PIOTR CHLIPALSKI

Blender 2.69

ARCHITEKTURA I PROJEKTOWANIE

- Podstawy modelowania 3D
- Teksturowanie
- Oświetlenie
- Rendery Cycles
- Freestyle
- Podstawy animacji

Helion

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiejkolwiek 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.

Redaktor prowadzący: Michał Mrowiec
Pomysł okładki oraz przygotowanie materiałów graficznych wykorzystanych na okładce: Piotr Chlipalski
Projekt okładki: Sylwia Szyrszeń

Wydawnictwo HELION
ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63
e-mail: 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/blenar
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Kody źródłowe wybranych przykładów dostępne są pod adresem:
ftp://ftp.helion.pl/przyklady/blenar.zip

ISBN: 978-83-246-7578-4

Copyright © Helion 2014

Printed in Poland.

• Kup książkę
• Poleć książkę
• Oceń książkę

• Księgarnia internetowa
• Lubię to! » Nasza społeczność

Spis treści

Wstęp 9

Część 1 13

Rozdział 1. Podstawy 15

1.1. Skąd wziąć Blendera i jak to jest z tymi wersjami? 15
1.2. Jak się nie pogubić — interfejs 16
1.2.1. Panowanie nad sytuacją — okna 18
1.2.2. Poruszanie się (w) przestrzeni 3D 20
1.2.3. Klawiatura numeryczna 22
1.2.4. Wirtualna klawiatura numeryczna 23
1.2.5. Perspektywa/rzut prostokątny 25
1.2.6. Wybieranie obiektów 26
1.3. Obiekty w 3D 27
1.3.1. Ale gdzie ja jestem? 27
1.3.2. 3D Cursor 28
1.3.3. Dodawanie obiektów 30
1.3.4. Usuwanie obiektów 32
1.3.5. Przesuwanie obiektów 32
1.3.6. Obracanie obiektów 34
1.3.7. Skalowanie obiektów 36

Rozdział 2. Modelowanie (podstawy) 39

2.1. Kropka, kreska, ściana, bryła 39
2.1.1. Tryb edycji 39
2.1.2. Punkt (wierzchołek) 41
2.1.3. Krawędź 42
2.1.4. Obrót 42
2.1.5. Pivot Point 43
2.1.6. Połącz kropki 45
2.1.7. Ściany 47
2.1.8. Tryb wyboru siatki — wierzchołek/krawędź/ściana 48

Kup książkę Poleć książkę

2.1.9. Extrude ... 50
2.1.10. Extrude w trzech wymiarach ... 52
2.2. Stół, krzesło ... 55
2.2.1. Loopcut — cięcie w pętli ... 56
2.2.2. Edge slide — przesuwanie krawędzi ... 58
2.2.3. Nogi ... 59
2.2.4. Duplikaty ... 60
2.2.5. Snap ... 61
2.2.6. Widok siatki (Wireframe) ... 62
2.2.7. Snap Element ... 63
2.2.8. Border Select ... 65
2.2.9. Nazwy obiektów ... 67
2.3. Modyfikatory (na początek dwa) ... 68
2.3.1. Modyfikator Mirror (lustro) ... 70
2.3.2. Modyfikator Array (szereg) ... 71
2.3.3. Dwa słowa o skali ... 73

Rozdział 3. Garść podstaw przeróżnych ... 79

3.1. Render ... 79
3.1.1. Pierwszy render ... 80
3.1.2. Wielkość renderu ... 82
3.2. Kamera ... 84
3.2.1. Właściwości kamery ... 85
3.2.2. Obiektyw ... 85
3.2.3. Rzut prostopadły w kamerze ... 88
3.2.4. Połączenie kamery z widokiem ... 88
3.2.5. Ustawianie kamery na podstawie widoku ... 89
3.3. Świat (World) ... 90
3.3.1. Horyzont, zenit, otoczenie ... 94
3.4. Warstwy (Layers) i chowanie obiektów (Hide) ... 96
3.4.1. Chowanie obiektów ... 99
3.5. Menu podręczne ... 100

Rozdział 4. Modelowanie (konkrety) ... 103

4.1. Rysunki referencyjne ... 103
4.2. Budujemy nowy dom ... 106
4.2.1. Punkt Origin ... 108
4.2.2. Modyfikator Solidify ... 110
4.2.3. Modyfikator Boolean ... 115
4.2.4. Rozdzielanie obiektów ... 121
4.2.5. Usuwanie dubli ... 125
4.2.6. Normals — prostopadłe ... 127

Kup książkę Poleć książkę

4.2.7. Łączenie obiektów ... 131
4.2.8. Rodzic — dziecko ... 139
4.3. Schody ... 142
4.3.1. Empty (pusta) ... 144

Rozdział 5. Rendery, materiały, światła ... 151
5.1. Silnik renderowy Cycles ... 151
5.1.1. Cycles ... 153
5.1.2. Materiały ... 155
5.1.3. Shader ... 161
5.1.4. Butelka ... 163
5.1.5. Modyfikator Subdivision Surface ... 167
5.1.6. Współczynnik załamania światła (IOR) i szorstkość materiałów ... 170
5.2. Renderowanie za pomocą karty graficznej (GPU) ... 172
5.3. Oświetlenie w Cycles (i inne ważne tematy, które pojawią się przy okazji) ... 174
5.3.1. Filiżanka ... 178
5.3.2. Bridge Edge Loops ... 180
5.3.3. Materiały o łączonych właściwościach (Mix Shader) ... 184
5.3.4. Lampy specjalne — Spot ... 186
5.3.5. Lampa typu Point ... 192
5.3.6. Słońce (Sun) ... 193
5.3.7. Niewidoczne świecące ściany i Ray Visibility ... 195

Rozdział 6. Węzły (Nodes), tekstury i UV ... 199
6.1. Węzły (Nodes) ... 199
6.2. Tekstury ... 210
6.3. Tekstury z plików zewnętrznych i rozpakowywanie UV ... 213
6.3.1. Rozpakowywanie UV kostki ... 217
6.4. Faktura materiałów ... 218
6.4.1. Fotel i modyfikator Bevel ... 219
6.4.2. Tekstura specjalna — UV Grid ... 221
6.4.3. Displacement („bumpmap") ... 224
6.4.4. Matematyka w Nodes i dwa zdania o kropkach ... 226

Rozdział 7. Krzywe i n-gony ... 235
7.1. Krzywe ... 235
7.1.1. Odrysowywanie ... 241
7.1.2. Bevel Object ... 259
7.1.3. Zmiana krzywych w siatkę i sprzątanie ... 265
7.1.4. Tryb lokalny ... 266
7.2. N-gon ... 272
7.2.1. Inset faces ... 274

Rozdział 8. Animacja — absolutne podstawy 277
8.1. Czwarty wymiar — czas 277
8.1.1. Klatka kluczowa (keyframe) 280
8.1.2. Obracający się obiekt 285
8.1.3. Graph Editor 288
8.1.4. Ruch po krzywej 290
8.2. Eksport animacji 296
8.2.1. Sklejanie serii plików w animację (Video Sequence Editor) 298

Rozdział 9. Rendery na poważnie 303
9.1. Kamera — podejście drugie 303
9.1.1. Prowadnice kompozycji obrazu (Composition Guides) 303
9.1.2. Obiektyw (Lens) 306
9.1.3. Przekroje (i Clipping) 307
9.1.4. Głębia ostrości 309
9.1.5. Kilka kamer 315
9.2. Node Editor — podejście drugie 315
9.2.1. Przezroczystość (Alpha) 317
9.2.2. Viewer Node 325
9.2.3. Rozmycie (Blur) i łączenie obrazów 328
9.2.4. Podkręcanie kolorów (Color Balance) 330
9.2.5. Dodawanie niedoskonałości (Lens Distortion) 332
9.2.6. Winieta 333
9.2.7. Mnożenie obrazów (Multiply) 335
9.2.8. Wyłączanie kart (Mute) 336
9.2.9. Nanoszenie przezroczystych obrazów (Alpha Over) 337
9.2.10. Style retro 340

Rozdział 10. Freestyle 343
10.1. UV/Image Editor — Render Result Slots 343
10.2. Ustawienia Freestyle 347
10.3. Modyfikatory grubości linii 352
10.4. Linia przerywana 355
10.5. Wybór linii 356
10.6. Linie oznaczone 358
10.7. Modyfikatory geometrii linii 361
10.8. Grupy obiektów w Blenderze 362
10.9. Przypisanie grupy obiektów do zestawu linii Freestyle 364
10.10. Kolory materiałów we Freestyle 368

Kup książkę Poleć książkę

Część II 371

Rozdział 11. Blender tapas 373

11.1. Jednostki miary w Blenderze (a także: wymiarowanie, obliczanie obwodów, powierzchni i objętości) 374
11.1.1. Ustawienia jednostek 374
11.1.2. Wyświetlanie wymiarów 375
11.1.3. Linijka z kątomierzem (Ruler/Protractor) 377
11.1.4. Panel pomiarów (Measure Panel) 378
11.2. Woskowy ołówek (Grease Pencil) 380
11.2.1. Właściwości warstw Grease Pencil 381
11.2.2. Umiejscowienie kreski w przestrzeni 381
11.2.3. Właściwości globalne Grease Pencil 383
11.2.4. Onion Skinning 385
11.2.5. Zmiana rysunku w krzywe 386
11.3. Obrus, firana, ubrania — Cloth Simulation 387
11.3.1. Grupowanie wierzchołków (Vertex Groups) 390
11.4. Edycja proporcjonalna (Proportional Editing) 394
11.5. Obrazy 2D w 3D 396
11.5.1. Drzewa i przezroczystość 400
11.6. Oświetlanie globalne, tekstury otoczenia i HDRi 402
11.6.1. Przesuwanie tła 405
11.6.2. Mirrorball 406
11.6.3. Słowo o HDRi 408
11.7. Import modeli i własna biblioteka materiałów 409
11.7.1. Linkowanie materiałów 410
11.7.2. Linkowanie obiektów 414
11.7.3. Edycja linkowanych obiektów 416
11.8. Modyfikator Curve (tory kolejowe, płoty itp.) 418
11.9. Gotowce — drzewa, bluszcze, śruby, rury i czajniczek 422
11.9.1. Drzewa (wtyczka Sapling) 423
11.9.2. Bluszcz (wtyczka IvyGen) 428
11.9.3. Inne gotowce 431
11.10. Tekst 433
11.11. Kształtowanie terenu i wanna (wtyczka Bsurfaces) 436
11.11.1. Góra 438
11.11.2. Wanna 440
11.12. Modyfikator Build 444
11.12.1. Zmiana kolejności budowania 447

11.13. Cięcie (Knife, Knife Project i Bisect) 449
11.13.1. Wycinanie dziur (Knife Project) 451
11.13.2. Przekrój (Bisect) 452
11.14. Import z innych programów (i modyfikatory: Decimate, Remesh) 455
11.14.1. Modyfikator Decimate 456
11.14.2. Modyfikator Remesh 459
11.15. Projekty na wynos 459
11.15.1. Sposób zapisywania ścieżek 461
11.16. Przykładowy tryb pracy 461
11.17. Co dalej? 463
11.18. Dzięki 466

Skorowidz 469

Rozdział 8.
Animacja — absolutne podstawy

Nawet jeżeli wydaje Ci się, że nigdy, przenigdy nie będziesz chciał niczego animować, wiedza z kilku najbliższych stron może Ci się przydać w przynajmniej kilku przypadkach. Wszystkie symulacje (dym, woda, rozbijanie rzeczy na kawałki) bazują na bardzo podstawowym rozumieniu, jak w Blenderze działają animacje. Jeżeli np. będziesz chciał błyskawicznie dodać do projektu wiarygodną tkaninę albo wybudować jakiś obiekt na oczach widza, bez tego jednego kroku w stronę animacji nie będzie mi łatwo wytłumaczyć, jak to zrobić.

Wreszcie, być może, potrzebujesz przedstawić swój model ze wszystkich stron (np. na obrotowym stole) albo zrobić modny ostatnio „wirtualny spacer" po makiecie — niekoniecznie szukając do tego osobnych narzędzi poza Blenderem — tu zajmie Ci to, tradycyjnie, góra kwadrans.

8.1. Czwarty wymiar — czas

Koncepcja czasu wydaje nam się całkiem naturalna, a od kiedy mamy do dyspozycji urządzenia rejestrujące ruchomy obraz, nawet przesuwanie[1] się w czasie do przodu i do tyłu nie wymaga raczej tłumaczenia.

Czas w Blenderze podzielony jest na klatki — jak na taśmie filmowej. Każda kolejna klatka to jeden obraz, a ich wyświetlanie po sobie, w określonej prędkości, daje złudzenie ruchu. Nie trzeba niczego uruchamiać, niczego zaznaczać — przez cały czas pracowałeś już na animacji, tyle że… zatrzymanej — nigdy nie wychodząc poza pierwszą klatkę. Zmiany, których dokonywałeś, np. przemieszczając jakiś obiekt, były stałe i działy się w tej jednej klatce. Teraz nadszedł czas rozejrzeć się po kolejnych klatkach.

[1] Czy może raczej „przewijanie".

Kup książkę Poleć książkę

Otwórz nowy plik i zerknij na pasek na dole ekranu (rysunek 8.1).

Rysunek 8.1. *Linia czasu (Timeline)*

Był tu od samego początku — jest jednym z modułów Blendera (jak widok 3D, *Node Editor* czy *UV/Image Editor*, które poznałeś), nazywa się *Timeline*[2], a symbolizuje go ikona zegara.

Zacznij od przyjrzenia się zielonemu odcinkowi, wskazanemu strzałką na rysunku 8.1 — to *Time Cursor*[3]. Podobnie jak *3D Cursor* — przemieszczasz go, używając *LKM*. Możesz też przemieścić *Time Cursor*, używając strzałek klawiatury:

- *strzałka_w_prawo* — o jedną klatkę do przodu;
- *strzałka_w_lewo* — o jedną klatkę do tyłu;
- *Shift+strzałka_w_górę* — o *10* klatek do przodu;
- *Shift+strzałka_w_dół* — o *10* klatek do tyłu;
- *Shift+strzałka_w_lewo* — umieszcza *Time Cursor* na pierwszej[4] klatce projektu;
- *Shift+strzałka_w_prawo* — umieszcza *Time Cursor* na ostatniej klatce projektu.

