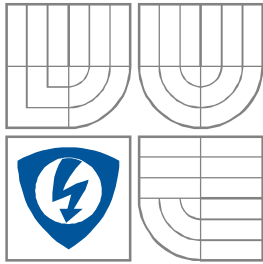


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**

**ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY
A ELEKTRONIKY**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

VYUŽITÍ PROGRAMU 3DS MAX V SILNOPROUDÉ ELEKTROTECHNICE

USING OF 3DS MAX IN HEAVY CURRENT ELECTRICAL ENGINEERING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

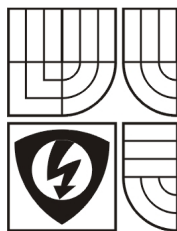
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PETR LOŠKO

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ROSTISLAV HUZLÍK

BRNO, 2009



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Silnoproudá elektrotechnika a výkonová elektronika

Student: Loško Petr

Ročník: 3

ID: 78278

Akademický rok: 2008/09

NÁZEV TÉMATU:

Využití programu 3ds Max v silnoproudé elektrotechnice

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Popište možnosti užití 3ds Maxu v silnoproudé elektrotechnice.
2. V programu 3ds Max vytvořte model z oblasti silnoproudé elektrotechniky.
3. V programu 3ds Max vytvořte animaci z oblasti silnoproudé elektrotechniky.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Termín zadání: 1.10.2008

Termín odevzdání: 29.05.2009

Vedoucí projektu: Ing. Roztislav Huzlík

doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor semestrální práce nesmí při vytváření semestrální práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

LICENČNÍ SMLOUVA POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Petr Loško

Bytem: Sídliště II/24, 251 68 Kamenice

Narozen/a (datum a místo): 15.9.1981, Praha

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

se sídlem Údolní 53, Brno, 602 00

jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:

doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc., předseda oborové rady Silnoproudá

elektrotechnika a elektroenergetika

(dále jen „nabyvatel“)

Čl. 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

disertační práce

diplomová práce

bakalářská práce

jiná práce, jejíž druh je specifikován jako

(dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Využití programu 3ds Max v silnoproudé elektrotechnice

Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. Rostislav Huzlík

Ústav: Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky

Datum obhajoby VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v*:

tištěné formě – počet exemplářů 1

elektronické formě – počet exemplářů 1

* hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu se zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užit, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ihned po uzavření této smlouvy
 - 1 rok po uzavření této smlouvy
 - 3 roky po uzavření této smlouvy
 - 5 let po uzavření této smlouvy
 - 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....

Nabyvatel

.....

Autor

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit využití programu 3ds Max v oblasti silnoproudé elektrotechniky, rozebrat jeho základní vlastnosti a principy, které jsou pro toto využití zásadní.

V první části této bakalářské práce jsou vysvětleny základní pojmy a popsány základní vlastnosti a principy, se kterými 3ds Max pracuje.

Ve druhé části je popsána tvorba modelu Vírové turbíny od geometrie, přes vizualizaci až po animaci, která má znázornit základní princip funkce této turbíny, a postupy při práci v 3ds Max.

V závěru práce uvedeno shrnutí problematiky a zhodnocení možnosti využití 3ds Max pro silnoproudou elektrotechniku.

Abstract

The aim of this bachelor thesis is to evaluate the use of the 3ds Max program in the field of heavy-current electrical engineering, to analyse its basic properties and the principles essential for the usage.

In the first part of the thesis, the basic terminology is explained and the basic properties and principles of the 3ds Max operation are described.

In the second part, the Vortex turbine modelling is described, including the visualization and the animation, with the aim to depict both the basic function of the turbine and the procedures applied in the 3ds Max.

The conclusion brings the summary of the subject and the evaluation of the use of 3ds Max in heavy-current electrical engineering.

Klíčová slova

3ds Max; 3D; modelování; vizualizace; animace; Vírová turbína

Keywords

3ds Max; modelling; vizualization; animation; Vortex turbine

Bibliografická citace

LOŠKO, P. *Využití programu 3ds Max v silnoproudé elektrotechnice*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 60 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Rostislav Huzlík.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Využití programu 3ds Max v silnoproudé elektrotechnice jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne

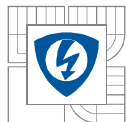
Podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Rostislavu Huzlíkovi za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

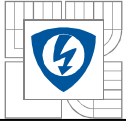
V Brně dne

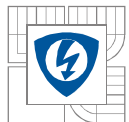
Podpis autora



OBSAH

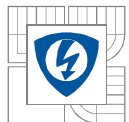
1 ÚVOD	20
2 ZÁKLADNÍ POJMY	21
2.1 PROGRAM 3DS MAX	21
2.1.1 PROGRAM 3DS MAX- OBECNĚ.....	21
2.1.2 PROGRAM 3DS MAX- HISTORIE, VERZE.....	21
2.2 SILNOPROUDÁ ELEKTROTECHNIKA	23
3 PROGRAM 3DS MAX.....	24
3.1 ROZHRANÍ.....	24
3.2 POHLEDY.....	27
3.3 OBJEKTY- TYPY	28
3.4 OBJEKTY- PRINCIP TVORBY.....	28
3.5 MODIFIKÁTORY.....	29
3.6 SVĚTLA	30
3.6.1 PŘÍMÉ OSVĚTLENÍ	30
3.6.2 NEPŘÍMÉ SVĚTLO	31
3.7 STÍNY	31
3.8 MATERIÁLY A TEXTURY	32
3.9 RENDERING.....	34
3.10 ANIMACE.....	37
4 MODEL VÍROVÉ TURBÍNY	39
4.1 VÍROVÁ TURBÍNA	39
4.2 TVORBA GEOMETRIE MODELU	40
4.3 TVORBA VIZUALIZACE MODELU.	47
4.3.1 IMPORT	47
4.3.2 VYTVOŘENÍ MATERIÁLŮ	48
4.3.3 IMPLEMENTACE MATERIÁLŮ NA MODEL	52
4.4 VYTVOŘENÍ ANIMACE	53
4.4.1 VYTVOŘENÍ GEOMETRIE	53
4.4.2 VYTVOŘENÍ SCÉNY	53
4.4.3 NASTAVENÍ DÉLKY ANIMACE	55
4.4.4 VYTVOŘENÍ POHYBŮ.....	55
4.4.5 NASTAVENÍ RENDERERU	57
5 ZÁVĚR	58
LITERATURA.....	59
INTERNETOVÉ ZDROJE.....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
PŘÍLOHY.....	61





SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 2-1 Logo 3ds Max</i>	21
<i>Obr. 2-2 prostředí 3dstudioDOS</i>	22
<i>Obr. 2-3 prostředí 3ds Max 7</i>	22
<i>Obr. 2-4 Přenos elektrické energie</i>	23
<i>Obr. 2-5 Teslův generátor</i>	23
<i>Obr. 3-1 rozhraní 3ds Max</i>	24
<i>Obr. 3-2 Příkazový panel</i>	25
<i>Obr. 3-3 zobrazení mód Wired</i>	26
<i>Obr. 3-4 zobrazení mód Shaded</i>	26
<i>Obr. 3-5 zobrazení mód Edge Faces</i>	26
<i>Obr. 3-6 Světlo typu Omni</i>	30
<i>Obr. 3-7 Světlo typu Target Spotlight</i>	30
<i>Obr. 3-8 Světlo typu Free Direct</i>	30
<i>Obr. 3-9 Tvrdý stín</i>	32
<i>Obr. 3-10 Měkký stín</i>	32
<i>Obr. 3-11 Editor materiálů</i>	33
<i>Obr. 3-12 Nabídka záložky Common</i>	36
<i>Obr. 3-13 Nabídka záložky Renderer</i>	36
<i>Obr. 3-14 Nabídka záložky Time Configuration</i>	37
<i>Obr. 4-1 Model krytu komory</i>	41
<i>Obr. 4-2 Postup tvorby geometrie</i>	41
<i>Obr. 4-3 Postup tvorby geometrie</i>	42
<i>Obr. 4-4 Postup tvorby geometrie</i>	42
<i>Obr. 4-5 Postup tvorby geometrie</i>	43
<i>Obr. 4-6 Postup tvorby geometrie</i>	43
<i>Obr. 4-7 Postup tvorby geometrie</i>	44
<i>Obr. 4-8 Postup tvorby geometrie</i>	44
<i>Obr. 4-9 Geometrie modelu Vírové turbíny</i>	45
<i>Obr. 4-10 Rozdělení geometrie modelu do hladin</i>	45
<i>Obr. 4-11 Geometrie složeného modelu</i>	46
<i>Obr. 4-12 Model s patrnými segmenty kruhových částí</i>	47
<i>Obr. 4-13 Bortící se geometrie</i>	47



<i>Obr. 4-14 Záložka pro nastavení vyhlazení.....</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 4-15 Vyhlazený model</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 4-16 Nastavení materiálu tmavá neleštěná ocel</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 4-17 Nastavení materiálu světlá neleštěná ocel.....</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 4-18 Nastavení materiálu světlá leštěná ocel.....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 4-19 Nastavení materiálu guma.....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 4-20 Nastavení materiálu Plast.....</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 4-21 Nastavení materiálu Kartáče</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 4-22 Model Vírové turbíny.....</i>	<i>52</i>
<i>Obr. 4-23 Geometrie modelu pro animaci</i>	<i>53</i>
<i>Obr. 4-24 Model pro animaci.....</i>	<i>54</i>
<i>Obr. 4-25 Osvětlení- nastavení.....</i>	<i>54</i>
<i>Obr. 4-26 Celková scéna pro animaci.....</i>	<i>55</i>
<i>Obr. 4-27 Nastavení parametrů pohybu rotační části modelu.....</i>	<i>56</i>
<i>Obr. 4-28 Nastavení prvního klíče animace</i>	<i>56</i>
<i>Obr. 4-29 Nastavení druhého klíče animace</i>	<i>56</i>
<i>Obr. 4-30 Animace- záložka Common.....</i>	<i>57</i>
<i>Obr. 4-31 Animece- záložka Render.....</i>	<i>57</i>



SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 2-1 Historie a vývoj 3ds Max.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabulka 3-1 Pohledy.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabulka 3-2 Typy parametrických objektů</i>	<i>29</i>
<i>Tabulka 4-1 Rozdíly mezi Kaplanovou a Vírovou turbínou</i>	<i>40</i>



SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

VRML	Virtual Rendering Modeling Language
IK	Inverzní kinematika
CMYK	Barevný modul- Cyan, Magenta, Yellow, Black
RGB	Barevný modul- Red, Green, Blue

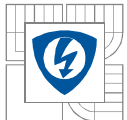


1 ÚVOD

Lidský mozek je pravděpodobně jednou z nejsložitějších „věcí“ se kterými se lidstvo dosud setkalo. Tento orgán, který je řídicí částí nervové soustavy, tvoří miliony buněk a miliony nervových spojů, které lidem dávají něco zvláštního. Nejen že lidé díky němu myslí, mluví, slyší a sní, ale dokonce si uvědomují sami sebe nejen jako ego, ale v celé šířce lidství. Jednou z předností lidského mozku je schopnost vizuální představivosti.

Vizuální představivost je jednou z nejdůležitějších lidských schopností. Když se budete s někým bavit o banánu, co Vás napadne jako první? Nebude to ani vůně, ani chuť, ale bude to jeho vizuální model, laicky řečeno tvar. Ve vaší hlavě se obraz banánu vytvoří během chvilky a co si budeme povídat, je to přesně takový banán jaký by měl být. Je to dokonalý banán. Je to Váš banán.

Dlouho snili návrháři, designéři, strojaři, vývojáři, architekti a lidé z dalších profesí aby mohli své banány, domy, turbíny a automobily přenést do reality. Dnes tu možnost takřka máme. Počátek 3D modelování, tj. modelování ve třech rozměrech, kde věci mají objem, takové modelování na kterém funguje i lidský mozek, byl samozřejmě podmíněn jistou technickou vyspělostí a je jen škoda že například Leonardo da Vinci, či pan Tesla nemohli pracovat v některém z programů určených pro 3D modelování. Možná by pak dnešní vědci, na základě 3D modelů, pochopily mnohé z myšlenek těchto velikánů, nad nimiž se vznáší ještě dnes velké otazníky. Tato bakalářská práce má za cíl seznámit čtenáře s možnostmi využití jednoho z programů pro 3D modelování v silnoproudé elektrotechnice. Tímto programem je 3ds Max.



2 ZÁKLADNÍ POJMY

2.1 Program 3ds Max

2.1.1 Program 3ds Max- obecně

3ds Max je profesionálním softwarovým balíkem, tj. souborem programů, pro modelování od společnosti AUTODESK. Jeho možnosti se odvíjejí od zakoupené licence, nicméně obecně obsahují balíky pro modelování, renderování a animaci. 3ds Max lze využít i pro tvorbu vizuálních efektů i animaci postav. Toho se využívá zejména při tvorbě prostředí pro počítačové hry a nezřídka i při tvorbě filmů (z her: Unreal Tournament 2003, Warcraft III, z filmů: X- men, Den poté, Liga výjimečných, Poslední samuraj a mnohé další).

3ds Max umožňuje zejména flexibilní animaci postav, řadu možností pro deformační efekty, podrobnou tvorbu VRML (grafický formát vycházející z deklarativního programovacího jazyka určený především pro trojrozměrné scény, jež obsahují pasivní i aktivní objekty- použití: virtuální realita) světů.

3ds Max nalezne využití zejména u designérů, architektů, projektantů, vývojářů, pro simulace, soudní rekonstrukce, do konce i v lékařství.

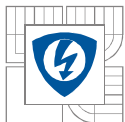


Obr. 2-1 Logo 3ds Max

2.1.2 Program 3ds Max- historie, verze

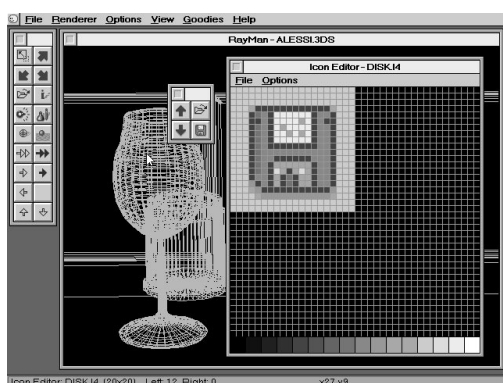
První zárodky 3ds Max vznikly na konci minulého století, kdy v roce 1990 vznikla první verze 3D studia určená pro modelování. Tato verze byla určena pro, v tu dobu dominantní, operační systém MS- DOS.

Postupným vývojem, který byl stejně rychlý, jako vývoj veškerých počítačových systémů a softwarů se z 3ds Max stal nejrozšířenější software pro modelování a animaci (jen do roku 2004 bylo prodáno přes 280 000 licencí a více než polovina všech pracovišť zabývajících se animací je vybaveno právě programem 3ds Max.

