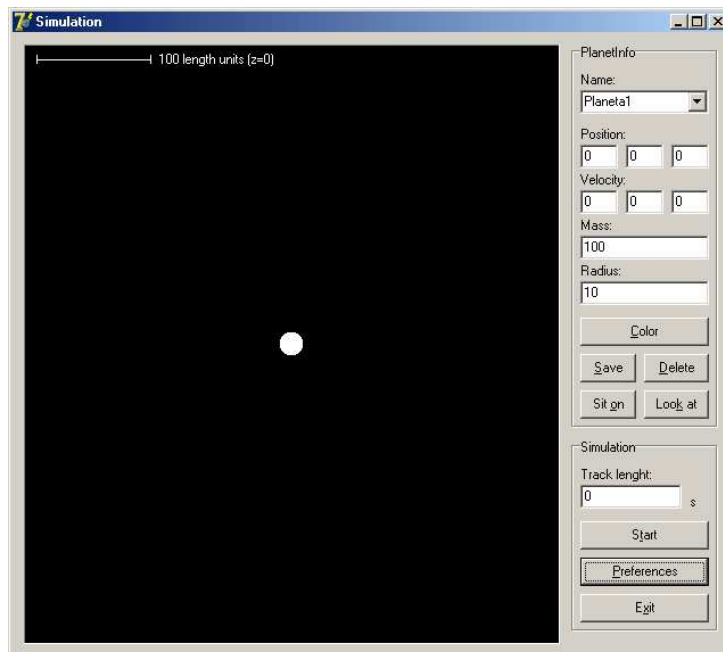
Obrázek 3.1: Hlavní okno celého programu po jeho startu

U nápisů **Position** a **Velocity** jsou vždy tři políčka k vyplnění. První udává X-ovou, druhé Y-ovou a třetí Z-ovou část zadávané veličiny. Do políček s názvem **Position** se zadává pozice planety, kterou chceme přidat. Počátek souřadnic je přitom umístěn do místa, z něhož se díváme. **Velocity** udává počáteční rychlost, kterou se planeta pohybuje. Následují políčka **Mass** pro zadání hmotnosti planety a **Radius** pro zadání poloměru planety.

Po kliknutí na tlačítko **Color** se objeví dialog, v němž lze zadat barvu planety. Nezádáte-li žádnou barvu, použije se barva poslední vybrané planety (po spuštění programu bílá).

### Samotné přidání

Po vyplnění všech parametrů v panelu **Planet Info** stačí kliknout myší na tlačítko **Add** a pokud jste všechny parametry zadali správně, planeta bude



Obrázek 3.2: Hlavní okno s jednou existující vybranou planetou.

přidána(obr. 3.2). V opačném případě se objeví zpráva “Invalid value(s) in input field(s)”, která značí, že v některém z políček jsou nepovolené znaky.

### 3.1.2 Změna vlastností planety

#### Vybrání planety

Chceme-li změnit některé parametry planety, zjistit jejich hodnoty, či planetu odebrat, musíme si planetu nejdříve zvolit. To lze provést třemi různými způsoby. Který z nich použijeme závisí od toho, co o dané planetě víme.

- Nevíme-li nic, stačí kliknout na šipečku vedle políčka **Name** a rozbálí se seznam jmen existujících planet.

- Známe-li jméno planety, můžeme toto jméno zapsat do políčka `Name` a pokud planeta s tímto jménem existuje, bude vybrána.
- Pokud planetu vidíme, stačí na ni kliknout.

Je-li planeta správně vybrána, změní se tlačítko `Add` na tlačítko `Save` a aktivují se tlačítka `Set on`, `Look at` a `Delete` (obr. 3.2)

### Změna parametrů

Máme-li planetu vybranou a neběží-li zrovna simulace, můžeme měnit libovolné parametry vybrané planety kromě jejího jména. Změníme je jednoduše tím, že do příslušného políčka zapíšeme novou hodnotu (viz. část 3.1.1). Až budou všude vyplněny nově požadované hodnoty, stiskneme tlačítko `Save` a změny se uloží a provedou.

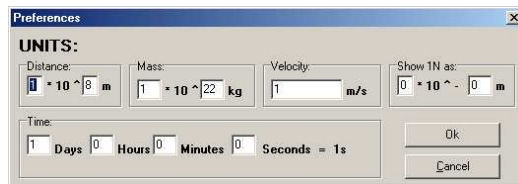
### 3.1.3 Odebrání planety

Chceme-li planetu odebrat, je nutno ji nejdříve vybrat (viz. část 3.1.2). Až bude planeta vybrána, stačí jen stisknout tlačítko `Delete` a planeta bude odstraněna.