Spróbuj przenieść *Time Cursor* parę klatek do przodu (za pomocą *LKM* i strzałek, np. na klatkę *51*) i zobacz, co się zmieni (rysunek 8.2).

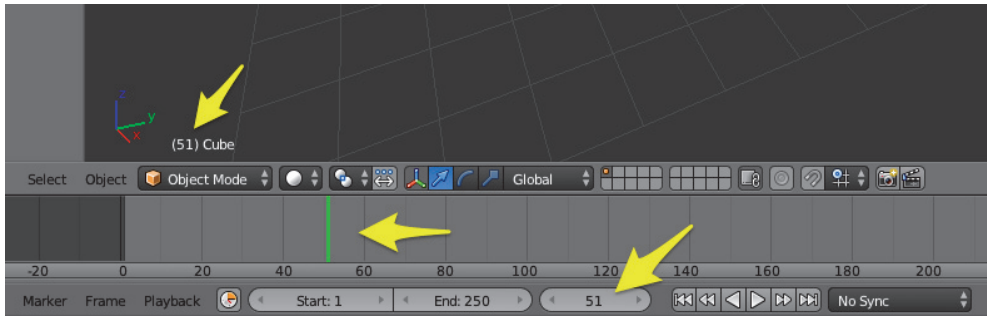
W lewym dolnym rogu okna widoku jedynka, która zawsze towarzyszyła nazwie zaznaczonego obiektu, okazała się numerem klatki, w której jesteś — i zmieniła się w *51*. Ten sam numer widnieje w polu na środku dolnego menu w oknie *Timeline*, a *Time Cursor* przemieścił się między liczby *40* a *60* — jeżeli używałeś do jego przesunięcia *LKM*, to dziwi Cię prawdopodobnie najmniej.

Możesz zwiększyć prędkość poruszania się w tym pasku za pomocą *LKM*, powiększając go — podobnie jak z przybliżaniem widoku (lub powiększaniem treści dowolnego okna): zadziała kombinacja *Ctrl+ŚKM* lub obrót rolki

[2] Z ang. *linia czasu*.

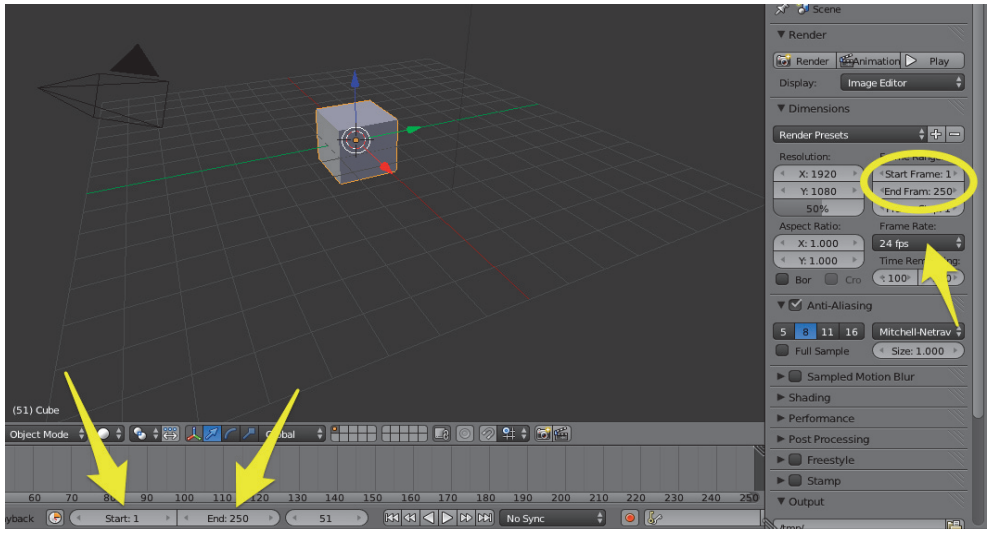
[3] Z ang. *wskaźnik/kursor czasu*.

[4] Pierwszą klatkę definiuje pole *Start*. Nie zawsze jest to więc klatka nr *1*.



Rysunek 8.2. *Time Cursor na klatce 51*

myszy. Naciśnięcie *Home* ustawi powiększenie tak, by zmieścił się cały wybrany zakres klatek projektu (od *Start* do *End*), oznaczony jaśniejszym szarym w oknie *Timeline*. W nowym projekcie ten zakres to *1 – 250*. Możesz go dowolnie zmienić w menu projektu lub w menu okna *Timeline* (rysunek 8.3).

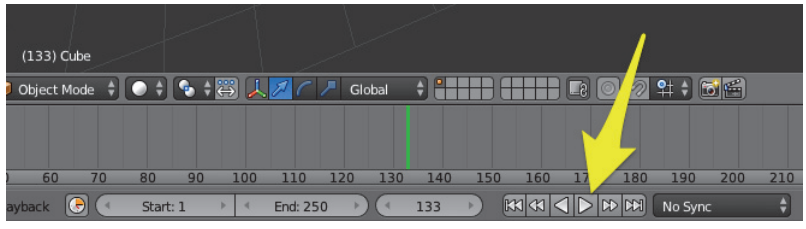


Rysunek 8.3. *Zakres klatek projektu i prędkość ich odtwarzania (Frame Rate)*

Na rysunku 8.3 strzałką zaznaczone jest też pole *Frame Rate* — jest to prędkość, z jaką Blender będzie starał się odtwarzać projekt. Standardowo jest to kinowe *24 kl/s*.

Czas najwyższy uruchomić animację. Naciśnij *Alt+A* lub kliknij trójkątny przycisk *Play animation*[5] (rysunek 8.4).

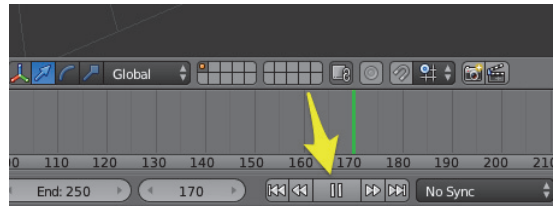
[5] W wolnym tłumaczeniu: uruchom animację. Trójkąt wskazujący w lewo odtwarza do tyłu — podobnie jak kombinacja *Shift+Alt+A*. Tak tylko wspominam.



Rysunek 8.4. *Przycisk Play animation*

No dobrze. Poza tym że *Time Cursor* przesuwa się z lewa do prawa, po czym zaczyna od nowa, jedyną zmianą jest pojawienie się w lewym górnym rogu widoku informacji *fps: 24*. Oznacza to, że Blender utrzymuje prędkość *24 kl/s* (skrót *fps* to *frames per second*[6]), jeżeli mu się to nie udaje, napis zmienia kolor na czerwony, jednocześnie podając aktualną prędkość odtwarzania.

By zatrzymać tę jeszcze-nie-animację, ponownie naciśnij *Alt+A* lub przycisk pauzy, który pojawił się w dolnym menu (na wątpliwy wypadek, gdyby obce były Ci odtwarzacze, rysunek 8.5).



Rysunek 8.5. *Zatrzymanie animacji*

Wiedza zdobyta do tej pory pozwoli Ci już na zabawę z kilkoma modyfikatorami i efektami, jednak szkoda byłoby na tym skończyć. Proponuję więc dać Blenderowi coś do zaanimowania.

8.1.1. Klatka kluczowa (keyframe)

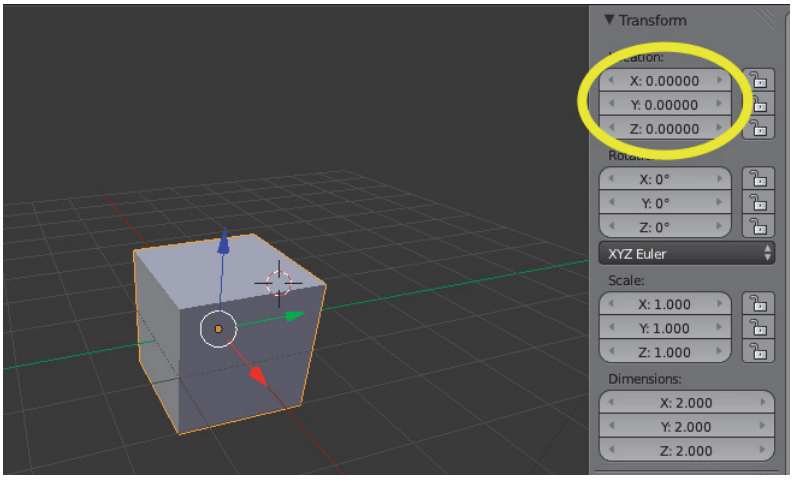
Żebyś mógł zacząć animować, wystarczy Ci znajomość tylko jednego terminu — jest nim *keyframe*[7]. Możesz go przypisać do niemal dowolnego pola w Blenderze — jedyne, co robi, to zapamiętuje stan tego pola w danej klatce czasu.

Proponuję sprawdzić to na przykładzie kostki:

1. Ustaw *Time Cursor* na klatce *100*.
2. Przenieś kursor myszy do okna widoku i otwórz panel właściwości (*N*).
3. Zerknij do znanej Ci zakładki *Transform* (rysunek 8.6).

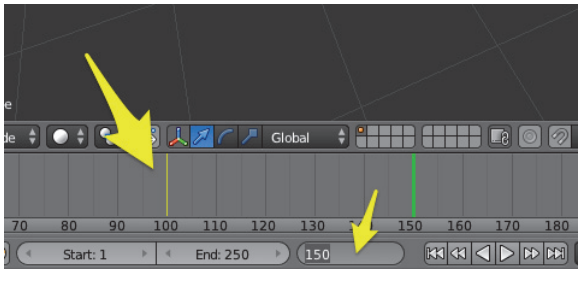
[6] Z ang. *klatki na sekundę*.

[7] Z ang. *klatka kluczowa*.



Rysunek 8.6. *Kostka znajduje się w punkcie (0, 0, 0)*

4. Umieść kursor myszy nad którymś z pól w sekcji *Location* i naciśnij *I*. Wszystkie trzy pola zmieniły kolor na żółty.
5. Przemieść się jakieś *50* klatek do przodu (np. wpisując w pole aktualnej klatki wartość *150*[8] — wiem, że domyślałeś się, że tak można; rysunek 8.7).



Rysunek 8.7. *Przeniesienie Time Cursor do klatki 150*

Przy okazji powinieneś zauważyć że w oknie *Timeline* w klatce *100* pojawił się żółty odcinek, a cała sekcja *Location* w panelu właściwości zmieniła kolor na zielony. Żółte odcinki informują o tym, gdzie znajdują się klatki kluczowe zaznaczonego obiektu, a kolor zielony w sekcji *Location* — że gdzieś przypisana jest klatka kluczowa, a więc wartości, które widać w tej chwili, są od niej zależne.

Myślę, że najłatwiej będzie to wytłumaczyć na kolejnym przykładzie:

1. Przesuń kostkę o *2* jednostki w osi *X* (*G*, *X*, *2*).
2. Umieść kursor myszy nad dowolnym polem w *Location* i naciśnij *I*.

[8] Przypominam też o możliwości wpisywania działań matematycznych, w tym wypadku *100+50*.

Pole zmieniło kolor na żółty, a w oknie *Timeline* pojawił się kolejny żółty odcinek.

Spróbuj teraz uruchomić animację (*Alt+A*). Przez większość czasu nic się nie dzieje, po czym kostka rusza z punktu (*0*, *0*, *0*) do punktu (*2*, *0*, *0*). Co ciekawe — z chwilą, gdy animacja wraca do klatki *1*, kostka również wraca do (*0*, *0*, *0*). Dlaczego?

Blender wykonuje całą „brudną robotę" animatora za Ciebie. Powiedziałeś mu, że w klatce *100* kostka ma znajdować się w punkcie (*0*, *0*, *0*), a w klatce *150* w punkcie (*2*, *0*, *0*). Jeżeli użyjesz klawiszy strzałek (lewo/prawo) i w kolejnych klatkach spojrzysz na wartości *Location*, zobaczysz tam kolejne „stany" kostki ustawiane przez program automatycznie — stąd też kolor zielony.

Ale dlaczego kostka nagle przeskakuje z powrotem na pole *1*? Pierwsza klatka kluczowa dla danego obiektu jest dla Blendera informacją, gdzie obiekt znajduje się na początku — od klatki *1* do *100* jest to wartość (*0*, *0*, *0*), potem automatycznie wzrasta aż do (*2*, *0*, *0*) w klatce *150* i pozostaje taka aż do końca. Ponieważ animacja odtwarza się w pętli, z chwilą powrotu do klatki *1* przypisywana jest wartość pierwszego *keyframe*.

Co się tyczy koloru zielonego w polu *Location*: zawiera on jeszcze jedną cenną dla Ciebie informację. Jeżeli przesuniesz kostkę i **nie zapiszesz** klatki kluczowej, zmiana nie zostanie zapamiętana.

Sprawdź:

1. Ustaw *Time Cursor* na klatce *1* (*Shift+strzałka_w_lewo*).
2. Przesuń kostkę o *2* jednostki w osi *Z* (*G*, *Z*, *2*).
3. Przejdź do klatki nr *2* (*strzałka_w_prawo*).

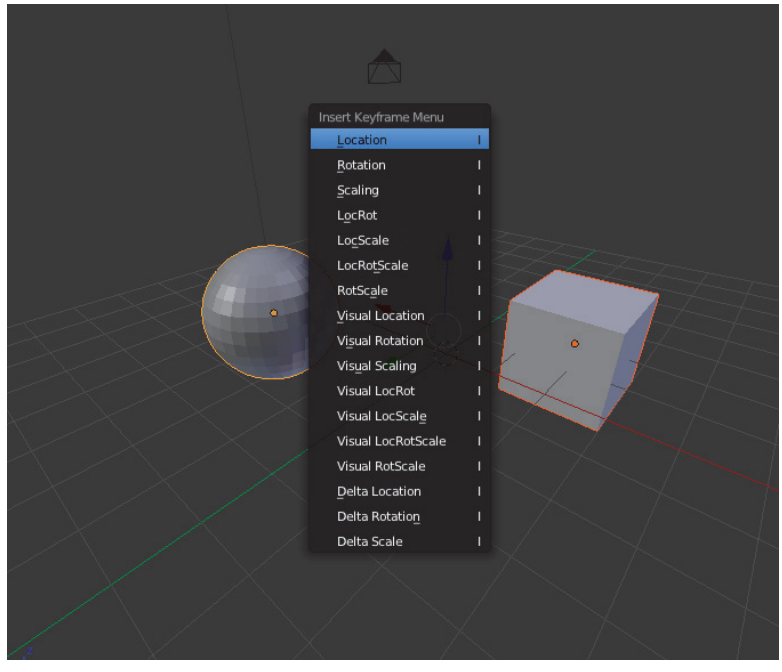
Kostka wróciła do punktu (*0*, *0*, *0*).

