

3D vizualizace produktů v průmyslovém designu + tvorba 3D modelu

Michal MAREK

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací
Kabinet teoretických studií
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal MAREK**
Osobní číslo: **K09238**
Studijní program: **B 8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Multimedia a design – Průmyslový design**

Téma práce: **3D vizualizace produktů v průmyslovém designu + tvorba 3D modelu**

Zásady pro vypracování:

1. Historický vývoj a souvislosti
2. Přehled dílčích součástí tvorby vizualizace ve 3D
3. Praktická ukázka vizualizace produktu
4. Využití v oboru PD

Na samostatném nosiči CD-ROM odevzdejte v minimálním počtu 10 ks obrazovou dokumentaci praktické části závěrečné práce pro využití v publikacích FMK.

Formát pro bitmapové podklady: JPEG, barevný prostor RGB, rozlišení 300 dpi, 250 mm delší strana. Formáty pro vektory: AI, EPS, PDF. Loga a texty v křivkách. V samostatném textovém souboru uveďte jméno a příjmení, login do Portálu UTB, obor (ateliér), typ práce, přesný název práce v češtině i v angličtině, rok obhajoby, osobní mail, osobní web, telefon. Přiložte svou osobní fotografii v tiskovém rozlišení.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Seznam navrhované doporučené literatury

KOLESÁR, Zdeno. Kapitoly z dějin designu. Vydání první. Praha: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, 2004. ISBN 80-86863-03-4.

3Dsoftware.cz: server o programech Cinema4D, Bodypaint a 3D grafice obecně [online]. Digital Media, (C) 2006–2011. Dostupné z: <http://3dsoftware.cz>

FORD, Roger. Nejslavnější krátké palné zbraně: od roku 1450 do současnosti.

České vydání první. Praha: Svojtka & Co., 1998. ISBN 80-7237-089-8.

KOENIGSMARCK, Arndt von. Cinema 4D R10: praktický výukový kurz. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-2056-9.

ŽÁRA, Jiří, Bedřich BENEŠ a Petr FELKEL. Moderní počítačová grafika.

Vydání první. Praha: Computer Press, 1998. ISBN 80-7226-049-9.

Grafika.cz – vše o počítačové grafice [online]. Grafika Publishing, (C) 2010. ISSN: 1212-9569. Dostupné z: <http://www.grafika.cz>

Vedoucí bakalářské práce:

prof. ak. soch. Pavel Šarka

Ústav prostorového a produktového designu

Datum zadání bakalářské práce:

15. listopadu 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

18. května 2012

Ve Zlíně dne 5. března 2012

doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.

děkanka



Mgr. Lukáš Gregor

ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně 16. 3. 2012

.....
Jméno, příjmení, podpis

MICHAL HAREK

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlédnutí veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídnou k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se věnuje problematice 3D vizualizací. Zamýšlí se nad vývojem od okamžiku vzniku potřeby produkty vizualizovat až po současnost. Dále zmiňuje vývoj na poli 3D softwaru, vysvětluje základní pojmy a pracovní postupy. Jejím cílem je představit digitální 3D technologii jako mocný nástroj pro průmyslový design, shrnout její výhody pro obor a zamyslet se nad možnostmi budoucího využití 3D v oblasti průmyslového designu. Práce je podložena praktickou tvorbou 3D modelu konkrétního produktu a její část je zároveň metodickou dokumentací postupu jeho vytvoření v programu Cinema 4D od přípravy podkladů až po finální obrazový výstup.

Klíčová slova: 3D, počítačová grafika, vizualizace, animace, modelování, Cinema 4D, průmyslový design

ABSTRACT

This thesis deals with the issue of 3D visualization. It ponders on the evolution, from the birth of the need of visualization to the present day. Furthermore, it mentions development in the field of 3D software and explains the basic terms and methods. Its aim is to introduce digital 3D technology as a powerful tool for industrial design, to summarize its advantages in the field, and to consider the future possible uses of 3D in the field of industrial design. This thesis is supported by the practical creation of a 3D model of a particular product. This part of the thesis is also a methodology on how to create a 3D model in the Cinema 4D software from the preparation of blueprints and references to final image output.

Keywords: 3D, computer graphics, visualization, animation, modeling, Cinema 4D, industrial design

„Život je sám o sobě neutrální. To my ho činíme krásným, my ho činíme ošklivým.“

Osho

Poděkování

Mé velké díky patří zejména mé životní partnerce Janě. Jen díky její úžasné podpoře jsem si dokázal udržet tolik potřebný nadhled a optimismus nejen po celou dobu studia, ale zejména ve chvílích, kdy to bylo vskutku obtížné. Díky za její výstižné připomínky a pomocnou ruku při plánování a při orientaci v mnohdy spletitých zákoutích jazyka.

V oblasti mého studijního oboru patří můj velký dík zejména profesorovi Škarkovi a doktorovi Bořku Zemanovi. Při mnoha setkáních ve Zlíně mi vždy dokázali ochotně věnovat nejen svůj čas a zkušenosti, ale také svou pozitivní energii. Při našich diskuzích nad designem a uměním pokaždé trefně vystihli podstatu věci a dokázali mé snažení posunout dál tím správným směrem. Poděkovat bych chtěl také akad. sochaři Ondřeji Podzimekovi za poutavé přednášky o vizuální kompozici a nauce o barvě. Díky nim jsem měl možnost si znovu uvědomit, jak úžasně je svět umění propojen se světem vědy. Jsem velice rád, že jsem měl při mém studiu na FMK k dispozici tak výborné pedagogy. Všem, kteří s radostí a nadšením sdíleli své znalosti a zkušenosti se studenty, patří můj dík a uznání.

Mé poděkování patří také mým kolegům z oboru 3D grafiky. Vládovi Miklušovi, zkušenému animátorovi, za podnětné odborné připomínky a ochotu pomoci. Andreji Štefančíkovi za skvělé a cenné rady při modelování. A v neposlední řadě Pavlu Zochovi za jeho přínosné - a většinou též velmi krátké (jak je jeho zvykem mnohdy jen jednoslovné) - odborné rady.

OBSAH

ABSTRAKT	5
ÚVOD	8
1 VIZUALIZACE V HISTORICKÉM KONTEXTU	13
1.1 OD PALEOLITU PŘES RENESANCI DO DOBY MODERNÍ.....	13
1.1.1 Období pravěku.....	13
1.1.2 Leonardo - člověk univerzální.....	14
1.1.3 Leonardovy anatomické a technické kresby.....	15
1.1.4 Syntéza vědy a umění.....	16
1.1.5 Most do doby moderní.....	17
2 HISTORIE 3D GRAFIKY A VÝVOJ 3D SOFTWARE	21
2.1 POČÍTAČOVÁ GRAFIKA - CG A CGI.....	21
2.2 COMPUTER-AIDED DESIGN - CAD.....	23
2.3 VĚDA - HLAVNÍ HYBNÁ SÍLA 3D GRAFIKY.....	26
3 SOUČASNÁ 3D GRAFIKA	29
3.1 NEJROZŠÍŘENĚJŠÍ 3D SOFTWARE APLIKACE SOUČASNOSTI.....	29
3.1.1 Komplexní softwarové balíky - studia.....	29
3.1.2 Specializované modelovací software ("modelery").....	32
3.1.3 Skulptovací software.....	33
3.1.4 Externí renderery.....	34
4 PROCES TVORBY PRODUKTOVÝCH VIZUALIZACÍ VE 3D	37
4.1 PRODUKČNÍ LINKA: MODELOVÁNÍ - MATERIÁLY - SVĚTLA - RENDERING - POSTPRODUKCE.....	37
4.1.1 Reference, blueprinty - tvorba podle obrazových předloh.....	38
4.1.2 Modelování.....	40
4.1.3 Materiály povrchů.....	46
4.1.4 Osvětlení (svícení scény).....	52
4.1.5 Rendering.....	55
4.1.6 Postprodukce.....	58
5 TVORBA 3D MODELU V PROGRAMU CINEMA 4D	61
5.1 JAK SE NEJLÉPE NAUČIT 3D?.....	61
5.2 POPIS POSTUPU TVORBY 3D MODELU: REVOLVER COLT WALKER 1847.....	63
5.2.1 Volba modelu, vyhledání referencí a blueprintů.....	63
5.2.2 Modelování.....	66
5.2.3 Materiály - UV mapy a textury.....	76
5.2.4 Scéna a svícení.....	76
5.2.5 Nastavení renderingu.....	76
5.2.6 Postprodukce a finální vizualizace.....	76
5.3 ETICKÝ DOVĚTEK.....	78
ZÁVĚR	79
SLOVNÍK SPECIALIZOVANÝCH POJMŮ	86
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	87
SEZNAM OBRÁZKŮ	89

ÚVOD

Vždy jsem si nesmírně vážil lidí a odborníků, kteří, ač ve svém životě nebo ve svém oboru dosáhli nedozírných výšin, zůstali ve své podstatě lidmi obyčejnými. Obyčejnými nikoliv ve smyslu fádnosti, ale ve smyslu toho, že neztratili své lidství. Několik takových lidí jsem ve svém životě potkal a jsem za to opravdu vděčný. Ačkoliv šlo o jedince zcela výjimečné, kteří svými schopnostmi a zkušenostmi neuvěřitelně vynikali, přesto mne brali jako sobě rovného. A to nejdůležitější bylo, že byli ochotni se o své zkušenosti podělit.

Na druhé straně jsem se setkal dost často s tím, že si odborníci své znalosti pečlivě střežili a dokonce s tím, že se vyhýbali odpovědět někomu na přímý dotaz k problematice přesto, že zjevně museli znát odpověď. I tento postoj chápu. Nabýt nějaké znalosti a zkušenosti vyžaduje tvrdou práci a většinou také vynaložení nemalých finančních prostředků. Tak proč by je měl někdo získat zcela zdarma a bez práce? Přiznávám, také mne tato otázka občas napadla, například když někdo žádal nějakou snadno zjistitelnou odpověď. Pomyslel jsem si, že pokud by měl o věc skutečný zájem, mohl si ji lehce zjistit.

A právě zájem je zde klíčovým pojmem. Ten, kdo po informaci prahne, stejně si ji zjistí. Jak jsem řekl, výše uvedené "střežení tajemství" chápu, ale osobně si myslím, že je třeba k němu přistupovat poněkud odlišně. Myslím, že utajování jakýchkoliv odborných znalostí obor poměrně dosti ochuzuje. Nemá smysl oborové znalosti tajit, smysl ale má je selektivně sdělovat tomu, kdo o ně opravdu stojí. To může přinést obohacení oboru, ale také nám samotným prostřednictvím zpětné vazby. Utajováním sice chráníme třeba naše pracně nabyté znalosti, ale sami sebe tím možná degradujeme na pochodující manuály, knihy, příručky. Je zde totiž ještě další, vyšší, úroveň a tou je využití znalostí zapojením naší vlastní kreativity, našich vlastních nápadů.

A to už je zcela jiná oblast, ve které by měla platit také jiná pravidla. Duševní vlastnictví je třeba striktně chránit, aby námi vynaložené úsilí nebylo zneužito někým jiným. Umění a umělecké dílo pramení z individuality umělce, z jeho osobnosti, je unikátní a nepřenositelné, je spojeno s osobou tvůrce. Když někomu předáme znalost jak kreslit, nebude automaticky tvořit stejné obrazy jako my. Bude tvořit po svém. Pokud vytrvá, může objevit například nové techniky, které později obohatí celý obor. Pouhá znalost určité techniky ještě netvoří umělecké dílo. To jsou právě ony dvě roviny, mezi kterými bych rozlišoval. Jedna, ve které můžeme různé postupy, techniky a znalosti sdílet formou volné výměny, za kterou se nám dostane odměny formou diskuze či přínosných připomínek od kolegů z oboru, a rovina druhá - naše a cizí autorská díla, která zasluhují nekompromisní ochranu formou patentů a podobně.

Nechci v tomto okamžiku tuto tezi příliš rozvíjet, chtěl bych jen naznačit některé myšlenkové směry, kterými se ubírala moje mysl v průběhu přípravy a realizace této bakalářské práce a které se znovu objeví v jejím závěru. Tentokrát již v konkrétní spojitosti s 3D

vizualizacemi.

Nakonec tedy moje úvahy vykrytalizovaly v myšlenku, že by bylo vhodné se v bakalářské práci věnovat tématu, které bude mým malým příspěvkem oboru. Jistě existuje spousta mnohem povolanějších, ale přesto se pokusím, myslím, že každý počín může být přínosem. Čím tedy mohu obor průmyslového designu obohatit? Které z mých vlastních zkušeností a znalostí by mohly být přínosem?

Posledních téměř patnáct let se věnuji podnikání. Nejprve jsem se zabýval grafickým designem, později jsem byl jednatelem reklamní agentury a grafického studia. V poslední době se ale mým hlavním oborem stala 3D grafika - statická a zejména ta pohyblivá. Při vedení grafického studia jsem se často věnoval také jednání s klienty. A právě při komunikaci s nimi jsem postřehl, jak je pro ně obtížné představit si výsledný produkt, aniž by jej mohli fyzicky spatřit, aniž by si jej mohli "osahat".

Tím se pomalu dostávám ke stěžejnímu tématu mé bakalářské práce - 3D vizualizacím. Klient je mnohdy poměrně dobře orientován v problematice designu, ale ve spoustě případech bývá naprostým laikem. Odborné termíny jsou pro něj matoucí a doslova se chytá jakékoliv příležitosti výsledný produkt uchopit, spatřit. Postupem času jsem si všiml, jak moc si zákazníci cení, když například dostanou do rukou ještě před vytištěním jejich firemního katalogu jeho maketu. Pomáhá to klientovi nejen představit si výsledek produktu před jeho výrobou, ale tento model či maketa je přínosný pro obě strany - pomůže odhalit možné chyby či různá nedorozumění a dezinterpretace dříve, než jsou vyrobeny desítky tisíc nebo třeba i miliony exemplářů.

Mnohdy je právě profesionálně provedené odprezentování myšlenky klíčovým prvkem pro rozhodnutí klienta, zda bude zakázku (tedy námi navržený design) realizovat. Často můžeme vidět, že dojde ke špatnému výběru - zákazníkem je zvolen méně kvalitní, či dokonce špatný design. A to jen proto, že agentura, která jej navrhovala, měla dokonale zpracovanou prezentaci.

Spousta umělců tento faktor velice podceňuje. Je to velká škoda, protože tito umělci a designéři předkládají neuvěřitelně kvalitní a promyšlené designéřské návrhy, které nakonec nespátří světlo světa kvůli tomu, že jim klient neporozumí. Jistě spousta z nich namítne - dobrý design se prodá sám. Zapomeňte na to! Současná doba klade nároky na majitele a management firem a zadavatelé jsou pod velkým tlakem. Při schůzkách s grafiky a designéry se jim honí hlavou tisíce věcí a nemůžeme jim mít za zlé, že se nechají okouzlit skvěle připravenou konkurenční prezentací a zvolí tak třeba pro ně samotné tu horší variantu - design druhé kategorie.

Je na nás designérech, abychom tuto skutečnost pochopili a dokázali, například pomocí perfektní 3D vizualizace či 3D animace, klienta přesvědčit. Nebude to dobré jen pro nás, protože dokážeme svůj vlastní produkt (designéřský návrh) prodat. Bude to dobré i pro náš

obor. Narodí se tak produkty, které budou profesionální, vyrobí se výrobky, které by jinak převálcovala konkurence svými podřadnými designérskými návrhy. Neříkám tím, že konkurence vždy předkládá design a nápady nižší kategorie. Ale pokud naše prezentace budoucího produktu budou srovnatelné, bude i boj o prvenství více objektivní. Klient bude paradoxně schopen posoudit náš i konkurenční návrh více racionálně a více objektivně, bude-li okouzlen oběma stejně.

Jinými slovy - vybrané gastronomické lahůdky je také zapotřebí vhodně "naservírovat". Pak vzbudí naši chuť a naše emoce. Jen samotná jejich kvalita nás vůbec nemusí oslovit, budeme o ní dokonce možná pochybovat. Ale voňavé jídlo z kvalitních surovin znamená, že zákazník ochutná. Ochutná a díky kvalitě bude spokojen.

Pamatuji dobu, kdy bylo nutné veškeré modely či makety vyrábět fyzicky. To bylo značně časově a finančně náročné. Současné technologie nám dávají do ruky neuvěřitelně mocný a efektivní nástroj v podobě 3D grafiky. Několik posledních let se 3D grafice věnuji vlastně denně. Měl jsem možnost sledovat vývoj těchto několika posledních roků a technologický pokrok má v tomto oboru vsutku raketové tempo rozvoje. Navíc ve 3D vidím obrovský, téměř nedomyšlitelný potenciál. Ať už je to použití 3D v oblasti animovaných 3D vizualizací designu výrobků, využití 3D pro patentovou ochranu nebo pro různé prostorové zobrazování a interakci s uživatelem.

Je asi vidět, že mne 3D grafika chytla za srdce. Nemůžu říci, že bych se věnoval více té či jiné její oblasti. Zajímá mne jako celek, rád se postupně vzdělávám v různých jejích částech od modelování, přes tvorbu všelijakých pohyblivých grafik a animací, až po možnosti renderingu a postprodukce.

Ve své bakalářské práci se nejdříve zamyslím nad vizualizacemi v historickém kontextu. Zamyslím se nad pohnutkami věci zobrazovat, nad účelem takového zobrazování a uvedu několik příkladů. Tolik k obecnému hledisku.

Další část práce bude věnována stručnému popisu historického vývoje počítačové grafiky a 3D softwaru. Zmíním některé důležité historické mezníky a také různé směry, kterými se vývoj ubíral a které vyústily v rozdílné zaměření softwarových aplikací různých výrobců (orientace na výrobu, architekturu, projektování, design, TV a film ...).

Posléze vysvětlím obecný proces tvorby produktových 3D vizualizací, seznámím Vás s důležitými termíny a oblastmi jakými jsou modelování, materiály, svícení, rendering a postprodukce.

V praktické části bych rád poskytl konkrétní příklad tvorby 3D modelu v mnou používaném softwaru Cinema 4D. Nastíním postupně alespoň stručně pracovní kroky nutné pro zdárnou vizualizaci výrobku. Zmíním důležitost vyhledání referencí, popíši modelování a tvorbu UV map pro texturování a skončím ukázkami výsledných obrazových výstupů pro prezentaci. Model historické ruční palné zbraně - revolveru Colt Walker jsem vybral

záměrně, neboť na jeho charakteristice budu v závěru práce demonstrovat některé výhody použití 3D softwaru.

Chtěl bych, aby má práce byla jakýmsi návodem pro ty, kteří chtějí 3D grafiku v oblasti průmyslového designu začít používat. Chtěl bych jim představit jakési know-how, které jim osvětlí základní pojmy, základní přístupy k problematice a pracovní postupy. Chtěl bych také, aby má práce naznačila určité myšlenkové směry pro využití 3D grafiky a 3D animací pro design.

3D grafika je vsuktu obsáhlý obor a je mi trochu líto, že se nebudu moci některým částem (hlavně těm odborným) věnovat více podrobně, přestože by si to zasloužily. Na to bohužel není v rozsahu této práce prostor. Třeba jen problematika renderingu by vydala na několik různých bakalářských či spíše diplomových prací. Přesto uvedení do problematiky může nasměrovat čtenáře tím správným směrem a další podrobnosti si pak již zjistí sám.

V souladu s již dříve uvedeným se tedy rád podělím o své zkušenosti. Podělím, projevíte-li zájem a ponoříte se do čtení následujících kapitol mé bakalářské práce. Bude-li naopak někdo chtít podělit se se mnou o své vlastní pracovní postupy a poznatky, určitě to vítám (*twicem@seznam.cz*).

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VIZUALIZACE V HISTORICKÉM KONTEXTU

Potřeba člověka výtvarně se vyjadřovat je mu vlastní již od dávných časů. Kresba je navíc vždy spojena s myšlenkou, s vnitřním vizuálním obrazem, který vzniká v mysli každého jedince. Jakmile člověk dosáhl takové manuální zručnosti, že byl schopen předměty běžné potřeby dále výtvarně "vylepšit", ihned s tím začal. Jistě zde můžeme domýšlet mnoho pohnutek, které ho k tomu vedly. Mohla to být touha odlišit své vlastní předměty od předmětů někoho jiného (tedy jakási individualizace), ale významnou pohnutkou mohla být také potřeba sdělit někomu informace, předat vlastní nebo získanou ideu. A to formou, která bude příjemci tohoto sdělení srozumitelná.

1.1 Od paleolitu přes renesanci do doby moderní

1.1.1 Období pravěku

Již v období pravěku se setkáváme s výtvarnou činností člověka. Asi nejnámějšími projevy jsou různé jeskynní malby - například malby frankokantaberské oblasti se zvířecími motivy ve španělské jeskyni Altamira (součást Světového dědictví UNESCO) nebo ve francouzské jeskyni Lascaux.[1] Vzhledem k pokusům o zobrazení děje či dramatického výjevu můžeme předpokládat, že již tehdejší tvůrce měl v úmyslu komunikovat, poskytovat určité poselství. Na jeskynní malby je myslím možné pohlížet jako na jakýsi způsob vizualizace vlastních zážitků, představ a dojmů. Nalézáme tedy i spojitost s designem - již tehdy se kresba a malba stává nositelem ideje, myšlenky, stejně jako je později jejím nositelem třeba skica u Leonarda.



Obr. 1: Malba bizona v jeskyni Altamira ve Španělsku
<http://en.wikipedia.org/wiki/File:AltamiraBison.jpg>

Dalšími (a z hlediska historie designu poněkud významnějšími) výtvarnými počiny z období mladšího paleolitu jsou různé pravěké sošky lidí a zvířat, šperky a také rozličné drobné předměty zdobené rytinou, kresbou nebo řezbou, či různé pracovní nástroje.[1]

Právě v tvorbě nejstarších pracovních nástrojů můžeme spatřit vzdálený zárodek budoucí profese designéra. Definujeme-li design jako mentální činnost, při které hledáme vztah mezi formou a funkcí užitkového předmětu, pak jistě nalezneme souvislost. Pravěký člověk musel před skutečnou výrobou předmětu vytvořit ve své mysli jeho mentální předobraz.[2] Tehdejší tvůrce mohl takovouto myšlenkovou představu/vizualizaci poměrně obtížně sdělovat dalším. Existovala pouze v jeho představách. Zhmotněním, tedy skutečnou výrobou předmětu, vznikl ale již vzor, který mohl být napodobován. Formuje se tak další historický předpoklad pro vznik specializované profese designéra - zárodek sériové výroby. V postupném přizpůsobování tvaru pěstních klínů anatomii ruky můžeme zase hledat počátky dnešní ergonomie.[2]

1.1.2 Leonardo - člověk univerzální

Začíná být zřejmé, že i hluboká historie skýtá řadu souvislostí s profesí designéra tak, jak ji vnímáme dnes. Při pohledu od minulosti po současnost se v souvislosti s ní objevuje zejména určitá multioborovost, která je pro práci designéra základním předpokladem. Ten musí při svém uvažování o produktu kombinovat různorodé znalosti - umělecké, estetické, vědecké, technické atd.

Přesně takovou "univerzální" osobností, ve které se snoubí znalosti mnoha vědních disciplín a umění, byl Leonardo da Vinci. Právě období renesance dalo vzniknout novému ideálu takzvaného "renesančního člověka", jak tento humanistický ideál nazvali pozdější historikové. Ideál všestranného univerzálního člověka - *l'uomo universale* - nebyl ale jen výsadou umělců či filozofů, nýbrž se ho snažili dosáhnout i státníci či obchodníci. Leonardo po sobě zanechal neuvěřitelně rozsáhlé dílo, které údajně čítalo přes 100 tisíc kreseb a více než 13 tisíc stran poznámek jeho slavných zápisníků. Bohužel se značná část nedochovala.[3]

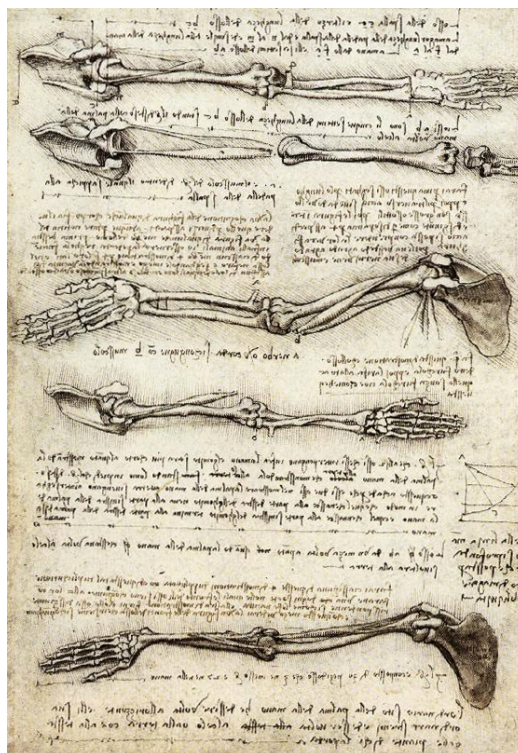
Leonardo byl vybaven výjimečnou pozorovací schopností a vizuální pamětí. Byl si svého nadání vědom, za základní nástroj považoval oko, též k vědeckému poznání přistupoval vizuálně. Byl vynikajícím kreslířem, dokázal své kresby realizovat tak přesně, že je precizností překonal až vynález fotografie o několik století později.[3] Myslím, že jeho způsob uvažování byl neuvěřitelně pokrokový, zejména tím, že se snažil hledat souvislosti. Pozorováním přírody, přírodních jevů, zákonitostí. Nestačilo mu jen vědět *jak* něco funguje. Chtěl vědět *proč* tomu tak je. Při studiu proporcí lidského těla je srovnával s proporcemi renesančních budov, studium svalů a kostí bylo podkladem pro kreslení hnacích soukolí a převodů, proudění vody porovnával s prouděním vzduchu. Měl neuvěřitelnou schopnost vzájemně propojovat myšlenky a poznatky. A všechny je zaznamenával ve svých kresbách. Jeho kreslířská zručnost mohla co do rychlosti dokonce soupeřit s jeho zrakem.[3]

Své kresby opatřoval poznámkami, které psal zrcadlově - zprava doleva. Nešlo asi o původní záměr, přestože byl levák, uměl zřejmě psát oběma rukama a oběma směry. Ale

psaní zprava doleva pro něj bylo možná pohodlnější. Navíc tento způsob šifrování vyhovoval jeho tajnostkářské povaze. Své poznatky totiž považoval za své intelektuální vlastnictví a kapitál. Byly pro něj základem jeho schopností v konstruování strojů a jevištních scén, obával se, že kdyby je s někým sdílel, snížilo by to jeho šance na získání trvalého zaměstnání a pravidelných příjmů.[3] Myslím, že v tomto jeho počínání můžeme vidět jakýsi vlastní systém patentové ochrany.

1.1.3 Leonardovy anatomické a technické kresby

Rád bych zde zmínil dvě konkrétní oblasti Leonardovy tvorby a uvedl je v souvislost s funkcemi, které dnes plní moderní 3D grafika. Jedná se o Leonardovy anatomické kresby a také kresby technické (mechanismy, stroje). Jeho pojetí anatomických kreseb bylo natolik radikální, že zůstalo téměř tři století nepřekonáno. Jeho přístup byl skutečně novátorský, poznatky získané při mnohých anatomických pitvách prezentoval s neuvěřitelnou přesností a detailností. Zavedl například zobrazování tělesné stavby z několika pohledů, kreslil různé řezy a zvětšené detailní pohledy, zachytil postupné odstraňování vrstev svalů, aby vynikla hloubka orgánu. Leonardo o svých anatomických kresbách (nazýval je "demonstrace") prý hrdě prohlašoval, že přinášejí takové poznání nejrůznějších tvarů, jehož nemohou starověcí ani moderní pisatelé dosáhnout, aniž by vynaložili nesmírné množství času.[3]



Obr. 2: Jedna z Leonardových anatomických kreseb - mechanika paže
http://en.wikipedia.org/wiki/File:Studies_of_the_Arm_showing_the_Movements_made_by_the_Biceps.jpg

Stejně výhody, které měly tyto anatomické kresby, přináší i moderní 3D grafika. Možnost podívat se na jeden stejný model z různých pohledů, schopnost zaměřit se na detail či možnost dostat se pohledem do "nitra" modelu - vše lze provést relativně v krátkém čase a bez vynaložení zbytečného úsilí. Samozřejmě to není až tak jednoduché - vytvořený model musí být zhotoven v dostatečných detailech, aby umožnil požadované přiblížení kamery. Jinými slovy - Leonardovi by se současnou technologií stačilo vytvořit jeden precizní 3D model (který beztak musel mít dokonale ve své vizuální paměti uložen) a různé úhly pohledů a záběry detailů by již snadno vytvořil několika kliknutími myši (v Leonardově případě zřejmě spíše tabletu).

Ohledně kreseb technických zmiňuje Fritjov Capra ve své knize[3] také to, že tyto kresby měly dokonale zvládnutou perspektivu a jemné podání světla a stínu. Na rozdíl od kreseb dalších renesančních konstruktérů je na Leonardových kresbách prezentováno množství mechanických prvků s neuvěřitelnou přesvědčivostí. Podle historika umění Daniela Arasse se Leonardovy kresby lišily právě tím, že byly včleněny do kontextu, ukazovaly konkrétní podobu objektů a dokázaly tak diváka přesvědčit o solidnosti a realizovatelnosti autorových návrhů.[3]

Tento faktor přesvědčivosti je myslím také jedním z přínosů, které přináší oboru designu současná 3D grafika. Snaha neustále zlepšovat 3D software tak, aby bylo dosahováno fotorealistických výstupů, znamená lepší uvěřitelnost. Můžeme vidět výsledný výrobek na fotografii ještě dříve, než se vůbec začne vyrábět. Při pohledu na něj z různých úhlů můžeme lépe pochopit jeho podstatu, jeho funkčnost. Stejně, jako se o zachycení podstaty věci snažil ve svých kresbách Leonardo. Můžeme si uvědomit určité nedostatky a můžeme se vyvarovat určitých chyb dříve, než je vyroben prototyp či dokonce zhotoveny tisíce kusů. Ale zpět do historie.

1.1.4 Syntéza vědy a umění

Pro Leonarda byla typická syntéza vědy a umění. V době renesance se slovo *arte* vnímalo jako dovednost, slovo *scientia* bylo chápáno jako vědění - teorie. Leonardo vždy zdůrazňoval, že umění (*arte*) musí být vždy podepřeno vědou (*scientia*) - tedy důkladnou znalostí živých forem a intelektuálním pochopením jejich podstaty. Třetím prvkem této syntézy byla *fantasia* - tvůrčí představivost (nejen umělce, ale jako obecná vlastnost lidské mysli). Leonardo nazýval veškeré lidské výtvořiny "vynálezy", ať už šlo o výtvořiny řemeslné nebo umělecké. Sám o sobě hovořil jako o vynálezci.[3] Fritjov Capra to dále ve své knize *Věda mistra Leonarda*, ze které jsem čerpal některé své poznatky, popisuje takto:

"Leonardo o sobě po celý svůj život mluvil jako o vynálezci. Podle jeho názoru je vynálezcem člověk, který vytváří řemeslné výrobky nebo umělecká díla sestavováním nejrůznějších prvků do nové konfigurace, jaká v přírodě neexistuje. Tato definice se velmi přibližuje významu našeho pojmu "designér", který v době renesance neexistoval. (Leonardův termín disegnatore, který se někdy nesprávně překládá jako "designér", vždy označuje "kresliče"; lepším ekvivalentem pro "designéra" je jeho termín compositore.)" [3]

Domnívám se, že výše zmíněné koresponduje s tím, jak vnímáme moderní profesi designéra dnes. Současní špičkoví designéři se mnohdy pohybují vlastně velmi blízko hranice vynalézání. Hledají nové pohledy na věc, řeší, jak udělat určitou věc jiným způsobem, ale zároveň tak, aby bylo dosaženo stejné či lepší funkčnosti. Používají své umělecké schopnosti, zapojují svou fantazii, svou tvůrčí kreativitu, ale zároveň se neobejdou bez velmi dobrých znalostí moderních technologií a bez vědy. Opět dostává slovo již výše zmíněné arte - scientia - fantasia. Znovu to potvrzuje i Capra, který píše:

"Dobří designéři dokáží myslet systémově a jsou schopni syntetizovat. Mají skvělou představivost, výtečně umějí sestavovat již známé prvky do nových konfigurací, vytvářet nové vztahy, a dokáží tyto své duševní pochody sdělovat prostřednictvím náčrtů v téměř reálném čase. To vše Leonardo samozřejmě velmi dobře uměl. A navíc měl ještě zvláštní schopnost vnímat a řešit technické problémy (což je další rozhodující vlastnost dobrého designéra), a po pravdě řečeno, bylo to pro něj takřka naprosto přirozené."[3]

Leonardo asi netušil (i když při jeho pokrokovém smýšlení možná ano), že o několik století později se věda, respektive technika ve formě počítačů, stane tak hojně využívaným, a dnes již zcela nezbytným, nástrojem a pomocníkem designérů a vlastně umělců obecně. Právě toto prolínání umění a vědy je fascinující i pro mne. 3D grafika je jistě výrazně technickým oborem. Vždy jsem intuitivně cítil, že právě tyto technické aspekty mne přitahují, že se v nich dokáží rychle orientovat, že jsou mi vlastní. Naprosto nerozdílně mne však přitahuje a je mi vlastní touha tvořit krásné věci, touha po uměleckém vyjádření. Často jsem se setkal s názorem, že tyto dva póly jsou protichůdné a že člověk s technickým nadáním nemůže být umělcem a naopak. Zdá se, že Leonardo sám sebou potvrzuje, že umělec s fantazií, jehož dovednosti jsou podepřeny technickými znalostmi, může být nejen umělcem, ale dokonce umělcem geniálním.

