

## AUTODESK MAYA - MAYA PAINT EFEKTI

## AUTODESK MAYA - MAYA PAINT EFFECTS

*Damir Vusić, Andrija Bernik, Dubravko Rohtek*

Stručni članak

**Sažetak:** Tema ovog rada je Maya Paint Effects sustav integriran u jedan od vrhunskih programa za 3D modeliranje, animiranje i renderiranje- Autodesk Mayu. Cilj rada je istražiti mogućnosti ovog sustava za stvaranjem impresivnih scena na temelju raznih Brush profila koje ovaj alat nudi. Definiran je princip rada sustava, koraci potrebni za stvaranje Paint Effects-a kao i postavke koje utječu na završno renderiranje kao što su osvjetljenje i sjene. Isto tako, opisan je postupak pretvaranja Paint Effects-a u poligone, što otvara mogućnost za renderiranje korištenjem Mental Ray-a. Naposljetku su priložene HD slike s kratkim opisom kao rezultat finalnog renderiranja.

**Ključne riječi:** 3D modeliranje, Autodesk Maya, Maya Paint Effects, renderiranje

Professional paper

**Abstract:** The main subject of this paper is Maya Paint Effects system integrated into one of the top software for 3D modeling, animating and rendering- Autodesk Maya. The purpose of the paper is to explore the possibilities of the software to create impressive scenes on different Brush profiles which this tool offers. The principles of how the system works, the ways that are needed for creating Paint Effects, and the settings that affect the final rendering such as brightness and shadow, are also defined. Moreover, the process of converting Paint Effects into the polygons, which opens the possibility to rendering using Mental Ray, is described. Finally, HD images with short description of final rendering result are attached.

**Key words:** 3D modeling, Autodesk Maya, Maya paint effects, rendering

### 1. UVOD

U prošlosti je prirodne pojave bilo moguće kreirati sa dinamičkim simulacijama (kiša, snijeg, voda) ili proceduralnog modeliranja stvarajući skupine različitih modela kao što je trava ili cvijeće što stvara ogroman broj poligona. Paint Effects sustav koji dolazi sa programom Maya drastično mijenja ovaj pristup pružajući jedinstvenu sposobnost za izradu 3D prirodnih pojava intuitivno u pogledu. Više nije potrebno potrošiti ogromnu količinu vremena stvarajući nakupine trave, drveća i drugih prirodnih oblika počevši iz početka. Ovo možda zvuči malo nerealno jer 3D obično počinje procesom modeliranja, no kod Paint Effects-a to je zamijenjeno prirodnim i intuitivnim načinom stvaranja scene.

U ovom radu nastoji se dati prikaz izrade scena pomoću Paint Effects sustava koji dolazi sa programom Maya. Rad se sastoji od prvog, teoretskog dijela gdje su opisani elementi i princip na kojem sustav radi, dok drugi dio opisuje važnije korake kod izrade praktičnog rada u obliku HD slika.

Maya Paint Effects je vrlo funkcionalan program koji ima skoro neograničene mogućnosti u 3D grafici te je potrebno mnogo vremena i eksperimentiranja kako bi se usvojila prava moć ovog alata.

### 2. AUTODESK MAYA I 3D MODELIRANJE

Autodesk Maya je vrhunski program za izradu 3D grafike. U širokoj je primjeni u filmskoj industriji i industriji za razvoj kompjuterskih igara, za izradu specijalnih efekata i reklama koje se svakodnevno imaju prilike vidjeti. Od raznih područja i više načina rada koje obuhvaća Maya postaje korisna za svakoga. Bilo da su ciljevi osobni, profesionalni, realistični ili stilizirani, Maya omogućuje ostvarivanje vizija.

Maya nudi više načina rada u svakom od područja izrade scena, animacija ili renderiranja čime ovaj alat postaje neophodan za 3D stručnjake. U kreiranju same scene prvi korak je modeliranje koji nudi tri različita načina rada, Polygon, NURBS te Subdivision modeliranje. Nakon modeliranja dolazi animacija za koju također postoji više načina rada. Naposljetku, Maya ima izvrsnu ponudu opcija renderiranja pomoću kojih se postižu foto realistični prikazi 3D scena.

3D modeliranje je proces izrade trodimenzionalnog objekta koristeći razne vještine i alate uz odgovarajući softver. Ono što nastane naziva se 3D modelom. Nakon obrade, dobiveni modeli ili kompletna scena prolaze kroz proces renderiranja kako bi se dobila 2D slika ili više njih u nizu.

3D modeli sastoje se od kolekcije podataka u 3D prostoru koje računalo interpretira u virtualni objekt koji se iscrtava na zaslonu. Postoji više načina za izradu 3D modela, a najrašireniji način je korištenjem 3D programa, među kojima dominaciju drže poznata imena poput 3ds Max-a te Maya koji su danas pod okriljem Autodesk. Osim stvaranja modela kroz korištenje specijalnih programa, moguće je kreirati modele kroz razne algoritme (proceduralno modeliranje) ili solucijom koja postaje sve popularnija, skeniranjem stvarnog objekta i interpretiranjem istog u računalo razumljivom formatu. 3D grafika je danas u konstantnom razvoju i visokom nivou mogućnosti pa se koristi u mnoštvu polja.

### 3. MAYA PAINT EFFECTS

Maya Paint Effects je poseban sustav dizajniran kako bi se korisnicima omogućila brza izgradnja, animacija te stvaranje velike količine organskih i fizičkih detalja. Drveće, trava, cvijeće, krvne žile, vinova loza, stijene pa čak i mali gradovi mogu biti interaktivno oslikani u trodimenzionalnoj sceni. Isto tako u to su uključeni i specijalni efekti kao što su munje, oblaci, kiša, vatra i zvijezde. Paint Effects je istovremeno sustav baziran na česticama i predstavlja proceduralan alat za modeliranje. Kreirani objekti mogu biti potpuno animirani a mnogi od virtualnih kistova imaju ugrađene dinamičke mogućnosti kao što su turbulencija i gravitacija. Potencijal Paint Effects-a je u složenim kistovima kao što su munje i oblaci, no prirodni oblici uključujući cvijeće, grmlje, travu i drveće pokazuju mogućnost ovog alata da stvori potpuno formirane i složene objekte. Postoje brojne mogućnosti za renderiranje objekata izrađenih pomoću Paint Effects-a dodajući nevjerovatan iznos kreativne fleksibilnosti prilikom uključivanja prirodnih elemenata u scenu.

Paint Effects-i omogućuju slikanje korištenjem miša ili tableta osjetljivog na dodir. Dostupan izbor virtualnih kistova (eng. brushes) omogućuje izradu raznih 3D efekata koji podsjećaju na razne prirodne pojave i oblike. Kada se izrađuju Paint Effects-i u sceni, stvara se potez (eng. stroke) koji može nalikovati tradicionalnim potezima kao što je potez kistom, bojicama ili pastelama. Paint Effects kistovi također mogu proizvesti specijalne efekte bazirane na tubama, kao što su kiša ili stabla s različitim izgledima i ponašanjima. Ovi efekti se mogu oblikovati na najrazličitije načine kako bi oponašali prirodne oblike, i to koristeći prilagođene attribute sa ugrađenim brojnim funkcijama.