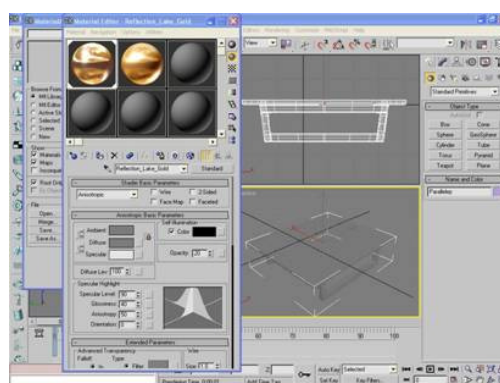


Verze	platforma	Název Verze	Rok vydání
3D Studio DOS	MS- DOS	THUD	1990
3D Studio DOS 2	MS- DOS		1992
3D Studio DOS 3	Windows/MS- DOS		1993
3D Studio DOS 4	Windows/MS- DOS		1994
3D Studio MAX 1.0	Windows	Jaguar	Duben 1996
3D Studio MAX R2	Windows	Athena	Září 1997
3D Studio MAX R3	Windows	Shiva	Červen 1999
Discreet 3dsmax 4	Windows	Magma	Červenec 2000
Discreet 3dsmax 5	Windows	Luna	Červenec 2002
Discreet 3dsmax 6	Windows		Červenec 2003
Discreet 3dsmax 7	Windows	Catalyst	Srpen 2004
Autodesk 3 ds Max 8	Windows	Vesper	Září 2005
Autodesk 3 ds Max 9	Windows	Makalu	Říjen 2006
Autodesk 3 ds Max 2008	Windows	Gouda	Říjen 2007
Autodesk 3 ds Max 2009	Windows	Johnson	Duben 2008
Autodesk 3 ds Max 2010	Windows		Březen 2009

Tabulka 2-1 Historie a vývoj 3ds Max



Obr. 2-2 prostředí 3dstudioDOS



Obr. 2-3 prostředí 3ds Max 7



2.2 Silnoproudá elektrotechnika

Silnoproudá elektrotechnika (někdy nazývaná též Elektroenergetika) je nejstarším elektrotechnickým oborem a je jednou z větví elektrotechniky. Specializuje se na řízení toku a přeměny elektrické energie. Základem jsou znalostní teorie, které formulovali například Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887), James Clerk Maxwell (1831- 1879) či Nikola Tesla (1856-1943), na tyto znalostní teorie navazuje navrhování, konstruování a aplikační využití elektrotechnických součástí v nejrůznějších oborech, zejména pak ve výrobě, přenosu a distribuci elektrické energie. Dnes tento obor zahrnuje i moderní problematiku výkonových a řídicích součástí včetně řízení pohonů a řízení energetických celků pomocí nejnovějších počítačových a automatizačních systémů.

Rozvoj silnoproudé elektrotechniky, zkoumání a prohlubování znalostí z oboru částic, jejich štěpení i fúze je, podle mne, jedinou cestou vedoucí z energetické krize, která je díky stále zvyšujícímu se nároku na energii, takřka na dohled.

Neznalost a nedodržování pravidel silnoproudé elektrotechniky, výroby, přenosu a distribuce elektrické energie vede nejen k obrovským energetickým a finančním ztrátám, ale i k ohrožení lidských životů.



Obr. 2-4 Přenos elektrické energie

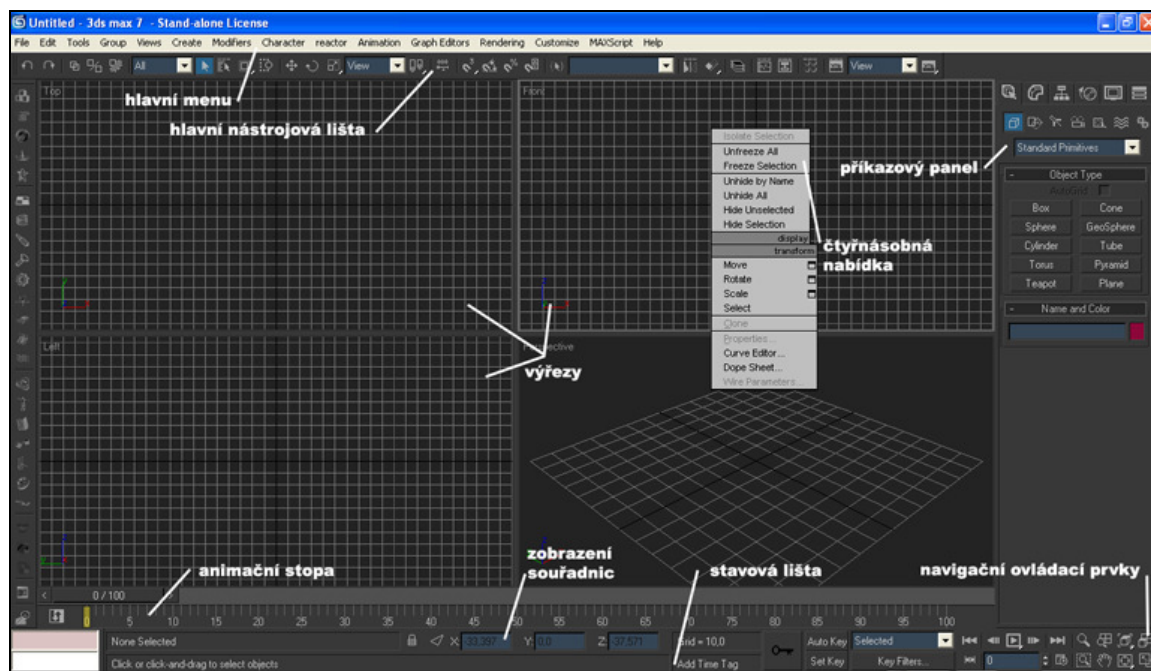


Obr. 2-5 Teslův generátor

3 PROGRAM 3DS MAX

3.1 Rozhraní

Rozhraní 3ds Max se skládá z hlavního menu, nástrojové lišty, příkazového panelu, výřezů, animační stopy, zobrazení souřadnic, stavové lišty, navigační ovládací prvky, čtyřnásobné nabídky a menu, které lze vyvolat stiskem pravého tlačítka myši.



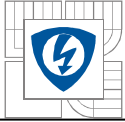
Obr. 3-1 rozhraní 3ds Max

Lišta hlavního menu a hlavní nástrojová lišta obsahují základní příkazy týkající se správy samotného programu, souborů, nastavení a možnosti modelování, renderingu a animace. Dále obsahují prvky ulehčující navigaci v samotném rozhraní.

Příkazový panel je jednou z nejdůležitějších částí rozhraní 3ds Max. Obsahuje postupy a prostředky pro modelování, přiřazování modifikátorů, nastavení osvětlení a nastavení kamer.

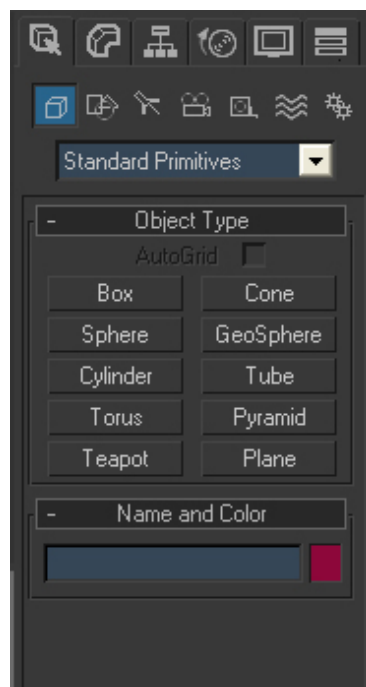
Panel obsahuje několik dílčích panelů mezi nimiž se můžeme pomocí kliknutím myši pohodlně přesouvat. Příkazovým panelem je možné rolovat a v případě že návrhář pracuje na dvou monitorech, lze příkazový panel vyjmout a přesunout na jiný monitor než jsou výřezy, což ulehčí a zrychlí práci.

- Panel *CREATE* obsahuje příkazy, které využijeme při tvorbě objektů. Nabídka je rozdělena podle typu objektů (objekty, křivky, světla, kamery, atd). Každá z nabídek obsahuje další a přesnější rozdělení a otevírá při modelování široké

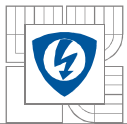


možnosti. Objekty tak lze vytvářet pomocí 3D objektů, nebo pomocí křivek NURBS.

- Panel *MODIFY* umožňuje už vytvořeným modelům přiřazovat tzv. modifikátory. Modifikátory jsou souborem vlastností, které určují vzhled a chování objektu. Konkrétní modifikátory závisí na typu objektu.
- Panel *HIERARCHY* je rozdělen do tří podnabídek. Podnabídka *PIVOT* umožňuje manipulovat s tzv. pivot body. Jde o body které charakterizují umístění a natočení samotného objektu. Podnabídka *IK* umožňuje pracovat s tzv. inverzní kinematikou (obsahuje zastaralé postupy implementace inverzní kinematiky). Podnabídka *LINK-INFO* umožňuje zadat jak se budou parametry (měřítko, rotace, pohyb) přenášet v dědičné vazbě objektů (rodič- potomek).
- Panel *MOTION* se využívá pro animační ovladače, přesněji pro nastavení jejich parametrů.
- Panel *DISPLAY* obsahuje nástroje, které slouží ke kontrole objektů v rámci zobrazování ve výřezech. Tento panel se využívá málokdy, neboť existuje rychlejší přístup k těmto nástrojům a to přes čtyřnásobnou nabídku, snadno vyvolatelnou pravým tlačítkem myši kdekoli ve výřezu.
- Panel *UTILITIES* obsahuje speciální nástroje, které obyčejný uživatel využije jen zřídka (například simulační *PLUGIN REACTOR*, který simuluje realistické chování těles- využívá se při modelování a testování v automobilovém průmyslu).



Obr. 3-2 Příkazový panel



Čtyřnásobná nabídka je menu, vyvolané pravým tlačítkem myši v prostoru výřezu a obsahuje nejčastěji používané nástroje, rozdělené do čtyř skupin (odtud název). Čtyřnásobná nabídka má několik variant, ty se zobrazí pokud při stisknutí pravého tlačítka myši stiskneme současně tlačítko CTRL, ALT nebo SHIFT. Při neznalosti klávesových zkratk je čtyřnásobná nabídka jednou z cest pro urychlení práce.

Navigační ovládací prvky se nachází v pravém dolním rohu rozhraní a slouží k navigaci v prostoru výřezů. Obsahuje například nástroj pro ZOOM (přiblížení) či nástroje pro zvětšení aktuálního výřezu přes celou obrazovku.

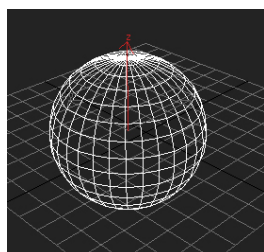
Stavová lišta obsahuje informace týkající se aktuálního stavu různých parametrů (standardně například informaci o dělení mřížky)

Zobrazení souřadnic obsahuje informace o umístění a natočení objektu, respektive jeho pivotu. Pomocí zadávání, či úpravy souřadnic můžeme docílit přesného umístění a natočení objektu ve scéně.

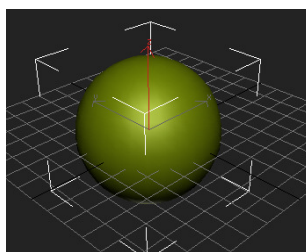
Výřezy jsou prostor kde modelujeme a upravujeme samotné objekty. Standardně jsou v 3ds Max nastaveny čtyři pohledy. Pohled TOP (shora), FRONT (zepředu), LEFT (zleva) a PERSPECTIVE (perspektivní). Tato volba umožňuje dostatečnou vizualizaci pro dokonalé 3D modelování. Pohledy lze samozřejmě změnit a to jak jejich počet, tak i jejich smysl (lze například nastavit pohled podle kamery, kterou umístíme do scény).

Zobrazování objektů

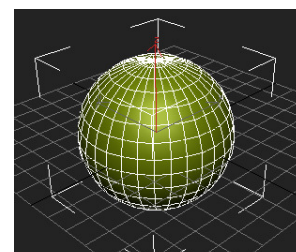
Objekty, ať už jsou jakéhokoliv tvaru, lze v prostředí 3ds Maxu zobrazit několika různými způsoby. Mezi tři hlavní a nejpoužívanější patří módy WIRED (drátěný), SHADED (stínovaný) a EDGE FACES, který je kombinací dvou prvních. Pro jednoduché objekty je volba zobrazení libovolná, ale u složitějších objektů, sestav a modelů je lepší využít zobrazení Edge Faces, které eliminuje chyby vzniklé chybným označením objektu.



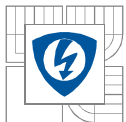
Obr. 3-3 zobrazení mód
Wired



Obr. 3-4 zobrazení mód
Shaded



Obr. 3-5 zobrazení mód
Edge Faces



V případě že potřebujeme vidět na objektu všechny hrany (tj. i ty, které by měli být skryté) je možné to zařídit vypnutím pole BACKFACE CULL a EDGES ONLY ve vlastnostech objektu.

Pokud se ve scéně implementuje jakékoliv z typů světelných zdrojů, dochází automaticky k vypnutí standardního osvětlení. To nebývá vždy nejlepší pro další modelování a proto 3ds Max umožňuje zapnout standardní osvětlení při zapnutém požadovaném zdroji světla.

3ds Max umožňuje práci s vrstvami, což přináší další zrychlení a usnadnění práce pro návrháře a designéry, neboť tak lze upravovat vlastnosti celých sad objektů.

3.2 Pohledy

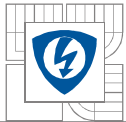
Standardně obsahuje rozhraní 3ds Maxu čtyři pohledy. Každý z pohledů (Top, Front, Left, Perspective) si může uživatel přizpůsobit ke své vlastní potřebě. Lze tak učinit dvěma způsoby. Prvním způsobem je použití myši, konkrétněji stisk pravého tlačítka v oblasti s názvem pohledu. Objeví se nabídka a v záložce views si uživatel může zvolit z několika nabídek. Druhá cesta je mnohem jednodušší a rychlejší. Jedná se o klávesové zkratky.

klávesa	Pohled
t	Top (shora)
b	Bottom (zdola)
f	Front (zepředu)
l	Left (zleva)
p	Perspective (perspektivní)
u	User (izometrický uživatelský)
\$ (nebo SHIFT + 4)	Spot (pohled světelného zdroje ve scéně)

Tabulka 3-1 Pohledy

Posunování pohledu ve výřezu se provádí pomocí prostředního tlačítka myši, které stiskneme a pohybem myši nastavíme pohled do požadované polohy (pro rychlejší pohyb lze ke stisku prostředního tlačítka stisknout klávesu CTRL). Ne všechny myši jsou vybaveny třemi tlačítky a také mnozí z uživatelů preferují raději ikonu PAN VIEW v navigačních ovládacích prvcích, pod kterou se skrývá nástroj se stejnými schopnostmi.

Otáčení pohledu ve výřezu využijeme zejména v konečných fázích modelování, kdy potřebujeme vybrat nejlepší pohled pro rendering, popřípadě záběr kamery. Otáčet pohledy ve výřezu jde opět několika způsoby. Prvním způsobem je stisk prostředního tlačítka myši a současný stisk klávesy ALT. Pohybem myši si pak nastavíme požadovaný úhel pohledu, který se automaticky změní na pohled typu USER, tedy izometrický uživatelský. Jako druhý způsob



se nabízí opět ikona v navigačních ovládacích prvcích. Ikona se nazývá ARC ROTATE a lze jí rozkliknout a zvolit ze tří nabízených rotací (umožňuje vybrat ze tří středů otáčení- počátek souřadnic, vybraný objekt nebo vybraný pod-objekt).

Přibližování a oddalování pohledu ve výřezech, neboli zoom, lze provést taktéž několika způsoby. Prvním je opět kombinace stisku prostředního tlačítka myši, tentokrát však v kombinaci stisknutých kláves alt a CTRL. Druhým, velice intuitivním, způsobem je využití kolečka na myši. Třetím je opět ikona ZOOM v navigačních prvcích. Vývojáři však dali 3ds Max do vínku další možnosti, které pomáhají při modelování objektů. Tím nejvýraznějším pomocníkem je klávesa z, která ve všech výřezech přizpůsobí pohled tak, aby byly vidět všechny objekty ve scéně (pokud je vybraný jeden objekt, přizpůsobí se pohled velikosti tohoto objektu).

3.3 Objekty- typy

Objekty lze v prostředí 3ds Max rozdělit do dvou základních skupin. Tou první jsou objekty, které vytváří geometrii výsledku, tj. po vyrenderování (vykreslení) tvoří námi namodelovaný model. Tyto objekty nazýváme geometrické objekty a tvoří základ modelu, určují jeho tvar a vlastnosti. Druhou skupinou objektů jsou objekty, které nemají s modelem přímou souvislost, ale dotvářejí prostředí v němž model renderujeme (vykreslujeme). Jsou to světelné zdroje, kamery a další pomocné objekty, jichž se nevyužívá k vytváření samotných objektů. Tyto objekty nazýváme negeometrické objekty.

