# 3D modeliranje z orodjem Blender



Ciril Bohak - 2022 -





# Lekcija 01 Spoznavanje z uporabniškim vmesnikom

# Povzetek

- 1. Sestava uporabniškega vmesnika
- 2. Navigacija po sceni
- 3. 3D kurzor
- 4. Objekti v sceni

# Sestava uporabniškega vmesnika



Urejevalnik lastnosti

Privzeti zaslon je sestavljen iz (glej sliko zgoraj):

• informacijskega urejevalnika (modra) vsebuje osnovne ukaze in informacije, ki so uporabniku vedno dostopne (delo z datotekami, upodabljanje, nadzor nad vmesnikom, pomoč, izbira vmesnika, upravljanje s sceno, način izrisa in osnovne informacije o sceni in objektih);





- 3D pogleda (roza), ki prikazuje trenutno odprto sceno in orodja za njeno urejanje;
- časovnega traku (zelena), ki je namenjen animaciji in omogoča njeno predvajanje, urejanje, pregledovanje ključnih okvirjev ipd.;
- prikaza vsebine (rdeča), ki prikazuje kaj vse se v trenutni sceni nahaja in kakšna je hierarhična odvisnost med objekti v sceni, prikazuje osnovne lastnosti objektov kot so: vidljivost, možnost interakcije z objektom in možnost upodobitve objektov;
- urejevalnika lastnosti (rumena), ki je namenjen urejanju lastnosti posameznih izbranih objektov, globalnih lastnosti upodabljanja, lastnosti materialov, plasti v sceni, lastnosti scene, sveta ipd.

Uporabniški vmesnik je izredno prilagodljiv in je razdeljen na različne dele z uporabo komponent kot so: zasloni, področja, regije, zavihki in plošče ter kontrolniki (gumbi in meniji). Vmesnik si lahko posameznik povsem prilagodi lastnim potrebam. Razdeli ga lahko v več oken in v vsakem prikazuje željene stvari. Že v osnovi Blender ponuja nabor več prilagoditev vmesnika, ki so prilagojene specifični uporabi: *privzeti, poln 3D pogled, animacija, kompozicija, skriptanje, urejanje videa* ... Med njimi lahko preklapljamo v informacijskem urejevalniku.

# Navigacija po sceni

Blender nudi več možnosti za navigacijo po sceni prikazani v 3D pogledu. Pri tem lahko uporabimo tako miško kot tipkovnico (lahko pa tudi t. i. 3D miško ali drugo vhodno napravo). Navigacija je podobna tudi v večini ostalih urejevalnikih (npr. pri urejanju preslikave tekstur, določanju animacijskih krivulj). V nadaljevanju bomo tipke označevali z oglatimi oklepaji (npr. [a], [enter], [space]). Na podoben način bomo označevali tudi miškine gumbe in kolešček ([LMG], [SMG], [DMG] in [MK]).

## Obračanje pogleda

Pogled v sceni obračamo s pomočjo srednjega miškinega gumba [SMG]. Srednji miškin gumb držimo nad sceno in s pomiki miške pogled na sceno obračamo kot, da bi se pomikali na orbiti nad središčem objekta.

Obračanje scene okoli vodoravne in navpične osi lahko dosežemo s tipkovnico, kjer lahko uporabimo številčni del tipkovnice [num 2], [num 4], [num 6], [num 8]. Prav tako lahko številčni del tipkovnice uporabimo za hitri preklop med privzetimi poravnanimi pogledi:

- pogled skozi privzeto kamero [num 0],
- poravnava aktivne kamere s trenutnim pogledom [ctrl] + [alt] + [num 0],
- spredaj [num 1] in zadaj [ctrl] + [num 1],
- desno [num 3] in levo [ctrl] + [num 3],
- zgoraj [num 7] in spodaj [ctrl] + [num 7] ali [num 9].





## Premikanje pogleda

Pogled v sceni lahko premikamo navzgor, navzol, levo in desno z miško ali tipkovnico. Pri uporabi miške uporabimo kombinacijo [shift] + [SMG] za premikanje s tipkovnico pa: levo [ctrl] + [num 4], desno [ctrl] + [num 6], gor [ctrl] + [num 8] in dol [ctrl] + [num 2].

## Približevanje/oddaljevanje pogleda

Pogled lahko približamo ali oddaljimo z uporabo tipkovnice ali miške. Pri uporabi miške uporabimo miškin kolešček [MK] za zvezno približevanje/oddaljevanje pa kombinacijo [ctrl] + [SMG]. Pri uporabi tipkovnice uporabimo za približevanje [num +] za oddaljevanje pogleda pa [num -].

## Približevanje v izbrano okno

Za približevanje izbranega dela scene določenega z izbirnim oknom lahko uporabimo kombinacijo tipk [shift] + [b]. Ta funkcija nam približa izbran del pogleda čez celoten 3D prikaz.

## Sprehod in prelet v sceni

Blender nam omogoča, da se po naši sceni premikamo tudi s t. i. funkcijama sprehajanja in letenja. Medtem ko se v načinu letenja po sceni premikamo kot, da bi upravljali letalo, se pri sprehajanju po sceni premikamo, kot da bi po svetu hodili - omejeni smo s tlemi, na nas pa deluje gravitacija.

### Način letenja

V način letenja preklopimo s kombinacijo tipk  $[\text{shift}] + [\sim]$  (levo od tipke 1). V tem načinu kamero skozi katero gledamo sceno rotiramo s pomikanjem miške. Po svetu pa se premikamo s tipkami, ki jih večinoma uporabljamo tudi v računalniških igrah: naprej [w], levo [a], nazaj [s], desno [d], dol [q] in gor [e]. Hitrost premikanja po sceni lahko spreminjamo z uporabo [MK]. Prav tako lahko uporabimo t. i. teleport, ki nas pomakne do prve površine, ki jo vidimo pred sabo. Za aktivacijo teleporta uporabimo tipko [space]. Ko smo zadovoljni s premikom pogleda, ga lahko potrdimo s tipko [enter] ali s pritiskom na [LMG]. Če želimo pogled ponastaviti na položaj preden smo vstopili v način letenja uporabimo tipko [esc] ali [DMG].

### Način hoje

V način hoje preklopimo enako kot v način letenja. Ko smo v načinu letenja lahko vključimo gravitacijo s tipko [tab]. Po sceni se lahko nato pomikamo enako kot v prvoosebnih igrah. Bljižnice so enake kot pri načinu letenja. V načinu hoje lahko tudi skočimo, kar naredimo z uporabo tipke [v]. Ostale bljižnice in akcije so enake kot pri načinu letenja.

## Preklop med projekcijami

Na svet lahko gledamo z vzporedno projekcijo ali s perspektivno projekcijo. Med njima preklapljamo s tipko [num 5].

## Osredotočen pogled

Med 3D modeliranjem se želimo velikokrat osredotočiti na izdelavo posameznih podrobnosti. Pri tem nam lahko to otežujejo ostali objekti v sceni. Blender nam omogoča, da prikažemo samo aktivni objekt, ostale pa skrijemo s t. i. osredotočenim pogledom. Med običajnim in osredotočenim pogledom preklopimo s tipko [num /].

## Štirje sočasni pogledi

Velikokrat si želimo sočasno na sceno gledati iz več zornih kotov sočano. Večinoma prav v treh poravnanih pogledih in v perspektivnem pogledu. Takšnemu načinu rečemo t. i. "quad view". V

### 4 | Ciril Bohak @ FRI | 3D modeliranje z orodjem Blender





oknu 3D pogleda v takšen pogled preklopimo s kombinacijo [ctrl] + [alt] + [q]. Na enak način iz njega tudi izstopimo. V takšnem pogledu lahko vsak del okna upravljamo neodvisno in si v njem nastavimo pogled, ki nam najbolj ustreza.

## 3D kurzor

3D kurzor je točka v 3D prostoru, ki jo lahko uporabimo v veliko namenov. Nekaj takšnih scenarijev bomo spoznali tudi v okviru delavnice. V nadaljevanju pa bomo predstavili kako s 3D kurzorjem upravljamo. 3D kurzor predstavlja rdeče bel krog s črnim križcem.

## Pozicioniranje

Najlažje 3D kurzor v prostor postavimo kar z uporabo miške. V pogledu kliknemo [LMG] na izbran položaj in kurzor se bo tja prestavil. Za natančnejše pozicioniranje v 3D prostoru je smiselno lokacijo kurzorja določiti v dveh ločenih poravnanih pogledih (npr. levem in sprednjem pogledu).

Položaj 3D kurzorja lahko določimo tudi v desni urejevalni plošči 3D pogleda, ki jo aktiviramo s tipko [n], kjer izberemo zavihek "view", nato lahko za položaj kurzorja vpišemo tudi numerične vrednosti vzdolž posamezne osi.

Položaj kurzorja ponastavimo s kombinacijo [shift] + [c].

## Objekti v sceni

Scena v Blenderju je sestavljena iz enega ali več objektov. Le-ti so lahko: luči namenjene osvetlitvi scene, 2D ali 3D oblike, ki definirajo modele, okostja za njihovo animacijo in/ali kamere za upodabljanje scene.

Vsak objekt v Blenderju je sestavljen iz dveh delov: (1) *objekta* in (2) *podatkov o objektu*. Prvi hrani informacije o položaju, orientaciji in velikosti objekta v sceni, drugi pa hrani podatke o tipu objekta (npr. mrežno geometrijo v primeru 3D objekta, ali lastnosti kamere v primeru objekta kamera).

## Načini interakcije z objekti

Blender razločuje več načinov interakcije z objekti med katerimi lahko izbiramo na dnu vrstice 3D pogleda. Načini interakcije so:

• Način objekta (angl. object mode) je privzet način interackije, ki omogoča interakcijo z objekti kot celoto (npr. premikanje, sukanje, povečevanje objektov);



3D Cursor	
Location:	
	1 m
	0 m
Z	0 m
Rotation:	
	0°
	0°
Z	0°
XYZ Euler	





- Način urejanja (angl. edit mode) je način namenjen vsem izrisljivim objektom in omogoča spreminjanja oblike objektov (npr. v primeru mrežne geometrije spreminjanje oglišč, robov, ploskev; v primeru krivulj pa spreminjanje kontrolnih točk);
- Način kiparjenja (angl. sculpt mode) je namenjen mrežnim objektom za uporabo kiparskih orodij;
- Način barvanja oglišč (angl. vertec paint mode) je namenjen barvanju oglišč v mrežni geometriji;
- Način barvanja teže (angl. weight paint mode) je namenjen določanju teže ogliščem v mrežni geometriji;
- Način barvanja tekstur (angl. texture paint mode) je namenjen risanju teksture neposredno na 3D model mrežne geometrije;
- Način urejanja delcev (angl. particle edit mode) je na voljo samo za mrežno geometrijo in je namenjen urejanju sistemov delcev npr. las;
- Način poziranja (angl. pose mode) je namenjen urejanju razporeditve kosti znotraj objektov in je na voljo za delo s kostmi (armaturo);
- Način urejanja skic (angl. edit strokes mode) je namenjen samo risanju pomožnih skic.

## Izhodišče objekta

Izhodišče določa kje v prostoru se objekt nahaja. S transformiranjem (premikanjem, rotiranjem ali skalacijo) lahko določamo kje in kako se v prostoru nahaja objekt. Izhodišče objekta lahko po potrebi tudi naknadno premaknemo v meniju dostopnem z [DMG].

Shade Smooth		
Shade Flat		
Set <u>O</u> rigin	×	Geometry to Origin
al Copy Objects		Origin to Geometry
R, Paste Objects		Origin to 3D Cursor
		Origin to Center of Mass (Surface)
Duplicate Objects		Origin to Center of Mass (Volume)
Duplicate Linked		
Rename Active Ob	ect F2	
Mirror		
Snap		
Parent		
Move_to Collection		
Insert Keyframe		

## Tipi objektov

### Mrežna geometrija

Mrežna geometrija (angl. mesh) je objekt sestavljen iz mnogokotnikov, robov in/ali oglišč in jo lahko urejamo s pomočjo Blenderjevih orodij za urejanje mrežne geometrije, kar si bomo pogledali tudi v nadaljevanju delavnice. Blener nam ponuja, da ustvarimo mrežne primitive (kocka, sfera, valj, torus ipd.) iz katerih lahko nato nadalje oblikujemo želen 3D model.

## Krivulja

Krivulje so matematično definirani 1D objekti, ki jih lahko urejamo s t. i. kontrolnimi ročicami. Tako lahko urejamo njihovo ukrivljenost in dolžino.

### Površina

površine so matematično definirani 2D objekti, ki jih lahko tako kot krivulje urejamo preko kontrolnih točk. V osnovi so namenjene oblikovanju zaobljenih oblik in organskih pokrajin.

### Metažoga

Metažoge so matematično definirani 3D objekti, ki definirajo 3D volumen kjer objekt obstaja. Njihove oblike ne moremo spreminjati preko oglišč ali kontrolnih točk. Objekti imajo lastnost, da se v primeru, ko se dovolj približajo med seboj gladko zlijejo.



### Besedilo

Objekt ustvari 2D predstavitev nekega niza znakov.

#### Kost

Kosti (angl. armature ali bones) so objekti namenjeni pripenjanju v ostale objekte kot okostje (angl. rigging) za namene animacije.