Jeden z nejdůležitějších odkazů mistra Leonarda je zřejmě ten, na který v závěru své knihy Matematika a Mona Lisa upozorňuje její autor Bülent Atalay:

"Leonardo dokázal vytvořit zcela univerzální a dodnes platný model, který spočívá v nacházení spojitosti a syntézy odlišných intelektuálních světů."[4]

Používání této metody prý nikoho z nás neučiní dalším Leonardem, nicméně zcela jistě nám prý pomůže být kreativnějšími a efektivnějšími lidmi. Atalay uvádí několik obecně platných postřehů, které považuji za moudré a za vhodné k uzavření kapitoly o Leonardovi:

"Nepovažuj nic za dané, vše nejdříve pečlivě zkoumej a posuzuj. Nikdy nepolevuj v úsilí o osobní rozvoj, bez ohledu na to, v jakém stadiu života se právě nacházíš. Neustále čti, ale čti pozorně; vyhledávej si slova, která neznáš, aby sis rozšířil slovní zásobu. Nos s sebou malý zápisník a kresli si náčrtky (dokonce i když jsi přesvědčen, že neumíš kreslit). Kreslení náčrtků tě učiní lepším pozorovatelem. Pozoruj jako vědec, cíť jako umělec."[4]

1.1.5 Most do doby moderní

V průběhu přípravy této bakalářské práce se mi dostala do rukou velmi zajímavá publikace, která mi na tomto místě poslouží jako vhodné přemostění z minulosti do současnosti. Vztahuje se opět k Leonardovi, ale zároveň také k 3D grafice. Kniha nese název Leo-

nardovy stroje: Tajemství a vynálezy z kodexů Leonarda da Vinciho.[5] Je dokonalou demonstrací toho, že Leonardovy vynálezy mohou díky moderním technologiím ožít. Tato publikace vlastně plní stejný účel jako Leonardovy kresby. Jak již bylo řečeno výše, ty se vyznačovaly zejména svou přesvědčivostí. Myšlenka byla převedena do papírové kresby tak přesvědčivě, že jí divák uvěřil. Ve zmíněné knize je výtvarno Leonardových kreseb převedeno do moderního prostorového vyjádření - třírozměrných digitálních modelů Leonardových strojů. Publikace tak k soudobému čtenáři "promlouvá" výtvarným jazykem, který je mu bližší a lépe pochopitelný. Leonardovým strojům tak může porozumět třeba i čtenář v oblasti dějin umění (či v jiném oboru, kterého se kresba týká) nevzdělaný. V předmluvě knihy tuto mou domněnku potvrzuje ředitel Institutu a muzea dějin vědy ve Florenci - Paolo Galluzzi, když píše:

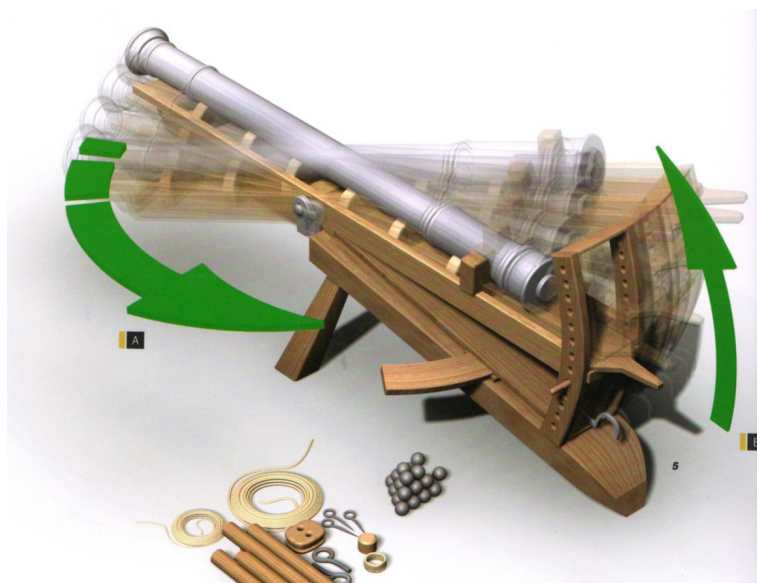
"... tímto způsobem lze dosáhnout cíle, aby i čtenář, který se v daném oboru vůbec nevyzná, dokázal složité Leonardovy nákresy a návrhy pochopit. ... Díky neobyčejnému grafickému zpracování strojů, ..., se objevné náčrtky, jimiž Leonardo ilustroval své rukopisy, ..., stávají všeobecně srozumitelnými."[5]

Dále vyjadřuje názor, že tato výjimečná publikace umožnila naplnit jeden z Leonardových záměrů - poskytnout lidem přesná, ale zároveň také dokonale srozumitelná schémata uspořádání a stavby neobyčejně složitých mechanismů. Leonardo používal širokou škálu různých grafických prostředků, aby tohoto cíle dosáhl. Patřilo sem například používání půdorysu a bokorysu, průhledné zobrazování, detailní zobrazení součástí, různé stínování, schématické načrtnutí siločar a podobně.[5]

O tom, že převedení Leonardových strojů do 3D podoby Paola Galluzziho zřejmě uchvátilo, svědčí i jeho následující velkorysá poznámka:

"Současně tyto rozebrané a průhledně zobrazené stroje, jež jsou moudře "rozloženy", tak aby bylo možno pozorovat i mechanismy skryté uvnitř, konkurují co do krásy a okouzlení čtenářů originálním Leonardovým nákresům: možná nejsou tak čarovně sugestivní jako dokumenty napsané nenapodobitelnou mistrovou rukou, ale zase je překonávají, pokud jde o didaktickou a vysvětlovací účinnost."[5]

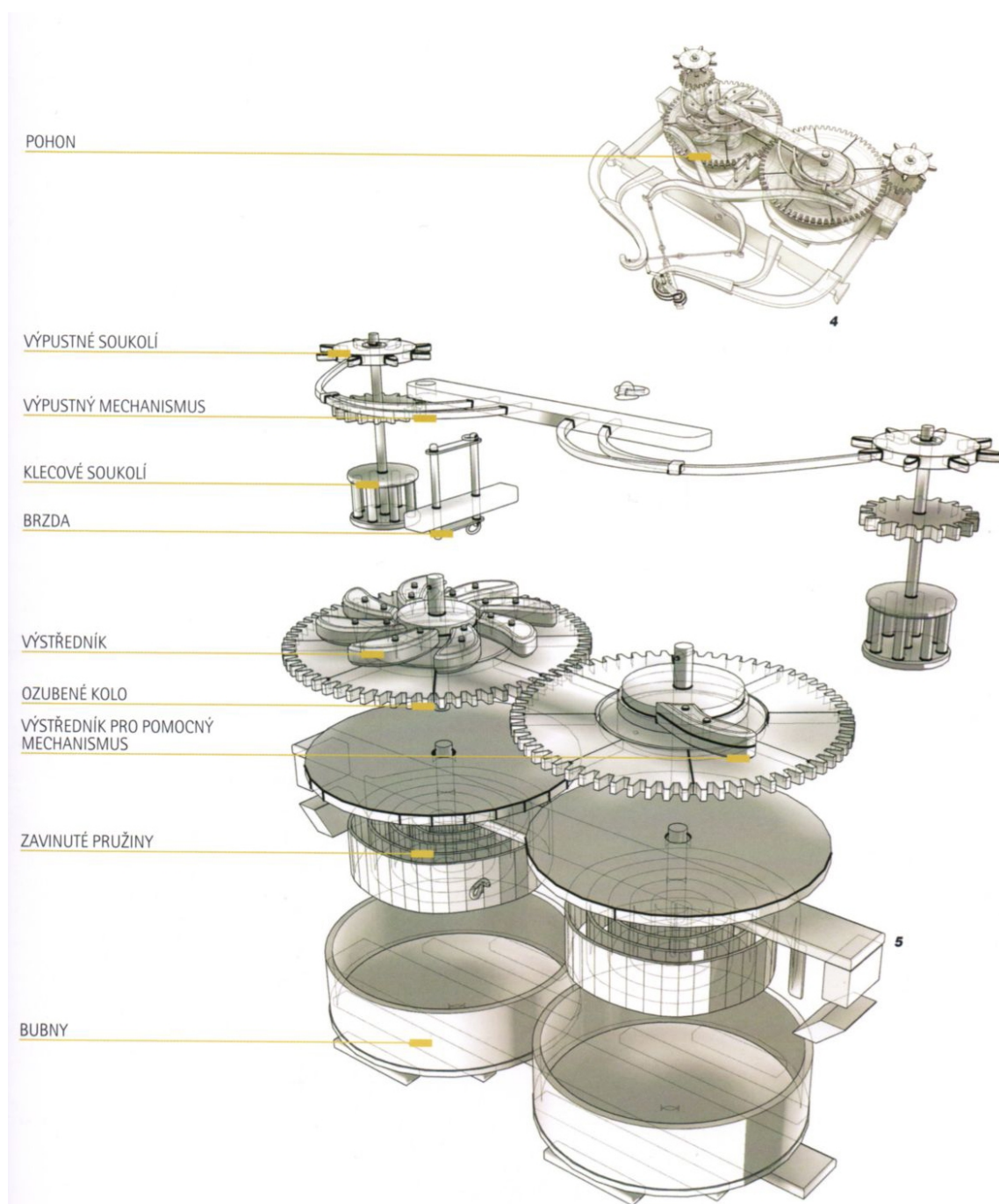
I to dokumentuje, jak silným nástrojem může být současná 3D grafika, pokud se použije odborně a s využitím znalostí z historie a z dalších vědních oborů. Podle mého je tato publikace vskutku unikátní a to zejména proto, že se autoři nechali inspirovat nejen obsahem Leonardových kreseb, ale také jím používanými způsoby zobrazování. Ve své knize tak použili například určitý druh morfování (*morphing*): některé mechanické části strojů jsou zachyceny ve více polohách (třeba otočné rameno v různých stupních rotace).



Obr. 3: Leonardova ručnice - průhledné morfování naznačuje funkčnost tohoto stroje[5]

Divák tak lépe chápe funkčnost takto zobrazeného stroje. Obdobný způsob zobrazování používal také Leonardo, když pomocí řady navzájem propojených statických obrazů znázorňoval pohyby, které stroj či jeho součástka provádí.[5] Toto rozfázování pohybu přímo nabádá k tomu, abychom se zamysleli nad další možnostmi, kterou 3D nabízí, animovanými vizualizacemi. Jak je zřejmé z předchozích konstatování, už pouhé naznačení pohybu ve statickém snímku znamená pro čtenáře lepší pochopitelnost funkčnosti zařízení. Je mi jasné, že animace bude mít na diváka ještě daleko popisnější účinek. Jsem přesvědčen, že právě v oblasti animací v průmyslovém designu nastane v blízké době prudký rozvoj. Sám se snažím tuto oblast nejen zkoumat, ale i prosazovat u klientů.

Také u dalších obrazových výstupů šli autoři v Leonardových stopách a využili možnosti 3D grafiky například ke zobrazení strojů ve stavu rozloženém na jednotlivé součástky; využili možnosti průhledného zobrazení, abychom viděli "dovnitř" strojů; využili přidání postav, aby bylo více zřejmé, jak by měl být stroj užíván v praxi; využili vsazení vynálezu do prostředí, ve kterém bude aplikován, abychom lépe pochopili jeho měřítko. To vše jsou jen některé z možností, které skýtá moderní 3D grafika, respektive moderní počítačová vizualizace.



Obr. 4: Schematické znázornění mechanismů takzvaného Leonardova automobilu[5]

V publikaci najdeme rozličné 3D vizualizace Leonardových vynálezů - stroje létací, válečné, vodní, pracovní, ale také scénická zařízení či hudební nástroje. Právě výše vyobrazený Leonardův "automobil" byl zřejmě ve skutečnosti scénickým zařízením, vynalezeným pro vytváření speciálních efektů na dvorských večírcích.[5]

To už nás ale 3D grafika zavedla až do doby moderní. Pojd'me se tedy krátce podívat na její historii. K tomu nám postačí výlet do nedaleké minulosti.

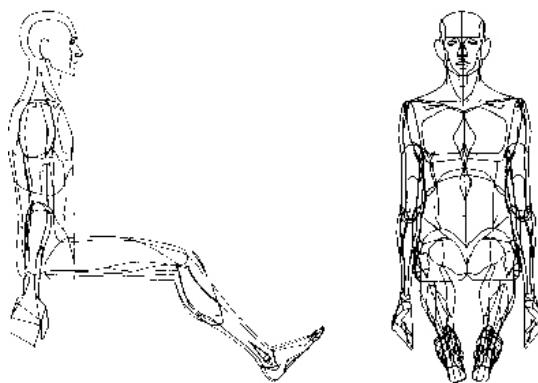
2 HISTORIE 3D GRAFIKY A VÝVOJ 3D SOFTWARE

Počítačová grafika nezahrnuje samozřejmě pouze prostorovou čili tří-dimenzionální neboli 3D grafiku. Ještě dříve, než se objevila a rozvinula samotná 3D grafika ve svých rozličných oborových mutacích, byla zde plošná počítačová grafika (2D grafika). Tyto segmenty počítačové grafiky (2D a 3D) nyní existují vedle sebe, ale jejich vývoj má společný historický základ logicky spojený s vývojem počítačů. A pokud bych šel ještě hlouběji, tak úplným základem počítačové grafiky je věda - matematika, optika, fyzika.

Zmínil bych zde tedy některé historické mezníky, které považuji pro vývoj 3D grafiky za důležité. Spíše než abych zde uváděl podrobný výčet historických událostí, které formovaly počítačovou grafiku, uvedu některé zajímavosti a budu se snažit hledat a upozorňovat na určité souvislosti. Je vhodné si například uvědomit, že v současnosti většinou ještě stále platí, že při práci na počítači jsou veškeré obrazové informace interpretovány do dvourozměrných obrazů. Pokud pracujeme například v rozhraní 3D softwaru, vnímáme sice třírozměrný model, ten je ale na monitoru zobrazen pomocí obrazových bodů (pixelů) - tedy v každém aktuálním okamžiku pouze jako 2D obraz. A totéž platí vlastně pro veškeré obrazové výstupy - musíme provést takzvaný rendering, tedy zjednodušeně řečeno vlastně přepočítání ze 3D prostoru do výsledného 2D snímku. O tom ale až později. Co je to tedy vlastně počítačová grafika? Vzhledem k tomu, že česká literatura mapující podrobněji historii 3D grafiky není myslím k dispozici, posloužily mi jako hlavní vodítka výukové materiály Dr. Wayne Carlsona z The Ohio State University, které jsou dostupné na internetu.[6]

2.1 Počítačová grafika - CG a CGI

Píše se rok 1960 a na scéně se poprvé objevuje termín počítačová grafika - computer graphics (CG). Vznik tohoto výrazu je připisován Williamu Fetterovi (1928-2002). Fetter byl art directorem a průkopníkem počítačové grafiky pracujícím pro Boeing. Právě pro popis toho, co dělá v Boeingu, použil termín počítačová grafika (sám Fetter prohlásil, že termín mu byl ve skutečnosti předán jiným pracovníkem Boeingu Vernem Hudsonem). Světlo světa tak spatřil jeden z kultovních obrázků rané historie počítačové grafiky - často označovaný jako "Boeing Man", samotným Fetterem nazývaný "First Man", který není ničím jiným než počítačem vytvořeným vyobrazením sedící lidské postavy. (Fetterova práce v Boeingu byla zaměřena na ergonomickou analýzu).



Obr. 5: William Fetter - Boeing Man
https://design.osu.edu/carlson/history/tree/images/pages/fetter_gif.htm

O deset let později zasáhl Fetter do dějin počítačové grafiky znovu. Využití jeho postavy "First Mana" v reklamě pro firmu Norelco roku 1970 bylo zřejmě prvním použitím počítačové grafiky v TV reklamě.[6]

V odborné terminologii se můžeme setkat vedle pojmu CG také s pojmem CGI - tedy computer-generated imagery. Ač oba z termínů označují de facto stejné věci (grafiku vytvořenou počítačem), je podle mého názoru termín CG poněkud širší, označuje veškeré formy manipulace a interpretace obrazových dat za pomoci specializovaného softwaru a hardwaru. Je to ale asi jen otázka drobných nuancí smyslu dle toho, jak je kdo zvyklý dané pojmy používat. CGI je pojmem užším, dosti často používaným v užším spojení s 3D grafikou, například s vyrenderovanými záběry pro film. Jedná se vlastně o aplikaci CG v konkrétních oborech jako jsou například vizuální efekty pro film, architektonické vizualizace či různé simulátory. Pokud se dozvíme, že určitá fotografie nebo záběr jsou "CGI", je nám jasné, že pro nafocení takového snímku nebo natočení takového záběru nebyl použit klasický fotoaparát či klasická filmová kamera, ale že byly pořízeny digitálně (ve smyslu výstupního renderu z 3D aplikace). Abych byl úplný, CGI se někdy zkracuje také na CG (Computer-generated) a doplním ještě také to, že CGI může být ve formě statické (fotografie) i pohyblivé (animace - computer animation).

Označení "grafika vytvořená počítačem" je myslím vhodné brát s rezervou, spíše by se hodilo označení "grafika vytvořená za pomoci počítače" - rozvinutá umělá inteligence není zatím zrovna příliš běžná a představa, že by si počítače ve volných chvílích vytvořily pro potěchu nějakou tu počítačovou grafiku, je stále spíše nereálná. Současná CG je tak vždy vytvořena nějakým člověkem (případně jeho zásahem) - umělcem nebo minimálně programátorem (pokud vezmeme v úvahu například různé fraktálové kresby) - pouze "za pomoci" počítače.

Poměrně často uvádím a budu uvádět anglické názvy a zkratky. Důvody pro to jsou dva. Prvním je skutečnost, že české překlady nemusí být zcela výstižné, a druhý vlastně vyplývá z prvního - odborníci v oblasti 3D grafiky v komunikaci mezi sebou často raději volí anglické termíny. A také často komunikují s kolegy na zahraničních fórech, se zahraničními

zákazníky a je zde ještě jeden důvod - některé softwarové aplikace nejsou do češtiny lokalizované vůbec. Pokud je mi ale český termín znám, vždy se jej snažím uvést.

2.2 Computer-aided design - CAD

Pro vznik a vývoj prostorové počítačové grafiky (3D) jako specificky vyděleného oboru počítačové grafiky byly důležitým historickým mezníkem takzvané CADovské aplikace (softwary). Zkratka CAD znamená computer-aided design (počítačem podporovaný design) a asi nejmýstižnější české pojmenování by bylo "počítačové projektování" či "počítačové navrhování". V počátcích tyto programy neměly mnoho společného s 3D grafikou, jednalo se o programové balíky, které umožňovaly tvorbu technických výkresů (namísto kreslení na rýsovacím prkně). V počátcích vývoje CAD systémů vznikaly tyto zejména kvůli specifickým požadavkům specializovaného průmyslu, který je sám vyvíjel - příkladem může být například letecký průmysl (Boeing, Lockheed), průmysl automobilový (General Motors) nebo astronautika. Jedním z vynikajících programů té doby byl třeba DAC (Design Augmented by Computer) - společný projekt General Motors a IBM.[6]

Pomyslným historickým počátkem vzniku CAD je rok 1963, kdy byl publikován kreslicí program Sketchpad vyvinutý Ivanem Sutherlandem. Sutherland pracoval na své dizertační práci - jejímž tématem Sketchpad byl - v MIT (Massachusetts Institute of Technology). Tam na počítači TX-2 experimentoval s interaktivní počítačovou grafikou vytvářenou přímo na obrazovce pomocí světelného pera, aby vytvořil systém pro navrhování mechanických součástí. Sketchpad je považován za předka moderních CADů.[6]



Obr. 6: Ivan Sutherland při práci s programem Sketchpad

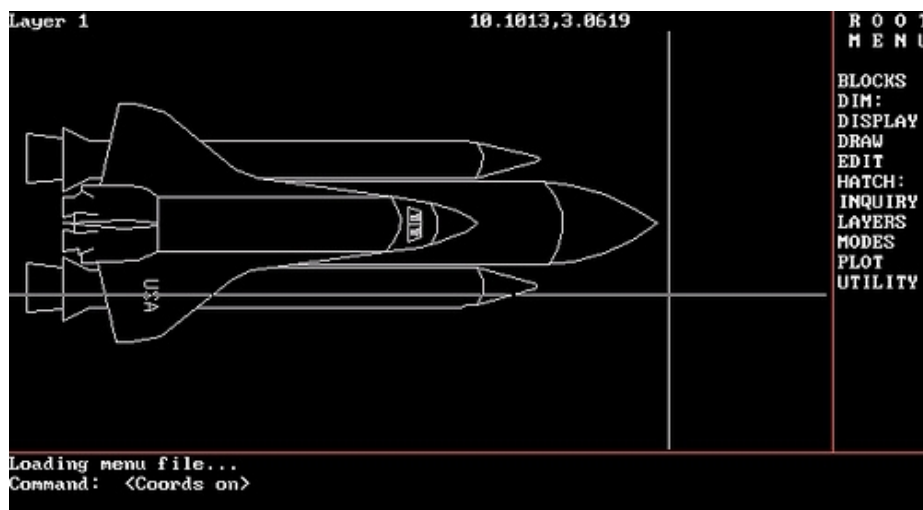
<https://design.osu.edu/carlson/history/images/ivan-sutherland.jpg>

Na tomto místě bych rád vysvětlil, jak vnímám historickou roli CAD softwarů pro vývoj celého oboru počítačové 3D grafiky. Podle mého názoru existují v podstatě dva základní směry, kterými se moderní 3D grafika vydala. Jistě, vše je v zásadě o zobrazování 3D

objektů. To ano. Ale jeden směr, který lze vysledovat, je směrem více technickým, orientovaným na výrobu a projektování. Případně na různé vědní disciplíny. Sem patří CADovské a jim příbuzné softwarové aplikace, ale také využití 3D prostředí pro různé fyzikální simulace procesů (například meteorologie, seismologie atd.).

Druhý směr je směrem převážně orientovaným na vizuální stránku (vizualizace a animace), směrem, který má více společného s uměleckým vyjadřováním. I když zejména v oblasti designu, ale také v dalších oblastech, jakými jsou například různé medicínské či architektonické vizualizace, se oba zmíněné směry velmi často prolínají.

CADovské softwary byly primárně určeny pro zhotovování technických výkresů. Výkresy bylo možné vytisknout na velkoformátových plotterech a byla tak strojově automatizována zdoluhavá práce konstruktérů a kresličů. Od nárysů, půdorysů a bokorysů zachycených v technických výkresech byl již jen krůček k interpretaci do třírozměrných objektů. Ze strany uživatelů a zákazníků vyvstal přirozený požadavek vidět projektované stavby, strojírenské součástky či jiné navrhované výrobky prostorově. Vytvořil se tak nezbytně nutný vývojový stupeň pro budoucí rozvoj počítačové 3D grafiky. CADy byly postupně obohacovány o nové funkce, které toto prostorové zobrazování uvedly v život.



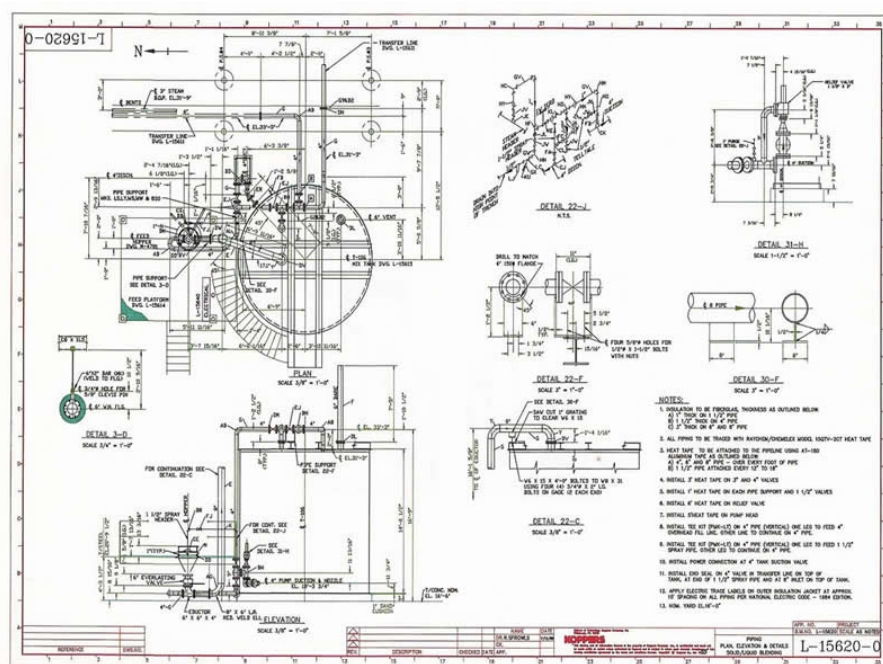
Obr. 7: Snímek obrazovky AutoCADu verze 2.18 z roku 1985
<http://www.flickr.com/photos/btl/3972878674>

Pro úplnost bych zde měl zmínit ještě další způsoby využití CAD softwarů. Digitalizovaná data je možné přímo zasílat například do CNC obráběcích strojů (počítačem řízené soustruhy a podobně). Také na tomto příkladu je vidět úzká spojitost CADů s výrobou a průmyslem. V neposlední řadě je tato spojitost zřejmá i z dalších zkratk oborů z rodiny CAD/CAM/CADD/CAE, které zde uvádím pro úplnost:

CAM - computer-aided manufacturing (výroba)

CAE - computer-aided engineering (inženýrská činnost)

CADD - computer-aided drafting and design (projektování, navrhování)



Obr. 8: Ukázka technického výkresu z AutoCADu 2.1 (cca 1985)
<http://www.flickr.com/photos/btl/47463318>

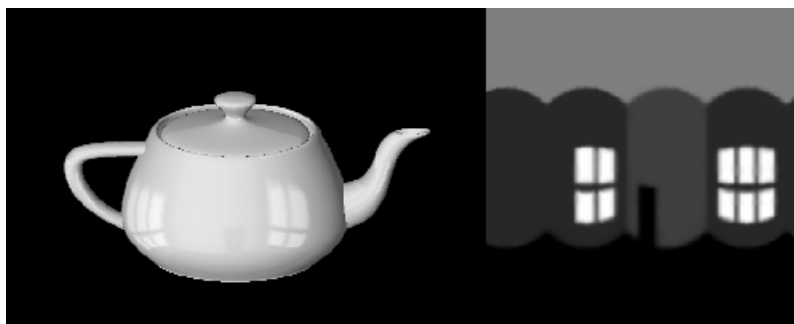
CADy samozřejmě existují i v současnosti a slouží stále k projektování architektury, k navrhování součástek, k ovládání soustruhů a výrobních linek. Vedle toho ale vznikly specializované softwary, které jsou primárně určeny k tvorbě statických vizualizací a animací, které umožňují tvorbu fotorealistických nebo dokonce výtvarně stylizovaných renderů. Ke slovu se tak dostává onen druhý - více kreativní a umělecký okruh počítačové 3D grafiky.

Příkladem, který vhodně vymezuje tyto dvě oblasti, je právě průmyslový design. Designér musí navrhnout výrobek, který bude možné vyrobit. Musí zohlednit výrobní technologie, vlastnosti materiálů a podobně. K tomu je možná vhodné použití nějakého CADu, ale zohlednění všech těchto aspektů již ve fázi návrhu může být pro kreativitu příliš svazující či dokonce ubíjející. Myslím, že ve fázi návrhu je vhodné se oprostit od všech limitů a rozehrát pouze svou fantazii a kreativitu. K tomu může výborně posloužit moderní 3D software. Designér zde může zhotovit 3D model výrobku stejně, jako je zvyklý své myšlenky vizualizovat formou skic (ať už na papíře nebo pomocí tabletu a Photoshopu). S touto výhodou, že model je oproti skice prostorový a je možné s ním manipulovat v prostoru, vidět jej z různých úhlů a podobně. 3D model můžeme také snadno vizualizovat a provádět potřebné konzultace se zadavatelem. Po finalizování estetického záměru je pak již možné použít CAD a orientovat se dále již detailně na konstrukční aspekty. Ve většině případů myslím půjde požadované konstrukční prvky aplikovat na již vytvořený kreativní design.

A je zde ještě jedna výhoda. Oproštění se od stereotypů a limitů může při navrhování přivést designéra k neotřelému nápadu, či dokonce k netradičnímu konstrukčnímu řešení.

2.3 Věda - hlavní hybná síla 3D grafiky

Postupně si začínám stále více uvědomovat, jakým vizionářem Leonardo byl, jak jsou jeho myšlenky živé. Moderní 3D grafika je vlastně nádherným příkladem syntézy vědy a umění. Je to obor, který úžasně propojuje matematiku, různé vědní obory, techniku, počítače a umění. Od konce 60. let 20. století hrál v jeho rozvoji hlavní roli zejména základní a aplikovaný výzkum. Důležitými středisky výzkumu byly například: již výše zmíněný MIT, dále pak Harvard, Bell Labs, University of Utah či Ohio State University.[6] Postupně tak byly vynalezeny všechny důležité algoritmy a teoretické báze pro vznik funkcí, které jsou dnes běžnou součástí 3D softwarů. Některé z těchto funkcí budu popisovat v další části mé bakalářské práce. Za každým z těchto algoritmů, objevů či za každou z těchto funkcí stojí nějaký člověk, nějaké jméno z historie. Každý, kdo přijde do styku s 3D grafikou, dříve či později narazí na jména jako jsou Catmull, Clark, Parke, Phong, Blinn či Goraud. Jim (a mnohým dalším zde nezmiňným) vděčíme za to, že známe pojmy jako jsou *subdivision surfaces* (dělené povrchy), *Z-buffer* (mapy hloubky Z), *reflection maps* (mapy odrazivosti), *texture mapping* (mapování textur), *phong shading* (phong stínování), *bump mapping* (mapování hrbolatosti) nebo *splines* (křivky).



Obr. 9: Ed Catmull - reflexní mapy (mapy odrazivosti)
<https://design.osu.edu/carlson/history/lesson20.html>

Těch jmen je opravdu velká spousta, za všechny zde zmíním pro mne inspirující postavu Dr. Edwina Earla Catmulla, Ph.D. Okouzlen Disneyho filmy snil v mládí Catmull o tom, že se stane animátorem celovečerních animovaných filmů. Rozhodl se ale jinak. Posoudil prý své šance realisticky a usoudil, že jeho talent leží jinde než ve filmovém průmyslu - v matematice. Vystudoval fyziku a počítačové vědy na University of Utah. Po absolvování univerzity krátce pracoval v Boeingu a v NYIT (New York Institute of Technology), později, na podzim roku 1970, se ale vrátil na univerzitu v Utahu k postgraduálnímu studiu. Zde byl studentem Ivana Sutherlanda, stal se členem ARPA programu. (Pozn. ARPA - Advanced Research Project Agency - agentura amerického ministerstva obrany odpovědná za vývoj nových vojenských technologií). Jeho kolegy v té době byli například Fred Parke (první polygonový model lidské tváře), James Clark (spoluzakladatel Silicon Graphics) nebo John Warnock (spoluzakladatel Adobe).

Catmull viděl v Sutherlandově programu Sketchpad a obecně v novém oboru počítačové grafiky hlavní základ pro budoucnost animace. Tento obor totiž v sobě spojoval jeho lásku k technologiím a k animacím. Od té doby byla jeho hlavním cílem snaha vytvořit počítačem animovaný film. V průběhu svého působení na University of Utah přišel s několika podstatnými objevy, které používá moderní 3D grafika dodnes. Objevil například *texture mapping* (mapování textur, texturování), vynalezl algoritmy pro *anti-aliasing* (vyhlazování) nebo pro *subdivision surfaces* (dělené povrchy - vyhlazování, zaoblování polygonové sítě).

V roce 1972 vytvořil spolu s Fredem Parkem počítačem animovaný film "A Computer Animated Hand". Pro vývoj 3D je důležité zejména to, že se jednalo o digitalizovaný model Catmullovy levé ruky. Polygonová síť byla nakreslena na reálný model inkoustem a digitalizována (ukázkou digitalizace můžeme vidět ve filmu a můžeme si ji pro zajímavost porovnat se současnou technologií 3D skenerů). Vzniklý počítačový polygonový 3D model byl následně pracně animován programem, který Catmull napsal. Stejně tak můžeme v uvedeném filmu shlédnout Parkovy animované lidské tváře. Fragменты z tohoto filmu byly použity roku 1976 ve filmu Futureworld. Jedná se vůbec o první použití počítačové 3D grafiky ve filmu, v podstatě o první případ úspěšné třírozměrné pohyblivé vizualizace.



