

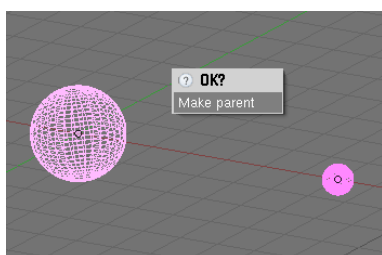
## 12. lekcia

# Väzby

### alebo „Rodičovské starosti“

Myšlienka, ktorá sa bude niesť touto lekciovou je v podstate jednoduchá. Predstavte si, že chcete vytvoriť animovaný model slnečnej sústavy. Začnete v malom – zatiaľ vám bude stačiť Mesiac, Zem a Slnko. Problém je v tom, že dráha Mesiaca vyzerá príliš zložito. Musí obiehať okolo Zeme a spolu s ňou okolo Slnka, takže z toho nakoniec vyjde nejaká podivná vlnovka, ktorú treba ešte zladať s dráhou Zeme – skrátka vyzerá to na animátorsky náročný problém.

Tento problém má ale elegantné riešenie – do objektov treba zaviesť hierarchiu. Mesiacu môžeme vysvetliť, že všetko, čo si má všímať, je Zem, že svoje súradnice má nastavovať vzhľadom na ňu a že Zem je pre neho počiatkom súradnicovej sústavy.



Obrázok 1: Vytvorenie rodiča

Spraví sa to tak, že najprv kliknutím **RMB** aktivujete objekt, ktorý chcete niekomu podriadiť – teda v našom prípade Mesiac – a potom kliknutím **SHIFT-RMB** aktivujete budúceho rodiča – teda Zem. (Ten **SHIFT** držíte preto, aby sa vám pri aktivovaní Zeme Mesiac neodznačil.) Keď to spravíte, situácia bude vyzeráť podobne, ako na obrázku č. 1. Oba objekty budú aktivované, ale ten, ktorý bol aktivovaný ako posledný, bude svietiť jasnejšie. Teraz stlačte **CTRL-P** a odkliknite výzvu **Make parent** (vytvoriť rodiča). Od toho momentu sa Zem stáva rodičom Mesiaca. Ak aktivujete iba Mesiac a pohybuje ním, na prvý pohľad žiadnu zmenu nevidno. Ale ak aktivujete iba Zem a pohnete ňou, mesiac sa bude pohybovať spolu s ňou.

Teraz môžete spraviť animáciu Mesiaca. Máte dve možnosti – buď nakľúčujete jednotlivé polohy Mesiaca na obežnej dráhe Zeme, alebo ak vám až tak veľmi nezáleží na astronomickej presnosti, môžete otáčať Zemou a kľúčovať jej **Rot**. Mesiac sa bude otáčať spolu s ňou (po presne kruhovej dráhe). Či už sa rozhodnete pre jeden spôsob, alebo pre druhý, nezabudnite nastaviť **IPO** krivkám režim rozšírenia (**Extend Mode**) na **Cyclic**, nech Mesiac po jednom obehu nezastane, ale nech obieha aj naďalej. Keď to bude hotové, môžete nechať Zem obiehať okolo Slnka, vystreliť ju do vesmíru alebo animovať iným bizarným spôsobom. Mesiac ju bude verne nasledovať a statočne obiehať.

Ak chcete rodičovský vzťah medzi dvoma objektami zrušiť, oba ich aktivujte, stlačte **ALT-P** a z menu vyberte **Clear parent** (zrušiť rodiča). Mesiac prestane Zem prenasledovať.

Predstavte si teraz inú situáciu. Dali ste si tú námahu a vyrobili ste si strom – niečo podobné, ako na obrázku č. 2.<sup>1</sup> A teraz by ste chceli z rovnakých stromkov vysadiť kruh. Jedna možnosť je, že stromky nakopírujete a rozsadiť tam, kam chcete. Ak ich je ale priveľa, môžete si robotu uľahčiť.

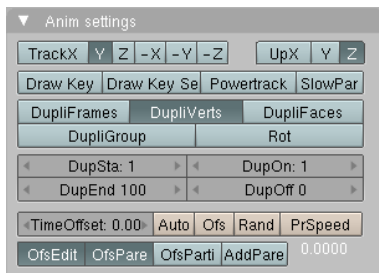
Najprv aktivujte samotný strom. (Ak ste použili **Gen3**, tak aktivujte kmeň stromu. On je rodičom všetkých ostatných častí.) Uistite sa, že stojí v počiatku súradnicovej sústavy a nastavte mu na paneli **Anim settings** v tlačidlách objektu (obrázok č. 3), ktorý smer je pre neho „dopredu“



Obrázok 2: Strom

<sup>1</sup> Ja som si tú námahu nedal a použil som skvelý skript na generovanie stromov **Gen3**, ktorý napísal Sergej Prokorčuk alias Stager a ktorý si môžete stiahnuť na adrese <http://www.geocities.com/bgen3/> a do svojho Blenderu doinštalovať. Návod na použitie vrátane videotutoriálu nájdete na adrese <http://blendernewbies.blogspot.com/2007/08/tree-making-tool-gen3.html>

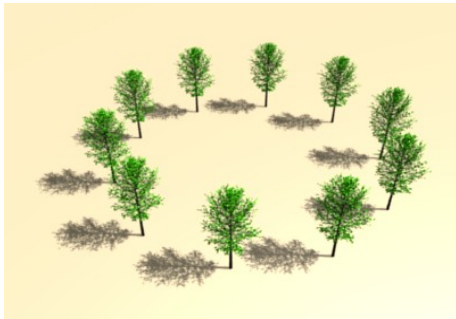
(pri strome je to jedno, ale napríklad TrackX) a ktorý „hore“ (väčšinou Z) tak, ako sme to robili v predošlej lekcii s časticou v tvare šípky.



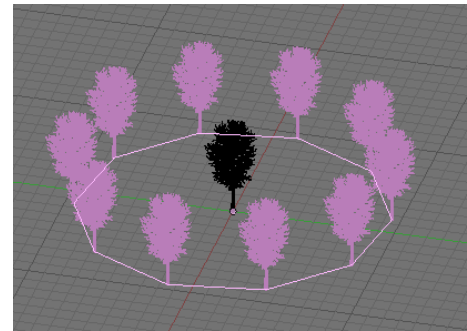
Obrázok 3: Anim settings

Teraz sa na scénu pozrite zhora a pridajte kruh s desiatimi vrcholmi (no dobre, ja viem, že je to desaťuholník, ale stále je to objekt typu Circle) a ešte kým je v režime úpravy, zväčšite ho tak, aby boli jeho vrcholy dostatočne ďaleko od seba na to, aby sa do každého vmestil jeden strom. Potom z režimu úpravy vyjdite a z kruhu spravte rodiča stromu rovnako, ako sme to robili so Zemou a Mesiacom. Dávajte pozor na to, že rodič má byť kruh. V čase, keď

stlačíte **CTRL-P** musí byť teda aktívny a svetlejší, ako aktívovaný strom. Keď ste túto operáciu zdarne zavřili, aktivujte iba kruh a na paneli Anim settings mu stlačte tlačidlo DupliVerts. V tom momente sa potomok (aj so všetkými svojimi prípadnými potomkami) skopíruje do každého vrcholu predka. Bude to vyzeraf podobne, ako na obrázku č. 4. Pôvodný strom ani kruh sa renderovať nebudú, takže výsledok bude vyzeraf tak, ako môžete vidief na obrázku č. 5.



Obrázok 5: Stromky



Obrázok 4: DupliVerts

Keď sa kruh pokúsite škálovať, stromky sa budú zväčšovať a zmenšovať spolu s ním. To je spôsobené tým, že pôvodný strom je potomkom kruhu. Ak chcete dostať stromky k sebe bližšie a pritom im zachovať veľkosť, prepnite kruh do režimu úpravy, aktivujte všetky body a vyškáľujte. Vtedy

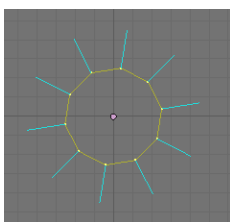
neškáľujete objekt, ale meníte polohu jeho bodov. Veľkosť stromkov tak zostane zachovaná.