Paint Effects objekti nisu stvarna geometrija, oni su post proces render efekti koji se preklapaju sa Maya software renderom te su tako zapravo komponirani u sceni. Maya ima izvanredan proces integracije za Paint Effects-e koji podržava dubinu, transparentnost i utjecaj boje iz scene koji ga čini teškim za povjerovati sve dok ne prođe post proces rendera. U njemu se nalazi ogromna prednost Paint Effects- a od drugih softvera.

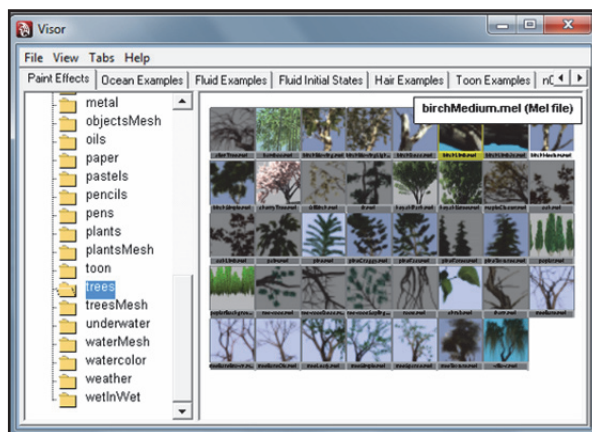
### 3.1. Virtualni kistovi i potezi

Virtualni kistovi su alati s određenim postavkama atributa koji definiraju izgled i ponašanje kreiranih poteza. Razlika između tradicionalnog kista kao što je pastela i Paint Effects kista kao što je trava, je u načinu na koji je potez prikazan i renderiran. Tradicionalne boje kistova se nalaze uz samu liniju poteza dok Paint Effect kist može emitirati tube duž kreirane linije. Svaki kist ima veliki broj mogućnosti i atributa pružajući ogroman broj različitih efekata i animacija.

Potez predstavlja liniju stvorenu prilikom slikanja. Svaki potez definiraju razni Brush profili koji doprinose njegovom izgledu i ponašanju. Paint Effects potez je krivulja priključena na skrivenu temeljnu NURBS (Non-uniform rational basis spline) krivulju (ili krivulje). Temeljna NURBS krivulja definira oblik i duljinu poteza.

Maya omogućava slikanje na 2D platnu i unutar 3D scene s čime se slikanje pretvara u samo modeliranje objekata. Paint Effects-i ga spremaju. Budući da su potezi geometrija, oni imaju građevinsku povijest i mogu se naknadno uređivati. Mogu se mijenjati postavke atributa, oblik poteza ili resetirati postavke kista pridodane potezu. Isto tako se mogu pridodati kistovi postojećim NURBS krivuljama kako bi se napravio efekt. Iako svaki potez ima pridijeljen jedinstveni kist, mogu se namjestiti tako da više njih dijeli jedan kist. Kada potezi dijele kist, sve promjene koje su učinjene na postavkama kista utjecat će na sve poteze. Kad je potez izrađen, tekstura je na njega primijenjena na temelju stamping metode u obliku uzastopno preklapajućih kružića. Ako je potez jednostavan (nema tuba), kružići se preklapaju dužinom njega. Ako potez simulira rast (ima tuba), kružići se ne primjenjuju uz potez već dužinom tuba.

Autodesk Maya dolazi sa više od 400 vrsta postavljenih kistova. Kako bi se pogledali, u Mayi mora biti uključen Rendering način rada te u Paint Effects meniju odabran izbor Get Brush.



Slika 1. Visor

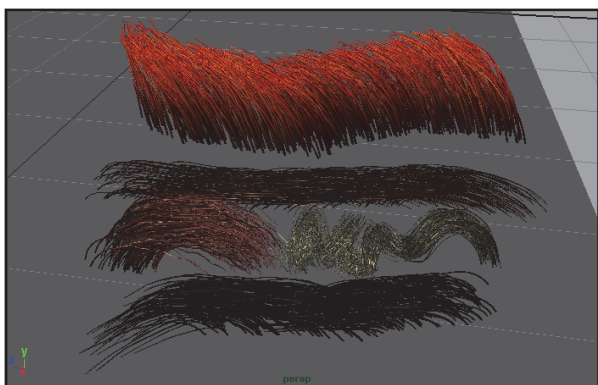
Osim što postoji velik izbor kistova, svaki kist se može koristiti na jedan od šest dostupnih tipova u Brush settings prozoru. Tipovi kistova su Paint, Smear, Blur, Erase, ThinLine i Mesh. Po defaultu je zadani Paint koji izrađuje Paint Effects-e na temelju stamping metode,

postavljajući uzastopne slike dužinom tuba, a obično se koristi za oblake, dim, vatra i svjetlost.

Smear, Blur i Erase omogućuju redom razmazivanje, zamućivanje i brisanje svega u sceni. Thin Line i Mesh izrađuju tube direktno, bez postavljanja uzastopnih sličica po njenim duljinama. Thin Line tip se obično koristi za kosu, a Mesh se više upotrebljava kod geometrijskih efekata kao što su drveće i biljke.

### 3.1.1. Thin Line Brush Tip

Thin Line je alternativni Brush profil za postavljanje efekata koji zahtijevaju velik broj tuba u gustoj formi bez značajnijeg volumena po jednoj tubi, kao što je kosa. Ova metoda izrađuje tube direktno, bez preklapajućih sličica duž njih. Može se koristiti sa dodatnim Multi Streaks atributima, koji omogućavaju način povećanja broja „vlasi“ oko jedne tube te renderira i do sto puta brže nego standardni Paint brush. Valja imati na umu da se Thin Line profil odlikuje kod izrade visoko kvalitetnih linija te ne bi trebao biti korišten kod objekata koji zahtijevaju volumen (npr. stablo). Multistreak razlike prema središnjoj liniji poteza mogu se kontrolirati sa Multi Streak Spread 1 i Multi Streak Spread 2 atributima. Multi Streak Spread 1 kontrolira tube kod baze, a Multi Streak Spread 2 kod vrha linije. Diffuse i Specular Random služe za randomiziranje difuzije i refleksije svjetlosti kako bi se linije činile što prirodnije. Opcija Light All Streaks prisiljava render da svjetlost primijeni na svaku izrađenu tubu.

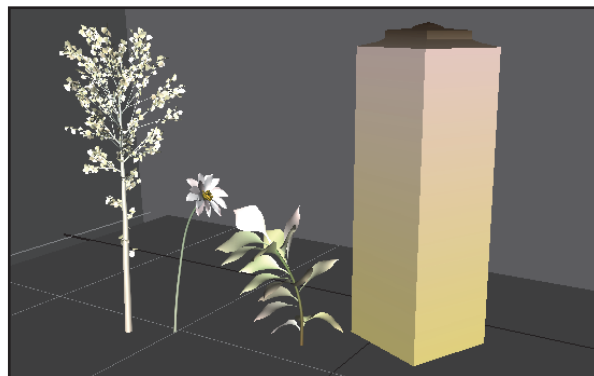


Slika 2. Primjer Thin Line Brush profila

### 3.1.2. Mesh Brush tip

Mesh Brush ili mrežni Brush tip se obično koristi za izradu Paint Effects-a baziranih na triangulaciji, čineći geometrijske oblike. Ova metoda je bolja za izradu efekata kao što su biljke, drveće, zgrade i slično. Visor prozor nudi neke osnovne Mesh Brush profile koji bolje rade sa ovim načinom izrade efekata, no to ne sprječava da se bilo koji drugi Brush profil ne pretvori u ovaj tip. Mesh Brush tip omogućuje izradu stabala i biljaka koje su uvjerljivog realističnog izgleda ne samo iz daljine već i iz blizine. Ovaj tip Brush profila može biti definiran kompleksnim mrežama, slično kao i poligonalni modeli. Što je mreža veća, model može biti detaljniji no samim time i vrijeme renderiranja duže.