## 3.2 Další nastavení a funkce

### 3.2.1 Nastavení

Většina nastavení prostředí, v němž se pohybují planety, se dá měnit v nabídce `Preferences` (obr. 3.3). Lze ji vyvolat kliknutím na tlačítko `Preferences` na panelu `Simulation` v hlavním okně (obr. 3.1).



Obrázek 3.3: Nabídka Preferences.

Název	Standartní hodnota	Popis
Distance	$10^8$ m	Jednotka pro vzdálenosti (souřadnice, poloměr planet, ...)
Mass	$10^{22}$ kg	Jednotka pro hmotnost
Show 1N as	0 m	Jak dlouhá čára se má nakreslit pro znázornění síly 1N (standartně doporučeno $10^{-7}$ )
Velocity	1 m/s	Jednotka pro rychlost
Time	1 den	Jednotka určující, kolik času uplyne během simulace za 1s (určuje podrobnost simulace)

Tabulka 3.1: Význam a standartní hodnoty jednotek.

### Nabídka Preferences

V nabídce **Preferences** je několik políček, jež slouží ke vkládání jednotek, používaných při zadávání parametrů planet. Zadané jednotky se vynásobí jednotkami a až pak se používají ve fyzikálních rovnicích, jež určují pohyby planet. Pro zadávání jednotek platí stejná pravidla jako pro zadávání parametrů planet (viz. část 3.1.1) pouze s tím rozdílem, že pro zjednodušení je u většiny jednotek možno zadat mocninu desítky, kterou se má jednotka vynásobit. Tato mocnina musí být celé (nejlépe kladné) číslo. U času takováto možnost není, ale čas lze zadat ve dnech, hodinách, minutách a vteřinách. Podrobnější informace o významu políček a o standartním nastavení jednotek poskytuje tabulka 3.1. Po zadání nových jednotek stačí kliknout na tlačítko **Ok**. Pokud nechcete změny uložit, klikněte na tlačítko **Cancel**.

### 3.2.2 Další nastavení

#### Stopa

Při simulaci lze zapnout možnost zobrazování “stopy”. Stačí do políčka **Track length** napsat, jak dlouhá má být. Údaj se udává ve vteřinách. Podle zapsané hodnoty se začne zaznamenávat pohyb planet v minulosti a bude se při simulaci vykreslovat.

#### Sledování pohybu planety

Lze také nastavit, aby byla neustále sledována nějaká planeta. Stačí planetu vybrat (viz. část 3.1.2) a poté kliknout na tlačítko **Look at**. Vybraná planeta bude po spuštění simulace udržována ve středu zobrazovací plochy. Stane se tak pootočením pohledu (nezmění se vzdálenost a budou zachovány všechny vzájemné vztahy planet). Nacházíte-li se blízko pozorovaných planet, můžete takto ztratit z dohledu ostatní planety. Pro zrušení sledování planety je třeba opět vybrat planetu, již momentálně sledujeme a kliknout na tlačítko **Fixed Look**, které nahradí tlačítko **Look at**. Tímto se pohled přestane měnit a setrvá ve stávající poloze. Chcete-li pouze změnit směr svého pohledu, stačí pozastavit simulaci, vytvořit planetu (klidně s nulovou hmotností (aby neovlivňovala běh simulace)) a nechat pozorovatele sledovat ji.

#### Pohled z planety

Další možností je nastavit, že “pozorovatel se dívá” z nějaké planety. Lze toho docílit tak, že se nejprve zvolí planeta (viz. část 3.1.2) a poté se klikne na tlačítko **Sit on**. Tím se nastaví planeta, ze které se ostatní planety pozorují. S každým pohybem planety se změní i pohled. Pro ukončení pozorování z planety je třeba nejdříve ji znovu vybrat a poté kliknout na tlačítko **Get off**, které nahradí tlačítko **Sit on**. Tato funkce se dá též použít pro přesouvání pozorovatele. Stačí stvořit planetu s nulovou hmotností a na ní pozorovatele umístit. Tak pozorovatel nebude ovlivňovat průběh simulace a uživatel si s ním může libovolně pohybovat.