V tom, čo sme robili doteraz, nehralo natočenie objektov (a teda ani to, ako sme nastavovali, ktorým smerom má strom „hore“) žiadnu úlohu. Stromy v jednotlivých vrcholoch sú otočené rovnakým smerom, ako originál. Keby nerástli z každého bodu kruhu, ale napríklad z každého vrchola dvadsaťstena (Icosphere so Subdivision 1), vyzeralo by to tak, ako na obrázku č. 6.

Ak by sme chceli natočenie stromov nejako zmanipulovať, je treba na paneli Anim settings stlačiť tlačidlo Rot. To spôsobí, že v každom vrchole rodiča sa vypočíta normálový vektor<sup>2</sup> a potomkovia sa otočia tak, aby ich „dopredu“ bolo natočené tým istým smerom.



Obrázok 6: Stromky na dvadsaťstene



Obrázok 7: Normály

Tento prístup má svoje čaro, keď sú stromy rozostavané v kruhu. Vtedy sú normálové vektory otočené tak, ako na obrázku č. 7. Všetky stromy sa teda otočia „predkom z kruhu von“, ale hore bude pre nich stále hore. Keď ale túto metódu použijeme na ten dvadsaťsten, normálové vektory opäť smerujú od stredu von, lenže keď „dopredu“ stromu pôjde od povrchu preč, tak „hore“ stromu bude rovnobežné s povrchom a všetky stromy budú pováňané. Dopadne to tak, ako môžete vidief na obrázku č. 8.

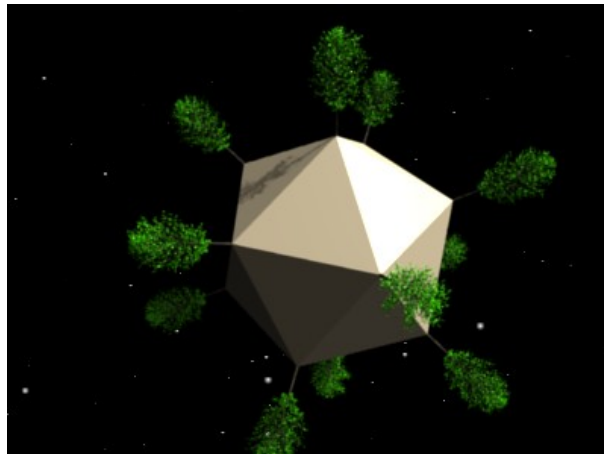
Náprava nie je zložitá. Stačí, ak stromu inak nastavíte, čo je pre neho „dopredu“. Spomedzi tlačidiel určujúcich smer „dopredu“ vyberte os Z a „hore“ nastavte ako chcete – v tomto prípade je

<sup>2</sup> Bežne je to vektor kolmý na povrch telesa. Ak ale objekt nemá steny, tak to je ten vektor, ktorý ide od stredu objektu cez vrchol.

to jedno. Výsledkom sa môžete pokochať na obrázku č. 9. Dávajte si ale pozor, aby v momente, keď vytvárate rodičovský vzťah medzi dvadsaťstenom a stromom, boli súradnice dvadsaťstena orientované rovnako, ako globálne súradnice. (Natočenie dvadsaťstena môžete vynulovať klávesovou skratkou **ALT-R**.) Ak to nespravíte, strom síce ostane vzhľadom na globálne súradnice v rovnakej polohe, ale Blender k jeho natočeniu pripočíta aj natočenie dvadsaťstena, pretože ten je teraz jeho rodičom. A keď sa pokúsíte stromu nastaviť smery „dopredu“ a „hore“, nastavia sa úplne divne a stromy na dvadsaťstene budú otočené všetkými možnými smermi, len nie tými, ktorými potrebujete.



Obrázok 8: Pováľané stromy

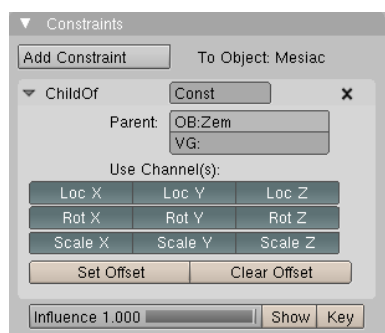


Obrázok 9: Rovné stromy

Nastaviť, že niektorý objekt je rodičom iného sa teda môže hodiť aj na to, aby ste rýchlo vytvorili lesnú škôlku, postavili oddiel vojakov (stačí animovať jedného, ostatní budú pochodovať podľa neho) alebo vymodelovať námornú mínu z ktorej trčí ostne na všetky strany. To ale stále nie je koniec. Blender má rafinovaný systém, vďaka ktorému môže pohyb, tvar alebo poloha jedného objektu ovplyvniť iný objekt. Tento systém sa nazýva *Constraints* – väzby.<sup>3</sup>

## Väzby

Skôr, ako sa začnete hrať s väzbami, jedno dôležité varovanie. Je **naozaj** potrebné, aby objekt, ktorému chcete nejakú väzbu vytvoriť, ani jeho rodič nebol nijako otočený. Inak niektoré z tu uvedených vecí nefungujú správne. Otočenie zrušíte s pomocou **ALT-R**, prípadne si môžete v okne *User Preferences* (to je to okno, ktoré máte pravdepodobne úplne hore a trčí z neho iba hlavička) v sekcii *Edit Methods* (dostanete sa k nej tak, že to okno zväčšíte) vypnúť tlačidlo *Aligned To View* (zarovnať podľa pohľadu). Blender prestane prihliadať k tomu, ako máte práve natočený pohľad v 3D okne a novo pridané objekty tak budú stále natočené vrchom na vrch.



Obrázok 10: Constraints

Väzieb je veľa. Jedna z nich je napríklad „byť dieťaťom“ nejakého iného objektu. Ak by ste teda chceli nastaviť náš úvodný príklad s Mesiacom a Zemou s pomocou väzieb, aktivujete Mesiac, na paneli *Constraints*, ktorý sa nachádza medzi tlačidlami objektu stlačíte tlačidlo *Add Constraint*, z menu vyberte väzbu *Child Of* a do kolónky *OB:* v sekcii *Parent* napíšete *Zem*. (Nastavenie môžete vidieť na obrázku č. 10.) Od tohto momentu je Mesiac potomkom a spolupútnikom Zeme.

Ak vytvoríte potomka týmto spôsobom, má to tú nevýhodu, že nefunguje vyššie opísaná finta *DupliVerts*, takže sa to dá použiť iba na kontrolu pohybu potomka. Použitie väzieb však má mnohé nesporné výhody, ktoré klasickému spôsobu chýbajú a o ktorých si teraz povieme.

<sup>3</sup> Slovo *Constraints* v skutočnosti znamená obmedzenia, zábrany alebo nátlak. Rozhodol som sa pre termín „väzby“, pretože podľa môjho skromného názoru lepšie vystihuje, čo sa v daných súvislostiach deje.

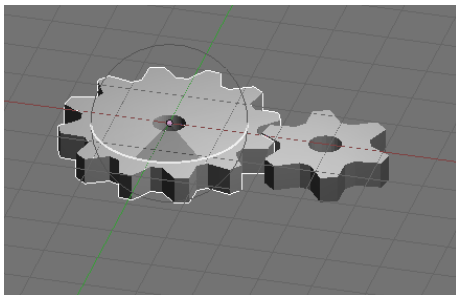
V prvom rade môžete nastaviť, na ktoré zmeny rodiča má potomok reagovať. Ak napríklad chcete, aby rodič niekde poletoval a potomok sa stále pohyboval pod ním po dlážke, necháte zapnuté iba tlačidlá *Loc X*, *Loc Y* a *Rot Z*. Potomok nebude reagovať na škálovanie rodiča, zmenu jeho výšky ani iné otáčanie, než okolo osi *z* a bude robiť presne to, čo od neho chcete.

Ak by ste chceli, nebola rodičom celá Zem, ale iba nejaká jej skupina vrcholov, tak tú skupinu vytvorte a jej meno uveďte v kolónke *VG*:. V niektorých prípadoch to ale funguje iba vtedy, keď skupina obsahuje iba jeden vrchol. (Blender vtedy presne vie, podľa čoho sa orientovať.)

Ak sa vám stane, že potomok po vytvorení uplatní na seba transformácie rodiča a niekam sa posunie, otočí alebo zmení veľkosť, stlačte tlačidlo *Set Offset* (nastaviť odsadenie) a potomok sa vráti na svoje miesto a do svojho pôvodného tvaru. Ak by ste si to rozmysleli a chceli transformácie predsa len uplatniť, stlačte *Clear Offset* (zrušiť odsadenie).