Obr. 10: Catmull a Parke - A Computer Animated Hand - záběr z filmu

<http://www.youtube.com/watch?v=Jjbax5HYHLQ>

Ukázku Catmullova a Parkova filmu je možné vidět zde:

<http://www.youtube.com/watch?v=Jjbax5HYHLQ>

Použití záběrů ve filmu Futureworld pak zde:

<http://www.youtube.com/watch?v=QfRAfsK5cvU>

V roce 1974 Catmull přijal nabídku a stal se ředitelem laboratoře počítačové grafiky v NYIT. Později pracoval pro George Lucase, který právě objevil úžasný potenciál 3D grafiky. V roce 1979 se Catmull stal viceprezidentem divize počítačové grafiky společnosti Lucasfilm, pomáhal zde vyvinout například systém digitální kompozice. Dále, když roku

1986 digitální divizi Lucasfilmu koupil Steve Jobs a založil Pixar, se Catmull stal jeho technickým ředitelem. V Pixaru byl hlavním vývojářem dnes už světoznámého renderovacího systému RenderMan. [7]

Úžasné je, že Catmull nakonec dosáhl přesně toho, o čem snil již v mládí. Ed Catmull je v současnosti prezidentem Pixar Animation Studios a Walt Disney Animation Studios a podílel se na vzniku mnoha celovečerních animovaných filmů. Pro obor 3D grafiky je ale myslím nejpodstatnější jeho vědecký přínos oboru.

Když si představím všechny vědce, inženýry a programátory v MIT a v dalších výzkumných centrech, musely to být nádherné časy. Objevovali věci, které se tehdy možná zdály jako čiré fantazírování, a přesto se v budoucnu ukázalo, že právě díky nim došlo v oboru k zásadnímu pokroku. Existuje poměrně zažitá (a myslím, že zcela evidentně mylná) představa, která označuje vědce za bytosti bez kreativity a fantazie. Svou neuvěřitelnou fantazii a kreativitu ale již prokázali minimálně tím, že dali vzniknout nástroji, který pomáhá umělcům v jejich tvůrčím vyjadřování. Jak píše Bülent Atalay:

"Pro matematiky a fyziky je nepopíratelné, že v matematice je vnitřní krása - estetika matematiky." [4]

Stačí si vzpomenout na Fibonacciho posloupnost, která popisuje "božský poměr" - zlatý řez a víme, o čem je řeč. Syntéza vědy a umění přináší úžasné výsledky. Věda a umění jsou větvemi stejného stromu.[4]

Díky vědcům máme tedy v rukou neuvěřitelně efektivní nástroj v podobě 3D softwaru. Je jen na nás, jak jej využijeme. Pojd'me se tedy blíže podívat, jak na to.

3 SOUČASNÁ 3D GRAFIKA

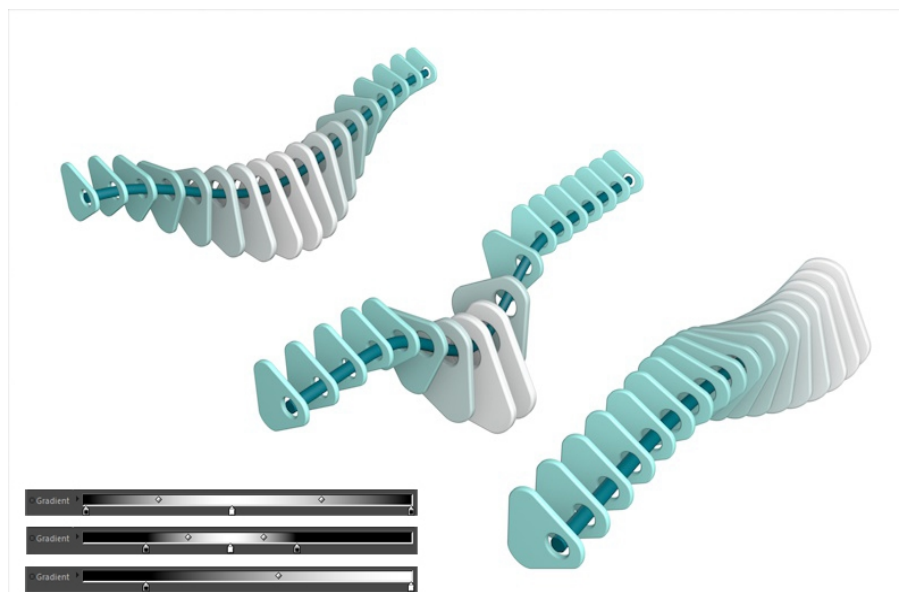
V této kapitole mé bakalářské práce bych rád představil obecný postup tvorby vizualizací ve 3D. Nejprve uvedu přehled nejčastěji používaných softwarů současnosti a zmíním jejich specifika. Projdu také postupně veškeré části tvorby 3D vizualizace od modelování až po finální rendering a postprodukcí. V rámci těchto jednotlivých částí se pokusím seznámit vás alespoň stručně s některými odbornými termíny, používanými ve 3D, jako jsou primitiva, meshe (meše), NURBSy a další. Protože používám 3D software Cinema 4D, budou některé popsání funkce vycházet z něj, nicméně obecně lze popsání postupy použít i v jiných 3D softwarových aplikacích.

3.1 Nejrozšířenější 3D softwarové aplikace současnosti

3D softwary současnosti můžeme rozdělit do několika oblastí. Zjednodušeně se dá říci, že 3D softwary jsou programy určené ke generování 3D CGI (tedy třírozměrné počítačové grafiky). Oblast CADů ponechám nyní zcela stranou, jejich zaměření jsem vysvětlil již v kapitole o vývoji 3D softwaru. Právě díky tomu, že jejich klíčové funkce leží spíše v oblasti projektování, nemusí být jejich vizualizační a animační možnosti tak rozvinuté (i když v mnohém se již komplexním 3D softwarům vyrovnají). Některé současné CADy mají vcelku dobré možnosti renderingu, ale dle mé zkušenosti se pro vizualizace stejně spíše používá export samotného modelu z CADu a vytvoření scény pro vizualizaci v některém z komplexních 3D softwarových balíčků, kde je pro tento účel k dispozici mnohem větší množství funkcí a nástrojů. Uvedu zde tedy spíše ty softwary, které leží mimo tuto technickou oblast CADů a jsou schopny přinést oboru průmyslového designu určité obohacení například ve formě rozvinutí kreativity.

3.1.1 Komplexní softwarové balíky - studia

První skupinou jsou komplexní softwarové balíky, často nazývané "studia". Integrují v sobě mnoho funkcí - mezi ty základní patří většinou modelování, možnost tvorby materiálů povrchů (shadery) a textur, svícení, rendering. Většina z těchto komplexních softwarů umožňuje také tvorbu animací, charakterových animací, práci s částicovými a někdy také fluidními systémy (*particles, fluids*) a s dynamikou (*dynamics*). Často jsou zde zakomponovány také funkce pro vytváření instancí a klonů do různých prostorových matic. Například v Cinemě 4D byly tyto funkce dříve součástí modulu Mograph, který byl primárně určen pro tvorbu pohyblivé grafiky (*motion graphics*). Nicméně součástí tohoto modulu lze výtečně využít také v průmyslovém designu, například pro různé pravidelně se opakující fragmenty výrobku.

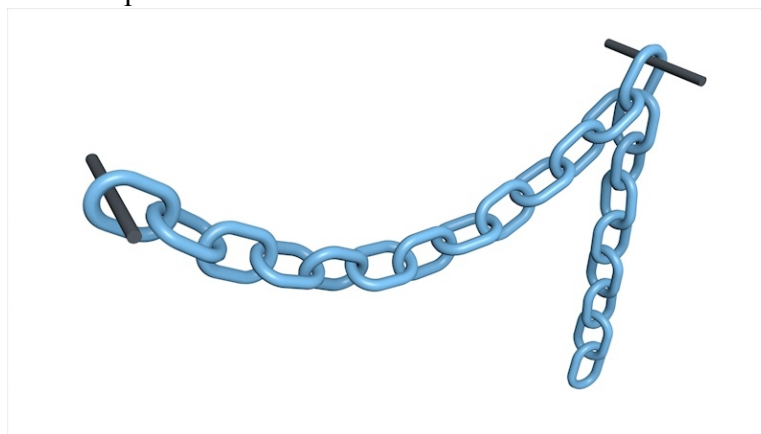


Obr. 11: Názorná ukázka použití modulu Mograph. Jednoduchý profil jsem lineárně klonoval pomocí nástroje Cloner. Různých tvarů jsem dosáhl pouze změnou barevného přechodu, jímž řídím rotaci, velikost a také pozici jednotlivých klonů.

© 2012 Michal MAREK

Obdobně mohou být využity ty funkce 3D softwaru, které jsou v zásadě určeny pro tvorbu vlasů, chlupů či srsti v charakterových animacích. V průmyslovém designu můžeme tyto funkce vhodně použít pro tvorbu různých tkanin s delšími vlákny, ale třeba také ke generování jiných zajímavých povrchů a prvků (světelná vlákna, kartáče apod.).

Výborným pomocníkem může být také dynamika (*dynamics*), která simuluje reálné fyzikální podmínky. Toho lze snadno využít i při modelování. V níže uvedeném příkladu jsem použil dynamiku na vytvoření řetězu. Po spuštění animace spolu jednotlivé články řetězu kolidují dle nastavených fyzikálních parametrů a vytvoří se tak reálně vyhlížející prověšení. Takto vytvořený stav (z libovolného snímku animace) můžeme převést na statický model a dále s ním pracovat.



Obr. 12: Názorná ukázka použití dynamiky. Řetěz zavěšený na dvou místech se působením gravitace reálně prověsí.

© 2012 Michal MAREK

Z výše uvedeného je zřejmé, že právě komplexita 3D softwarových balíčků nám poskytuje velké množství nástrojů, které nám umožní získat větší volnost v naší designérské tvorbě.

Mezi nejznámější, a v profesionální praxi nejrozšířenější, komplexní 3D softwarové aplikace patří zejména produkty společnosti Autodesk (usa.autodesk.com). Dnes již rodina těchto produktů čítá díky akvizicím (Alias, Softimage) dokonce několik (různých, ale podobných) softwarových řešení. Patří sem **3ds Max** (3D Studio MAX), dále pak **Maya** a také **Softimage** (dříve Softimage/XSI). Tyto tři produkty řadí sám Autodesk do skupiny softwarů určených pro oblast M&E (Media and Entertainment) - média a zábava. Tedy do skupiny, která je určena pro filmový průmysl. Myslím, že už toto vymezení do značné míry predikuje, že tyto aplikace disponují silnou vizuální stránkou, která je klíčovým prvkem také pro 3D vizualizace v ostatních oborech. Autodesk je ale znám zejména svým působením na poli CADů pro architekturu, konstrukci a výrobu. Jeho vlajkovou lodí je již po dlouhé roky produkt AutoCAD.



Obr. 13: Screenshot uživatelského rozhraní aplikace Autodesk Maya
http://en.wikipedia.org/wiki/File:Autodesk_Maya_2011_x64_Modeling_a_Lada.png

Z ostatních 3D softwarových balíčků stojících mimo skupinu produktů z Autodesku bych uvedl hlavně mnou používaný software **Cinema 4D** od německé společnosti Maxon (www.maxon.net). Produkt lze zakoupit v několika různých verzích (**Prime**, **Visualize**, **Broadcast** a **Studio**), z nichž každá je určena pro jiný segment trhu. Jak již napovídá název, například verze Visualize disponuje nástroji a knihovnami pro vizualizace, obdobně pak verze Broadcast nástroji a přednastavenými knihovnami pro pohyblivou grafiku. Zejména pro začínající 3D grafiky může být tento prodejní systém jistou výhodou, neboť mohou zakoupit základní verzi, která sice nedisponuje takovým množstvím specializovaných funkcí, ale zase je výrazně levnější. Oproti nejvyšší verzi Studio, kterou použí-

vám já, je cena té nejlevnější téměř čtvrtinová. Na vyšší verze je možné kdykoliv upgradovat.

Celou tuto skupinu bych uzavřel několika programy od různých výrobců, které považuji také za důležité. Zmínil bych zde **LightWave 3D** (www.newtek.com), **Houdini** (www.sidefx.com) a samozřejmě nemohu zapomenout také na asi nejvýznamnější a nejrozšířenější aplikaci z kategorie bezplatných - **Blender** (www.blender.org).

3.1.2 Specializované modelovací softwary ("modelery")

Další skupinou, která je ve své filozofii vlastně opakem komplexních 3D softwarů, jsou specializované modelovací programy. Jsou zaměřeny pouze na samotné zhotovení 3D modelu, případně na úkony s tím přímo související. Tomuto úzkému zacílení odpovídají i jejich specializované funkce, zohledňující zejména rychlost a efektivitu práce s polygonovou sítí (*mesh*). Zhotovený model můžeme exportovat do některého z formátů používaných pro výměnu 3D dat mezi platformami. Standardem jsou například formáty FBX, 3DS, OBJ, COLLADA a mnohé další. Pro přímý převod z nativního formátu aplikace do formátu námi používaného softwaru lze případně použít též některý z externích "exchange" pluginů. Vyexportovaný model snadno načteme do různých 3D programů, kde s ním můžeme nadále pracovat. Samotné 3D modely lze samozřejmě vytvářet a exportovat také v různých typech CADů.

Softwary z této skupiny (modelery) se orientují na polygonové modelování. Zjednodušeně řečeno jde o modelování pomocí plošek, pracujících s polygonovou sítí. Jako nejvýznamnějšího zástupce této skupiny bych uvedl program **Silo** (www.nevercenter.com/silo/) a případně bych do ní zařadil též **Rhino** - nezkřáceně Rhinoceros 3D (www.rhino3d.com).



Obr. 14: 3D model motocyklu vytvořený v programu Silo.
Autor uvádí, že na zhotovení potřeboval pouhých 25 hodin.
<http://www.silo3d.com/forum/showthread.php?t=16648>

3D modely je ale možné oproti polygonovému modelování vytvářet také pomocí "organického" modelování - skulptování, jak uvidíme v následujícím odstavci.

3.1.3 Skulptovací software

Skulptovací programy využívají k vytvoření modelu způsob, který je od modelování pomocí polygonů značně odlišný. Při vytváření modelu zde vycházíme z hmoty, kterou prostorově deformujeme (směrem dovnitř i ven) pomocí štětců a dalších nástrojů. Základním výchozím tvarem je nejčastěji koule, můžeme si zvolit ale i tvary jiné. Ačkoliv se jedná o hmotu virtuální, napodobuje se zde klasické modelování ze sochařské hlíny. Takový způsob modelování je myslím pro člověka o mnoho přirozenější než technické polygonové modelování, neboť v sobě reflektuje po tisíce let zažitá řemeslné postupy.

Skulptovací softwary pracují nejčastěji s technologií voxelů (odtud pochází též někdy používaný termín "voxelové modelování"). Voxely (*voxels = volumetric pixels*) si můžeme představit jako obdobu obrazových bodů (pixelů). Na rozdíl od dvourozměrných pixelů v bitmapách jsou ale voxely volumetrické - tedy objemové čili třírozměrné. Jsou uspořádány v pravidelné prostorové mřížce. Voxely se často využívají například při simulacích (medicína, vědecké účely ...).

Hlavním zástupcem skupiny skulptovacích softwarů je plně profesionální aplikace **ZBrush** od společnosti Pixologic (www.pixologic.com), případně hojně rozšířená bezplatná varianta skulptovacího softwaru od stejného výrobce s názvem **Sculptris**. ZBrush je oborovým standardem a používají jej ve své "pipeline" (ve své produkci, produkční lince) velká studia. ZBrush využívá technologii takzvaných pixelů, což jsou vlastně nám už známé voxely. Dalším z této skupiny programů je **Mudbox** od Autodesku a stojí za to zde zmínit také relativně nového hráče na trhu skulptovacích softwarů - aplikaci **3D Coat** (www.3d-coat.com). 3D Coat (dříve 3D-Brush) pochází z dílny ukrajinského vývojáře Andreje Spagina.



Obr. 15: *Dance the Dream* - ukázka sousoší vytvořeného v programu ZBrush.

<http://www.pixologic.com/zbrush/gallery>
/2012/

Skulptovací softwary nedisponují pouze funkcemi pro vytváření modelu, ale také pro další úpravy jeho povrchu. Můžeme v nich vytvářet UV mapy, displacement mapy, retopologizovat mesh a podobně.

3.1.4 Externí renderery

Samostatnou skupinou programů jsou externí (*standalone*) renderery, které nejsou vlastně 3D softwarem. Uvádím je zde pro dokreslení celé problematiky, neboť s 3D vizualizacemi úzce a zcela zásadně souvisí. U většiny 3D softwarů je renderovací jádro nedílnou součástí aplikace. Proč tedy využívat externí aplikaci? Důvodem je znovu specializace těchto softwarů a v jejím důsledku vyšší kvalita finálních obrazových výstupů.

Specializované renderery jsou například schopny dosahovat fotorealistických výsledků, často jsou "fyzikální" - pracují se skutečnými nastaveními filmové kamery jako je clona či závěrka, čímž lze ve finálním výstupu simulovat třeba skutečné chování optiky ve formě hloubky ostrosti (DOF) či pohybového rozostření (*motion blur*). Mnohdy také disponují svými vlastními materiály (shadery), které opět simulují fotorealistický vzhled daného materiálu ve výsledném obrazovém výstupu (renderu) - laicky řečeno zajišťují, že ve výsledku bude například "hliník vypadat jako hliník".

Další vymožeností je, že externí renderery podporují práci na síti, tj. renderování na více počítačích na naší lokální síti, případně na render-farmách, což jsou výpočetní systémy s vysokým počtem procesorových jader (seskupení více počítačů určených pouze pro renderování). Velká studia mají své vlastní render-farmy, existují ale též render-farmy komerční, kam můžeme za poplatek elektronicky poslat své zdrojové soubory a obdržíme vyrenderované obrazové výstupy.

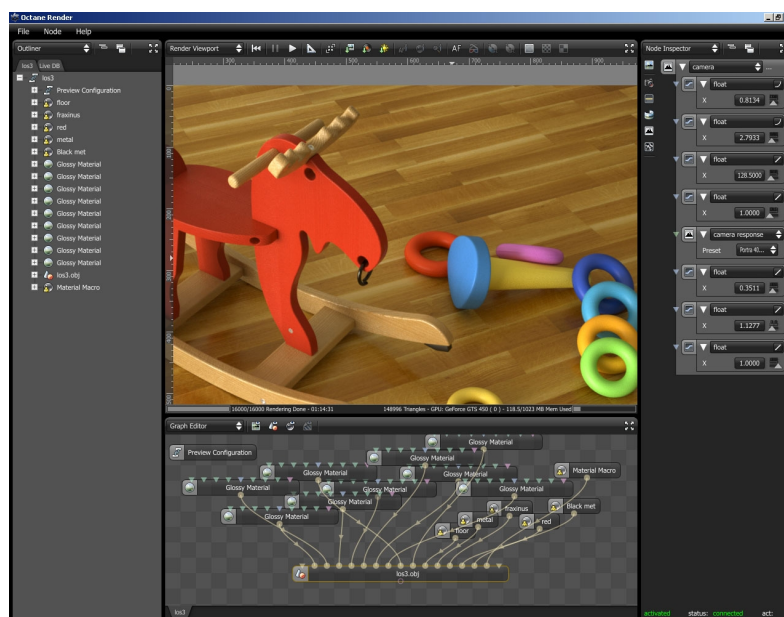
V souvislosti s renderery se můžeme setkat také s označením "unbias" (*un-biased renderer*). Tento termín označuje takové renderery, které při výpočtu používají algoritmy, které jsou blízké skutečnému fyzikálnímu chování prostředí scény a reálnému snímání obrazu, jak jsem již naznačil výše. Oproti tomu "non un-biased" označuje optimalizované formy interpretace obrazu. Algoritmy jsou zde optimalizovány - uzpůsobeny - zejména požadavku na dosažení rychlejšího výpočtu. Právě tato optimalizace může ale být omezující, neboť zde mohou v jejím důsledku vzniknout nežádoucí artefakty v obraze.

Ještě než zmíním konkrétní zástupce externích rendererů, uvedl bych zde další termín, kterým je "*GPU based renderer*". Na rozdíl od běžných rendererů, které využívají pro výpočet jader procesoru (takzvané "*CPU based*"), se zde pro renderování využívá výpočetního výkonu grafické karty. Jde o technologii, o které se v poslední době hovoří mezi uživateli stále s větším zanícením, neboť přináší neuvěřitelný potenciál v podobě možnosti "*real-time*" renderingu, tedy výpočtu v reálném čase.

Významný zástupce rendererů je produktem světoznámého studia Pixar a nese název **RenderMan**. Ten je vlastně jakousi univerzální platformou, na níž fungují různé s ní kompatibilní renderery (*RenderMan compliant*). K popisu renderované scény jsou používány RIB soubory, které mají strukturu podobnou se zápisem příkazů programovacího jazyka. Pro zajímavost uvádím, že tento RIB soubor je možné otevřít v textovém editoru a pouhou změnou textového zápisu můžeme změnit obsah renderované scény. Většina komplexních 3D softwarů jako je Maya, ale také Cinema 4D, má již integrováno přímé propojení na RenderMan (v případě Cinemy 4D nese název **CineMan**). Příkladem RenderMan kompatibilního rendereru je třeba PhotoRealistic RenderMan, zkráceně PRMan (<http://renderman.pixar.com/>) či **3Delight** (www.3delight.com).

Dalšími zástupci externích rendererů (mimo platformu RenderManu) jsou například **V-Ray** (www.chaosgroup.com), **MentalRay** (www.mentalimages.com), **Maxwell Render** (www.maxwellrender.com), **Final Render** (www.cebas.com) nebo **Indigo Renderer** (www.indigorenderer.com).

Vzhledem k tomu, že jsem již zmínil technologii GPU renderování, rád bych upozornil také na **Octane Render** od novozélandské společnosti Refractive Software (www.refractivsoftware.com). Jedná se o unbiased renderer, který využívá k renderování výhradně grafickou kartu. Používá technologii CUDA od NVidie (není kompatibilní s jinými grafickými kartami). Údajně nabízí 10-ti až 50-ti násobnou rychlost oproti výpočtu na CPU. Změny v nastavení renderingu lze provádět "za pochodu", projeví se v referenčním náhledu neprodleně.



Obr. 16: Ukázka rozhraní aplikace Octane Render
http://www.3dsoftware.cz/shared/clanky/1722/octane_render_editor_max.jpg

Na závěr bych ještě zmínil, že renderery nemusí být jen fotorealistické, mohou také poskytovat možnost simulovat různě stylizované výstupy imitující některé klasické způsoby výtvarného vyjádření. Příkladem může být **Sketch and Toon** (*non-photorealistic rendering*), ačkoliv se nejedná o klasický "standalone" renderer, ale o součást Cinemy 4D (jen ve verzích Visualize a Studio). Můžeme zde vytvářet stylizované designérské kresby, různě stínované, s roztřesenými liniemi a nepravidelnostmi tahů. Výsledným výstupem je render v podobě skici, kresby. Jde opět o návrat k základům, k zažitým postupům, k přirozenému výtvarnému pojetí, které může být našemu zákazníkovi bližší, ale ve spojení s moderní 3D technologií zde získáváme nesporné výhody. Pokud bude zadavatel žádat skicu produktu z jiného úhlu, nemusíme ji již znovu vyhotovit ručně. Stačí nastavit jiný pohled kamery a vyrenderovat skicu novou.



*Obr. 17: Ukázka použití efektu Sketch and Toon.
Vzhledu jsem dosáhl jen rychlým nastavením parametrů renderingu. Model je z knihovny programu Cinema 4D.*

Tím bych tento stručný přehled 3D programů zakončil. Snažil jsem se zde upozornit alespoň na ty aplikace, které jsou dle mého názoru nejrozšířenější. Mimo 3D softwary výše uvedené jsou na trhu k dispozici také další programy, které můžeme pro svou tvorbu stejně dobře využít, vyhovují-li nám jejich funkce a způsob práce v nich. Každému, kdo chce začít využívat ve svém oboru možnosti 3D grafiky, bych nejprve doporučil vyzkoušet, jaká 3D aplikace mu vyhovuje. Nejsnadnější cestou je stáhnout si bezplatné demoverze více různých produktů, vyzkoušet si je v praxi, porovnat jejich funkce a teprve pak se rozhodnout pro konkrétní software. Stejně tak můžeme nejprve vyzkoušet bezplatné aplikace jako je Blender a pokud nás 3D grafika osloví a rozhodneme se jí věnovat profesionálně, můžeme následně přejít na některé z komerčních řešení.

A nyní se již pojďme věnovat obecnému popisu procesu tvorby vizualizací ve 3D.

4 PROCES TVORBY PRODUKTOVÝCH VIZUALIZACÍ VE 3D

V této části bych se zaměřil na obecný popis procesu, který je nutné podstoupit v případě, že se rozhodneme kterýkoliv produkt vizualizovat ve 3D. V průběhu tohoto popisu se budu snažit nenásilně upozornit na některé základní pojmy, se kterými je vhodné se seznámit. Sám jsem na ně narazil, když jsem se začal 3D grafice věnovat, a mnohé z nich byly tehdy pro mne zcela nesrozumitelné či zavádějící. Věřím, že následující sumarizace termínů a jejich stručné vysvětlení může napomoci lepší orientaci v problematice 3D. Z některých pojmů se v průběhu let již stal "terminus technicus", jiné existují v mnoha různých variantách, což je způsobeno často neodbornými překlady původní cizojazyčné literatury, ale také relativním "mládím" oboru 3D grafiky, takže nějaká ustálená slovní označení ještě nemohla vzniknout.

4.1 Produkční linka: modelování - materiály - světla - rendering - postprodukce

Rozhodneme-li se pro vizualizaci libovolného produktu ve 3D, budeme nutně potřebovat jeho 3D model. Pokud jsme již původní designérský návrh vytvářeli ve 3D, jsme ve výhodě. Pokud ne, musíme si 3D model připravit. Na řadu tedy přijde **modelování**. Poté, neboť každý výrobek je zhotoven z určitého specifického materiálu a má jistou povrchovou úpravu, musíme připravit **materiály** pro povrchy - textury nebo shadery.

Vzhledem k tomu, že naším výsledným výstupem bude vlastně fotografie (nebo případně animace, která není ničím jiným než sekvencí jednotlivých fotografií - snímků), použil bych zde pro vysvětlení určitou analogii s postupem tvorby studiové digitální fotografie. V reálném fotografickém studiu bychom se museli rozhodnout, z jakého místa budeme naši scénu snímat. Stejně tak i ve 3D si do scény umístíme náš model, pozadí a kameru a nastavíme si její parametry. Celou naši scénu musíme, stejně jako při focení ve studiu, vhodně **nasvítit**. U digitálního fotoaparátu zaznamená obrazový čip při stisku spouště dopadající světlo a vznikne výsledný digitální snímek složený z obrazových bodů. Dopadající obraz je ovlivněn nasvícením scény, použitým objektivem a spoustou dalších faktorů. Ve 3D musíme namísto stisku spouště provést výpočet, náš snímek **vyrenderovat**. Ale je to obdobné - renderovací jádro vlastně analyzuje různými výpočetními algoritmy to, jaký obraz vytvoří jednotlivé elementy scény v tom kterém obrazovém bodě renderovaného snímku. Po renderingu budeme mít naši fotografii uloženu v obrazovém formátu, který jsme si zvolili. A stejně, jako jsme zvyklí u digitální fotografie, můžeme provést další korekce v **postprodukci** pomocí Photoshopu nebo v případě animací třeba v AfterEffects.

Abych vás nyní trochu navnadil, ukážeme si příklad toho, jakého vynikajícího výsledku lze pomocí 3D modelování dosáhnout. Ukázka pochází od slovenského modelera Andreje Štefančíka.



*Obr. 18: 3D model automobilu MiniCooper propracovaný do nejmenších detailů.
Je ukázkou mistrovských schopností modelování v Cinemě 4D.*

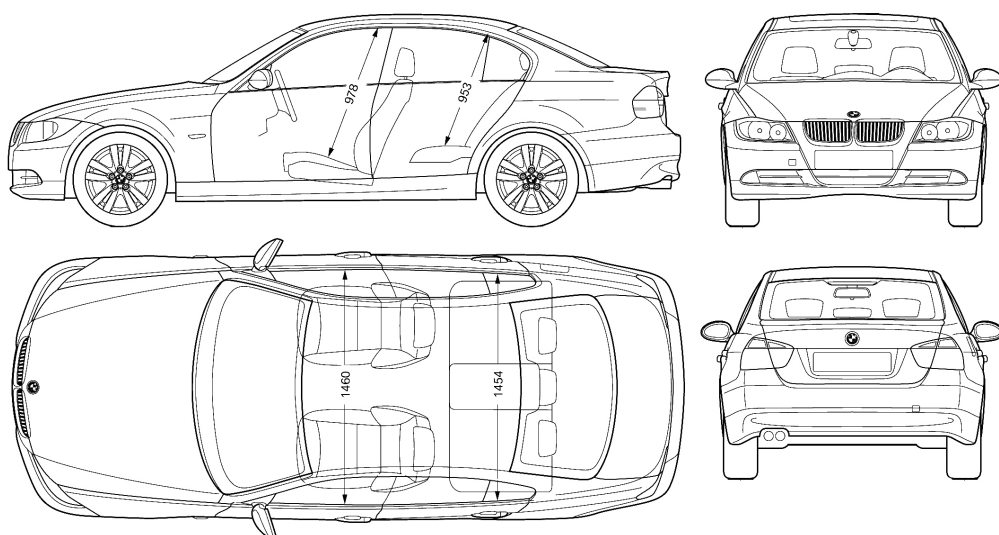
Publikováno se svolením autora. <http://www.3dsoftware.cz/3dportal/forum-detail.aspx?p=32&v=48947>

4.1.1 Reference, blueprints - tvorba podle obrazových předloh

Pokud jsme již ve fázi designérského návrhu využili pro svou tvorbu 3D, pak máme polygonový model našeho produktu s velkou pravděpodobností k dispozici a můžeme fázi modelování přeskočit. Chceme-li ale například vytvořit 3D vizualizaci některého již existujícího výrobku, je nezbytné jej nejprve vymodelovat. Ještě dříve, než se pustíme do jeho modelování ve 3D, je vhodné získat maximum informací o jeho tvaru a vzhledu. K tomu

nám mohou nejlépe posloužit jeho konstrukční plány, takzvané blueprints. Velké množství jich je dostupných na internetu, například prostřednictvím specializovaného portálu www.the-blueprints.com. Blueprints nejčastěji vyobrazují stejné pohledy na výrobek, které máme k dispozici také v modelačním okně 3D softwaru. Tedy pohled zepředu (nárýs), pohled vrchní (půdorys) a pohled boční (bokorys). Kvalitní blueprints nabízí boční pohledy dva - zprava i zleva, a stejně tak navíc ještě pohled zadní. To oceníme například u automobilů, kde zadní část obsahuje zcela specifické prvky, které nejsou z předního, vrchního ani bočního pohledu odvoditelné.

I z tohoto důvodu je vhodné si před modelováním již existujících výrobků vyhledat také co nejvíce referencí - fotografií produktu, který budeme modelovat. Pohledy z různých úhlů, záběry detailů - to vše může pomoci, abychom lépe porozuměli konstrukci a tomu, jak na sebe jednotlivé díly navazují. Stejně tak nám mohou referenční fotografie usnadnit tvorbu shaderů nebo textur. Z fotografií můžeme odvodit, jak se který povrch "chová", jak vyhlíží při snímání kamerou, a podle toho nastavit naše materiály povrchů.



Obr. 19: Ukázka blueprintu - obrazové předlohy pro modelování BMW řady 3
http://www.the-blueprints.com/blueprints/cars/bmwcars/4783/view/bmw_3_series_e90_2006/

Jak jsem již naznačil, blueprints nám poslouží jako obrazové předlohy, podle nichž budeme modelovat. Zjednodušeně řečeno budeme pomocí polygonů tvar z naší obrazové předlohy "obkreslovat" a v jednotlivých pohledech "zarovnávat" v prostoru. Například Cinema 4D umožňuje načíst libovolný obrázek do pozadí jednotlivých pohledů modelačního okna. Takto načtený obrázek si můžeme natočit, posunout a nastavit jeho průhlednost. Toho využijeme a blueprints si v každém jednotlivém pohledu zarovnáme dle potřeby tak, aby spolu jejich umístění vzhledem k osám 3D prostoru vzájemně korespondovalo. Pokud je náš objekt symetrický, snažíme se toho využít a blueprint zarovnat symetricky dle os souřadnicového systému našeho softwaru. Někteří uživatelé používají, namísto načtení blueprintů do pozadí okna, systém tří na sebe kolmých rovin, kam namapují blueprints jako texturu.

Výhodou také bude, pokud se nám podaří sehnat blueprinty ve vektorovém formátu. Křivky můžeme naimportovat do našeho 3D programu a usnadnit si modelování pomocí funkce přichytávání (*snapping*) na tyto křivky.

Obdobným způsobem budeme postupovat, pokud fáze designérského návrhu probíhala formou klasické ruční kresby. Tyto designérské skici použijeme namísto blueprintů. A opět i zde platí, že čím více dalších skic z různých úhlů máme k dispozici, tím věrnějšího výsledku dosáhneme. Budou nám obdobou referenčních fotografií.