### Mrežna ovojnica

Mrežne ovojnice so neizrisljivi mrežni objekti za doseganje dodatne kontrole nad obliko objektov (največkrat v animaciji).

### Prazen objekt

Prazni objekti so namenjeni hranjenju izbranih lokacij v 3D prostoru za pomoč pri doseganju želenih rezultatov (npr. pri nadzoru položaja in premikanja drugih objektov).

#### Kamera

Navidezna kamera, ki definira kaj se bo upodobilo.

#### Luč

Luči so namenjene definiranju osvetlitve scene. Na voljo je več tipov luči s katerimi lahko dosežemo želeno osvetlitev sveta.

### Polje sil

Polja sil so uporabna pri fizikalni simulaciji. V simulacijo dodajo zunanje sile in s tem vplivajo na premike objektov v 3D prostoru.

#### Primerek grupe

Pri podvajanju elementov lahko primerek grupe kaže na že obstoječ objekt ali skupino objektov. Ko bomo spremenili izgled originalnega objekta se bo tako prilagodil tudi duplikat. Prav tako s tem izničimo nepotrebno podvajanje vseh lastnosti dupliciranih objektov.

### Skupne lastnosti

Vsem objektom so skupne lastnosti: tip, radij/velikost, položaj, orientacija in morebitna poravnava s pogledom.

### Izbiranje objektov

Izbiranje oz. označevanje objektov določi nad katerimi objekti bodo izvedene akcije, ki jih bo sprožil uporabnik. Izbiranje je na voljo v *načinu objekta* in *načinu urejanja*. Blender loči tri stanja objekta (glej sliko): neoznačen (obrobljen s črno), označen (obrobljen z oranžno) in aktiven (obrobljen z rumeno).

Najenostavneje posamezen objekt označimo z [LMG], dodatne objekte pa označimo/odznačimo s tem, da držimo še tipko [shift].

Najbolj uporabni načini označevanja so še:

• izbor z oknom (tipka [b]), kjer z okvirčkom izberemo katere objekte želimo označiti;









- izbor s krogom (tipka [c]), kjer s "čopičem" v obliki kroga "pobarvamo" posamezne, ki jih želimo označiti, velikost kroga pa lahko določamo z [MK].
- izbor z lasom (kombinacija [ctrl] + [LMG]), kjer obrišemo objekte, ki jih želimo označiti;
- (ne)označevanje vsega (tipka [a]) označi oz. odznači vse objekte;
- označi več/manj (kombinacija [ctrl] + [num +] oz. [num -]) razširi/skrči označbo na starše/potomce v hierarhiji.

Obstaja še večji nabor možnosti označevanja a presega okvire delavnice.

## Urejanje objektov

Nad označenimi objekti lahko izvajamo različne akcije. Najpogosteje uporabljene so akcije urejanja objektov:

- brisanje označenih objektov (tipka [x] ali [delete] ), brisanje je potrebno potrditi;
- skrivanje označenih objektov (tipka [h]), skrivanje neoznačenih objektov (kombinacija [shift] + [h]), prikaz vseh skritih objektov (kombinacija [alt] + [h]);
- združevanje objektov (kombinacija [ctrl] + [j]) združi označene objekte v zadnji označen objekt. Objekti morajo biti istih tipov.

### Transformacije objektov

Osnovne transformacije objektov so pomik (angl. grab ali move), zasuk (angl. rotate) in povečava/pomanjšava (angl. scale). Vse tri transformacije so nam na voljo tako v *načinu objekta*, kjer delujejo nad objektom kot celoto, kot tudi v *načinu urejanja*, kjer delujejo nad izbranim poddelom objekta.

## Pomik

Akcijo pomika sprožimo s tipko [g]. Z miško prevzamemo nadzor nad objektom in ga lahko premaknemo na želen položaj v sceni. Nov položaj objekta lahko spremljamo v spodnjem levem delu okna 3D pogleda. Akcijo je potrebno zaključiti z [LMG] ali [enter] ali prekiniti z [RMB] ali [esc].

### Zasuk

Akcijo zasuka sprožimo s tipko [r]. Z miško prevzamemo nadzor nad objektom in ga lahko zasučemo okoli osi skozi ekran. Z dvojnim zaporednim pritiskom tipke [r] + [r] preklopimo v način "dolly" rotacije, kjer lahko objekt sučemo okoli središča v poljubni smeri. Sprememba rotacije se izpisuje v spodnjem levem delu okna 3D pogleda. Akcijo je potrebno zaključiti z [LMG] ali [enter] ali prekiniti z [RMB] ali [esc].

### Povečava/pomanjšava

Akcijo povečave/pomanjšave (v nadaljevanju skalacije) sprožimo s tipko [s]. Z miško prevzamemo nadzor nad objektom in ga lahko uniformno povečujemo ali pomanjšujemo. Sprememba velikosti se izpisuje v spodnjem levem delu okna 3D pogleda. Akcijo je potrebno zaključiti z [LMG] ali [enter] ali prekiniti z [RMB] ali [esc].

## Omejevanje transformacij

Vsem transformacijam je skupno, da jih lahko omejimo na delovanje vzdolž izbrane globalne ali lokalne koordinatne osi. To dosežemo tako, da po aktivaciji transformacije pritisnemo na tipke [x],

#### 8 | Ciril Bohak @ FRI | 3D modeliranje z orodjem Blender





[y] ali [z] za omejitev vzdolž globalnih koordinatnih osi oz. na iste tipke pritisnemo dvakrat za omejitev vzdolž lokalnih koordinatnih osi. Delovanje transformacij lahko omejimo tudi na izbrane prostorske ravnine. To dosežemo s kombinacijami tipk [shift] + [x], [shift] + [y] ali [shift] + [z].

### Resetiranje transformacij

Transformacije lahko resetiramo na osnovne vrednosti tako, da poleg tipke za posamezno transformacijo držimo še tipko [alt], torej: [alt] + [g] resetira položaj, [alt] + [r] resetira zasuke in [alt] + [s] resetira skalacijo.

#### Natančno določanje transformacij

Vsako transformacijo lahko tudi natančno številčno določimo. To storimo tako, da po aktivaciji transformacije vpišemo številčno vrednost za katero želimo izvesti transformacijo.

Npr. pritisnemo [g] nato [x] in nato vpišemo vrednost premika vzdolž osi x in potrdimo transformacijo ali npr. pritisnemo [r] vpišemo vrednost za x, pritisnemo [tab] in vpišemo vrednost za y in ponovno pritisnemo [tab] ter vpišemo vrednost za z in potrdimo transformacijo.

Za precizno določanje transformacij ob uporabi miške lahko uporabimo dva pripomočka: z držanjem tipke [shift] izvajanje transformacije upočasnimo, z držanjem tipke [ctrl] pa transformacijo izvajamo v diskretnih korakih. Če držimo pritisnjeni obe tipki pa se diskretni korak zmanjša.

### Transformacijski manipulatorji

Za približne transformacije objektov v sceni lahko uporabimo tudi t. i. transformacijske manipulatorje prikazane v spodnji sliki.



Prvi manipulator je namenjen pomiku objektov, kar dosežemo tako, da z [LMG] zgrabimo posamezno puščico/ploščico in premikamo objekt vzdolž izbrane osi. Drugi manipulator je namenjen zasukom objekta, kar dosežemo tako, da z miško zgrabimo posamezni krog

in ga zavrtimo. Tretji manipulator je namenjen skalaciji objektov in deluje enako kot prvi. Zadnji manipulator združuje vse tri načine hkrati. Med



manipulatorji lahko preklapljamo z gumbi na dnu okna 3D pogleda. Več načinov lahko sočasno aktiviramo tako, da med klikom na posamezne gumbe držimo tipko [shift]. Posamezne

manipulatorje lahko izberemo tudi iz hitrega menija dostopnega s kombinacijo tipk [ctrl] + [space].





#### Transformacije preko uporabniškega vmesnika

Za natančno izvajanje transformacij nad posameznimi objekti lahko uporabimo tudi uporabniški vmesnik. Do kontrolnikov za izvajanje transformacij dostopamo tako, da se z miško postavimo nad okno 3D pogleda in pritisnemo tipko [n]. S tem se nam odpre predal kontrolnikov na desni strani okna 3D pogleda, kjer na vrhu najdemo razdelek za vnašanje transformacij. Vse transformacije nad objektom lahko vnesemo na tem mestu.

## Pogled na objekt

Pogled v sceni lahko poravnamo z aktivnim označenim objektom tako da pri preklapljanju na poravnane poglede uporabimo še tipko [shift] (npr. pogled od spredaj [shift] + [num 1]).

Pogled lahko osredotočimo na aktivni objekt tudi v orientaciji v kateri je. To dosežemo s tipko [num ,].

Na aktiven objekt pa lahko zaklenemo tudi obračanje pogleda, ko le-tega premikamo po sceni. To dosežemo z bližnjico [shift] + [num ,], pogled "odklenemo" s kombinacijo tipk [alt] + [num ,].

. . .

▼ Trar	▼ Transform					
Locati	Location:					
< X:	0.00000 )	6				
≪ Y:	0.00000 ト	<u></u>				
₹ Z:	0.00000 り	6				
Rotati	on:					
< X: -	0° )	6				
≪ Y:	0° ⊧	÷				
4 7.	0° Þ.	2				
	• • •					
XYZ E	uler	÷				
XYZ E Scale:	uler	\$				
XYZ E Scale:	uler	•				
XYZ E Scale: XYZ E	uler 1.000 > 1.000 >					
XYZ E Scale:	1.000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.00000 1.00000 1.00000 1.000000000000000000000000000000000000					
XYZ E Scale: X: Y: Z: Dimer	1.000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.00000000 1.0000 1.0000 1.000000000 1.00000 1.0000000000					
XYZ E Scale: X: Y: Z: Dimer X:	1.000 ) 1.000 ) 1.000 ) nsions: 2.000					
XYZ E Scale: X: Y: Z: Dimer X: Y: Y:	1.000 1.0000 1.0000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.00					





# Lekcija 02 Uvod v 3D modeliranje

# Povzetek

- 1. Kaj je 3D modeliranje?
- 2. Kakšne so tehnike 3D modeliranja?
- 3. Kako se naučim 3D modeliranja?
- 4. Osnovne oblike
- 5. Modeliranje s primitivi

# Kaj je 3D modeliranje?

3D modeliranje je postopek izdelave 3D predstavitve objekta v navideznem svetu. Takšne objekte lahko nato uporabimo na veliko načinov: za 3D tisk, za uporabo v slikah, videih, igrah, kot načrte za izdelavo v idustriji in še marsikje.

Najbližji ekvivalent 3D modeliranju v realnem svetu predsatavlja kiparjenje, ki pa se od 3D modeliranja bistveno razlikuje zaradi več dejavnikov: v 3D modeliranju ni potrebno, da material izberemo že na samem začetku (če sploh), v navideznem svetu nismo omejeni z omejitvami realnega sveta, kjer ne moremo izdelati objektov, ki ne zadoščajo fizikalnim zakonom ali samopresečnih modelov, v realnem svetu smo omejeni z naborom orodij, ki jih lahko uporabimo pri ustvarjanju kot tudi z oblikami, ki jih lahko s takšnimi orodji dosežemo.

Velja, da vsega, kar lahko ustvarimo s 3D modeliranjem ni mogoče poustvariti v realnem svetu. Prav tako velja, da lahko 3D modele, ki smo jih izdelali v navideznem svetu dokaj enostavno tudi animiramo, kar je še posebej pomembno pri video in interaktivnih vsebinah.

# Kakšne so tehnike 3D modeliranja?

Obsataja veliko različnih tehnik 3D modeliranja in veliko t. i. workflowov, ki definirajo delovni proces. V okviru delavnice bomo spoznali dve osnovni tehniki 3D modeliranja, ki sta primerni za začetnike:

- 1. Tehnika 3D modeliranja z uporabo krivulj.
- 2. Tehnika 3D modeliranja s poligonsko geometrijo.

Poleg omenjenih obstaja še veliko drugih tehnik, ki so podprte tudi v programu Blender (npr. navidezno kiparjenje, modeliranje z metakroglami, modeliranje s površinami), kot tudi tehnike, ki jih program Blender ne podpira in so namenjene specifičnim uporabam (npr. modeliranje polne geometrije). Različne tehnike modeliranja nam nudijo različna orodja. Medtem ko lahko v





programu Blender pripravimo nek model za 3D tisk, ne moremo pripraviti modelov v obliki kot jo pričakuje za izdelavo nek industrijski obrat (npr. v avtomobilski industriji), ker so zahteve enostavno durgačne.

Med različnimi tehnikami modeliranja pa lahko velikorat prehajamo tudi med samim procesom in tako za dosego želenih rezultatov v določenem koraku uporabimo za to najprimernejšo.

Tehniki, ki ju bomo spoznali v okviru delavnice sta zelo uporabni tako za modeliranje splošnih scen, kot tudi npr. za modeliranje objektov uporabljenih v industriji računalniških iger, pri izdelavi video vsebin kot tudi za idelavo koncetnih upodobitev.

# Kako se naučim 3D modeliranja?

Vaja, vaja in še enkrat vaja.