Sprawdź, jak wygląda klatka nr *1* (*strzałka_w_lewo*) — kostka nadal w (*0*, *0*, *0*). Dopóki nie dodasz kolejnej *keyframe*, właściwości kostki za każdym razem wrócą do wartości zadanej w najbliższej klatce kluczowej (lub w przypadku przedziału *100 – 150* — do „złotego środka" między dwiema klatkami kluczowymi).

W praktyce możesz używać klatek, by przetestować kilka wersji ustawień (czy nawet kolorów) obiektów. Proponuję spróbować i tego:

1. Dodaj kulę (*Shift+A*, *Mesh/UV Sphere*).
2. Ustaw *Time Cursor* w klatce *50*.

3. Ustaw kulę i kostkę w różnych miejscach.
4. Zaznacz kulę i kostkę (*PKM*, *Shift+PKM*).
5. Pozostawiając kursor myszy w oknie widoku, naciśnij *I* (rysunek 8.8).



Rysunek 8.8. *Menu Insert Keyframe*[9]

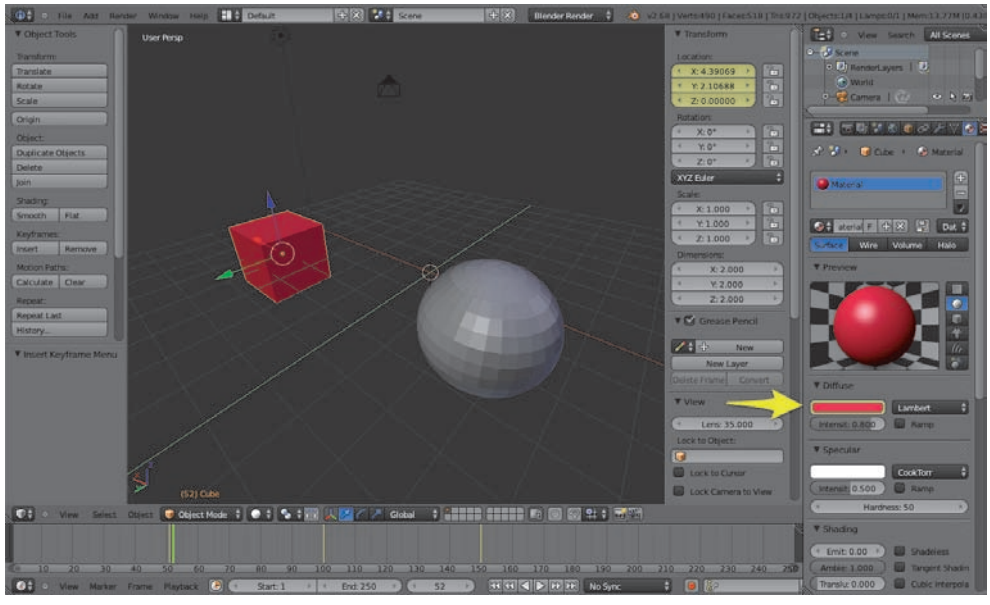
6. Z listy wybierz *Location*[10] — Blender zapisze klatki kluczowe dla położenia obydwu obiektów (dla każdego zostanie przypisana osobna *keyframe*).
7. Przejdź do klatki *52* (*strzałka_w_prawo*).
8. Przestaw obiekty.
9. Zaznacz obydwa i dodaj kolejny *keyframe* (*I*, *Location*).

Wspominałem o zmianie koloru. Żeby nie tracić czasu, pozostań w *Blender Internal*. Kostka ma już przypisany standardowy materiał *Material*, skorzystaj z tego.

10. Pozostając w klatce *52*, ustaw kolor czerwony dla materiału i trzymając kursor myszy nad polem koloru, naciśnij *I* (rysunek 8.9).

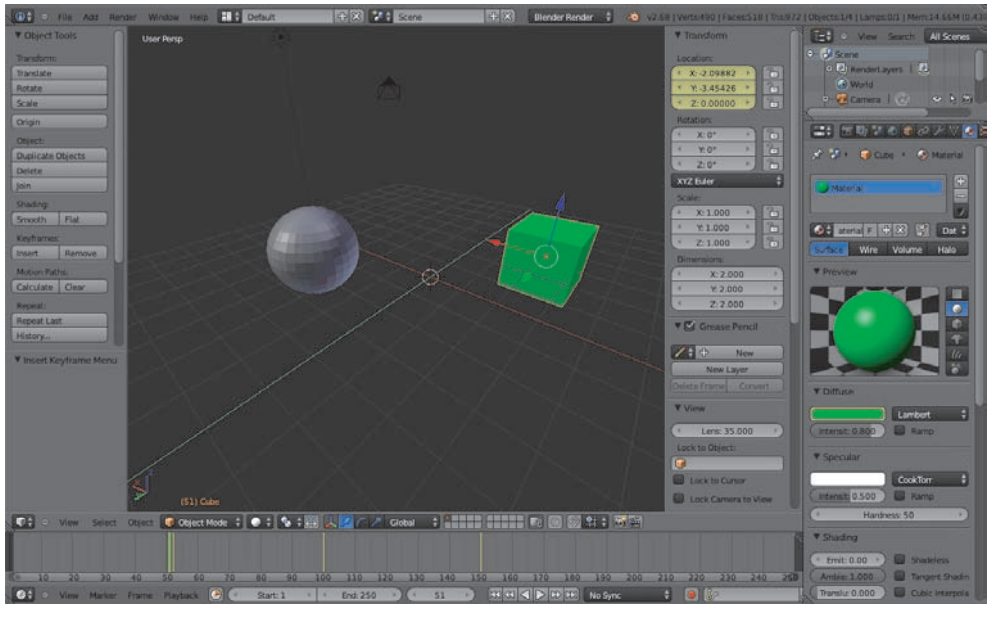
[9] Z ang. *wstaw klatkę kluczową*.

[10] Kolejne to *Rotation* — *rotacja*, *Scaling* — *skala*, wreszcie zestawy *LocRot* — *położenie i rotacja*, *LocScale* — *położenie i skala* itd.



Rysunek 8.9. *Przypisanie keyframe do wartości koloru (klatka 52)*

11. Przejdź do klatki *51* (*strzałka_w_lewo*).
12. Zmień kolor kostki na zielony i trzymając kursor myszy nad polem koloru, jak poprzednio, dodaj wartości koloru klatkę kluczową (*I*) — rysunek 8.10.



Rysunek 8.10. *Zielona kostka, inne ustawienie przedmiotów (klatka 51)*

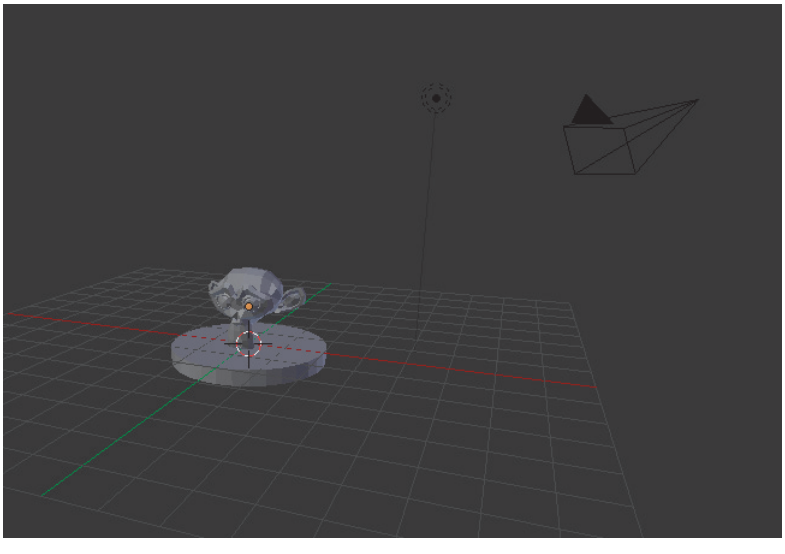
Uruchomienie animacji może nie mieć teraz jeszcze większego sensu — ale już przełączenie tam i z powrotem (*strzałka_w_prawo*, *strzałka_w_lewo*) daje dwie różne sceny po sobie, a to czasem całkiem przydatna możliwość.

8.1.2. Obracający się obiekt

Załóżmy, że wymodelowałeś piękny przedmiot i chciałbyś go zaprezentować w całej okazałości klientowi — np. ustawiając na obrotowym podeście. Dla potrzeb przykładu pięknym obiektem będzie Suzanne. Zatem:

1. Otwórz nowy plik (*Ctrl+N*).
2. Usuń kostkę (*X*).
3. Dodaj cylinder (*Shift+A*, *Mesh/Cylinder*).
4. Przeskaluj go do *0,2* wielkości w osi *Z* (*S*, *Z*, *.2*).
5. Powiększ dwa razy w osiach *X* i *Y* (*S*, *Shift+Z*, *2*).
6. Zapisz skalę (*Ctrl+A*).
7. Przesuń go o *0,2* jednostki w dół (*G*, *Z*, *–.2*).
8. Dodaj Suzanne (*Shift+A*, *Mesh/Monkey*).
9. Przesuń ją o jedną jednostkę w górę (*G*, *Z*, *1*).

Powinieneś otrzymać coś na kształt rysunku 8.11.

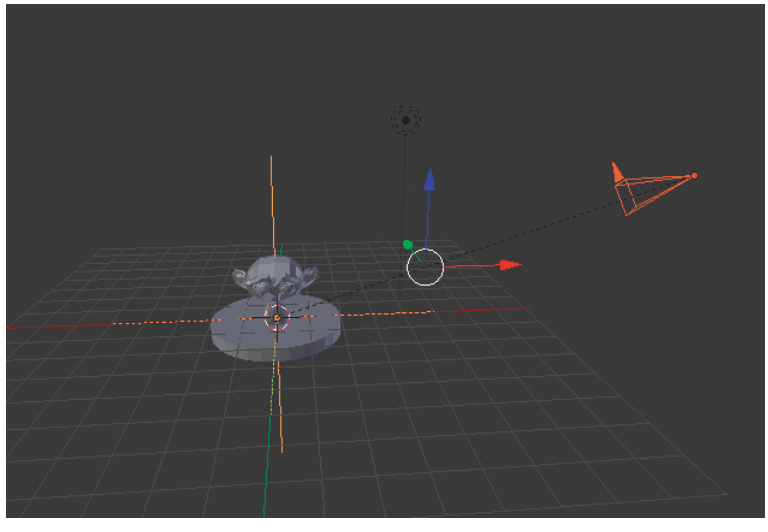


Rysunek 8.11. *Suzanne na okrągłej scenie*

Teraz masz kilka możliwości — możesz obracać podest (i użyć relacji rodzic – dziecko[11], by „przykleić” do niego obiekt), obracać sam obiekt lub obracać kamerę. Spróbuj tej trzeciej opcji — poza odkurzeniem przypisywania obiektów rodziców zmusi Cię bowiem do przypomnienia sobie o *Empty*[12].

Zakładam, że Suzanne i podest znajdują się w środku sceny (*X=0*, *Y=0*), tam też znajduje się *3D Cursor*:

1. Dodaj *Empty* (*Shfit+A*, *Empty/Plain Axes*).
2. Powiększ ją[13] pięć razy (*S*, *5*).
3. Zapisz skalę (*Ctrl+A*, *Scale*).
4. Zaznacz najpierw kamerę (*PKM*), a potem dodaną właśnie *Empty* (*Shift+PKM*).
5. Ustaw *Empty* jako rodzica dla kamery (*Ctrl+P*, *Object*) — rysunek 8.12.



Rysunek 8.12. *Empty jako rodzic dla kamery*

Od teraz jakikolwiek obrót *Empty* sprawi, że kamera będzie się poruszać po okręgu, utrzymując cały czas tę samą odległość od środka.

Spróbuj wykorzystać do tego obrotu właściwości *keyframe*:

1. Zaznacz *Empty* (*PKM*).
2. Upewnij się, że jesteś w klatce nr *1*.

[11] Podrozdział 4.2.8.

[12] Podrozdział 4.3.1.

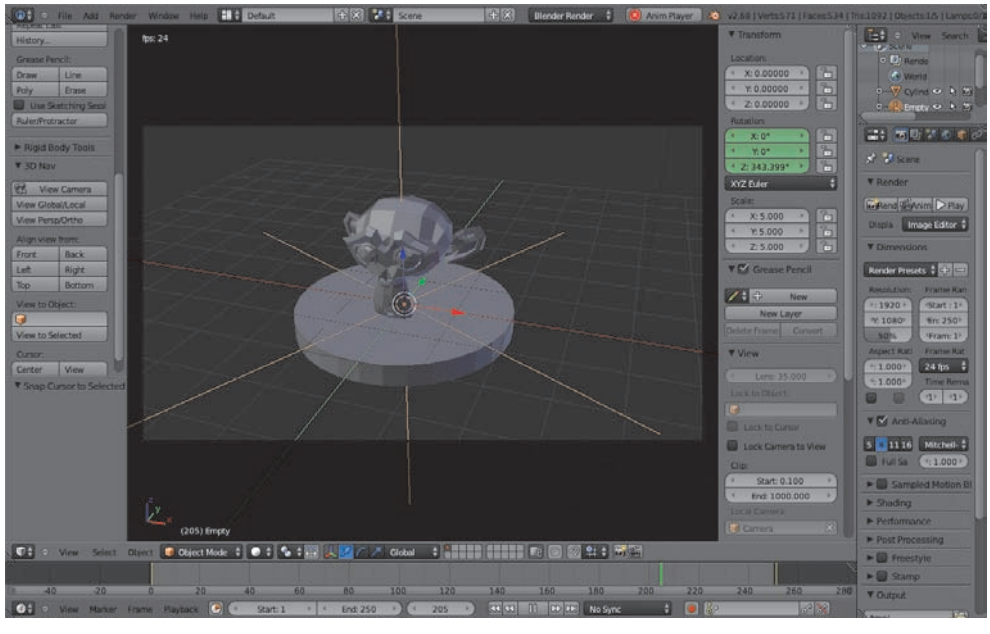
[13] „Żeby ją lepiej widzieć”.