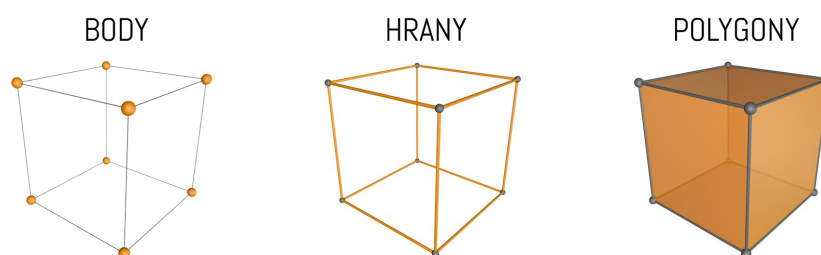
4.1.2 Modelování

Proces modelování vyžaduje značnou trpělivost, zkušenosti jsou zde největším benefitem. Zejména v počátcích se může modelování jevit extrémně zdoluhavým. Jakmile ale nabudeme potřebné zkušenosti, naučíme se využívat všechny dostupné nástroje a pochopíme strukturu polygonové sítě, zjistíme, že velmi dobrých výsledků se dá dosáhnout vcelku rychle. Jakmile "víme, kam sáhnout", máme vyhráno.

3D prostor, ve kterém se v našem 3D programu pohybujeme, je vymezen **soustavou souřadnic** (*coordinate system*) se třemi na sebe navzájem kolmými **osami X, Y, Z** (tzv. kartézská soustava souřadnic - osy navzájem kolmé a protínající se v jednom bodě). V případě Cinemy 4D je osa X vodorovná, osa Y svislá a osa Z určuje hloubku (tedy rovina XZ je horizontální). V ostatních softwarech (např. Rhino) mohou být osy prohozeny (svislou osou je osa Z). Průsečík os má koordináty (souřadnice) 0, 0, 0. Výše popsané osy jsou osami **globálními**, své **lokální osy** má pak také každý objekt, který přidáme do naší scény. Lokální osy objektů vlastně určují, kde v prostoru vůči globálním osám bude umístěn náš objekt, ale zároveň určují také pozici jednotlivých bodů našeho objektu vůči osám lokálním. Tím už se ale dostáváme k problematice **bodů, hran a polygonů**.

Abychom lépe pochopili, jakým způsobem pracují 3D programy s objekty v prostoru, musíme poněkud oprášit matematiku a geometrii a uvědomit si, z čeho se vlastně kterýkoliv prostorový objekt skládá. Jako příklad si můžeme vzít krychli, která může být v prostoru popsána osmi rohovými body. Spojnice těchto bodů vytvoří dvanáct úseček (hran) a vznikne šest čtyřúhelníků (polygonů) - (polygon = mnohoúhelník).

Tím se dostávám k základní terminologii 3D. **Polygonová síť** 3D modelu (*mesh*) je tvořena jednotlivými **body** (*vertex*, mn. č. *vertices*). Spojnice těchto bodů nazýváme **hrany** (*edges*). Spojením tří bodů vznikne trojúhelník (*triangle*), čtyřech bodů čtyřúhelník (*quadrangle*, zkráceně *quad*) a více bodů n-úhelník (*N-gon*).



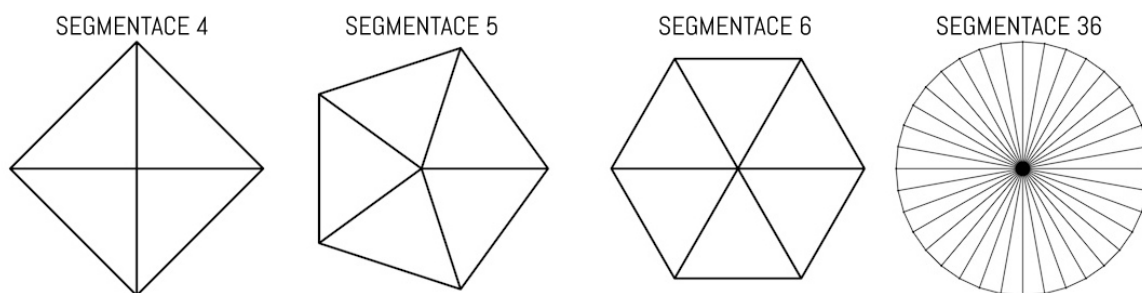
Obr. 20: Body, hrany a polygony.
© 2012 Michal MAREK

Polygon může být **planární**, pokud všechny jeho hraniční body leží v rovině, nebo **non-planární**, pokud tomu tak není. Neuvádím zde tyto pojmy bezúčelně. Při modelování se vždy snažíme, aby polygonová síť byla tvořena pokud možno výhradně ze čtyřúhelníkových polygonů namísto trojúhelníků. Na některých místech se trojúhelníkům sice nevyhneme, v některých specifických případech mohou dokonce pomoci. Ale obecně se snažíme jejich výskyt minimalizovat či ještě lépe eliminovat. Stejně tak se snažíme, aby síť byla složena z polygonů planárních. Při interpretaci non-planárních polygonů jsou tyto děleny interním algoritmem na trojúhelníky, což může vést k chybám, artefaktům a dezinterpretacím při renderingu.

Každý z bodů polygonové sítě má své unikátní **souřadnice**. Uvedeme si to na příkladu jednotkové krychle (krychle, jejíž strana má délku jedné jednotky). Pokud ji umístíme do prostoru vymezeného kladnými souřadnicemi X, Y a Z tak, že jeden její rohový bod bude mít hodnotu 0,0,0 - pak nejvzdálenější bod (po úhlopříčce krychle) bude mít hodnotu 1,1,1. Vidíme, že krychli je možné popsat s mnohem menším počtem údajů než pomocí osmi rohových bodů. Jistě si vzpomeneme na konstrukční úlohy z matematiky na základní škole: "Sestrojte trojúhelník, znáte-li stranu ... a úhel ...". Tím se dostáváme k další elementární oblasti 3D grafiky, kterou jsou primitiva.

Primitiva jsou prostorová tělesa, která všichni známe. Krychle, koule, válec, kužel, jehlan atd. Charakteristickou vlastností primitiv je, že je lze definovat matematicky pomocí minima informací. Primitiva jsou tedy parametricky definovatelné objekty (zjednodušeně - nemají žádné samostatné body, hrany a polygony, se kterými by bylo možné manipulovat). Víme, že například válec sestrojíme, známe-li poloměr podstavy a výšku. Není zapotřebí popisovat každý bod polygonové sítě. Stačí nám dva parametry. To má ve 3D své výhody. Pro některé prvky 3D modelů lze použít primitiva, což má svou nespornou výhodu v tom, že je lze následně upravovat pouhou změnou číselné hodnoty. Například pro potrubí, které má ryze kruhový profil, vhodně použijeme primitivum válec (*cylinder*). Primitiva můžeme kdykoliv převést na editovatelné objekty - v tu chvíli již nejsou definovány matematicky, ale stává se z nich mesh - polygonová síť definovaná jednotlivými polygony, resp. body. Mezi primitiva můžeme zařadit také některé křivky, opět takové, které lze popsat parametricky (kružnice, čtverec, atd.).

S problematikou primitiv souvisí ještě jeden pojem - **segmentace**. Vysvětlíme si ji nejlépe na příkladu kruhu. Segmentace určuje vlastně počet dílů po jeho obvodu. Obvodová kružnice se skládá z jednotlivých úseček. Ty se po případném převodu na editovatelný mesh stanou hranami. Použijeme-li tedy segmentaci 4, dostaneme čtverec, segmentace 5 vytvoří pětiúhelník, 6 pak šestiúhelník a tak dále. Segmentace 36 již vytvoří poměrně plynulý kruhový tvar. Segmentace tedy znamená dělení původní celé délky hrany číselnou hodnotou segmentace. V důsledku toho vzniknou nové body a polygony. Například u krychle je možné nastavit v jednotlivých směrech X, Y a Z různou segmentaci.



Obr. 21: Segmentace - hodnota segmentace určuje počet rotačních segmentů kruhu.

© 2012 Michal MAREK

Nastavení vhodné hodnoty segmentace se v praxi velmi často využívá, neboť může naši práci značně ulehčit. Nesprávně nastavená segmentace nám může naopak naši práci značně zkomplikovat. Obecně platí zásada, že se snažíme **počet polygonů ve scéně maximálně snížit**, neboť větší počet polygonů znamená také větší zatížení výpočetního výkonu (paměť RAM, ale také rendering). Snažíme se tedy nastavit minimální segmentaci, ale s ohledem na to, abychom dosáhli potřebného zaoblení ve výsledném renderu. Zde hraje hlavní roli vzdálenost objektu od kamery, potažmo jeho velikost ve výsledném obrazovém výstupu. U objektu s nízkou segmentací budou v detailním záběru viditelné v zaoblených místech "zlomy" mezi jednotlivými hranami (segmenty).

Stejně tak musíme vhodnou segmentaci nastavit, pokud vycházíme při modelování z primitiva, které následně převedeme na editovatelný mesh. Také u booleanovských operací (např. odečítání objemu jednoho objektu od druhého) nám naši práci značně ulehčí, pokud budou mít oba objekty shodnou segmentaci. U rozmanitých rotačních a symetrických výrobků či dílců můžeme zase pomocí vhodné segmentace objekt rozdělit na výseče či osově souměrné díly a modelovat pouze jejich část, kterou následně rotačně zduplikujeme nebo vyzrcadlíme.

Pro účely modelování máme k dispozici také **křivky** (*splines*), které můžeme využít zejména ve spojitosti s NURBSovými operacemi (např. různá tažení profilů), jak uvidíme za chvíli. Některé typy křivek známe z vektorových programů jako je Illustrator (např. Bézierovy křivky), jiné jsou pro 3D specifické (B-spline). **Lineární** křivky jsou tvořeny přímými

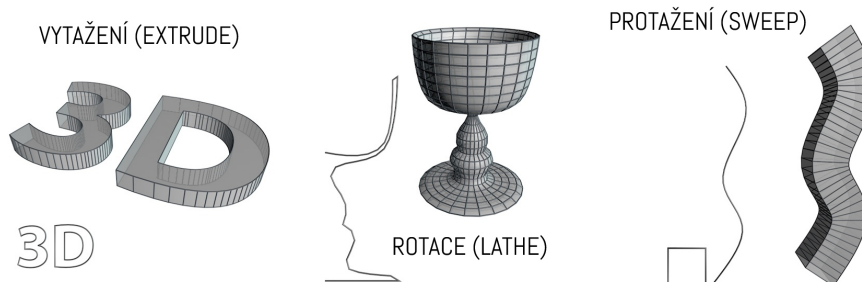
spojnicemi mezi jednotlivými body. U **Bézierových** křivek má každý bod křivky také řídicí tangenciální body, kterými ovládáme stupeň zakřivení. U lineární a Bézierovy křivky leží body křivky přímo na nich, naproti tomu **B-spline** je křivkou, jejíž řídicí body leží v naprosté většině případů zcela mimo ni. Oproti 2D grafice je ve 3D k dispozici více druhů křivek, neboť některé jsou pro práci v prostoru vhodnější. Například manipulace s tangenciálními řídicími body Bézierovy křivky, která se jeví jako snadná ve 2D rovině, je v prostoru značně matoucí. 3D programy disponují ještě dalšími typy křivek, než jsou tyto tři výše uvedené, logika je obdobná.

Do našeho 3D softwaru si ale můžeme samotné křivky také naimportovat, třeba z Illustratoru. Příkladem může být logotyp, který potřebujeme umístit na náš výrobek v prostorovém provedení (třeba jako reliéf). K tomu, aby z naší křivky vznikl prostorový objekt, můžeme využít rozmanitých **NURBSových operací**. Nejběžnějšími jsou různá **tažení profilu** (tím profilem je zde námi vytvořená nebo naimportovaná křivka). Mezi tři nejčastější patří asi **vytažení** (*extrude, extrusion*), **rotace** příp. otáčení nebo soustružení (*lathe, revolver*) a **protážení** příp. volné tažení (*sweep, sweeping*).

Vytažení pracuje tak, že dvourozměrný obrys je vytažen po přímce ve směru jedné z os. Snadno si tak lze představit, že vytažením čtverce můžeme získat krychli nebo kvádr, vytažením kružnice pak válec.

Rotace (otáčení, soustružení) vytvoří výsledný prostorový objekt otáčením profilu okolo jedné z os. Rotování profilu může proběhnout o 360 stupňů, ale můžeme získat i rozmanité řezy otočením o menší hodnotu (např. o 90 stupňů). Jak již název funkce vypovídá, otáčení se využívá zejména u předmětů, jejichž výroba probíhá rotováním či soustružením, jako jsou sklenice (otáčení při vyfukování), hrnky (hrnčířský kruh) nebo mnohé soustružené součástky.

Využijeme-li **protážení** (volné tažení), získáme prostorový objekt vytvořený tažením profilu po libovolné cestě. Například protažením kružnice po přímce získáme válec. Můžeme ale získat i rozmanité tvary, bude-li cesta různě zakřivena, zaoblána. Existují také další NURBSové operace, které například vytvářejí objekt z několika různých profilů, jakýchsi žeber, jiné zase definují povrch pomocí Bézierových křivek. Těch možností je mnoho a liší se podle nabídky jednotlivých 3D softwarů.



Obr. 22: NURBSové objekty (použité křivky jsou vyobrazeny u každého objektu)
© 2012 Michal MAREK

Deformátory jsou objekty, jejichž pomocí můžeme polygonovou síť našeho objektu deformovat (ohýbat, kroutit, vytvářet vypuklé a vyduté prvky a podobně). Působení deformátoru je vymezeno jakousi prostorovou klecí, uvnitř které deformace probíhá. Deformován je samotný mesh a to právě v místech, kde prochází deformační klecí. Příkladem deformátoru může být deformátor **ohnutí** (*bend*), který můžeme využít pro různé ohyby trubkových profilů a podobné účely. Připomeňme si, že v místech vlivu deformátoru musí mít náš mesh (případně primitivum) dostatečnou segmentaci, neboť při ohnutí dojde k zaoblení tvaru a jak již víme, v zaoblených místech potřebujeme pro plynulý přechod dostatek segmentů.

Vzhledem k tomu, že již máme dostatek informací, abychom se v problematice 3D modelování orientovali, můžeme si nyní projít **různé typy přístupů k tvorbě modelu**. Je-li to možné, vždy upřednostníme **vytvoření modelu či jeho částí z primitiv**. Geometrická primitiva jsou neustále editovatelná, snadno se s nimi pracuje. A ve fázi designérského návrhu může být tvarové zjednodušení dokonce žádoucí. Ve většině případů se ale bez složitějších tvarů neobejdeme a k tomu již budeme potřebovat **polygonovou síť - mesh**, kterou budeme nadále tvarovat pomocí nástrojů pro její úpravu. Polygony můžeme řezat, můžeme vytvářet nové smyčky hran, body můžeme svářet či posouvat po hranách atd. Postupnými úpravami poloh jednotlivých bodů sítě tak dosáhneme žádaného tvaru. Samozřejmě, že většinou nepostupujeme bod po bodu, máme totiž k dispozici mnohem sofistikovanější nástroje, které pracují s výběry většího počtu polygonů, hran či bodů najednou.

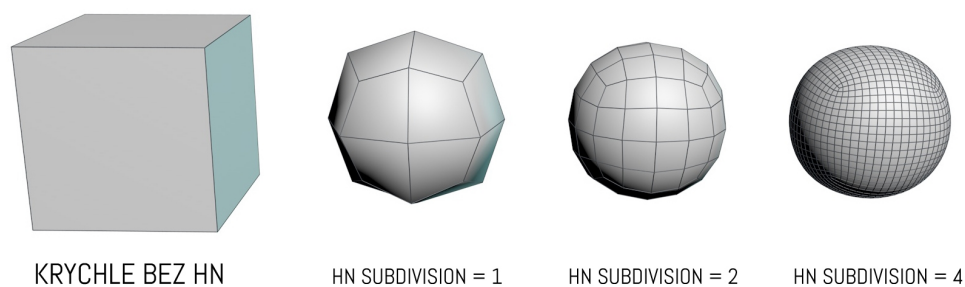
Polygonovou síť nejčastěji vytvoříme tak, že **vyjdeme z vhodného primitiva** (tvarově co nejvíce podobného výslednému výrobku, resp. jeho části). Nastavíme vyhovující segmentaci a primitivum poté převedeme na editovatelný mesh. To využijeme zejména u technických výrobků, neboť jejich tvary často vycházejí z modifikací geometrických objektů.

Polygonovou síť ale můžeme získat i jinými postupy. Jedním z nich je "**box modeling**". Při něm sice vycházíme také z primitiv, nejčastěji z krychle (odtud název), postupujeme ale tak, že upravujeme jednotlivé plošky (*faces*). Tedy jednotlivé polygony sítě. Nejčastěji využíváme různé kombinace příkazů pro vytažení polygonu (*extrude*) a vytažení uvnitř (*extrude inner*), kombinované s posunem a změnou velikosti polygonů. Cílem je získat hrubý tvar modelu, který se následně již opět finalizuje úpravou poloh jednotlivých bodů a aplikací různých dalších funkcí.

Polygonovou síť je možné vytvořit také metodou "krok za krokem" - "**poly to poly**" - polygon po polygonu. Zde již musíme mít určité zkušenosti s tvorbou meshe a vědět, kam jednotlivé polygony umístit, jak je propojit.

Veškeré modely můžeme vytvářet jako modely s **nízkým** (*low-poly*) nebo **vysokým počtem polygonů** (*high-poly*). Polygonová síť high-poly modelů je tak hustá, že poskytuje dostatečné množství segmentů v každém zaoblení. Může být dokonce nepravidelně seg-

mentovaná, zahuštěná právě jen v místech zaoblení. V některých případech je však nutné udržet počet polygonů modelu pod určitou hranicí (animace, hry ...) a vytvořit low-poly model s nízkým počtem polygonů. Nízký počet polygonů ale zákonitě znamená nízkou segmentaci. Otázka tedy zní: "Můžeme s nízkým počtem polygonů dosáhnout dokonale zaoblených povrchů?" Ano. Odpovědí je "**subdivision modeling**" využívající NURBSové povrchy. Jde o postup modelování, kdy vytváříme low-poly model s minimem polygonů, přičemž následně použijeme k zaoblení a vyhlazení jeho povrchu funkci NURBS (v Cinemě 4D se nazývá **HyperNURBS** - zkr. HN - odtud též název HN modelování). Ta zajistí, že každý polygon low-poly modelu bude interním algoritmem rozdělen a v důsledku tak vznikne high-poly model s dokonalým zaoblením hran, ale zároveň s nižšími nároky na výpočetní výkon. Hodnotu "subdivision" (míru dělení sítě) lze číselně nastavit a pouze její úpravou dosáhnout vyššího zaoblení. Velkou výhodou je fakt, že původní low-poly model máme stále k dispozici a případné opravy tvaru můžeme provést úpravou menšího počtu bodů, než by tomu bylo v případě high-poly sítě. U "subdivision" modelování je vhodné mít již určitou zkušenost s vytvářením meshe. Pro dosažení kvalitního výsledku musíme postupovat podle určitých specifik a pravidel, která ale spíše vyplynou až ze zkušenosti, než že by se dala zcela exaktně popsat. Jde o určitý "cit" při umístování bodů, důležitý je také tok jednotlivých smyček polygonové sítě, její rovnoměrnost, geometrie složená převážně z čtyřúhelníků atd. Jde o určitou schopnost predikovat, jakým způsobem bude low-poly mesh interpretován NURBSovým algoritmem.



Obr. 23: HyperNURBS - zde můžeme vidět, jak HyperNURBS zaobluje a segmentuje objekty. Pouhých 6 polygonů krychle stačí k vytvoření koule.

© 2012 Michal MAREK

Z důvodu neustálého navyšování výpočetního výkonu počítačů jsou dnes pojmy low-poly i high-poly pojmy vcelku relativními. Zatímco dříve byl jako low-poly označen model např. se stovkou polygonů, dnes bude stejně nazýván model s několika tisíci či s ještě více polygony. Setkat se můžeme také s označením "*modeled for subdivision*", označujícím právě modely s geometrií (polygonovou sítí), na kterou lze aplikovat HyperNURBS, případně jeho ekvivalenty v jiných softwarech.

Všechny uvedené metody modelování se v praxi navzájem neomezeně kombinují a prolínají, nicméně je vhodné je znát, abychom si mohli v konkrétní situaci zvolit pro nás tu nej-

efektivnější. Nyní se pojdme již věnovat problematice materiálů.

4.1.3 Materiály povrchů

Jak jsme si již uvedli dříve, každý výrobek je vyroben z určitého materiálu a každý tento materiál má určitou povrchovou úpravu. Pokud výrobek zachytíme na fotografii, budeme z ní téměř jistě vnímat, z jakého materiálu je která jeho část vyrobena. Zda jde o kov, plast, dřevo. To vyplývá z faktu, že každý materiál či povrch má nejen svou specifickou detailní strukturu, kterou fotografie zachytí, ale také jisté fyzikální vlastnosti, projevující se při dopadu, resp. vlastně odrazu světla. Povrch může mít různou barvu, může být lesklý či matný, může být poškozen různými vrypy a škrábanci a podobně. Všechny tyto a mnohé další aspekty musíme při tvorbě materiálů zohlednit. Výsledný materiál povrchu ve 3D je vlastně **souhrnem všech "viditelných" vlastností materiálu** (tedy takových, které mají vliv na vzhled materiálu ve výsledném renderu). Při vytváření materiálů pro 3D modely vycházíme vždy z analýzy vlastností reálných materiálů. Naše poznatky následně aplikujeme při míchání materiálu ve 3D aplikaci.

Pojďme si ale nejprve vysvětlit několik základních pojmů z oblasti tvorby materiálů povrchů pro 3D modely. Pro úspěšné vyrenderování 3D modelu musíme jeho povrch opatřit materiálem. Pojem "materiál" má ve 3D stejný význam jako v reálném světě. Také ve 3D můžeme vytvořit materiál skla, mědi, hliníku, bronzu, překližky. **Materiál** je souhrnem několika různých vlastností - definovaných prostřednictvím takzvaných **kanálů materiálu** (*material channels*). Jednotlivé kanály materiálu mohou být tvořeny buď texturami nebo procedurálními shadery. Případně jejich vzájemnou kombinací ve vrstvách či formou míchání.

Poznámka: Uvedený systém kanálů materiálu používá Cinema 4D. V různých 3D programech je způsob tvorby materiálů odlišný, nicméně pro základní vlastnosti jako je např. barva, odrazivost, hrubost či průhlednost platí obdobná logika. Mnohé 3D softwary využívají k míchání materiálů např. nodového systému (systému uzlů - *nodes*). Ten může být mnohem efektivnější než systém kanálů zejména díky možnosti de facto neomezeného vzájemného propojování nodů.

Dříve než se pustíme do popisu nejčastějších materiálových kanálů, měli bychom si vysvětlit pojmy **textura** (*texture*) a **shader** (příp. též procedurální shader či procedurální textura). Pojmu **textura** se v oboru 3D grafiky užívá vlastně ve více významech. Vycházíme-li ze 2D grafiky, pak "texturou" označujeme bitmapové obrázky - fotografie skutečných povrchů zachycují strukturu materiálu (např. fragment betonové zdi, plechu, pomačkaného papíru a pod.) **Bezešvé textury** (*seamless textures*) jsou takové textury, které plynule navazují ve všech směrech. Kladením jednotlivých dlaždic bezešvé textury vedle sebe můžeme získat nekonečně velký povrch bez viditelných spojů - švů. Termínu "textury" se ale užívá také v podobném významu jako pojmu materiály. Hovoříme-li o texturování 3D modelu, máme na mysli vlastně přípravu materiálů povrchů právě za použití textur.

Jak jsme si již řekli, jednotlivé kanály materiálu mohou být tvořeny texturami, resp. libovolnými bitmapovými obrázky v běžných formátech (JPEG, TIFF, PSD atd.). Pokud

používáme UV projekci, kterou si popíšeme později, budou tyto bitmapové obrázky ve formě **obrazových map**. Ty jsou nejčastěji vytvořeny jako seskupení různých textur pro různé části modelu v jednom obrazovém souboru. Pro textury se často používá zavedeného systému rozlišení. Označuje se jako 1K, 2K, 3K ... až 16K a vyjadřuje počet obrazových bodů. Textura 1K má velikost 1024x1024 pixelů, textura 8K pak 8192x8192 pixelů. Vhodné rozlišení použitých textur je vždy závislé na požadovaném rozlišení finálních obrazových výstupů.

Shadery (*shaders*) jsou vlastně matematicky definované povrchy. Shadery v podstatě emulují rozličné textury. Při použití shaderů nastavujeme vzhled povrchu pomocí číselných hodnot, výběrem ze seznamu různých algoritmů a podobně. Některé shadery mohou být dokonce "volumetrické", což znamená, že jsou schopny generovat nejen povrch, ale simulovat materiál i do hloubky (např. dřevo v řezu bude mít letokruhy).

Popišme si nyní alespoň několik základních materiálových kanálů. **Kanál barvy** (*color channel*) definuje barvu materiálu a jeho jas. Barvu můžeme definovat pomocí palety v RGB. Při použití textury je barva definována z RGB informace v ní.

Kanál difuze (*diffusion channel*) se užívá pro odstranění homogenosti materiálu. Objekty v reálném světě téměř vždy vykazují jisté opotřebení či zašpinění. Přidání textury či shade-ru do tohoto kanálu učiní materiál více realističtějším, přirozenějším.

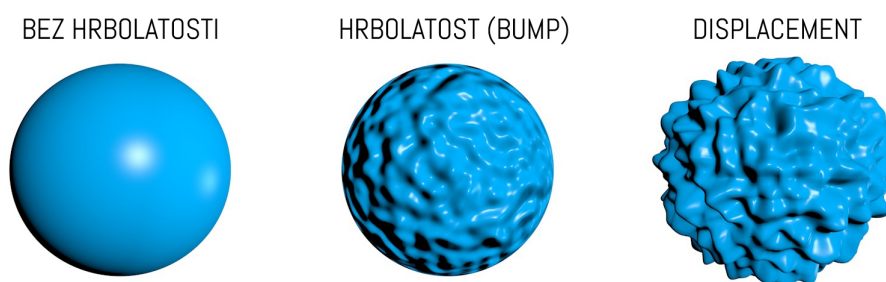
Materiálovým kanálem, který využijeme například při tvorbě materiálu skla, je **kanál průhlednosti** (*transparency channel*). Hodnotu průhlednosti můžeme nastavit v rozmezí od 0 do 100% (zcela neprůhledný až zcela průhledný). Na tomto místě je asi vhodné zmínit, že některé materiálové kanály pracují s **obrázky ve stupních šedi**. Například u průhlednosti reprezentuje černá barva 100% neprůhlednost, naopak bílá 100% průhlednost. Pokud použijeme barevnou texturu, je z ní interpretována pouze informace o jasu. V kanále průhlednosti máme k dispozici také parametr refrakce. Pomocí něj můžeme simulovat lom světla. Jak si možná pamatujeme z hodin fyziky na základní škole, každý materiál má svůj specifický index lomu (voda 1,33; sklo cca 1,5 až 1,6 a podobně).

Kanál odrazivosti (*reflection channel*) slouží k nastavení odrazů. Všechny povrchy odrážejí pod úhlem veškeré okolní objekty a okolní prostředí. Na lesklých a hladkých površích je efekt více zřejmý, obraz odrazu je ostrý. Matné, drsné a porézní povrchy odrážejí také, ale odraz je více rozostřený, hůře rozpoznatelný. Intenzitou jasu v tomto kanálu můžeme řídit intenzitu odrazů. Barevná textura v tomto kanálu pak ovlivňuje zabarvení odrazů.

V souvislosti s kanálem odrazivosti bych upozornil na **kanál odlesku** (*specular channel*). V reálném světě nejsou odlesky ničím jiným než přímými odrazy světelných zdrojů. Protože se ale nacházíme ve světě 3D, kde nepracujeme s reálnými světelnými zdroji, musíme efekt odlesků simulovat. K tomu slouží právě uvedený kanál odlesku.

Kanál prostředí (*environment channel*) má s kanálem odrazivosti také souvislost. Jak jsme si uvedli, povrchy odrážejí okolní objekty. Ve 3D ale někdy nemáme ve scéně žádný jiný objekt než náš model. Co bude tedy generovat odrazy? Kanál prostředí nabízí jedno z možných řešení této situace. Jako texturu pro tento kanál můžeme použít například panoramatický snímek krajiny či jiného prostředí a simulovat tak, co se odrazivosti týče, umístění našeho modelu v reálném světě.

Důležitým a velice často využívaným kanálem je **kanál hrboлатosti** (*bump channel*). Každý povrch má drobné nerovnosti, jakými jsou různé póry nebo výstupky ve struktuře povrchu. Kanál hrboлатosti slouží právě k simulaci takových drobných nerovností. Pracuje s texturami ve stupních šedi, černá barva reprezentuje prohlubně a bílá výstupky. Intenzitu hrboлатosti můžeme nastavit. K simulaci dochází vlastně imitováním adekvátního stínu výstupků či prohlubní. Tento stín ale tvoří pouze zdání plasticity povrchu, nedochází zde ke skutečné deformaci povrchu (geometrie modelu). Proto je "bump kanál" vhodný pouze pro jemné výstupky. Například koule opatřená materiálem s hrboлатostí vysoké intenzity bude totiž po obvodu zcela hladká, hrboлатost bude viditelná jen na plochách orientovaných směrem ke kameře. Ke skutečné změně geometrie povrchu slouží **displacement kanál** (*displacement channel*), který umožňuje také sub-polygonální deformace (další segmentace existujících polygonů pro dosažení detailnější struktury). Zde dochází opravdu ke změně polygonové struktury modelu. Použití kanálu displacement je ale mnohem náročnější na výpočet (rendering). Na následujícím obrázku můžeme vidět rozdíl mezi použitím hrboлатosti a displacementu. V obou případech byl použit stejný shader šum (*noise*).



Obr. 24: Displacement na rozdíl od hrboлатosti deformuje geometrii objektu.
© 2012 Michal MAREK

Alfa kanály známe z aplikací pro úpravu fotografií a víme, že slouží k maskování částí obrázku. Obdobně ve 3D slouží kanál **alfa masky** (*alpha channel*) k vymaskování určitých částí materiálu. Využit jej můžeme třeba při tvorbě etikety výrobku s nepravidelným okrajem nebo k různým popiskám ovládacích prvků na elektronice.

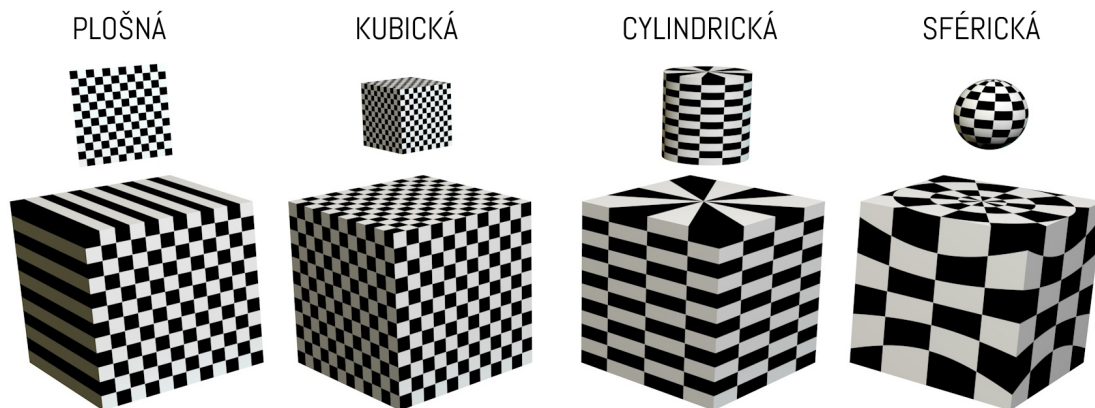
K dispozici jsou také další kanály materiálů. Nabídka se liší dle jednotlivých 3D softwarů. Příkladem takového spíše specializovaného kanálu může být **kanál normálových map** (*normal channel*), který využívá speciálně vytvořených textur, ve kterých je hrboлатost

povrchu definována pomocí barevné informace RGB. X, Y a Z souřadnice každého bodu povrchu jsou v normálové mapě vlastně překódovány do hodnoty R, G a B. K tvorbě normálových map nebo displacement map se často využívají právě skulptovací programy jako je např. ZBrush, kde můžeme vytvořit různé specifické škrábance, jemné drážky a další detailní struktury povrchů.

Poznámka: K doplnění terminologie bychom mohli ještě uvést, že pokud se například setkáme s označením mapa hrbolovitosti (bump map), půjde o bitmapový obrázek umístěný v kanále hrbolovitost (bump). Tento obrázek může mít podobu jak jednoduché textury, tak případně souhrnu textur ve formě obrazové mapy. Obdobně nazýváme textury a obrazové mapy textur pro ostatní kanály - reflexní mapy, mapy odlesku atd.

S aplikací materiálů na povrchy modelů úzce souvisí způsob, jakým jsou materiály (příp. textury, mapy) na povrch 3D objektu promítány. Ten nazýváme projekcí. Nejpoužívanějším typem projekce je asi **projekce plošná (flat)**. Někdy se nazývá také projekcí rovinnou. Využívá promítání na povrch roviny. Proto je vhodná pro rovinné plochy. Pokud je rovina promítání rovnoběžná s rovinou objektu, na který je promítána, nedochází k žádným deformacím textury.