Kot za vsako drugo stvar, velja tudi za 3D modeliranje, da ni dovolj zgolj poznati orodij in tehnik, ampak moramo za to, da uspešno dosežemo želeno obliko tudi veliko vaditi, torej veliko 3D modelirati. Ko dovolj dobro obvaldamo neko tegniko 3D modeliranja lahko z njo dosežemo skoraj poljubne rezultate. Pri obvladovanju več različnih tehnik, pa lahko želene rezultate dosežemo hitreje in bolj učinkovito.

# Osnovne oblike

Med čiste osnove lahko prištevamo ustvarjanje 3D modelov iz osnovnih primitivov, ki so nam na razpolago (npr. ploskev, kocka, krožnica, sfera, cilinder, stožec, torus in različne krivulje).

Nove objekte lahko dodamo preko menija Add.



V nadaljevanju na kratko predstavimo posamezne osnovne primitive:





- ploskev predstavlja raven omejen del neke ravnine, ki je v osnovi sestavljena iz šririh oglišč in enega štirikotnika;
- kocka predstavlja matematično obliko kocke, sestavljena je iz 8-ih oglišč in 6-ih ploskev;
- krožnica predstavlja primitiv krožnice definiran s končnim številom povezanih ravnih črt;
- sfera (UV sfera in ICO sfera) predsavlja primitiv sfere sestavljene iz štirikotnikov na dva različna načina ali z navpično/vodoravno delitvijo v primeru UV sfere ali v obliki ICO primitiva želene stopnje;
- cilinder predstavlja mrežno predstavitev oblike cilindra, ki mu lahko določimo število vertikalnih razdelitev in kakšen pokrov (če sploh) ima;
- stožec predstavlja mrežno predstavitev oblike stožca, ki mu lahko določimo število navpičnih delitev, kolikšna sta radija zgoraj in spodaj (zgornji je običajno 0) in kakšni pokrovi so na koncih stožca;
- torus predstavlja mrežno geometrijo toruja (krofa z luknjo), ki mu lahko določimo število delitev vzdolž obeh dimenzij in glavni ter prečni radij;
- krivulje predstavljajo množico različnih krivulj, ki jih bomo podrobneje spoznali v nadaljevanju delavnice;
- opica predstavlja model opicine glave, ki je zaščitni lik pograma Blender.

Osnovne lastnosti primitivov lahko spreminjamo, dokler jih ne pričnemo urejati s transformacijami ali celo s spreminjanjem mrežne geometrije. Do osnovnih nastavitev pridemo tako, da po ustvarjanju objekta, ko ga imamo označenega, pritisnemo tipko [f9]. Odpre se nam pojavno okno, kjer so za različne primitive na voljo različni osnovni parametri. Na spodnji sliki lahko vidimo nabor parametrov, ki so nam na voljo za UV sfero.

# Modeliranje s primitivi

Ad Vir Saher Bagner Sa Bag

Že s primitivi je moč narediti veliko. Za vajo poskusite narediti snežaka kot je prikazan v spodnji sliki.







Primitivi, ki so uporabljeni za izdelavo snežaka so: (ICO sfera, valj, UV sfera in stožec). Nekoliko več dela je potrebnega, da iz primitivov sestavimo preprost model gradu prikazan v spodnji sliki:



V tem primeru je uporabljen drugačen nabor primitivov (ravnina, kvader, valj in stožec), seveda pa jih je vseh skupaj bistveno več kot v prejšnjem primeru.

. . .





# Lekcija 03 Modeliranje s krivuljami

# Povzetek

- 1. Kaj so krivulje?
- 2. Zakaj krivulje?
- 3. Risanje Bezierovih krivulj
- 4. Ustvarjanje geometrije z uporab krivulj

# Kaj so krivulje?

Krivulje so matematično definirane neravne zvezne črte v prostoru. Bolj natančno so definirane s parametričnimi funkcijami, ki položaj posamezne točke na črti definirajo v odvisnosti od nekega vhodnega parametra (ponavadi poimenovanega t). Obstaja več razredov krivulj, ki se med seboj razlikujejo predvsem v tem kako jih definiramo.

Krivulje sta izumila francoska inženirja de Casteljau in Bezier (prvi pri Citroenu, drugi pri Renaultu) za potrebe natančne definicije oblike avtomobilske karoserije v 60-ih letih 20. stoletja. Še danes so ravno berzierove krivulje (bolj natančno kubične bezierove krivulje) med najbolj uporabljenimi krivuljami v oblikovanju. Z njimi se je srečal praktično vsak, ki je kdaj odprl vektorski oblikovalski program (npr. InkScape ali Adobe Illustrator), pa tudi marsikdo drug.



# Zakaj krivulje?

Krivulje nam omogočajo definicijo zaobljenih gladkih oblik, kar se velikokrat uporablja pri oblikovanju organskih oblik. Krivulje so uporabne tudi za definiranje gladkih poti po katerih lahko vodimo objekte med animacijo. Prav tako lahko krivulje služijo kot dobra osnova za izgradnjo geometrij iz vnaprej pripravljenih skic.

V nadaljevanju si bomo pogledali kako lahko za modeliranje 3D oblik uporabimo bezierove krivulje.





# Risanje Bezierovih krivulj

Risanje in urejanje krivulj v programu Blender je nekolliko bolj zapleteno kot v namenskih 2D oblikovalskih programih. Delno je to zaradi dodatne tretje dimenzije, delno pa tudi zaradi drugačne filozofije interakcije.

V Blenderju imamo poleg možnosti ustvarjanja običajne mrežne geometrije tudi možnost ustvarjanja Bezirovih in NURBS krivulj ter krogov. V okviru delavnice bomo spoznali samo uporabo Bezierovih krivulj in krogov.

Add Object		
<b>▼</b> Mesh		
Qurve	Þ	ిBezier
Surface		O Circle
💣 Metaball		C Nurbs Curve
d Text		O Nurbs Circle
Jolume		,≁ <u>P</u> ath
10 Grease Mericii		
★ <u>Armature</u>		
🛃 Lattice		
📕 Empty		
🖍 Image		
😦 Light		
1 Light Probe		
Camera		
(1) Speaker		
Force Field		
Collection Instance		

## Krivulje in krogi

Novo krivuljo oz. krog ustvarimo tako, da v zgornjem zaslonskem predelu 3D pogleda Kliknemo gumb Add in izberemo Bezierovo krivuljo oz. krog. Enako dosežemo če nad 3D prikazom pritisnemo kombinacijo tipk [shift] + [a] in s tem sprožimo ukaz dodajanja. Pri tem se nam odpre pojavni meni kjer lahko iz podmenija izberemo tudi krivulje. Razlika med krivuljo in krogom je v tem, da krivulja privzeto ni sklenjena, krog pa je v resnici sklenjena krivulja z ustrezno razporejenimi kontrolnimi vozlišči.

Ko krivuljo ustvarimo se nam pojavi na mestu 3D kurzorja in ima privzeto obliko. Takšno krivuljo lahko premikamo po svetu, nad njo izvajamo transformacije kot nad vsemi drugimi objekti. Za podrobnejše urejanje krivulj pa je potrebno preklopiti iz objektnega načina v način za urejanje (kombinacija [tab]).



V načinu urejanja krivulj so nam na voljo druga orodja in imamo dostop do komponent krivulj - kontrolnih vozlišč in ročic, ki nam omogočajo urejanje oblike krivulj. Prav tako so privzeto prikazane tudi normale krivulje (puščice vzdolž krivulje), ki ponazarjajo usmerjenost krivulje.

Kadar nam je prikaz normal in ročic krivulj odveč, lahko to izklopimo v opciji *overlays* pod razdelkom *Curve Edit Mode*, kjer najdemo kontrolnik *Normals*.

Enako kot lahko transformacije izvajamo v objektnem načinu, lahko transformacije nad posameznimi komponentami krivulj izvajamo v







načinu urejanja. Kontrolna vozlišča in ročice lahko označujemo na enak način kot objekte, enake pa so tudi bljižnice do transformacij, ki tudi enako delujejo.

## Deformacije krivulj

Deformacije so nam na voljo pri urejanju krivulj v menijih v zgornjem delu okna za 3D pogled. Najpogosteje uporabljna orodja so:

- razdelitev krivulj (angl. subdivide), ki nam omogoča dodajanje dodatnih kontrolnih vozlišč med obstoječa vozlišča na krivulji in s tem podrobnejšo definicijo oblike krivulj; ukaz sprožimo s tipko [w] in med označnimi kontrolnimi vozlišči doda nova vozlišča, pri čemer ohranja obliko;
- glajenje krivulj (angl. smooth), ki nam omogoča, da obliko neke krivulje zgladimo tako, da zmanjšamo medsebojno razdaljo med kontrolnimi vozlišči ne spreminjamo pa položajev kontrolnih ročic; ukaz sprožimo tudi s tipko [w] in zmanjša razdaljo med izbranimi vozlišči in s tem zgladi izgled krivulje;
- podaljševanje krivulj (angl. extrude), ki nam omogoča podaljševanje krivulj iz končnih kontrolnih vozlišč. S tem ustvarimo novo oz. nova vozlišča na enem ali obeh koncih krivulje; ukaz sprožimo s tipko [e] nato pa z [LMG] določimo položaj kamor želimo novo vozlišče oz. vozlišča postaviti;
- sprememba tipa kontrolnih ročic (angl. handle type), ki nam omogoča, da izbranim vozliščem spremenimo tip kontrolnih ročic; ukaz sprožimo s tipko [v] in nam omogoča izbiro med tipi: *Automatic, Vector, Aligned* in *Free*; različni tipi ročic nam omogočajo drugačen nadzor nad potekom krivulj v kontrolnih vozliščih (ali bodo krivulje gladke ali pa bodo prelomljene);
- odprta/zaprta krivulja (angl. toggle cyclic), ki nam omogoča, da spremenimo nesklenjeno krivuljo v sklenjeno in obratno; ukaz sprožimo tudi s kombinacijo tipk [alt] + [c];
- združevanje krivulj (angl. make segment), ki nam omogoča med seboj povezati dva nepovezana dela krivulje; ukaz sprožimo s tipko [f] in med dvema onačenima končnima kontrolnima vozliščem se ustvari nov del krivulje;
- ločevanje krivulj (angl. separate), ki nam omogoča izbrano kruvuljo razdeliti na dva objekta, kar dosežemo tako, da označimo točke dela krivulje, ki ga želimo ločiti v lastni objekt in sprožimo ukaz s tipko [p]; s tem se ustvari nov objekt, ki vsebuje krivuljo definirano z izbranimi točkami;
- brisanje elementov krivulje (angl. delete), ki nam omogoča, da izbrišemo posamezna kontrolna vozlišča ali pa dele krivulje; ukaz sprožimo s tipko [del] ali [x], nato izberemo kaj želimo pobrisati; primeru brisanja ogljiš bo krivulja ostala povezana ampak bo ustrezno spremenila obliko, v primeru brisanja segmentov pa bomo izbrisali del krivulje in jo s tem na izbranem delu prekinili.





S predstavljenimi orodji lahko krivulje enostavno preoblikujemo v želeno obliko. Pri tem seveda nismo omejeni z dvema dimenzijama, ampak lahko krivulje ustvarjamo tudi v treh razsežnostih. Tako lahko iz preproste krivulje ustvarimo precej komplesken 3D objekt kot je prikazano na spodnji sliki.



# Ustvarjanje geometrije z uporabo krivulj

Načinov ustvarjanja geometrije z uporabo krivulj je veliko. V okviru delavnice bomo spoznali samo nekaj osnovnih primerov ustvarjanja geometrije.

## Ustvarjanje z izvlekom in poševninami

Iz krivulj lahko s tehniko t. i. izvleka (angl. extrude) iz krivulje izvlečemo ravno površino. Takšen primer je prikazan na spodnji sliki, kjer iz neke sklenjene Bezierove krivulje izvlečemo površino. Pri tem lahko seveda določimo količino izvleka kot tudi kako natančno bo krivulja definirana s posameznimi deli. Vse to je dosegljivo v Urejevalniku lastnosti znotraj zavihka z lastnostmi krivulj.

Količino izvleka določimo v razdelku *Geometry* s spreminjanjem parametra *Extrude*, kot je razvidno v zgornji sliki. Rezultat je prikazan v spodnji sliki. Če želimo vključiti tudi prikaz posameznih ploskev lahko to dosežemo prav tako v Urejevalniku lastnosti v zavihku z lastnostmi objekta, kjer v razdeleku *Display* vključimo lastnost *Wire*.









Poleg izvleka lahko modelu dodamo tudi poševnino (angl. bevel), ki ji lahko določimo tako globino kot resolucijo. Primer uporabe poševnine in izvleka je prikazan na spodnji sliki.



Namesto, da so poševnine ravne jih lahko definiramo tudi s krivuljo. Na tašnen način smo dosegli že prikazano geometrijo ukrivljene povezane cevi ponovno prikazane spodaj. V tem primeru smo za prototipno krivuljo poševnine izbrali krožnico.



Iz krivulje izvlečena površina pa ima debelino 0 in kot takšna težko ponazarja kakšen realen objekt. Iz ploskih površin lahko geometrijo z volumnom ustvarimo z uporabo modifikatorjev. Nekaj izbranih je predstavljenih v nadaljevanju.