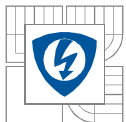
Jedno mají obě tyto skupiny objektů společné. Všechny objekty mají pivot. Pivot je bod který definuje polohu a některé další geometrické vlastnosti objektu (natočení, střed rotace, atp.). Pivot obvykle leží ve středu objektu, či ve středu některé z ploch jež objekt tvoří, ale díky možnostem 3ds Max (nabídka HIERARCHY v příkazovém panelu) může uživatel polohu a vlastnosti pivotu měnit a docílit tak požadovaných vlastností objektu.

Je třeba mít na paměti, že orientace objektu se může lišit od orientace samotného objektu, tato chyba se nejčastěji projeví až při některém z modifikátorů, které na objekt použijeme (např. modifikátor EXTRUDE vytáhne objekt podle jiné osy než chceme, atp.).

3.4 Objekty- princip tvorby

Tvorba objektů v 3ds Max stojí na dvou základních principech. Oba tyto principy byly vybrány z technologických důvodů. 3ds Max nepoužívá křivky, nýbrž rozpojené části, které se sestávají ze segmentů a také nepoužívá hladké povrchy, nýbrž trojúhelníků složených tak, aby byla zaručena dostatečná podobnost požadované ploše. Tyto metody jsou vázány na vyspělost výpočetní techniky, která, ač je dnes na špičkové úrovni, není schopna výkonnostně pokrýt realistický obraz. Křivky ze segmentů a plochy z trojúhelníkových plošek spolu s tradičními algoritmy poskytují dostatečný poměr doba/kvalita renderingu. Interpolaci (tj. počet segmentů, či trojúhelníků, lze na 3ds Max nastavit a výrazně tak ovlivnit výsledný obrázek modelu).

Mezi další principy jež 3ds Max využívá, patří, jako u všech ostatních 3D aplikacích, to, že plochy nemají žádnou tloušťku. Důvodem tohoto principu je urychlení renderování.



Modelování samotné obvykle začíná tvorbou jednoduchého modelu (primitivum). Každý model je popsán parametry, které určují jeho komplexitu. Někdy se jedná o parametr jeden (kružnice- parametr: poloměr), někdy bývá parametrů více (válec- parametry: poloměr, výška, počet výškových segmentů, počet úhlových segmentů). Při tvorbě objektu je lepší měnit, v případě potřeby, tyto parametry, než měnit například parametry měřítek. Nečeká nás tak nemilé překvapení v podobě nekomplexnosti jednotlivých objektů. Objekty, které využívají parametrů, nazýváme parametrickými objekty.

Každý parametrický objekt se může vyskytovat, pokud je to možné, v pěti různých typech.

Editable Spline
Editable Mesh
Editable Poly
Editable Patch
NURBS

Tabulka 3-2 Typy parametrických objektů

Objekty můžeme mezi jednotlivými typy přepínat pomocí nabídky CONVERT TO ze čtyřnásobné nabídky. Lze tak editovat vrcholy kružnice (musíme ovšem nejprve zkonvertovat kružnici na editovatelnou křivku), nebo vytvořit z krychle objekt tvořený šesti nezávislými plochami (musíme ovšem nejprve zkonvertovat krychli na NURBS).

Jednotlivé typy objektů mají různé, charakteristické, vlastnosti, které jsou sice zásadní pro tvorbu objektů, ale přesahují záměr této bakalářské práce.

3.5 Modifikátory

Modifikátory jsou souborem vlastností, kterými obohacujeme objekt, aniž by se tento původní objekt změnil. Tyto vlastnosti na objekt „nabalujeme“ a objekt na tyto vlastnosti reaguje. Je potřeba zdůraznit, že záleží na pořadí použitých modifikátorů (skládají se postupně za sebe v zásobníku modifikátorů daného objektu). Modifikátory lze přidávat, mazat, či měnit jejich pořadí (modifikátory přiřazujeme v záložce MODIFY příkazového panelu).

Modifikátorů existuje několik desítek, mezi těmi nejpoužívanějšími EXTRUDE (vytažení), LATHE (rotace) a SMOOTH (vyhlazení, zaoblení). Použitelné modifikátory pro daný objekt nalezneme v roletkovém menu MODIFIER list v záložce MODIFY příkazového menu.

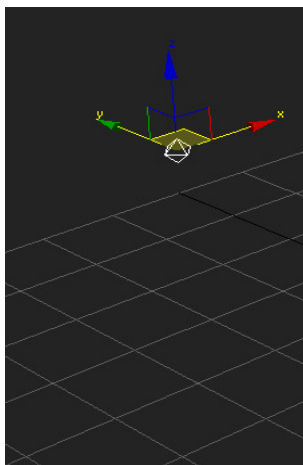
3.6 Světla

3.6.1 Přímé osvětlení

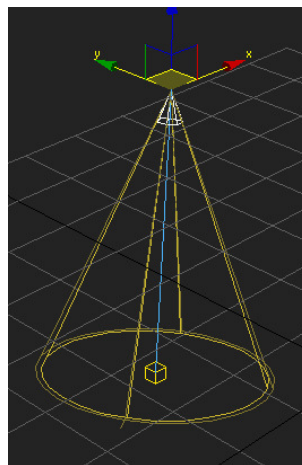
Aby byla modelovaná scéna či objekt realisticky ztvárněna je zapotřebí nastavit ve scéně osvětlení. Spolu se stíny tvoří osvětlení výsledný 3D realistický efekt. 3ds Max nabízí dva druhy světelných zdrojů. Prvním jsou standardní světelné zdroje, druhým fotometrické světelné zdroje. Tyto dva druhy světelných zdrojů se liší některými vlastnostmi a hlavně parametry. Zatímco intenzita standardních světel se zadává pomocí vlastnosti MULTIPLIER a rozmezí nastavení se pohybuje mezi 0 a 1,5 (při nastavení záporné hodnoty s zdroj světla změní na zdroj stínu) u fotometrických světel vlastnost MULTIPLIER chybí a svítivost se nastavuje přímo ve fyzikálních jednotkách (tj. lupenech, luxech a kandelách).

Standardní světla

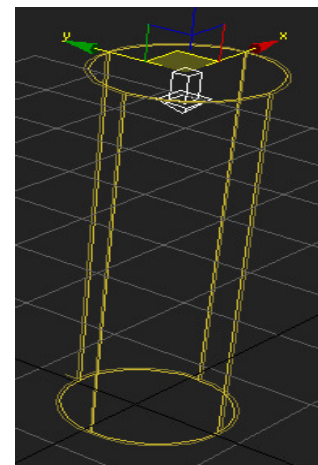
- Světlo OMNI můžeme přirovnat v reálném světě k nezakryté žárovce. Má stejnou intenzitu ve všech směrech
- Světlo TARGET SPOTLIGHT je charakterizováno světelným kuželem s definovaným cílem.
- Světlo FREE DIRECT lze přirovnat ke slunci. Ač jde o bodový zdroj světla jeho paprsky jsou rovnoběžné a tvoří pomyslný válec.



Obr. 3-6 Světlo typu
Omni

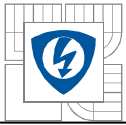


Obr. 3-7 Světlo typu
Target Spotlight



Obr. 3-8 Světlo typu Free
Direct

Zdroje světla mají i další vlastnosti, které může uživatel ovlivnit. Tyto vlastnosti se nalézají v roletovém menu MODIFY v příkazovém panelu. Kde v GENERAL PARAMETERS můžeme světlo zapnout, či vypnout, zapnout stínování, v INTENSITY/COLOR/ATTENUATION můžeme nastavit intenzitu světla, jeho barvu a realistické chování. Standardní světla svítí totiž



bez slábnutí. Pomocí parametrů DECAY a ATTENUATION lze zajistit realistické slábnutí světla . Nabídka parametrů se v roletkovém menu liší podle typu použitého světelného zdroje.

Fotometrická světla

- Světlo TARGET POINT ISOTROPIC je podobné světlu Omni ze standardních světel, ale má cíl.
- Světlo TARGET POINT SPOTLIGHT je podobné světlu Target Spotlight ze standardních světel a liší se pouze jinými parametry.
- Světlo TARGET LINEAR WEB má charakteristickou síťovou distribuci a je podobné fluorescenční lampě.
- Světlo Free Area Difuse se snaží přiblížit světlu, které je schováno v malém obalu.

Jak bylo již zmíněno, liší se fotometrická světla od světel standardních zejména v použitých parametrech. U fotometrických světel se zadává intenzita přímo ve fyzikálních jednotkách a také se nemusí zadávat parametry pro slábnutí světla, neboť u fotometrických světel je toto slábnutí vypočítáváno automaticky v závislosti na typu použitého světla.

3.6.2 Nepřímé světlo

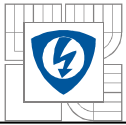
Objekty v 3ds Max nejsou reálné a proto se ani tak nechovají. Zatímco reálné objekty světlo lámou či se na nich světlo odráží, objekty v 3ds Max světlo pohlcují. Implementace postupů modelujících skutečné světelné pochody (světelné skvrny na zdech odrážející se od vody, apod.) narážejí opět na nedostatečný výkon dnešních počítačů. Vývojáři proto opět využívají zjednodušených algoritmů, aby bylo možno přiblížit modelování k realitě i v této oblasti.

Využití nepřímého osvětlení je nejmarkantnější v modelacích určených pro architekturu, neboť doplňují a utvářejí komplexnější a realističtější vizualizaci.

3.7 Stíny

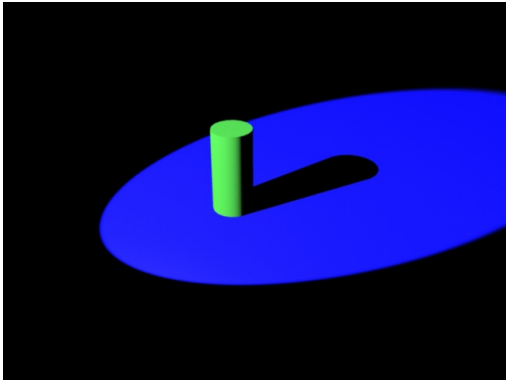
Vytváření stínů objektů je jedním z klíčových postupů při tvorbě realistického 3D modelování. Je to také jeden z nejnáročnějších postupů co se týče technologií. I dnes, přes vyspělou technickou úroveň výpočetní techniky naráží snaha o realistické stínování, které by bylo v souladu se všemi fyzikálními zákony, na nedostatečnou technologickou úroveň. Z toho důvodu se využívá zjednodušených metod, které zaručují stínování v dostatečné úrovni realističnosti. 3ds Max využívá dvou základních algoritmů k vytváření stínů. Jsou jimi algoritmy SHADOW MAP a RAY TRACED SHADOW.

První z nich, algoritmus SHADOW MAP, funguje na principu generování stínu ještě před renderováním. Tato metoda má výhodu v tom, že generování stínů probíhá rychle, ovšem nelze pomocí ní dosáhnout tzv. měkkých stínů (rozostření okrajů stínu). Generované stíny také zabírají relativně velkou část počítačové paměti.

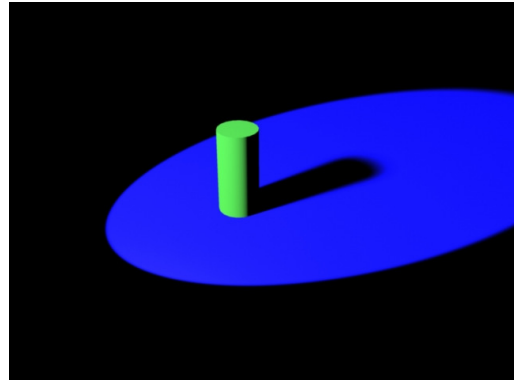


Stíny vytvořené algoritmem RAY TRACEN SHADOW jsou oproti tomu generovány při samotném renderování a ač vytvářejí převážně ostré stíny, lze pomocí tohoto algoritmu docílit i stínů měkkých. Algoritmus funguje na principu detekce překážek v dráze světelného paprsku a rozhodnutí, zda je detekovaný bod zdrojem stínu.

Parametry jednotlivých algoritmů a stínování lze nastavit v nabídce SHADOW PARAMETERS v panelu MODIFY v Příkazovém panelu (je potřeba mít označený světelný zdroj).



Obr. 3-9 Tvrdý stín



Obr. 3-10 Měkký stín

3.8 Materiály a textury

Materiály svým principem připomínají modifikátory. Přiřazují totiž objektům také jisté vlastnosti, nejsou to ale vlastnosti geometrické, nýbrž vlastnosti určující jak se bude objekt chovat v případě, že na něj dopadne světlo, popřípadě paprsek oka či kamery.

Materiál charakterizují tři barvy.

- Barva SPECULAR, která je aktivní, pokud paprsek směřuje do oka či kamery.
- Barva DIFFUSE určuje barvu objektu.
- Barva AMBIENT je aktivní pokud je objekt, či jeho část, osvětlen nepřímým světlem.

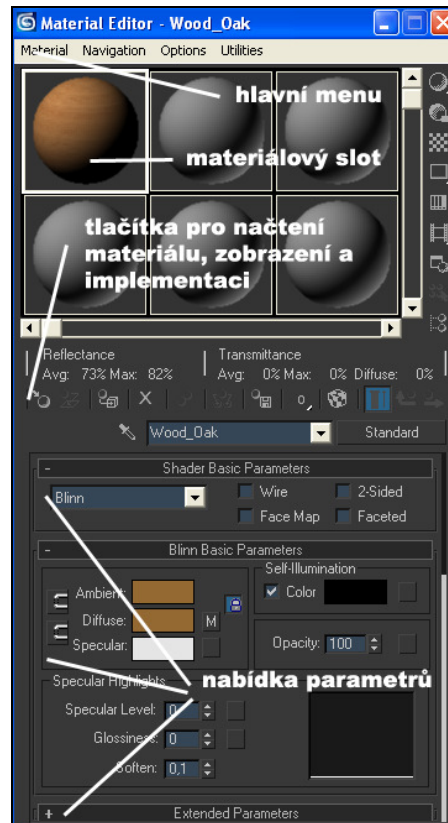
Mezi jednotlivými barvami jsou přechody závislé na dalších nastavených parametrech. Například mezi barvou SPECULAR a DIFFUSE je vytvořen přechod (tvořený odleskem), na jehož vlastnosti mají vliv parametry SPECULAR LEVEL a GLOSSINESS.

Všechny parametry lze navolit v nabídce menu vyvolaném tlačítkem m. Tato nabídka se může lišit podle zvoleného Shaderu (způsobu zpracování grafických dat), který lze zvolit v tomtéž menu.

Aby bylo zachováno správné zobrazení materiálu, je potřeba dodržovat dvě zásadní pravidla pro přiřazování materiálů objektům:

- Objektu se nepřizuje textura, ale materiál obsahující texturu.
- Objektu přiřazovat jeden materiál, a jednu mapu stopu jednomu mapovému kanálu.

Materiálu lze přiřadit jakoukoli texturu, ať už jde o předem definovanou texturu, nebo texturu vytvořenou z obrázku podporovaných formátů. Všechny tyto operace a nastavení probíhají v editoru materiálů, který můžeme, jak už bylo zmíněno, vyvolat tlačítkem m (popřípadě spustit z menu RENDERING-MATERIAL EDITOR).

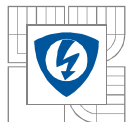


Obr. 3-11 Editor materiálů

- Hlavní menu rozhraní editoru materiálů obsahuje všechny příkazy nutné k nastavení parametrů.
- Materiálový slot nám poskytuje přehled o vizualizaci jednotlivých materiálů. Obsahuje 24 slotů.
- Tlačítka pro načtení a implementaci materiálu na objekt urychlují a usnadňují hledání již nastavených materiálů a implementaci materiálů na objekty.
- V nabídce parametrů lze docílit nastavení všech parametrů a vytvoření požadovaného materiálu.