Dalšími základními typy projekcí jsou především projekce kubická (promítání na krychli), sférická (na kouli) a cylindrická (na válec). **Kubická projekce** funguje podobně jako plošná, ale s opakující se texturou na každé ze šesti stran projekční krychle. **Cylindrickou projekci** si můžeme představit jako texturu "oblepenou dokola" na plášť válce. **Sférická projekce** zase napne texturu na povrch koule, přičemž na pólech dojde ke smrštění. Způsob, jakým jednotlivé projekce fungují, je vcelku obtížné slovně popsat, ale při práci ve 3D si lze problematiku snadno osvojit. Pomoci snad může i názorná ukázka na následujícím obrázku. Objektem, na který budeme mapovat náš materiál, je krychle. Materiál tvoří jednoduchý shader šachovnice v kanálu barva. Nad každou jednotlivou krychlí jsem zobrazil projekční objekt (rovinu, krychli, válec a kouli), který si můžeme představit jako tvar, ze kterého je materiál na krychli promítán. Z uvedeného vyplývá, proč některé typy projekcí nejsou pro určité objekty vhodné.



Obr. 25: Různé druhy projekcí materiálu.

© 2012 Michal MAREK

Existují také další metody projekce, jako jsou mapování kamerou či projekce metodou staženého obalu, nabídka opět závisí na konkrétním 3D softwaru.

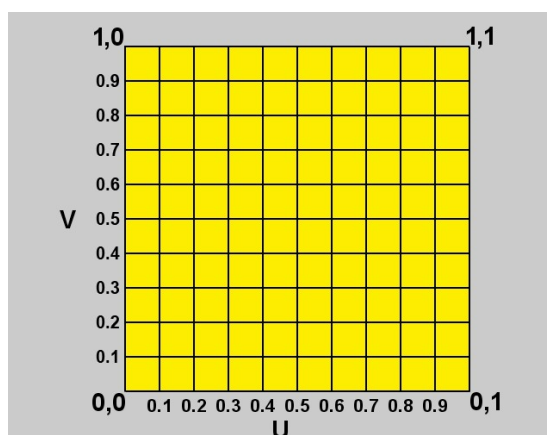
Speciální metodou projekce je **UV mapování** (*UV mapping*).

Poznámka: V Cinemě 4D se nazývá UVW mapování (UVW mapping), přičemž třetí koordináta prostoru (W) je určena pro volumetrické shadery.

Jak jsme si řekli, u výše zmíněných základních metod projekce dochází k deformacím textury. U složitějších povrchů je vlastně nemožné zvolit takový způsob projekce, který by zaručil, že textura nebude deformována (různě natažena, smršťena, promítána nevhodným způsobem). Textura je obrázek obdélníkového (příp. čtvercového) formátu a tudíž vůbec neodpovídá tvaru komplikovaného povrchu a jeho případným složitým zakřivením. Tento problém řeší právě UV mapování. Pro tento způsob projekce je nutné připravit takzvané **UV mapy** (*UV maps*). UV mapu si můžeme představit jako "do plochy rozloženou" či "rozbalenou" polygonovou síť našeho modelu.

Poznámka: Pro představu, jak rozložená polygonová síť vypadá, si můžeme vzpomenout na různé papírové modely z časopisů ABC (vystřihovánky). U nich jsou jednotlivé plochy modelu (vlastně polygony) také "rozbaleny" do roviny. Po vystřížení, ohnutí podle hran a slepení vytvoří prostorový model. Na rozvinutých plochách je již vytištěn barevný vzhled modelu (u závodního automobilu například barva laku a různé polepy na kapotě). Právě tato barevná informace by ve 3D byla obrazovou mapou textur pro kanál barvy (mapou barvy).

UV mapa definuje celou plochu textury parametricky pomocí **UV souřadnic** (*UV coordinates*). Parametr U i V nabývá hodnot v intervalu od 0 do 1. Libovolné místo na textuře je tedy možné popsat pomocí těchto dvou hodnot (UV). UV mapa zabezpečuje vlastně to, že konkrétním vertexům našeho meshe budou přiřazeny přesné UV koordináty (místa kde budou vertexy na textuře umístěny). V důsledku toho budou zpětně na určité polygony aplikovány konkrétní obrazové body (pixely) textury (resp. obrazové mapy textur). Parametrický prostor textury ukazuje následující obrázek.



Obr. 26: Parametrický prostor UV [8]

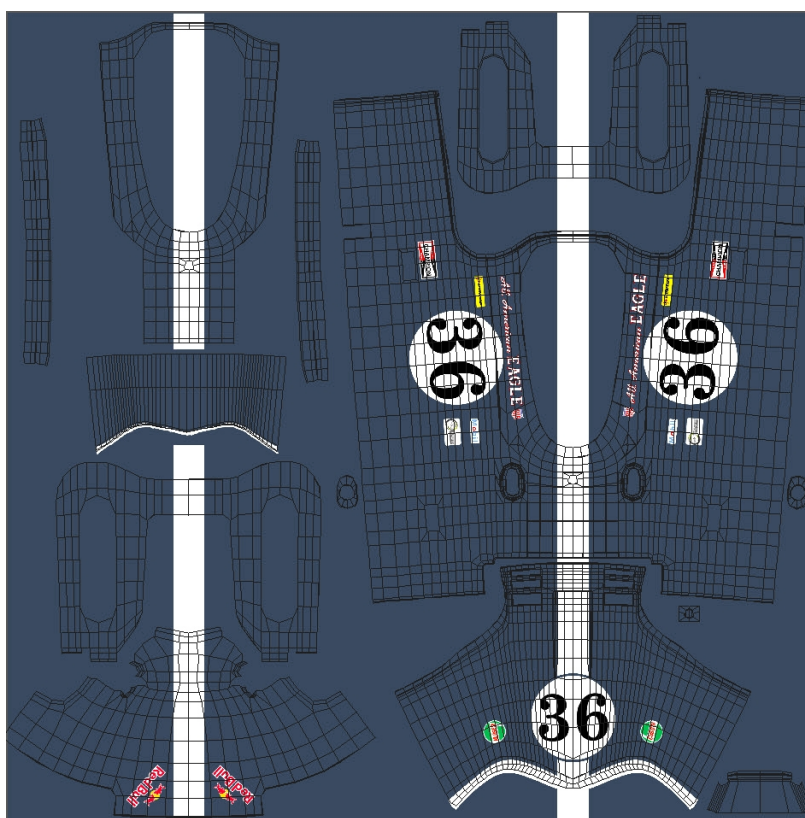
Samotné UV mapy můžeme vytvořit přímo v našem 3D softwaru (pokud to umožňuje), případně opět využít různé specializované programy (3D Coat, ZBrush, BodyPaint či další specializované utility). Jakmile UV mapu vytvoříme, máme již k dispozici "rozbalený"

mesh a můžeme **malovat přímo na povrch jednotlivých polygonů**, například pomocí Photoshopu nebo programu BodyPaint.

Poznámka: BodyPaint je součástí Cinemy 4D, ale je k dispozici také jako samostatný produkt, který lze využít pro spolupráci s jinými 3D softwary. Slouží k tvorbě UV map, ale například také k nanášení textur ve více kanálech najednou.

Při tvorbě UV map se užívá různých postupů. Každý jednotlivý 3D objekt reprezentovaný meshem může mít svou UV mapu. To ale nemusí být příliš efektivní. Někteří uživatelé jsou proto zvyklí **spojovat do jedné UV mapy** ty části modelu, které jsou vyrobeny ze stejného materiálu. Nejčastěji ale asi bývá zvykem vytvořit jednu UV mapu pro celý model (jedna UV mapa tak zahrnuje různé materiály). Na jedné textuře tak mohou být vedle sebe kombinovány povrchy kovu, dřeva, na textuře hrbolati zase různé struktury odlišných povrchů atd. Protože se jedná o souhrn textur v jednom bitmapovém obrázku, je myslím vhodné použít spíše název "**obrazová mapa textur**". Pokud jsou některé části modelu oproti jiným tvořeny extrémně malými polygony, můžeme zvětšit některé části UV mapy tak, že jim bude v obrazové mapě textur "věnováno" více obrazových bodů.

Příklad takové barevné mapy textur určené pro 3D model závodního automobilu můžeme vidět na následujícím obrázku. Patrné jsou obrysy rozbalené polygonové sítě (tedy vlastně obrysy UV mapy), které slouží pro orientaci při nanášení textur.



Obr. 27: Obrazová mapa textur.

Publikováno se svolením autora.

<http://andrestefancik.blogspot.com/2011/02/gurney-eagle.html>

A nyní se již pojďme věnovat problematice světél a osvětlení scény.

4.1.4 Osvětlení (svícení scény)

Problematika osvětlení scény vlastně spadá do oblasti renderingu. Při něm se totiž vyhodnocuje umístění jednotlivých světel ve scéně, resp. vlastně to, jakým způsobem ovlivňují vzhled 3D objektů scény (jak bude objekt stínován, jakou bude mít barvu atd.). V reálném exteriéru je světelným zdrojem Slunce, do interiéru pak proniká sluneční světlo okny. Je třeba si uvědomit ale také to, že v reálném světě jednotlivé předměty světlo odrážejí a zabarvují.

Ve 3D se ale nacházíme ve virtuálním světě. Asi nejpodobnější **situaci pro přirovnání 3D prostoru k reálnému světu je fotografické studio**. Pokud bude zcela zatemněno, nebude do něj pronikat žádné sluneční světlo. Předměty uvnitř se budou nacházet v absolutní tmě. Abychom mohli pořídit fotografie, musíme předměty nasvítit. K tomu použijeme různé typy světel. Nastavíme jim různou intenzitu, umístíme je do různých poloh. Některá opatříme deštníky, možná různými barevnými filtry, jiná ne. Použijeme rozličné světelné rampy a podobně. Obdobná situace bude i ve 3D.

Obecně lze říci, že se jednotlivé způsoby svícení scény (příp. renderingu) ve 3D snaží **napodobovat světelné podmínky v reálném světě**. Tříbodové osvětlení například zjednodušeně simuluje podmínky ve fotografickém studiu, systém globální iluminace zase zahrnuje mezi zdroje světla i světlo odražené z ostatních předmětů (obdobně jako je tomu ve skutečnosti). Použití HDRI map simuluje okolní prostředí scény pro viditelnost v odrazech a pro zabarvení světel, plošná světla jsou zase jakýmsi 3D ekvivalentem rozličných světelných ramp. Vzhledem k tomu, že dokonalejší osvětlení scény znamená také podstatně vyšší nároky na výpočetní výkon, některé standardní metody renderingu při výpočtu obrazu působení světel značně zjednodušují. Například vůbec nezahrnují do výpočtu světlo odražené od okolních objektů. Některé složitější scény by totiž bez výrazného zjednodušení nebylo vůbec možné vyrenderovat. Proto je nutné problematice světel porozumět, abychom mohli scénu optimalizovat a snížit tak čas výpočtu (*render time*).

K základním typům světel ve 3D patří světlo všesměrové, kuželové, vzdálené a plošné. **Všesměrové světlo** (*omni light, point light*), někdy nazývané také světlo bodové, je světlo, které se šíří rovnoměrně všemi směry od zdroje (bodu v prostoru). Příkladem takového světla může být žárovka.

Kuželové světlo (*spotlight*) je obdobou bodového světla, ale vrhá světlo vymezené tvarem kužele ve směru jedné z os. Ve scéně tedy rozhoduje jeho natočení (rotace). U kuželového světla můžeme nastavit úhel světelného kužele. Příkladem mohou být třeba divadelní reflektory či světlomety automobilu.

Vzdálené světlo (*infinite light, directional light*) simuluje extrémně vzdálené světelné zdroje. Jeho paprsky dopadají na objekty scény souběžně (paralelně) pouze v jednom směru, jakoby emitovány z jedné nekonečně velké roviny. Některé 3D programy umožňují

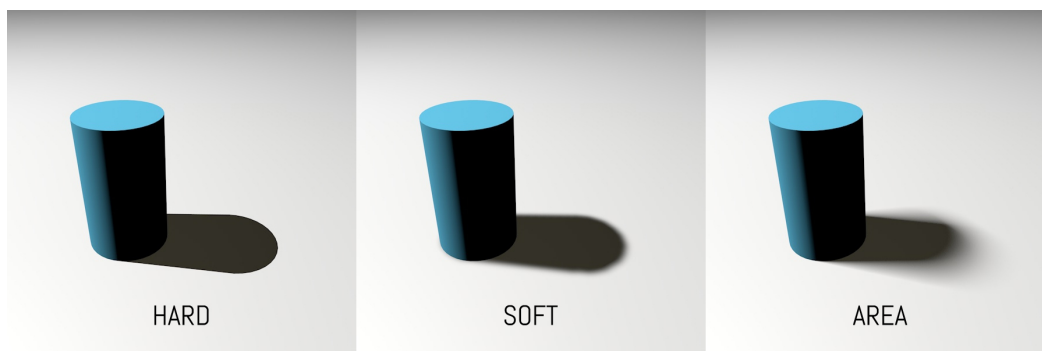
umístit do scény přímo "Slunce", které je druhem vzdáleného světla. Jeho polohu ve scéně můžeme zadat prostřednictvím zeměpisné šířky a délky a přesného data a času, které simulují světelné podmínky konkrétní polohy v určitou denní dobu.

Plošná světla (*area lights*) jsou vlastně světly seskupenými do určité plochy, oblasti (*area*). Tato oblast může být čtvercová, kruhová, může jí tvořit polokoule (dóm) a podobně. Světlo se šíří z jednotlivých bodů plochy směrem ven ve všech směrech. Příkladem může být obdélníková obrazovka počítače. Plošná světla lze také využít pro simulování odrazů obdélníkového charakteru, které vytváří například okna, jimiž přichází světlo do interiéru. Plošná světla jsou poměrně náročná na rendering (delší výpočtové časy), ale poskytují velmi kvalitní nasvícení a stíny.

Poznámka: Názvy jednotlivých typů světél se mohou lišit dle používaného softwaru. Princip základních typů světél zůstává obdobný. K dispozici bývají také další typy světél zde neuvedené.

Světla můžeme umístit dle potřeby na libovolná místa naší scény, tedy volit jejich **polohu** (*position*) a **natočení** (*rotation*). Světlům můžeme nastavovat také určité další parametry jako je jejich **barva**, **intenzita** (jas), **dosvit** a postupný **úbytek** směrem od zdroje (*decay, fall-off*) a další. Parametr úbytku je vcelku důležitý, neboť simuluje dosvit světla v reálném světě, kde je dosvit závislý na intenzitě zdroje světla. S nastavením světél souvisí také možnost simulovat další efekty známé z reálného světa, jako je třeba **kaustika** (koncentrované světelné vzory vznikající průchodem světla průsvitnými materiály) nebo **čočkové odrazy** (lens flares). Ještě bychom měli zmínit, že světla standardně osvětlují veškeré objekty ve scéně, jednotlivá světla je ale možné omezit tak, aby osvětlovala pouze určité objekty scény.

Veškeré světelné zdroje v reálném světě vrhají **stíny**. U světél ve 3D můžeme vrhání stínů u jednotlivých světél zapnout či vypnout. Stín objektu závisí nejen na tvaru 3D objektu, ale také na použité metodě výpočtu (renderingu). K dispozici jsou různé typy **stínů** (*shadows*) - **ostrý** (*hard*), **měkký** (*soft*) a **oblast** (*area*) - (označení platí pro Cinemu 4D). Ostrý (nebo také tvrdý) stín má jasné ostré okraje. U měkkého stínu jsou sice okraje vrženého stínu rozostřeny, ale stále neodpovídají reálným stínům (jde vlastně pouze o rozostřený ostrý stín). Stín je totiž v reálném světě tvořen více oblastmi (*umbra, penumbra ...*), vytváří se tak postupný přechod mezi úplným stínem a oblastmi ovlivněnými dopadem dalšího světla (polostín). Situaci v reálném světě se nejvíce přibližuje stín typu "oblast". V různých 3D programech se opět může způsob nastavení stínů lišit.



Obr. 28: Různé typy stínů - ostrý (tvrdý), měkký a oblast

Pro nasvícení modelů v produktových vizualizacích si musíme nejprve vytvořit **prostředí scény**, kam náš model umístíme. Nejčastěji se k tomu používá napodobení podmínek klasického fotografického studia. Podobně jako v něm se ve 3D pro umístění modelu používá zcela jednoduchý **model prohnutého plátna**, které slouží jako pozadí a zároveň jako podložka. Plátno se snadno vytvoří pomocí adekvátní křivky a NURBSové operace. Do scény musíme samozřejmě vložit také kameru. Umístíme ji na pozici, ze které budeme náš model snímat, a nastavíme její parametry (vhodnou ohniskovou vzdálenost atd.).

K nasvícení se často používá takzvané **tříbodové osvětlení** (*three-point lighting*). Tříbodové osvětlení scény využívá 3 světla - **klíčového světla** (*key light*), **výplňového světla** (*fill light*) a **zadního světla** (*back light*). Jiná terminologie hovoří (namísto světla zadního) o **světle okrajovém** (*rim light*). **Klíčové světlo** je dominantním prvkem scény, má ze všech světél scény nejvyšší jas, v exteriérových scénách zastupuje Slunce. Umisťuje se v určitém úhlu nad snímáný model, nejčastěji do prostoru vedle kamery, půdorysně diagonálně vůči snímanému objektu. Klíčové světlo modeluje objem nasvíceného objektu. Nejčastěji se užívá světlo bílé barvy. Klíčové světlo je zodpovědné za směr a intenzitu stínů. **Výplňové světlo** zjemňuje (vyplňuje) stíny klíčového světla, zajišťuje, že část snímaného objektu odvrácená od klíčového světla nezůstane ponořena ve tmě. Umisťuje se níže než klíčové, do prostoru naproti němu. Je obvykle měkkší (lze využít plošného světla či odrazové iluminanční plochy). Má nižší intenzitu než klíčové světlo (cca do 50%), nemělo by totiž vytvářet sekundární stíny. **Okrajové světlo** (zadní světlo) slouží ke zostření siluety, k vytvoření "čitelnější" kontury snímaného objektu, k jeho oddělení od pozadí. Umisťuje se za snímáný objekt, nejčastěji jej osvětluje šikmo z jedné ze stran. Jeho intenzita může být v určitých případech i vyšší, než má světlo klíčové. Pro výplňové a zadní světlo se často užívá světél zabarvených do žlutých a azurových tónů. Systémem obdobným ke tříbodovému je systém čtyřbodového osvětlení, který užívá čtvrtého světla, směřujícího na pozadí.

Polohu světél ve 3D je vždy **nutné doladit podle aktuální situace**, abychom jejich umístěním dosáhli požadovaného světelného efektu na povrchu modelu. Můžeme tedy vyjít například z tříbodového systému a dle potřeby modifikovat umístění, intenzitu a zabarvení jednotlivých světél, případně do scény umístit další aditivní světla, omezená jen na určité

oblasti modelu. Například modifikace tříbodového osvětlení, využívající ale plošných světel, je v oblasti 3D grafiky ke svícení studiových produktových scén obzvláště oblíbená.

Při svícení scény můžeme využít také **HDRI mapy** - speciální panoramatické obrázky prostředí. Jde o fotografie s vysokým dynamickým rozsahem (*high dynamic range - HDR*). Jsou zachyceny speciální technikou zaznamenávající řadu různých expozic jedné a též scény. Jednotlivé obrazy jsou následně složeny, obvykle do souboru s 32-bitovou barevnou hloubkou. HDRI mapy tak zachycují veškeré možné tóny osvětlení reálného prostředí. Používají se ke generování odrazů okolního prostředí a také v kombinaci s technikou globálního osvětlení - globální iluminace (GI). HDRI mapy můžeme v naší 3D scéně aplikovat na objekt **oblohy** (*sky*) či namapovat na objekt **koule** (*sphere*). Odtud může přebírat informaci o světelné situaci prostředí systém globální iluminace, o kterém si povíme v následující kapitole o renderingu.

4.1.5 Rendering

Oblast renderingu v odborných publikacích často zahrnuje také už výše zmíněnou problematiku materiálů a světel. Je to logické, neboť jde o **spojené nádoby** - drobné změny nastavení v každé z těchto oblastí mohou znamenat zásadní změny ve výsledném obrazovém výstupu. Při vytváření 3D vizualizací se často postupuje tak, že se nejprve nastaví osvětlení scény a teprve následně se ladí materiály. Chceme tak dosáhnout toho, že jejich vzhled bude ve výsledném obrazovém výstupu v závislosti na použitém osvětlení co nejvíce odpovídat skutečnosti (fotorealistický výstup), případně naší představě (stylizovaný výstup).

V této kapitole nebudeme v žádném případě zabíhat do podrobných odborných popisů matematických modelů, algoritmů či způsobů, jimiž probíhá interpretace 3D modelů ve scéně. Některé metody výpočtu si přesto stručně nastíníme, abychom lépe pochopili jisté souvislosti. Rendering je vlastně **výpočtem**, interpretací námi sestavené 3D scény do obrazového výstupu (fotografie). Při renderingu **dochází k podrobné analýze scény pomocí výpočetních algoritmů**. Analyzuje se geometrie našeho modelu, námi použité materiály povrchů, použité nasvícení scény a další faktory. Zároveň se berou v potaz veškerá námi provedená nastavení a vzniká tak výsledný obraz, který scéna vytváří v námi umístěné kameře. Při renderingu můžeme využít různých metod, které naše 3D softwarová aplikace nabízí.

Výpočetní algoritmy se v průběhu let postupně vyvíjely a zdokonalovaly. Základem procesu je **odstranění skrytých povrchů** (*hidden surface determination*). Analyzuje se například natočení normál povrchů vůči kameře. Neviditelné povrchy jsou odstraněny (nejsou ve výstupu interpretovány). Problém viditelnosti byl jedním ze zásadních problémů 3D zobrazování, který bylo nutné brzy vyřešit. První algoritmy vznikly již před rokem 1970. Existují rozdílné algoritmy, některé pracují na jednoduchém principu geometrické

projekce objektů scény do dvourozměrné obrazové roviny. Mezi tyto metody bychom mohli zařadit metodu scanline renderingu či metodu renderování pomocí Z-bufferu. Tyto algoritmy ale vypouštějí určité třírozměrné údaje o scéně, což znamená omezení v oblasti stínování, texturování, vyhlazování atd. Sofistikovanější algoritmy vyžadují sice náročnější výpočty, ale umožňují zpracovat při renderingu data, která lze využít pro lepší renderování textur, stínů, pro velmi přesnou interpretaci lomu světla a odrazů.[9]

Jednou z rozšířených sofistikovaných metod renderingu, kterou disponuje většina současných 3D softwarů, je **trasování paprsků** (*ray tracing*). Pro zjednodušení nám postačí, pokud si představíme, že pro každý pixel je vytvořen paprsek, který prochází trojrozměrným prostorem, odráží se (případně prochází) různými povrchy, dokud nedosáhne světelného zdroje. Paprsek při průchodu scénou shromažďuje informace důležité pro výpočet. Ray tracing napodobuje situaci v reálném světě, kde paprsky putují od světelných zdrojů k oku pozorovatele. Při tom dochází k jejich odražení od povrchů, což mění jejich charakteristiky. Ve 3D se ale zbytečně netrasují ty paprsky, které nikdy nedosáhnou kamery. Proto je postup obrácený, paprsky jsou vysílány od kamery ke zdroji.[9]

Pokročilejším způsobem renderingu je metoda **globálního osvětlení - globální iluminace** (*global illumination*, zkr. GI). Používá se k dosažení realističtějších výsledků osvětlení ve 3D renderech. Je poměrně náročná na výpočetní výkon. Označuje metodu, která zahrnuje do výpočtu i nepřímé osvětlení - světlo odražené jednotlivými objekty scény, které se dále šíří a částečně osvětluje jiné předměty ve scéně. Renderování s GI opět využívá různých variant výpočetních algoritmů. Jedním z nich je renderování pomocí algoritmu **radiozity** (*radiosity*). Ten rozděluje geometrii prostředí na jednotlivé oblasti (*clustery*) podle toho, jak jsou ovlivněny světlem (dělí je na zdroje světla, povrchy světlo přijímající a povrchy světlo blokující). Počítá se energie přenesená z jednoho povrchu na druhý, dokud není zcela pohlcena povrchy či prostředím. Dalším algoritmem je systém **fotonových map** (*photon mapping*). Pracuje na principu jakýchsi energetických paketů (balíčků) fotonů. Ty jsou vysílány do scény ze světelných zdrojů a do fotonové mapy je zaznamenáván bod a úhel dopadu fotonů na povrchy. Rendering je dvouprůchodový, ve druhém passu se za použití vzniklé fotonové mapy odhaduje radiance každého jednotlivého pixelu výstupního obrazu. [9][10]

Nastavování renderingu je ale vlastně zároveň také **finalizací celého procesu přípravy 3D vizualizace**. Nejde jen o nastavení parametrů výstupního obrazového souboru a volbu renderovací metody. Celou scénu je potřeba doladit, abychom našli optimální volby pro veškeré elementy ovlivňující konečný výsledek.

Jakmile máme ve scéně umístěný 3D model a pozadí, zvolíme pozici **kamery**. Hledáme optimální polohu, dokud nedosáhneme požadované kompozice obrazu. Pohled kamery se zobrazuje přímo v modelačním okně, je tedy snadné dosáhnout žádané pozice a rotace.

Ještě před umístěním kamery je vhodné nastavit **hodnotu poměru stran obrazu** výstupního renderu (např. 4:3, 16:9 atd., případně pomocí šířky a výšky v obrazových bodech), neboť pak již vidíme v modelačním okně skutečný ořez velikosti budoucího renderu. Kameře také nastavíme její ohniskovou vzdálenost, a budeme-li využívat fyzikálního renderingu, tak také další parametry (clona, rychlost závěrky atd.). Jakmile máme kameru nastavenou ve správné poloze, je vhodné ji uzamknout, abychom zamezili náhodnému nechtěnému posunu.

Poté můžeme vložit do scény jednotlivá **světla**, nastavit jejich polohu a parametry. Vyjďeme například z tříbodového způsobu osvětlení a umístění jednotlivých světel modifikujeme, dokud světlo nevytvoří správnou světlou atmosféru, vhodné nasvícení jednotlivých ploch modelu, vyhovující směr a délku vržených stínů a požadované odrazy. V Cinemě 4D je k dispozici také nástroj pro tvorbu osvětlení, který umožňuje umisťovat světla do scény tak, že si zvolíme umístění konkrétních světelných elementů přímo na povrchu modelu, namísto umisťování světel v prostoru. Ve formě knihoven nebo pluginů lze zakoupit a umístit do scény také celé studiové sety světel, které imitují prostředí fotografického studia.

Materiály povrchů, případně alespoň obrazové mapy textur pro jednotlivé kanály, budeme mít již s velkou pravděpodobností připravené, stejně jako **UV mapy** modelu. Jejich tvorba se realizuje většinou ihned po dokončení modelování. Pokud ne, pak materiály vytvoříme a aplikujeme je na náš model.

A nyní nás čeká **ladění scény**. Jde o vzájemné vyvažování všech "ingrediencí" scény, vybalancování jednotlivých hodnot a elementů. K tomuto ladění nám slouží pomocné **zkušební rendery**. Nastavujeme je tak, aby byly vypočteny za relativně krátký čas. Volíme zde nižší rozlišení, horší kvalitu vyhlazování a podobně. Pokud nejsme s výsledky testů spokojeni, upravíme nastavení jednotlivých kanálů materiálu, světel či nastavení kamery a test zopakujeme. Jakmile jsou výsledky testovacích renderů uspokojivé, čeká nás vlastně již poslední krok.

Abychom se dopracovali ke konečnému výsledku našeho snažení - obrazovému výstupu v podobě fotografie našeho produktu, musíme si ještě **nastavit přesné parametry renderingu**. Zmíníme si zde alespoň ty nejdůležitější. Zejména musíme zvolit požadovaný rozměr obrazového výstupu - jeho **velikost v obrazových bodech (šířka x výška)**. Můžeme také nastavit parametr **rozlišení (resolution)** v DPI, budeme-li výstup používat pro tisk. Není to ale nutné vzhledem k tomu, že ve většině případů dochází ještě k následné finální úpravě 3D renderů v postprodukcí. Nastavit můžeme také **poměr stran obrazu (aspect ratio)** - například 4:3, 16:9 nebo jiný vlastní poměr stran. Pokud renderujeme sekvenci snímků pro animaci, nastavíme také **rozsah výstupních snímků**. Pro statické snímky můžeme zvolit výstup v rozsahu jednoho snímku, např. od snímku 0 do snímku 0, případně vybrat jakýkoliv jeden aktuální snímek na časové ose.

Ke slovu přichází další velmi důležitá část nastavení - **výstupní formát souboru** výsledného renderu, jeho **název a cesta** pro jeho uložení. Vybírat můžeme z většiny běžných obrazových formátů (PSD, TIFF, JPEG, OpenEXR, PNG ...) a několika video-formátů (QT, AVI - s různými kodeky).

Poznámka: Přímé renderování do videa se ale příliš nepoužívá. V případě chyby je totiž nutné přerenderovat veškeré snímky animace. Namísto toho se užívá renderování do sekvencí jednotlivých snímků, kde je v případě chyby možné vyrenderovat pouze samostatný snímek, ve kterém k chybě došlo, případně pouze několik snímků, kterých se chyba týká.

V souvislosti s obrazovým formátem můžeme zvolit také **barevnou hloubku** (*color depth*, *bit depth*), **barevný profil** (*image color profile*) či možnost, zda se bude renderovat **alfa kanál obrazu** (přímý nebo separátní). Prostřednictvím volby **multi-passu** (*multi-pass*) lze nastavit také další obrázky, které se, obdobně jako alfa kanál, mohou renderovat společně s naším výstupním renderem. Pomocí multi-passu se renderují vlastně další obrazové vrstvy, které můžeme následně použít při kompozici ve Photoshopu. Můžeme nechat vypočítat různé **zásobníky objektů** (*object buffers*), které tvoří alfa masky k jednotlivým objektům ve scéně. Je možné vypočítat zvlášť **vrstvy obrazu pro jednotlivá světla**, pro **stíny**, pro **odrazivost** a podobně. Stejně tak můžeme prostřednictvím multi-passu získat různé specializované vrstvy, jako jsou například passy zaznamenávající UVW koordináty nebo normály povrchů. Některé vrstvy slouží právě ke kompatibilitě s programy jako jsou AfterEffects.

Podstatnou položkou v nastavení renderingu je **vyhlazování** (*anti-aliasing*). Zajišťuje, že výstupní rendery nebudou mít "zubaté" hrany. Vybrat můžeme z několika přednastavených hodnot: bez (*none*), geometrie (*geometry*), nejlepší (*best*). Pro finální rendery je vhodná ta poslední. Můžeme zvolit minimální a maximální úroveň vzorkování (dělení obrazových bodů v kritických oblastech obrazu - *subpixels*). Zároveň můžeme nastavit různé **filtry vyhlazování** (určité algoritmy), z nichž každý je vhodný pro jiné použití - některé pro statické rendery, jiné pro animace, pro PAL/NTSC vysílání a podobně.

Samozřejmě si v nastavení renderingu můžeme také zvolit, zda se při výpočtu použije systém **globální iluminace** (GI), v rámci jehož nastavení opět můžeme volit různé použité algoritmy a detailně je ladit. To vyžaduje ale již vcelku odborné znalosti, proto jsou i zde k dispozici různá **přednastavení**. Pro výpočet můžeme také vybrat použití **fyzikálního rendereru**, případně využít různých přemostění do **externích rendererů**, o kterých jsme již hovořili dříve.

Nyní již nezbývá než spustit rendering a vyčkat (dle použité metody a složitosti scény mnohdy i několik hodin) na výsledek.

4.1.6 Postprodukce

Jakmile máme vyrenderované výstupy uložené v některém z běžných obrazových formátů na disku našeho počítače, můžeme provést jejich **barevné korekce** a další úpravy standardním způsobem ve Photoshopu. Pokud jsme vytvářeli sekvenci snímků pro animaci,

můžeme postupovat stejným způsobem v aplikaci AfterEffects či v obdobném efektovém softwaru.

Pro jednodušší práci v postprodukcí nám mohou velmi pomoci různé **masky a speciální passy**, které jsme si mohli vyrendrovat spolu s RGB obrázkem, jak jsme si zmínili dříve. Postprodukce je v oblasti zpracování digitální fotografie dnes již zcela běžným nástrojem. Stejně tak i 3D rendery se zcela běžně v postprodukcí ladí, jen ojediněle se používá přímý výstup z renderingu ve 3D aplikaci. Také je třeba si uvědomit, že většinou se renderuje do separátních vrstev a pomocí různých passů, které se nadále kombinují. Výsledná vizualizace je pak až výsledkem **kompozice** ve Photoshopu či v AfterEffects.

Při psaní celé této kapitoly jsem vycházel především z vlastních zkušeností a znalostí, oporou mi byla také anglická nápověda k programu Cinema 4D.[8] Zároveň jsem, jako vodítko pro porovnání mých poznatků a mnou užitých výrazů s termíny určenými pro jiné 3D software, používal velmi pěknou publikaci Mistrovství 3D animace od Isaaca Kerlowa. Ta může být užitečnou pomůckou sloužící k orientaci ve světě 3D grafiky. Dobře poslouží nejen animátorům, ale každému, kdo se o 3D grafiku zajímá, protože se věnuje všem jejím základním oblastem.[9]

Tím jsme si prošli všechny důležité součásti postupu přípravy 3D vizualizací z teoretického hlediska a nyní se již pojďme věnovat praktické stránce věci a tvorbě 3D modelu konkrétního výrobku.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 TVORBA 3D MODELU V PROGRAMU CINEMA 4D

V této části již na konkrétním příkladu předvedu postup tvorby 3D modelu v programu Cinema 4D (verze Studio R13). Nejprve učiním malou odbočku a zmíním několik poznatků a rad, jak se 3D co nejefektivněji naučit. Následně se budu věnovat krátkému popisu vybraného modelu a vyhledání referencí. A samozřejmě uvedu zásadní momenty procesu modelování včetně screenshotů. Velmi krátce zmíním také přípravu materiálů, tvorbu osvětlení scény, nastavení renderingu a provedení drobných úprav v postprodukcí.