3. Dodaj *keyframe* dla rotacji (*I*, *Rotation*).
4. Przenieś się do klatki *251*.

I tu słowo wyjaśnienia. Plan jest taki, by kamera wykonała pełen obrót w trakcie trwania animacji, na jej końcu wracając do punktu wyjścia (a tak naprawdę na moment przed punktem wyjścia — by uzyskać idealną płynność). Twoja obecna animacja ma *250* klatek. Co oznacza, że w klatce *251* rozpoczęłoby się kolejne okrążenie. Ponieważ przydatna może być możliwość „zapętlenia" animacji, im bardziej będzie płynna, tym lepiej.

Klatka *251* w przypadku pętli będzie znów klatką *1*, a tam właśnie przeskoczy animacja (czy wewnątrz Blendera, czy w jakimś zewnętrznym odtwarzaczu).

5. Otwórz panel właściwości (*N*) i w sekcji *Rotation* w polu *Z* wpisz *360*[14].
6. Trzymając kursor myszy nad polem *Z*, naciśnij *I*.
7. Przełącz się w widok kamery (*Numpad_0*).
8. Uruchom animację (*Alt+A*) — rysunek 8.13.



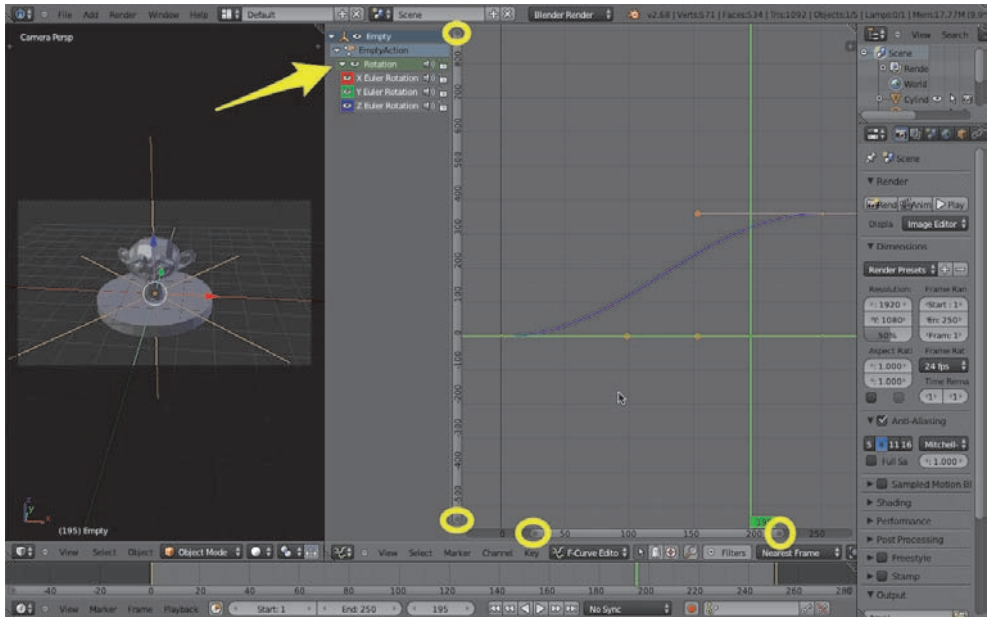
Rysunek 8.13. *Gotowa animacja*

[14] Obrót o *360* stopni przy użyciu kombinacji *R*, *360* sprawi, że Blender pójdzie na skróty i wpisze w pole *Z* wartość *–0°*. Ma swoje powody, ale wyjaśnianie ich naprawdę wykracza poza ramy tej publikacji.

Animacja zapętla się zgodnie z tym, co planowałeś, jednak pod koniec (na oko ostatnie *20* klatek) i na początku (kolejne *20* klatek) wyraźnie zwalnia — w założeniu miał to być ciągły, monotonny obrót. Co stało się tym razem? Odpowiedź na to pytanie czai się w kolejnym module Blendera, któremu poświęcę tylko tyle czasu, by rozwiązać powyższy problem.

8.1.3. Graph Editor

Podziel okno widoku w pionie na dwa i z menu okna wybierz *Graph Editor*[15] (rysunek 8.14).



Rysunek 8.14. *Graph Editor*

Widzisz w nim graficzną interpretację przypisanych do obiektu *keyframes*. Możesz ją powiększyć, jak w przypadku każdego okna — zmieni ona podgląd proporcjonalnie. Przydałaby się kontrola skali okna jedynie w wybranych osiach — służą do tego zaznaczone na rysunku 8.14 ciemnoszare punkty. Przesuwając je *LKM*, zmieniasz dokładność tylko w jednej osi.

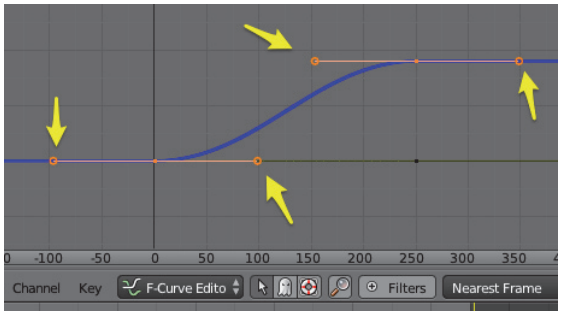
Wykres w osi poziomej reprezentuje czas (jak w oknie *Timeline*), w osi pionowej — wartości konkretnych pól. Ponieważ jedyne *keyframes*, jakie

[15] Z ang. *edytor wykresów*.

przypisałeś *Empty*, to wartość rotacji (*Rotation*) — Blender pokazuje wykresy tylko dla tych klatek kluczowych.

W lewym panelu widzisz listę wszystkich widocznych danych. Rozwinięcie pola *Rotation* (strzałka na rysunku 8.14) ukazuje trzy kolory — czerwony dla *X*, zielony dla *Y* i niebieski dla *Z* — i wydaje się, że *Z* to jedyna krzywa na wykresie. Spróbuj jednak przesunąć *Time Cursor* w pionie (zielone prowadnice to konsekwentnie ten sam *Time Cursor* co w oknie *Timeline*) — w osi poziomej kryją się pozostałe dwie osie *X* i *Y* obiektu. Ponieważ obracałeś *Empty* tylko w osi *Z*, to jedyna krzywa, która zmienia wartości (*0* do *360*), dwie pozostałe przez cały czas utrzymują wartość *0*.

A „technologia" użyta do rysowania wykresów to znana Ci z poprzedniego rozdziału krzywa *Béziera* — na rysunku 8.15 zaznaczyłem strzałkami uchwyty krzywej, punkty kontrolne znajdują się w miejscach, w których umieściłeś *keyframe* — odpowiednio w klatkach *1* i *251*.

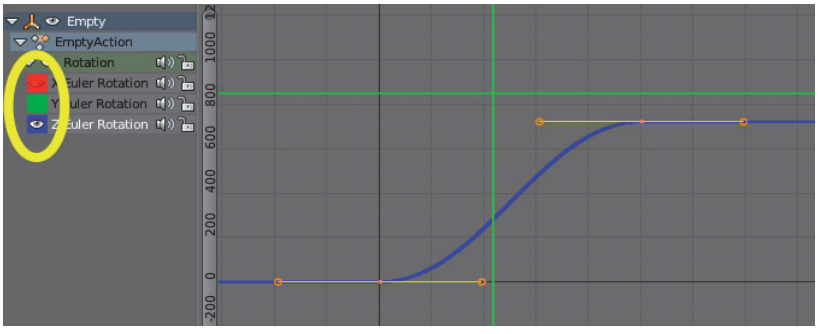


Rysunek 8.15. *Krzywa Béziera i zaznaczone strzałkami uchwyty*

Co więcej — uchwyty są pomarańczowe, jest to zatem krzywa automatyczna. Blender „wygładza" zmianę wartości *Z* na początku i końcu krzywej. W przypadku zaznaczonej *Empty* wygładza to tempo obrotu[16]. Na początku obrót jest powolny, potem przyspiesza, wreszcie na końcu zwalnia. Tobie jednak zależy na ruchu jednostajnym. Zaznacz widoczny punkt kontrolny w klatce *251* i sprawdź, czy działają inne skróty klawiszowe (np. *L*[17] — działa) — tym sposobem masz zaznaczone wszystkie punkty kontrolne na krzywej obrotu *Z*. Możesz też ukryć pozostałe, chwilowo niepotrzebne krzywe, klikając na ikonie oka w panelu po lewej (rysunek 8.16).

[16] Znów, jak na matematyce — im bardziej stroma krzywa, tym szybszy obrót (wartość w osi pionowej zmienia się w krótszym czasie w osi poziomej).

[17] Który, przypominam, zaznacza wszystkie punkty należące do danego obiektu — w tym przypadku: wszystkie punkty na krzywej.



Rysunek 8.16. *Ukrywanie niechcianych krzywych*

Teraz spróbuj nadać obrotowi ruch jednostajny, zmieniając rodzaj krzywej na *Vector* (*V*, *Vector*). Uruchom animację (*Alt+A*) — sukces! Suzanne kręci się nieprzerwanie w tym samym tempie — bez patrzenia na wskaźnik *Time Cursor* nie jesteś w stanie określić, kiedy zaczyna się pętla. Z ewentualnym poczuciem niedosytu[18] opuść *Graph Editor*.

8.1.4. Ruch po krzywej

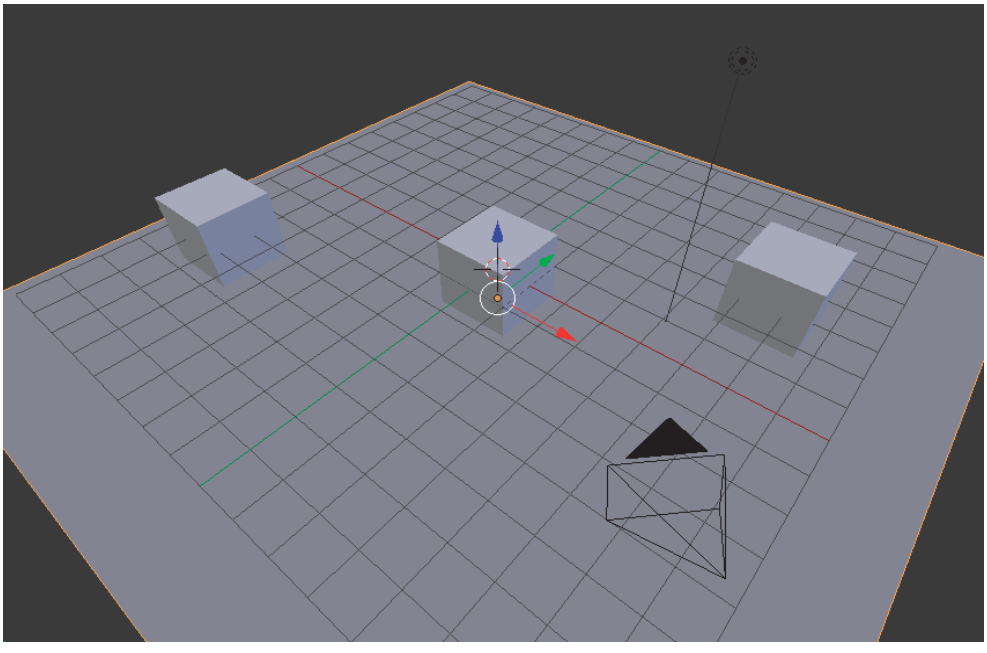
Ostatnim przypadkiem, o którym wspomniałem we wstępie do tego rozdziału, jest „wirtualny spacer". Tak naprawdę masz już wiedzę, która pozwoli Ci to zrobić w miarę sprawnie, ustawiając w kolejnych klatkach (np. co *250*) kamerę w różnych miejscach, pod różnym kątem i dodając tym ustawieniom *keyframe* dla lokalizacji i rotacji (*I*, *LocRot*). Blender automatycznie postara się wygładzić momenty przejścia między kolejnymi krokami i w zasadzie „wirtualny spacer" jest gotowy.

Gdybyś jednak chciał mieć większą kontrolę nad płynnością ruchu kamery, możesz narysować jej dokładną trasę i zdecydować, w jakim tempie ją przebędzie. A posłuży Ci do tego doskonale już opanowana *krzywa Béziera:*

1. Stwórz nowy plik (*Ctrl+N*).
2. Dorzuć do projektu dwie kolejne kostki, powielając istniejącą (*Shift+D*).
3. Rozstaw je dowolnie, dla utrzymania podobnych wyników nie zmieniając ich pozycji w osi *Z*.
4. Dodaj podłogę (*Shift+A*, *Mesh/Plane*), przesuń o jedną jednostkę w dół (*G*, *Z*, *–1*) i przeskaluj, np. dziesięć razy (*S*, *10*).

[18] Ponieważ jednak obowiązują w nim zasady spójne z tym, czego dowiedziałeś się dotąd, zaznaczenie punktu kontrolnego w klatce *251* (*PKM*) i przeniesienie go o np. kolejne *360* stopni (*G*, *Y*, *360*) nie przysporzy Ci żadnego problemu, prawda? A przyspieszy animację dwukrotnie!