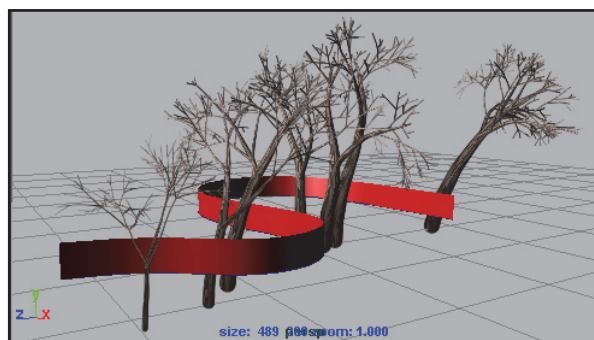
Mesh Brush tip pruža način za bolju izradu ravnih i hard-edge površina, proširujući mogućnosti Paint Effects-a kod Displacement tekstura, izrade refleksija okoline i preciznijeg teksturiranja na temelju stvarne 3D mreže. Displacement teksture su naprednije verzije bump i normal tekstura koje generiraju izbočine i udubljenja. Displacement teksture stvaraju efekt pomicanja stvarne geometrije preko teksturirane površine. Na taj način površina dobiva dojam dubine i detalja, ali to je ujedno jedna od najskupljih tehnika, jer povećanje broja geometrije uzrokuje veće zahtjeve za računalnim resursima.



Slika 3. Primjer Mesh Brush profila

## 4. POTEZI SA TUBAMA

Potezi sa tubama simuliraju organski rast. Tube su predstavljene u obliku cijevi jer imaju sposobnost raznih deformacija i duljina te se njima može predočiti mnoštvo raznih prirodnih oblika. Tube mogu biti definirane kompleksnim mrežama koje čine podjele te na taj način mogu stvarati vrlo precizne udubine i izbočine na dijelovima Paint Effects objekta. Što je mreža veća, model će biti detaljniji. Kod takvih poteza, tube niču iz krivulja kao što u stvarnom životu biljke rastu iz sjemena. Tube mogu rasti, odvajati se i širiti u diskretnim koracima postajući veće i dulje na svakom segmentu.



Slika 4. Potez koji simulira organski rast

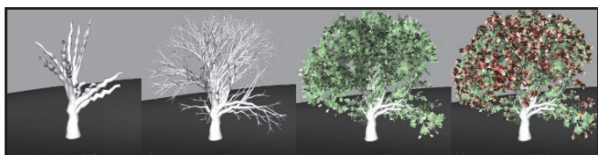
### 4.1. Creation, Growth i Behavior sekcije

**Creation** sekcija definira nekoliko postavki koje su vrlo bitne kod izrade poteza sa tubama. Osim što određuje početnu emisiju, visinu i širinu tuba, omogućuje i podešavanje nagiba te rotacije tuba. Isto tako, može se odrediti da li će tube ići u normalnom smjeru uzdižući se

iz linija ili će biti prisiljene biti uz samu liniju poteza kao da su polegnute. Emisija tuba je bitna jer određuje broj i gustoću tuba po koraku.

Osim spomenutih atributa, u ovoj sekciji određuje se i broj segmenata po tubama. Segmenti određuju podjele duž tuba i na taj način definiraju mrežu koja je bitna kod primjene sila od Behavior sekcije ili pak pretvaranja Paint Effects-a u poligona.

**Growth** sekcija simulira grananje tuba na dostupnim dijelovima, što je uključeno opcijom Branches. Svaka od opcija Twigs (grančice), Leaves (lišće), Flowers (cvijeće) i Buds (pupoljci) sadrži nekoliko atributa koji pružaju načine za ugađanje određene karakteristike. Moguće je utjecati na broj grana i grančica, kutove pod kojim se grane šire i odvajaju, veličinu i količinu lišća i slično. Osim toga, ovdje se nalaze razne metode za izradu prirodnog izgleda objekata kao što je izrada kompleksnih klastera grančica, određivanje duljine i debljine grana te nasumično obrezivanje grančica.



Slika 5. Primjer simulacije rasta

**Behavior** sekcija daje dodatne izbore za deformaciju Paint Effects-a. Displacement i Forces atributi unutar ove sekcije omogućuju simulaciju sila i savijenosti tuba u najrazličitijim smjerovima. Ova sekcija je moćna kod izrade animiranih Paint Effects-a no dosta atributa se može primijeniti i kod statičnih scena. Većina opcija simulira utjecaj sila kao što su gravitacija i turbulencija. Ovdje se lako može utjecati na savijenost tuba prema površini ili nekom drugom smjeru koji izgleda kao da je pod utjecajem vjetra ili težine grana.



Slika 6. Primjer utjecaja sila unutar Behavior sekcije

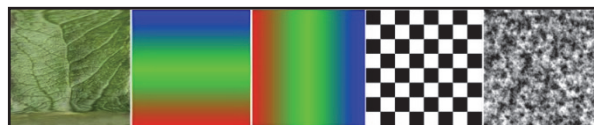
## 4.2. Forward Twist

Scene kreirane Paint Effects-ima mogu biti vrlo opsežne što zahtijeva više računalnih resursa. Twist sekcija daje neke dodatne značajke za kontrolu prikaza Paint Effects-a što može optimizirati performanse. Ovi atributi podešavaju se odabirom Brush Profile pa Flatness 1 i 2, koji poravnavaju vrh i bazu tube. Drugim riječima, objekt izgubi volumen i pretvara se u ravnu geometriju. Ovisno o točki gledišta, smanjuje se broj

poligona te samim time postoji napredak u optimizaciji performansi. Takav objekt može se usporediti sa 2D kartama koje gledajući pod kutom izgledaju ravno. Ovo je dobro koristiti ako se ima na umu da će takvi objekti uvijek biti okrenuti izravno prema kameri tako da njihova ravna strana nikad nije vidljiva tijekom renderiranja. To se može postići primjenom Forward Twist opcije koja konstantno orijentira objekt tako da se suočava direktno s kamerom.

## 4.3. Teksture i sjenčanje

Paint Effects-i sadrže vlastitu bazu tekstura koje su po primijenjene na potez. Ukoliko postoji potreba, postojeću file teksturu moguće je zamijeniti vlastitom. Također postoje atributi koji omogućavaju uređivanje file tekstura kao što je položaj, smjer i način na koji će se prikazivati. Osim file tekstura, postoje različite metode teksturiranja i svaka ima specifična ponašanja. Moguće je birati između checker mapa, fractal mapa, U ili V rampa te na taj način izraditi vlastita sjenčanja. Na primjer, teksture kreirane od strane Texturing sekcije kombiniraju se sa raznim vrijednostima sjenčanja unutar Shading sekcije. Shading sekcija omogućuje sjenčanja odvojeno za vrh tube i za donji dio tuba. Atributi Color, Incandescence i Transparency reguliraju boju, usijanost i prozirnost tuba.