Ak chcete, aby pohyb potomka závisel od pohybu rodiča, ale nie úplne, ale len tak trochu, posuvníkom *Influence* (vplyv) môžete nastaviť, ako veľmi má rodič na potomka pôsobiť. Ak napríklad nastavíte *Influence* na 0,5 a rodičom pohnete o dve jednotky, potomok sa pohne o jednu. Hodnotu *Influence* môžete (ako väčšinu vecí v Blenderi) animovať. Tlačidlom *Show* (ukázať) pridáte medzi krivky tie, čo sa týkajú väzieb, tlačidlom *Key* pridáte kľúč na aktuálnom snímku.

Zoznam väzieb, spomedzi ktorých si môžete vybrať, je na obrázku č. 11. Stratíme o nich niekoľko slov (teda konkrétne všetky slová až do konca tejto lekcie). Druhá v poradí (odspodu) je väzba *Transformation*. Na väzbu *Child Of* sa podobá v tom, že poloha, otočenie a škálovanie rodičovského objektu ovplyvňujú potomka. Akým spôsobom bude toto ovplyvňovanie prebiehať, môžeme ale nastaviť oveľa rafinovanejšie.

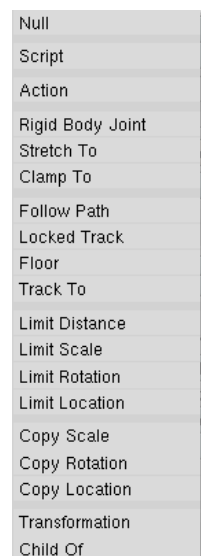


Obrázok 12: Ozubené kolesá

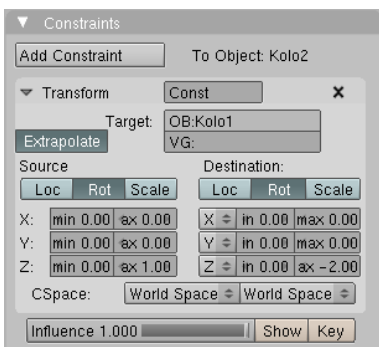
Predstavte si napríklad, že máte vymodelované dve ozubené kolesá, jedno s dvanástimi zubmi a jedno so šiestimi. Ozubené kolesá do seba zapadajú a vy by ste chceli, aby sa jedno z nich otočilo, keď otočíte druhým. Lenže aby to vyzeralo dôveryhodne, musí sa druhé koleso počas jednej otočky prvého otočiť dvakrát a ešte k tomu v protismere. Situáciu môžete vidieť na obrázku č. 12.

A práve pre takéto prípady je tu väzba *Transform* (transformovať). Nastavíme ju menšiemu kolesu. Ako *Target* (cieľ, niečo ako rodič) nastavíme veľké koleso. V stĺpci *Source* (zdroj) nastavíme, aký atribút si na rodičovi bude treba všímať. Stlačili sme tlačidlo *Rot* – budeme si všímať jeho otočenie. Obe ozubené kolesá ležia v základnej rovine, dôležité pre nás teda bude otáčanie okolo osi *z*. V riadku *Z*:

nastavíme, že si budeme všímať otočenie od 0 (hodnota *min*) do 1 (hodnota *max*) stupňa. V stĺpci *Destination* (cieľ) určíme, čo to bude robiť s potomkom. Znovu určíme, že ideme meniť jeho otočenie – stlačíme *Rot*. (Pokojne by sme ale mohli meniť aj jeho polohu.) Budeme sa opäť venovať riadku *Z*:. Najprv určíme, že otočenie okolo osi *z* bude závisieť od *z*-ového otočenia zdroja (to určujeme tým malým roletovým menu na začiatku riadku). A potom určíme, že zatiaľ čo sa zdroj otočil od 0 do 1, cieľ sa otočí od 0 do  $-2$ . (Teda sa otočí dvakrát rýchlejšie v opačnom smere.) Po tom všetkom ešte treba stlačiť tlačidlo *Extrapolate*, ktoré znamená „ďalej rovnako“. Keby sme ho nestlačili, malé koleso by sa otáčalo iba od 0 do  $-2$  stupňov, takže by sa prakticky skoro nehýbalo. Takto sa bude otáčať aj ďalej, stále v patričnom pomere rýchlosti



Obrázok 11: Typy väzieb

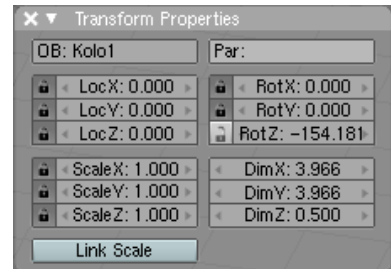


Obrázok 13: Transform

k veľkému. Správne nastavenie vidíte na obrázku č. 13. Teraz vám stačí patrične animovať veľké koleso, o malé sa už vôbec nemusíte starať.

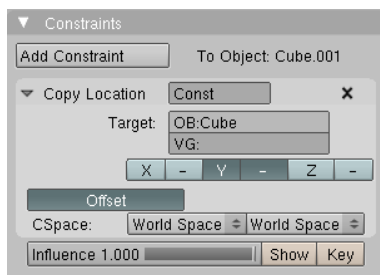
Nevýhoda tejto väzby v prípade použitia ozubených kolies je tá, že ak pomer počtu zubov nie je  $1 : n$ , keď sa prvé koleso otočí o 180 stupňov, jeho rotácia zrazu preskočí na  $-180$  stupňov. V prípade rodičovského kolesa je to samozrejme jedno, ale ak sa má jeho potomok otáčať dvakrát pomalšie, bude jeho rotácia preskakovať z 90 na  $-90$ . V prípade symetrických kolies to tiež nemusí vadiť, ale ak je na kolese s väzbou pripevnená napríklad nejaká kľuka, môže to robiť šarapatu, lebo kľuka zrazu preskočí z jednej stany kolesa na druhú. Takéto koleso je potom lepšie neanimovať s pomocou väzby, ale samostatne.

V súvislosti s tými ozubenými kolesami spomeňme ešte jednu fintu. Naše koleso sa otáča iba okolo osi z. Ak sa chceme uistiť, že ho omylom neotočíme okolo inej osi alebo nepresunieme niekam, kam nechceme, môžeme si klávesou **N** v 3D okne vyvolať vlastnosti objektu a tie, ktoré sa už meniť nemajú zamknúť (kliknutím na patričný zámok). V našom prípade sme dovolili iba otáčanie okolo osi z (obrázok č. 14).



Obrázok 14: Transform properties

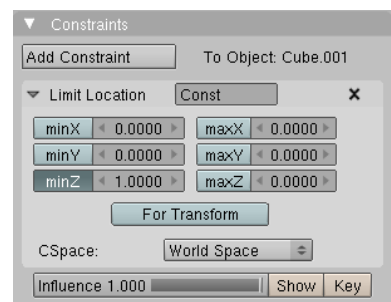
A znovu pripomínam: predtým, než objektu zriadíte väzbu, zrušte klávesou **ALT-R** jeho budúcemu rodičovi otočenie. Ak nie je otočený tak, ako potrebujete, prepnite sa do režimu úpravy, tam objekt otočte a znovu z režimu úpravy vyjdite. Vyhnite sa tak tomu, že keď objekt spravíte niečim rodičom, nežiadúcim spôsobom sa zmení natočenie potomka.



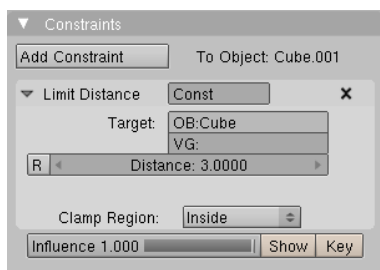
Obrázok 15: Kopírovacie väzby

Väzby Copy Location, Copy Rotation a Copy Scale by ste vedeli vytvoriť aj s pomocou už spomenutých väzieb. Prvá kopíruje od rodiča polohu (na paneli si môžete vybrať, ktorých súradníc sa to má týkať a či sa majú kopírovať rovno, alebo sa najprv vynásobia  $-1$  a potomok sa bude pohybovať v smere určenej osi opačne ako rodič), druhá otočenie a tretia škálovanie. Panely všetkých vyzerajú podobne, ako ten na obrázku č. 15, iba škálovaniu chýba možnosť pri výbere osi zapnúť mínus.