Rád bych ještě upozornil, že následující popis nemůže být přesným tutoriálem, ve kterém bych názorně ukazoval každý jednotlivý krok postupu modelování. Na to není bohužel v této práci prostor. Jde mi spíše o to poukázat na určité workflow, na metodu, kterou lze použít. Těch nástrojů, ale také postupů, jejichž využití by vedlo ke stejným či obdobným výsledkům, je v Cinemě 4D k dispozici opravdu velká spousta. Mnou užitá techniky nejsou tedy v žádném případě jakkoliv dogmatické, snad budou spíše evokovat možná řešení a pomohou objevit další rozličné pracovní postupy.

5.1 Jak se nejlépe naučit 3D?

Každý z nás je individuálním jedincem, každému vyhovuje jiná forma výuky, jiný způsob získávání informací. Moje níže uvedená doporučení jsou proto spíše upozorněním na zdroje, které jsou k dispozici a je možné je využít. Nejdůležitějším aspektem je vždy opravdový a neutuchající zájem o obor. Veškeré mé znalosti 3D grafiky jsem nashromáždil v průběhu let tím, že jsem o 3D denně četl různé články, procházel diskuzní fóra, manuály, sledoval jsem výukové video-tutoriály, komunikoval s kolegy z oboru a také jsem "cvičil" - zkoušel jsem nabyté znalosti vyzkoušet přímo v 3D softwaru. Nikdy nezapomínejme na to, že každý obor se stále vyvíjí a "udržet s ním krok" znamená být neustále schopen vyhledávat a přijímat nové informace a poznatky. Pro tak dynamicky se vyvíjející obor, jakým 3D grafika je, to platí dvojnásob.

Velkým a nezastupitelným pomocníkem mi byly zejména výukové tutoriály od Ing. Pavla Zocha, Ph.D., který je již po mnoho let vyhlášeným odborníkem a školitelem pro Cinemu 4D v ČR. Své články, v poslední době vhodně doplněné video-tutoriály, pravidelně publikuje například na serveru 3Dsoftware.cz, kde je k dispozici také české diskuzní fórum o Cinemě 4D. Pavel Zoch je také autorem české lokalizace Cinemy. Právě česká lokalizace může být velkou výhodou pro začínající uživatele, kteří zatím příliš neovládají angličtinu. Zoch vydal také několik výukových DVD, která vás provedou základy tvorby 3D obdobně, jako se o to pokouším v této bakalářské práci já.



Obr. 29: Výukové DVD.

Zoch vydal například výukové DVD, kde popisuje kompletní tvorbu 3D modelu historického letounu Fokker v Cinemě 4D.

Publikováno se svolením autora. http://www.c4d.cz/fokker/gfx/fokker_final1.jpg

Pokud užíváte jinou softwarovou platformu, například Mayu nebo Softimage, najdete většinou odkazy na výukové materiály přímo na stránkách výrobců softwaru. Pěkným příkladem může být počín Autodesku - Autodesk Academy, kde mohou studenti univerzit po registraci získat velké množství výukových materiálů, včetně ukázkových scén.

Pro video-tutoriály (výuková videa s pracovními postupy ukazujícími práci přímo v softwaru) lze obecně samozřejmě doporučit prohledat klasické zdroje jako je youtube.com a vimeo.com. Uživatelé zde sdílejí své pracovní postupy a už dávno je pryč doba, kdy šlo z těchto zdrojů získat jen málo kvalitní tutoriály. Některé takto publikované tutoriály jsou v současnosti opravdu na vysoké odborné úrovni.

Stejně sdílení informací a pracovních postupů poskytují také různá diskuzní fóra. Dozvíte se zde často mnohé potřebné informace i ze souvisejících oborů. A diskuze s kolegy bývá někdy opravdu podnětná. Příkladem specializovaného diskuzního fóra o digitální grafice může být např. cgtalk.com (v angličtině).

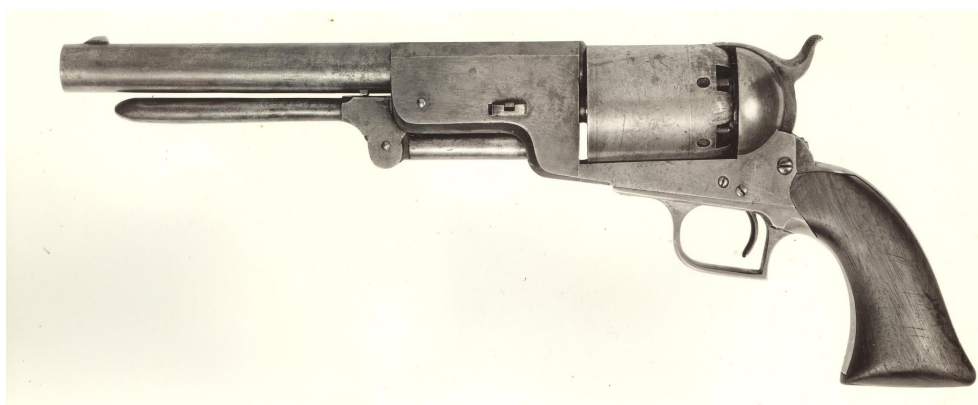
Pokud sáhnu mezi profesionální výukové materiály, bylo by zde vhodné uvést výuková DVD Gnomon (zaměřeno spíše na 3DS MAX, Autodesk Maya či Z-Brush). DVD od Gnomonu jsou uživatelé ceněna zejména proto, že lektory jsou profesionálové se zkušenostmi ze špičkových studií (např. ILM, Sony Pictures Imageworks atd.).

Teoretický základ je vždy důležitý a podstatný, ale mějme neustále na paměti, že teprve opakování "dělá mistra". Jak uvádí Malcolm Gladwell v bestselleru s názvem Mimo řadu, pravděpodobná hranice, která odlišuje špičkového odborníka libovolného oboru od těch, kteří zapadnou v šedi, je hranice 10.000 "odcvičených" hodin.[11]

5.2 Popis postupu tvorby 3D modelu: revolver Colt Walker 1847

5.2.1 Volba modelu, vyhledání referencí a blueprintů

Pro praktickou část mé bakalářské práce jsem zvolil vytvoření 3D modelu historické střelné zbraně - revolveru Colt Walker Model 1847. Jedná se o **šesti-ranný zpredu nabíjený revolver s perkusním zápalem**. Vznikl jako výsledek spolupráce mezi Samuelem Hamiltonem Walkerem, kapitánem Texas Rangers (Texaští jezdcí), a Samuelem Coltem, americkým vynálezcem. (Jak již dnes víme, Samuel Colt se právě díky výrobě palných zbraní stal také velmi úspěšným průmyslníkem.) Revolver Colt Walker byl **dlouhý úctyhodných téměř 40 cm**, vážil něco málo **přes 2 kilogramy**. Účinnost Coltu Walker zůstala po téměř devadesát let od jeho vzniku nepřekonána. Byl považován za nejmocnější opakovací jedno-ruční palnou zbraň, což změnil až do příchod nábojnic .357 Magnum v roce 1935. Jedná se o takzvaný "single action" (jednočinný) revolver - kohout se musí natáhnout před každým výstřelem, čímž dochází zároveň k pootočení válce.[12][13][14]



Obr. 30: Colt Walker Model 1847.

Dostupné z: <http://www.flickr.com/photos/ctarchives/4522702259/>

Historie revolverů je nerozlučně spjata právě se jménem Samuela Colta. Dle legendy se prý Colt nechal ke konstrukci revolveru **inspirovat** jednoduchou **západkou lodního kormidelního kola**, která umožňuje nebo blokuje jeho otáčení. Pro revolver, jak jej vnímáme dnes, je typický právě revolverový opakovací mechanismus - systém otočného a většinou též výklopného válce s komorami pro náboje. Náboje ve formě plechových nábojnic se ale objevují až později (cca 1856 Smith and Wesson). Stejně tak patří k pozdější době i revolvery zalamovací či s výklopným válcem.[12][13][14]

V případě Coltova revolveru s perkusním zápalem se do komor válce nasype zepředu **střelný prach** pomocí prachovnice, vloží se **střely** (kulky) a náplň se v komoře upěchuje. K tomu se použije **pákový nabíječ** (nabíjecí páka), jehož rukojeť je umístěna pod hlavní. **Perkusní zápalky** (kapsle) se nasazují na zadní stranu komor - do vybrání na zadní straně válce (bubínku). Po stisku spouště a po dopadu kohoutu (kladívka - *hammer*) zapálí střelný prach uvnitř komor. U prvních modelů Coltovo revolverů bylo před nabíjením dokonce

nutné válec vyjmout, později byl tento problém vyřešen pomocí hlubokého vybrání v rámu v místě pro vkládání kulek a kapslí.[12][13][14]

Colt nebyl zdaleka prvním, kdo myšlenku opakovacího mechanismu použil v praxi. Křesadlové revolvery s nápadně podobným mechanismem, jako byl ten Coltův, údajně vyráběl již o 150 let dříve John Dafte. Roku 1818 si nechal patentovat Elisha Collier svůj "flintlock revolver", který je považován za první skutečný revolver. Některé z těchto zbraní snad Colt viděl a mohl se jimi nechat inspirovat.[12][13][14]

Roku 1835 Colt předkládá uspokojivě fungující modely a patřičné výkresy a získává **britský patent na revolverový opakovací mechanismus**. Následujícího roku 1836 také patent americký. Coltova konstrukce nebyla zřejmě nijak převratná, nicméně Colt dokázal uvést v život jistá konstrukční vylepšení - např. aretace válce ve chvíli výstřelu či umístění pístonů pro zápalky do hlubokých výřezů zabraňující přeskoku plamene při zápalu. Pomocí dokonalejší výrobní technologie s menšími tolerancemi odstranil také problém zákrytu komory s hlavní.[12]

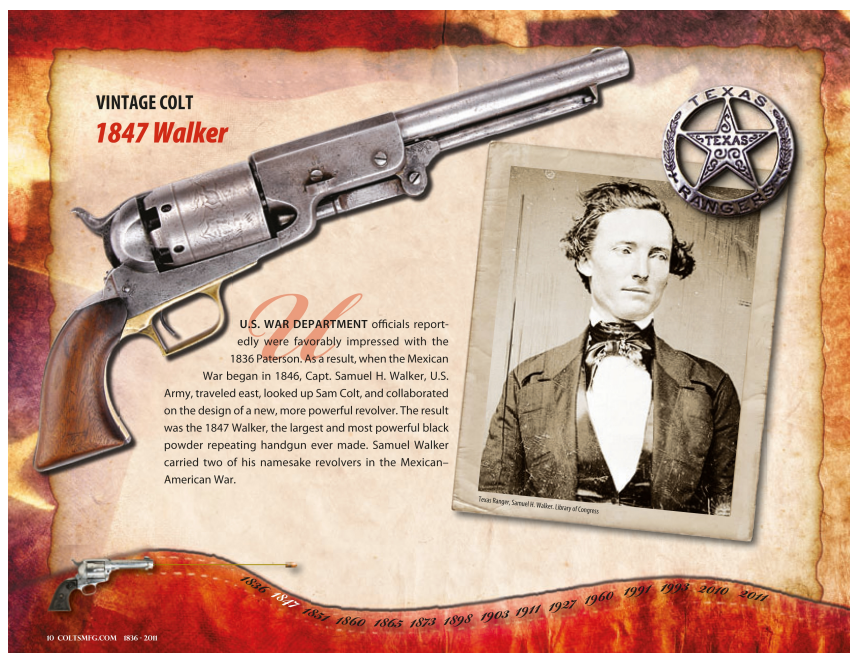
Co je ale z hlediska oboru průmyslového designu zajímavé, významnou roli zřejmě sehrál "dobrý design". Roger Ford k tomu ve své knize píše:

"Nebylo tedy ve skutečnosti na Coltově konstrukci mnoho nového, pokud vůbec; spíše upravil již existující prvky, a tím umožnil jejich spojení do fungujícího celku. Kromě toho také vytvořil zbraň, která dobře vypadala a "seděla", zatímco dřívější revolvery měly hrubý a nedotažený vzhled."[12]

Roku 1836 založil Colt "The Patent Arms Manufacture Company", kde začal vyrábět pěti-ranné revolvery Paterson, pojmenované dle názvu města, kde sídlil jeho podnik. Coltův první podnik zanedlouho zkrachoval, roku 1842 byla továrna v Patersonu uzavřena, Colt se věnoval jiným činnostem (např. zdokonalení podmořského telegrafního kabelu). Neustále ale také pokračoval ve vývoji konstrukcí střelných zbraní a obnovoval cenné patenty. Tato víra v budoucnost se ukázala o několik let později jako nadměrně prozíravá.[12]

Roku 1847 totiž obdržel **zakázku na 1000 kusů revolverů** modifikované konstrukce od vlády Spojených států pro válku s Mexikem. Objednávka přišla i přes stále přetrvávající konzervatismus v armádních kruzích. Texaští jezdcí (Texas Rangers) si totiž mohli účinnost Coltových zbraní v boji ověřit již dříve, když bojovali proti tlupám Komančů. Skupina 15-ti "jezdců" se dokázala ubránit pětinasobné přesile. Po připojení Texasu roku 1845 se "jezdcí" stali součástí ozbrojených sil Spojených států a přinesli s sebou do armády i své nadšení pro revolvery Colt. Počátkem roku 1847 vstupuje na scénu Coltova podnikání **kapitán Samuel Walker**. Měl zkušenosti s nedostizností Coltových zbraní a chtěl je objednat pro potřeby "jezdců" v mexicko-americké válce. A tak odcestoval do New Yorku, aby vyhledal Colta a představil mu upravený koncept zbraně, vycházející z Coltu Paterson. Walker požadoval určité změny, nový kolt měl být oproti Patersonu šesti-ranný, měl mít dostatečnou sílu zabít jednou ranou a měl jít rychleji nabíjet. Colt najal na výrobu tohoto prvního tisíce kusů Eliho Whitneyho Blakea Jr., v jehož továrně ve Whitneyville v

Connecticutu se zbraň začala vyrábět. A tak spatřil světlo světa legendární Colt Walker 1847.[12][15]



Obr. 31: Strana z katalogu Colt.
Colt Walker 1847 a Texas Ranger Samuel H. Walker
Dostupné z: <http://www.coltsmfg.com/>

Ze slavného koltu Walker 1847 vycházely později další modifikované modely, které řešily některé jeho nedostatky. Vývoj šel dál. Takovým mezistupněm či přechodem k následující sérii byl Colt Whitneyville-Hartford Dragoon, později následován dalšími koltly série Dragoon. Toho zcela původního modelu Colt Walker 1847 bylo vyrobeno ale jen **pouhých 1000 ks**, k tomu dalších 100 ks pro privátní prodej a propagační účely. Odhady říkají, že se do dnešních dnů zachovalo asi 10% z původního počtu, maximálně něco kolem 130 kusů. To činí Colt Walker 1847 zcela **unikátní starožitností** s nesmírnou cenou. A to nepřeháním. Není výjimkou, že se u originálních kusů z první série z doby mexicko-americké války pohybují vyvolávací ceny v aukcích v částkách nad 100.000 amerických dolarů. Roku 2008 byl exemplář (údajně nejlépe zachovaný kus) koltu Walker 1847 vydražen za cenu **920.000 USD**. [12][14][15]

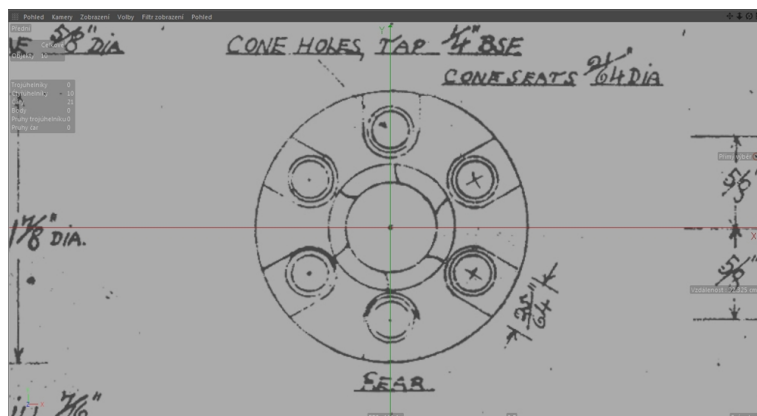
Tolik k představení výrobku, který budu modelovat, a k jeho historii. Prostudování historických pramenů je myslím vždy vhodné, lze z nich získat informace o způsobu, jakým výrobek fungoval, a pochopit další souvislosti. To může být prospěšné při samotném vytváření modelu. Nyní již k více technickým záležitostem.

Na portále the-blueprints.com se mi podařilo najít poměrně podrobné konstrukční plány tohoto typu revolveru, které mi vhodně poslouží jako blueprinty. Na webových stránkách výrobce koltů, nyníjsí Colt's Manufacturing Company, LLC www.coltsmfg.com, jsem si

stáhl dostupné katalogy produktů. Na internetu jsem vyhledal co nejvíce fotografií koltu, které mi poslouží jako reference. Soustředil jsem se zejména na detailní záběry jeho součástí a na fotografie v "rozloženém" stavu, neboť mohou objasnit různé konstrukční detaily, které nejsou z celkových pohledů zřejmé. Velký konstrukční plán jsem pomocí Photoshopu rozdělil na menší části dle jednotlivých součástí a začal s modelováním.

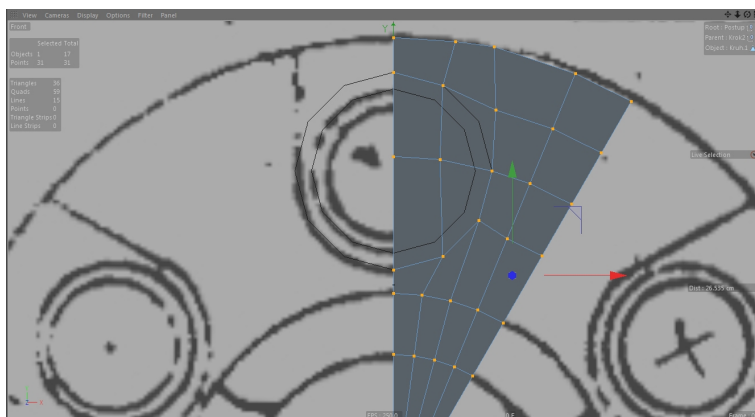
5.2.2 Modelování

Válec revolveru: Práci jsem zahájil modelováním válce revolveru, tedy bubínku. Do jednotlivých pohledů jsem si umístil odpovídající blueprints. V **předním pohledu (front)** jsem si zarovnal blueprint tak, aby střed kruhového obrysu bubínku ležel v počátku souřadnicového systému (tedy symetricky dle os X a Y).



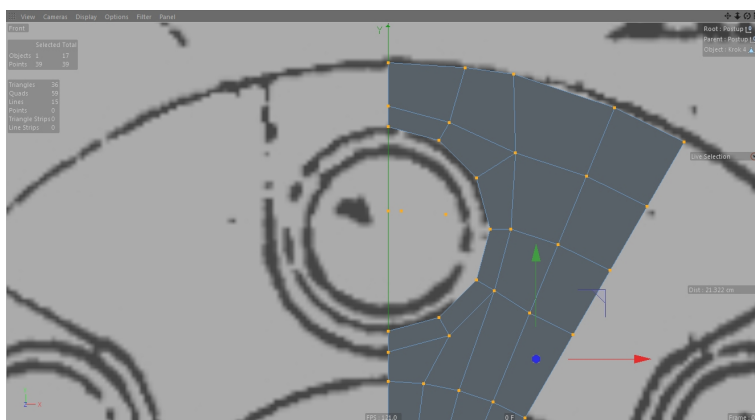
Obr. 32: 3D modelování - screenshot 1

Rozhodl jsem se, že bubínek vytvořím technikou HN modelování - pro kruhové otvory komor tak budu potřebovat mnohem nižší segmentaci a při modelování se budu lépe orientovat (nižší počet bodů meshu). Při modelování jsem vyšel z primitiva **kruh (disc)**. Bubínek má 6 komor, připravil jsem si výseč kruhu - $360/6=60$ stupňů. Neboť i tento segment je osově symetrický, rozhodl jsem se, že budu pracovat jen s jeho polovinou - výsečí 30 stupňů. Výseč jsem natočil tak, aby její okraj ležel na svislé ose. Nastavil jsem potřebnou segmentaci kruhu - počet segmentů po obvodu na 4 a počet vnitřních na 8, abych měl dostatek polygonů pro otvor nábojové komory. Správný počet segmentů jsem několikrát testoval, než jsem došel k uvedeným hodnotám. Objekt kruhu (resp. tuto výseč) jsem převedl na editovatelný mesh. Dvě smyčky hran ve spodní části výseče jsem posunul do míst kruhové rohatky. Přebytkové smyčky směrem ke středu jsem odstranil příkazem **sešít (stitch and sew)**. Jednotlivé body jsem posunul do míst po obvodu hlubokých vybrání pro perkusní zápalky. Abych přesněji odhadl správnou polohu bodů, použil jsem dvou křivek **N-stěn (n-side)** se segmentací 12. Se zapnutým přichytáváním jsem body rozmístil po obvodu větší z křivek.



Obr. 33: 3D modelování - screenshot 2

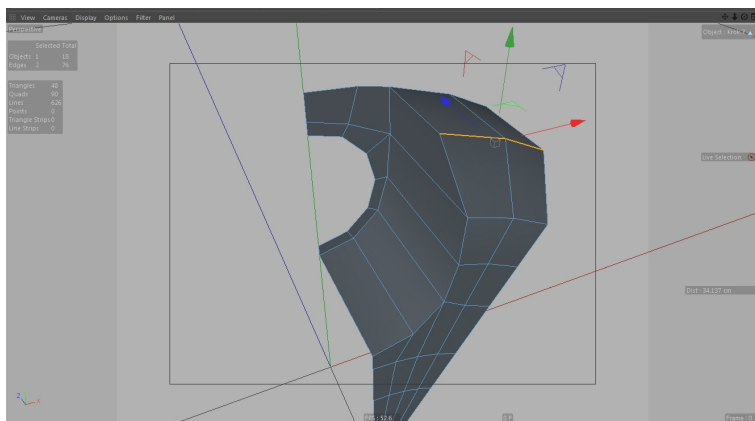
Vybral jsem 4 polygony v oblasti otvoru komory a aplikoval příkaz **vytažení uvnitř** (*extrude inner*). Smazal jsem označené polygony a také 2 polygony ležící u středové osy. Nově vzniklé body jsem opět se zapnutým přichytáváním rozmístil po obvodu menšího ze dvou N-stěnnů.



Obr. 34: 3D modelování - screenshot 3

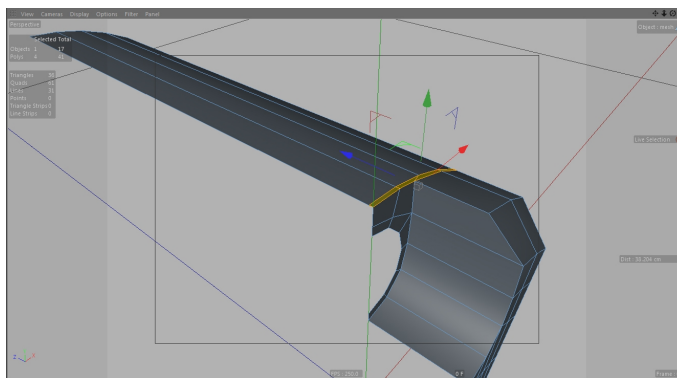
Na obrázku jsou vidět osamocené body. V průběhu modelování je nutné mesh opakovaně **optimalizovat** (*optimize*) - odstraní se tak např. nepoužité či duplicitní body. Stejně tak je vhodné průběžně provádět **zarovnávání normál** (*align normals*). Obojí se provádí zejména v souvislosti se složitějšími modifikacemi meshe.

Označil jsem všechny polygony meshe ležící mimo oblast vybrání a použil příkaz **vytažení** (*extrude*). Délku posunu jsem upravil v bočním pohledu. Jelikož budu později celý segment zrcadlit a rotačně duplikovat, smazal jsem nově vzniklé polygony v místech styčných ploch. Opět jsem provedl optimalizaci. Celý objekt jsem si pracovní natočil o 30 stupňů, označil jsem dvě rohové hrany a jejich posunem jsem vytvořil budoucí zaoblení okraje bubínku.



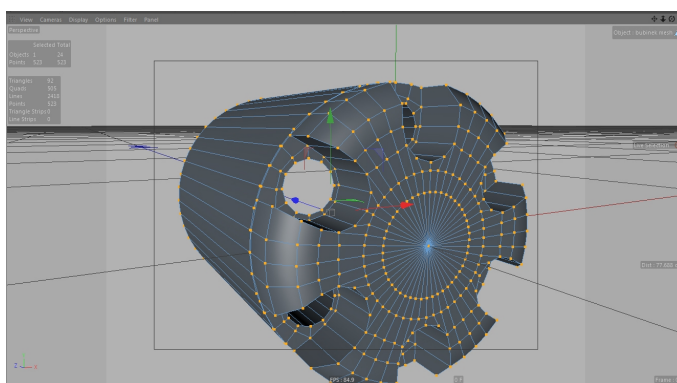
Obr. 35: 3D modelování - screenshot 4

Do scény jsem vložil primitivum - **válec** (*cylinder*) s orientací +Z, který bude tvořit válcovou část bubínku. Opět jsem nastavil výšec od 0 do 30 stupňů a otočil ji ve shodě s již vytvořeným segmentem. Poloměr válce jsem nastavil přesně dle poloměru výchozího primitiva kruhu, použitého pro tvorbu již hotové části bubínku. Šířku jsem upravil dle bluepruntu v bočním pohledu. U objektu válce jsem vypnul tvorbu uzávěrů a počet segmentů nastavil na čtyři. Objekt jsem převedl na editovatelný mesh. V předním pohledu jsem upravil polohu dvou bodů okraje vybrání, aby zaoblení lépe korespondovalo s novým válcovým segmentem. Označil jsem oba objekty a použil příkaz **spojit+smazat** (*connect objects+delete*). Na nově vzniklém objektu jsem funkcí **přemostit** (*bridge*) doplnil úzký proužek polygonů a tím obě části objektu propojil ve spojitý mesh.



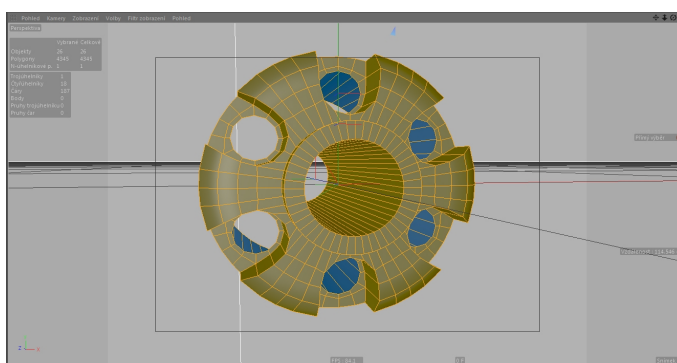
Obr. 36: 3D modelování - screenshot 5

Do scény jsem vložil objekt **symetrie** (*symmetry*), pod něj jsem umístil stávající mesh, čímž došlo k jeho vyzrcadlení. Vzniklou jednu šestinu bubínku jsem rotačně zduplikoval pomocí objektu **klonování** (*cloner*) v radiálním režimu s počtem šesti klonů. Tím vznikl celý obvodový plášť bubínku. Ke sloučení segmentů ve spojitý mesh jsem použil **spojovací objekt** (*connect*), pod který jsem vložil již dříve vytvořený objekt klonování. Režim phong stínování jsem nastavil na **průměrný** (*average*). Celý spojovací objekt jsem převedl na editovatelný mesh, který jsem pro jistotu opět optimalizoval. Výsledný stav modelu pro těchto kroků ukazuje následující obrázek.



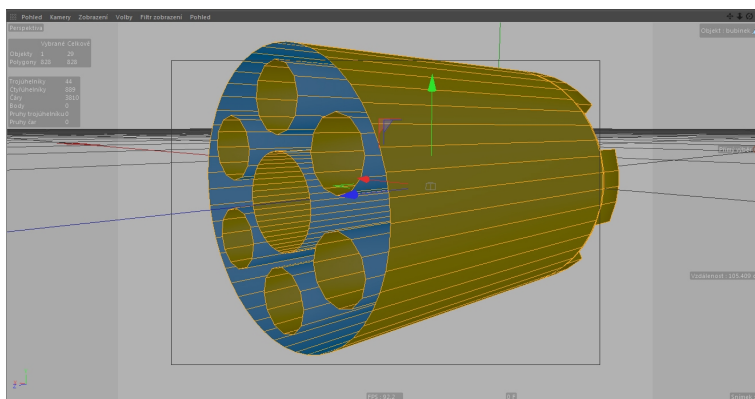
Obr. 37: 3D modelování - screenshot 6

V režimu polygonů jsem vybral prstenec tvořící vrchní část rohatky. Polygony jsem vytáhl do prostoru pomocí příkazu **vytažení** (*extrude*). Jelikož je ozubení rohatky skryto uvnitř revolveru, nebudu jej detailně modelovat. V případě potřeby lze ozub vytvořit vybráním příslušných osmi polygonů na čele prstence, jejich vytažením a následnou úpravou poloh jednotlivých hran. Vybral jsem vzniklý kruh polygonů uprostřed prstence rohatky a posunul jsem jej ve směru osy Z tak, aby byl zarovnan s hranou podstavy válce na protější straně bubínku. Polohu polygonů v ose Z jsem nastavil zkopírováním číselných hodnot umístění hrany podstavy. Kruh polygonů jsem smazal. Tím vznikl středový otvor bubínku.



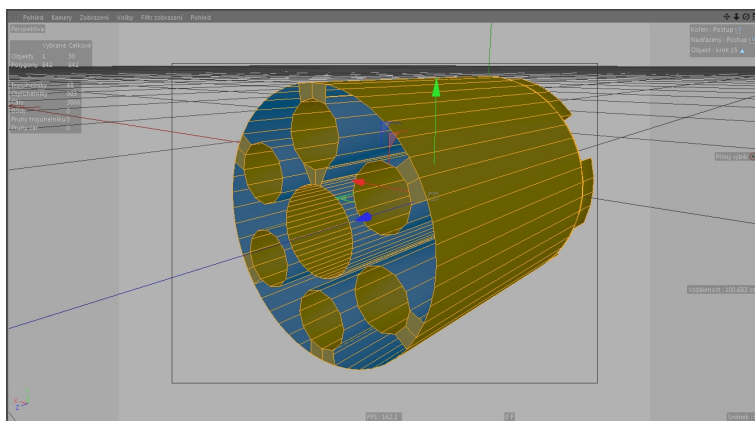
Obr. 38: 3D modelování - screenshot 7

Obdobně jsem vytvořil nábojovou komoru. Vybral jsem smyčku hran po obvodu otvoru komory, použil **vytažení** (*extrude*) s nulovou hodnotou posunu. Nově vzniklou smyčku jsem dle blueprintu zmenšil tak, aby korespondovala s menším ústím do komory. Zopakoval jsem příkaz vytažení s nulovou hodnotou posunu, ale tentokrát jsem nově vzniklé hrany posunul směrem dovnitř bubínku (v ose Z dle blueprintu v bočním pohledu). Jelikož je pokračování komory většího průměru a je vyoseno, provedl jsem ještě jedno drobné vytažení a nově vzniklou smyčku jsem zvětšil a posunul směrem ke středu bubínku (v ose Y). Následovalo další vytažení a stejné zarovnání smyčky hran s podstavou jako v případě středového otvoru. Tím jsem vytvořil jednu nábojovou komoru. Všechny polygony komory jsem oddělil do samostatného objektu pomocí příkazu **rozdělit** (*split*). Následně jsem všech 6 komor vytvořil zduplikováním pomocí objektu **klonování** (*cloner*), opět stejným postupem, který jsem popsal již výše. Všechny části jsem poté sloučil do spojitě polygonové sítě.



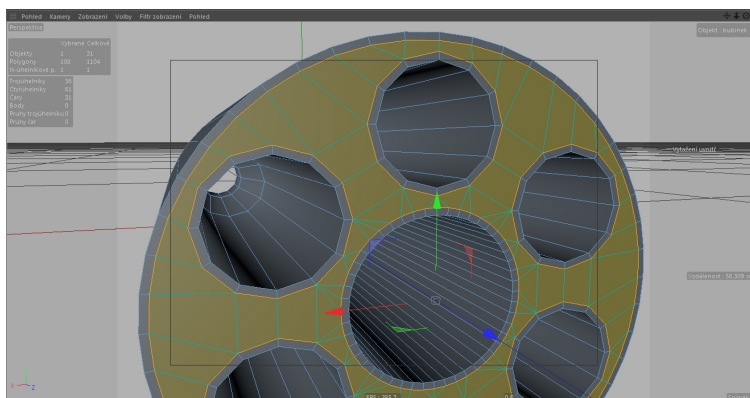
Obr. 39: 3D modelování - screenshot 8

Zbývalo uzavřít mesh v oblasti podstavy válce. K tomu jsem použil příkaz **uzavřít otvor** (*close hole*). Pro jeho správné fungování jsem ale musel nejprve pomocí nástroje **přemostit** (*bridge*) vytvořit několik nových polygonů mezi jednotlivými otvory komor a obvodovou smyčkou hran. Dva polygony bylo nutné vytvořit také mezi středovým otvorem a komorou.