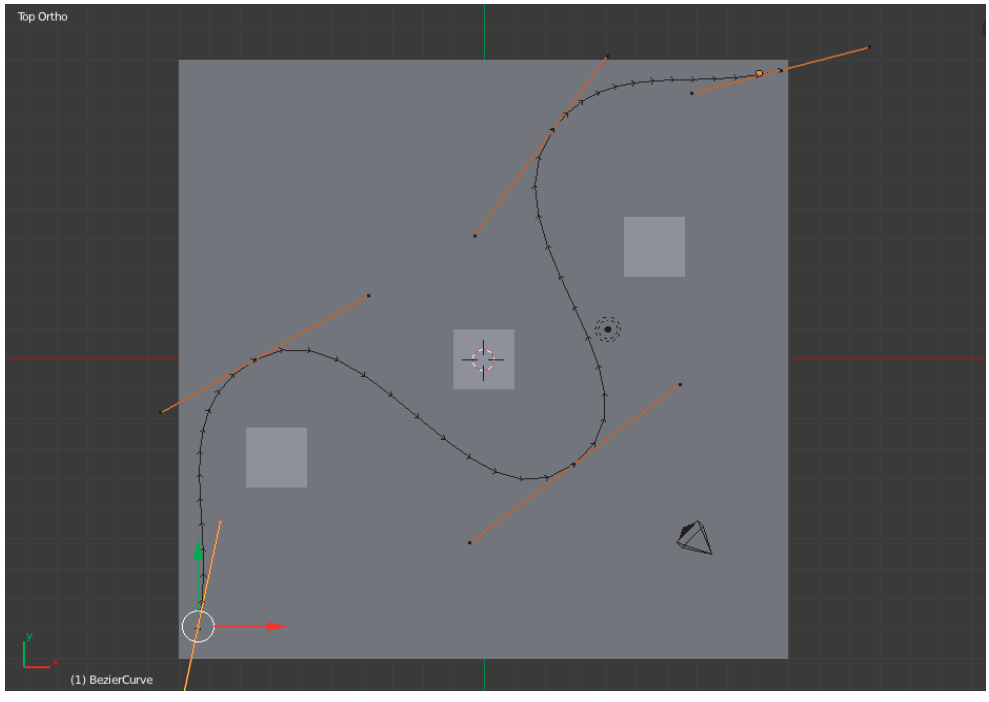
Powinno to wyglądać mniej więcej jak na rysunku 8.17.



Rysunek 8.17. *Odrobina bałaganu*

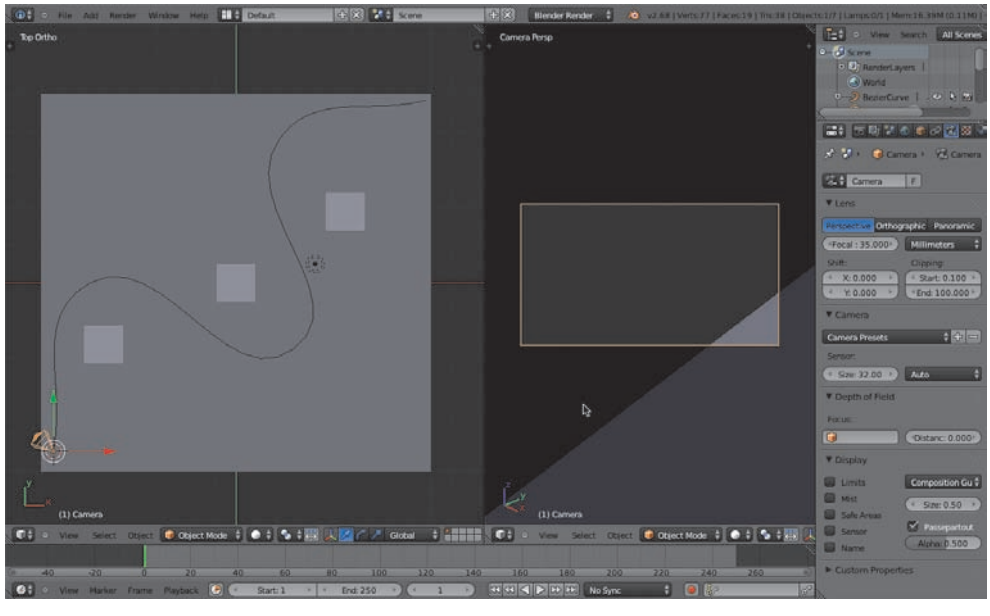
5. Dodaj krzywą *Béziera* (*Shift+A*, *Curve/Bezier*) i umieść ją w okolicach jednego z rogów podłogi, w pobliżu którejś z kostek.
6. Przełącz się w widok prostopadły z góry (*Numpad_7*, *Numpad_5*).
7. Wejdź w tryb edycji krzywej (*Tab*).
8. Znanymi Ci z rozdziału 7 metodami (np. *Ctrl+LKM*) przeprowadź krzywą między kostkami (rysunek 8.18).
9. Zaznacz pierwszy punkt na krzywej — ten, **od którego**[19] prowadzą strzałki (*PKM*).
10. Przenieś w jego miejsce *3D Cursor* (*Shift+S*, *Cursor to Selected*).
11. Wyjdź z trybu edycji (*Tab*).
12. Zaznacz kamerę (*PKM*).
13. Przenieś kamerę w miejsce *3D Cursora* (*Shift+S*, *Selection to Cursor*).
14. Podziel okno widoku na dwa, w prawym ustaw widok z kamery (*Numpad_0*).

[19] Jeżeli chcesz, możesz odwrócić kierunek krzywej w menu *Specials* (*W*, *Switch Direction*).



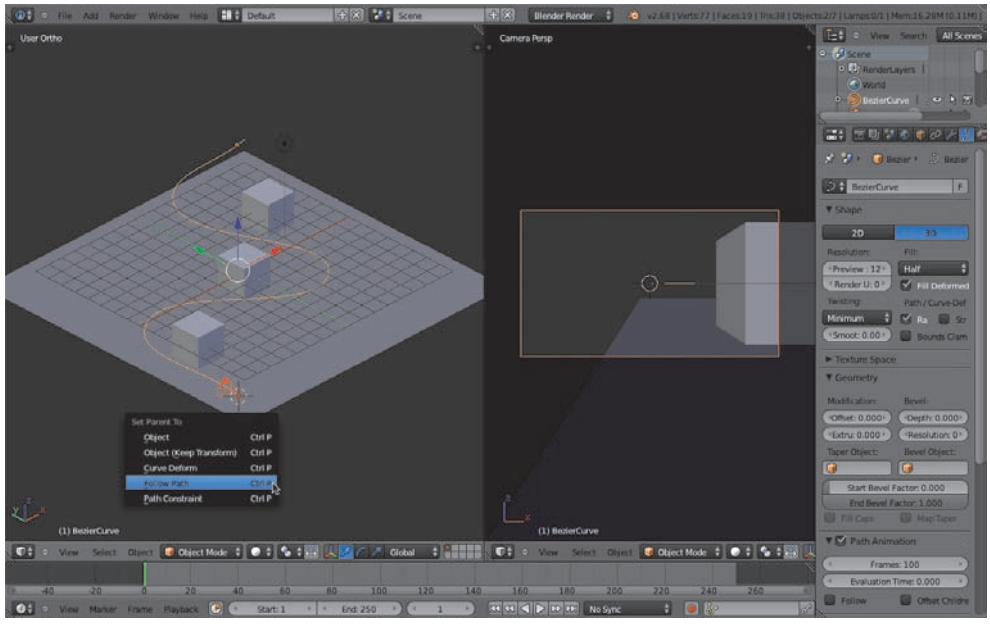
Rysunek 8.18. *Krzywa między kostkami*

Początkowo kamera prawdopodobnie nie wskazuje niczego ciekawego, a całość powinna przypominać rysunek 8.19.



Rysunek 8.19. *Przygotowanie kamery do „jazdy" po krzywej*

15. Ustaw kamerę tak, by „patrzyła” w kierunku zgodnym z początkiem krzywej (*R*[20]).
16. Zaznacz kamerę jako pierwszą (*PKM*), krzywą jako drugą (*Shift+PKM*).
17. Naciśnij *Ctrl+P* i tym razem z menu *Set Parrent To* wybierz *Follow Path*[21] (rysunek 8.20).



Rysunek 8.20. *Ustawienie śledzenia ścieżki*

Teraz zajrzyj do właściwości krzywej i poszukaj zakładki *Path Animation*[22] (rysunek 8.21).

Kolor zielony sugeruje, że coś się będzie zmieniać. Sprawdź, co takiego — uruchom animację (*Alt+A*). Przez pierwsze sto klatek kamera wędruje po krzywej, potem staje. Widać liczbę *100* w polu *Frames*[23], a jeśli spróbujesz manualnie[24] przesuwać *Time Cursor*, zobaczysz w polu *Evaluation*

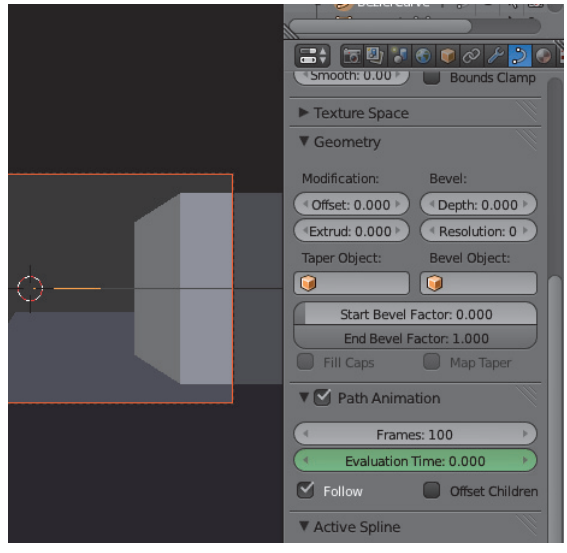
[20] Możesz też przypomnieć sobie o funkcji *Lock Camera to View* — podrozdział 3.2.4.

[21] Z ang. *podążaj za ścieżką*.

[22] Z ang. *animacja ścieżki*.

[23] Z ang. *klatki*.

[24] Blender nie odświeża wszystkich pól w czasie odtwarzania animacji — jeśli chcesz sprawdzać takie zmiany, pozostaje ręczne przesuwanie *Time Cursor*.



Rysunek 8.21.
Animacja ścieżki

Time[25] rosnące liczby. Liczby rosną zgodnie z numeracją klatek, jednak kamera zatrzymuje się dokładnie w setnej klatce.

Zwiększ zatem wartość *Frames* do *250*. Brawo, działa!

Ponieważ dane o animacji przypisane są do krzywej, nadal możesz zmieniać (i dodawać im klatki kluczowe) ustawienia kamery — jeśli zajrzysz we właściwości położenia kamery (*Location)* — nie zmieniają się w ogóle. Dla Blendera wciąż znajduje się ona w punkcie startu, możesz ją więc animować niezależnie od ruchu po ścieżce.

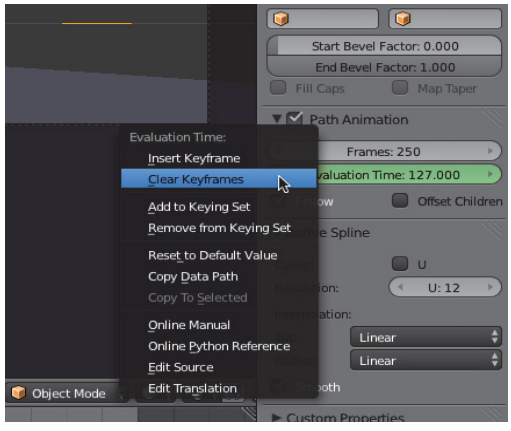
A co, gdybyś chciał zdecydować o przystankach w podróży po krzywej? Próba dodania klatki kluczowej (*I*) nad polem *Evaluation Time* wyświetla komunikat błędu. Dzieje się tak dlatego, że funkcja *Follow Path* automatyzuje pewne rzeczy za Ciebie — wystarczy więc usunąć tę automatyzację. Kliknij *PKM* na polu *Evaluation Time* i wybierz *Clear Keyframes*[26] (rysunek 8.22).

Od teraz krzywa przestała animować ruch kamery — wartość, jaka była wpisana w chwili, gdy usunąłeś *keyframe*, jest tą, która pozostała. Na początek spróbuj ustawić ją z powrotem tak, jak to było w przypadku automatu:

1. Przenieś się do klatki nr *1* (*Shift+strzałka_w_lewo*).

[25] Z ang. *czas ewaluacji*, czyli w tym przypadku: w jakim punkcie krzywej znajduje się obiekt po niej podążający w danej klatce. Krzywa podzielona jest na tyle punktów, ile zadeklarujesz w polu *Frames* (początek krzywej — *0*, koniec — wartość *Frames*).

[26] Lub używając skrótu klawiszowego *Alt+I*. *Clear Keyframes* — z ang. *wyczyść/usuń klatki kluczowe*.



Rysunek 8.22. *Usuwanie klatek kluczowych*

2. W pole *Evaluation Time* wpisz *1* i trzymając nad nim kursor myszy, dodaj *keyframe* (*I*).
3. Przenieś się do klatki nr *250* (*Shift+strzałka_w_prawo*).
4. W pole *Evaluation Time* wpisz *250* i dodaj *keyframe* (*I*).

Wróciłeś do punktu wyjścia, tylko że tym razem możesz coś pokombinować pomiędzy początkiem a końcem. Przejdź do klatki *100*, w polu *Evalutaion Time* znajduje się wartość… No właśnie. Wygląda na to, że nie do końca wróciłeś do punktu wyjścia — poprzednio kamera poruszała się ruchem jednostajnym, teraz znów ma płynny start i zatrzymanie[27]. Możesz przypomnieć sobie moduł *Graph Editor*[28] lub jeszcze trochę pokombinować:

5. W *Evaluation Time* wpisz *100* i dodaj *keyframe* (*I*).
6. Przejdź do klatki *150*.
7. W *Evaluation Time* wpisz *120* i dodaj *keyframe* (*I*).
8. Wróć do klatki *1* i uruchom animację (*Shift+strzałka_w_lewo*, *Alt+A*).

Kamera rusza powoli, przyspiesza, zwalnia na odcinku *100 – 120*, wreszcie znów przyspiesza i zwalnia, nim się zatrzyma. Gdybyś chciał, wiesz, jak zmienić jej ruch na jednostajny (choć w przypadku kamery płynność jest zazwyczaj pożądana), więc masz nad jej ruchem obecnie pełną kontrolę.

Jeżeli dołożysz do tego obrót samej kamery, dysponujesz bardzo precyzyjnym wózkiem, który bez problemu pracuje w trzech wymiarach. Teraz pozostaje Ci tylko wyeksportować owoc jego pracy.

[27] W tym wypadku to nawet lepiej.