Ďalšími troma väzbami – Limit Location, Limit Rotation a Limit Scale môžete obmedziť pohyb objektu. Môžete nastaviť, aké hodnoty pozície, otočenia a škálovania nesmie určitý objekt prekročiť. Ak napríklad potrebujeme, aby nám kocka, ktorá má stred vzdialený od spodnej steny 1 neprepadávala cez dlážku, môžeme to nastaviť tak, ako na obrázku č. 16. Súradnica z tak nemôže nadobudnúť hodnotu menšiu, ako 1 a kocka sa nebude zabárať.



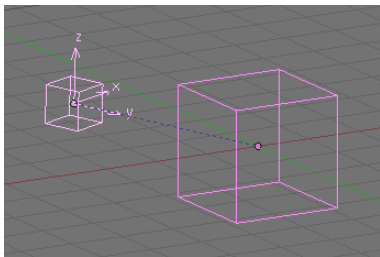
Obrázok 16: Ohraničujúce väzby



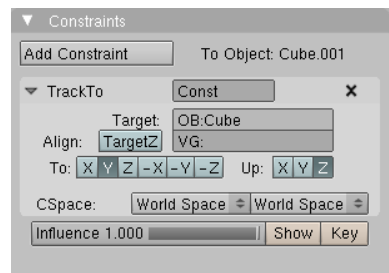
Obrázok 17: Ohraničenie vzdialenosti

Posledná väzba typu „limit“ – Limit Distance sa správa trochu inak. Môžete ňou obmedziť alebo nastaviť vzdialenosť k nejakému inému objektu. Do úvahy sa berie vzdialenosť medzi ich centrami. Rodičovský objekt nastavíte ako Target OB: vzdialenosť nastavíte v kolónke Distance. V menu Clamp Region (oblasť obmedzenia) si môžete vybrať z možností Inside (vovnútri), kedy sa objekt s väzbou od rodiča nedostane ďalej, než je určená vzdialenosť, Outside (vonku), kedy sa objekt nedostane k rodičovi bližšie, než je určená vzdialenosť a Surface (povrch), kedy má objekt vzdialenosť nastavenú pevne a môže sa pohybovať iba po povrchu gule so stredom v rodičovskom objekte a nastaveným polomerom.

Ďalšia väzba **Track To** (sledovať) spôsobí, že objekt s väzbou sa bude stále otáčať za rodičovským objektom. Je zvlášť užitočné túto väzbu nastaviť na kameru, keď potrebujete, aby sledovala jeden konkrétny objekt. Väzbu môžete nastaviť aj v 3D okne klávesovou skratkou **CTRL-T**. Tlačidlami v sekcii **To**: nastavíte, ktorá z osí objektu s väzbou má smerovať na rodiča a tlačidlami v sekcii **Up**: nastavíte, ktorá z osí objektu má smerovať nahor. Ak stlačíte tlačidlo **TargetZ**, nebude sa „nahor“ určovať podľa globálnych súradníc, ale podľa osí rodiča.

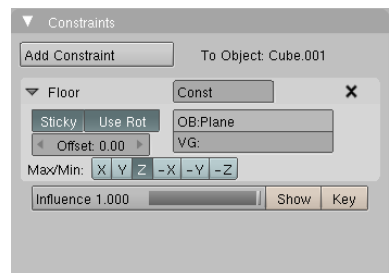


Obrázok 19: Väzba Track To

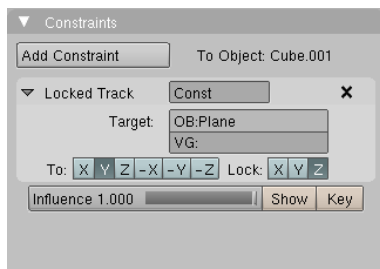


Obrázok 18: Track To

Väzba **Floor** (podlaha) na prvý pohľad nerobí nič, čo by ste nevedeli spraviť s pomocou iných väzieb. Objektu určí, ktorý objekt (väčšinou typu **Plane**) má pokladať za dlážku a nemá sa pod neho prepadať. Má ale dve tlačidlá, ktoré sa neskôr ukážu byť veľmi užitočné. Tlačidlo **Sticky** (lepkavý) spôsobí, že keď je objekt položený na dlážke, dá sa s ním pohnúť iba nahor a nie do bokov. Toto oceníte, keď sa budete pokúšať animovať chôdzu a budete chcieť zabrániť tomu, aby sa nohy pri chôdzi prešmykovali. Tlačidlo **Use Rot** spôsobí, že sa do úvahy vezme aj natočenie dlážky a tá potom môže byť natočená aj šikmo. Tlačidlá v sekcii **Max/Min**: zas určujú, ktorým smerom nemá dlážka objekty prepustiť. Ak zvolíte niečo iné ako **Z**, objekty môžu spokojne pobeťovať aj po stenách. Hodnota **Offset** (odsadenie) nastavuje, ako vysoko od dlážky začne fungovať odpudzovanie. Nastavuje sa vtedy, keď centrum objektu (prípadne koš, ktorou je objekt ovládaný) nie je na kraji objektu a nechceme, aby sa objekt do dlážky zabáral ani čiastočne.



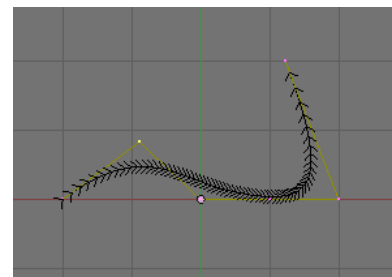
Obrázok 20: Floor



Obrázok 21: Locked Track

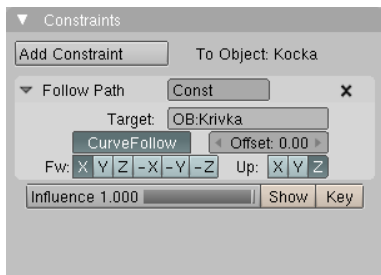
Väzba **Locked Track** (zamknuté sledovanie) sa v istom ohľade podobá na väzbu **Track To**. Objekt s väzbou tiež sleduje svojho rodiča, ibaže v tomto prípade má zamknutú jednu os, ktorou nemôže pohnúť. Funguje to podobne, ako keď okolo kompasu beháte s magnetom. Kompas ukazuje, ktorým smerom je magnet, ale otáča sa iba dookola – ak dáte magnet nad kompas, smerom hore strelka ukázať nemôže. Podobný efekt dosiahnete, keď objektu vytvoríte väzbu **Locked Track**, zamknete mu os **z** (v sekcii **Lock**: stlačíte **Z**) a **To**: nastavíte na **Y**. Objekt sa bude vrtieť okolo svojej osi **z**, ale osou **y** sa bude snažiť čo najlepšie ukazovať na rodičovský objekt, ktorý ste mu nastavili v kolónke **OB**:

Ďalšia väzba sa používa na animáciu pohybu objektu po určitej ceste a nazýva sa **Follow Path** (sledovať cestu). Prvá vec, ktorú musíte urobiť, je vytvoriť krivku, po ktorej sa má objekt pohybovať. Krivka to môže byť v podstate ktorákoľvek, štandardne sa ale zvykne používať **Path**. Krivku vytvorte tak, že sa prepnete na pohľad zvrchu (**NUMPAD 7**), pridáte krivku (**SPACE** a potom **Add** → **Curve** → **Path**), upravíte jej kontrolné body, prípadne pridáte ďalšie (tak, že aktivujete koncový bod a pridávate klikaním **CTRL-LMB**). Krivka **Path** vyzerá tak, ako môžete vidieť na obrázku č. 22. Tie čiariočky po jej bokoch určujú, ktorým smerom je krivka v danom bode „vodorovne“. Nové body musíme pridávať pri pohľade zhora práve preto, lebo ak ich pridávame striedavo z rôznych pohľadov, krivka má sklony sa na niektorých miestach otočiť – to, čo bolo predtým hore, je zrazu dole a naopak. Ak by sa po krivke pohybovala napríklad kamera, na takomto mieste by sa otočila hore



Obrázok 22: Path

nohami. Preto je dôležité predchádzať tomu už pri vytváraní krivky, všetky body pridať pri pohľade zhora a správnu výšku im nastaviť až potom, keď už budú popridávané všetky.