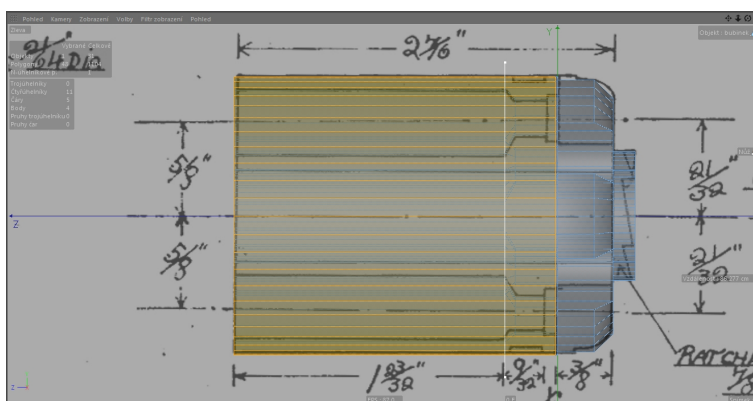
Obr. 40: 3D modelování - screenshot 9

Po aplikování příkazu **uzavřít otvor** jsem označil veškeré polygony v ploše podstavy a příkazem **rozpuštění** (*dissolve*) jsem z nich vytvořil **N-gon**. Po obvodu a kolem otvorů jsem za pomoci **vytažení uvnitř** (*extrude inner*) vytvořil ochranné smyčky, které zajistí lepší topologii meshe.



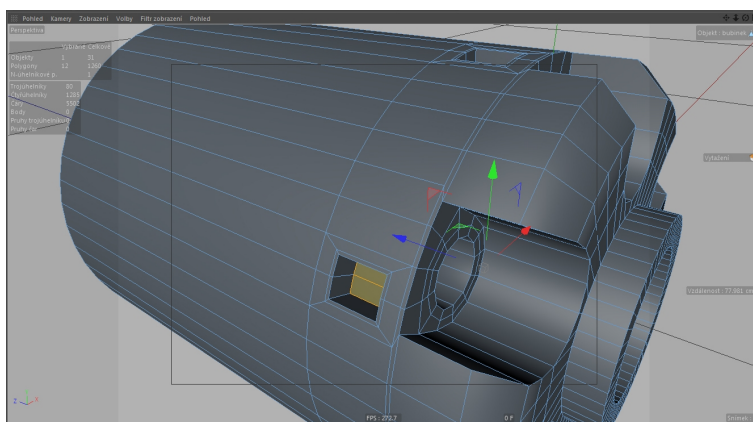
Obr. 41: 3D modelování - screenshot 10

Následně jsem vymodeloval oválné prohlubně v plášti bubínku v místech ležících u vybrání pro perkusní zápalky. Vybral jsem prstenec polygonů po obvodu pláště bubínku. V bočním pohledu jsem použil nástroj **nůž** (*knife*) a v režimu **čára** (*line*) jsem provedl jeden řez se zapnutou volbou omezit na výběr.



Obr. 42: 3D modelování - screenshot 11

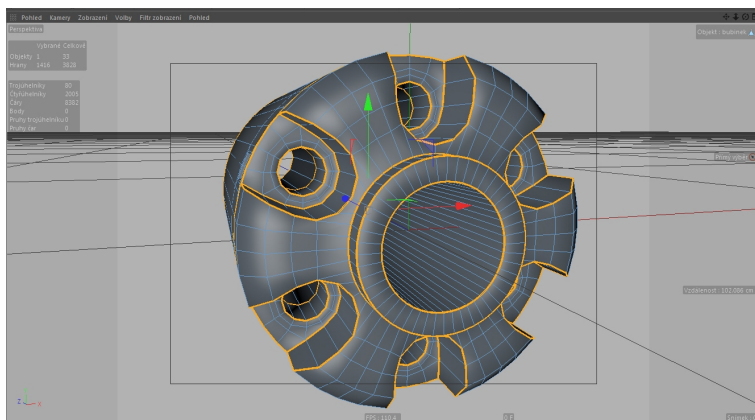
Označil jsem příslušné dvojice polygonů u každého vybrání a použil příkaz **vytažení uvnitř** (*extrude inner*). Nejprve jednou a vzniklé polygony jsem zmenšil ve směru osy Z, aby více odpovídaly tvaru otvoru. Pak jsem použil **vytažení uvnitř** podruhé. Následně jsem aplikoval **vytažení** (*extrude*) a vybrané polygony vtáhl směrem dovnitř bubínku. Vznikly tak potřebné prohlubně.



Obr. 43: 3D modelování - screenshot 12

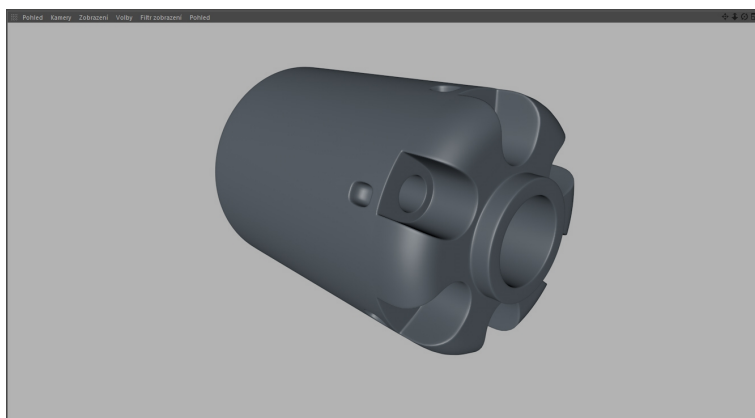
Zbývalo provést závěrečné úpravy. Vybral jsem všechny hrany, které budou ostré. Do výběru jsem zahrnul zejména všechny okrajové smyčky otvorů, okrajové smyčky hran kolem vybrání pro zápalky, okrajové smyčky rohátky, ale též vnitřní smyčky v komorách. Na vybrané hrany jsem aplikoval příkaz **zkosení** (*bevel*) pouze s nízkou hodnotou posunu. Zkosení zajistí, že se hrany budou po použití

HyperNURBS jevit jako ostré, ale přesto na nich bude drobné přirozené zaoblení. **Sešil** (*stich and sew*) jsem také některé přebytečné body, které vznikly použitím zkosení.



Obr. 44: 3D modelování - screenshot 13

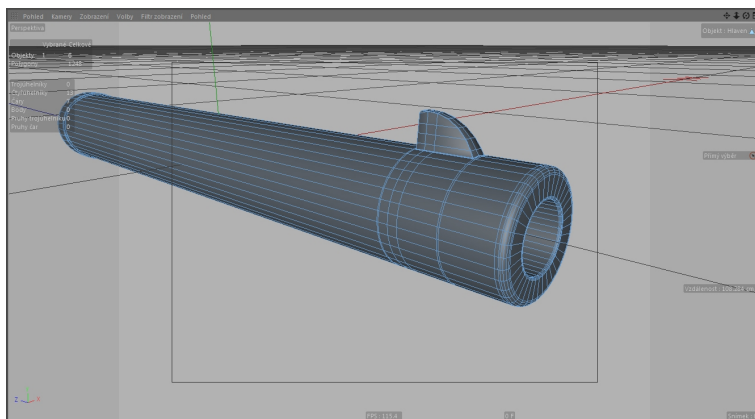
Na několika prstencích hran jsem provedl ještě pár pomocných řezů pomocí **vyjmutí hran** (*edge cut*) pro lepší tok polygonové sítě a též jsem posunul jednu smyčku hran pro dokonalejší vyhlazení sítě v místě přechodu z obvodového pláště do zaoblení u vybrání pro zápalky. To jsem ale již postupoval podle citu a zkušenosti. Nakonec jsem do scény umístil objekt **HyperNURBS** a pod něj objekt meshe bubínku. První část koltu je dokončena.



Obr. 45: 3D modelování - screenshot 14

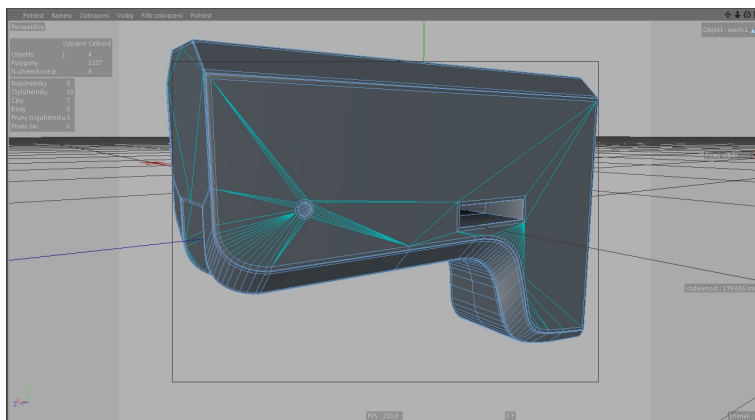
Revolverový válec byl v podstatě nejkompexnější součástí celého modelu, proto jsem popis jeho modelování představil krok po kroku. U dalších součástí již jen zmíním základní použitý postup.

Hlaveň: Vycházel jsem z primitiva **trubka** (*tube*) s dostatečnou segmentací a vnitřním průměrem dle kalibru zbraně. Tuto část koltu jsem modeloval technikou bez HN. Objekt jsem převedl na editovatelný mesh. Pomocí zkosení jsem provedl zaoblení ústí hlavně. **Nožem** (*knife*) jsem vytvořil řezy před a za muškou, vybral jsem polygony ve vrchní části pláště a pomocí **vytažení uvnitř** (*extrude inner*), **vytažení** (*extrude*) a **zkosení** (*bevel*) jsem vytvořil mušku. Provedl jsem také **zkosení** (*bevel*) na některých hranách a též zajišťovací řezy pro phong stínování s využitím **vyjmutí hran** (*edge cut*).



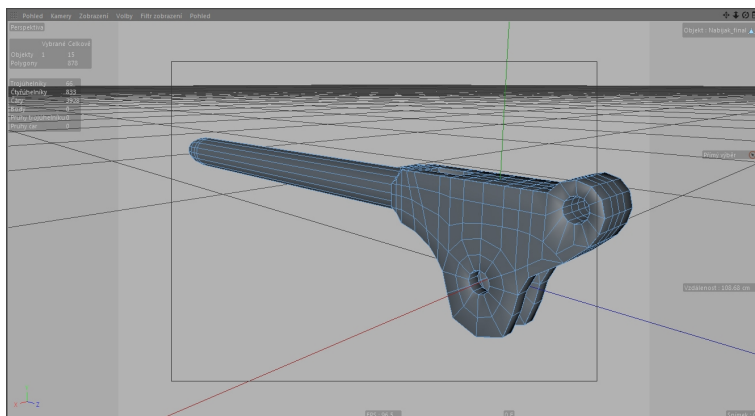
Obr. 46: 3D modelování - screenshot 15

Tělo za hlavní: Jako základ jsem použil beziérovu **křivku** (*spline*). V bočním pohledu jsem obkreslil tvar těla a jeho objem jsem vytáhl do prostoru pomocí **vytažení NURBS** (*extrude object*) a převedl na polygony. V místě bočního zkosení jsem provedl řez po celém obvodu a body na vnější spodní hraně jsem posunul tak, aby vytvořily zkosení. Pomohl jsem si pomocným objektem nakloněné roviny, který jsem si umístil do scény. Pomocí **vytažení** (*extrude*) jsem vytáhl směrem dovnitř polygony ve spodní části těla a vytvořil prostor vybrání pro uchycení nabíjecí páky. Upravil jsem polohu bodů tohoto vybrání a vytvořil nové **N-gony** v místech, kde budou otvory pro uchycení nabíječky. Pomocí **booleanovské operace** (*boole object*) jsem vytvořil otvory - hranatý pro zámeček osy za použití primitiva krychle a kruhový pro osu nabíječky za použití primitiva válce. Objekt booleanovské operace jsem převedl na editovatelný. V plochách na bocích jsem ponechal N-gony, pomocí **vytažení uvnitř** (*extrude inner*) jsem vytvořil ochranné smyčky. Celý mesh jsem dále upravoval podobným postupem. Mesh jsem průběžně **začišťoval sešíváním** bodů (*stich and sew*) a na závěr jsem ještě provedl **zkosení** (*bevel*) na vybraných hranách.



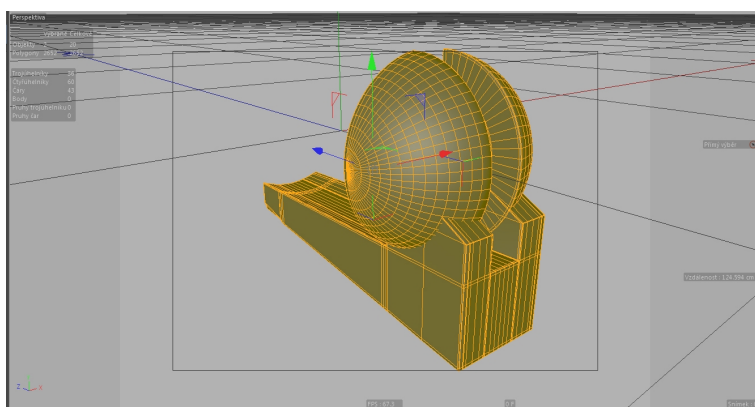
Obr. 47: 3D modelování - screenshot 16

Nabíjecí páka (nabíječ): Použil jsem opět techniku HN modelování. Jako výchozí prvek jsem zvolil objekt **kruhu** (*disc*) s nastaveným parametrem vnitřního poloměru. Z kruhu jsem v bočním pohledu vytvořil obvodové smyčky kolem otvorů (pro oba otvory). Stávající polygony jsem propojil za použití nástroje **vytvořit polygon** (*create polygon*) a vytvářel tím boční stěnu uchycení nabíječky, kterou jsem vytáhl pomocí **vytažení** (*extrude*). Odznačil jsem polygony, které tvoří vnitřní otvor, vytažení jsem provedl ještě jednou a okrajovou smyčku zarovnal tak, aby ležela na svislé ose. Následně jsem využil objektu **symetrie** (*symmetry*), kterým jsem vyzrcadlil již hotovou část nabíječky. Připojil jsem válcovou část (páku) zhotovenou z primitiva **válce** (*cylinder*). Obdobným postupem jsem zhotovil také osu, která tlačí náboje do komor. Na závěr jsem již tradičně provedl potřebná zkosení, začištění meshe a doplňkové řezy.



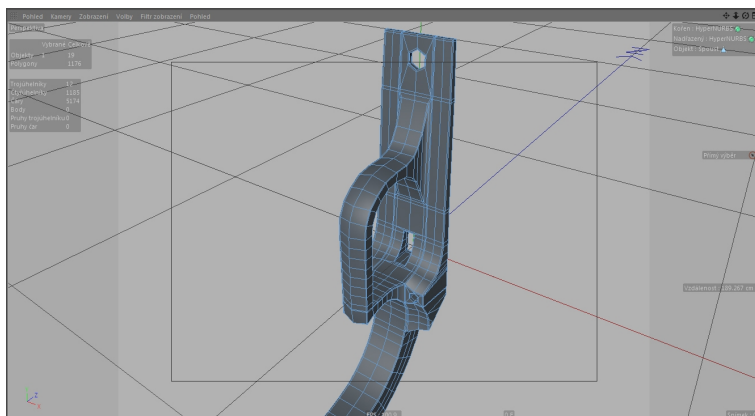
Obr. 48: 3D modelování - screenshot 17

Závěrová deska a spodní část rámu: Závěr koltu jsem vytvořil z primitiva **koule** (*sphere*). Po převedení na mesh jsem ji natočil a odstranil její polovinu. **Vytáhl** (*extrude*) jsem okrajovou smyčku hran. Vybral jsem polygony tvořící pás vybraní pro kohout a provedl jejich **vytažení** (*extrude*). Polygony jsem **posunul** dovnitř **ve směru normály** (*normal move*). Kruhový otvor jsem uzavřel (N-gonem) a provedl **vytažení uvnitř** (*extrude inner*), čímž vznikla ochranná okrajová smyčka. Znovu jsem použil **zkosení** (*bevel*) na hranách pro zaoblení. Spodní část rámu jsem vytvořil z primitiva **krychle** (*cube*). Tu jsem převedl na polygony a upravil polohu jednotlivých bodů. Provedl jsem svislé řezy **nožem** (*knife*) v místech pro vytažení polygonů, které budou tvořit část pro přišroubování úchyty rukojeti k rámu. Polygony pod bubínkem jsem rozsegmentoval pomocí výběru **prstence z hran** (*ring selection*) a za použití **vyjmutí hran** (*edge cut*). Z nově vzniklých polygonů jsem vytvořil posunem bodů zaoblení vybraní pod bubínkem. Následovaly opět pomocné řezy a zkosení.



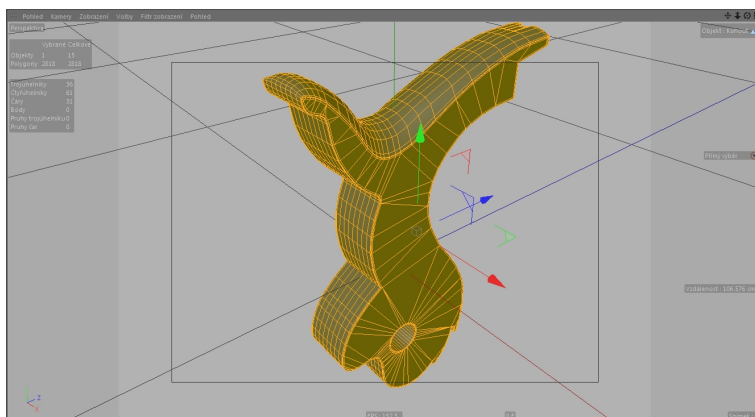
Obr. 49: 3D modelování - screenshot 18

Lučik kolem spouště: Lučik byl také poměrně komplikovanou součástí. Obsahuje spoustu různých zaoblení a otvory pro šrouby, rozhodl jsem se proto opět pro HN modelování. Vyšel jsem z primitiva **krychle** (*cube*), po převodu jsem upravil polohu bodů a provedl několik svislých řezů **nožem** (*knife*), aby tak vznikly polygony, které budu moci vytáhnout pomocí **vytažení** (*extrude*). Při jednotlivých vytaženích polygonů jsem upravoval jejich velikost a polohu v bočním pohledu tak, aby vznikalo postupné zakulacení ochranného rámečku kolem spouště. Otvory pro šrouby ve spodní části jsem vytvořil pomocí **vytažení uvnitř** (*extrude inner*) a následným přichytáváním bodů na pomocné objekty **N-stěnu** (*N-side*). Obdobně jako při tvorbě ochranného rámečku jsem postupoval také při vytahování a úpravách rotací a poloh polygonů, které tvoří pokračování lučíku v místech, kde je součástí pažby, respektive rukojeti.



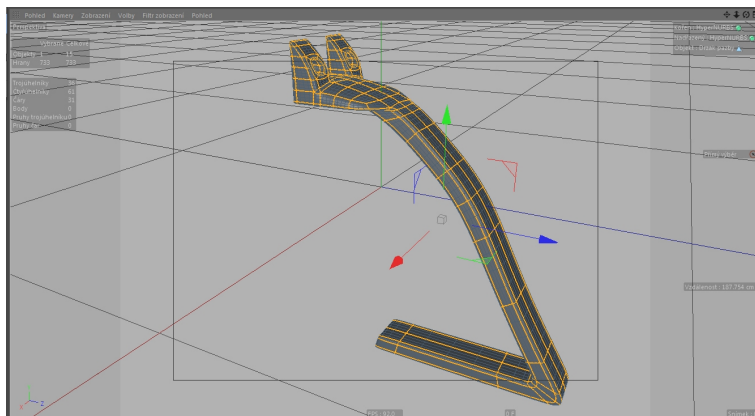
Obr. 50: 3D modelování - screenshot 19

Kohout: Modelování kohoutu jsem provedl pomocí **křivek (splines)** a **vytažení NURBS (extrude object)**. Vrchní část kohoutu vyžadovala zaoblení jedné hrany prostřednictvím **zkosení (bevel)** a následné vymazání několika zdeformovaných polygonů. Poté jsem musel vytvořit několik polygonů nových, abych mesh propojil a začistil. Obvodové hrany jsem opět nakonec zaoblil pomocí zkosení.



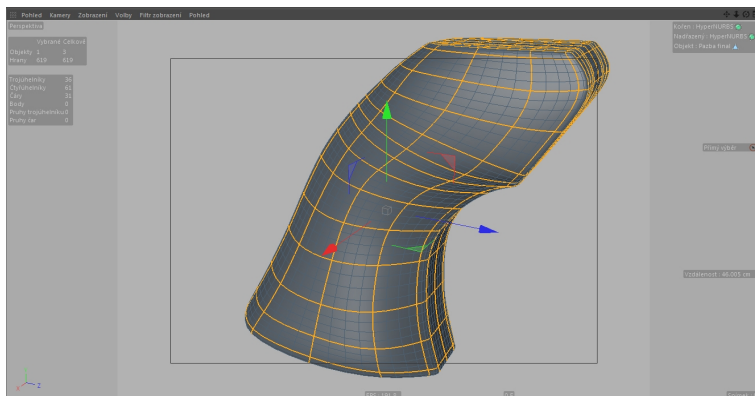
Obr. 51: 3D modelování - screenshot 20

Zadní úchyt rukojeti: Postupoval jsem metodou "box modelingu". Vyšel jsem z **krychle (cube)**, po převodu jsem následně pomocí **vytažení (extrude)** vytahoval vždy jeden polygon a měnil jeho velikost, rotaci a pozici tak, až jsem postupně "obkreslil" celý obvod rukojeti. Horní element se šrouby jsem modeloval znovu postupným vytažením polygonů. Otvory pak stejně jako u lučiku.



Obr. 52: 3D modelování - screenshot 21

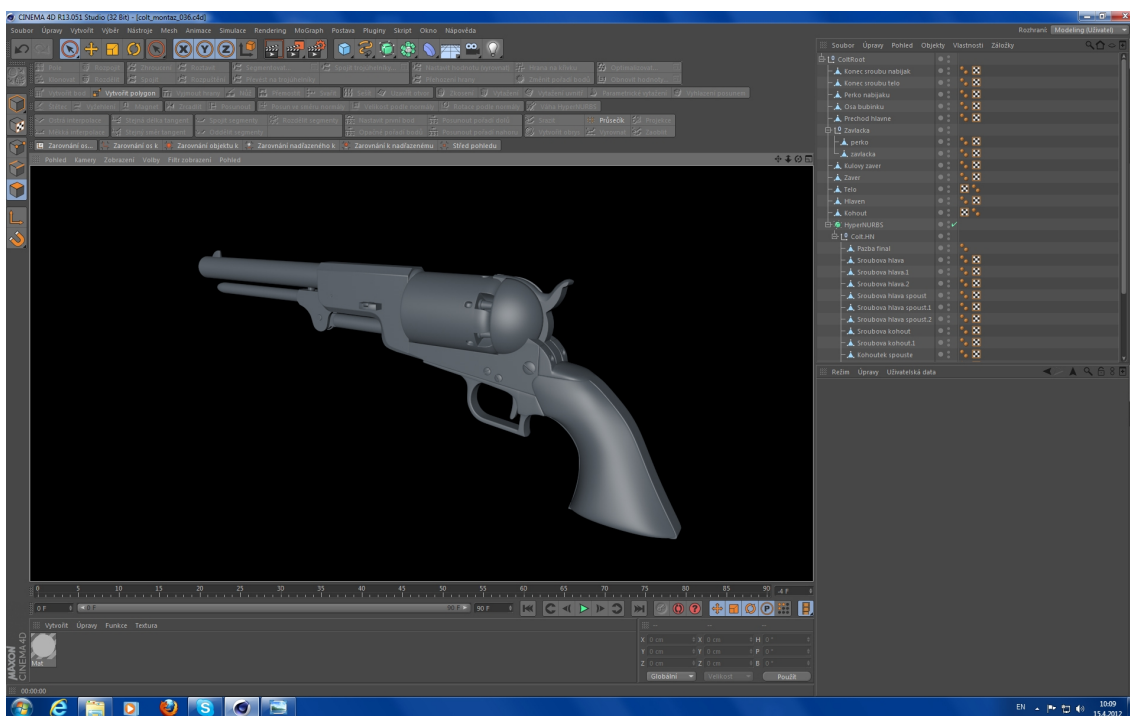
Rukojeť: Jelikož se jedná o vysloveně oblý tvar, bylo opět výhodné použít techniku HN modelování. Postupoval jsem metodou "poly to poly", kde jsem vytvořil několik pásů polygonů, přičemž jsem jejich hraniční body srovnával s obvodem rukojeti. Následně jsem vzniklé body posunul z plochy do prostoru, čímž vzniklo potřebné zaoblení rukojeti.



Obr. 53: 3D modelování - screenshot 22

Zbývající součásti: Zbývalo vytvořit ještě několik různých součástek, jako například zámek osy revolveru, který se zasouvá napříč těla za hlavní. Musel jsem si také připravit šroubové hlavy do otvorů či napojení mezi tělem a bubínkem. Modelování ale bylo již jen aplikací a kombinováním výše zmíněných postupů - například osu bubínku jsem modeloval postupem de facto shodným s modelováním hlavně.

Montáž: Následovalo složení jednotlivých součástí koltu v jeden celek. Zarovnal jsem osy všech objektů a podle blueprintů a kontrolních renderů jsem slícovал veškeré komponenty. Výsledek byl následující:



Obr. 54: 3D modelování - finální 3D model bez textur

5.2.3 Materiály - UV mapy a textury

UV mapy: Pro zdárnou aplikaci materiálů jsem musel nejprve vytvořit UV mapy pro každou součást modelu. Ty zajistí správnou projekci materiálu na složitěji strukturované povrchy modelu. Na model jsem aplikoval materiál se **shaderem šachovnice** (*checkerboard*), abych mohl lépe kontrolovat tok textury na modelu. Poté jsem **vygeneroval nové UVW souřadnice**. Vybral jsem hrany, ve kterých má být síť rozdělena a přešel do **rozhraní BP UV Edit** (editace UV v Body Paintu). Zvolil jsem **editaci UV polygonů**, nastavil **čelní projekci** a provedl **uvolnění UV** (*relax UV*) se zatrženou volbou **rozdělit ve vybraných hranách** (*cut selected edges*). Následně jsem jednotlivé UV polygony rozmístil v ploše plátna textury, natočil je a případně zmenšil/zvětšil dle potřeby. Po dokončení práce jsem UVW souřadnice **uzamkl** (*lock UVW*), abych zamezil nechtěné manipulaci s nimi.

Textury: Pro tvorbu textur jsem použil opět rozhraní Body Paintu, tentokrát v **režimu BP 3D Paint**. Textury jsem nanášel zároveň do kanálu barvy i do kanálu hrbolatosti. Na plátno jsem umístil v celé ploše základní texturu poškrábaného kovového povrchu příkazem **vyplnit** (*fill bitmap*), poté jsem případně ještě pomocí **štětce** (*brush*) domaloval textury na místech, kde to bylo žádoucí. Pomocí **klonovacího razítka** (*clone tool*) jsem v režimu **projekčního nanášení** (*projection painting*) opravil také několik viditelných švů v místech rozpojení UV mapy.

Materiály: Použil jsem jen zcela jednoduché nekomplikované materiály. Materiál, tvořený texturami připravenými v Body Paintu a vloženými v kanálu **barva** (*color*) a v kanálu **hrbolatost** (*bump*), jsem doplnil ještě o kanál **odlesku** (*specular*) a **odrazivosti** (*reflection*). Pro kov jsem volil relativně vysoký odlesk s malou šíří. Odrazivost jsem nastavil nízkou a odraz jsem nepatrně rozostřil pomocí parametru **rozptyl** (*bluriness*).

5.2.4 Scéna a svícení

Z referenčních fotografií koltu nalezených na internetu bylo zřejmé, že zbraň položená na podložku není pro focení v ideální poloze. Na několika fotografiích byly vidět různé podložky sloužící k vyrovnání položené zbraně či pokusy o zavěšení koltu do prostoru. Ve 3D není problém umístit model do volného prostoru a tak jsem této možnosti využil. Myslím, že právě tak lze v tomto konkrétním případě vidět jednotlivé součásti i celý tvar nejlépe.

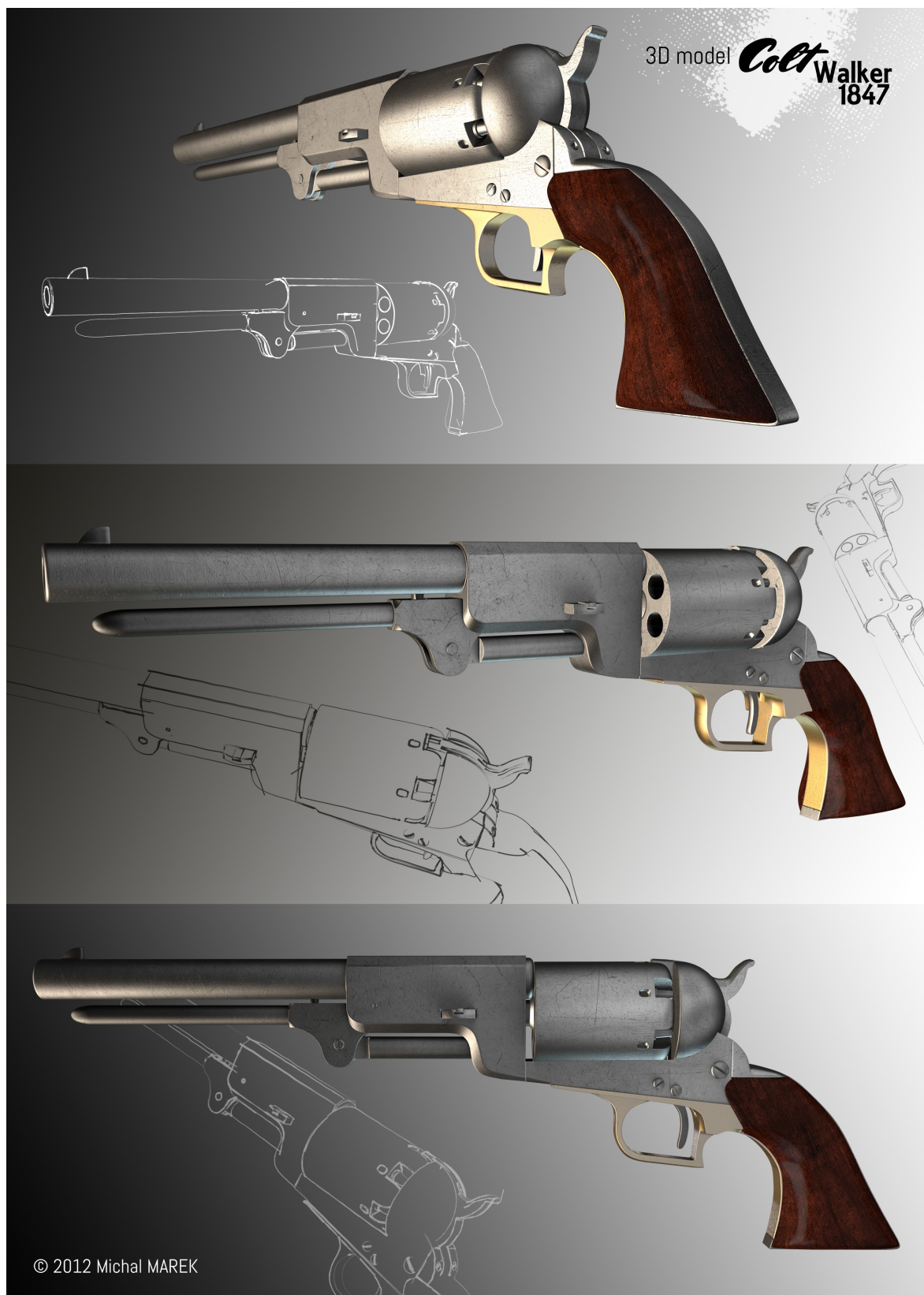
Do scény jsem vložil kameru a umístil ji tak, abych dosáhl požadovaného pohledu na model. K osvětlení scény jsem použil 3 **plochá světla** (*area*) obdélníkového tvaru a přiřadil jim vlastnost **cíl** (*target*), aby směřovala k modelu. Použil jsem stín typu **oblast** (*area*). Využil jsem také parametru **zobrazit v odrazech** (*show in reflection*). Světla jsem rozmístil dle principu tříbodového osvětlení, pozice jsem následně upravil podle náhledu v **modelačním okně** (*viewport*). Pro klíčové světlo jsem použil světlo bílé barvy, u zbývajících dvou světél jemný tón modré a tón žluté.

5.2.5 Nastavení renderingu

Velikost obrazového výstupu jsem nastavil na 2500x1250 pixelů, což odpovídá poměru stran 2:1. Nastavil jsem cestu pro uložení obrazového souboru, zvolil uložení do TIFF a zatrhl volbu pro rendering alfa kanálu. Zvolil jsem rendering s využitím **fyzikálního rendereru**, kde jsem nastavil **adaptivní vzorkování** (*adaptive sampler*). Z přednastavených hodnot **kvality vzorků** (*sampling quality*) jsem vybral "vysoká".