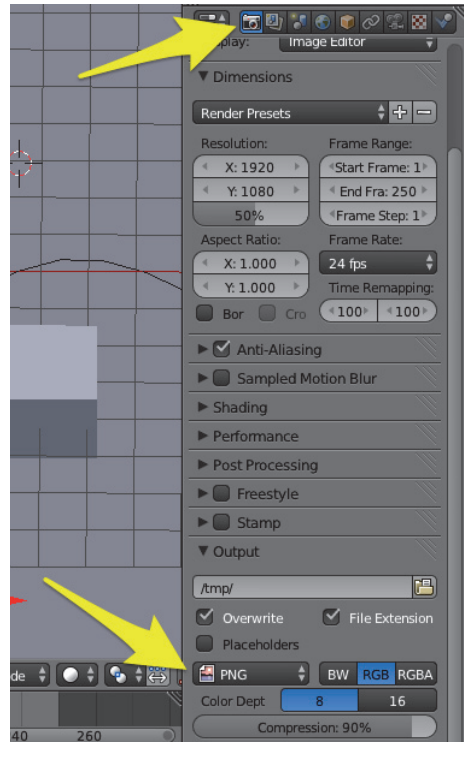
[28] Podrozdział 8.1.3.

8.2. Eksport animacji

Tradycyjnie — masz kilka możliwości. Możesz renderować bezpośrednio do pliku wideo lub zapisać serię plików na dysku.

Pierwsze rozwiązanie wydaje się szybsze, ale tylko do momentu, gdy musisz coś poprawić (np. kilka klatek w kilkuminutowym materiale), lub — zupełnie prozaicznie — do chwili, gdy w połowie pracy Blender postanowi się poddać. Zajmę się obydwoma rozwiązaniami, tym bardziej że drugie korzysta z pierwszego.

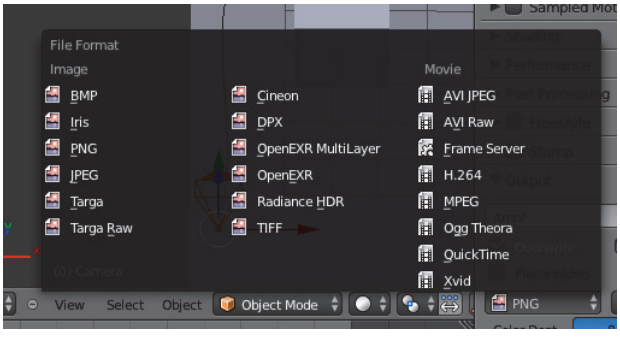
Zajrzyj do panelu właściwości renderu, gdzie tym razem powinny Cię zainteresować dwie zakładki — znana Ci *Dimensions* oraz *Output* (rysunek 8.23).



Rysunek 8.23.
Właściwości renderu

Po wybraniu wielkości pliku i liczby klatek na sekundę (*Frame Rate*) w zakładce *Dimensions*, zerknij do zakładki *Output*. W pierwszym polu wybierz katalog, w którym mają się pojawić pliki wyjściowe, wreszcie zdecyduj o ich formacie, wybierając go z listy zaznaczonej strzałką.

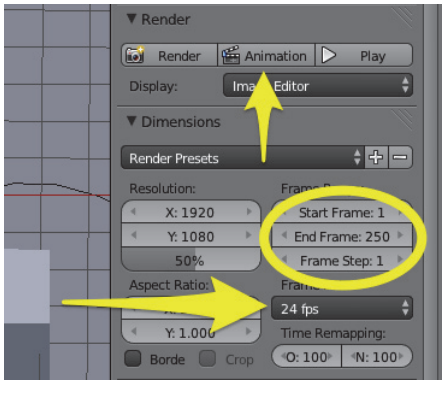
Wszystkie formaty z części *Image* (rysunek 8.24) dadzą w efekcie serię ponumerowanych plików, formaty z części *Movie* wydadzą jeden plik wideo z zakresem klatek w nazwie.



Rysunek 8.24. *Wybór formatu plików renderu*

Komputery z systemem OSX poradzą sobie świetnie z formatem *Quicktime*, reszta systemów powinna natywnie obsłużyć *H.264* i *MPEG*, ale pozostawiam to Twoim testom — kolejna przesłanka za tym, by wyrenderować serię obrazków (jako część najbardziej czasochłonna), a potem poeksperymentować już tylko z formatami eksportu wideo.

Gdy wybierzesz już katalog i format, a w zakładce *Dimensions* — rozdzielczość i liczbę klatek, wystarczy na samej górze panelu kliknąć *Animation*, by Blender zaczął renderować sekwencję od klatki w polu *Start Frame* aż po *End Frame* (rysunek 8.25).



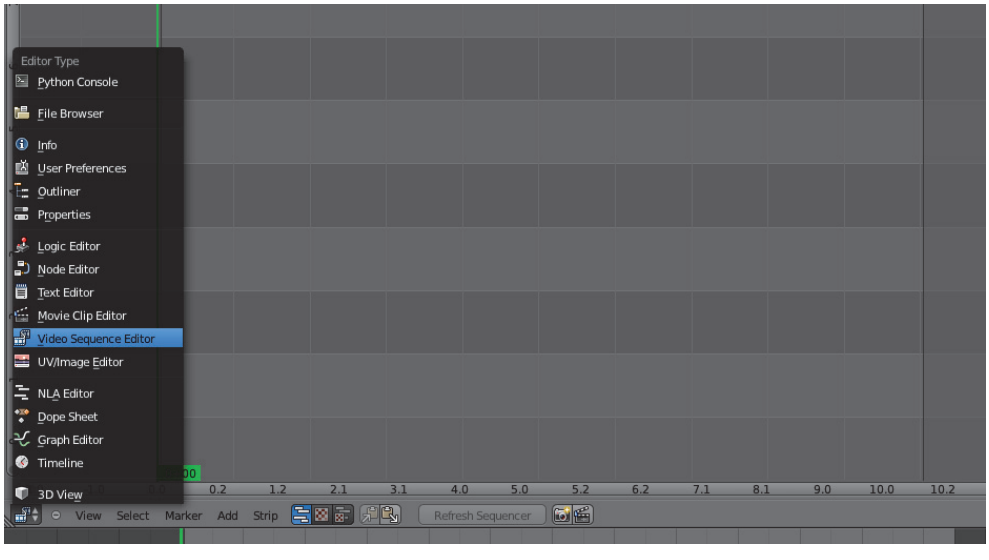
Rysunek 8.25. *Wybór zakresu renderu*

Na potrzeby testów zalecam ustawienie ostatniego pola w sekcji *Resolution* na jakąś niewielką, szybko renderującą się liczbę (np. *25%* standardowego *1920p* da pliki, na których coś nadal widać — *480x270 px* — skracając czas renderu niemal czterokrotnie). Gdy znajdziesz „działający" dla Ciebie format, jesteś gotów do eksportowania swoich animacji. Gdybyś jednak chciał wiedzieć, jak działa druga opisywana metoda…

8.2.1. Sklejanie serii plików w animację (Video Sequence Editor)

Możesz, oczywiście, zaimportować serię plików (np. *PNG*) do zewnętrznej aplikacji wideo i zrobić z nich animację. Blender wyposażony jest jednak w całkiem sprawne narzędzie do edycji wideo, o którym (podobnie jak w przypadku *Graph Editora*) wspomnę tylko w kwestii najbardziej podstawowej — łączenia serii plików w animację.

Proponuję zacząć od wyeksportowania Twojej animacji w formacie *PNG* — w zakładce *Output* ustaw katalog, który będziesz w stanie znaleźć (najlepiej stworzony specjalnie na tę okoliczność), wybierz *PNG* i naciśnij *Animation*, jak poprzednio. Po serii renderów we wskazanym katalogu pojawią się pliki o wybranej przez Ciebie nazwie (jeśli jakąś zadeklarowałeś) i kolejnych numerach od *0001* do *0250*, każdy będący odrębnym obrazem *PNG*. Przełącz okno widoku w tryb *Video Sequence Editor*[29] (rysunek 8.26).

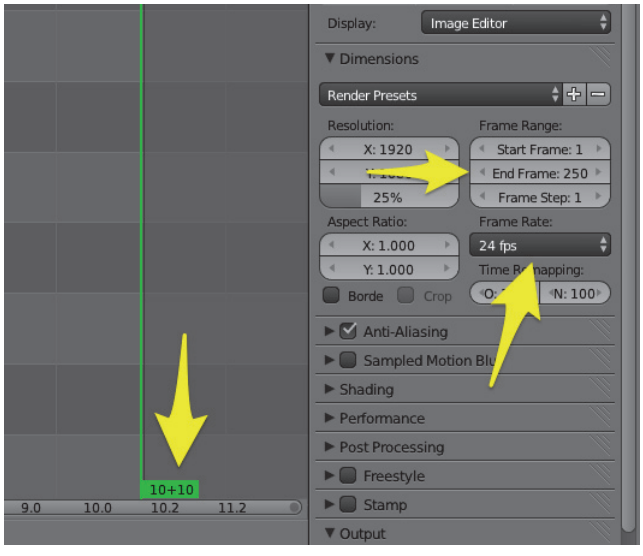


Rysunek 8.26. *Video Sequence Editor*

Zawartość okna trochę przypomina *Timeline* — jaśniejsza szara część to zakres klatek, jednak zamiast klatek w pasku na dole widać czas w sekundach. Jeżeli Ci to przeszkadza, przełączenie paska w tryb klatek kryje się w menu *View/Show Preview 1:1* (lub pod skrótem klawiszowym *Ctrl+T*).

[29] Z ang. *edytor sekwencji wideo.*

Chwilowo sugeruję pozostać w trybie sekund, by sprawdzić, co oznaczają liczby w zielonym polu przy *Time Cursorze*. Przesuń go na ostatnią klatkę sekwencji (*Shift+strzałka_w_prawo*) — rysunek 8.27.



Rysunek 8.27. *Ostatnia klatka (250) — czyli 10 sekund i 10 klatek od początku*

Projekt kończy się na *250* klatce (pole *End Frame*). Prędkość animacji jest ustawiona na *24* klatki na sekundę. Po dziesięciu sekundach będziesz więc w *240* klatce, pozostawiając *10* do końca. Trochę nierówny wynik — sygnalizowany zielonym polem *10+10* — jego pierwsza część to pełne sekundy (lub dalej — minuty i sekundy itd.), po znaku + znajduje się liczba klatek po kolejnej pełnej sekundzie.

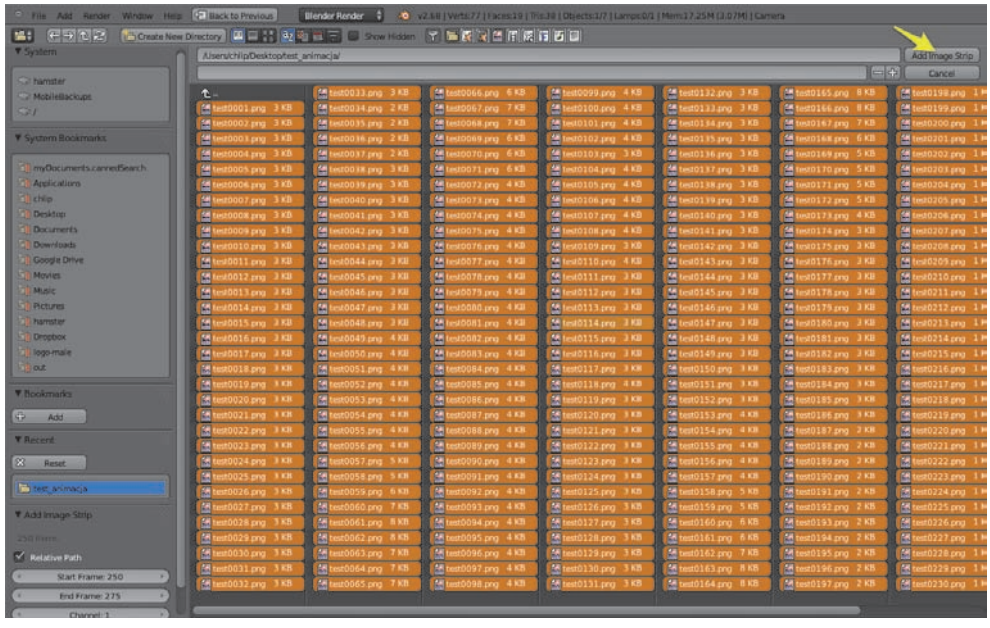
Jeżeli zmienisz prędkość na *25* klatek, w ostatniej klatce otrzymasz *10+00* (dziesięć sekund, zero klatek). Dla porządku i łatwości ewentualnego dalszego łączenia animacji polecam trzymać się pełnych sekund.

No dobrze, ale jak dodać pojedyncze klatki? Spróbuj znaną Ci kombinacją *Shift+A*, z menu wybierając tym razem *Image*[30].

Blender otwiera widok wyboru plików — znajdź wybrany wcześniej katalog z plikami animacji i dodaj je wszystkie. I znów działają poprzednie zasady zaznaczania — łącznie z takimi skrótami jak (*B*[31]). Jeżeli założyłeś nowy katalog, wystarczy nacisnąć *A*, by zaznaczyć wszystkie pliki (rysunek 8.28), wybór potwierdzając kliknięciem *Add Image Srip*.

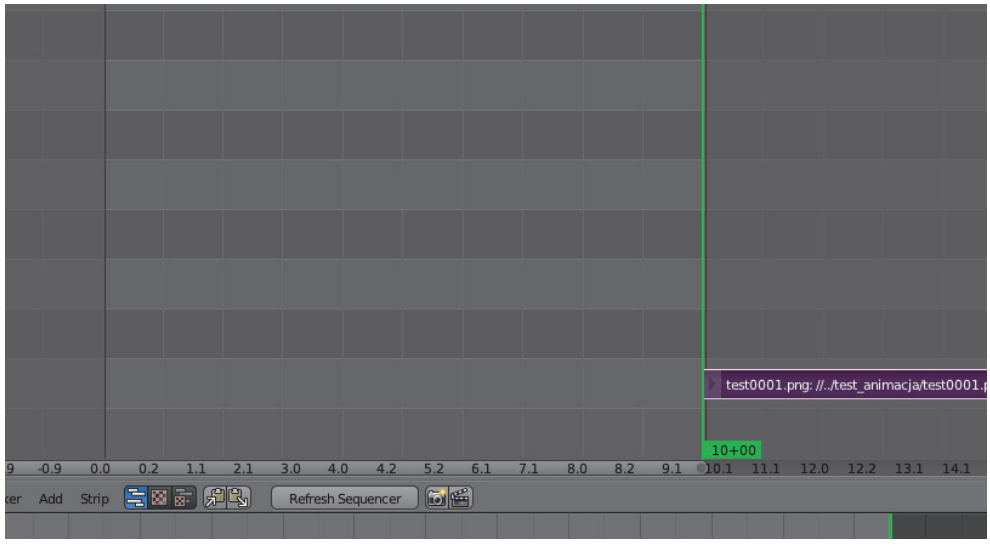
[30] Jak się zapewne domyślasz, wybranie *Sound* udźwiękowi Twoje dzieło.