Slika 7. Tipovi tekstura: Datoteka, V ramp, U ramp, Checker, Fractal

## 4.4. Osvjetljenje i sjaj

Paint Effects-i imaju vlastite sekcije za regulaciju osvjetljenja i sjaja u kojima se mogu naglašavati njihove osobine po određenim atributima. Da bi se osvijetlili kreirani objekti, u Paint Effects-ima se može koristiti lažno osvjetljenje ili scenska rasvjeta. Ukoliko je Illuminated opcija isključena, Paint Effects-i neće izraziti kvalitete rasvjete kao što je reflektirano svjetlo ili reakcija na intenzitet svjetla. S druge strane, kada je opcija uključena, Paint Effects-i reagiraju na scensku rasvjetu ili vlastite postavke svjetla. Osim toga, postoji i Real Lights opcija, kod koje se kvaliteta svjetla direktno preuzima od scenske rasvjete. Sve postavke svjetla utječu na vrijeme renderiranja tako da se kod nekih većih projekata moraju koristiti u raznim kombinacijama kako scena ne bi postala preopširna. Sjaj Paint Effects-a ima zasebnu sekciju koja omogućuje podešavanje boje i jačine sjaja. Glow sekcija je pogodna za Paint Effects-e izrađene na stamping metodi kao što su zvijezde i vatra. Moguće je regulirati jačinu i boju sjaja kao i način na koji se sjaj širi od objekata.

## 4.5. Sjene

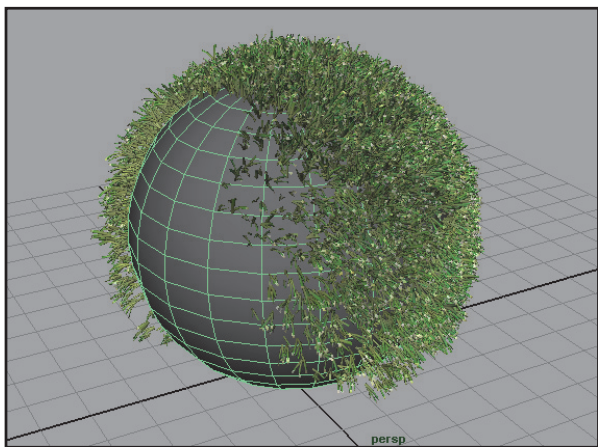
Sjene su vrlo bitan dio u stvaranju konačne slike. U Paint Effects-ima sjene se mogu kontrolirati na dva načina. Prvi je koristeći depth map (dubinske) sjene

bazirane na scenskim svjetlima a drugi je pomoću lažnih sjena koje se baziraju na postavkama u Shadow Effects sekciji. Da bi se koristile realne sjene mora biti uključena opcija Cast Shadows podržana sa depth map sjenama. Osim toga, Paint Effects i pretvoreni u geometriju mogu koristiti raytraced sjene koje su fizički točnije nego depth map.

Depth map sjene mogu proizvesti vrlo dobre rezultate u gotovo svim situacijama s prihvatljivim vremenom renderiranja. Depth map predstavlja udaljenost od specifične svjetlosti do površine koju ta svjetlost osvjetljava. Depth map je tekstualna datoteka koja sadrži podatke o dubini gledanoj od strane svjetla. Svaki piksel u depth map području predstavlja udaljenost od svjetla do najbliže sjene koja je bačena na površinu u specifičnom smjeru.

#### 4.6. Slikanje na geometriji

Paint Effects-i omogućuju postavljanje 3D efekata izravno na geometrijske površine. Da bi se uključila ova opcija mora se odabrati željena površina te uključiti Make Paintable opcija koja se nalazi unutar Paint Effects izbornika. Ova akcija ne mijenja oblik objekta, već samo „govori“ Paint Effects-ima da je ova podloga spremna primiti poteze kista. Ovo je odličan način za korištenje ukoliko se slika trava ili biljke preko površine terena. Tako se odmah postiže upotpunjena scena sa prirodnim elementima pružajući manje sterilan izgled okoliša.



Slika 8. Slikanje na poligonalnoj geometriji

Slikati se može na NURBS ili poligonalnu geometriju. Zanimljivo je da je moguće Paint Effects-e pretvoriti u poligone, te zatim na njima primijeniti nove Paint Effects, kao primjerice, oslikati koru stabla puzavim biljkama.

Za 3D efekte oslikane na neku površinu može se reći da su „zalijepljeni“ za nju, te se prilagođavaju deformaciji iste. Tako Paint Effects-i mogu proizvesti realistične simulacije travnatih površina ili pak čovjekove kose.

#### 5. PRETVARANJE U 3D GEOMETRIJU

Paint Effects-i se normalno iscrtavaju koristeći Maya software. Kada Maya renderira Paint Effects-e, oni se

dodaju slici nakon što je ostala geometrija obrađena. To je poznato kao post proces. Budući da su kreirani potezi dodani nakon što je ostatak scene renderiran, kompleksni Paint Effects-i mogu biti renderirani prilično brzo. Ipak, potrebno je malo više rada da bi se Paint Effects-i uveli u realistično renderiranje. Ukoliko postoji potreba za renderiranjem Paint Effects-a korištenjem nekog drugog alata kao što je Mental Ray, moraju se pretvoriti u geometriju. Paint Effects-i se mogu pretvoriti u NURBS ili poligonalnu geometriju od kojih svaka ima svoje prednosti. Kada se to učini, Maya automatski kreira sjenčanje i pridjeljuje ga pretvorenoj geometriji. Shader kopira sjenčanje i teksture unutar Brush atributa na novu površinu. Međutim, kako bi se dobili najbolji rezultati, u mnogo slučajeva postoji potreba za izmjenom shader postavki ili zamjenom vlastitima.

Između pretvorenih poteza i geometrije postoji veza koja omogućuje da se svaka promjena na Paint Effects-ima prenosi na geometriju. Ta veza se temelji na povijesti (eng. history) pridijeljenih značajki te se mora održavati. Ovo je vrlo korisno s obzirom da u ovom slučaju Paint Effects-i nisu više samo post proces efekti nego stvarna geometrija. Povijest može biti vrlo opsežna što može dovesti do usporavanja ili čak onemogućavanja rada programa. Prema tome ukoliko više nije potrebna, treba ju obrisati pomoću opcije Delete by type - History.

Mnogo je prednosti prilikom pretvaranja Paint Effects-a u geometriju. Mogu se primijeniti kompleksni shaderi na pretvorene efekte i iskoristiti prednost Mental Ray-a što može biti mnogo realističnije nego Maya software render. Također se mogu koristiti neke tehnike modeliranja kako bi se dodatno poboljšala pretvorena geometrija a koje su onemogućene od strane Paint Effects-a.

Jedino valja imati na umu da geometrija koja je stvorena sa Paint Effects-ima može biti prilično opsežna, što može dovesti do usporavanja u performansama i dužeg vremena renderiranja. Da bi napravili kompleksne scene, mnogo umjetnika koristi kombinaciju Paint Effects-a i Paint Effects-a pretvorenih u geometriju.

### 6. RENDERIRANJE

Izrada slika u 3D softverima, bilo za foto realistične fotografije ili za video, zavisi od renderiranja. Kada se renderira scena, kreira se dvodimenzionalna slika zasnovana na konkretnom trodimenzionalnom prikazu scene. Render obavlja intenzivne matematičke proračune da bi se realistično napravilo osvjetljenje, sjene, odsjaji i teksture.