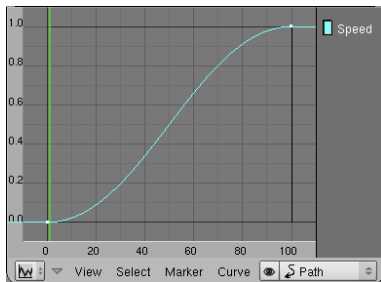


Obrázok 23: Follow Path

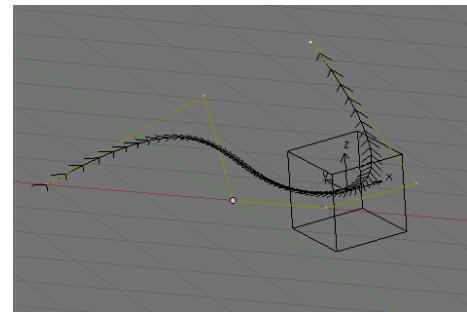
Teraz môžeme aktivovať objekt, vynulovať mu natočenie a polohu (**ALT-R** a **ALT-G**) a pridať mu väzbu `Follow Path`. Panel tejto väzby môžete vidieť na obrázku č. 23. Ako rodiča uvediete meno krivky. Objekt sa presunie na začiatok krivky. A keď si necháte prehrať animáciu, zistíte, že objekt sa pohybuje presne tak, ako mu krivka predpisuje.

Pri posune po krivke si objekt zachováva svoje pôvodné natočenie. Ak ale chcete, aby ho menil podľa toho, kam práve smeruje krivka, stlačte tlačidlo `CurveFollow` (sledovať krivku). Tlačidlom, ktoré zvolíte v sekcii `Fw`: (forward – dopredu) určíte, ktorú os má mať objekt otočenú v smere krivky a tlačidlom v sekcii `Up`: zvolíte, ktorá os má smerovať nahor, pričom „nahor“ je smer kolmý na smer „vodorovne“ vyznačený čiarkami, ktoré vidíte, kým máte cestu v režime úprav. Ak ste krivku vytvárali podľa tu uvedených dobrých rád a nikde sa vám nepretáča, tak „nahor“ by malo stále byť viacmenej hore.

Ostáva ešte určiť, ako sa má kocka po krivke vlastne pohybovať a ako dlho jej má pohyb trvať. Pohyb kocky určuje IPO krivka `Speed` priradená rodičovskej krivke. Ak ju chcete nájsť, aktivujte rodičovskú krivku a v okne IPO kriviek zvolte možnosť `Path`. Štandardne vyzerá IPO krivka tak, ako môžete



Obrázok 25: Speed

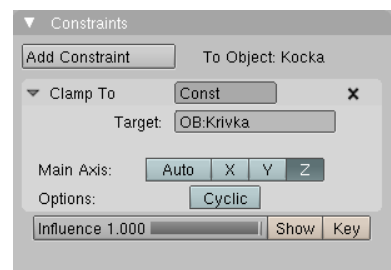


Obrázok 24: CurveFollow

vidieť na obrázku č. 25. Cesta objektu po rodičovskej krivke bude teda trvať 100 snímok, na začiatku sa bude objekt pomaly rozbiehať, na konci zas bude brzdiť. Ak to chcete zmeniť, upravte IPO krivku tak, ako vám to vyhovuje. Môžete zmeniť interpolačný režim na lineárny či predĺžiť dobu putovania telesa presunutím druhého riadiaceho bodu. Môžete pridať ďalšie riadiace body, takže objekt bude pobiehať po rodičovskej krivke tam a zase naspäť (ak bude IPO krivka rásť a zase klesať) a nakoniec skončíť opäť na začiatku, prípadne v inom bode, ktorý si zvolíte.

Ovládať rýchlosť objektu s pomocou IPO krivky môže byť niekedy problém. Ak chcete, aby objekt pobiehal po krivke, na určenom mieste sa zastavil a znovu sa vrátil kúsok naspäť, asi bude potrebné vykonať niekoľko pokusov, kým trafíte to správne miesto otočenia. Situáciu by značne zjednodušilo, keby bolo možné pozíciu objektu kľučovať klasickým spôsobom, ale aby sa pri tom pohyboval iba po krivke. A práve na to je tu zriadená väzba `Clamp To` (upnúť na).

Väzbu zriadite rovnako, ako v predošlom prípade. Najprv vytvoríte krivku, objektu vynulujete, čo môžete, pridáte väzbu a do kolónky `OB`: napíšete meno krivky. (Panel väzby môžete vidieť na obrázku č. 26.) Od tohto momentu sa objekt môže pohybovať iba po krivke. Jeho poloha sa ale mení iba vtedy, keď ho posúvate v smere jednej z osí. Môžete buď určiť, s pomocou ktorej osi budete meniť polohu objektu na krivke (v sekcii `Main Axis`:) alebo ponecháte stlačené tlačidlo `Auto`, kedy sa hlavná os vyberie podľa toho, ktorým smerom od seba leží začiatok a koniec krivky. Ak si vyberiete ako hlavnú os `z` (tak, ako to je spravené na obrázku č. 26), poloha objektu na krivke sa bude meniť podľa toho, ako veľmi ho budete ťahať hore alebo dole. Pohyb objektu teraz môžete kľučovať klasickým spôsobom a jeho polohu na riadiacej krivke si bude Blender pamätať ako kľúč súradnice `z LocZ`. Na rozdiel od väzby `Follow Path` je patričná IPO krivka súčasťou objektu



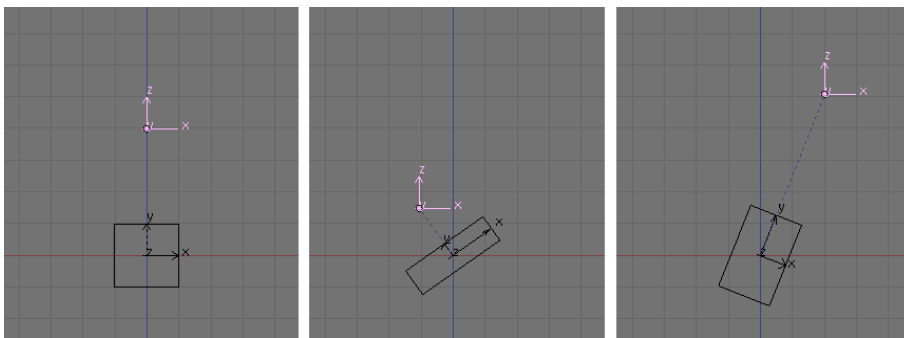
Obrázok 26: Clamp To

s väzbou a nie riadiacej krivky. Ak väzbu zrušíte, objekt sa nebude pohybovať po krivke ale sa bude skutočne meniť jeho z-ová súradnica.

Ak stlačíte tlačidlo `Cyclic`, objekt sa po tom, ako dosiahne koniec (prípadne začiatok) krivky nezastaví, ale preskočí na jej opačný koniec a ďalej pokračuje v ceste. Toto je zvlášť užitočné, ak je krivka skutočne cyklická a chcete, aby po nej objekt behal dokolečka.

Nevýhodou väzby `Clamp To` je to, že sa objekt nevie natočiť podľa aktuálneho smeru krivky. Ak to potrebujete, buď si otáčanie nakľúčujte samostatne, alebo použite väzbu `Follow Path` a pohrajte sa s IPO krivkou `Speed`.

Ďalšia väzba `Stretch To` (natahnuť ku) pre zmenu nemá s krivkami nič spoločné. Objekt, ktorému túto väzbu zriadiť, nasmeruje svoju os `y` k rodičovi, ktorého mu určíte podobne ako v prípade väzby `Track To` (akurát že teraz si nemôžete vybrať, ktorá os to bude). Okrem toho sa ale bude meniť jeho škálovanie. Čím bude rodičovský objekt bližšie, tým menší bude objekt s väzbou v smere osi `y` a tým väčší bude v smere osí `x` a `z`.

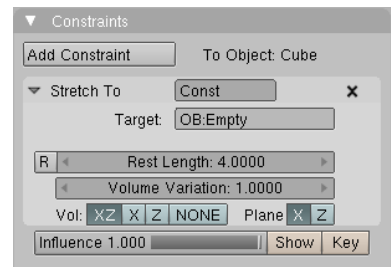


Obrázok 27: Ukážka `Stretch To`

Na obrázku č. 27 môžete vidieť kocku s väzbou `Stretch To` a s rodičom typu `Empty`. Čím je rodič bližšie, tým je kocka placatejšia a čím je ďalej, tým je natiahnutejšia smerom k nemu.