[31] *Border Select* — podrozdział 2.2.8.



Rysunek 8.28. *Dodanie wszystkich plików w katalogu (A)*

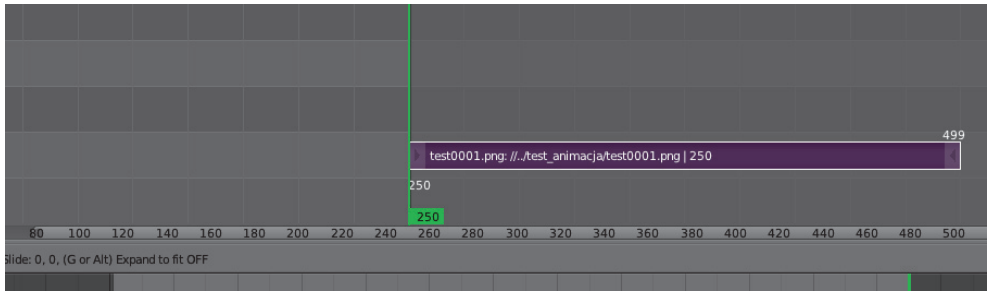
Ponieważ z chwilą dodawania *Time Cursor* znajdował się w ostatniej klatce, sekwencja obrazków została dodana w tym miejscu (rysunek 8.29).



Rysunek 8.29. *Sekwencja dodana odrobinę poza zakresem*

Po raz kolejny zadziałają wszystkie poprzednie skróty klawiszowe. Nim z nich skorzystasz, przełącz wyświetlanie sekund na klatki (*Ctrl+T*). Zielony wskaźnik automatycznie przełączył się również i powinien wyświetlać *250*.

Ponieważ nowo dodany pasek obrazów jest zaznaczony (gdyby nie był, ważne, by klikać *PKM* na środku paska, nie na jego końcach — pełnią inną funkcję), intuicyjnie naciśnij *G* i nim go przesuniesz, zerknij na nowe informacje, które się pojawiły (rysunek 8.30).



Rysunek 8.30. *Przesunięcie sekwencji obrazków (G)*

Po lewej stronie paska, na dole pojawiła się informacja, w której klatce znajduje się jego początek (zgadza się: *250*). Po prawej — jego koniec (również się zgadza: *499*), wreszcie w samym pasku widzisz nazwę pierwszego pliku, jego lokalizację i długość (zgadza się: *250* klatek).

Animacja zaczyna się w klatce nr *1* — wpisz więc z klawiatury *–249* i potwierdź *Enterem*. No dobrze, ale jak sprawdzić, czy wszystko jest OK, zanim każesz Blenderowi zapisać to na dysku? W dolnym pasku widoku wybierz ikonę wskazaną na rysunku 8.31.

Możesz teraz uruchomić animację (*Alt+A*) i zobaczyć, czy wszystko się dzieje tak, jak powinno.

Wielkość podglądu górnego okna regulujesz jak dotąd[32] — nowy skrót klawiszowy to *Numpad_1* ustawiający je w naturalnej wielkości pliku (1:1).

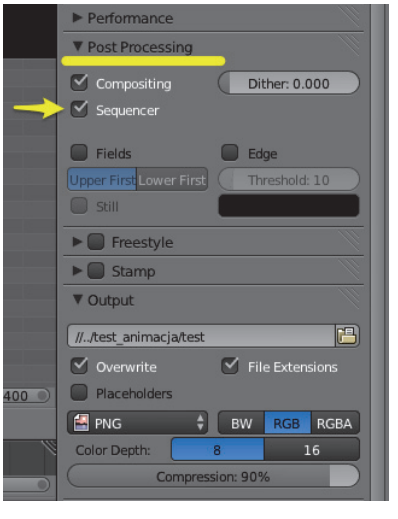
Teraz po wybraniu formatu plików wyjściowych (np. *H.264*) i kliknięciu *Animation*, Blender nie będzie próbował nic renderować, za wejście przyjmie zawartość *Video Sequence Editora*. I tu ostatnia uwaga — jeżeli próbowałbyś teraz cokolwiek wyrenderować, Blender nadal będzie Ci serwował pliki z *Video Sequence Editora*, jeżeli nie chcesz kasować jego ustawień — w zakładce *Post Processing* odfiszkuj opcję *Sequencer* (rysunek 8.32).

I na tym, z nieukrywanym żalem, zamykam chwilowo temat animacji — zakładam, że potrafisz ją wyeksportować i wiesz wystarczająco dużo, by móc skorzystać z funkcji Blendera wymagających podstawowej wiedzy o animacji.

[32] *Ctrl+ŚKM*, *Shift+ŚKM*, *Home*, *rolka myszy* itp.

Rysunek 8.31. *Podgląd wideo*

Rysunek 8.32. *Fiszka przy Sequencer sprawia, że jeśli Blender znajdzie tam w danej klatce jakieś dane, użyje ich, zamiast renderować nowe*



W poczuciu dobrze zdobytej wiedzy, widzimy się po kolejnej filiżance kawy.

Skorowidz

3D Cursor, 28, 43

A

Active Element, 43
Add Curve
  Extra Objects, 431
Add Mesh
  ANT Landscape, 431
  Bolt Factory, 432
  Extra Objects, 432
  Pipe Joints, 432
  Regular Solids, 433
aktywny punkt, 43
algorytmy rozmywające obraz, 328
Align to View, 132
Alpha, 317
Alpha Over, 337, 346
animacja, 277, 282, 301
  obrót, 287
  ścieżki, 293
autozapis, Autosave, 417

B

Background Images, 104
Bevel Object, 259
BezierCircle, 420
biblioteka BMesh, 273
Bisect, 452, 453
Blend Sky, 96
Blur, 328
bluszcz, 428, 430
Border Select, 65, 179
Bridge Edge Loops, 180
butelka, 163
butelka zaokrąglona, 168
Bypass, 337

C

choinka, 427
chowanie obiektów, Hide, 96, 99
cienie, 189
cieniowanie, 272
cieniowanie Smooth, 222
cięcie, 449
cięcie w pętli, 56
Cloth Presets, 389
Cloth Simulation, 387
cofanie, 52
Color Balance, 330
Color Management, 340
Composition Guides, 303
Constant Offset, 72
CPU, 173
Crease Angle, 349
Cursor to Center, 61
cykle, Cycles, 153, 174
czas, 277
czułość wykrywania krawędzi, 349

D

dach, 122
dach podwójny, 124
dane krzywej, 252
Decimate
  Collapse, 458
  Planar, 459
  Un-Subdivide, 458
Diffuse BSDF, 162
Displacement, 224
dodawanie
  Alpha Over, 338
  bajkowości, 330
  Empty, 145
  figur, 61
  Glossy BSDF, 205

Kup książkę Poleć książkę

dodawanie
modyfikatora Bevel, 221
obiektów, 30
okręgu, 146
plików, 300
podziałów, 387
punktów, 239
rozmycia, 329
segmentów, 237
symulacji tkaniny, 388
ściany, 40
warstw, 99, 382
wnętrza filiżanki, 182
zestawu linii, 354
dokumentacja online, 463
dom, 106
dopasowanie, 107, 217, 246
obrazka, 232
tekstury tła, 406
drzewo, 362, 400, 423
drzewo z kanałem Alpha, 402
duplikat, 60, 113
duplikowanie materiału, 170
dyspersja, 332
działanie Images as Planes, 399
dziecko, child, 139
dziedziczenie obiektów, 142
dzielenie
figur, 56
ścian, 167

E

Edge slide, 58, 59
Edit Linked Library, 417
Edit Mode, 40
edycja, 39
linkowanych obiektów, 416
proporcjonalna, Proportional Editing, 394
edytor sekwencji wideo, 298
efekt
Blur, 328
Bright/Contrast, 326
postarzania obrazu, 341
eksport animacji, 296
elipsa, 334
Elipse Mask, 333
Empty, 144, 286
Environment Texture, 406
Equirectangular panorama, 404
Extrude, 50, 52, 129

F

Factor, 232, 334
faktura materiału, 218, 226
Fast Gaussian, 328
filiżanka, 178, 181
Fit, 325
Flip Direction, 128
format plików renderu, 297
fotel, 219, 232
fotel pofałdowany, 225
fps, frames per second, 280
Freestyle, 343
Line Set, 350
Line Style, 350
Fresnel, 186
funkcja
Follow Path, 294
Inset Faces, 275
Smooth, 248
Subdivide, 249

G

gaszenie światła, 177
generowanie nieba, 403
Glass BSDF, 162
Glossy BSDF, 206
głębia ostrości, 309, 313, 323
gniazdo
niebieskie, 228
szare, 228
zielone, 228
żółte, 226
góra, 438
GPU, 172
Graph Editor, 288
Grease Pencil, 380
ustawienia, 384
właściwości globalne, 383
właściwości warstw, 381
grubość linii, 352, 353
grubość linii bazowej, 348
grupowanie wierzchołków, Vertex Groups, 390
grupy obiektów, 362

H

HDRi, 402, 408
HDRi panorama, 404
Horizon Color, 95
horyzont, 94

I

import, 455
import modeli, 409
Inset Faces, 274
interfejs, 16
IOR, Index Of Refraction, 170
izolowanie obiektu, 314

J

jednostki miary, 374

K

kaligrafia, 353
kamera, 20, 84
kamera aktywna, 315
kanał Alpha, 400
karta
  Color/RGB Curves, 331
  Glossy BSDF, 205
  graficzna, 172
  Image Texture, 214
  Lens Distortion, 332
  Math, 230
  Mix Shader, 207
  RGB to BW, 227
  Viewer, 333
  Wave Texture, 230
kąt, Angle, 269
kąt zagięcia, 349, 360
kąty zaznaczonej ściany, 377
kierunek krzywej, 291
klatka kluczowa, keyframe, 280
klatki projektu, 279
klawiatura numeryczna, 22, 26
klawiatura numeryczna wirtualna, 23
Knife, 449
Knife Project, 451
kodowanie UTF-8, 434
kolejność
  budowania, 447
  dodawania krzywych, 443
kolor, 208, 210, 330
  materiału, 368
  punktu, 318
  tła, 321, 324, 347
komunikat błędu, 294
koń na biegunach, 236
  deseczki, 255
  grzbiet, 249
  mocowania nóg, 262
  noga, 242, 246
  ogon, 264
  płoza, 250
  poprzeczka, 263
  siodełko, 256, 258
  tułów, 248, 251
kostka, 20, 27, 217, 316
krawędź, Edge, 42, 47, 49, 51
kreska w przestrzeni, 381
krzesło, 55
krzywa Béziera, 236, 289
krzywe, 235
kształtowanie terenu, 436
kwadrat Béziera, 254
kwantyfikowalna niewidzialność, 356

L

lampa
  typu Hemi, 194
  typu Point, 192
  typu Spot, 187
  typu Sun, 194
lampy specjalne, 186
Lens, 306
Lens Distortion, 332
liczba pętli, 437
linia, 349, 352
  czasu, Timeline, 278
  oznaczona, 358
  przerywana, 355
linijka z kątomierzem, 377
linkowanie
  materiałów, 410, 412
  obiektów, 414
lista materiałów, 160

Lock Camera to View, 89
Loopcut, 56, 169
lustro, Mirror, 70, 77

Ł

łączenie
  kart, 206
  krawędzi, 181
  kropek, 45, 47
  obiektów, 131, 136
  okien, 20
  punktów, 129, 242

M

Magic Texture, 229
makieta, 96
mapa, 438
mapowanie UV, 229
masa, Mass, 390
maska, 333
Material Output, 202
materiał, 155, 159, 411
  Diffuse, 204
  Mix Shader, 184
materiały szorstkie, 170
Measure Panel, 378
Median, 49
menu
  Add, 31
  Apply, 76
  Insert Keyframe, 283
  podręczne, 100, 101
  Sort Mesh Elements, 448
miękkość krawędzi światła, 190
Mirror Object, 71
Mirrorball, 406
Mix Shader, 184, 207, 401
mnożenie obrazów, Multiply, 335
modelowanie, 39, 103
modyfikator, 67
  Array, 71, 91, 142–146, 153
  Bevel, 219, 221, 269
  Boolean, 115–118, 123, 139
  Build, 444–446
  Cloth, 390
  Curve, 418, 421
  Decimate, 456
  Geometry, 363
  Mirror, 70, 134, 253
  Remesh, 459
  Solidify, 110, 130, 246
  Spatial Noise, 361
  Subdivision Surface, 167, 182, 273, 389
  SubSurf, 454
modyfikatory
  geometrii linii, 361
  grubości linii, 352, 354
mostkowanie krawędzi, 180
Move to Layer, 98
Multiply, 335
Mute, 336

N

nanoszenie przezroczystych obrazów, 337
nazwa
  krzywej, 253, 261
  linii, 351
  materiału, 159, 204
  obiektu, 67
n-gon, n-kąt, 197, 272
niebo, 403
Node Editor, 199–203, 315
Nodes, 199
nogi stołu, 59
Normals, 127
nóż, Knife, 450