Nakon što je izrađena, da bi prošla kroz proces renderiranja, scena mora biti osvjetljena te se moraju definirati postavke koje utječu na realističnost fotografije. Ovisno o potrebama, kao i tome dali su Paint Effects-i pretvoreni u poligone ili ne, renderiranje je moguće vršiti pomoću dva rendera: Maya Software i Mental Ray. Maya Software omogućuje renderiranje Paint Effects-a kao post proces efekata dok Mental Ray omogućava napredne mogućnosti renderiranja Paint Effects-a pretvorenih u poligone.

## 6.1. Maya Software

Funkcija za renderiranje Maya Software može kreirati slike visoke kvalitete sa osvjetljenjem, sjenama, teksturama i zamućivanjem pokreta. Za dodatne realnosti ponekad je potrebna refleksija (odbijanje svjetlosti) i refrakcija (prelamanje svjetlosti), što se može postići uključivanjem opcije Raytracing za praćenje zraka i podešavanjem funkcija za renderiranje Maya software. Praćenje zraka se također može koristiti za kreiranje preciznijih sjena objekata, koje izgledaju realnije. Praćenje zraka zahtijeva dodatne proračune, pa se takve slike duže renderiraju.

Kako je Paint Effects vrlo dubok program sa mnogo kontrola, renderiranje je relativno transparentan proces. Da bi se renderirala scena sa Paint Effects objektima kao post proces efektima, sve što je potrebno je batch render (serijski render). Kada je render pokrenut, Maya prvo renderira svu geometriju u sceni a zatim u post render procesu dodaje potpuno renderirane Paint Effects elemente. Iako se najprije obrađuje sva geometrija, render je dovoljno inteligentan da u posljednjem procesu doda Paint Effects elemente na ispravno mjesto u 3D prostoru. Drugim riječima, oni elementi koji se djelomično nalaze iza neke geometrije će se prikazati tim djelom skrivenim od pogleda.

### 6.1.1. Osvjetljenje

Osvjetljenje je ključni element scene. Bez obzira da li je riječ o foto realističnom ili stilskom osvjetljenju, ono kontrolira izgled, atmosferu i vidljivost u sceni. Osvjetljenje u programu Maya ima mnogo sličnosti sa osvjetljenjem za filmove.

Bez obzira da li su Paint Effects-i samo post proces efekti ili stvarna geometrija, Maya nudi šest vrsta rasvjete koje određuju razne uvjete osvjetljenja. Isto tako, sve vrste svjetla mogu se koristiti kod Maya Software-a i Mental Ray-a.

**Tabela 1. Vrste svjetla**

Vrsta svjetla	Uloga
Ambient Light	Proizvodi ravnomjernu, neusmjerenu svjetlost u cijeloj sceni. Svjetlo koje nema očigledan izvor, svjetlo koje se od svog izvora odbilo od nekoliko površina.
Area Light	Osvijetljeni paneli i fluorescentno osvjetljenje. Pravokutni odrazi svjetla na zidovima.
Directional Light	Paralelne zrake svjetla koje ravnomjerno osvjetljavaju scenu iz jednog određenog pravca. Sunčeva i mjesечеva svjetlost.
Point Light	Zrači svjetlost iz svog centra u svim pravcima. Što je objekt dalje, manje će biti osvjetljen. Sijalice, LED diode, baklje.
Spot Light	Osvjetljava prostor unutar definiranog konusnog područja. Baterijske i ulične lampe, farovi, reflektori.
Volume Light	Osvjetljava područje unutar definirane zapremine. Područja oko slabih izvora svjetlosti kao što su baklje i vatre. Zrake svjetlosti koje prolaze kroz neki prostor.

## 6.2. Mental ray

Mental Ray funkcija za renderiranje je po funkcionalnosti slična Maya Software renderu, no

posjeduje napredne mogućnosti kao što su kaustika i globalno osvjetljenje koje mogu simulirati realističnije efekte svjetla. Osim toga, Mental Ray nudi i neke napredne načine osvjetljavanja scene kao što je Maya Sun and Sky opcija. Maya Sun and Sky generira fizičko sunce i nebo unutar scene koje simulira stvaran odnos neba i sunca. Mental ray je integriran kao dodatak u velik broj vodećih 3D softvera od kojih je jedan i Maya.

Ipak, Mental Ray se ne može koristiti za renderiranje Paint efekata sve dok nisu pretvoreni u NURBS ili poligonalnu geometriju.

### 6.2.1. Maya Sun and Sky osvjetljenje

Maya Sun and Sky je jedan od oblika indirektnog osvjetljenja. To je tehnika osvjetljenja koja oponaša stvarne uvjete i odnos neba i sunca. Sun and Sky opcija unutar scene generira sunce i nebo. Maya Sun and Sky se prije svega koristi za osvjetljenje scena eksterijera, zbog svoje prirode nije prikladna za unutarnje prostore. Pomoću Maya Sun and Sky-a najlakše je simulirati prijelaze iz raznih vremenskih uvjeta dana i noći sa velikom lakoćom i jednostavnošću.

Ova tehnika osvjetljenja podrazumijeva korištenje Final Gather-a. Final Gather je metoda proračunavanja globalnog osvjetljenja koja zahtijeva manje vremena potrebnog za renderiranje nego Global Illumination. Mnoge aplikacije za renderiranje ne izračunavaju odbijanje i raspršivanje svjetlosti. Raspršivanje svjetlosti događa se kada se svjetlost odbije u svim smjerovima od ne reflektirajuće površine. Final Gather metoda predviđa raspršene zrake koje se pojavljuju u stvarnom svijetu, pri tome pokušavajući održati vrijeme renderiranja koliko je moguće manje, koristeći pametni model računanja. Final Gather najbolje radi sa scenama koje imaju ravnomjerno distribuiranu svjetlost, npr. scena eksterijera s vanjskim svjetlom. Upravo zbog toga, Final Gather je nezaobilazna metoda u kombinaciji s Maya Sun and Sky sustavom.

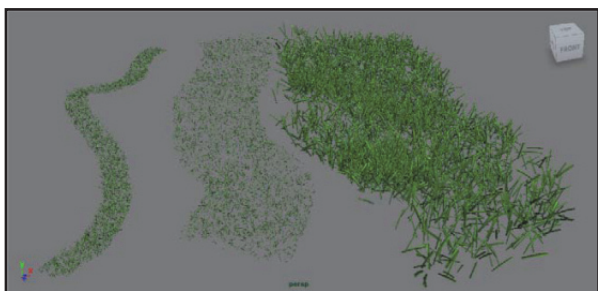
## 7. PRAKTIČAN RAD

Cilj praktičnog rada je prikazati mogućnosti Maya Paint Effects sustava kroz izradu više scena i primjera. Scene međusobno nisu povezane te svaka na svoj način prikazuje razne prirodne okoline. Svi modeli i efekti su u potpunosti izrađeni unutar Maye i renderirani sa Mental Ray ili Maya software renderom. Osim korištenja Paint Effects sustava, neki modeli su modelirani i poligonalno, kako bi scene bile više upotpunjene tamo gdje je to potrebno. Većina Paint Effects-a je daljnjom obradom pretvorena u poligone kako bi scene mogle biti renderirane s Mental Ray-em te na taj način i mnogo realističnije.

