

**Univerzita Hradec Králové**  
**Přírodovědecká fakulta**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**2019**

**Bc. Jiří Povalač**

**Univerzita Hradec Králové**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra Kybernetiky**

**3D modelovací software SketchUp  
a jeho použití ve výuce**

**Diplomová práce**

Autor: Bc. Jiří Povalač  
Studijní program: N1101  
Studijní obor: Učitelství matematiky a informatiky pro střední školy  
  
Vedoucí práce: Mgr. et Bc. Radek Němec, Ph.D.



## Zadání diplomové práce

**Autor:** Jiří Povalač

**Studium:** S17MA011NP

**Studijní program:** N1101 Matematika

**Studijní obor:** Učitelství matematiky pro střední školy, Učitelství pro střední školy - informatika

**Název diplomové práce:** **3D modelovací software SketchUp a jeho použití ve výuce**

**Název diplomové práce AJ:** 3D modelling software SketchUp and using its in education

### **Anotace:**

Diplomová práce popisuje historický vývoj počítačové grafiky od počátků až po moderní 3D grafické editory. Dále vysvětluje základní pojmy související s touto problematikou. Poté stručně představuje nejznámější 3D programy a uvádí jejich výhody a nevýhody. Následně se zaměřuje na samotnou aplikaci SketchUp. Popisuje jeho prostředí a funkce jednotlivých nástrojů. Cílem praktické části je popsat výuku zaměřenou na práci v program SketchUp. Práce také obsahuje ukázky pracovních listů pro žáky.

**Garantující pracoviště:** Katedra informatiky,  
Přírodovědecká fakulta

**Vedoucí práce:** Mgr. et Bc. Radek Němec, Ph.D.

**Oponent:** doc. RNDr. Štěpán Hubálovský, Ph.D.

**Datum zadání závěrečné práce:** 31.1.2018

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedl všechny prameny, ze kterých jsem vycházel.

V Hradci Králové dne

Jiří Povalač

## Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce, Mgr. et Bc. Radkovi Němcovi, Ph.D., za jeho dohled, ochotu pomoci a cenné rady. Také bych chtěl poděkovat mé rodině a přátelům za jejich pomoc a podporu během celé doby mého studia.

## **Anotace**

POVALAČ, J. *3D modelovací software SketchUp a jeho použití ve výuce*. Hradec Králové, 2019. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové. Vedoucí diplomové práce Radek Němec. 90 s.

Diplomová práce popisuje historický vývoj počítačové grafiky od počátků až po moderní 3D grafické editory. Dále vysvětluje základní pojmy související s touto problematikou. Poté stručně představuje nejznámější 3D programy a uvádí jejich výhody a nevýhody. Následně se zaměřuje na samotnou aplikaci SketchUp. Popisuje jeho prostředí a funkce jednotlivých nástrojů. Cílem praktické části je popsat výuku zaměřenou na práci v program SketchUp. Práce také obsahuje ukázky pracovních listů pro žáky.

## **Klíčová slova**

počítačová grafika, 3D grafika, 3D software, SketchUp, výuka

## **Annotation**

POVALAČ, J. *3D modelling software SketchUp and using its in education*. Hradec Králové, 2019. The Diploma Thesis. Faculty of Science Univerzity of Hradec Králové. Thesis Supervisor Radek Němec. 90 p.

The diploma thesis describes the historical development of computer graphics since the beginning to modern 3D graphic editors. Further it explains the basic concepts related to the issue. Then it briefly introduces the most significant 3D programs and presents their advantages and disadvantages. Then it focuses on SketchUp itself. It describes its environment and functions of individual tools. The aim of the practical part is to describe teaching focused on working in SketchUp. The work also includes examples of worksheets for pupils.