5.2.6 Postprodukce a finální vizualizace

Výsledné rendery nebylo příliš nutné ladit v postprodukci, stačilo provést jen drobné úpravy ve Photoshopu pomocí **úrovní** (*levels*). Využil jsem také **alfa kanálu** vyrenderovaného spolu s obrázkem a model jsem umístil na pozadí vytvořené pomocí barevného **přechodu** (*gradient tool*) přímo ve Photoshopu. Stejně tak jsem využil skici vyrenderované z 3D modelu za pomoci modulu **Sketch and Toon** a zakomponoval je do finální fotomontáže. Zde je konečný výsledek mého snažení:



Obr. 55: Finální 3D model - Colt Walker 1847

5.3 Etický dovětek

V průběhu vytváření mé bakalářské práce jsem si povšiml, že jsem opakovaně dotazován na jednu a tutéž otázku: "Proč právě zbraň?" Bylo to možná dáno tím, že zbraně jsou pro mnohé tématem značně kontroverzním, ale možná také tím, že ty, kteří mě znají, má volba udivuje. Považuji tedy za nutné podat na tomto místě vysvětlení.

Musím říci, že je vlastně vcelku paradoxní, že já, jakožto člověk s tak silně odmítavým postojem k veškerému násilí a bezúčelnému zabíjení živých tvorů, jsem si pro svou bakalářskou práci vybral právě zbraň. Zbraň je pro asi většinu z nás symbolem zmaru, ale uvědomme si, že například v rukou policie se stává prostředkem ochrany, prostředkem zajištění svobody. "V rukou" jsou zde ta klíčová slova. Výstižně to uvedl profesor Škarka na příkladu loveckých nožů:

"Předmět za to nemůže. To člověk mu dává význam. Znáš nůž, který pomáhá - skalpel."

A zbraň v sobě skrývá oba tyto principy - může pomáhat, ale i škodit. Na zbraních ulpívají z historického hlediska takové činy člověka, které zcela určitě nejsou činy lidskými. To nechci v žádném případě zlehčovat či dokonce přehlížet. Naopak myslím, že bychom je měli mít stále na paměti a poučit se z nich. Žádné aspekty, ani ty negativní a bolestivé, nelze přehlížet. Je třeba je integrovat do našeho vnímání souvislostí. Jedině tak budeme celistvými osobnostmi. Právě schopnost udržet současně v naší mysli takovéto opozitní pohledy je dle mého názoru důkazem určité vyzrálosti.

Obdobný názor měl možná i Leonardo, který sám zbraně navrhoval. Jeho přesvědčení ale bylo, že se věci mají vždy urovnat dohodou znesvářených stran, je-li to možné.

Pokud tedy mnou vybraný revolver oprostíme od těch "negativních" činů člověka, zůstane nám v rukou výtvar lidské dovednosti, vynalézavosti, výtvar, který je důkazem konstrukčních schopností člověka a historickým dokladem jistého umělecko-řemeslného zpracování. Vybral jsem jej proto, že nese určitý komplex charakteristik, na kterých budu za malý okamžik, v samotném závěru této bakalářské práce, snadno dokumentovat výhody, jaké 3D grafika oboru průmyslového designu přináší nebo ještě může v budoucnu přinést.

ZÁVĚR

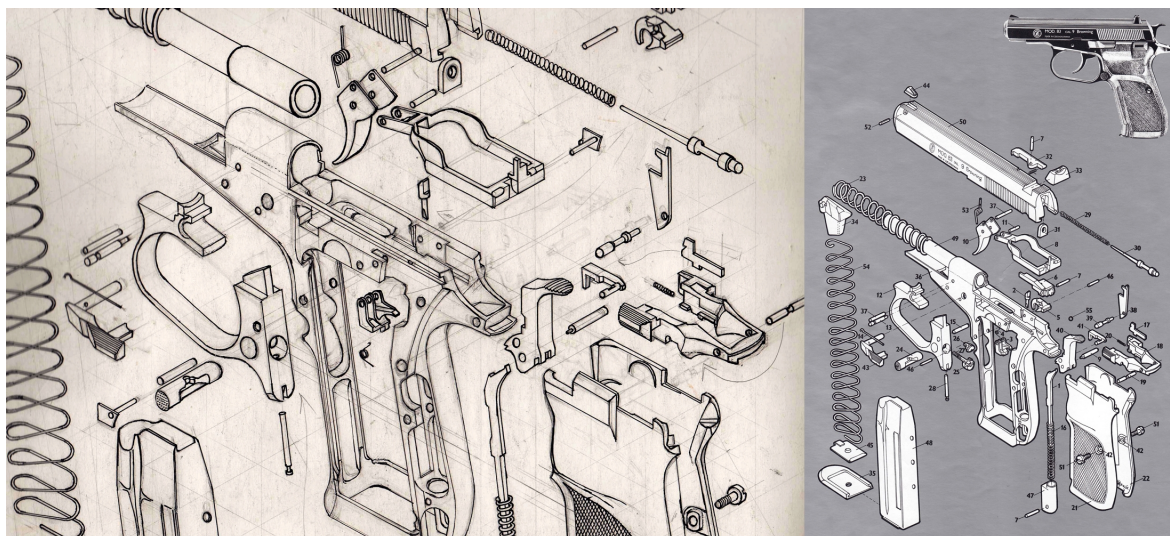
V předešlém textu této bakalářské práce jsem se snažil průběžně upozorňovat na důležité souvislosti mezi historií, 3D grafikou a průmyslovým designem. Věřím, že právě taková ohlédnutí do dob minulých umožňují lépe pochopit a využít současný, ale i budoucí potenciál, který v sobě 3D grafika ukrývá. Při studiu historických pramenů totiž mnohdy zjistíme, že naši předci již podobný problém úspěšně řešili, jen použili "technologie" adekvátní dané době. Jindy máme zase příležitost poučit se z chyb a omylů generací minulých. Můžeme zohlednit jejich poznatky a obohatit tak budoucnost.

Potřeba člověka sdělovat své ideje je mu vlastní již od nepaměti. Člověk si k tomu v kterékoliv době dokázal najít vhodný nástroj. Lidé velice rychle objevili sílu kresby a vizuálního vyjadřování a začali ji hojně využívat. Obrazy (vizuální informace) totiž hravě překonávají jazykové bariéry, dokáží sdělovat myšlenky výstižně a přesvědčivě. Vyobrazením představy dojde k jejímu zhmotnění, snižuje se riziko možné dezinterpretace autora záměru. K tomu je ale zapotřebí dobré řemeslné zvládnutí technik výtvarného projevu, technik zobrazování.

Na příkladu Leonardových anatomických a technických kreseb jsem se snažil demonstrovat, že klíčovou devizou dobře promyšlené ilustrace je právě její přesvědčivost. A též srozumitelnost myšlenky, kterou v sobě obsahuje. Leonardo sám disponoval výtečnou pozorovací schopností a perfektní vizuální pamětí. Prostřednictvím svých nákresů ale dokázal své myšlenky přenášet - dokázal je zpřístupnit a objasnit i ostatním. Využil k tomu nástroj, který perfektně ovládal - ruční kresbu. Díky svému vědeckému přístupu a zaujetí ale možnosti kresby ještě rozvinul, obohatil a posunul na vyšší úroveň. Existující potřeba zachycení myšlenek do nejmenších detailů tak podnítila rozvoj techniky zobrazování.

Leonardo a jistě již jiní další před ním (např. Villard de Honnecourt) dokázali objevit dokumentační, vysvětlovací a vzdělávací aspekt kresby. Stejný aspekt je patrný i o mnoho století později, v době moderní. Současné obrazové slovníky, naučné encyklopedie nebo manuály k výrobkům - nic se neobejde bez názorného vysvětlení základní myšlenky a základního principu fungování pomocí ilustrace.

Sílu ilustrace, info-grafiky a vizualizace si postupem času stále více uvědomovali i výrobci - zadavatelé. Vždy zde ale byla určitá limitace dobou, omezující možnosti stávajících technik zobrazování. Přesto existovali lidé, kteří se nebáli znovu posunout hranice kresby, ač to bylo jakkoliv náročné. Velmi výstižný příklad mi ochotně poskytl dr. akademický sochař Rostislav Illík, za což mu tímto znovu děkuji. Přibližně v roce 1985 realizoval pro tehdejší zbrojovku (ČZ) v Uherském Brodě ilustrační kresbu prostorově rozložených komponentů pistole. Výsledek jeho pečlivé a usilovné práce ukazuje následující obrázek.



Obr. 56: Kresba dr. Illíka - komponenty pistole pro Českou zbrojovku (cca 1985).
 Vlevo fragment ruční kresby s naznačeným rastrem pomocných čar, vpravo finální ilustrace.
 Publikováno s laskavým svolením autora.

Muselo to být neuvěřitelně náročné. Dr. Illík neměl k dispozici technický výkres, pistoli musel rozebrat a jednotlivé komponenty nakreslit dle skutečnosti. Dopracoval se tehdy k vlastnímu systému rastru vertikál a horizontál se sklonem 30 stupňů, kde zohlednil i snahu po perspektivním zobrazení. V té době nebyla myslím v Československu dostupná žádná počítačová technologie umožňující produkovat takovouto prostorovou grafiku a i ve světě byl vlastně vývoj v oblasti CADů v podstatě teprve "v plenkách". Práce na kresbě probíhala v několika etapách od skic tužkou, přes vytažení tuší, až po finalizaci předlohy pro tisk na pauzovací papír.

Obdobným procesem přípravy jsem musel při modelování koltu projít také já. Neměl jsem sice k dispozici samotný kolt, musel jsem tedy vycházet z vyobrazení na dostupných fotografiích. Měl jsem ale navíc k dispozici konstrukční plány. Ty nebyly sice zcela přesné, ale spousta tvarů se z nich dala odvodit. Musel jsem pochopit, jak na sebe jednotlivé díly koltu navazují, jaký je jejich přesný tvar, jak jsou složeny ve funkční celek. Když mi dr. Illík o své práci na kresbě pistole vyprávěl, uvědomil jsem si, že myšlenkový proces přípravy, který popisuje, zůstává dnes (skoro po 30 letech) téměř identický. Současný 3D modeler musí pro zdárné dokončení 3D modelu vytvořit ve své představivosti stejný myšlenkový předobraz, jaký musel pro zdárné dokončení své ilustrace vytvořit ve své mysli dr. Illík.

Zásadním rozdílem mezi tehdejšími a současnými stavem je ale rozsah možností stávající technologie. Samotná příprava 3D modelu v detailnosti, která umožní stejné zobrazení jako kresba dr. Illíka, je sice také vcelku náročná, ale jakmile je jednou 3D model hotov, možnosti dalšího zpracování se již značně liší. Pokud by například tehdejší zadavatel požadoval po dokončení finální kresby provést změnu v podobě vyobrazení pistole z druhé strany či z jiného úhlu, nezbylo by, než proces zopakovat a provést celou kresbu znovu. Následovaly by desítky hodin namáhavé práce. Při použití současné 3D grafiky by změna zabrala

možná jen několik desítek minut. To ale není jediná vymoženost moderní 3D technologie, jak uvidíme ještě později.

Na uvedeném příkladu je opět znát, že rozvoj techniky zobrazování jde ruku v ruce s existující potřebou zachytit myšlenku a výstižně je sdělovat. Dr. Illík ke kresbě pistole uvedl:

"V té době to bylo velmi kladně přijímáno, pro svou názornost."

A právě takovýmto počínům, které posunuly hranice zobrazování, myslím vděčíme za následný rozvoj technologií v oblasti grafiky. Tento úspěšný pokus nebyl v celosvětovém měřítku zajisté pouze ojedinělý, neboť potřeba vysvětlovat funkčnost výrobků vycházela z poptávky zadavatelů (resp. z požadavků jejich zákazníků). Uvedený příklad je ale názornou ukázkou neustále se opakujícího historického vývojového schématu. V roce 1985 dr. Illík svým přístupem dokázal naplnit existující poptávku. Dokázal to, když využil maxima potenciálu techniky zobrazování, která byla v té době k dispozici. Za pomoci usilovného myšlení a odhodlání vytěžil ze stávajících zdrojů novou výstižnější kresbu. Ukázal novou vizi, která byla ale omezena možnostmi doby a zatížena faktorem vysoké časové náročnosti. Ale to, jak se podobné pokusy množily, zároveň podnítilo úvahy vědců o možnostech, jak umělcům, grafikům a designérům jejich práci ulehčit. Vznikla tak počítačová grafika. Díky vědcům jsme dostali do rukou skvělý nástroj. Pomyslný kruh mezi uměním a vědou se tak znovu uzavřel.

Technika rozhodně nemůže nahradit umělcovu myšlenku, ta je základem každého díla. Bude tak záležet znovu jen na nás, zda a jakým způsobem předložený potenciál využijeme. Zda opět půjdeme na samé hranice možností a posuneme je prostřednictvím vlastního úsilí a nápadů.

Žijeme v moderní době, máme k dispozici moderní nástroje. Měli bychom se snažit o jejich maximální využití. Dnešní technologie mohou významně ulehčit naši práci. Ušetřenou energii je pak možné úspěšně investovat do oblasti tvůrčí. Mohou tak vzniknout lepší a nápaditější výrobky. Ale stejně jako se traduje, že člověk využívá jen pouhých 5-10% kapacity mozku, domnívám se, že využívá jen 5-10% možností, které mu moderní 3D grafika nabízí. To je, myslím, velká škoda. Zejména v oblasti průmyslového designu se možná fotorealistické vizualizační schopnosti 3D grafiky ještě dosti podceňují. Příkladem oboru, který se naopak potenciálu 3D zmocnil doslova obrovskou silou, je obor vizuálních efektů (VFX) pro filmový průmysl. Měl jsem nějakou dobu možnost v tomto oboru pracovat a mohu prohlásit, že skutečně reálných záběrů může být v některých filmech již opravdu poskrovnu. Přesto to divák akceptuje, protože technika zobrazování - technika efektů dosáhla takové dokonalosti, takové uvěřitelnosti, že ji shledáváme skutečnou. Je-li ale již dnes možné nahradit živého herce počítačovým modelem, pak stávající technologie umožňují vytvořit také návrhy průmyslových výrobků v takové kvalitě, že budeme věřit, že skutečně existují. Zkusme o tom přemýšlet a jako designéři toho využijme.

Jsem přesvědčen, že 3D grafika do oboru průmyslového designu přináší a ještě může přinést zcela nesporné a nedomyslitelné výhody. Na některé z těchto výhod jsem již upozornil v předchozích kapitolách, ale rád bych ty nejpodstatnější nyní shrnul.

V praktické části této bakalářské práce jsem předvedl, že pomocí 3D modelování je možné zhmotnit výrobek, který je v současnosti v podstatě fyzicky nedostupný. Výrobek, jehož na celém světě existuje pouhých přibližně 130 exemplářů a jehož cena jako starožitnosti se vyhoupla až k miliónu dolarů. Přesto 3D zpracování umožnilo získat jeho vizualizaci. Se vzniklým modelem můžeme následně pracovat obdobně, jako kdybychom měli k dispozici originál. Lze si tak prohlédnout a prostudovat věci, které bychom jinak neměli možnost nikdy spatřit. 3D grafika se právě pro účely rekonstrukcí zaniklých historických památek velmi často používá. Příkladem může být například 3D model Akropole v Aténách či 3D rekonstrukce Fora Romana. Díky 3D grafice tak mohou být některé významné věci uchovány pro budoucí generace alespoň v digitální podobě. Podobně mohly po mnoha stoletích díky podrobným Leonardovým kresbám vzniknout také detailní 3D modely jeho strojů, jejichž prohlížením se můžeme dnes potěšit.

Na celou věc je ale možné podívat se i z jiného úhlu. Může-li vzniknout 3D model pouze z fotografií a kreseb, bez nutnosti mít k dispozici reálný vzor, pak je možné 3D software úspěšně využít též pro vznik zcela nového modelu, nového designu, který existuje zatím jen v představách designera.

Využití 3D grafiky v procesu navrhování poskytuje množství výhod. Jak jsem již zmínil, profesionálně zpracovaná vizualizace může pomoci designerům prosadit kreativní návrhy, které by třeba jinak zcela zbytečně zapadly mezi jinými jen kvůli nekvalitní prezentaci. Pro zadavatele se otevírá možnost dalšího využití zhotoveného 3D modelu (např. propagace), což opět zvýhodňuje designera v konkurenčním boji. Zadavatel také může být při hodnocení designérských návrhů zaneprázdněn jinými myšlenkami, může být unaven, nemusí být plně orientován na poli designu - dobrá 3D vizualizace mu může pomoci lépe pochopit záměry designera. A v neposlední řadě může 3D vizualizace napomoci k odhalení chyb a k objevení různých dezinterpretací a chyb v komunikaci ještě dříve, než je vyroben prototyp či dokonce už velké série kusů. Obecně je myšlenka zachycená ve 3D lépe interpretovatelná, nemůže být pochyb o tvaru či detailech.

Těch výhod 3D v oblasti tvůrčího navrhování je ale ještě více. K dispozici jsou různé pohledy na výrobek, v případě zájmu klienta je vždy možné relativně rychle vyrenderovat jiný snímek výrobku. Operativně je možné měnit materiály povrchů a barevné provedení navrhovaného výrobku. Spolu s výrobkem je možné umístit do scény model člověka nebo třeba konkurenční výrobky pro porovnání měřítka obdobně, jak jsem to uvedl na příkladu knihy s 3D vizualizacemi Leonardových vynálezů. Výrobek může být umístěn v různém reálném prostředí, což může být opět nápomocno "živější" představě zadavatele. S 3D

modelem je možné provádět také rozličné simulace, ať už třeba ergonomické či různé fyzikální. To už se ale spíše týká oblasti CADů a inženýrství.

Oproti klasickým tradičním modelům spočívá výhoda 3D modelu také v možnosti zobrazit i zcela miniaturní detaily bez toho, že by model působil dojmem dětské hračky. U klasických modelů se zmenšením v měřítku vypouštějí právě různé detaily a model se schematizuje. Tím ale opět může dojít ke zkrácením či opomenutím důležitých detailů při schvalování zadavatelem.

Velmi cennou výhodou, kterou nám vizualizování produktů ve 3D skýtá, je extrémní flexibilita, kterou máme při umístování kamery. Jak jsem již uvedl, můžeme snadno zobrazit náš výrobek z rozličných úhlů. Tyto různé pohledy jsou rychle k dispozici, nemusíme je ručně překreslovat tak, jako by tomu bylo u skic. Ale nejen to. Kamerou se můžeme dostat též na místa, která by v reálném světě vůbec nešlo zobrazit. Můžeme se podívat "dovnitř" produktu, přiblížit každý jeho miniaturní detail.

Dalším přínosem 3D zpracování je možnost zobrazování různých řezů výrobku, zobrazování produktu ve stavu rozloženém na jednotlivé součástky, zprůhlednění určitých povrchů výrobku tak, že vidíme jeho konstrukční detaily a podobně.

Stejně tak současné možnosti renderingu poskytují neuvěřitelně širokou oblast výhod. Výstupy jsou snadno modifikovatelné v postprodukcii. K tomu napomáhají různé typy speciálních masek, s jejichž pomocí můžeme operativně měnit vzhled výrobků a celé vizualizace a dosahovat tak kvalitnějších výstupů. Pokud by klient trval na klasické kresbě, ani to není problém. Dosáhnout můžeme totiž též stylizovaných (non-fotorealistických) výstupů, které simulují ruční kresbu, ale při zachování všech výhod, které v sobě 3D oproti klasické kresbě ukrývá.

A nesmím zapomenout na to nejpodstatnější. Využití komplexních 3D softwarů pro navrhování má také nespornou výhodu v možnosti oprostit se od svazujících technických parametrů a omezení. Je možné popustit uzdu fantazii, odvázat se, nechat rozletět kreativní myšlení a vynalézat třeba i netradiční řešení. Takový postup může dát vzniknout vskutku neotřelým nápadům. Potřebné vnitřní konstrukční prvky lze většinou úspěšně aplikovat na vytvořený design až následně.

Z hlediska možností, které skýtá 3D technologie pro oblast patentové ochrany, je vhodné si uvědomit, že vytvořením digitálního 3D modelu výrobku vznikají vlastně velice přesná prostorová data. Jde o podrobný záznam tvaru, který je možné digitálně archivovat. Oproti technickým výkresům lze produkt zobrazit z libovolného úhlu, vybavit jej všemi detaily. Oproti několika pohledům technického výkresu mají 3D data jistě větší průkaznost. Opět se tak snížila možnost dezinterpretace a zneužití původního autorova návrhu a záměru. Pokud budou tato data součástí patentového řízení, dojde jistě ke zkvalitnění patentové ochrany. 3D data mohou být také vhodným důkazním materiálem pro případné soudní spo-

ry ohledně plagiátorství. Oblast patentové ochrany je velice důležitá, na příkladu Leonarda bylo vidět, že i při zachování dokumentační výmluvnosti svých kreseb do nich dokázal zakomponovat určitý ochranný prvek (třeba formou obráceného písma nebo případně v podobě vynechání určitých konstrukčních prvků, které znemožňovalo správnou funkci vynálezu). Leonardo tak nápaditě řešil odvěké dilema, jak nápad ukázat a předvést, ale zároveň jej také chránit před rizikem zneužití.

Patentová 3D ochrana produktů již vlastně spadá do oblasti úvah o využití potenciálu 3D grafiky v blízké, ale možná i vzdálenější, budoucnosti. Velmi blízká budoucnost bude myslím patřit zejména rozvoji statických 3D produktových vizualizací, neboť jsou působivým nástrojem pro představení produktu. Navíc skutečnost, že výrobce bude mít připraveny 3D modely vlastních výrobků, mu poskytne také další možnosti využití - při inovacích, v testování, v komunikaci s výrobou, v propagaci, v manuálech a podobně. Věřím, že dojde také k rozvoji animovaných produktových vizualizací, neboť i zde je ukryt velký okruh možností. Animace může například pomoci k dokonalému pochopení funkčnosti již při schvalování designérského návrhu zadavatelem. Stejně tak může napomoci pochopit funkčnost a možnosti výrobku zákazníkovi. Animace může také plnit funkci interaktivního návodu k obsluze či může zachycovat výrobek "v akci". To vše může znamenat lepší srozumitelnost pro příjemce sdělení, kterým nemusí být nutně odborník, ale třeba také laik.

Pro budoucnost přeci jen poněkud vzdálenější si dovedu velmi živě představit, jak tvorba produktového designu probíhá ve virtuálním prostředí. V prostoru před designerem se objeví holografická projekce modelu, jehož tvar bude možné formovat přímo prsty. Předmět se bude vznášet v prostoru, bude možné jej otáčet, posouvat a zvětšovat - obdobně jako v modelačním okně současných 3D softwarů. Bude možné vybírat z nepřeberného množství rozličných materiálů, k dispozici bude téměř nekonečná databáze základních konstrukčních prvků a mechanismů. Designérský návrh půjde ve formě sofistikovaného hologramu zaslat zadavateli, který si jej bude moci "zhmotnit" na kterémkoliv místě na světě. Výrobek tak bude možné "držet v ruce" ještě dříve, než bude vyroben. Bude to ale ve své podstatě jen další vývojový krok, který v historii proběhl již několikrát. Krok k sofistikovanější technologii, která by měla designérům ulehčit práci a zejména jim pomoci zbavit se všech předsudků a doširoka otevřít stavidla jejich tvůrčí fantazii.

Otázkou je, zda v době, kdy bude lidstvo disponovat takovou technologií, budeme ještě vůbec potřebovat nějaké výrobky. Nabízí se totiž představa, že to již budeme žít výhradně ve virtuálním světě, kde nás místo vybavení našich domovů budou obklopotovat hologramy. Nemyslím, že by vývoj zašel v brzké době až tak daleko. Přirozeností člověka je se předmětů dotýkat, cítit jejich hmotu a energii. Člověku je vlastní obklopotovat se věcmi, které lahodí jeho oku a jsou mu k užítku. A v tom je design, jakožto produkt kreativního myšlení člověka, naprosto a zcela nezastupitelný.

Přesto, pokud k tomu dojde a výrobky v dnešní hmotné podobě přestanou existovat, není myslím důvod si zoufat. Staneme se designéry holografických modelů. Já už jím vlastně de facto jsem.

-mm-

duben 2012

SLOVNÍK SPECIALIZOVANÝCH POJMŮ

Specializované odborné termíny jsou podrobně vysvětleny již v samotném textu práce. Pro případnou lepší orientaci laiků v užití terminologii jsem vytvořil ještě krátký přehled některých zásadních cizích slov použitých v textu.

blueprint - konstrukční plán, technický výkres. Papírový projekční plán používaný v architektuře a inženýrství. Blue = modrý - název odvozen od typické barvy těchto plánů (bílé linky na modrém podkladě). Barva byla dána v minulosti používanou technikou reprodukce. V oblasti 3D grafiky jakýkoliv podrobný plán či náčrt sloužící jako obrazová předloha pro tvorbu 3D modelu. Umisťuje se do jednotlivých pohledů modelačního okna.

mesh - síť, polygonová síť. Struktura vzájemně propojených polygonů tvořící prostorový tvar 3D modelu. Je definován body (vertexy), hranami a polygony. Někdy se používá také slangový výraz "meš".

multi-pass - rendering specializovaných vrstev obrazu, které lze využít pro kompozici a úpravy v postprodukci. Pomocí multi-passu lze vytvářet různé masky či kanály obrazu.

postprodukce - následné úpravy obrazových výstupů - 3D renderů - pomocí programů pro úpravu fotografií (např. pomocí Photoshopu) - barevné korekce, kompozice atd.

render - výsledný obrazový výstup. Interpretace 3D scény do dvourozměrného obrazového souboru, obrázku. Vzniká výpočtem - renderováním, renderingem. Výrazu render se někdy používá také ve stejném významu jako termínu "renderer".

renderer - renderovací jádro 3D softwaru. Integrovaná součást softwarových 3D aplikací umožňující provedení výpočtu - renderingu.

rendering - renderování - samotný proces výpočtu, při kterém vzniká výsledný obrazový výstup - render.

standalone renderer - samostatná, externí softwarová aplikace umožňující výpočet - rendering.

viewport - modelační (editační) okno 3D softwaru. Zobrazuje se s v něm perspektivní pohled na model, případně další typy pohledů (boční, přední, zadní, vrchní, spodní ...).

***Poznámka:** Výše uvedené popisy nejsou exaktními definicemi. Tyto termíny se mohou vyskytovat i v jiném kontextu a jsou zde popsány ve smyslu, v jakém byly použity v textu této práce.*

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MRÁZ, Bohumír. *Dějiny výtvarné kultury*. 4. vydání. Praha: IDEA SERVIS, 2002, 183 s. ISBN 80-85970-39-2.
- [2] KOLESÁR, Zdeno. *Kapitoly z dějin designu*. Vydání první. Praha: Vysoká škola umělecko-průmyslová v Praze, 2004, 167 s. ISBN 80-86863-03-4.
- [3] CAPRA, Fritjof. *Věda mistra Leonarda: pohled do mysli velkého renesančního génia*. Vydání 1. Překlad Helena Synková, Lubomír Synek. Praha: Academia, 2009, 354 s. Galileo, sv. 32. ISBN 978-80-200-1714-7.
- [4] ATALAY, Bülent. *Matematika a Mona Lisa: umění a věda Leonarda da Vinci*. Překlad Viktor Horák. Praha: Slovart, 2007, 275 s. ISBN 978-80-7209-919-1.
- [5] TADDEI, Mario, Edoardo ZANON a Domenico LAURENZA. *Leonardovy stroje: tajemství a vynálezy z kodexů Leonarda da Vinciho*. 1. vydání. Praha: SUN, 2008, 239 s. ISBN 978-80-7371-230-3.
- [6] CARLSON, Wayne. A Critical History of Computer Graphics and Animation. *The Ohio State University - Department of Design* [online]. Columbus (Ohio), ©2003 [cit. 2012-02-24]. Dostupné z: <https://design.osu.edu/carlson/history/lessons.html>
- [7] Edwin Catmull. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2012, last modified on 16 April 2012 [cit. 2012-04-21]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Catmull>
- [8] MAXON Computer GmbH. Návod k programu. *Cinema 4D R13.051 Studio* [software]. ©1989-2011 [přístup 2012-04-19]. Demoverze programu dostupná z: <http://www.maxon.net>
- [9] KERLOW, Isaac Victor. *Mistrovství 3D animace: ovládněte techniky profesionálních filmových tvůrců*. Vydání první. Brno: Computer Press, 2011, 496 s. ISBN 978-80-251-2717-9.
- [10] Photon mapping. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2012, last modified on 12 February 2012 [cit. 2012-03-25]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Photon_mapping
- [11] GLADWELL, Malcolm. *Mimo řadu: anatomie úspěchu*. První vydání v českém jazyce. Překlad Aleš Drobek. Praha: Dokořán, 2009, 247 s. ISBN 978-807-3632-496.
- [12] FORD, Roger. *Nejslavnější krátké palné zbraně od roku 1450 do současnosti*. České vydání první. Překlad Lubomír Háčik. Praha: Svojtka & Co., 1998, 176 s. ISBN 80-7237-089-8.
- [13] Revolver. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2012, last modified on 18 April 2012 [cit. 2012-04-21].

Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Revolver>

- [14] Colt Walker. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2012, last modified on 8 March 2012 [cit. 2012-03-23]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Colt_Walker
- [15] Samuel Colt. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2012, last modified on 19 April 2012 [cit. 2012-04-21]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Samuel_Colt

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Malba bizona v jeskyni Altamira ve Španělsku.....	13
Obr. 2: Jedna z Leonardových anatomických kreseb - mechanika paže.....	15
Obr. 3: Leonardova ručnice - průhledné morfování naznačuje funkčnost tohoto stroje[5].....	19
Obr. 4: Schematické znázornění mechanismů takzvaného Leonardova automobilu[5].....	20
Obr. 5: William Fetter - Boeing Man.....	22
Obr. 6: Ivan Sutherland při práci s programem Sketchpad.....	23
Obr. 7: Snímek obrazovky AutoCADu verze 2.18 z roku 1985.....	24
Obr. 8: Ukázka technického výkresu z AutoCADu 2.1 (cca 1985).....	25
Obr. 9: Ed Catmull - reflexní mapy (mapy odrazivosti).....	26
Obr. 10: Catmull a Parke - A Computer Animated Hand - záběr z filmu.....	27
Obr. 11: Názorná ukázka použití modulu Mograph.....	30
Obr. 12: Názorná ukázka použití dynamiky.....	30
Obr. 13: Screenshot uživatelského rozhraní aplikace Autodesk Maya.....	31
Obr. 14: 3D model motocyklu vytvořený v programu Silo.....	32
Obr. 15: Dance the Dream - ukázka sousoší vytvořeného v programu ZBrush.....	33
Obr. 16: Ukázka rozhraní aplikace Octane Render.....	35
Obr. 17: Ukázka použití efektu Sketch and Toon.....	36
Obr. 18: 3D model automobilu MiniCooper propracovaný do nejmenších detailů.....	38
Obr. 19: Ukázka blueprintu - obrazové předlohy pro modelování BMW řady 3.....	39
Obr. 20: Body, hrany a polygony.....	41
Obr. 21: Segmentace - hodnota segmentace určuje počet rotačních segmentů kruhu.....	42
Obr. 22: NURBSové objekty (použité křivky jsou vyobrazeny u každého objektu).....	43
Obr. 23: HyperNURBS - zde můžeme vidět, jak HyperNURBS zaobluje a segmentuje objekty.....	45
Obr. 24: Displacement na rozdíl od hrbolatosti deformuje geometrii objektu.....	48
Obr. 25: Různé druhy projekcí materiálu.....	49
Obr. 26: Parametrický prostor UV [8].....	50
Obr. 27: Obrazová mapa textur.....	51
Obr. 28: Různé typy stínů - ostrý (tvrdý), měkký a oblast.....	54
Obr. 29: Výukové DVD.....	62
Obr. 30: Colt Walker Model 1847.....	63
Obr. 31: Strana z katalogu Colt.....	65
Obr. 32: 3D modelování - screenshot 1.....	66
Obr. 33: 3D modelování - screenshot 2.....	66
Obr. 34: 3D modelování - screenshot 3.....	67
Obr. 35: 3D modelování - screenshot 4.....	67
Obr. 36: 3D modelování - screenshot 5.....	68
Obr. 37: 3D modelování - screenshot 6.....	68
Obr. 38: 3D modelování - screenshot 7.....	68
Obr. 39: 3D modelování - screenshot 8.....	69

Obr. 40: 3D modelování - screenshot 9.....	69
Obr. 41: 3D modelování - screenshot 10.....	70
Obr. 42: 3D modelování - screenshot 11.....	70
Obr. 43: 3D modelování - screenshot 12.....	70
Obr. 44: 3D modelování - screenshot 13.....	71
Obr. 45: 3D modelování - screenshot 14.....	71
Obr. 46: 3D modelování - screenshot 15.....	72
Obr. 47: 3D modelování - screenshot 16.....	72
Obr. 48: 3D modelování - screenshot 17.....	73
Obr. 49: 3D modelování - screenshot 18.....	73
Obr. 50: 3D modelování - screenshot 19.....	74
Obr. 51: 3D modelování - screenshot 20.....	74
Obr. 52: 3D modelování - screenshot 21.....	74
Obr. 53: 3D modelování - screenshot 22.....	75
Obr. 54: 3D modelování - finální 3D model bez textur.....	75
Obr. 55: Finální 3D model - Colt Walker 1847.....	77
Obr. 56: Kresba dr. Illíka - komponenty pistole pro Českou zbrojovku (cca 1985).....	80