### 7.1. Postavljanje Paint Effects-a u scenu

Prije same izrade Paint Effects-a moguće je odrediti vlastite postavke atributa u Paint Effects Brush Settings izborniku ili koristiti neke gotove predloške te ih kasnije prilagoditi po želji. Gotovi predlošci se biraju u Visor prozoru koji sadrži mape različitih Paint Effects-a

razvrstanih po kategorijama. Iako se gotovo svi atributi mogu naknadno mijenjati, neke je najbolje podesiti prije korištenja. Bitno je odrediti tip i širinu virtualnog kista definiranog Brush Width atributom kao i odrediti životni vijek tuba definiran Tube Completion opcijom. Ukoliko je ova opcija uključena prilikom izrade poteza, tube će rasti sve dok ne dođu do kraja životnog vijeka definiranog brojem segmenta. U drugom slučaju, kada je opcija isključena tube na kraju poteza će biti manje kompletne nego one na početku. Osim navedenih opcija, prije početka postavljanja Paint Effects-a na geometriju, najbolje je podesiti Global Scale koji skalira Paint Effects u svim smjerovima bez gubitka kvalitete izgleda.



Slika 9. Različite širine kista i globalno uvećanje

### 7.1.1. Slikanje na geometriji

Kod postavljanja Paint Effects-a u scenu bitno je odrediti da li će se potezi primjenjivati na neku površinu ili poligonalni objekt ili pak na osnovnu ravninu u modeling pogledu. U većini slučajeva Paint Effects-i se primjenjuju na određenu površinu kako bi izgledali prirodnije. Slikanje na površinu primjenjuje se odabirom željenog objekta kojemu se zatim pridijeli opcija Make Paintable. Nakon toga svi potezi Paint Effects-a će se prilagođavati obliku površine, primjerice neravnom terenu, planini i sl. Kao prednost ovoga može se također navesti da je moguće Paint Effects-e pretvoriti u poligone pa zatim opet na njima primijeniti slikanje. Na primjer, stablo pretvoreno u poligone po kojemu rastu puzave biljke.

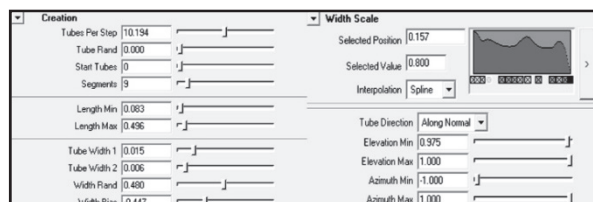


Slika 10. Slikanje na geometriji

### 7.1.2. Creation sekcija

Creation sekcija ima različite postavke koje kontroliraju početnu emisiju, duljinu, širinu kao i neke dodatne postavke tuba.

Tubes Per Step definira jednaku distribuciju tuba između koraka poteza a Tube Rand osigurava sredstva za randomizaciju te distribucije. Start Tubes određuje koliko će tuba biti stvoreno na prvoj točki poteza bez obzira na broj tuba između koraka. Povećanje ove vrijednosti stvara grupu tuba oko prve točke.

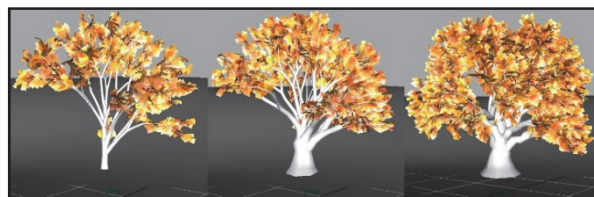


Slika 11. Creation sekcija

Segments definira segmente na koje se odnose podjele po dužini tuba. Broj dostupnih segmenata određuje sposobnost deformacije tuba. Nakon što su deformacije primijenjene u Behavior sekciji, promjene po segmentima mogu uvelike promijeniti izgled modela. Povećanje ove vrijednosti može upropastiti izgled koji je stvoren pa je to najbolje predvidjeti i postaviti dovoljno segmenata unaprijed. Segmenti su također korišteni za izračunavanje koraka dužinom tuba kod izrade animacije. Svaka udaljenost između dva segmenta se smatra korakom bez obzira na stvarnu udaljenost. Mijenjanje razmaka između segmenata može, na primjer, pomoći kod kontrole animacije prilikom koje raste stablo ili trava. Razmak se može mijenjati pomoću Segment Length i Width Bias atributa.

Length Min i Length Max pružaju način da se poveća visina tube dok Tube Width 1 i 2 definiraju širinu baze i vrha tube. Width Rand i Width Bias rade u kombinaciji kako bi randomizirali tu širinu.

Tube Direction, pomoću opcija Along Normal i Along Path određuje kako se tube emitiraju u odnosu na potez, prema van ili njegovom duljinom. Atributi Elevation Min i Elevation Max po zadanim minimalnim i maksimalnim vrijednostima reguliraju efekt nazivom „Kosi toranj u Pisi“. Ovo čini tube nagnutima u odnosu na potez te ih prisiljava na deformaciju. Ukoliko se Tube Direction postavi na Along Path i koristi u kombinaciji sa Elevation postavkama, može se proizvesti odlična simulacija ugažene trave.



Slika 12. Definiranje širine kroz Tube Width atribute

### 7.1.3. Growth sekcija

Growth sekcija simulira grananje tuba na dostupnim dijelovima te je neophodna kod izrade poteza. Moguća je izvedba od kasnih jesenskih stabala bez lišća pa do proljetnih s pupoljcima i cvjetovima.

Grane dijele glavnu tubu kao što je stablo u više novih tuba. Svaka grana se može dodatno podijeliti u grančice, lišće, cvijeće ili pupoljke. Kada su primijenjene na stablo bez grana, grančice podijeljene u radialnu grupu oko određene točke formiraju izgled sličan palmi. Moguće je kontrolirati koliko će grupa nicati iz tube, kao što se može koristiti i nekoliko drugih postavki koje stvaraju različitost među grančicama. Razlika između grana i grančica je u tome što se grane mogu dijeliti na više grana, a grančice samo jednom po dužini tube.

Atributi u ovoj sekciji su samo simbolički naziv za grananje tuba te se ne moraju odnositi striktno za uređivanje rastućih biljaka. Paint Effects-i omogućuju i izradu nekih objekata kao što su zgrade, ulične lampe, suncobrani, stolovi i slično. Na primjer, Flower atributi u nekim drugim slučajevima mogu predstavljati antene na krovovima, platno na suncobranu i slično. Isto vrijedi i za Branches, Twigs i Leaves atribute.

Sljedeći popis daje objašnjenja i korake prilikom podešavanja nekoliko Twig postavki koje se odnose na grančice. Većina tih atributa je namijenjena za randomizaciju izgleda grančica kako bi izgledale što prirodnije. Mnogi od njih mogu se pronaći i u drugim dijelovima Growth sekcije te svi imaju sličan učinak.

**Tabela 2.** Twig (grančice) postavke

Twigs atributi	Uloga
Twig Dropout	Metoda za nasumično obrezivanje grančica, smanjujući njihov broj te pružajući prirodniji osjećaj.
Twig Base i Tip Width	Postavke za kontrolu širine baze i vrha grančica.
Twig Start	Početna točka uz tubu odakle će se grančice početi pojavljivati. Vrijednost je postotak ukupne duljine tube.
Twig Angle 1 i 2	Definiraju kut između klijanja grančica i glavne tube, npr. kut između grana i glavnog stabla. Angle 1 se odnosi na grančice iznad površine a Angle 2 na gornji dio stabla.
Twig Twist	Koristi se za raspoređivanje grupa grančica oko tube. Ovo ne deformira grančice nego ih rotira oko glavne osi tube.
Twig Stiffness	Daje dodatnu finu kontrolu nad osjetljivošću grančica na deformacije primijenjene od Behavior sekcije.
Twig Length i Length Scale	Twig Length definira duljinu svake tube grančice. Length Scale pruža rampu za skaliranje grupa grančica duž tuba.