Pokud chceme vložit materiálu texturu z námi definovaného bitmapového, či jiného grafického, souboru měli bychom dodržovat několik zásadních pravidel.

- Nelze použít obrázky s barvami CMYK, ale je nutné obrázky konvertovat do formátu RGB.
- Při přesunu souboru se scénou, je potřeba současně přenášet i příslušné materiály a mapy, jinak dojde ke ztracení vazeb.



3.9 Rendering

Renderování, neboli vykreslování, je v 3ds Max zajištěno pomocí dvou algoritmů. Jde o algoritmy SCANLINE a RAYTRACE. V praxi se využívá kombinace obou algoritmů v závislosti na požadovaném výsledném efektu.

- Algoritmus SCANLINE (Default Scanline Renderer) je hlavním algoritmem v případě standardního rendereru. Funguje na principu vyhledávání objektů paprsky z kamery. Body, v nichž je nalezen objekt se analyzují (zjišťují se parametry materiálu, parametry osvětlení, úhly mezi zdroji světla a povrchem). Tyto informace se vrací zpět ke kameře, kde se ukládají a vytvářejí výsledný obrázek. Tento algoritmus je rychlý, ale nelze pomocí něj získat fyzikálně správné odrazy a lomy světla.
- Algoritmus RAYTRACE využívá komplexnějších výpočtů, zkoumá parametry více do hloubky a umožňuje přesnější detekování odražených a ohnutých paprsků světla. To ovšem zvyšuje dobu renderingu.

Renderer vytváří obraz či animaci a ukládá výsledek v příslušných podporovaných formátech. Pro video nabízí 3ds Max formáty tga (Targa), avi, mov a další. Pro obrazový výstup pak formáty jako jsou tif, jpg, png, atd. Všechny formáty podporují bezztrátovou kompresi a alfa kanál.

Pro zmíněné algoritmy existují pro 3ds Max tři renderovací moduly.

- Vray
- Final Render
- Maxwell Render

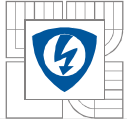
Tyto moduly se liší zejména možnostmi hloubky renerování. Nejlepší poměr mezi kvalitou renderu, rychlostí renderu a cenou se zatím jeví modul Vray, který je také nejčastěji využíván. Modul Final Render od firmy Cebas GmbH nejen že je pomalejší, ale také obsahuje mnoho nepříjemných chyb, které samotný rendering komplikují a uživatelsky znesnadňují. Nevýhoda modulu Maxwell Rendereru spočívá v, až neúnosné, časové náročnosti, neboť se zaměřuje na fyzikální přesnost algoritmů, které vedou k renderování.

Nastavení algoritmu renderování a dalších parametrů lze změnit v menu vyvolaném tlačítkem F10 (nebo z hlavního menu RENDERING- RENDER). Menu se skládá z několika záložek, na jejichž parametrech závisí dobrý či špatný výsledek celého modelování.

Záložka Common

Parametry v nabídce TIME OUTPUT slouží k nastavení časového intervalu renderování. Pokud renderujeme statickou scénu, vyrenderuje se aktuální obraz, ale v případě že chceme renderovat animaci, musíme zapnout přepínač AKTIVE TIME SEGMENT.

Parametry v nabídce OUTPUT SIZE souvisí s velikostí výsledného renderu. Lze si vybrat ze čtyř přednastavených velikostí (v pixelech) nebo zadat své vlastní údaje.



Parametry v nabídce OPTIONS umožňují ovládat postup renderování. Lze například renderovat i skryté geometrie (RENDER HIDDEN GEOMETRY) vypnout renderování měkkých stínů (AREA LIGHTS/SHADOW AS POINT) či zaškrtnout nabídku, aby 3ds Max při renderování považoval všechny materiály za oboustranné (FORCE2-SIDES).

Nabídka ADVANCED LIGHTING umožňuje ovládat mechanismy pro výpočet nepřímého osvětlení (pouze u standardního renderování).

Nabídka RENDER OUTPUT upřesňuje formát a způsob zpracování výsledného souboru.

Záložka Indirect Illumination

Nabídka parametrů záložky INDIRECT ILLUMINATION se vztahuje k přesnému nastavení renderování nepřímých světél.

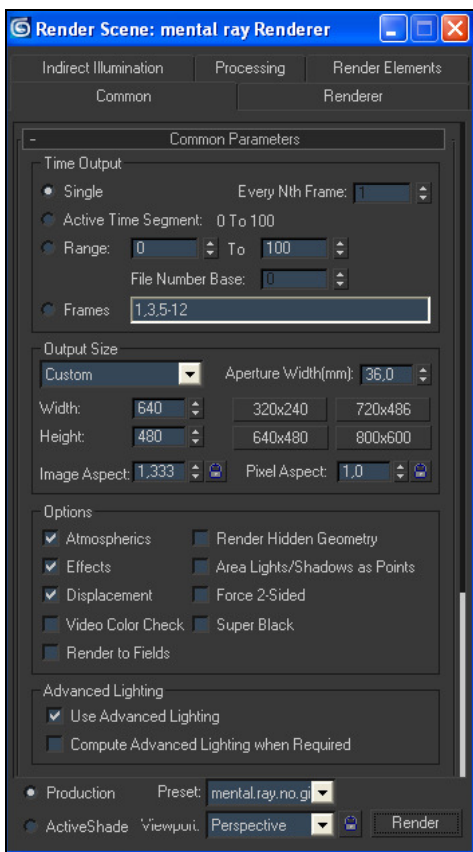
Záložka Renderer

Parametry nabídky SMAPLING QUALITY jsou určující pro aliasing renderování, lze nastavit různé metody, přičemž standardní nastavení se hodí pro testovací renderování (je rychlé). Pro kvalitní výsledek je výhodnější zvolit například filtr Mitchell či Lanczos. Pomocí parametrů Width a Height můžeme dosáhnout například rozmlženého obrazu, neboť tyto parametry určují velikost vzorku v pixelech. Standardní nastavení je však pro naprostou většinu vizualizací nejlepší. Parametr Kontrast určuje ostrost či rozmazání objektů. Spatial má vazbu na statické objekty, Temporal na objekty, které se pohybují.

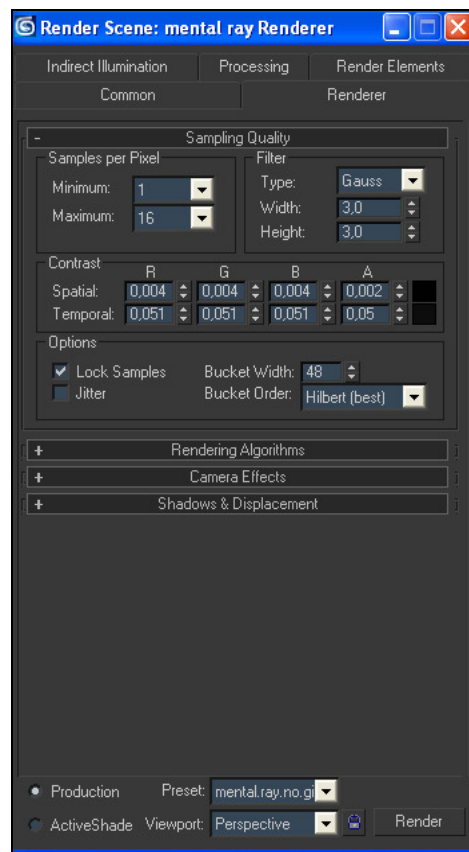
Parametry nabídky RENDERING ALGORITHMS definují hloubku sledování pro odrazy a lomy světla.

Parametry nabídky CAMERA EFFECTS slouží k nastavení efektů spojeného s kamerou a jejím pohybem.

Parametry nabídky SHADOWS AND DISPLACEMENT slouží k dodatečnému nastavení stínování.



Obr. 3-12 Nabídka záložky Common



Obr. 3-13 Nabídka záložky Renderer

Záložka Processing

Nabídka parametrů v záložce souvisí se samotným procesem renderování.

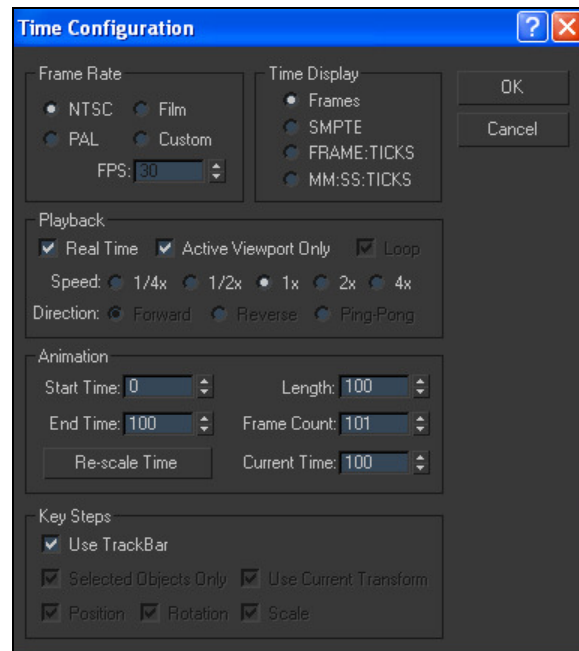
Záložka Render Elements

Nabídka parametrů v této záložce slouží k renderování elementů. Je to jeden z postupů, který zaručuje fotorealistický výsledný obraz a funguje na principu složení výsledného obrazu z jednotlivých vrstev (odrazy, stíny, atd.), pro které se výpočet provádí samostatně. Uživatel může pak vrstvy použít zvlášť a docílit tak požadované kvality obrazu.

3.10 Animace

Animace je sekvence po sobě jdoucích a na sebe vzájemně navazujících obrázků, které mají za cíl zachycení pohybu objektu. Animace je po renderu nejčastějším důvodem vizualizace. 3ds Max umožňuje uživatelům provádět renderování animace, tj. renderování obrázků, které se ve výsledku spojí a utvoří tak dojem pohybu námi vybraného objektu (objekt, kamera) po námi vybrané trase.

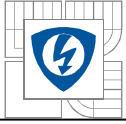
Standardní délka animace je nastavena v 3ds Maxu na 100 snímků (tj. něco kolem 3 sekund), lze ji ovšem změnit na námi požadovanou délku v nabídce TIME CONFIGURATION, jež vyvoláme buď stisknutím dané ikonky, nebo stiskem pravého tlačítka a šipce pro přehrávání animace (v pravém dolním rohu rozhraní 3ds Max). V této nabídce lze dále zvolit standard či snímkování animace.



Obr. 3-14 Nabídka záložky Time Configuration

Pokud máme již objekt, který chceme animovat zbývá nám ještě jedna důležitá věc. Tou věcí je trasa po které se bude daný objekt (popřípadě kamera) pohybovat. Trasu můžeme vytvořit jako klasický objekt, nejspíše jako křivku. Tu vytvoříme standardním postupem vytváření objektů (příkazový panel- CREATE-...). Následuje přiřazení cesty objektu. To se provádí následujícím způsobem:

- Označíme objekt
- V záložce ANIMATION v Hlavním Menu zvolíme nabídku CONSTRAINTS a vybereme PATH CONSTRAINT
- Označíme námi definovanou trasu, tvořenou zpravidla křivkou (zobrazí se tečkovaná křivka, pomocí níž a kliknutí levého tlačítka myši označíme křivku).



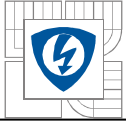
Pokud se nyní podíváme do záložky MOTION v příkazovém menu, zjistíme, pokud jsme vše udělali správně, že se objektu přiřadila v nabídce PATH PARAMETERS cesta. Objekt se může pohybovat po více křivkách, čehož můžeme docílit přidáním cesty tlačítkem ADD PATH. Pokud chceme aby kamera nebyla statická a sledovala objekt můžeme v záložce MOTION příkazového menu v nabídce LOOK AT PARAMETERS vybrat objekt který má kamera po celou dobu animace sledovat (tlačítkem PICK TARGET).

Pokud již nemáme potřebu měnit osvětlení, či některé prvky ve scéně, můžeme přikročit k renderování scény.

Otevřeme panel renderování (stisk klávesy F10, nebo HLAVNÍ MENU-RENDERING-RENDER).

V záložce COMMON je potřeba nastavit délku časového intervalu (RANGE), velikost snímků (OUTPUT SIZE) a v neposlední řadě formát výsledného videa. Při volení formátu videa je pak zapotřebí zvolit bitovou hloubku kanálu (nejčastěji 32, FLOATING POINT). V Záložce Render je pak možné přizpůsobit výběr použitého Filtru (v nabídce SAMPLING QUALITY).

Po té zbývá poslední spustit rendering. Výsledné animace lze dále upravovat v softwarech k tomu určených.



4 MODEL VÍROVÉ TURBÍNY

Tato část bakalářské práce má za cíl vytvořit model Vírové Turbíny a pomocí programu 3ds Max provést vizualizaci a posléze animaci.

4.1 Vírová Turbína

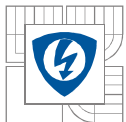
Vírová turbína je zcela novým typem vodní turbíny, kterou vyvinuli vědci z odboru fluidního inženýrství Viktora Kaplana Energetického ústavu na Fakultě strojního inženýrství VUT v Brně. Tito vědci, pracující pod vedením prof. Ing. Františka Pochylého, CSc., vyvinuli tuto turbínu se záměrem vyrobit levnou turbínu s vysokou účinností. Skloubit jednoduchost a účinnost je vždy problém, nicméně vědcům z fluidního inženýrství se to podařilo a vytvořili tak jednoduchou a levnou turbínu, která může být použita na menších vodních tocích a která má už při spádu 2,5 metru účinnost 86 procent, což nemá žádná jiná turbína.

Prof. Ing. Františka Pochylý, CSc. byl za objev principu, na němž Vírová turbína pracuje, vyznamenán cenou města Brna v kategorii technický pokrok.

Turbína pracuje na opačném principu než pracuje turbína Kaplanova. „*Kaplanova turbína potřebuje lopatkový rozvaděč, který přivádí vodu do oběžného kola tak, že má určitou obvodovou rychlost. Oběžné kolo zpracovává vodu tím způsobem, že do sací roury vytéká rovnoběžně s osou rotace. Rozvaděč je velmi složitý a prakticky také nejdražší součástí turbíny. Napadlo mě, že by v ní vůbec nemusel být, že by turbína mohla pracovat na opačném principu. Voda by vstupovala do oběžného kola ve směru osy rotace a za ním by obíhala proti směru rotace kola. Takže do sací roury by vstupovala s určitou rotační složkou. Drahý a komplikovaný díl by se tak ušetřil*“, vysvětluje profesor Pochylý.

Další výhodou Vírové turbíny je to, že umožňuje pracovat při vyšších otáčkách než turbína Kaplanova, bude tak možné mnohdy ušetřit i na převodovce.

Jak se zdá, vodní turbíny mají stále budoucnost. Vědci pracují na ještě levnější verzi Vírové turbíny, jejíž cena by neměla přesáhnout 300 tisíc korun a jejíž předpokládaný výkon bude 300kW. Vzhledem k poměrně malým pořizovacím nákladům se dá předpokládat, že by se na českých tocích mohlo objevit několik set těchto turbín. To by přineslo zejména dynamičnost výroby elektrické energie, neboť vodní turbíny jsou schopné přejít z nulového do maximálního provozního stavu během několika vteřin.



Kaplanova turbína	Vírová turbína
Vstup do oběžného kola s předrotací, nutnost použití drahého rozváděcího aparátu	Vstup kapaliny bez předrotace, není nutno používat rozváděcí aparát- výrazná finanční úspora
Výstup kapaliny bez rotační složky- možnost odtržení mezní vrstvy, vyšší hydraulické ztráty	Výstup kapaliny s malou rotační složkou, nedochází k odtržení mezní vrstvy v savce. Turbína má pro daný výkon vyšší provozní otáčky a vyšší průběžné otáčky. Znamená to, že v mnoha případech není nutná převodovka.
Rovnice Kaplanovi turbíny: $Y = u_1 C_{u1}$	Rovnice vírové turbíny: $Y = -u_2 C_{u2}$ Odtud plyne, že kapalina i výstupu z vírové turbíny rotuje proti rotaci oběžného kola.