V smere osi `x` sa bude škálovanie objektu s touto väzbou meniť vždy. V sekcii `Vol`: (panel je na obrázku č. 28) ale môžete určiť, či sa majú meniť rozmery v zvyšných dvoch smeroch. Ak necháte zapnuté tlačidlo `XZ`, tak sa meniť budú. Ak zapnete `X` alebo `Z`, bude sa meniť škálovanie v smere určenej osi. Ak zapnete `NONE`, tak sa bude meniť iba škálovanie v smere osi `y`.

V kolónke `Rest Length` (vzdialenosť uvoľnenia) určíte, v akej vzdialenosti od rodiča nebude teleso ani natiahnuté, ani stlačené. Ak si chcete túto vzdialenosť nastaviť podľa aktuálnej polohy rodiča, stlačte tlačidlo `R`, ktoré je hneď vedľa. S pomocou `Volume Variation` môžete nastaviť, ako veľmi má teleso na priblíženie alebo vzdiaľovanie rodiča reagovať.



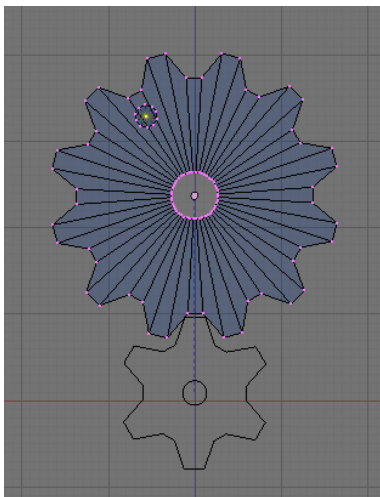
Obrázok 28: `Stretch To`

Väzby `Rigid Body Joint`, `IK Solver` a `Action` sa týkajú buď herného subsystému alebo armatúr a spomenieme ich na patričnom mieste. Väzba `Script` je univerzálna väzba pre tých, ktorým uvedené väzby nestačia a chcú si nejakú vlastnú naprogramovať v jazyku Python. A väzba `Null` je väzba, ktorá nerobí vôbec nič a v menu sa nachádza iba z historických dôvodov.

## A na čo je to vlastne dobré

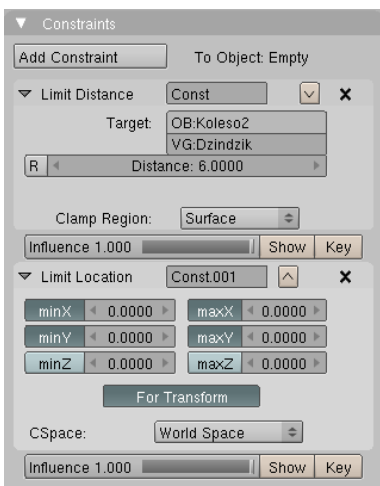
Z jednotlivých väzieb sa dajú postaviť väčšie systémy, v ktorých jednotlivé súčiastky závisia od iných a mechanicky založení ľudia, technici a prívrženci steampunku sa môžu vytešovať. Pozrite sa napríklad na nasledujúcu ukážku.





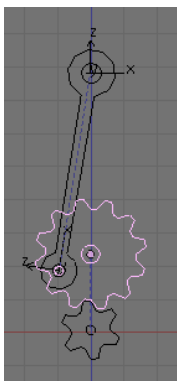
Obrázok 29: Koleso s dzindzikom

pritom udržiaval stálu vzdialenosť od vrchola menom Dzindzik. To dosiahneme tak, že objektu Empty pridáme až dve väzby. Prvá bude väzba Limit Distance, ktorá bude vyžadovať, aby bola vzdialenosť Empty od skupiny vrcholov Dzindzik na kolese Koleso2 presne 6 (ak robíte model podľa tohto tutoriálu, dajte tam samozrejme vzdialenosť, aká vyhovuje vám). Nezabudnite zvoliť možnosť Surface. Druhá bude väzba Limit Location, ktorá určí, že súradnica  $x$  aj  $y$  objektu Empty musí byť stále nula. Nastavenia budú vyzeráť tak, ako môžete vidieť na obrázku č. 31.



Obrázok 31: Väzby na Empty

Teraz treba zariadiť, aby sa kľuka správne pohybovala. Jednak by jej umiestnenie (a teda jej riadiaci bod) malo byť také, aby sa zhodovalo s vrcholom Dzindzik. To vieme zariadiť väzbou Copy Location. Okrem toho treba, aby bola kľuka otočená svojou osou  $x$  smerom k Empty. To sa dá zariadiť buď väzbou Track To alebo väzbou Locked Track. Väzba Track To by sa ale pokúšala jednu zo zvyšných osí udržať smerom nahor, čo by spôsobovalo, že by sa menil smer oboch ďalších osí a kľuka by sa divne vrtela. Zato väzbe Locked Track môžeme nastaviť, že osou  $x$  má smerovať správnym smerom a osou  $y$  nemá hýbať vôbec, takže je pre nás v daných súvislostiach tou pravou väzbou. Nastavenie oboch väzieb môžete vidieť na obrázku č. 33. Keď teraz potočíte veľkým kolesom, objekt Empty by sa mal stále nachádzať v druhom oku kľuky. Zapojenú kľuku môžete vidieť na obrázku č. 34.



Obrázok 34: Kľuka

Začnime dvoma ozubenými kolesami, z ktorých to menšie bude závisieť od väčšieho s pomocou väzby Transformation rovnako, ako v našom príklade k tejto väzbe. Veľké koleso prepne do režimu úpravy, deaktivujeme všetky vrcholy, pridáme valec (Add → Cylinder) a zmenšíme a posunieme ho tak, aby tvoril na kolese výstupok (pozrite si obrázok č. 29). Na paneli Link and Materials v tlačidlách úpravy vytvoríme novú skupinu vrcholov, nazveme ju Zdindzik a priradíme do nej jediný vrchol – ten, ktorý je v strede podstavy novopridaného valca (je to jediný aktívny vrchol na obrázku č. 29).

Teraz môžeme režim úpravy opustiť a pridať jeden objekt typu Empty. Od tohto objektu budeme chcieť, aby sa pohyboval hore a dole po osi  $z$  a aby si

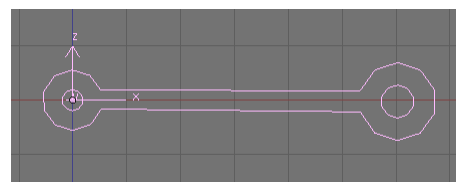


Obrázok 30: Empty

chcieť, aby sa pohyboval hore a dole po osi  $z$  a aby si pridáme až dve väzby. Prvá bude väzba Limit Distance, ktorá bude vyžadovať, aby bola vzdialenosť Empty od skupiny vrcholov Dzindzik na kolese Koleso2 presne 6 (ak robíte model podľa tohto tutoriálu, dajte tam samozrejme vzdialenosť, aká vyhovuje vám). Nezabudnite zvoliť možnosť Surface. Druhá bude väzba Limit Location, ktorá určí, že súradnica  $x$  aj  $y$  objektu Empty musí byť stále nula. Nastavenia budú vyzeráť tak, ako môžete vidieť na obrázku č. 31.

Situácia teraz vyzerá tak, že Empty sa pohybuje po osi  $z$ , akoby ho s vrcholom Dzindzik spájala neviditeľná kľuka. A chcelo by to, aby tá kľuka bola viditeľná.

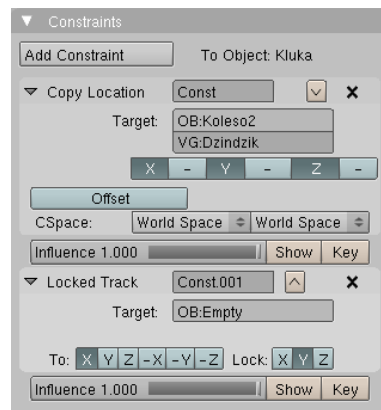
Najprv ju treba vymodelovať. Môže vyzeráť podobne, ako na obrázku č. 32.



Obrázok 32: Kľuka – model

Dôležité je, aby bola uložená v smere osi  $x$ , aby vzdialenosť medzi otvormi bola šesť jednotiek a aby riadiaci bod kľuky bol v strede ľavého z nich. (Ak potrebujete presunúť riadiaci bod objektu, môžete použiť tlačidlo Center Cursor na paneli Mesh v tlačidlách úpravy. Riadiaci bod sa presunie na pozíciu 3D kurzora.)