#### 7.1.4. Behavior sekcija

Behavior sekcija daje dodatne izbore za deformiranje i animiranje Paint Effects-a. Kao i sa svakim atributima iz prijašnjih sekcija, tako i sa ovim treba biti umjeren jer već male vrijednosti daju vidljive rezultate.

Displacement atributi unutar Behavior sekcije pružaju nekoliko načina za deformaciju i kontrolu deformacije duž tuba. To uključuje Noise, Wiggle i Curl attribute sa raznim svojstvima koja uglavnom utječu na savijenost i kovrčavost tuba. Jačina deformacije kontrolira se vrijednošću frekvencije pojedinog atributa. Displacement Delay osigurava način da se prema jednom ili drugom kraju konusno smanji utjecaj svih sila unutar ove sekcije. Prema tome, ukoliko se koristi zajedno sa Curl atributom

i smanje deformacije prema bazi tube, kovrče koje uzrokuje ovaj atribut mogu biti konusne prema vrhu.

Izbor unutar Forces atributa odnosi se na utjecaj sila te također daje neke zanimljive mogućnosti za stvaranje različitih izgleda Paint efekata. Slično kao i kod Tube Direction unutar Creation sekcije, atribut Path Follow omogućava način da se odredi da li će tube pratiti liniju poteza ili ići u normalnom smjeru, dok Path Attract čini stablo nagnutim prema dolje. Jedna od vjerojatno najkorisnijih svojstava u ovoj sekciji je Random, koja osigurava način da se sile primjenjuju u slučajnim smjerovima i raznih intenziteta. Ako se želi spriječiti učinak sila na određenoj visini iznad tla, koristi se atribut Deflection koji omogućuje postavljanje minimalnih i maksimalnih vrijednosti.

Od bitnih stvari valja još spomenuti Length Flex atribut koji nudi način da se ograniči fleksibilnost tube s obzirom na sile. To ograničava količinu istezanja koja se može pojaviti duž tuba zbog utjecaja sila. Na vrijednosti 0 neće biti istezanja.

Spiral i Bend sadrže jednostavne postavke za deformaciju tuba te su vrlo moćne kada se kombiniraju sa animacijom. Spiral može učiniti da se drvo ljulja s jedne strane na drugu a Bend može napraviti grane savijene unutra ili raširene prema van. Ukoliko se Paint Effects-i koriste za animaciju, valja spomenuti opciju Turbulence koja omogućava simulaciju jakog vjetera ili pak samo laganog povjetarca.

#### 7.2. Teksturiranje i sjenčanje

Teksturiranje je postavljanje tekstura na željenu površinu ili objekt. Za potrebe rada korištena je vlastita baza tekstura Paint Effects sustava. Osim teksturiranja Paint Effects-a, potrebno je i teksturirati poligonalne modele ukoliko ih scena sadrži. Postoji nekoliko vrsta tekstura u Mayi: diffuse, bump, normal i displacement. Diffuse mape predstavljaju boju na objektu i njima se ne mogu prikazati bilo kakve udubine. Bump mape generiraju izbočine i udubine te na taj način smanjuju mnogo vremena za modeliranje tih detalja. Normal i displacement mape su naprednije verzije bump mapa no zahtijevaju više računalnih resursa a samim time se produljuje vrijeme renderiranja.



**Slika 13.** Diffuse (lijevo) i Bump tekstura (desno)

Za potrebe projekta korištene su diffuse i bump teksture koje će dati zadovoljavajući izgled detalja. Bump mape zapravo ne generiraju izbočine ni udubljenja već kontroliraju način na koji se svjetlost reflektira na objektima. To simulira detalje na objektima umjetnim preusmjerenjem zraka svjetlosti na način kakve bi one



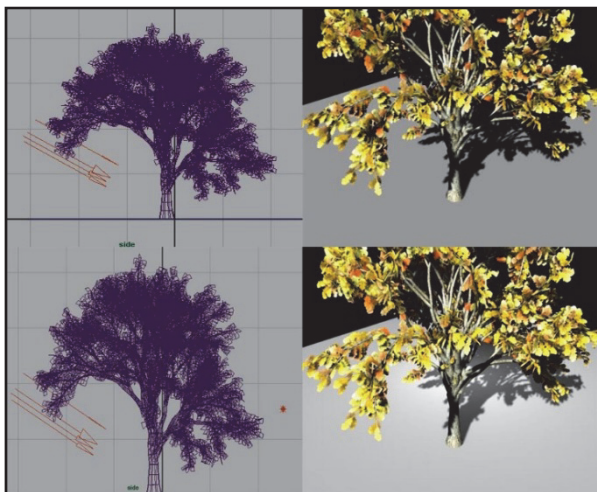
zapravo bile da postoje geometrijske neravnine na objektu. Za izradu bump tekstura korišten je Photoshop. Potrebno je postojeću diffuse teksturu pretvoriti u crno bijelu te napraviti kontrast između te dvije boje. Sve što je tamnije od sive (50%) bit će udubljeno, dok će svjetlije biti izbočeno (ovisno o intenzitetu tih boja). Takva tekstura se uveze na postojeću diffuse teksturu u Mayi te daje dodatne detalje.

### 7.3. Priprema za renderiranje

Kako bi scena prošla kroz proces renderiranja potrebno je postaviti rasvjetu, definirati sjene, namjestiti i podesiti kameru te odrediti zadatke rendera. Renderiranje je vršeno sa Maya Software renderom i Mental Ray-em.

#### 7.3.1. Maya software

Prilikom izrade osvjetljenja za Maya Software renderiranje korištena je directional i point rasvjeta. Kod Maya Software-a nije dovoljan samo jedan izvor svjetla već je potrebno i alternativno svjetlo koje će dati dodatnu prozirnost i mekoću sjenama a isto tako i realističnost renderiranih objekata. Kao alternativno svjetlo korištena je point rasvjeta. Prilikom kreiranja rasvjete, ona se pojavljuje u sceni u obliku karakterističnih wireframe-ova koje je pomoću manipulatora moguće micati i rotirati te na taj način utjecati na kut svjetla. Svako kreirano svjetlo u Attribute Editoru sadrži postavke kao što su intenzitet svjetla, boja svjetlosti i slično. Directional rasvjeta je korištena sa izradom sjena dok je point rasvjeta korištena kao dodatno osvjetljenje i regulacija prozirnosti sjena.



Slika 14. Directional (gore), Directional i Point (dolje)

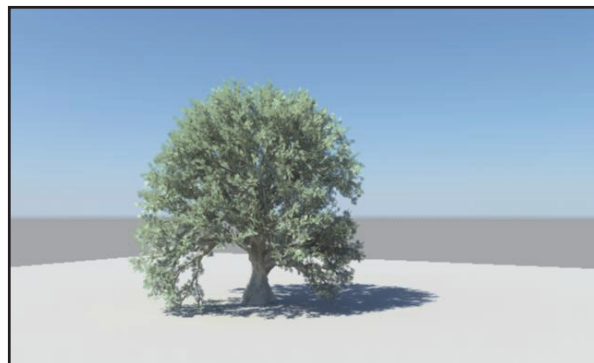
Nužno je uključiti Enable stroke rendering opciju u Paint Effects Rendering Options sekciji. Osim toga potrebno je uključiti Oversample opciju koja renderira Paint Effects-e u duploj rezoluciji za bolji anti-aliasing odnosno uklanjanje nazubljenih rubova. Isto tako, moguće je uključiti Oversample Post Filter opciju koja na Oversample sliku stavlja dodatni filter za bolje zaglađivanje. Ako je potrebno, postoji i Only Render Strokes opcija koja renderira samo Paint Effects-e bez geometrije u sceni.