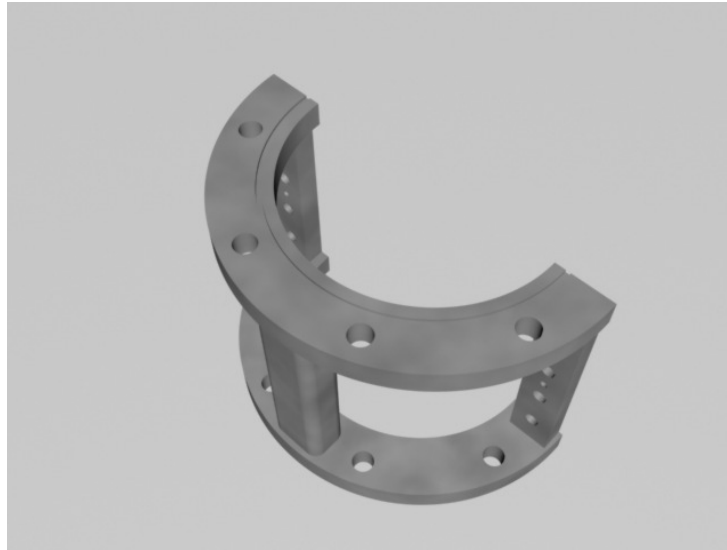
Tabulka 4-1 Rozdíly mezi Kaplanovou a Vírovou turbínou

Práce na projektu bych rozdělil na dvě části. Na část první, kdy jsem vytvářel geometrii samotného modelu vírové turbíny a na část druhou, kdy jsem pomocí funkcí 3ds Max prováděl vizualizaci a animaci. Vzhledem k tomu, že předmětem této bakalářské práce je práce v 3ds Max, je kladen větší důraz na část druhou. Z toho vyplývá i rozvržení rozsahu jednotlivých částí.

4.2 Tvorba Geometrie modelu

K vytvoření geometrie modelu jsem využil program AutoCAD společnosti AutoDesk. Tento program je určený k tvorbě výkresové dokumentace, ale i k tvorbě 3D modelů. Využil jsem přístupu k výkresové dokumentaci součástí vírové turbíny a pomocí základních kreslicích postupů vytvořil v AutoCADu 3D modely jednotlivých součástí a celkové, rozložené, sestavy. Jako příklad tvorby součásti uvádí postup při tvorbě krytu komory.

Nejprve, pouze pro představu uvádím model krytu komory

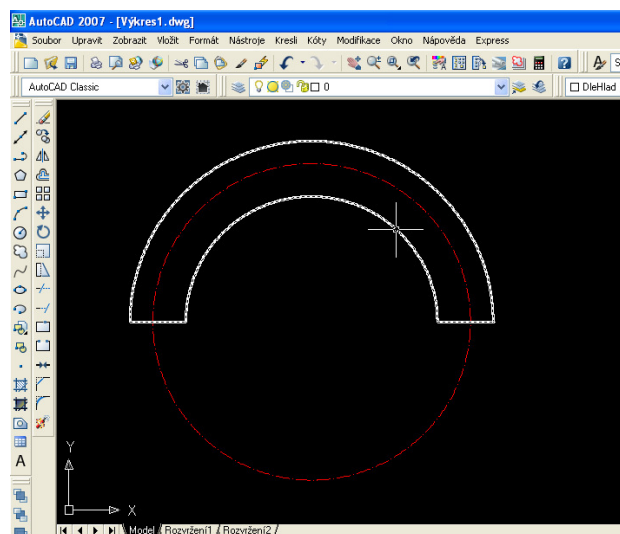


Obr. 4-1 Model krytu komory

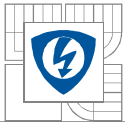
Kryt komory slouží k upevnění komory turbíny a skládá se ze dvou stejných dílů, které komoru obepnou a upevní jí tak, pomocí šroubových spojení, k přírubám, zajišťujícím správný směr toku vody.

Jako první vytvoříme spodní půlkruhovou část s otvory pro šrouby a drážkou pro těsnění.

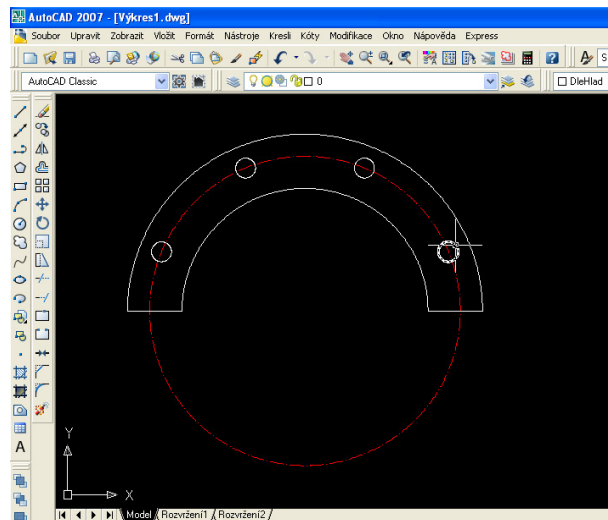
Na pracovní ploše AutoCadu vytvoříme pomocí dvou soustředných kružnic, úsečky a příkazu ořez základní tvar půlkruhové části. Přidáme kružnici představující osu děr, jejíž střed bude shodný se středem soustředných kružnic (dále jen S). Tuto kružnici doporučuji vložit do hladiny osy (pokud takovou hladinu nemáme, můžeme si ji vytvořit) a výsledný obrys spodní části krytu komory spojit do jedné oblasti.



Obr. 4-2 Postup tvorby geometrie

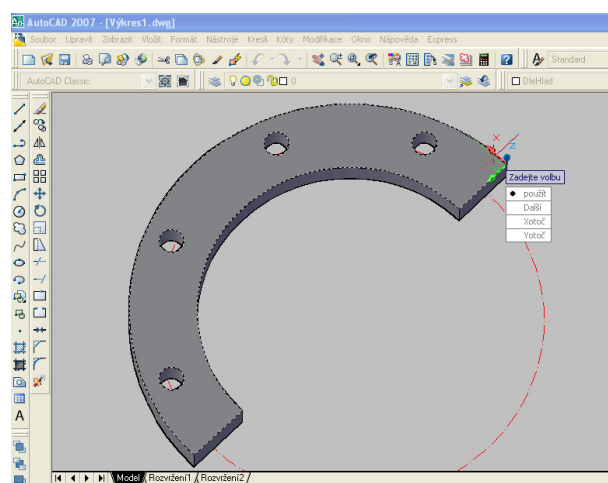


V místě, kde kružnice os protíná obrys spodní části krytu komory vytvoříme kružnici (9mm) tak, aby bod protínání byl středem kružnice a tak aby měla požadovaný poloměr. Tuto kružnici po té posuneme, pomocí kruhového pole se středem v S, o 22.5° směrem do obrysu a poté, opět pomocí kruhového pole vytvoříme čtyři díry, vzdálené od sebe 45° . Původní kružnici smažeme.

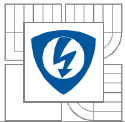


Obr. 4-3 Postup tvorby geometrie

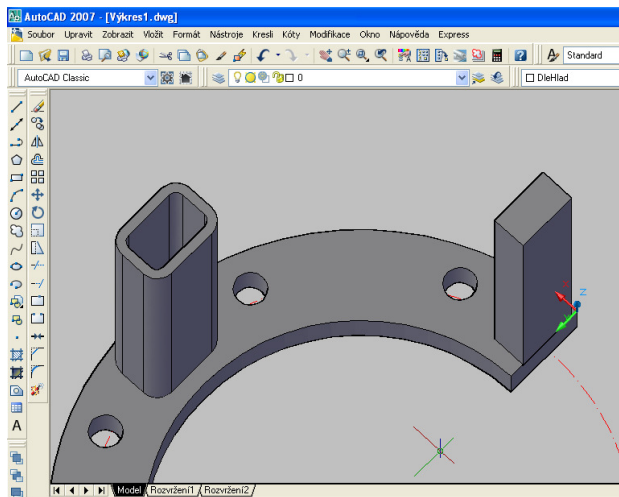
Nyní přikročíme k vysunutí obrysu a k odečtení děr od základního obrysu spodní části krytu komory. Vsunutí se provede pomocí kresli-modelování-vysunutí, označením obrysů děr a obrysu základního tvaru. Vysuneme na požadovanou výšku, tj. 22mm. Odečtení děr od krytu provedeme následovně: modifikace-editace těles-rozdíl, označíme nejprve od čeho budeme odečítat stiskneme klávesu Enter a po té označíme co budeme odečítat a stiskneme opět Enter. Pro kontrolu se můžeme přepnout do koncepčního stylu zobrazení (zobrazit-styly zobrazení-koncepční) a zkontrolovat jestli jsem vše udělali správně. Po té vytvoříme nový souřadnicový systém na vrchní ploše vytvořené části (nástroje-nový USS- plocha, označíme vrchní plochu).



Obr. 4-4 Postup tvorby geometrie

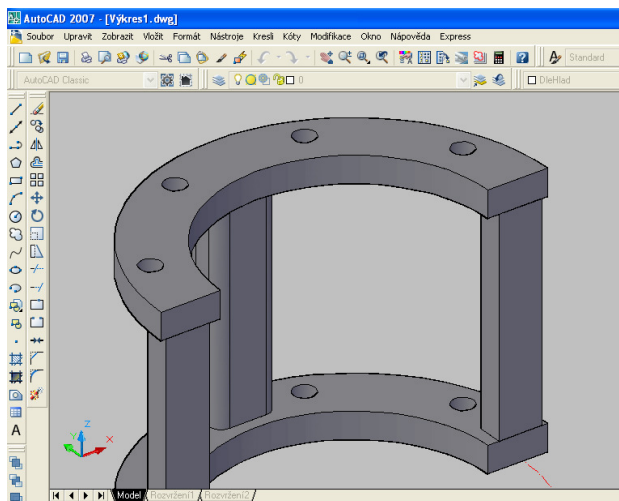


Nyní vytvoříme obrysy vertikálních částí krytu komory. A vysuneme je do požadované výšky. Abychom zaručili dutost prostřední vzpěry, je potřeba odečíst těleso vytvořené vnitřním obrysem vzpěry od tělesa, které vytvořil vnější obrys vzpěry.



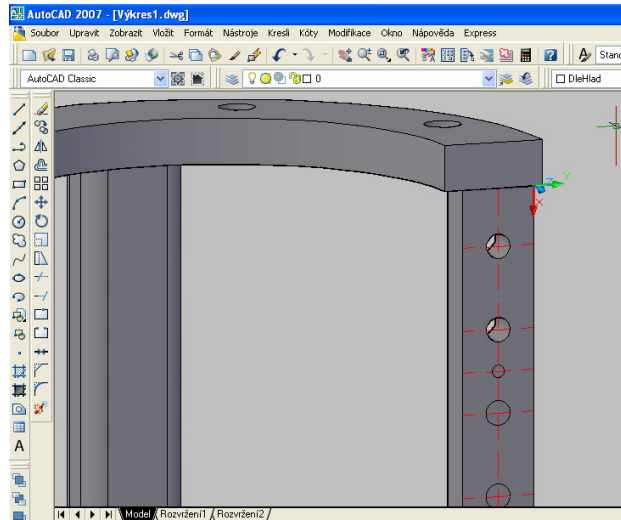
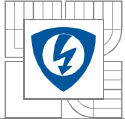
Obr. 4-5 Postup tvorby geometrie

Pomocí kopie spodní části můžeme vytvořit část horní (CTRL+c; CTRL+v), kterou pomocí 3D posunu (modifikace-3D operace- 3d posun) umístíme na vytvořené vzpěry.



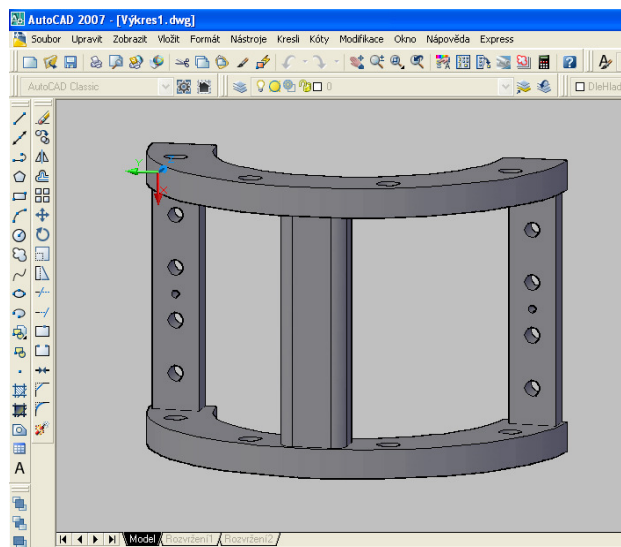
Obr. 4-6 Postup tvorby geometrie

Nyní vytvoříme díry pro šrouby na vzpěrách. Abychom to mohli udělat musíme opět změnit souřadný systém. Zvolíme ho na jednu ze vzpěr. A pomocí kružnic naznačíme obrysy příslušných děr. Tyto obrysy po té vysuneme skrze vzpěru a vytvořené válce od vzpěry odečteme.

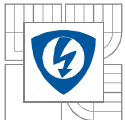


Obr. 4-7 Postup tvorby geometrie

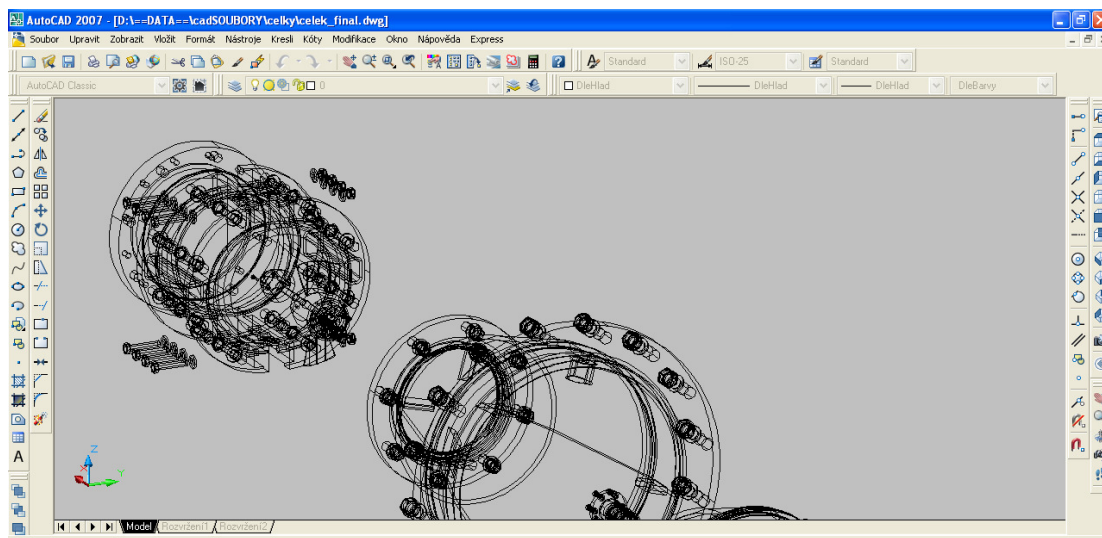
To samé uděláme na druhé vzpěře a protože je kryt komory svařený a již nikdy nebudeme měnit postavení jednotlivých částí, můžeme ho sjednotit do jednoho objektu, což nám později usnadní manipulaci (modifikace-editace těles-sjednocení). Tím jsme geometrický model krytu komory dokončili.