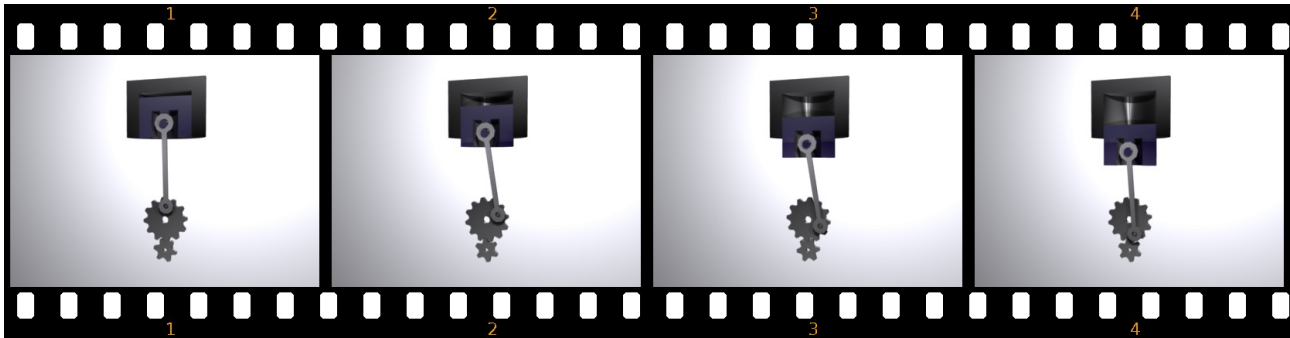
Teraz treba zariadiť, aby sa kľuka správne pohybovala. Jednak by jej umiestnenie (a teda jej riadiaci bod) malo byť také, aby sa zhodovalo s vrcholom Dzindzik. To vieme zariadiť väzbou Copy Location. Okrem toho treba, aby bola kľuka otočená svojou osou  $x$  smerom k Empty. To sa dá zariadiť buď väzbou Track To alebo väzbou Locked Track. Väzba Track To by sa ale pokúšala jednu zo zvyšných osí udržať smerom nahor, čo by spôsobovalo, že by sa menil smer oboch ďalších osí a kľuka by sa divne vrtela. Zato väzbe Locked Track môžeme nastaviť, že osou  $x$  má smerovať správnym smerom a osou  $y$  nemá hýbať vôbec, takže je pre nás v daných súvislostiach tou pravou väzbou. Nastavenie oboch väzieb môžete vidieť na obrázku č. 33. Keď teraz potočíte veľkým kolesom, objekt Empty by sa mal stále nachádzať v druhom oku kľuky. Zapojenú kľuku môžete vidieť na obrázku č. 34.



Obrázok 33: Väzby na kľuku

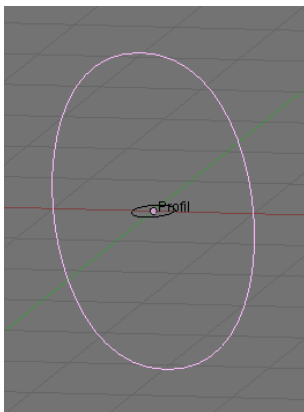
Teraz treba zariadiť, aby sa kľuka správne pohybovala. Jednak by jej umiestnenie (a teda jej riadiaci bod) malo byť také, aby sa zhodovalo s vrcholom Dzindzik. To vieme zariadiť väzbou Copy Location. Okrem toho treba, aby bola kľuka otočená svojou osou  $x$  smerom k Empty. To sa dá zariadiť buď väzbou Track To alebo väzbou Locked Track. Väzba Track To by sa ale pokúšala jednu zo zvyšných osí udržať smerom nahor, čo by spôsobovalo, že by sa menil smer oboch ďalších osí a kľuka by sa divne vrtela. Zato väzbe Locked Track môžeme nastaviť, že osou  $x$  má smerovať správnym smerom a osou  $y$  nemá hýbať vôbec, takže je pre nás v daných súvislostiach tou pravou väzbou. Nastavenie oboch väzieb môžete vidieť na obrázku č. 33. Keď teraz potočíte veľkým kolesom, objekt Empty by sa mal stále nachádzať v druhom oku kľuky. Zapojenú kľuku môžete vidieť na obrázku č. 34.

Teraz už stačí pridať piest, ktorý bude s pomocou Copy Location kopírovať dráhu Empty a hlavu motora, ktorá sa nebude hýbať vôbec a máme jednoduchý, ale funkčný model motora (sviečky, vybuchujúcu palivovú zmes a dvojnásobný počet zubov namiesto polovičného na vačkovom hriadeľi si dorobte sami). Stačí točiť veľkým kolesom a všetko ostatné funguje. Ukážku animácie môžete vidieť na obrázku č. 35.



Obrázok 35: Motor cez väzby

Ďalší príklad patrí medzi klasické (áno, nachádza sa aj v anglickom on-line manuáli) a ukážeme si v ňom, ako v Blenderi spraviť reťaz.

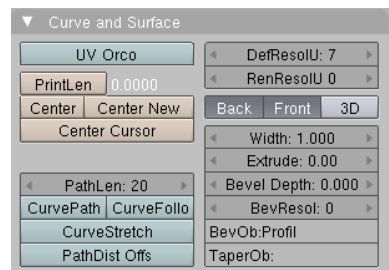


Obrázok 36: Krivky na ohnivko

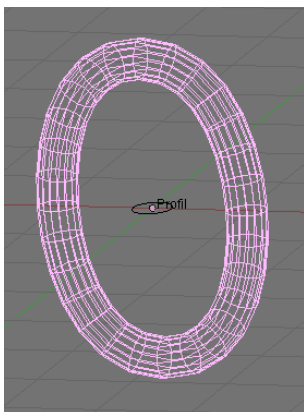
Ak chceme spraviť reťaz, najprv si musíme spraviť jedno ohnivko. To sa pravdepodobne najjednoduchšie vytvorí s pomocou kriviek. Pridajte jednu krivku (napríklad typu Bezier Circle), otočte ju tak, aby bola zvislo a trochu ju natiahnite v smere osi z. Tá bude určovať obvod ohnivka. Potom pridajte ďalšiu krivku (opäť Bezier Circle), nechajte ju neotočenú (prípadne jej zrušte otočenie) a trochu ju zmenšite. Táto krivka bude predstavovať profil ohnivka. Mohlo by to vyzeráť podobne, ako na obrázku č. 36.

Teraz aktivujte obvodovú krivku a na paneli Curve and Surface (krivka a plocha) v tlačidlách úprav. Vpíšte do kolónky BevOb: meno profilovej krivky.

To spôsobí, že krivka už nebude iba čiara, ale po celej jej dĺžke sa skopíruje obvodová krivka a budete mať ohnivko, aké môžete vidieť na obrázku č. 38.



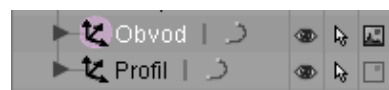
Obrázok 37: BevOb



Obrázok 38: Ohnivko

Týmto trikom samozrejme môžete vytvárať koľajnice, telegrafné drôty, nosníky s rôznymi profilmi alebo gotické okná. Stačí vytvoriť patričný profil a krivku, ktorá určí, kadiaľ sa má profil pohybovať. Aby Blender nemusel vytvárať priveľa vrcholov, môžete zmeniť štandardné rozlíšenie jednej aj druhej krivky hodnotou DefResolU. Ak chcete nastaviť pre renderovanie iné rozlíšenie, než pre 3D okno, môžete to spraviť tak, že hodnotu RenResolU nastavíte na niečo iné, než nula.

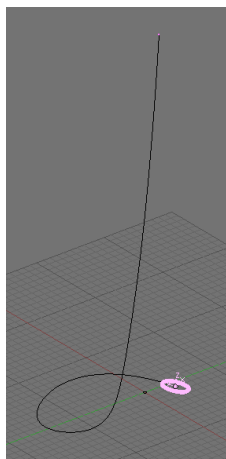
Drobný problém môže ešte robiť to, že okrem ohnivka sa bude renderovať aj profil. Uprostred ohnivka bude skrátka ešte vo vzduchu visieť malé koliesko. Ak tomu



Obrázok 39: Outliner

chcete zabrániť, môžete v okne Outliner, v ktorom sa nachádza zoznam všetkých objektov na scéne vypnúť pri mene profilu ikonu krajinky (tak, ako je to spravené na obrázku č. 39) a Blenderu tak povedať, že tento objekt renderovať nemá. (Celkovo sa mi osvedčilo nechať pri modelovaní na ploche pre toto okno kúsok miesta. Dá sa tam rýchlo nastaviť, ktorý objekt má byť v 3D okne

viditeľný, aktivovateľný myšou alebo renderovateľný a pri kliknutí **CTRL-LMB** môžete zmeniť názov objektu. Pomáha to udržať na scéne poriadok.)