### 7.3.2. Mental Ray

Za potrebe rada korištena je Maya Sun and Sky opcija koja generira fizičko sunce i nebo u scenu. U ovom slučaju ova solucija je bila najbolji izbor jer je idealna za scene eksterijera te se njome lako može utjecati na razna doba dana. Za korištenje Maya Sun and Sky-a potrebno ga je odabrati unutar postavki Mental Ray rendera. Ovo automatski kreira directional light unutar scene pomoću kojeg se regulira nagib sunca u odnosu na zemlju.

Ovisno o nagibu sunca mijenja se i boja te intenzitet neba. Sve ostale postavke sunca podešavaju se unutar mia\_physicalsky sekcije. Moguće je utjecati na attribute kao što su intenzitet sunca, veličina promjera sunca, sjaj sunca, visina horizonta, boja površine i slično. Za razliku od Maya Software-a, u većini slučajeva nije potrebno dodavati dodatnu rasvjetu no Maya Sun and Sky se obavezno mora koristiti u kombinaciji sa Global Illumination ili Final Gathering-om.

Postavke rendera nalaze se u Render Settings prozoru. U prvom dijelu određuju se postavke kao što su format, veličina i naziv izlaznih slika. Ukoliko u sceni postoji više kamera potrebno je odabrati koja će se renderirati. U drugom dijelu nalaze se sve opcije koje reguliraju kvalitetu i zadatke rendera. Postavljanjem glavne opcije na produkcijsku kvalitetu povećat će se sve vrijednosti koje će dati veću kvalitetu završnoj slici no neke postavke ipak treba dodatno uključiti. Dodatno je potrebno uključiti Final Gathering i Global Illumination metodu izračuna dok je opcija Raytracing uključena po defaultu. Prilikom odabira Final Gathering-a, ispod opcija za fotone ponuđene su opcije za Final Gathering. Moguće je definirati preciznost, kao i veličinu fotona koji će se generirati prilikom prikaza osvjetljenja.



Slika 15. Rezultat Maya Sun and Sky i Final Gathering-a

### 7.4. Rezultati i finalan izgled scena

Slike su renderirane u HD 1080 rezoluciji (1920 x 1080) i spremene u .jpeg formatu. Scene međusobno nisu povezane te svaka na svoj način prikazuje mogućnosti Paint Effects sustava za stvaranjem impresivnih prirodnih okolina.



Slika 16. Scena 1



Slika 20. Scena 5



Slika 17. Scena 2



Slika 21. Scena 6



Slika 18. Scena 3



Slika 19. Scena 4

Scena pet renderirana je Mental Ray-em. Geometrija Paint Effects-a nakon pretvorbe u poligone iznosila je 790 000. Na postojeću diffuse teksturu kamena primijenjena je bump tekstura što također utječe na vrijeme renderiranja koje je bilo 2 sata. Vrijeme renderiranja je dugo zbog sitnih detalja i blizine kamere prema modelima

Scena šest prikazuje mogućnost Paint Effects-a u kombinaciji sa Mental Ray-em za stvaranjem visoko realističnih slika. Veliku ulogu na realističnost ima utjecaj svjetla. Scena sadrži 1 500 000 poligona, od čega na stablo otpada 100 000 a ostalo na travu koja je u ovom primjeru vrlo gusta. Vrijeme renderiranja je 30 minuta.

## 8. ZAKLJUČAK

Maya Paint Effects je jedan od najzabavnijih i vizualno impresivnih alata u Mayi. To je uvjerljiv alat koji CG umjetnicima omogućuje brz i jednostavan način za dodavanje svih vrsta složenih elemenata unutar 3D scene. Pomoću dostupnih virtualnih kistova i mnoštva atributa, omogućuje izradu najrazličitijih prirodnih oblika i okolina. Na taj način uvelike je smanjeno vrijeme potrebno za modeliranje detalja nekim drugim tehnikama izrade.

Paint Effects-i su samo post proces render efekti te se u većini slučajeva pretvaraju u 3D geometriju kako bi se otvorila mogućnost renderiranja Mental Ray-em. Kao nedostatak ovoga, može se izdvojiti kako geometrija Paint Effects-a može biti vrlo opsežna, što ne predstavlja problem filmskoj industriji no malim korisnicima sa slabijim računalom itekako može.

Potrebno je mnogo eksperimentiranja, no kada se usvoji prava moć ovog alata otvorene su sve opcije za brzu i efikasnu primjenu, kako u filmskoj industriji tako i u izradi statičnih slika, TV reklamama, video igrama i slično.

## 9. LITERATURA

- [1] Rohtek, D.: Autodesk Maya – Maya Paint Effects, Završni rad br. 257/MM/2012, VELV Varaždin, 2012
- [2] Keller, E.: Mastering Autodesk Maya 2011, Wiley Publishing, Indianapolis, Indiana, 2010.
- [3] Kundert-Gibs, J.: Mastering Maya 8.5, Wiley Publishing, Indianapolis, Indiana, 2007.
- [4] [www.peachpit.com/articles/article.aspx?p=174336&seqNum=2](http://www.peachpit.com/articles/article.aspx?p=174336&seqNum=2) (Dostupno: lipanj 2012.)
- [5] [www.3dtutorialzone.com/tutorial?id=93](http://www.3dtutorialzone.com/tutorial?id=93), (Dostupno: lipanj 2012.)
- [6] <http://autodeskmaya.livejournal.com/8965.html>, (Dostupno: srpanj 2012.)
- [7] [www.fanpop.com/spots/ice-age/images/19518263/title/ice-age-good-quality-screenshots-screencap](http://www.fanpop.com/spots/ice-age/images/19518263/title/ice-age-good-quality-screenshots-screencap), (Dostupno: srpanj 2012.)
- [8] <http://maya-tutorials-4u.blogspot.com/2008/06/creating-shadows-for-maya-paint-effects.html>, (Dostupno: srpanj 2012.)
- [9] [www.cgenie.com/tutorials/article/1-tutorials/5-introduction-to-bump-normal-and-displacement-textures.html](http://www.cgenie.com/tutorials/article/1-tutorials/5-introduction-to-bump-normal-and-displacement-textures.html), (Dostupno: srpanj 2012.)
- [10] [www.3dlessons.com/tutorials/Using-Sun-and-Sky-in-mental-ray-with-Maya-96363.html](http://www.3dlessons.com/tutorials/Using-Sun-and-Sky-in-mental-ray-with-Maya-96363.html), (Dostupno: kolovoz 2012.)

### Kontakt autora:

#### **doc. dr. sc. Damir Vusić**

Sveučilište Sjever, Sveučilišni centar Varaždin  
104. brigade 3, HR-42000 Varaždin  
damir.vusic@unin.hr

#### **Andrija Bernik, dipl.inf, predavač**

Sveučilište Sjever, Sveučilišni centar Varaždin  
104. brigade 3, HR-42000 Varaždin  
bernik.velv@gmail.com