Obr. 4-8 Postup tvorby geometrie

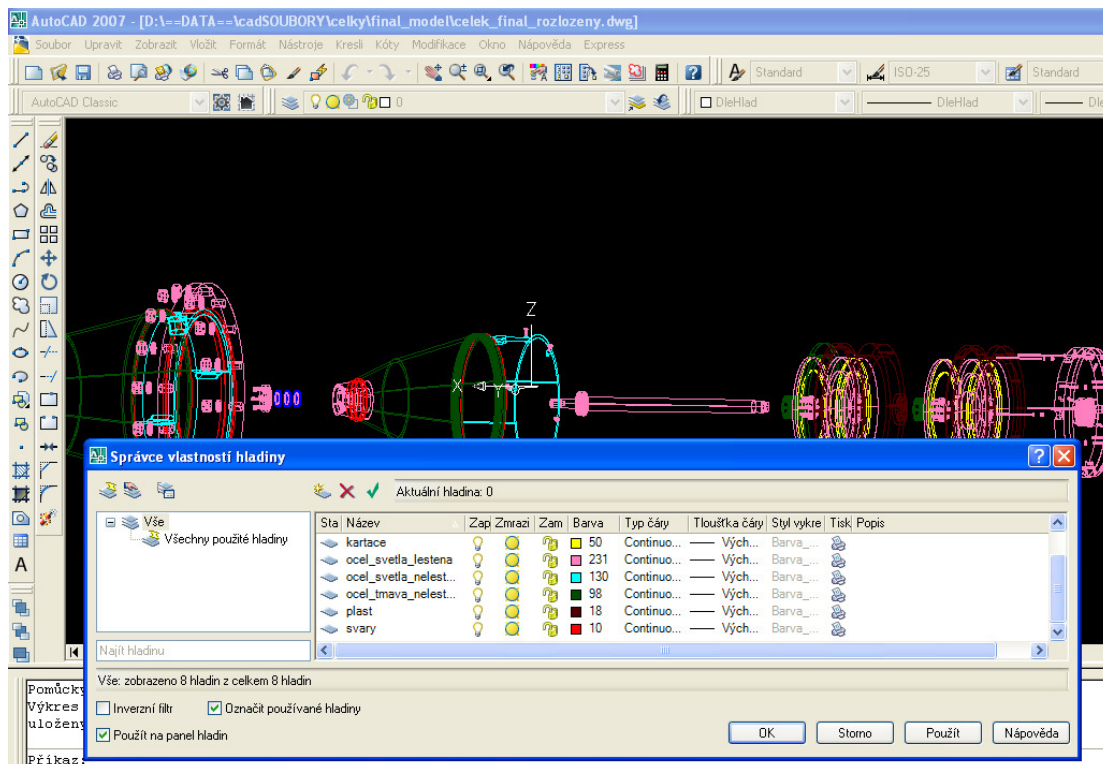


Stejnými postupy byl vytvořen model celé vírové turbíny.

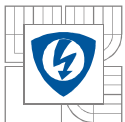


Obr. 4-9 Geometrie modelu Vírové turbíny

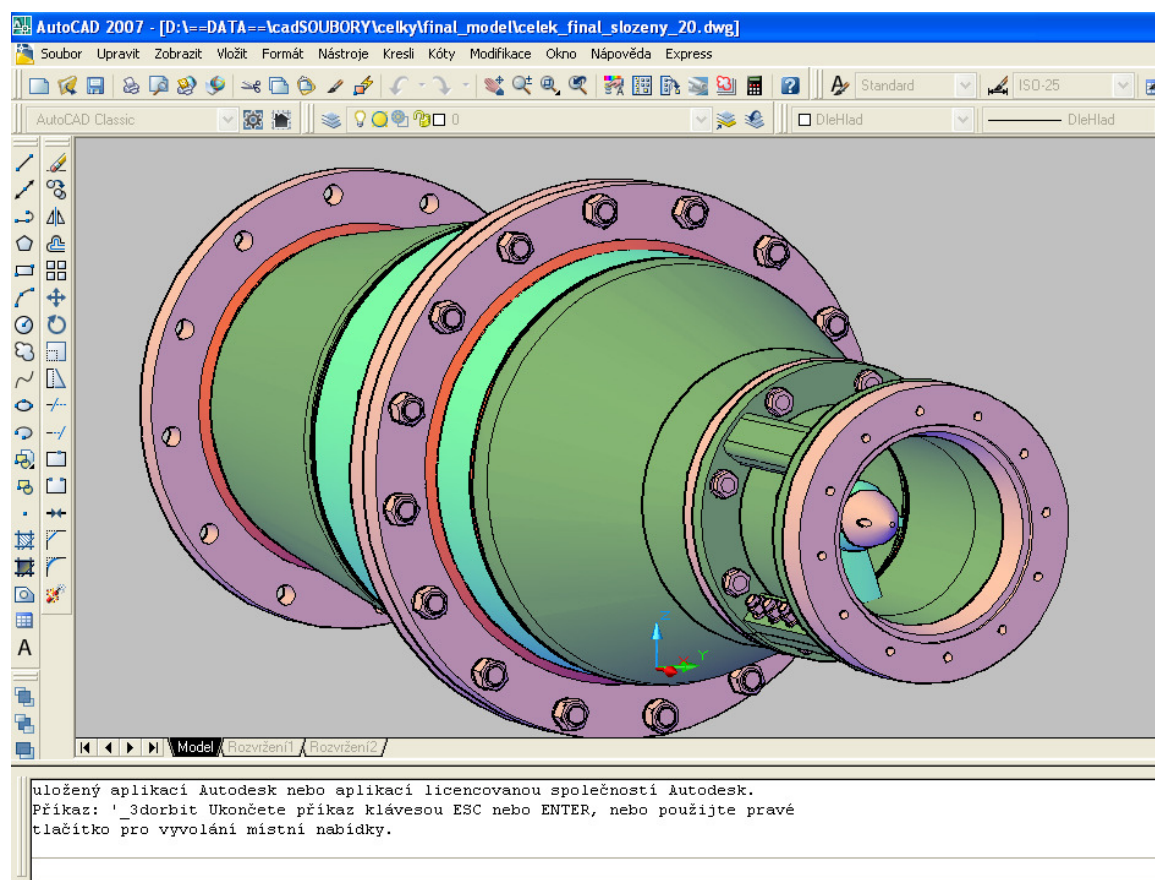
Objekty modelu vírové turbíny jsem rozdělil do hladin odpovídajícím použitým materiálům. Tento krok výrazně usnadní aplikaci materiálů v 3ds Max.



Obr. 4-10 Rozdělení geometrie modelu do hladin



Model jsem vytvořil jak v rozloženém stavu, tak ve stavu složeném, tj. výsledném.



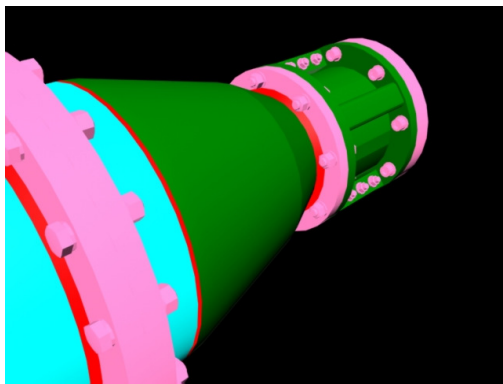
Obr. 4-11 Geometrie složeného modelu

4.3 Tvorba vizualizace modelu.

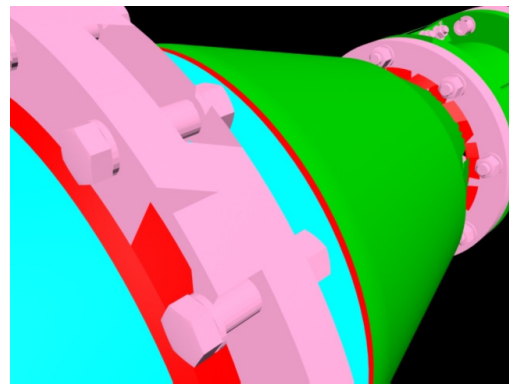
4.3.1 Import

Geometrii modelu vírové turbíny lze do 3ds Max importovat dvojitým způsobem. Prvním je využití příkazu IMPORT (HLAVNÍ MENU-FILE-IMPORT), druhým využití příkazu FILE LINK MANAGER (HLAVNÍ MENU-FILE-FILE LINK MANAGER). Oba tyto způsoby mají své klady i své nevýhody.

Při použití příkazu FILE LINK MANAGER se geometrie modelu importovala v pořádku, při použití příkazu IMPORT vznikly v některých místech geometrické chyby, způsobené pravděpodobně špatnou vazbou mezi programy.

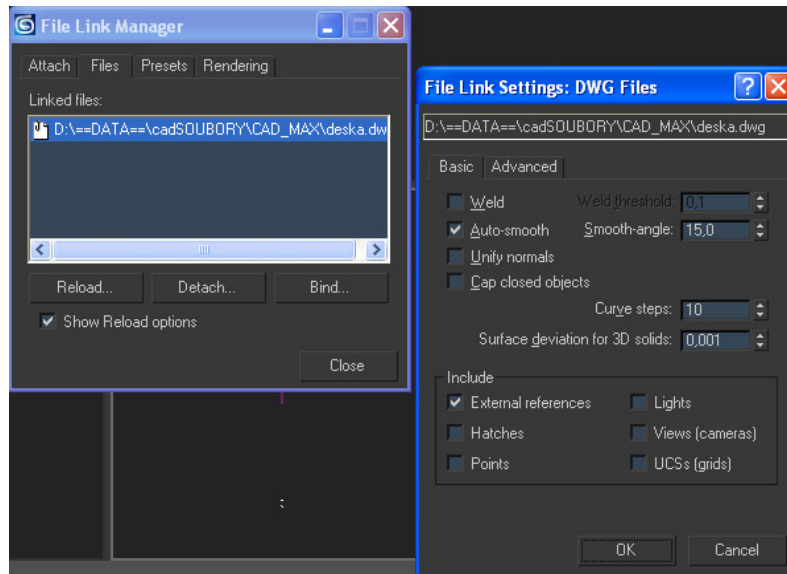


Obr. 4-12 Model s patrnými segmenty kruhových částí

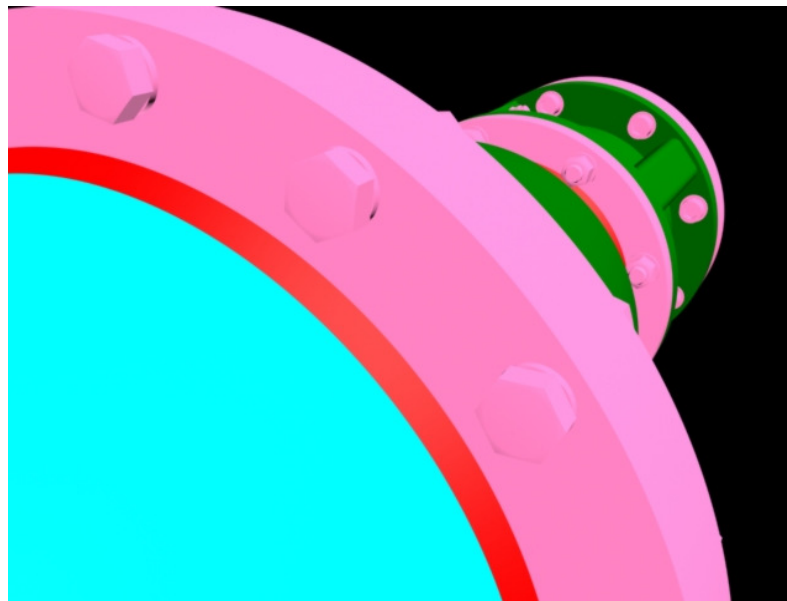


Obr. 4-13 Bortící se geometrie

Při importu pomocí příkazu FILE LINK MANAGER se geometrie zobrazila v pořádku, ale model nebyl dokonale vyhlazen a kruhové části se sestávali ze segmentů. Tento problém mě trápil dlouhou dobu, nakonec se mi však podařilo ho vyřešit. Při importu dat jsem totiž nechal FILE LINK MANAGER implicitně nastavený. Implicitní nastavení se může někdy hodit avšak v mém případě bylo potřeba změnit hodnotu SURFACE DEVIATION FOR 3D SOLIDS v záložce FILE- RELOAD PANELU FILE LINK MANAGER. Tím se zjemnila hrubost segmentů importovaného souboru .dwg a došlo tak k vyhlazení kruhových částí.



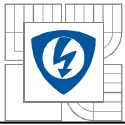
Obr. 4-14 Záložka pro nastavení vyhlazení



Obr. 4-15 Vyhlazený model

4.3.2 Vytvoření materiálů

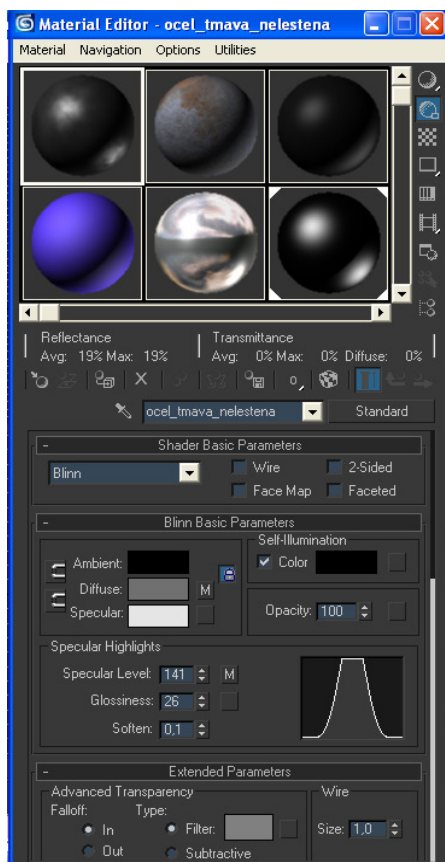
Model ze sestává většinou z kovových částí, tvořených ocelí. Obsahuje však i těsnění z gumy, či platové části, jako jsou například distanční kroužky rotoru.