## Uporaba modifikatorjev nad površinami in krivuljami

Modifikatorji se v Blenderju uporabljajo za veliko stvari: za modifikacijo mreže, za generiranje stvari, za deformiranje stvari in za simulacijo. V nadaljevanju si bomo pogledali dva modifikatorja namenjena generirajnju geometrije iz krivulj in površin:

- vijačenje (angl. screw), ki nam omogoča, da izbrano krivuljo zavrtimo okoli neke osi in na ta način izdelamo vrtenino; delo s tašnim orodjem je precej podobno realnemu delu s stružnico;
- odebelitev (angl. solidify), ki nam omogoča, da neko izbrano površino odebelimo v 3D geometrijo (npr. kvadrat odebelimo v kvader); modifikator je še posebej uporaben v primeru, ko npr. z vijačenjem ustvarimo odprto geometrijo, ki je v resnici zgolj površina.





# Modeliranje z uporabo krivulj

S krivuljami je mogoče izdelovati geometrijo na veliko načinov s kombiniranjem pristopov predstavljenih zgoraj. Z uporabo krivulj poskusite ustvariti šalčko kot je prikazana na spodnji sliki. Vse kar je za to potrebno sta dve Bezierovi krivulji in dva Bezierova kroga. To izdelajte z uporabo prototipne krivulje za ustvarjanje poševnine krivulje (krožnica je poševnina od krivulje).



V nadaljevanju poskusite izdelati svečnik kot je prikazan na spodnji skici. Za njegovo oblikovanje uporabite eno krivuljo in modifikator vijačenja.



. . .





# Lekcija 04 Modeliranje s poligoni

# Povzetek

- 1. Referenčne slike
- 2. Kaj so poligoni?
- 3. Zakaj poligoni?
- 4. Ustvarjanje poligonskih modelov
- 5. Urejanje poligonske geometrije
- 6. Primeri

# Referenčne slike

Pri izdelavi 3D modelov nam velikokrat izredno koristijo t. i. referenčne slike. Lahko jih uporabimo za: (1) lažjo predstavo o končnem izdelku, (2) kot pomoč pri definiciji detajlov ali pa (3) kot pomožno skico pri samem modeliranju. Medtem ko lahko za prva dva scenarija uporabimo najrazličnejše fotografije in/ali skice, ki smo jih našli/izdelali in jih za pomoč odpremo v pregledovalniku slik na našem sistemu, velja za pomožne skice/slike pri modeliranju, da morajo biti praviloma poravnane s pogledom kot ga uporabljamo pri modeliranju.

Največkrat nam tako koristijo skice/slike/fotografije standardnih pogledov (npr. pogled od spredaj, iz strani, od zadaj, od zgoraj in/ali od spodaj). Poleg le-teh pa nam pri izdelavi podrobnosti koristijo tudi pogledi poravnani z detajli na objektih.

V Blenderju lahko slike damo v ozadje pogleda le v načinu uporabe ortografske kamere (vzporedno projicirane slike) in sicer poravnane glede na izbrano os ali več osi sočasno. Ko kamero zasučemo izven poravnanega pogleda izgine tudi slika v ozadju.

Sliko dodamo v ozadje tako, da dodamo sliko Add -> Image -> Background. Ko kliknemo na gumb se nam odpre izbirno okno, kjer na svojem računalniku poiščemo ustrezno sliko in njeno izbiro potrdimo. Slika se prikaže v trenutnem pogledu. Poleg poravnanih pogledov lahko sliko za ozadje uporabimo tudi v pogledu skozi kamero.

Poleg slik v ozadju lahko dodamo tudi referenčne slike  $Add \rightarrow Image \rightarrow Reference$ . Glavna razlika je, da so te slike privzeto vedno vidne, jih lahko enostavno označimo in jih modificiramo kot običajne objekte v sceni.

Ozdanim in referenčnih slikam pa lahko spreminjamo več lasntosti:

- poravnamo jih lahko z izbrano osjo (angl. *axis*)
- lahko jih vključimo v datoteko skupaj s 3D modelom (*File -> External Data -> Pack resources*);
- nastavimo jim lahko prosojnost;

#### **21 | Ciril Bohak @ FRI |** 3D modeliranje z orodjem Blender





- postavimo jih lahko v ospredje ali ozadje prikazane geometrije;
- pomaknemo jih lahko iz središča pogleda vzdolž vodoravne in/ali navpične osi;
- prezrcalimo jih lahko preko vodoravna oz. navpične osi;
- zadučemo jih lahko okoli osi skozi središče;
- spremenimo jim lahko velikost.

S prilagajanjem predstavljenih lastnosti si lahko prilagodimo prikaz pomožnih slik za pomoč pri modeliranju. Pri naprednejši uporabi so lahko vir slik za ozadje tudi videi.

# Kaj so poligoni?

Poligoni ali mnogokotniki so liki s tremi ali več oglišči. V resnici se vsi mnogokotniki z več kot tremi oglišči pred izrisom pretvorijo v trikotnike in šele nato izrišejo. Razlog za to leži predvsem v zasnovi grafčnih cevovodov in zaradi potrebe po enolični definiciji objektov.

Poligonska geometrija je še vedno prevladujoč način predstavitve 3D objektov in je najbolj razširjen predvsem zaradi uporabe v 3D interaktivni računalniški grafiki (npr. v računalniških igrah). Posledično je z oblikovanje takšne 3D geometrije na voljo veliko različnih orodij in pripomočkov. V nadaljevanju si bomo pogledali kako lahko takšno geometrijo oblikujemo na nanjnižjem nivoju - s premikanjem posameznih oglišč.



Posamezen trikotnik je sestavljen iz osnovnih gradnikov: (1) oglišč, (2) robov) in (3) ploskev oz. lic, kar je prikazano tudi na desni sliki.

Kot smo že spoznali, nam Blender ponuja nabor osnovnih primitivov za izhodišče pri 3D modeliranju (kocka, valj, stožec, ...). Večina teh gradnikov je definiranih prav s poligoni. Pri modeliranju z uporabo poligonov tako za izhodišče vzamemo po obliki najbližji primitiv, ki ga nato izoblikujemo v končno željeno obliko.

# Zakaj poligoni?

Kot smo omenili že v prejšnjem poglavju je poglavitni razlog za njihovo uporabo njihova visoka razširjenost in posledično prilagojenost tako programske kot strojne opreme. Nenazadnje so grafične kartice močno optimizirane ravno za izris 3D geometrije predstavljene s poligoni.

Zelo pozitivna lastnost je kompaktnost predstavitve. Kompleksnejšo 3D geometrijo lahko iz poligonov oblikujemo tako, da na mestih kjer želimo več podrobnosti uporabimo večje število poligonov, kjer pa takšne potrebe ni, lahko uporabimo manjše število poligonov.

Zelo priročni so tudi zaradi dejstva, da je na poligone zelo enostavno "lepiti" teksture - slike ki predstvljajo podrobnejšo strukturo objektov in določajo tudi njihovo barvo ter izgled. Z leti se je





razvilo tudi veliko tehnik, ki nam omogočajo, da sicer grobo definiranim 3D modelom dodamo dodatne navidezne podrobnosti (npr. z uporabo izboklin, zamikanja, mapiranja normal). Prednosti je še veliko, a jih bomo v okviru delavnice spoznali le majhen izbor.

# Ustvarjanje poligonskih modelov

Za ustvarjanje poligonske geometrije moramo pričeti z enim izmed primitivov, ki nam je na voljo. Nabolj preprost je primitiv ravnine, ki je predstavljena s štirimi oglišči, 4 robovi in eno ploskvijo. Za ustvrjanje novih poligonov moramo takšno začetno geometrijo spremeniti v načinu za urejanje, kar je predstavljeno v naslednjem poglavju.

Kot izhodiščni primitiv je najbolj smiselno izbrati primitiv, ki najbolje predstavlja obliko in lastnosti žlenega končnega izdelka. Za izdelavo obraza lahko tako pričnemo s kocko ali sfero (oba sta dobro izhodišče), za podolgovate predmete je praviloma najbolje izbrati valj ali podolgovat kvader ipd.

# Urejanje poligonske geometrije

Za urejanje poligonske geometrije izberemo 3D objekt in preklopimo v način za urejanje (bljižnica [tab] + [1,2,3]). V načinu za urejanje imamo možnost urejanja oglišč, robov in/ali lic. Urejamo lahko samo posamezne komponente ali pa kombiniramo z urejanjem različnih komponent. Nadziranje nad posameznimi komponentami vklapljamo in izklapljamo z gumbi v spodnjem meniju 3D pogleda. Urejanje več komponent sočasno dosežemo tako, da pri kliku na gumbe uporabimo še tipko [shift].

## Urejanje oglišč

Oglišča so najbolj osnovne komponente, ki predstavljajo 3D geometrijo. V kolikor je naša osnovna geometrija sestavljena iz dovolj oglišč in so ta ustrezno medsebojno povezana, lahko že samo s premikanjem oglišč iz nekega primitiva usvarimo želeno končno obliko. V večini primerov temu seveda ni tako, zato se pri modeliranju uporabljajo orodja, ki nam pomagajo na različne načine dodajati nova oglišča ali pa združevati obstoječa oglišča. Nekaj takšnih orodij si bomo pogledali v nadaljevanju. Vsa orodja za urejanje oglišč so nam na voljo v meniju *Mesh -> Vertices* okna 3D pogleda v načinu za urejanje. Isti meni lahko prikličemo tudi z bližnico [ctrl] + [v]. Nekaj osnovnih orodij je:

/ertex			
Extrude Vertices			
Extrude to Cursor or Add Ctrl Bevel Vertices	Right Mouse Shift Ctrl B		
New Edge/Face from Vertices Connect Vertex Path Connect Vertex Pairs			
Rip Vertices Rip Vertices <u>a</u> nd Fill Rip Vertices and Extend			
Slide Vertices Smooth Vertices Smooth Vertices (Laplacian)			
Vertex Crease			
Blend from Shape Propagate to Shapes			
Vertex Groups Hooks	Ctrl G► Ctrl H►		
Make Vertex Parent			





- Zlivanje oglišč (angl. Merge) zlije označena vozlišča v izbrano lokacijo (položaj prvega, položaj drugega oglišča, središče ali položaj kurzorja). V kolikor označimo vsa oglišča nekega lica, bo to lice izginilo.
- Odstranjevanje dvojnikov (angl. Remove Doubles) med izbranimi oglišči odstrani tista, ki so podvojena. Pri tem lahko nastavimo tudi maksimalno razdaljo za ugotavljanje



dvojnikov.

- Izvlek oglišč (angl. Extend Vertices) orodje nam omogoča da določenemu licu dodamo novo oglišče z izvlekom novega vozlišča iz označjnega oglišča.
- Povezovanje oglišč (angl. Connect Vertex (Path)) je orodje namenjeno povezovanju še nepovezanih oglišč. Označimo oglišča, ki jih želimo povezati z robovi in uporabimo bližnico [j].



• Pomikanje oglišč (angl. Slide) - omogoča pomikanje izbranega oglišča vzdolž povezanih robov mreže.







 Delitev oglišč s poševnino (angl. Bevel) - omogoča, da iz enega oglišča zdolž povezanih robov dodamo nova oglišča in s tem izdelamo poševnino ali zgolj delitev geometrije.



• Glajenje/povprečenje oglišča (angl. Smooth Vertex) - zmanjša kote, ki jih s povezanimi robovi oklepa vozlišče.



Predstavili smo zgolj izbor orodij, ki že omogočajo osnovno modeliranje 3D objektov.

## Urejanje robov

Podobno kot smo predstavili osnovni nabor za delo z oglišči bomo predstavili tudi osnovni nabor orodij za delo z robovi. Že samo z uporabo osnovnih transformacij (pomik, zasuk in skalacija) lahko obstoječo geometrijo preoblikujemo v želeno končno obliko, če imamo za to dovolj in pravilno povezanih robov. Do njih dostopamo preko menija Mesh -> Edges oz. z bližnico [ctrl] + [e]. Osnovna orodja, ki nam pomagajo dodajati in/ali odvzemati/združevati robove pa so:

• Ustvari nov rob/lice (angl. Make Edge/Face) - nam omogoča, da označene nepovezane robove med seboj povežemo in ustvarimo manjkajoče robove in lice.



• Deljenje robov (angl. Subdivide) - nam omogoča da izbran rob razdelimo enakomerno na želeno število krajših robov.

Edge
Extrude Edges
Bevel Edges Ctrl B Bridge Edge Loops Screw
Sub <u>d</u> ivide Subdivide Edge- <u>R</u> ing Un-Subdivide
Rotate Edge <u>C</u> W Ro <u>t</u> ate Edge CCW
Edge Slide Loop Cut <u>a</u> nd Slide Ctrl R <b>Offset Edge Slide</b> Shift Ctrl R
Edge Crease Shift E Edge Bevel Weight
Mark Seam Clear Seam
Mark_Sharp Clear Sharp Mark Sharp from Vertices Clear Sharp from Vertices
Mark Freestyle Edge Clear Freestyle Edge

- Delitev s poševnino (angl. Bevel) Izbrane robove razdeli s poševnino.
- Pomik roba (angl. Edge Slide) omogoča pomik izbranega roba vzdolž povezanih robov.