O

obiekty, 27
  dodawanie, 30
  edytowanie, 41
  łączenie, 131
  obrót, 35
  przesunięcie, 32
  rozdzielanie, 121
  skalowanie, 36
  usuwanie, 32
  wybieranie, 26
obiektyw, Lens, 85, 306
Object Mode, 40
objętość obiektu, 379
obraz referencyjny, 241

obrót, 42, 44
kamery, 287
krzywej, 253
obiektów, 34, 285
widoku, 89
względem mediany, 43
odbicia, 407
odległość
obiektu od kamery, 317
od Origin, 378
punktu od kamery, 318
odrysowywanie, 241
odtwarzacz, 280
offset, 72, 112, 211
ograniczenie wyboru linii, 358
okna
łączenie, 20
podział, 29
zmiana rozmiaru, 18
okno
Node Editor, 201
preferencji, 25
Timeline, 279
UV/Image Editor, 217
okrąg, 145
okrąg Beziera, 254
Onion Skinning, 385
opcja
Bevel Object, 259
Cast Shadow, 189
Clipping, 307
Even Thickness, 137
Exposure, 341
Gamma, 341
Ground Albedo, 403
Hidden, 354
Limits, 311
Object Offset, 146
Self Collision, 393
Sequencer, 302
Show Cone, 189
Sky Type, 403
Turbidity, 403
Use Nodes, 316
Visible, 354
opcje
linkowanego materiału, 413
zasięgu Proportional Editing, 395
oś obrotu, 43
oświetlanie globalne, 402
oświetlenie, 174
otwieranie UV, 215
oznaczenie krawędzi, 360

P

paleta kolorów, 208
panel narzędzi, 128
panel pomiarów, 378
panoramowanie, 22
perspektywa, 26
pętla, 91, 169
Pinning, 392
Pivot Point, 43, 44
pliki
.blend, 409
animacji, 299
DAE, 456
DXF, 456
graficzne, 460
SLT, 456
SVG, 456
referencyjne, 104
zewnętrzne, 460
płaszczyzna, 40
podgląd
przed/po, 328
równoczesny, 327
wartości Alpha, 320
wideo, 302
podłączenie wyjścia karty, 339
podmiana tła, 339
podział
figury, 57
okien, 29
płaszczyzny, 167
symetryczny, 304
trójkątny harmonijny, 305
trójkowy, 304
złoty, 305
pole
Axis, 105
End Frame, 299
Factor, 329
Interpolation, 181
Pinning, 392
pomiar w czasie rzeczywistym, 376
pomoc online, 463

pomost, 183
postarzanie obrazu, 341
powielanie obiektów, 60
powierzchnia zaznaczonej ściany, 377
promienie, 196
Proportional Editing, 394
  Connected, 396
  Falloff, 395
  Projected, 397
prostopadłość, 127
prowadnice kompozycji obrazu, 303
przecinanie dachu, 122
przedłużanie dachu, 128
przejrzystość powietrza, 403
przekrój, Bisect, 307, 452
przekrój poprzeczny, 308
przekształcanie trójkątów, 268
przełączanie
  punktów, 244
  silnika, 200
  warstw, 99
  widoku, 153
przenoszenie na warstwę, 98
przepływ informacji, 202
przestrzeń
  3D, 20
  sRGB, 340
przesunięcie sekwencji obrazków, 301
przesuwanie, 64
  krawędzi, 58
  obiektów, 32
  obiektu, 33
  tła, 405
przezroczystość, Alpha, 317, 319, 400
przycinanie, Clipping, 307
przypinanie, Pinning, 390
przypisanie
  drzewu materiałów, 369
  grupy obiektów, 364
  keyframe, 284
  materiału, 160, 164
punkt, 41
  Origin, 108, 121, 135, 242
  ostrości, 311, 312
  kontrolny, 236
pusta, Empty, 144

Q

QI, Quantitative Invisibility, 356

R

RC, Release Candidate, 338
Recalculate, 128
Relative Offset, 72
Remove Doubles, 125
render, 80–82, 154, 296
  format plików, 297
  standardowy, 317
  z przezroczystością, 320
  zakres, 297
Render Engine, 79
Render Result Slots, 343
renderowanie za pomocą GPU, 172
RGBA, 346
rodzaje
  krawędzi, 358
  linii, 357
  odbić promieni, 196
  uchwytów, 238
  umiejscowienia kresek, 383
rodzic, parent, 139, 286
Roughness, 170
rozdzielanie obiektów, 121, 125
rozdzielczość, 213
rozjaśnianie, 231
rozmiar okien, 18
rozmycie, Blur, 328
rozmywanie winiety, 336
rozpakowywanie UV, 213, 217
rozpraszanie, 162
ruch
  kamery, 88, 294
  obiektu, 33
  po krzywej, 290
Ruler/Protractor, 377
rysunek referencyjny, 103, 241, 322
rzut prostopadły, 26, 45, 88

S

Scale, 73
schody, 142
segment, 236
sekcje Freestyle, 344

Select Random, 367
Selection By, 350
separacja, 121, 135
Shader, 161
Show Cone, 190
siatka, Mesh, 48, 62, 92
siatka UV, 221
silnik renderowy, 79
silnik renderowy Cycles, 151
skala obiektu, 112
skalowanie, 73, 109, 138, 376
skalowanie obiektów, 36
sklejanie serii plików, 298
skręcenie, Twist, 421
skrót klawiszowy
  Alt+, 43
  Alt+A, 280
  Alt+C, 242
  Alt+G, 87, 421
  Alt+H, 100
  Alt+I, 294
  Alt+J, 268
  Alt+M, 129
  Alt+P, 140, 142
  Alt+R, 87
  Alt+S, 87
  Alt+Shift+G, 363
  Ctrl+, 49
  Ctrl+A, 76
  Ctrl+Alt+P, 415
  Ctrl+Alt+Shift+C, 108, 110
  Ctrl+E, 180, 182
  Ctrl+F, 180, 268
  Ctrl+I, 100
  Ctrl+J, 132, 136
  Ctrl+N, 55
  Ctrl+P, 142
  Ctrl+R, 56, 168
  Ctrl+S, 54
  Ctrl+T, 420
  Ctrl+Tab, 48, 50
  Ctrl+Z, 52
  Home, 84
  Shift+A, 31
  Shift+D, 60, 93, 113
  Shift+H, 100, 266
  Shift+S, 61
Sky Texture, 404
słońce, Sun, 193
Smooth, 248
Snap, 61
  Snap Element, 63
  to Vertex, 64, 113, 141, 180
snapowanie, 63
Sort Mesh Elements, 448
sortowanie, 448
Spot, 186
stół, 55
styl linii, 350
suma
  długości krawędzi, 378
  powierzchni ścian, 379
Sun, 194
szereg, Array, 72
szorstkość, Roughness, 170
sztuczny użytkownik, Fake User, 412
szum przestrzenny, 361

Ś

ściana, Face, 40, 47, 49
ściana rodzaju Smooth, 166
ścieżka, 46, 293
ścieżka do pliku, 417, 461
śledzenie ścieżki, 293
środek
  geometryczny, 135
  obiektu, 108
  sceny, 177
świat, 90
światło, 20, 94, 174–178
  odbite, 403
  punktowe, 191

T

tekst, 433
tekstura, 210, 214, 226
  Checker Texture, 210
  Magic Texture, 226, 229
  Wave Texture, 224
tekstury
  otoczenia, 402
  specjalne, 221
  z plików zewnętrznych, 213
Texture Coordinate, 405
Time Cursor, 279, 281
Timeline, 278

tło, 165, 176, 321, 405
tło fotograficzne, 175
tłumienie, Damping, 390
tory kolejowe, 419
trawnik, 367
Tris to Quads, 268, 270
tryb
  edycji, 39, 40
  lokalny, 266
  obiektów, 41
  Orthographic, 307
  pracy, 40, 461
  UV, 215
  widoku siatki, 246
  wyboru krawędzi, 50
  wyboru siatki, 48
  wyboru ścian, 52
  wyboru wierzchołków, 129, 145
trzeci wymiar, 53

U

uchwyt, 236
  typu Aligned, 238
  typu Automatic, 239
  typu Free, 240
  typu Vector, 239
układ współrzędnych, 40
ukrywanie krzywych, 290
upraszczanie figur, 456
ustawianie
  jednostek, 374
  głębi ostrości, 323
  kamery, 90, 322
  punktu Origin, 135
  widoków, 29
ustawienia
  Freestyle, 347, 348
  Grease Pencil, 384
  Multiply, 335
  Pivot Point, 45
usuwanie
  dubli, 125, 126
  obiektów, 32, 41
  ścian, 126
UV, 216
  Grid, 221, 223
  Image Editor, 343
  Unwrap, 216

V

Vector Mapping, 405
Video Sequence Editor, 298
Viewer Node, 325

W

wanna, 440
warstwy, Layers, 96
warstwy Grease Pencil, 381, 382
wartość
  Alpha, 318
  Angle, 376
  Shading, 182
  Strength, 176
węzły, Nodes, 199, 228, 315
widok, 90
widok
  frontowy, 107, 121
  prostopadły, 104, 307
  siatki, Wireframe, 62
  z góry, 107
  z obiektywu, 306
wielkość renderu, 82
wierzchołek, Vertex, 41, 49
winieta, 333
Wireframe, 62
własna biblioteka materiałów, 409
właściwości, Properties, 69
  Backdrop, 326
  drzewa, 424
  globalne Grease Pencil, 383
  kamery, 85, 86
  lampy, 190
  lampy Spot, 188
  modyfikatora Array, 72
  modyfikatora Mirror, 71
  obiektu tekst, 434
  punktu, 42
  renderu, 83, 296
  Scene, 340
  warstw, 345
  warstw Grease Pencil, 381
  wierzchołków, 391
właściwość Ray Visibility, 195
World, 94
woskowy ołówek, Grease Pencil, 380
wskazówki kompozycji, 304

współczynnik, Factor, 207
mieszania, 334
zależności materiałów, 185
załamania światła, IOR, 170
współrzędne
3D Cursor, 30
obiektu, 34
punktu, 318
wstawianie
klatki kluczowej, 283
ściany, 274, 276
wtyczka, 422
3D Navigation, 24
Add Images as Planes, 397
Bsurfaces, 436
Edit Linked Library, 416
IvyGen, 428
Sapling, 423
wtyczki Import-Export, 455
wybór
czcionki, 434
karty graficznej, 173
koloru, 158
linii, 356, 357
obiektu, 26
silnika renderowego, 152
tła, 165
trybu siatki, 49
wycinanie dziur, Knife Project, 451
wycinanie figur, 59
wyłączanie kart, Mute, 336
wyłączanie zaznaczenia, 48
wymiary, 375
wyrównywanie, 63, 66, 114
wyświetlanie wymiarów, 375
wytłaczanie, 52

Z

zakładka
3D Cursor, 30
3D Nav, 25
Addons, 23
Align view from, 25
Background Images, 104
Camera Data, 185
Clipping, 311
Color Management, 340
Dimensions, 83, 155
Display, 127
Download, 16
Freestyle, 349
Freestyle Line Set, 349
Freestyle Line Style, 350
Item, 68, 252
Lamp, 188
Layer, 345
Material, 156
Ray Visibility, 196
Scale, 73, 111
Shading, 165
Size, 189
Surface, 157
Transform, 34, 86
Transform/Rotation, 34
Vertex Groups, 390
View, 88
Visibility, 356
World, 91, 94
zakres renderu, 297
zaokrąglanie rurki, 260
zaokrąglanie tła, 176
zapisywanie modyfikatora Array, 158
zapisywanie ścieżek, 461
zaprawa, Mortar, 210
zasięg Proportional Editing, 395
zasięg QI, 356
zaznaczanie, 147
krawędzi, 271
losowe, 367
obiektów, 41
pętli, 58
połączonych elementów, 125
ramą, 65
ścian, 179, 271
wielokrotne, 42
wszystkiego, 40
Zenith Color, 96
zerowanie
położenia, 421
pozycji, 87
rotacji, 88
skali, 87
transformacji, 87
zestaw linii, 364
złoty podział, 305

zmiana
cieniowania, 272
dopasowania tekstury tła, 406
kolejności budowania, 447
kolejności krzywych, 444
koloru tła, 324, 347
krzywych w siatkę, 265
nazwy krzywej, 261
rodzaju uchwytów, 240
rozmiaru okien, 18
rysunku w krzywe, 386
znak `, 100
zniekształcenie obiektywu, 332
Zoom, 325
zoomowanie, 21

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

GRUPA WYDAWNICZA
Helion SA

Chcesz szybko nauczyć się Blendera? Dobrze trafiłeś!

Blender to oprogramowanie open source do modelowania 3D, tworzenia animacji, wirtualnych spacerów i gier komputerowych oraz renderowania. Aplikacja skutecznie konkuruje na tych polach z komercyjnymi rozwiązaniami i zdobywa rzesze wiernych użytkowników. Sprawdza się doskonale zarówno u freelancerów, jak i w dużych, profesjonalnych studiach graficznych i filmowych. Możliwości programu są ogromne, choć jego sukces związany jest także z dostępnością: można go pobrać zupełnie za darmo, a działa na trzech najbardziej popularnych systemach operacyjnych. Zalety te docenili nie tylko graficy, lecz również osoby zajmujące się zawodowo projektowaniem architektonicznym.

Jeśli jesteś zainteresowany wykorzystaniem Blendera i jego narzędzi w swoich projektach, jeśli chcesz zacząć stosować je w codziennej praktyce, sięgnij po książkę *Blender 2.69. Architektura i projektowanie*. Dzięki niej łatwo opanujesz podstawy modelowania, teksturowania, oświetlania i renderowania scen, a także nauczysz się używać kamer. Samodzielnie stworzysz szkice, schematy i fotorealistyczne wizualizacje, poznasz też metody umożliwiające opracowywanie wirtualnych spacerów. Z tą książką zdobędziesz niezbędną wiedzę i praktyczne umiejętności oraz poszerzysz je dzięki dostępnym w sieci materiałom.

- Podstawy Modelowania 3D
- Teksturowanie
- Oświetlenie
- Rendery Cycles
- Freestyle
- Podstawy Animacji
- Instalacja i interfejs Blendera
- Modelowanie obiektów i modyfikatory
- Definiowanie i ustawianie kamer
- Stosowanie materiałów i tekstur
- Oświetlanie i renderowanie scen
- Podstawy renderów w blender internal
- Rendery fotorealistyczne w cycles
- Rendery artystyczne w freestyle
- Podstawy animacji i poruszanie się w przestrzeni 3D

Bezpłatny, potężny, nowoczesny – właśnie taki jest Blender!

helion.pl
księgarnia internetowa

Nr katalogowy: 16198

Księgarnia internetowa
http://helion.pl

Zamówienia telefoniczne:
0 801 339900
0 601 339900

Helion

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
http://helion.pl

sięgnij po WIĘCEJ
KOD KORZYŚCI

ISBN 978-83-246-7578-4
9 788324 675784
Cena: 79,00 zł

Informatyka w najlepszym wydaniu