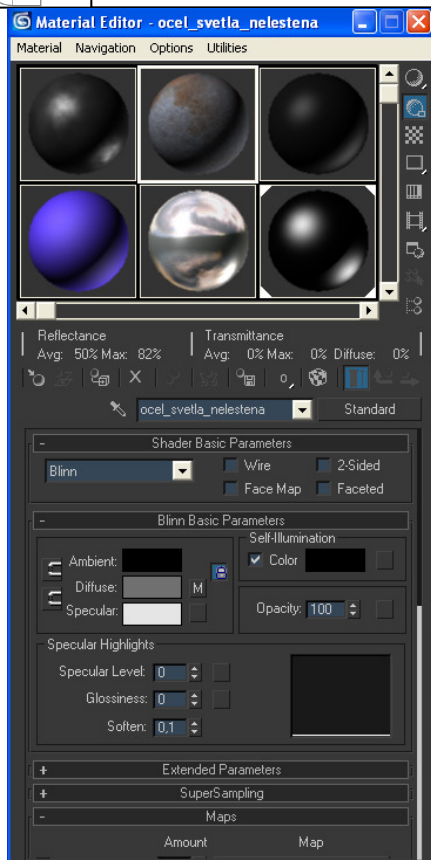
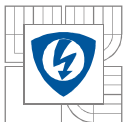
Všechny materiály byly vytvořeny v záložce MATERIAL EDITOR (klávesa m, ikona čtyř koulí v hlavní nástrojové liště, či RENDERING-MATERIAL EDITOR) v návaznosti na vrstvy vytvořené v AutoCadu. Bylo využito jak knihoven materiálů, které má 3ds Max standardně k dispozici, tak i materiálů nových, vytvořených buď úpravami zmíněných materiálů z knihoven, či tvorbou materiálů nových. Model není materiálově složitý a vyskytují se v něm převážně kovové prvky. Bylo proto využito následujících materiálů:

- Ocel světlá leštěná- pro spojovací prvky a součásti, které byly obráběny.
- Ocel světlá neleštěná- pro trubky a součásti, které nebyly obráběny.
- Ocel tmavá neleštěná- pro redukce a sváry.
- Guma- pro těsnění.
- Plast- pro plastové části statoru.
- Kartáče- pro kartáče rotoru

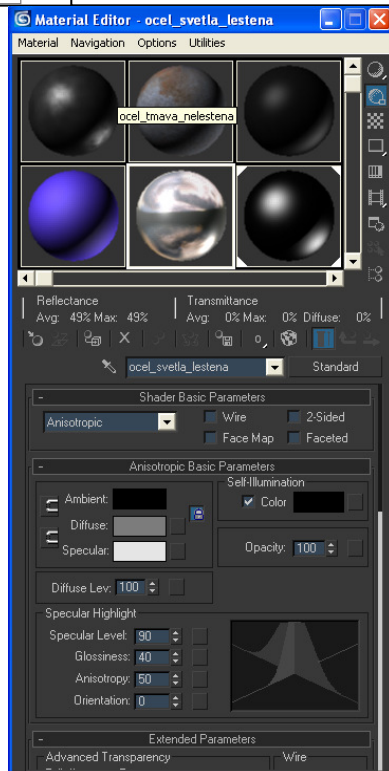
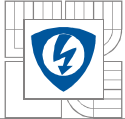
Nastavení jednotlivých materiálů je patrné z následujících obrázků, které mají za cíl toto nastavení dokumentovat:



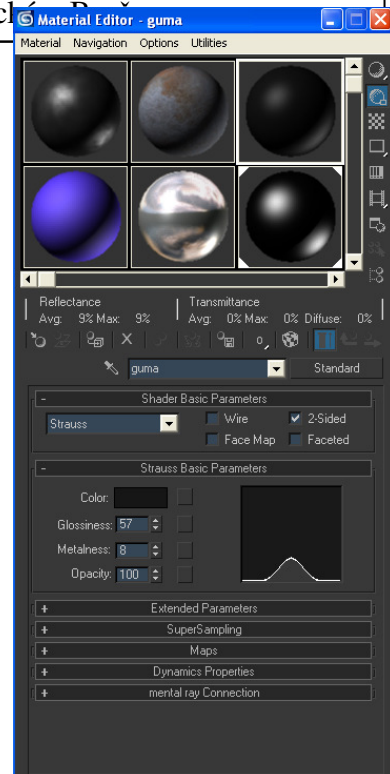
Obr. 4-16 Nastavení materiálu tmavá neleštěná ocel



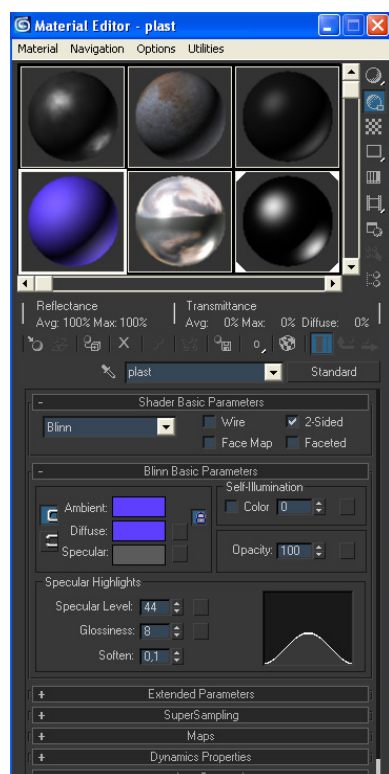
*Obr. 4-17 Nastavení materiálu světlá
neleštěná ocel*



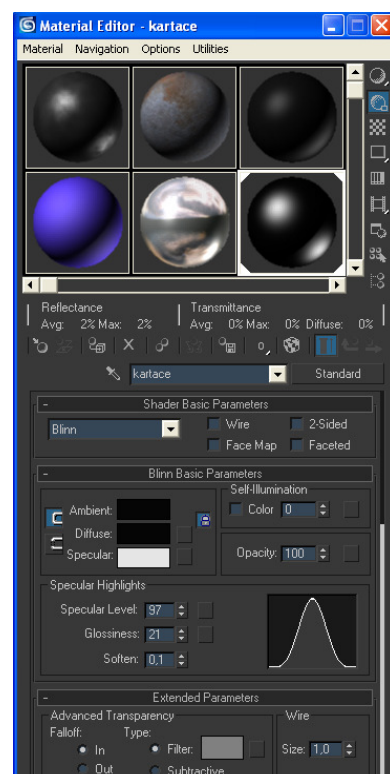
Obr. 4-18 Nastavení materiálu světlá leštěná ocel



Obr. 4-19 Nastavení materiálu guma



Obr. 4-20 Nastavení materiálu Plast



Obr. 4-21 Nastavení materiálu Kartáče



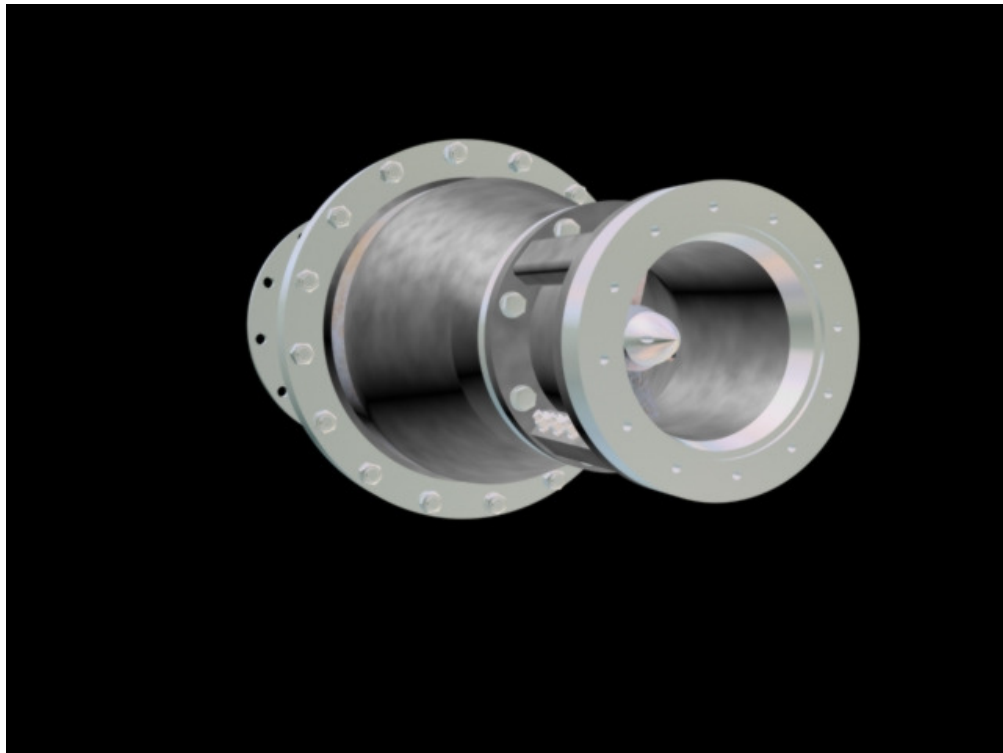
4.3.3 Implementace Materiálů na model

Aby bylo možné materiály kdykoliv použít je dobré uložit je jako knihovnu materiálů.

To provedeme následujícím způsobem:

Nejprve vytvoříme a upravíme námi požadované materiály v jednotlivých slotech materiálů. Po té se kliknutím na ikonu GET MATERIAL přeneseme do okna MATERIAL/MAP BROWSER, kde zaškrtneme políčko MTL. EDITOR a uložíme (Save as) pod námi požadovaný název. Díky tomu budou materiály tohoto projektu u sebe a bude je možno využít i projekty jiné.

Díky vytvořeným vrstvám nebylo nutné přiřazovat materiály každé části modelu zvlášť, ale bylo možné přiřadit materiál celým skupinám, tvořeným částem ze stejných materiálů. Výběr vrstvy provedeme pomocí ikony SELECT BY NAME v hlavní nástrojové liště, vybráním z příslušné vrstvy a zmáčknutím tlačítka SELECT. Nyní pomocí Editoru materiálů vyvolaným tlačítkem m jednoduše nastavíme pro danou vrstvu příslušný materiál (ikona ASSIGN MATERIAL TO SELECTION). Tím se materiál vrstvě přiřadí. Toto bylo provedeno pro všechny použité vrstvy.

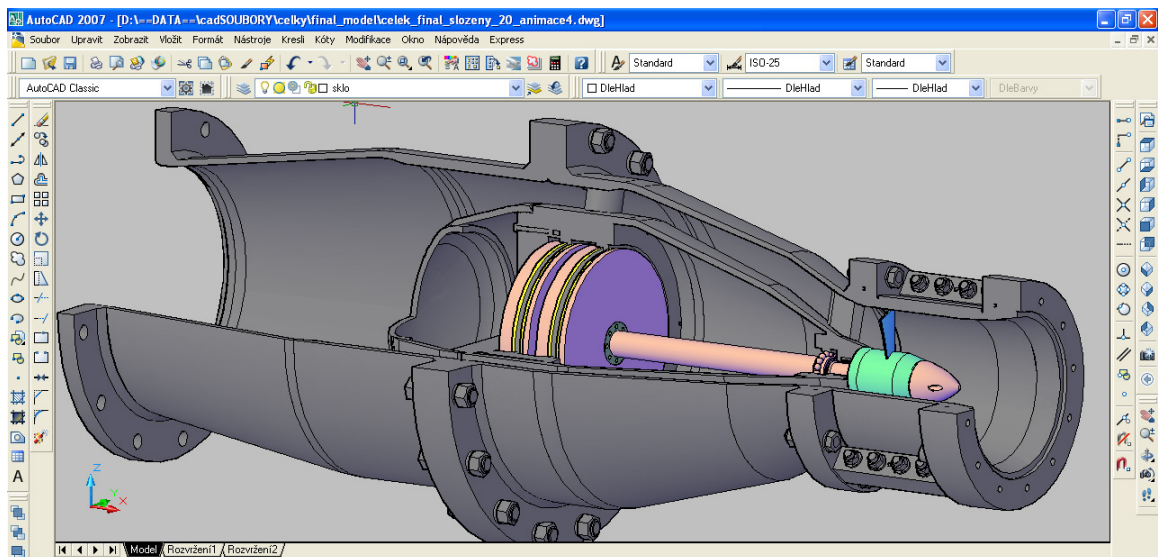


Obr. 4-22 Model Vírové turbíny

4.4 Vytvoření animace

4.4.1 Vytvoření geometrie

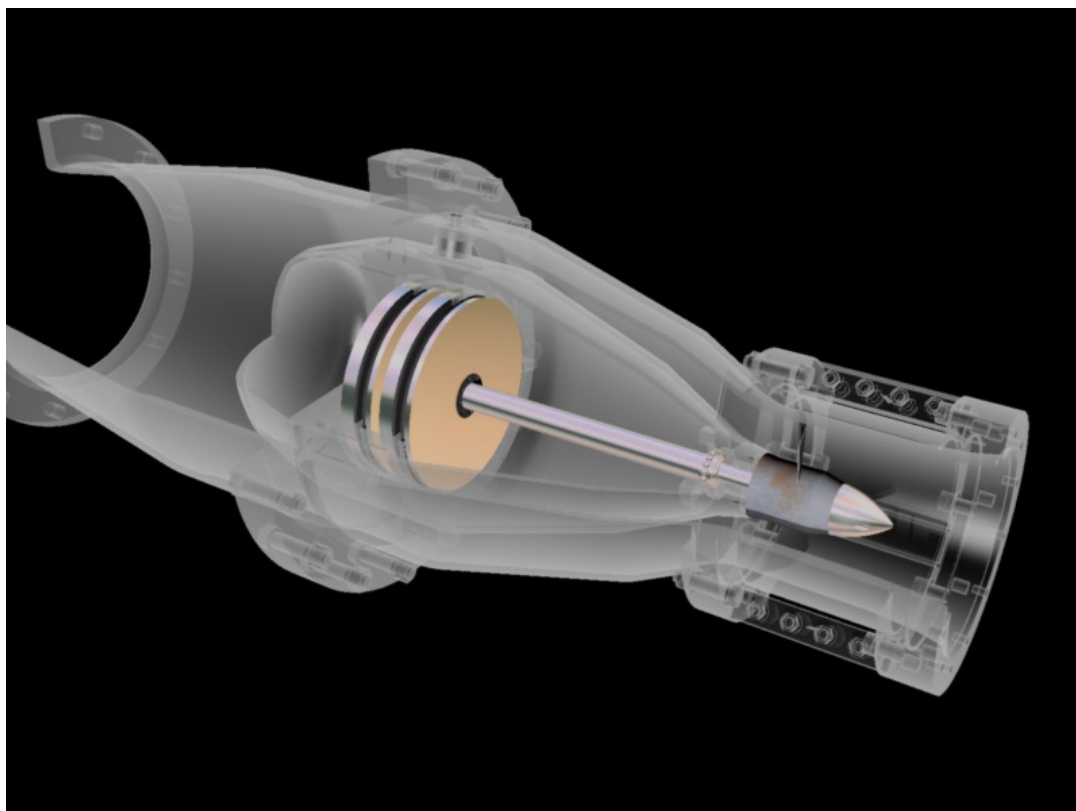
Pro vytvoření animace bylo využito stejné základní geometrie jako pro vytvoření vizualizace. Geometrie byla mírně upravena, aby animace poskytla dostatečně vypovídající hodnotu. Na Model byl rozdělen do dvou základních částí. Do části statické- statoru, krytu a náběhů a do části dynamické- rotoru, lopatek, ložisek a hřídele. U dynamické části zůstalo nastavení materiálů stejné, u části statické byl provede čtvrtinový řez a byl zvolen průhledný materiál. Animace si klade za cíl poskytnout názornou ukázkou základního principu funkčnosti Vírové turbíny, která spočívá v roztočení rotoru v důsledku tlaku vyvíjeného vodou na oběžné lopatky turbíny.



Obr. 4-23 Geometrie modelu pro animaci

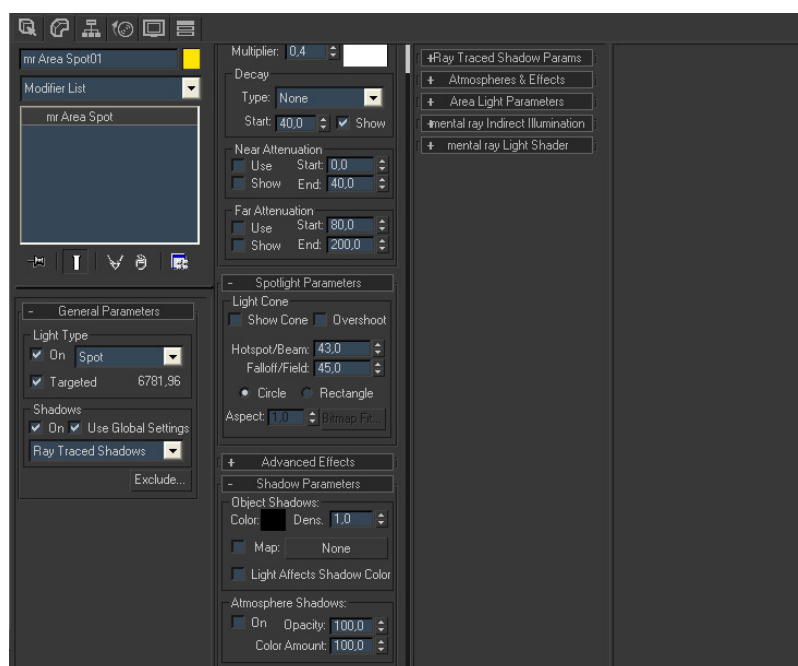
4.4.2 Vytvoření scény

Po naimportování geometrie modelu do 3ds Max pomocí FILE- FILE LINK MANAGER- ATATCH FILE bylo provedeno vyhlazení geometrie pomocí SURFACE DEVIATION FOR 3D SOLIDS v záložce file- reload. Byly použity shodné materiály jako pro vizualizaci, které byly aplikovány po jejich vyvolání z knihovny materiálů. Na statickou část modelu byl použit průhledný plast.