## Urejanje lic

Tako kot za urejanje robov, lahko tudi za urejanje lic uporabimo osnovne transformacije (pomik, zasuk in skalacija). Poleg njim pa so med najbolj uporabnimi še naslednja orodja dostopna preko menija *Face* oz. z bližnico [ctrl] + [f]:

- Dodajanje lic (angl. Insert Faces) doda za označene robove nova lica.
- Deljenje s poševninami (angl. Bevel) deli povezane robove s poševnino.
- Dregljaj lic (angl. Poke Faces) deli označena lica s povezavami med vsemi oglišči.



Extrude Faces	E
Extrude Faces Along No	rmals
Extrude Individual Face	5
Inset Faces	
Poke Faces	
Triangulate Faces	Ctrl T
Tris to Quads	
Solidify Faces	
Wireframe	
Fill	
Grid Fill	
Beautify Faces	
Intersect (Knife)	
Intersect (Boolean)	
Weld Edges into Faces	
Shade Smooth	
Sh <u>a</u> de Flat	
Face Data	

- Triangulacija lic (angl. Triangulate faces) vsa označena lica spremeni v trikotnike. To nam koristi, ko želimo končno geometrijo predstaviti samo s trikotniki.
- Spremeba lic v štirikotnike (angl. Tris to Quads) vsa označena trikotna lica poskuša pretvoriti v štirikotnike.

Pri vseh komponentah pa lahko uporabimo tudi orodje za izvlek, ki ga sprožimo z bljižnico [e].

## Glajenje poligonske geometrije

Ker je izdelava modelov do najmanjših podrobnosti izredno zahtevna in večinoma želimo, da se na končnih upodobitvah ne vidi "zobatosti" mrežne geometrije, pri modeliranju v večini primerov uporabljamo glajenje modela. Za potrebe modeliranja lahko uporabimo začasno glajenje in s tem že med samim ustvarjanjem vidimo kako se bo naša mreža zgladila, in lažje dodajamo želene podrobnosti.

Med različnimi stopnjami glajenja preklapljamo z bližnicami  $[ctrl] + [0] \dots [ctrl] + [9]$ . S tem dodamo na našo geometrijo modifikator, ki mu lahko ločeno nastavimo do katerega nivoja se bo gladila geometrija v pogledu in do katerega nivoja pri upodablanju.





# Primeri

## Svečnik

S predstavljenimi orodji poskusite ustvariti spodnji svečnik.







## LEGO možic

Na podlagi spodnjih slik izdelajte LEGO možica.



. . .





# Lekcija 05 Materiali

# Povzetek

- 6. Kaj so materiali v 3D modeliranju?
- 7. Kaj so teksture?
- 8. Urejevalnik vozlišč
- 9. Vrste materialov
- 10. UV preslikovanje

# Kaj so materiali v 3D moderlianju?

Do sedaj smo spoznali kako lahko z različnimi tehnikami modeliranja ustvarimo različne 3D objekte. V tem poglavju pa si bomo pogledali kako takšnim objektom dodati tudi barve. Barve objektov so določene z njihovimi materiali. Z materiali želimo večinoma čimbolj prepričljivo ponazoriti izgled objektov v realnosti, s tem ne določamo fizikalnih lastnosti objektov.

Uporabljeni materiali se za prikaz objektov uporabijo zgolj med postopkom upodabljanja, saj je za pravilen izris potrebne preveč računske moči in tega posledično na običajnih osebnih računalnikih ni mogoče izvajati interaktivno.

Materiali predstavljajo implementacijo matematičnega modela izračuna osvetlitve objektov v sceni, ki poskušajo čimbolj realistično posnemati dogajanje v realnem svetu čemur rečemo tudi fizikalno osnovano upodabljanje. Vrste materialov, ki so uporabniku na voljo so odvisne tudi od uporabljenega upodobljevalnega pogona, saj različni pogoni uporabljajo pri izračunu drugačne nabore lastnosti.

V nadaljevanju si bomo pogledali zgolj materiale podprte v upodobljevalnem pogonu *Cycles Renderer*, ki je že privzeto priložen programu Blender in nadomešča privzet pogon *Blender Renderer*, ki se ne razvija več. V nadaljevanju torej v urejevalniku lastnosti -> Render properties v spustnem meniju Render Engine namesto *Eevee* izberite *Cycles Renderer*, več o samem upodablanju pa bomo spoznali v nadaljevanju.

# Kaj so teksture?

Teksture so v svetu 3D računalniške grafike slike, ki vsebujejo informacije o površini objektov (npr. barve, odmiki, usmerjenost površine, stopnja sijaja, koeficient zlivanja ipd.). Lahko so dvodimenzionalne (s katerimi bomo imeli največ opravka) ali tridimenzionalne. Da lahko informacije shranjene v teksturi uporabimo pri upodabljanju, moramo definirati kateremu delu





povšine ustreza kateri del teksture, čemur rečemo UV preslikovanje. UV preslikovanje (angl. UV mapping) pove kako se neka 2D tekstura preslika na povrršino nekega 3D objekta, kar si bomo pogledali v nadaljevanju.

# Urejevalnik vozlišč

Večina lastnosti v povezavi s teksturami in materiali se v Blenderju ureja v Urejevalniku senčilnikov (angl. Shader Editor). Do njega dostopamo tako da v izbranem razdelku programa iz seznama urejevalnikov izberemo *Shader Editor*. Ta urejevalnik nam grafično prikaže posamezne komponente materialov (ali nekaterih drugih lastnosti objektov) in njihove medsebojne povezave. Orodja za dodajanje novih elementov so ekvivalentna 3D pogledu. Nove elemente torej dodajamo z bližnico [shift] + [a], kjer nam je dostopen velik nabor gradnikov.

Da na nek objekt dodamo material se najprej v Urejevalniku lastnosti (glej desno sliko) pomaknemo na zavihek z materiali in kliknemo, dodamo novo lokacijo za material (kliknemo na +) in izberemo *New.* Za izbran 3D objekt se nam tako v Urejevalniku

<ul> <li>Principled BSDF</li> </ul>		<ul> <li>Material Output</li> </ul>
	BSDF 🔍	All 🗸
GGX		Surface
		Volume
Christensen-Burley	~	Displacement
<ul> <li>Base Color</li> </ul>		
<ul> <li>Subsurface</li> </ul>		
<ul> <li>Subsurface Radius</li> </ul>		
<ul> <li>Subsurface Color</li> </ul>		
Metallic	0.000	
Specular		
<ul> <li>Specular Tint</li> </ul>		
Roughness		
Anisotropic		
Anisotropic Rotation		
Sheen		
Sheen Tint		
Clearcoat		
Clearcoat Roughness		
• IOR		
Transmission		
Transmission Roughness		
<ul> <li>Emission</li> </ul>		
Alpha	1.000	
Normal		
<ul> <li>Clearcoat Normal</li> </ul>		
<ul> <li>Tangent</li> </ul>		

vozlišč pokaže osnovni material, ki je prikazan na levi sliki. Praviloma velja, da lahko med seboj povezujemo izhode in vhode posameznih elementov istih barv (izjemoma tudi drugače). V nadaljevanju si bomo pogledali nekaj osnovnih materialov, ki jih lahko ustvarimo v Blenderju.



# Vrste materialov

V splošnem imamo v Blenderju na razpolago skoraj neomejeno število materialov, ki jih lahko ustvarimo iz osnovnih modelov za izračun osvetlitve. Osnovni modeli osvetlitve so imenovni tudi senčilniki (angl. Shaders). Glavne skupine senčilnikov so:

- Senčilniki površin (angl. Surface Shaders) namenjeni objektom, kjer nas zanima kako se svetloba odbije od površine. Sem sodi večina običajnih materialov;
- Senčilniki volumnov (angl. Volume Shaders) namenjeni objektom skozi katere svetloba prehala (prozorne in prosojne objekte). Sem sodijo materiali, kjer svetloba prodre preko površine (dim, megla, voda, ipd.);
- Odmiki (angl. displacement) so namenjeni primerom, kjer želimo površino objektov deformirati z uporabo dodatnih podatkov (npr. tekstur).



# **blender**

## Površine

Izračun senčenja na površinah objektov se v Blenderju izvaja z uporabo funkcij BSDF (angl. Bidirectional Scattering distribution function), ki opisuje kaj se dogaja z žarki na površini materiala:

- žarki se lahko popolnoma odbijejo in tako dobimo učinek zrcala;
- žarki se lahko razpršijo, kar se zgodi v večini primerov kar da objektu barvo;
- žarki se lahko skozi objekt lomijo, kar se na primer dogaja s steklom;
- žarki se lahko večkrat odbijejo in razpršijo pod površino objekta, kar pričara prosojne in presevne objekte (sem sodi npr. tudi človeška koža).

V nadaljevanju bomo predstavili nekaj tipičnih materialov za vsakdanjo uporabo pri 3D modeliranju.

## Kovinski materiali

Poglavitna značilnost kovinskih materialov je njihov sijaj. Za takšne namene uporbljamo t.i. Glossy shader, ki odbija večino svetlobe, določimo pa mu lahko kako robata je povrišna in kakšen delež svetlobe se razprši izven popolnega odboja. V kolikor nastavimo, da je površina povsem gladka dobimo



zrcalo. Primer sestave vozlišč takšnega materiala je prikazan desno, v upodobitvi pa se nahaja v sredini slike na koncu razdelka.

### Plastični materiali

Plastični materiali (še bolj točno bi bilo gumijasti) večino svetlobe razpršijo in tako na njih ne vidimo odsevov sosednjih objetkov. Za takšne namene uporabljamo t.i. Diffuse shader. Površina takšnih materialov je ovetljena zelo enakomerno ne glede na



to pod kakšnim kotom nanjo pada svetloba. Primer takšnega materiala se ustvari vsakič, ko ustvarimo nov material in je prikazan desno, v končni upodobitvi pa je desno od kovinskega (4. objekt v 2. vrsti).

### $\operatorname{Steklo}$

Za steklo je značilno, da svetloba potuje skozi material pri tem pa se pot svetlobe lomi. Lom je odvisen od lomnega količnika materiala. Za steklo uporabljamo t.i. Glass shader, ki nam omogoča nastavljanje lomnega količnika in je prikazan desno. V končni upodobitvi je prikazan levo od srednjega objekta (2. objekt v 2. vrsti).

### Prosojni materiali

Prosojni (in presevni) materiali prepuščajo svetlobo a pri tem ni nujno, da jo lomijo. Poleg tega pa se svetloba v takšnih objektih razpršuje tudi v sami









notranjosti. Za definicijo takšnih materialov uporabljamo Tranparent, Translucent in Refraction senčilnike. Primer prosojnega materiala, ki ne lomi svetlobe je prikazan na desni. V končni upodobitvi je prosojni material uporabljen na 5. objektu v 2. vrsti, refraction pa na 2. objektu v zgornji vrsti.

### Kombinirani materiali

Za material, ki združuje lastnosti različnih osnovnih materialov pa lahko posamezne materiale tudi združujemo z uporabo t.i. Mix shaderja. Le ta sprejme na vhod izhoda dveh senčilnikov in jih glede na podano utež zlije v končni izhod. Primer uporabe takšnega senčilnika je prikazan desno, v končni upodobitvi pa so kombinacije različnih senčilnikov uporabljene na 3. objektu zgoraj (združuje Diffuse in Glossy), 1. objektu v sredini (združuje Diffuse in Refraction), 4. objekt v spodnji vrsti (združuje Galss in Glossy) in na zadnjem objektu spodaj (združuje Diffuse in Ambient Occlusion). Materiale lahko združujemo tudi v več nivojih in tako v končni material pripeljemo lastnosti poljubno mnogo osnovnih materialov.

Uporabnikom je na voljo še vrsta drugih osnovnih BSDF senčilnikov, ki pa so bolj specifični. Eden takšnih je npr. Toon shader, ki se uporablja za dosego risankaste upodobitve.



## Volumni

Izračun senčenja v volumetričnih objektih je še precej bolj zahteven od izračuna na površinah objektov. Volumetrični objekti so na primer dim, oblaki in megla. Skupno jim je, da svetloba skozi takšne objekte prehaja in se odbija od majhnih delcev znotraj objektov ali se na njih lomi. Za



pravilno upodobitev je tako potrebno simulirati prehod velikega števila žarkov skozi takšne objekte, da lahko pravilno izračunamo njihovo barvo in prosojnost. Preprost primer oblačka narejenega iz nekoliko predelane sfere z materialom definiranim v skladu z desno sliko je prikazan spodaj.







## Odmiki

Uporaba odmikov je namenjena temu, da na obstoječe površine objektov dodamo dodatne podrobnosti, ki jih ne želimo dodajati s tehnikami modeliranja, ali jih lahko celo avtomatsko generiramo in s tem prihranimo na času, hkrati pa dopuščamo možnost, da takšne podrobnosti na površini kasneje še popravljamo. Podrobnosti lahko na površino objekta dodajamo na tri načine:

- z uporabo tehnike odmikov nad geometrijo, kjer lahko podrobnosti dodajamo neposredno na geometrijo objektov, kar pa zahteva, da je mreža modela toliko gosta kot želimo, da so natančno predstavljene podrobnosti na njem;
- z uporabo tehnike odmikov nad površinami, kjer lahko podrobnosti dodajamo neposredno na površino materiala, ne da bi bilo za to potrebno prilagajati oz. spreminjati samo geometrijo objekta;
- z uporabo normalnih tekstur, ki vsebujejo informacije o podrobni usmeritvi površine objektov (angl. Normal maps), ta informacija pa se uporabi zgolj pri upodobitvi.