## 3.3 Simulace

### 3.3.1 Zapnutí/vypnutí simulace

Pro spuštění simulace stačí kliknout na tlačítko **Start** na panelu **Simulation**. Tím se uvede do chodu simulace a tlačítko **Start** se změní v tlačítko **Stop**. Po kliknutí na tlačítko **Stop** se simulace opět zastaví. Simulace bude také zastavena, pokud je vyvolána nabídka **Preferences**.

### 3.3.2 Zákony

Simulace se řídí podle Newtonových fyzikálních zákonů. Pro lepší představu, zde jsou vzorce, jež řídí pohyb planet při simulaci:

$$F = \kappa \frac{M_1 M_2}{r^2} \quad a = \frac{F}{M} \quad v = at$$

Pro bližší objasnění,  $F$  je působící síla,  $\kappa$  gravitační konstanta,  $r$  vzdálenost planet,  $M_1, M_2$  jsou hmotnosti planet,  $a$  značí zrychlení a  $t$  označuje čas.

## Část II

# Příručka programátora



# Kapitola 4

## Úvod

Program se skládá z několika hlavních částí. Podle toho jsou děleny i unity. Unity `Universe` obsahuje objekty `TPlanet` a `TUniverse`. `TPlanet` je objekt popisující planety a `TUniverse` popisuje vesmír ve kterém se planety pohybují. Dále je tu pomocná unity `vector`, která obsahuje popis objektu `vektor` a která umožňuje některé operace s vektory, jež se využívají při simulaci. Zbytek unity obstarává uživatelské rozhraní, jehož popisu se moc věnovat nebudu. Pokusím se ale trochu popsat ty nejdůležitější objekty.

# Kapitola 5

## TUniverse

Tento objekt charakterizuje prostředí, v němž se planety pohybují. Je součástí unity `Universe`

### 5.1 Metody

#### 5.1.1 `AddPlanet`

Přidá nově vytvořenou planetu mezi ostatní. Přidá se na plochu, do spojového seznamu `planet`(viz. část 5.2.4) a do `PlanetListu`.

#### 5.1.2 `AddTime`

Jak již název připomíná, tato metoda má za úkol přidat čas. Provede to tak, že nechá všechny planety na sebe vzájemně působit(viz část 6.1.3) a pak zavolá u všech planet metodu `AddTime`(viz část 6.1.1, která planety posune s ohledem na síly vzniklé vzájemným působením).

#### 5.1.3 `DestroyPlanet`

Odstraní planetu zadaného jména.

### 5.1.4 GetPlanet

Vrátí ukazatel na planetu zadaného jména.

### 5.1.5 Refresh

Překreslí vesmír. Dále se zjistí, zda je řečeno, na které planetě je umístěn pozorovatel (viz. část 5.2.5). Pokud ano, posunou se souřadnice všech planet tak, aby pozorovatel i nadále zůstal v bodě  $[0, 0, 0]$ . Dále se zjistí, zda pozorovatel sleduje nějakou určitou planetu (viz. část 5.2.2 a pokud ano, tak se všechny planety pootočí (včetně aktuální rychlosti a stopy) tak, aby vyhlídnutá planeta měla i nadále  $X$ -ovou a  $Y$ -ovou souřadnici nulovou.

### 5.1.6 ZDeform

Určuje, jak se budou zmenšovat vzdálenosti mezi planetami a planety sami s přibývajícím  $Z$ -ovou souřadnicí. Tímto číslem se dělí všechny vzdálenosti (viz část 6.1.2).

## 5.2 Vlastnosti

### 5.2.1 Constants

Record obsahující důležité konstanty. Většinou jednotky.

**f**

Proměnná určující, jak velká bude zobrazovaná síla.

**h**

Gravitační konstanta -  $\kappa$ .

**l**

Jednotka délky.

**m**

Jednotka hmotnosti.

**t**

Jednotka času.

**TrackLenght**

Délka zobrazované stopy. Kolik bodů má obsahovat.

**v**

Jednotka rychlosti.

**5.2.2 Look**

Ukazatel na planetu na níž se pozorovatel dívá.

**5.2.3 Obraz**

Plocha na níž se kreslí stopy.

**5.2.4 Planets**

Spojový seznam všech planet.

### **5.2.5 Sit**

Ukazatel na planetu, na níž se nachází pozorovatel.

### **5.2.6 Time**

Čas který uběhl od začátku simulace.