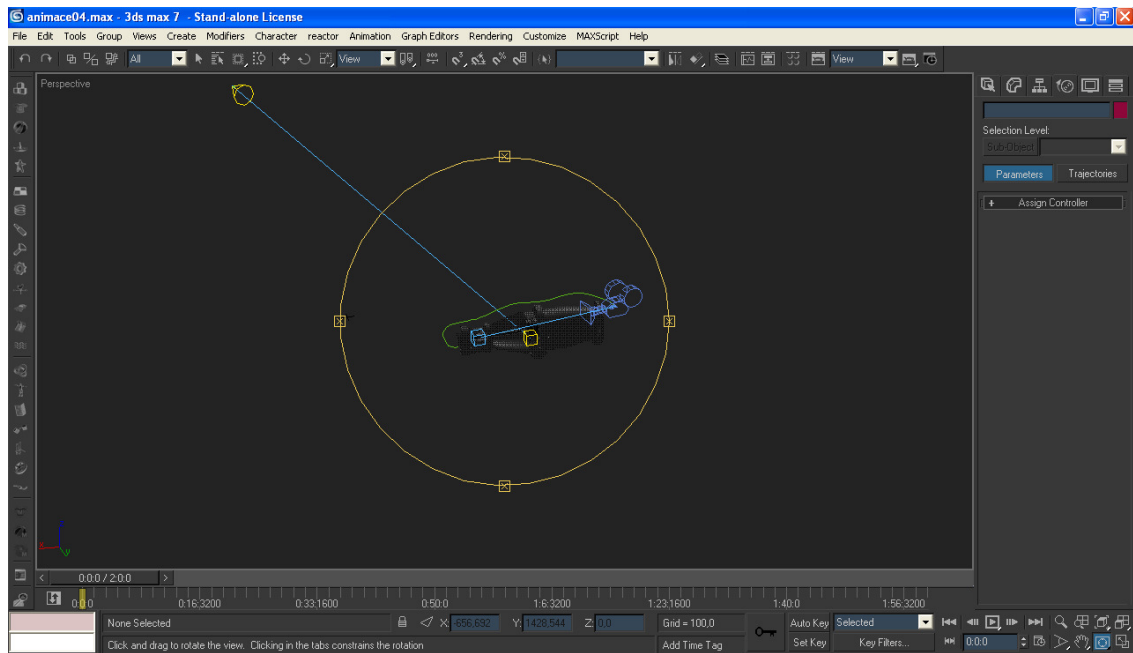
Obr. 4-24 Model pro animaci

Do scény bylo vloženo osvětlení pomocí příkazového panelu- PŘÍKAZOVÝ PANEL, CREATE, LIGHTS, MR AREA SPOT a jeho parametry byly nastaveny následovně:



Obr. 4-25 Osvětlení- nastavení

Dále byla přidána křivka- PŘÍKAZOVÝ PANEL, CREATE, SHAPES, LINE, po které se bude pohybovat kamera a kamera samotná- PŘÍKAZOVÝ PANEL, CREATE, CAMERAS, TARGET. Kameře byla přiřazena dráha po křivce- ANIMATION, CONSTRAINS, PATH COSNTRAINS, KLINUTÍ NA KŘIVKU a byl jí také určen cíl natáčení- OZNAČENÍ KAMERY, PŘÍKAZOVÝ PANEL, MOTION, PICK TARGET, KLINUTÍ NA POŽADOVANÝ CÍL NATÁČENÍ. Tím byla hotová scéna pro vytvoření animace.



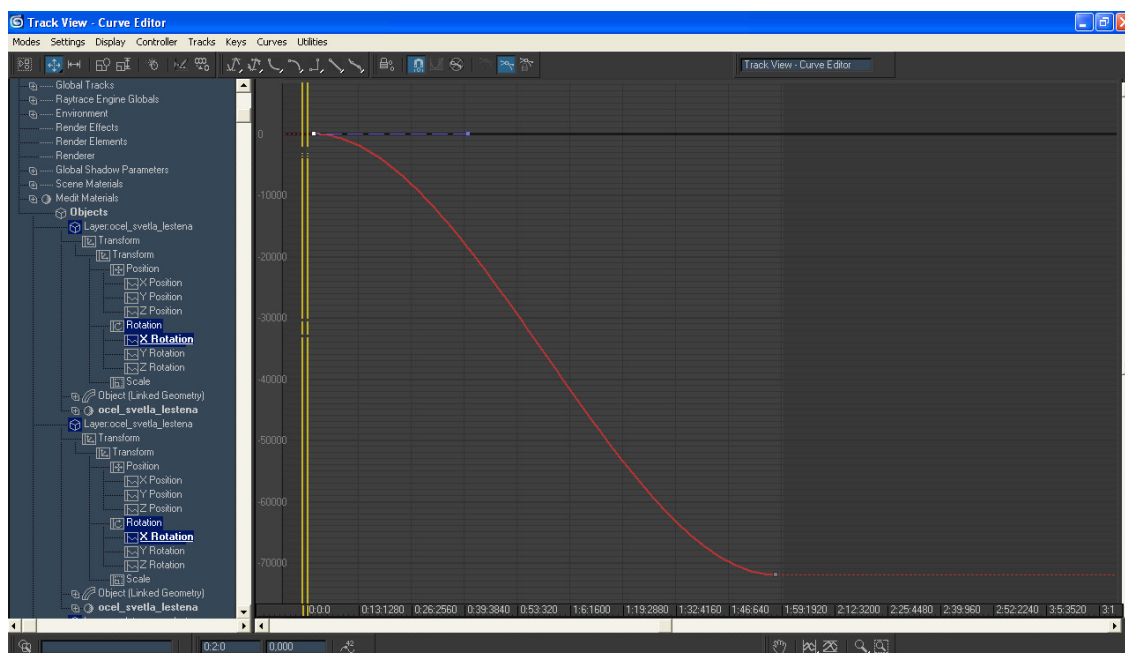
Obr. 4-26 Celková scéna pro animaci

4.4.3 Nastavení délky animace

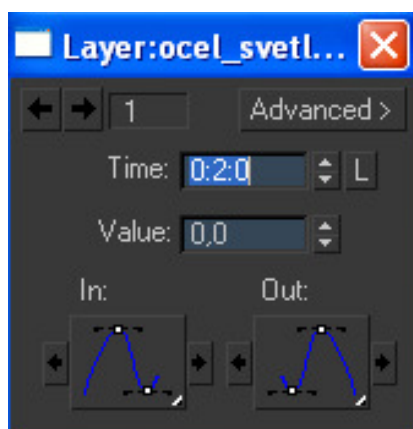
V nabídce vyvolané pomocí ikony TIME CONFIGURATION v pravé spodní části rozhraní 3ds Max byla nastavena délka animace na dvě minuty. FRAME RATE byl ponechán na NTSC. Díky tomuto nastavení se již všechna nastavení pohybu určují pro novou délku animace, tj. dvě minuty.

4.4.4 Vytvoření pohybů

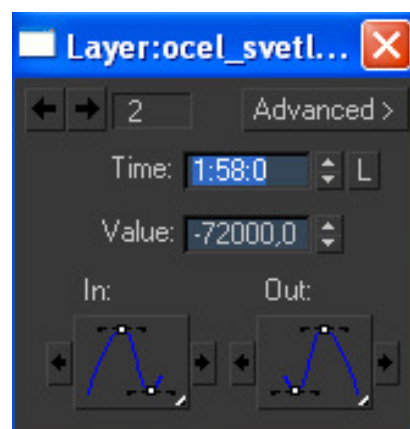
Pro lepší orientaci při přiřazování pohybu jsem skryl statickou část modelu- HLAVNÍ PANEL, TOOLS, LAYER MANAGER, u požadované hladiny kliknout u nabídky HIDE. Po té jsem označil všechny pohybující se části modelu a stisknutím pravého tlačítka myši vyvolal čtyřnásobnou nabídku. Pomocí volby CURVE EDITOR se přepnul do nastavení pohybu. Animace se sestává z rotačního pohybu kolem jedné osy, proto nalezneme v levé části nabídky požadovanou položku- OBJETCS, LAYER, TRANSFORM, TRANSFORM, ROTATION, X ROTATION. Do pravého okna byly vloženy dva klíče- PRAVÉ TLAČÍTKO, ADD KEYS a byly nastaveny jejich parametry.



Obr. 4-27 Nastavení parametrů pohybu rotační části modelu



Obr. 4-28 Nastavení prvního klíče animace



Obr. 4-29 Nastavení druhého klíče animace

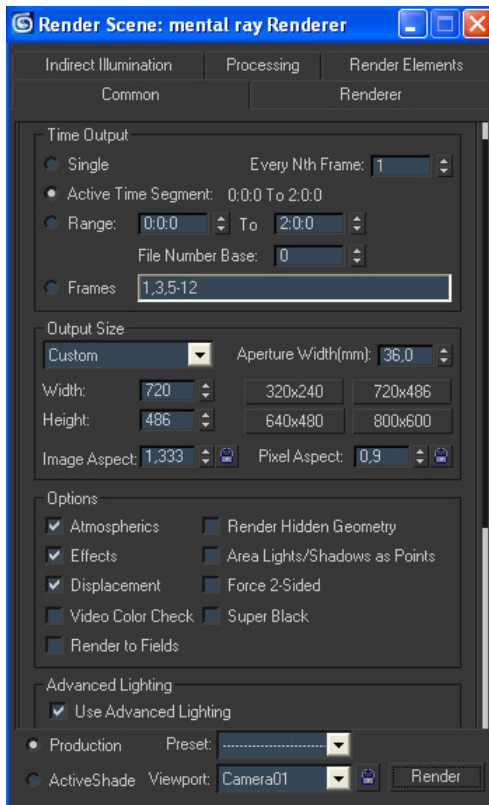
Tím se vytvořila dráha rotace. A z nastavení je patrné, že rozeběhl a doběh rotace bude plynulý.

Aby se otáčela celá rotační část modelu, je třeba nastavit stejnou dráhu u všech částí a hladin. Nejjednodušší cestou je zkopírování instance dráhy do všech hladin. Kliknutím pravým tlačítkem myši na X ROTATION v levém panelu CURVE EDITOR vyvoláme nabídku CONTROLLERS. Zvolením COPY uložíme nastavení do schránky.

Najdeme v seznamu další hladiny, konkrétně jejich nastavení pro rotaci kolem osy x a kliknutím pravým tlačítkem opět vyvoláme nabídku CONTROLLERS. Zvolením nabídky PASTE, zatržením INSTANCE a potvrzením vložíme dráhu do všech požadovaných hladin. Tím je na model implementován požadovaný pohyb.

4.4.5 Nastavení rendereru

V nabídce nastavení rendereru- HLAVNÍ MENU, RENDERING, RENDER jsem vyzkoušel několik nastavení pro finální render. Z důvodů technických možností jsem nakonec zvolil jednodušší nastavení. Nastavení záložek COMMON a RENDERER je patrné z následujících obrázků:



Obr. 4-30 Animace- záložka Common



Obr. 4-31 Animace- záložka Render

I když je patrné, že nastavení je takřka nejjednodušší a jak metody rendereru tak i matematické postupy při vykreslování byly zvoleny na nejnižší úrovni, trval rendering dvouminutového videa přes 57 hodin (formát videa byl zvolen *.mov).

Výsledné video je k nalezení na přiloženém médiu, které je součástí bakalářské práce.



5 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit možnosti využití programu 3ds Max v silnoproudé elektrotechnice. K tomu bylo zapotřebí vysvětlit základní pojmy a seznámit se se základními principy funkcí a možností tohoto programu.

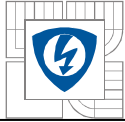
Program 3ds Max je modelovací, vizualizační a animační program, z čehož plyne jasné určení tohoto programu. Využívá se pro modelování, vizualizaci a animaci v mnohých oblastech a silnoproudá elektrotechnika není výjimkou.

Osobně si myslím, že pro samotné modelování, tj. tvorbu modelů pro silnoproudou elektrotechniku, existují lepší způsoby než je 3ds Max. Pro experta na 3ds Max by nebylo samozřejmě obtížné namodelovat cokoli s excelentní přesností a funkčností, ale pro průměrné uživatele je 3ds Max ne příliš uživatelsky přívětivý.

Jako skvělá cesta se mi osvědčilo provedení návrhu konstrukce součástí modelu v programu AutoCAD, který je uživatelsky přívětivější a umožňuje jednoduché modelování (2D i 3D) se zachováním přesnosti potřebné pro strojní součásti.

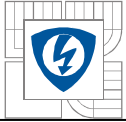
Pro vizualizaci a animaci je však 3ds Max nejlepší volbou. Zejména díky široké paletě materiálů, které si uživatel může nadefinovat, velkým knihovnám textur, širokými možnostmi renderingu, nastavení světla a stínů a v neposlední řadě i širokým možnostem animování součástí, sestav i konstrukčních celků.

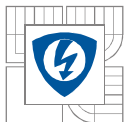
3ds Max najde v silnoproudé elektrotechnice své místo zejména při navrhování, inovování a vylepšování součástí a strojů, které se v silnoproudé elektrotechnice používají. Dále pak při animacích, které mají za účel osvětlit funkci těchto strojů. To je přínosné nejen pro konstruktéry, návrháře či designéry, ale i pro výukové, či ekonomické využití. Mnohdy dobrá animace znamená pochopení problému, jindy zase lukrativní zakázku výroby.



LITERATURA

- [1]. KRÍŽ, Jan. *3ds Max Hotová řešení*. Praha: Computer Press, a.s., 2005. 246 s. ISBN 80-251-0885-6
- [2]. KULAGIN, Boris. *3ds Max Průvodce modelováním a animací*. 1.vyd., Praha: Computer Press, a.s., 2007. 389s. ISBN 978-80-251-1463-6
- [3]. ING. LEINVEBER, Jan. ING ŘASA CSc, Jaroslav, ING VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky*. 3.vyd., Praha: Scientia, spol. s r.o., 2000. 985s. ISBN 80-7183-164-6
- [4]. *Pracujeme v 3D Studiu MAX (1)*
URL: <http://www.3dscena.cz/art/3dscena/clanek4788945.html>
- [5]. *Pracujeme v 3D Studiu MAX (2)*
URL: <http://www.3dscena.cz/art/3dscena/clanek1049584806.html>
- [6]. *Pracujeme v 3D Studiu MAX (3)*
URL: <http://www.3dscena.cz/art/3dscena/clanek1585348582.html>
- [7]. *Pracujeme v 3D Studiu MAX (4)*
URL: <http://www.3dscena.cz/art/3dscena/clanek413530524.html>
- [8]. *Pracujeme v 3D Studiu MAX (5)*
URL: <http://www.3dscena.cz/art/3dscena/clanek115554030.html>
- [9]. *Pracujeme v 3D Studiu MAX (6)*
URL: <http://www.3dscena.cz/art/3dscena/clanek1943566735.html>
- [10]. *Pracujeme v 3D Studiu MAX (7)*
URL: <http://www.3dscena.cz/art/3dscena/clanek1675957159.html>
- [11]. *Pracujeme v 3D Studiu MAX (8)*
URL: <http://www.3dscena.cz/art/3dscena/clanek843315753.html>
- [12]. *3ds Max release history*
URL: http://en.wikipedia.org/wiki/3ds_Max_release_history
- [13]. *Autodesk 3ds Max*
URL: <http://www.autodesk.cz/adsk/servlet/index?siteID=551663&id=12353156>
- [14]. *Vírová turbína vědců z Brna je příslibem pro využití menších vodních toků*
URL: http://www.enviweb.cz/?env=energie_archiv_hejid/Virova_turbina_vedcu_z_Brna_je_prislibem_pro_vyuziti_mensich_vodnich_toku.html





PŘÍLOHY

číslo	název	Formát
1	Model Vírové Turbíny a jeho vizualizace	CD-RW
2	Vizualizace Vírové Turbíny	A1