## Uporaba tehnike odmikov nad geometrijo

Za tehniko odmikov je naprej potrebno mrežo objekta razdeliti tako na gosto, kot želimo, da so natančne dodane podrobnosti. To dosežemo z uporabo modifikatorja za delitev (angl. Subdivision Surface), ki ga najdemo v zavihku modifikatorji v upravitelju lastnosti. Za primer bomo na ravnino dodali izbokline v obliki valov, kot je prikazano v spodnjem primeru.









Na ravnino smo najprej dodali modifikator delitve, mu spremenili tip delitve na enostavno (angl. Simple), ki mreže ne gladi. Nato smo dodali še modifikator odmika (angl. Displace). Za uporabo smo dodali novo teksturo tipa oblaki (angl. Clouds), kjer smo za osnono izbrali Perlinov šum in se malenkost poigrali z nastavitvami. Za končni učinek smo zmanjšali tudi moč vpliva modifikatorja odmikov.

Na takšen način lahko z neko poljubno teksturo tudi sami definirate kako naj izgledajo dodatne podrobnosti na površinah objektov.

### Uporaba tehnike odmikov nad površinami

S tehniko odmikov nad površinami dosežemo dodajanje majhnih podrobnosti na površino objektov, kjer ne žlimo dodajati dodatne mrežne geometrije. Na takšen način lahko na povšrine vnesemo izbokline in nepravilnosti na najmanjšem nivoju. Za dodajanje takšnih podrobnosti je potrebno prilagoditi material objekta kot je prikazano na desni sliki. Rezultat takšnih odmikov dodanih na odmike nad geometrijo je prikazan na spodnji sliki.





#### Uporaba normalnih tekstur

Normalne teksture v večini primerov uporabljamo za dodajanje podrobnosti, ki se odražajo v tem kako se na določenem delu površine odbije svetloba. Na takšen način poleg odmikov spremenimo tudi izračun senčenja objektov in na takšen način dosežemo fine podrobnosti kot so vdolbine in praske na površinah objektov ali pa podrobno teksturo materiala.

Kot primer smo na valove, ki smo jih definirali v prejšnjem primeru dodali še podrobnosti definirane s proceduralno teksturo Voronoi. Za to smo morali material objekta prilagoditi kot je prikazano na spodnji sliki.





Dva rezultata uporabe normalnih tekstur sta prikazana na spodnjih slikah: desni za zgornji primer, levi pa za primer, kjer je Voronijev vzorec uporabljen tako za normalno teksturo kot za odmike.





# UV preslikovanje

Osnovni namen UV preslikovanja je preslikava uporabljene teksture na površino objekta. UV izhaja iz poimenovanja koordinatnih osi v teksturnem prostoru (le-ta je dvodimenzionalen). Da lahko to naredimo je najprej potrebno izvesti t.i. UV odvijanje, kar je postopek pri katerem mrežo objekta odvijemo iz samega objekta in jo preslikamo na 2D ploskev.

Blender nam ponuja kar nekaj vnaprej pripravljenih metod za UV odvijanje. Vse metode povezane z UV odvijanjem so dostopne preko bližnice [u] oz. preko menijev  $UV \rightarrow Unwrap$ . Dodatna orodja za označevanje rezov nad mrežo pa so dostopna tudi med orodji nad robovi [ctrl] + [e] oz. preko menija *Edges*. Med orodji za robove sta za namene odvijanja primerna predvsem ukaza *Mark Seam* in *Clear Seam*. Ta orodja so nam dostopna v načinu urejanja.

Za potrebe odvijanja si je smiselno odpreti tudi urejevalnik *UV Editor*, kjer lahko vidimo teksturo, ki se bo napela na izbrano geometrijo kot tudi kateri del teksture se bo preslikal na katero lice mreže.

V okviru te dalavnice bomo predstavili dva načina:





- 1. UV odvijanje poskusi mrežno geometrijo razpreti vzdolž podanih šivov in projicirati na ravnino. Če v mrežo nismo dodali šivov potem vsa lica razpre preko celotne teksture;
- 2. pametno UV projiciranje poskusi mrežo modela avtomatsko odviti in projicirati na ravnino.

Standardni potek odvijanja je takšen:

- 1. najprej odpremo urejevalnik UV Editor in v njem ustvarimo novo teksturo (najbolje UV Grid ali pa kakšno svojo teksturo);
- 2. teksturo priredimo materialu objekta;
- 3. preklopimo v način prikaza teksture;
- 4. preklopimo v način urejanja objekta;
- 5. definiramo reze nad geometrijo;
- 6. uporabimo enega izmed zgoraj predstavljenih načinov odvijanja;
- 7. posamezne komponente razvite geometrije lahko prestavljamo tudi v urejevalniku UV Editor, dokler ne dosežemo želene razporeditve.

Naprednejše UV odvijanje je precej kompleksen postopek, ki terja veliko ročnega dela. Šele ko imamo geometijo primerno odvito je smiselno pričeti s pripravo ustreznih tekstur.



. . .





# Lekcija 06 Luči

# Povzetek

•

- 1. Kaj so luči in kakšne vrste luči poznamo?
- 2. Kako luči razporediti v sceni?
- 3. Objekti kot izvori svetlobe

# Kaj so luči in kakšne vrste luči poznamo?

Luči v Blenderju so objekti, ki predstavljajo izvore svetlobe kot jih poznamo v realnem svetu. Glavne vrste luči, ki jih imamo na voljo v Blenderju so:

- točkast izvor svetlobe (angl. Point light) predstavlja izvor svetlobe v eni točki prostora od koder se razširja enakomerno v vse smeri. Pri tem lahko definiramo njegovo jakost, barvo in kako z razdaljo jakost pada ter še vrsto ostalih parametrov;
- usmerjen izvor svetlobe (angl. Directed light oz. v Blenderju Sun) predstavlja vseprisoten izvor svetlobe, ki nima definiranega izvora, ima pa definirano smer. Poleg tega lahko nastavimo tudi jakost in vrsto drugih prarametrov. Večinoma se uporablja za simulacijo sončne svetlobe in posledično lahko nastavimo tudi lastnosti atmosfere in neba;



reflektorski izvor svetlobe (angl. Spot **Reflektorski izvor** light) - svetloba izvira v neki točki, v **svetlobe** prostor pa se razširja v obliki stožca. Definiramo lahko kakšne obliki

Področni izvor svetlobe

- prostor pa se razširja v obliki stožca. Definiramo lahko kakšne oblike je stožec in kam je usmerjen, prav tako pa tudi kako oster je prehod med polno osvetlitvijo in temo;
- področni izvor svetlobe (angl. Area light) predstavlja izvor svetlobe, ki se izvira iz določene ploskve. Dober primer takšnega izvora je računalniški zaslon. V Blenderju jih lahko uporabimo tudi kot izvore svetlobe, ki prodira v prostor skozi okna, vrata in druge odprtine.





Medtem ko lahko pri uporabi privzetega

upodobljevalnika *Blender Renderer* za posamezno vrsto luči nastavljamo večino parametrov kar v upravitelju lastnosti, pa pri uporabi *Cycles Rendererja* ni tako, saj moramo že za nastavitev intenzitete posamezne luči poseči v delo z vozlišči, ki smo jih spoznali pri uporabi materialov. Do nastavitev luči lahko dostopamo z izbiro tretjega zavihka iz leve v urejevalniku lastnost. Tip luči lahko izberemo že med samim dodajanjem, lahko pa ga v lastnostih tudi naknadno spremenimo. Različnim lučem lahko spremijamo različne lastnosti kot so velikost, ali luč meče sence ali ne, kakšne oblike je luč ipd.



Za podrobnejše razumevanje delovanja osvetlitvenih modelov vam predlagam, da si preberete članek z naslovom *Osvetlitveni modeli* objavljen v reviji *Življenje in tehnika (5-2017)*.

# Kako luči razporediti v sceni?

Za čim bolj realistično osvetlitev je potrebno izvore luči postaviti na tista mesta kjer bi svetloba tudi v resnici izvirala. Pri tem poskušamo za posamezne izvore uporabiti čimbolj podoben izvor, ki nam je na voljo v Blenderju. Sončno svetlobo lahko modeliramo z usmerjenim tipom svetlobe, žarnice s točkastimi in reflektorskimi izvori, večje luči (npr. neonke) s področnimi izvori svetlobe. Paziti je potrebno, da ustrezno prilagodimo tudi jakosti svetlobe.

Če načrtujemo animacijo, je potrebno ustrezno razmišljati o premikanju izvora in spreminjanju njene intenzitete. Z uporabo vozlišč lahko ustvarimo tudi precej kompleksne izvore svetlobe, ki v prostor mečejo vzorce, različne barve glede na kot ipd.

## Primer preproste osvetlitve scene

Za primere, ko želimo dobro predstaviti nek 3D model pa se v praksi navekrat uporablja t.i. standardna osvetlitev scene, ki zajema tri točkaste izvore svetlobe:

- en izvor spredaj levo od objekta, ki ga želimo osvetliti;
- drugi izvor je spredaj desno od objekta;
- enega od izvorov pomaknemo malenkost nad srednjo višino objekta, drugega malenkost pod srednjo višino objekta;
- s tema izvoroma dosežemo dobro osvetlitev objeta od spredaj;
- za dodatni učinek lahko nekoliko eksperimentiramo z intenzitetami in barvami luči;







• tretji izvor svetlobe, ki je tipično precej bolj šibek postavimo za objekt in s tem povdarimo obrise objekta.

### Kako še dodatno popraviti osvetlitev?

 Spremenite velikost senc - le-ta je določena z velikostjo izvora svetlobe: večji kot je izvor bolj mehke bodo sence, manjši kot je izvor bolj ostre bodo. Mehke sence v sceno prinesejo umirjenost, ostre sence pa poudarijo podrobnosti na objektih. Na spodnjem primeru je primerjava med velikostjo izvora svetlobe 10.0 (levo) in 0.1 (desno);



2. Ne pretiravajte s številom luči - uporaba preveč izvorov svetlobe izniči sence, ki pa igrajo pomembno vlogo pri prepoznavanju podrobnosti. Brez senc izgleda geometrija popolnoma ravna. Spodaj je prikazana primerjava med uporabo ene luči (levo) in veliko luči razporejenih pred objektom (desno);



3. Uporabite barvne luči - z barvami dodamo dodaten čustven vpliv scene, dodamo toplino ali občutek hladu. Resnične izvori svetlobe so definirani s toploto izvora (v Kelvinih), kar lahko simuliramo z uporabo črnega telesa pri kreiranju senčilnika. V spodnjem primeru je prikazana razlika med uporabo povsem bele luči (levo) in oranžkaste luči (desno);



4. Poudarite interesni objekt - objekt, ki ga želite poudariti dodatno osvetlite in s tem dodatno pritegnite fokus gledalca. V spodnjem primeru uporabimo točkast izvor luči (levo) ali





refletorski izvor (desno);



5. Lučem dodajte teksture - s tem razbijete monotono barvo luči in v sceno vpeljete dodatno živahnost. V spodnjem primeru je prikazana uporaba teksture na refletorskem izvoru svetlobe, ki dodatno popestri sceno;



6. Animirajte luči - da najdete najprimernejšo osvetlitev lahko tako položaje kot ostale parametre luči animirate in s tem poiščete kombinacijo, ki najbolj služi vašemu namenu.

# Objekti kot izvori svetlobe

Izvor svetlobe pa so poleg luči lahko tudi sami objekti. najpogosteje so to t.i. fosforescencentni objekti. Sevanje objektov dosežemo tako, da jim priredimo ustrezen material, kjer za senilnik izberemo t.i. izsevalni (angl. emission) senčilnik. Na takšen način lahko ustvarimo zanimive efekte kot je prikazan na spodnji sliki.







# Lekcija 07 Upodabljanje

# Povzetek

- 5. Kaj je upodabljanje?
- 6. Okoljske teksture
- 7. Parametri upodobitve

# Kaj je upodabljanje?

Upodabljanje je postopek izračuna osvetlitve in senčenja scene glede na lastnosti objektov in njihovih materialov. Metod za izračun osvetlitve je veliko, v zadnjem času pa se uporabljajo predvsem fizikalno osnovane metode, ki so nam na voljo tudi v programu Blender. Blender ima že priložene tri različne upodobljevalnike:

- 1. Eevee je vgrajen upodobljevalnik, ki je precej posodobljen od predhodnje različice, a ima še vedno kar nekaj pomanjkljivosti v primerjavi s Cycles Rendererjem;
- 2. Workbench je večinoma namenjen uporabi med modeliranjem in postavitvijo scene;
- 3. Cycles Renderer je precej zmogljiv in omogoča zelo realitično upodabljanje scen.

Blender podpira tudi uporabo zunanjih upodobljevalnikov kot so Autodesk Arnold, VRay, Octane Renderer in nekateri drugi. Prednost Cycles Rendererja je, da je že vključen v sam program Blender in je uporabnikom na voljo povsem brezplačno.