# Kapitola 6

## TPlanet

### 6.1 Metody

#### 6.1.1 AddTime

Přidá čas. Z působící síly (viz. část 6.2.1), hmotnosti (viz. část 6.2.2) a zadaného času se pomocí vzorce

$$\Delta v = \frac{F}{m}t$$

spočte změna rychlosti. Dále se spočítá nová rychlost a pozice.

#### 6.1.2 Aktualize

Je-li Z-ová pozice kladná, posune planetu na souřadnice určené její pozicí a funkcí `Universe.ZDeform` (část 5.1.6). Vykreslí působící sílu (je-li nenulová). Je-li zapnuto, přidá bod do stopy a vykreslí ji. Případně odstraní přebytečné záznamy ve stopě (viz. část 6.2.7 a 5.2.1).

#### 6.1.3 Iteraguj

Nechá na sebe působit dvě planety, pokud se nepřekrývají. Velikost působící síly se spočítá podle vzorce

$$F = \kappa \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

#### 6.1.4 GetMass

Vrátí hmotnost v zadaných jednotkách(viz. část 5.2.1).

#### 6.1.5 GetPosition

Vrátí pozici planety v zadaných jednotkách(viz. část 5.2.1). Verze se třemi proměnnými typu `double` je výchozí a ostatní slouží jen pro snadnější konverzi.

#### 6.1.6 GetRadius

Vrátí polomer planety v zadaných jednotkách(viz. část 5.2.1).

#### 6.1.7 GetVelocity

Vrátí rychlost v zadaných jednotkách(viz. část 5.2.1) s ohledem na to, jestli se pozorovatel pohybuje. Verze s vektorem jen convertuje výsledky nevektorové verze.

#### 6.1.8 SetMass

Nastaví hmotnost na zadanou hodnotu( $\times$  jednotky(viz. část 5.2.1)).

#### 6.1.9 SetPosition

Nastaví pozici planety na zadanou hodnotu( $\times$  jednotky(viz. část 5.2.1)). Verze se třemi proměnnými typu `double` je výchozí a ostatní slouží jen pro snadnější konverzi.

#### 6.1.10 SetRadius

Nastaví polomer planety na zadanou hodnotu( $\times$  jednotky(viz. část 5.2.1)).

### 6.1.11 SetVelocity

Nastaví rychlost na zadanou hodnotu( $\times$  jednotky(viz. část 5.2.1) s ohledem na to, jestli se pozorovatel pohybuje.

## 6.2 Vlastnosti

Hodnoty se zde ukládají ve standartních jednotkách(m, kg, s, N, ...)

### 6.2.1 F

Výslednice všech sil působících na planetu.

### 6.2.2 m

Hmotnost planety.

### 6.2.3 name

Jméno Planety.

### 6.2.4 owner

Ukazatel na vesmír.

### 6.2.5 pos

Pozice planety.

### 6.2.6 r

Poloměr planety.



### **6.2.7 Track**

Spojový seznam minulých pozic planety(vždy změna oproti novější pozici).

### **6.2.8 v**

Aktuální rychlost.

# Kapitola 7

## Vektor

Definice vektoru obsažená v unitě vector. V simulaci se často používá této implementace vektoru.

### 7.1 Metody

#### 7.1.1 add

Přičte k vektoru zadaný vektor.

#### 7.1.2 GetNorm

Vrátí velikost vektoru.

#### 7.1.3 GetZXAngle

Umístíme-li vektor do počátku souřadnic, a promítneme-li ho do roviny definované osami Z a X, pak tato funce vrátí úhel, jež toto promítnutí svírá s kladnou poloosou Z.

### 7.1.4 GetZYAngle

Umístíme-li vektor do počátku souřadnic, a promítneme-li ho do roviny definované osami Z a Y, pak tato funkce vrací úhel, jež toto promítnutí svírá s kladnou poloosou Z.

### 7.1.5 MultiplyBy

Násobení vektoru jiným vektorem po složkách, nebo vynásobení celého vektoru skalárem.

### 7.1.6 MultipliedBy

To samé, co předchozí, akorát vrací vynásobenou hodnotu a samotný vektor se nemění.

### 7.1.7 negative

Vrátí opačný vektor.

### 7.1.8 null

Vynuluje vektor.

### 7.1.9 SetNorm

Nastaví velikost vektoru na zadanou hodnotu. Byl-li vektor nulový, použije se vektor  $[1, 1, 1]$  a jeho velikost se nastaví na zadanou hodnotu.

## 7.2 Vlastnosti

### 7.2.1 X, Y, Z

Jednotlivé složky vektoru.