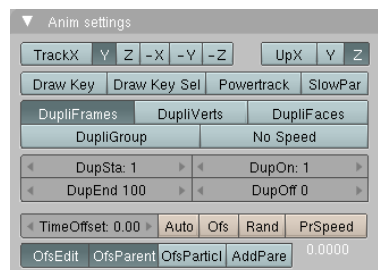


Obrázok 40: Krivka refaze

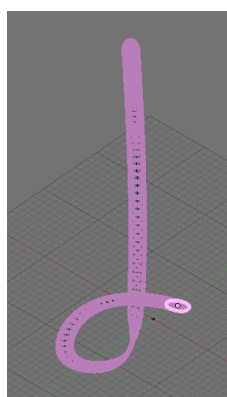
No dobre. Ohnivko máme, teraz by sme z neho chceli poskladať refaz. V prvom rade vytvoríte krivku (napríklad Path), ktorá povedie tadiaľ kadiaľ chcete viesť refaz. Potom ohnivku zriadime väzbu Follow Path, aby sledovalo dráhu krivky. Na paneli väzby stlačíme tlačidlo Curve Follow a osi nastavíme tak, aby os, v smere ktorej je ohnivko natiahnuté (v mojom prípade os y) sledovala smer krivky. Môžete si vyskúšať, či sa ohnivko po krivke pekne kľže.

A teraz prichádzame k zásadnej finte.

Aktivujte ohnivko, medzi tlačidlami objektu nájdete panel Anim settings (je na obrázku č. 41, už o ňom bola reč na začiatku tejto kapitoly) a stlačte tlačidlo DupliFrames. Toto tlačidlo spôsobí, že sa ohnivko nebude pohybovať, ale sa zoberú všetky snímky v rozsahu DupSta až DupEnd (ako vidíte na obrázku, v našom prípade to bude 1 až 100) a ohnivko sa zobrazí na každom mieste, na ktorom by sa počas animácie v niektorom z tých snímok nachádzalo.



Obrázok 41: DupliFrames

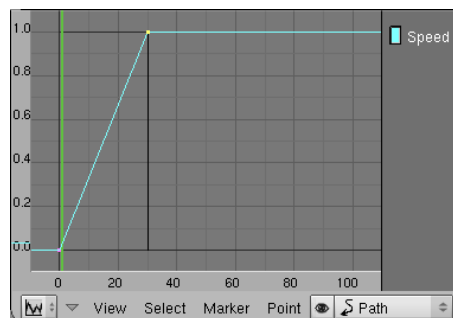


Obrázok 42: Refaz 1. pokus

Čo to spraví v našom prípade, môžete vidieť na obrázku č. 42. Nie je to presne to, čo by sme chceli dosiahnuť. Jednak sú ohnivká pri sebe príliš husto, jednak sú na koncoch ešte hustejšie, než v strede refaze. Obe tieto veci ale môžeme ovplyvniť. Jedna možnosť sú hodnoty DupOn a DupOff na paneli Anim settings. Keby sme napríklad chceli, aby sa vždy na dve za sebou nasledujúce pozície ohnivká vykreslili a potom bola tri pozície pauza, nastavili by sme DupOn na 2 a DupOff na 3. Ak chcete, aby sa vykreslovalo iba každé tretie ohnivko, podľa toho istého princípu môžete nastaviť DupOn na 1 a DupOff na 2.

V tomto prípade je ale vhodnejšie upraviť priamo IPO krivku Speed, ktorá sa viaže k riadiacej krivke refaze. Jednak treba zmeniť Interpolation

Mode (režim interpolácie) na Linear (lineárny), nech sú jednotlivé ohnivká od seba vzdialené rovnomerne (nájdete to v menu Curve), jednak treba koncový bod krivky presunúť zo snímku č. 100 na snímok s nejakou nižšou hodnotou, nech pri animácii ohnivko prebehne krivku rýchlejšie a pri DupliFrames nie sú jednotlivé ohnivká tak blízko pri sebe. Optimálna rýchlosť samozrejme závisí od toho, aká je dlhá krivka refaze, pri dlhých refaziach možno naopak bude treba

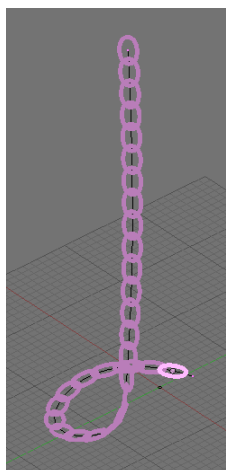


Obrázok 43: Speed pre krivku refaze

koncový bod krivky posunúť ešte viac vpravo. V každom prípade je vhodné podľa toho, kam ho posuniete, nastaviť pre ohnivko hodnotu DupEnd v paneli Anim settings. Asi budete musieť chvíľu experimentovať, kým nájdete správnu krivku, u mňa vyzerala tak, ako môžete vidieť na obrázku č. 43.

Ako vidíte na obrázku č. 44, situácia je lepšia, ale stále nie je dokonalá. Jednotlivé ohnivká sú síce od seba správne vzdialené a rovnomerne rozložené, lenže všetky ohnivká sú otočené tým istým smerom a prechádzajú cez seba. A my by sme potrebovali, aby bolo každé ohnivko oproti predošlému otočené o 90 stupňov.

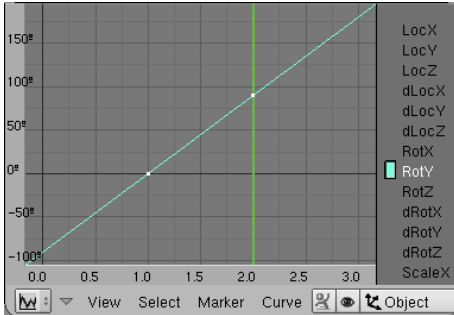
To sa ale tiež dá docieľiť relatívne jednoducho. Ohnivko sa musí počas svojej cesty po krivke otáčať. Tak ho roztočíme. Nastavte sa na prvý snímok a vložte v 3D okne kľúč na otáčanie (klávesa **R**, vybrať Rot). Posuňte sa na druhý



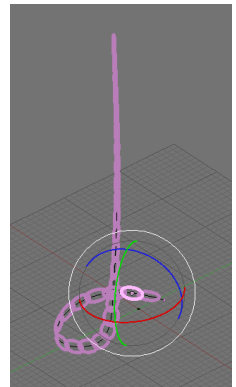
Obrázok 44: Refaz 2. pokus

snímok (šipkou vpravo). Jasnejšie bude teraz nie prvé, ale druhé ohnivko. Zapnite si manipulátor (ikona ruky v hlavičke 3D okna), nastavte, že ho idete používať na otáčanie (ikona s kolieskom kúsok vpravo) a vyberte, že chcete použiť lokálne súradnice (možnosť Local z toho menu ešte kúsok vpravo). Potom chyťte myšou tú zelenú kružnicu, otočte ohnivko o 90 stupňov (keď pri otáčaní držíte CTRL, skáče to po piatich stupňoch) a znovu vložte kľúč.

Zvyšok vybavíme v editore IPO kriviek. Krivky pre otáčanie okolo osí x a z sú stále nulové, k animácii ich nepotrebujeme, pokojne ich vymažte. Podstatnej IPO krivke opäť nastavte interpolačný režim na Linear. Okrem toho jej ale nastavte Extend Mode (režim rozšírenia) na Extrapolation, aby sa ohnivko pri prechode na ďalší snímok opäť otočilo o 90 stupňov. Výslednú IPO krivku môžete vidieť na obrázku č. 46.



Obrázok 46: IPO krivka rotácie ohnivka



Obrázok 45: Druhé ohnivko

No a to je vlastne všetko. Máte refaz. S pomocou DupliFrames môžete podobným spôsobom vyrobiť aj iné veci, ktoré sa vyskytujú v pravidelných intervaloch, napríklad pätníky, pražce pod koľajnicami, drevené podpery v bani či telegrafné stĺpy.



Obrázok 47: Refaz