## Okoljske teksture

Kadar želimo naše objekte postaviti v neko realno okolje je potrebno takšno okolje v večini primerov tudi zmodelirati (ali pa se poslužiti združevanja s fotografijami - copositing). Od okolja pa je odvisna tudi sama osvetlitev objektov saj je lahko v okolju veliko izvorov svetlobe, ki jih nismo nujno zajeli s postavitvijo luči v naši sceni.

V takšnih primerih lahko uporabimo t.i. okoljske teksture (angl. environment maps), ki so predstavljene kot sferične fotografije zajete s tehniko visokega dinamičnega razpona. (angl. High Dynamic Range - HDR). Takšne fotografije vsebujejo tudi informacijo o intenziteti svetlobe, ki prihaja iz posameznega dela okolja kar lahko uporabimo za namene osvetlitve naše scene. Primer sferične fotografije za 3 različne izpostavitve je prikazan spodaj.







## Uporaba okoljskih tekstur v Blenderju

V zavihku svet Urejevalnika lastnosti v razdelku *Material Properties* kliknemo na gumb *Use Nodes*. Pojavi se nam nekaj novih vnosnih polj, kjer med drugim najdemo tudi lastnost *Base Color*. S

klikom na krogec poleg barve lahko izberemo kako želimo barvo definirati. V našem primeru izberemo *Environment Texture*. Prikaže se nam nabor novih lasnosti, kjer lahko izberemo tudi datoteko iz diska (*Open*). Nastavimo lahko različne parametre izbrane teksture in načine preslikave na okolje. Prav tako lahko določimo moč tako dobljene osvetlitve. Primer upodobitve z uporabo okoljske teksure na zelo odsevnem materialu je prikazan spodaj.

يد		al		0 🗗 ×	~∆
•~~ •,_→	Preview				
	▼ Surface				
	2		Use Nodes		
67		Surface	Principled BSDF		
<b>V</b>					
			GGX		<u> </u>
	-	Base Color			
88	·	New		Open	
			Linear		



# Parametri upodobitve

Pri upodabljanju je potrebno paziti na kar nekaj parametrov, da dosežemo želen končni izgled. V nadaljevanju bomo izpostavili le nekaj najpomembnejših na katere je treba biti še posebej pozoren. Parametri upodabljanja so nam na voljo v zavihu *Render* in *Output Properties* Upravitelja lastnosti, ki je dosegljiv preko ikone kamere.



## Nastavitve upodobljevalnika

Kot smo že omenili bomo v okviru delavnice spoznali samo upodobljevalnik Cycles. Gre za različico upodobljevalnika, ki uporablja fizikalno osnovane metode za izračun osvetlitve, ki temelji na sledenju potem (angl. Path Tracing). Ker gre za aproksimacijsko metodo je končni izgled odvisen od natančnosti aproksimacije, ki pa za boljše rezultate terja več časa.





#### Glavni parametri so:

- izbira naprave za izračun (angl. Device) uporabnik izbere ali se naj končna upodobitev izračunava na centralni procesni enoti ali na grafični kartici. Odvisno od tega kater kos strojne opreme je zmogljivejši izberemo ustrezno opcijo (najlažje to preverimo tako, da izvedemo preprosto testno upodobitev in vidimo koliko časa traja na kateri enoti);
- resolucija upodobitve (angl. Resolution) nam pove koliko slikovnih elementov bo imela končna slika. Izberemo lahko katero izmed vnaprej definiranih dimanzij, lahko pa jih določimo tudi sami. Izhodna resolucija je seveda odvisna od namena končne upodobitve. Če bomo končno upodobitev prikazovali na zaslonu HD, izberemo HD 1080, in podobno za ostale namene;
- format izhodne slike (angl. File Format) tukaj izberemo v kakšnem formatu želimo končni rezultat upodobitve. Privzeto je to PNG slikovni format, kar za večino mirujočih upodobitev povsem zadošča;
- nastavitve vzorčenja (angl. Render) je ključna skupina parametrov, ki določa kvaliteto končne upodobitve. Izberemo ali dodamo lahko predlogo nastavitev (npr. Final/Preview). Na tem mestu je najpomembnejše samo število vzorcev, ki se uporabijo za izračun osvetlitve posametnega slikovnega elementa. Več kot bo teh vzorcev bolj točna bo končna aproksimacija izračuna metod in kvalitetnejši bo končni izdelek. Število vzorcev je potrebno prilagoditi tudi uporabljenim materialom bolj kompleksni materiali potrebujejo za boljšo kvaliteto večje število vzorcev. Od nastavljenega števila vzorcev pa je najbolj odvisen tudi čas izračuna končne upodobitve. Priporočljivo je, da za predogled uporabimo nižje število vzorcev (16 64, za končno upodobitev pa večje (tudi do 2048 vzorcev na piksel).

Ostali parametri upodabljanja so manj pomembni in jih boste spoznali, ko boste orodje Blender bolje poznali.

#### Nastavitve kamere

Nastavitve kamere so nam na voljo, če izberemo objekt kamera v sceni in nato v Urejevalniku lastnosti preklopimo na zavihek kamera. Glavne lastnosti kamere so:

- nastavitve leč (angl. Lens) kjer lahko izbiramo med ortografsko, perspektivno ali panoramsko različico. Najbolj običajna je perspektivna, ki ji lahko določimo goriščno razdaljo (npr. 35 mm);
- nastavitve kamere (angl. Camera) kjer lahko določimo velikost senzorja, ki je uporabjen pri izračunu slike (npr. 32 mm ekvivalent);
- globinska ostrina (angl. Depth of Field) določa kako se ostrina kamere spreminja z oddaljenostjo od gorišča. Na takšen način lahko zameglimo objekte, ki niso v fokusu kot je to običajno tudi za človeški vid in klasične kamere. Primer upoabe globinske ostrine je prikazan tudi na spodnji sliki (še najbolj vidno je neostro ozadje).







. . .





# Lekcija 08 Uporaba modifikatorjev

# Povzetek

- 1. Kaj so modifikatorji?
- 2. Deformacije
- 3. Generiranje
- 4. Simulacije

# Kaj so modifikatorji?

Že s spoznanimi tehnikami 3D modeliranja lahko ustvarimo poljubne oblike in stvari. Velikorat pa si želimo stvari olajšati in prihtaniti na času. Takrat posežemo po modifikatorjih kjer je to le mogoče. Modifikatorji so operacije, ki jih lahko uporabnik izvede nad 3D objekti, z možnostjo kasnejšega popravljanja in prilagajanja parametrov. V nadaljevanju bomo spoznali nekaj modifikatorjev namenjenih deformacijam, generiranju in simulaciji. Nekaj osnovnih modifikatorjev smo že spoznali tekom modeliranja (Subdivision surface, Screw, Solidify in Displace).



Modify		Deform	
👽 Data Transfer	O Array	',☆ Armature	업 Cloth
፬ Mesh Cache	Bevel	🕞 Cast	ିଲ୍ଲ୍ Collision
៉្រាំ Mesh <u>S</u> equence Cache	- Boolean	) Curve	꼊 Dynamic Paint
k _Normal Edit	🛱 Build	🕞 Displace	🗂 Explode
_ └ Yeighted Normal	🗹 Decimate	్ర <u>H</u> ook	🖉 <u>F</u> luid
👿 UV Project	I Edge Split	៉ាញ់ Laplacian Deform	쓨 Ocean
😿 UV Warp	() Mas <u>k</u>	🖽 Lattice	🕅 Particle_Instance
🔚 Vertex Weight Edit	∑¦3 Mirror	៉្រាំ Mesh Deform	💦 Particle System
🔚 Vertex Weight Mix	Hultiresolution	ി Shrinkwrap	📿 Soft Body
🔄 Vertex Weight Proximity	(₽ <u>R</u> emesh	C Simple Deform	
	<del>ୁ</del> Screw	🕝 Smooth	
	ළ) Skin	Corrective	
	🗇 Solidify	ሯ Smooth Laplacian	
	O Subdivision Surface	🛄 Surface Deform	
	2 <u>T</u> riangulate	[ ? Warp	
	🖉 Weld	(G. Wave	
	🗐 Wireframe		

# Deformacije

Modifikatorji za deformacije izbrani objekt deformirajo z nekim vnaprej določenim postopkom. Nekaj osnovnih deformacijskih modifikatorejv, ki so največkrat uporabljeni je predstavljenih v nadaljevanju.





## Enostavne deformacije

Modifikator enostavnih deformacij (angl. Simple deform) uporabnikom ponuja zvijanje (angl. twist), upogibanje (angl. bend), zoževanje (angl. taper) in raztezanje (angl. stretch). Vsako izmed operacij lahko izvjamo vzdolž poljubne izbrane osi, ki jo določamo z rotacijo izbranega pomožnega objekta (največkrat praznega objekta).

Rezultati posameznih operacij so predstavljeni v spodnji sliki, kjer je povsem levo original, sledi zvijanje za  $360^{\circ}$ , nato upogibanje za  $180^{\circ}$ , zoževanje za faktor -1.5 in čisto desno raztezanje za enak faktor.



Na takšen način lahko hitro in enostavno dosežemo obliko kot jo želimo. Smer deformacij lahko definiramo tako, da v polju *axis, origin* izberemo objekt, ki določa njihovo orientacijo. Največkrat za to izberemo kar prazen objekt, ki ga lahko vgnezdimo pod objekt, ki ga želimo deformirati (angl. parent) z uporabo bližnice [ctrl] + [p].

S transformcijami nad orodjem za nadzor deformacij lahko dosežemo spremenjen učinek deformacije in deformacije tudi animiramo.

## Ovojnica

Lattice oz. ovojnica predstavlja modifikator, ki omogoča spreminjanje objetov z uporabo tridimenzionalne regularne mreže, kjer posamezno vozlišče mreže vpliva na geometrijo v svoji okolici. Uporabnik lahko sam določi koliko delitev ima takšna mreža in kako se prilagodi objektu. V spodnji sliki je prikazana ovojnica različnih stopenj nad objektom sfere.



Za prireditev ovojnice je potrebno ustvariti nov objekt tipa *lattice*, nato pa objektu še dodati istoimenski modifikator, ki mu določimo kontrolni objekt. To nam omogoča, da isto ovojnico uporabljamo tudi za modificiranje več objektov sočasno, kot tudi, da so same modifikacije od objekta neodvisne in jih lahko na primer spreminjamo tekom animacije. Primer različnih deformacij s premikanjem kontrolnih točk enake ovojnice nad istim objektom so prikazani v spodnji sliki.







Ovojnici lahko nastavimo stopnjo delitev regularne mreže vzdolž posamezne koordinatne osi kot tudi način interpolacije s katerim mreža vpliva na spremembo geometrije. V osnovi je to interpolacija z B-zlepki (angl. B-Spline), lahko pa jo nadomestimo tudi z linearno interpolacijo, z interpolacijo Catmull-Rom ali s kardinalno interpolacijo. Primeri različnih interpolacij za enake stvari je prikazan spodaj, kjer je povsem na levi BSpline interpolacija, sledijo pa linearna, nato Catmull-Rom in nazadnje še kardinalna interpolacija na ovojnico.



## Ukrivljanje

Modifikator ukrivljanja (angl. Warp) nam omogoča, da del mrežne geometrije ukrivimo proti želeni lokaciji - npr. točki v prostoru. Na tašken način lahko vizualiziramo izbokline, vdolbine, udarnine ipd. Za posamezno ukrivljanje je potrebno določiti točko izvora in ciljno točko krivljenja. Za ti dve točki lahko uporabimo kar prazna objekta. Modifikatorju lahko nastavimo tudi kako naj točki vplivata na ukrivljenost površine. Poleg gladkega ukrivljanja so nam na voljo še konstantni, sferični kvadratni, linearni in drugi. Na spodnji sliki je prikaza vdolbina ustvarjeno s pomočjo predstavljenega modifikatorja, kjer za začetno in končno točko uporabimo prazna objekta in uporabimo gladek tip ukrivljanja.







## Valovi

Modifikator valov (angl. Wave) je namenjen zvijanju površine z uporabo valov na površini objektov. Izberemo lahko osi vzdolž katerih poteka valovanje kot tudi položaj izvora valovanja, ki ga lahko definiramo z neko lokacijo v prostoru (npr. s praznim objektom). Valovanju lahko določimo hitrost, amplitudo, širino in dimenzijo valov. Prav tako lahko nastavimo blaženje valov, čas od začetka valovanja, ali se valovi ponavljajo ipd. Na spodnji sliki je prikazan primer valov na površini ravnine.



# Generiranje

Modifikatorji za generiranje so namenjeni ustvarjanju novih objektov oz. geometrije na podlagi podanega vhoda in parametrov.

## Polje objektov

Modifikator polja objektov (angl. Array) je namenjen množenju objektov z določeno transformacijo. Nastavimo lahko kolikokrat želimo namnožiti izbran objekt, določimo konstantni ali relativni odmik. Transformacijo med objekti lahko določimo tudi z izbranim drugim objektom (npr. s praznim objektom). Na takšen način lahko iz posameznega objekta v naši sceni namnožimo množico objektov kot je prikazano na spodnji sliki.







### Poševnine

Poševnine (angl. Bevel) smo že spoznali pri modeliranju. Na voljo pa so nam tudi v obliki generativnega modifikatorja. Z njim lahko poševnine dodamo na vse robove izbranega objekta. Poševnine lahko dodamo progresivno (večkratne poševnine), jim določimo odmik od osnovnega roba in profil poševnin. Primer na kocki je prikazan na spodnji sliki.



## Združevanje objektov

Modifikator namenjen združevanju objektov (angl. Boolean) je namenjen združevanju geometrij v želeno končno celoto. Pri tem lahko izberemo različne načine združevanja: unija, razlika in presek. Na spodnji sliki so prikazane vse operacije nad osnovnima kockama, ki sta povsem levo.



## Zrcaljenje

Modifikator zrcaljenja nam omogoča, da izbrano geometrijo zrcalimo preko izbrane ravnine. Po zrcaljenju lahko zrcaljen objekt združimo z originalom. Prav tako lahko zrcalimo preko izbranega





objekta. Primer zrcaljenja polovice glave Suzanne, kjer je mreža odmaknjena od izhodiša objekta je prikazan na spodnji sliki.



# Simulacije

Simulacijski modifikatorji so namenjeni ustvarjanju geometrije z uporabo fizikalne simulacije. Predstavili bomo zgolj nekaj osnovnih modifikatorjev, ki so pri ustvarjanju scen največkrat uporabljajo.

## Tkanina

Simulacija tkanine (angl. Cloth) nam omogoča poustvariti fizikalno pravilno obnašanje oblačil in drugih izdelkov iz tkanine.



## Trki

Modifikator trkov je namenjen simulaciji trkov med objekti. Objekti se lahko gibljejo v skladu s fizikalnimi zakoni (so rigidni), lahko so mehki, lahko predstavljajo zgolj ovire, ki se pri izračunu trkov upoštevajo ipd. Na takšen način lahko padajočim/premikajočim objektom postavimo nekakšen poligon po katerem želimo, da se premikajo, nato pa sprožimo simulacijo in počakamo, da se rezultati izračunajo. Paziti je potrebno, da fizikalnih simulacij ne izvajamo na preveč

### 50 | Ciril Bohak @ FRI | 3D modeliranje z orodjem Blender





kompleksnih modelih in da v simulacijo ne vključujemo prevelikega števila objektov, saj bo v takšnem primeru simulacija trajala izredno dolgo. Simulacijo zaženemo s pritiskom gumba Play v časovnem traku in prekinemo z bljižnico [esc]. Na spodnji sliki je prikazana simulacija dveh mehkih teles pri trku z ravno površino.



## Sistemi delcev

Sisteme delcev (angl. Particle systems) lahko uporabljamo v različne namene: za namene modeliranja, kjer jih uporabimo za multipiciranje objektov v skladu z določenimi pogoji ali pa za namene fizikalne simulacije s čimer lahko simuliramo najraličnejše efekte kot so na primer eksplozije, padavine in še mnogo drugih stvari.

### Dinamični sistemi delcev

Sisteme delcev lahko uporabimo za dinamično generiranje novih objektov na površini izbranih objektov v sceni. Kot izvor novih delcev lahko uporabimo površino poljubnega objekta. V primeru na desni sliki na površini sfere ustvrjamo nove primerke objekta glave opice. Nove glave se pojavljajo na površini sfere (izberemo lahko ali v ogliščih ali na licih ali kar znotraj celotnega volumna) in se z neko začetno hitrostjo pričnejo pomikati v skladu s fizikalnimi zakoni, kar v konkretnem primeru pomeni, da sledijo gravitaciji.







Na podoben način bi lahko ustvarili, da delci iz nekega objekta letijo z veliko hitrostjo in na takšen način simulirali eksplozijo.

### Uporaba pri modeliranju

Kot primer uporabe sistemov delcev pri modeliranju jih lahko uporabimo za razporejanje ponavljajočih objektov na površini drugih objektov kot je prikazano na primeru bodic na površini kaktusa na spodnji sliki.

Pri tem smo uporabili sistem delcev tipa lasje (angl. hair), kjer smo lase razporedili na izbrana vozlišča kaktusa. Ta vozlišča smo dodali v isto skupino oglišč, ki smo jo nato uporabili pri razporejanju bodic. Za bodico smo zmodelirali preprost stožec in ga v sistemu delcev uporabili kot objekt, ki predstavlja posamezen las. Dodali smo naključne rotacije glede na normalo in naključne velikosti nad bodicami.



### Dim

Efekt dima je v Blenderju v osnovi določen z dvema objektoma: (1) z objektom izvora, ki določa površino iz katere bo dim izhajal in z (2) objektom dimne domene, ki določa območje kjer se bo sploh izračunavala simulacija.

Izvoru lahko določamo volumen, gostoto in razliko v temperaturi. Dimni domeni pa lahko določamo natančnost izračuna, gostoto simulacije. Prav tako lahko določamo parametre dima kot so hitrost stopnjo vžiga ipd. Na spodnji sliki je prikazan enostaven primer dima in dima z ognjem, kjer je izvor glava opice, dimna domena pa je kvader.



. . .





# Lekcija 09 Animacija

# Povzetek

- 4. Kaj je animacija?
- 5. Osnove animacije
- 6. Animacijske krivulje
- 7. Potek animiranja

# Kaj je animacija?

Animacija predstavlja tehniko ustvarjanja zaporednih slik ali položajev objektov v sceni s katero dosežemo iluzijo zveznega premikanja med predvajanjem celotnega zaporedja. Animacija se je v osnovi razvila kot zaporedje 2D slik, ki predstavljajo časovno sosledje stanja objektov v sliki. Enaka tehnika je bila kasneje prenešena tudi v 3D okolje.

Animacija v večini primerov ne posnema povsem resničnega sveta, ampak daje poudarke na določene aspekte in tako dodatno ponazarja in poudarja akcije, ki naj bi jih liki izvajali v svetu.

Največkrat se izpostavlja 12 osnovnih principov, ki jih mora dobra animacija vsebovati:

- 1. Krčenje in raztezanje (angl. Sqash and stretch) je princip s katerim dodatno poudarjamo deformacijo teles pri stikih s trdnimi površinami;
- 2. Pričakovanje (angl. Aniticipation) poudarja čas, ko se objekt/osebek pripravlja na izvedbo neke akcije;
- 3. Predstavitev (angl. Staging) osebek izvaja akcije tako, da jih gledalci vidijo;
- 4. Tekoče akcije in akcije od poze do poze (angl. Straight ahead action and pose to pose) sta dva različna pristopa k ustvarjanju animacije. Medtem ko pri prvem izhajamo iz začetnega stanja in ga s časom razvijamo, pri drugem določamo prehajanje med ključnimi stanji objektov/osebkov;
- 5. Akcije po koncu in prekrivanje akcij (angl. Follow through and overlapping action) so akcije po zaključenem dejanju in prekrivajoče akcije, ki se izvajajo sočasno;
- Pospeševanje in upočasnjevanje (angl. Slow in and slow out) vse akcije imajo neko obdobje ko iz mirujočega stanja preidejo v gibanje in se nato ponovno ustavijo. Ta časovna obdobja se dodatno poudarijo;
- 7. Gibanje po krivulji (angl. Arc) večina gibanj v realnem svetu se ponazarja kot gibanje po krivuljah, le redko se objekti/osebki premikajo povsem naravnost v določeni smeri;





- 8. Sekundarne akcije (angl. Secondary actions) so akcije, ki primarni animaciji dodajo dodatne podrobnosti in jih poživijo;
- 9. Časovno usklajevanje (angl. Timing) časovno usklajevanje začetkov, koncev in prekrivanj posameznih akcij in s tem njihovih animacij;
- 10. Pretiravanje (angl. Exaggeration) velikokrat poudari namen akcije osebka v določenem prizoru;
- 11. Udejanjenje (angl. Solid drawing) pomembno je upoštevati, da so osebki v 3D protoru in njihovo upodobitev temu tudi prilagoditi. Ta princip je bistveno olajšan, ko se sama animacija dejansko izdeluje v 3D svetu;
- 12. Karizma osebka/predmeta (angl. Appeal) osebki/predmeti naj imajo karizmo in na takšen način poskušajo pritegniti pozornost gledalca.

## Osnove animacije

V uvodu predstavljene principe je smiselno upoštevati tudi, ko se lotevamo izdelave lastne animacije v orodju Blender. Veliko naštetih principov seveda ni smiselnih v primerih, ko želimo povsem realno poustvariti dogajanje v realnem svetu ali ga morebiti celo simulirati. Kljub temu, pa pridejo našteti principi v poštev tudi v takšnih primerih, kot na primer za animacijo pogleda, pomika kamere in prehajanja med prikazanimi dogodki.

Blender ima za namene animacije na voljo prilagojen uporabniški vmesnik, ki že vsebuje najpogosteje uporabljene poglede. Vanj preklopimo tako, da v informacijski vrstici namesto privzetega pogleda (angl. Default) izberemo *Animation*. Tako se okno razdeli kot je prikazano na spodnji sliki.



Posamezni razdelki so:





- Prikaz ključnih okvirjev animacije (angl. Dope Sheet), kjer so prikazani vsi ključni okvirji animacije za izbran(e) objekt(e);
- Krivulje (angl. Graph Editor), kjer je prikazano kako se animirane vrednosti izbranega objekta oz. objektov spreminjajo skoci čas;
- 3D pogled, kjer imamo standardni pogled na sceno;
- Predogled skozi kamero;
- Časovni trak.

Animacija v Blenderju temelji na uporabi ključnih okvirjev (angl. key frame animation), kar pomeni, da moramo določiti katera vrednost v izbranih časih zavzema kakšno vrednost.

# Animacijske krivulje

Animacijske krivulje določajo kako se med ključnimi okvirji spreminjajo animirane vrednosti (naj si bo to položaj, rotacija ali kaj tretjega). V osnovi za se določanje prehodov uporavljajo t.i. B-Zlepki (angl. B-Spline) osnovani na Bezierovih krivuljah. Krivulje prehodov lahko urejamo v pogledu F-Curve, kjer lahko za posamezno vrednost spreminjamo obliko krivulje in prestavljamo njena ključna vozlišča.

Med posameznimi vozlišči pa lahko namesto B-Zlepkov uporabimo tudi kateri drug način interpolacije:

- 1. konstantna interpolacija diskretno preklaplja med posameznimi vrednostmi ključnih okvirjev;
- 2. linearna interpolacija med vrednostmi izvede linearno interpolacijo;
- 3. Bezierova interpolacija med vrednostmi definira Bezierovo krivuljo;
- 4. Sinusoidno, kvdratno, kubično, kvartično, kvintično, eksponentno ali krožno približevanje vrednostim;
- 5. povratna, odbijajoča ali elastična ekstrapolacija vrednosti preko določenih vrednosti.



# Potek animiranja

Osnovni pristop k animaciji je sestavljen iz naslednjih korakov:

- 1. določimo ključne položaje objektov na časovnem traku;
- 2. dodamo odvisne nivoje animacij, ki nadgrajujejo osnovno animacijo;
- 3. določimo načine prehodov med posameznimi stanji in prilagodimo krivulje;
- 4. časovno med seboj uskladimo posamezne animacije.

# Kako se naučim animacije?

Z veliko vaje. Če smo to poudarjali že pri 3D modeliranju, je to še toliko bolj res za animacijo. Da dosežemo pravilno časovno sosledje akcij in jih med seboj uskladimo je potrebno veliko vaje in primerjanja z referenčnimi posnetki. Že pri preprostem odbijanju žoge od tal bomo potrebovali kar nekaj časa, da zadostimo vsem 12-im principom (ali vsaj večini, ki so za podan primer smiselni), še bolj pa je to res za kompleksnejše animacije. Poskusite npr. narediti preprosto animacijo hoje (angl. walk cycle).

. . .





# Lekcija 10 Upodabljanje v video

## Povzetek

1. Upodabljanje videov

# Upodabljanje videov

Upodabljanje videov je povezano s tem, da imamo v sceni animacijo. Nesmiselno je namreč v video upodabljati mirujočo sceno. Za upodabljanje v video je potrebno pri nastavitvah upodabljanja nastaviti začetni in končni okvir. Enako kot pri upodabljanju v sliko je potrebno izbrati resolucijo, napravo za računanje in ostale podrobnosti. Poleg tega je potrebno izbrati tudi, da bomo za format uporabili video format in ne slikovnega. Na tem mestu naj še omenimo, da je mogoče nadomestiti privzeto sivo ozadje upodobitve s kakšno drugo barvo ali z

Najpogoste je se za upodabljanje videa uporabi *FFmpeg video*, ki mu lahko še dodatno nastavimo parametre enkodiranja v razdelku *Encoding*. Privzeto se uporablja vsebovalnik *Matroska*, format *H.264* srednje izhodne kavlitete in hitrosti s ključnimi okvirji vsakih 18 okvirjev.

Za kvalitetnejši izhod lahko te parametre dodatno prilagodimo in s tem izboljšamo kvaliteto upodobljenega videa. Privzeto se video upodablja v začasno mapo, ki jo je smiselno nadomestiti s tisto mapo kamor želimo video shraniti.

. . .