## **Keywords**

computer graphics, 3D graphics, 3D software, SketchUp, education

# Obsah

Úvod.....	10
<b>1 Historie počítačové grafiky .....</b>	<b>11</b>
1.1 60. léta 20. století .....	12
1.2 70. léta 20. století .....	14
1.3 80. léta 20. století .....	15
1.4 90. léta 20. století .....	16
1.5 Počátek 21. století.....	17
<b>2 Základní pojmy počítačové grafiky.....</b>	<b>19</b>
2.1 Počítačová grafika.....	19
2.1.1 Rastrová grafika.....	19
2.1.2 Vektorová grafika.....	20
2.1.3 Prostorová grafika.....	21
2.2 Barvy .....	21
2.2.1 Barevná hloubka.....	21
2.2.1 Aditivní barevný model (RGB) .....	22
2.2.2 Subtraktivní barevný model (CMYK) .....	22
2.3 Světla .....	23
2.3.1 Okolní světlo (Ambient light).....	24
2.3.2 Bodové světlo (Point light).....	24
2.3.3 Směrové světlo (Directional light).....	24
2.3.4 Reflektorové světlo (Spot light) .....	24
2.3.5 Plošné světlo (Area light).....	25
2.4 Metody stínování.....	25
2.4.1 Konstantní stínování .....	25
2.4.2 Gouradovo spojitě stínování.....	26

2.4.3	Phongovo spojité stínování.....	26
2.4.4	Ray tracing .....	26
2.5	Bézierovy křivky.....	27
2.6	Modelovací techniky.....	28
2.6.1	Polygony.....	28
2.6.2	NURBS .....	29
2.6.3	Dělení povrchů .....	29
2.7	Počítačová animace.....	30
2.7.1	Klíčování animace (keyframing).....	30
2.8	Skeletální animace .....	31
2.9	Motion Capture.....	32
2.10	Render (vykreslování) .....	32
2.10.1	Předběžné vykreslování.....	33
2.10.2	Vykreslování v reálném čase .....	33
2.10.3	Antialiasing.....	33
2.10.4	Z-buffer.....	33
2.11	Rozšířené možnosti zobrazení výstupu.....	34
2.11.1	3D stereoskopické zobrazení .....	34
2.11.2	Virtuální realita (VR) .....	35
2.11.3	Rozšířená realita.....	35
<b>3</b>	<b>Nejnámější programy pro 3D modelování .....</b>	<b>36</b>
3.1	Blender .....	37
3.2	Maya .....	40
3.3	3DS Max .....	41
3.4	Cinema 4D.....	43
3.5	Zbrush.....	44
3.6	Rhinoceros 3D .....	45



3.7	Závěrečné shrnutí .....	46
<b>4</b>	<b>SketchUp .....</b>	<b>47</b>
4.1	Historie .....	47
4.2	Základní verze .....	48
4.2.1	SketchUp Make .....	49
4.2.2	SketchUp Free .....	49
4.2.3	SketchUp Pro .....	50
4.2.4	LayOut .....	51
4.2.5	Warehouse .....	51
4.2.6	Extension Warehouse .....	51
4.3	Hardwarové nároky .....	52
4.4	Stažení a instalace .....	52
4.5	Prostředí programu SketchUp Make 2017 .....	53
4.6	Základní nástroje a jejich funkce .....	54
4.6.1	Select .....	55
4.6.2	Eraser .....	55
4.6.3	Lines .....	56
4.6.4	Arcs .....	56
4.6.5	Shapes (Polygon) .....	57
4.6.6	Push/Pull .....	57
4.6.7	Offset .....	58
4.6.8	Move .....	58
4.6.9	Rotate .....	58
4.6.10	Scale .....	58
4.6.11	Tape Measure Tool .....	59
4.6.12	Text a 3D Text .....	59
4.6.13	Paint Bucket .....	59

4.6.14	Nástroje Orbit, Pan, Zoom a Zoom Extents .....	59
4.6.15	Ostatní nástroje .....	60
4.7	Shrnutí.....	60
<b>5</b>	<b>Výuka počítačové grafiky .....</b>	<b>62</b>
5.1	Výuka grafiky na ZŠ.....	62
5.2	Výuka grafiky na SŠ.....	62
5.3	Popis výuky programu SketchUp .....	63
5.3.1	Úvodní hodina ve třídě 6.A.....	64
5.3.2	Úvodní hodina ve třídě 6.B.....	66
5.3.3	Navazující hodina ve třídě 6.A.....	69
<b>6</b>	<b>Ukázky pracovních listů pro výuku SketchUp.....</b>	<b>71</b>
6.1	Pracovní list č. 1 .....	71
6.2	Pracovní list č. 2 .....	71
6.3	Pracovní list č. 3 .....	71
6.4	Zadání projektu.....	72
<b>Závěr.....</b>		<b>73</b>
<b>Seznam použité literatury .....</b>		<b>75</b>
<b>Seznam internetových zdrojů .....</b>		<b>76</b>
<b>Seznam obrázků.....</b>		<b>80</b>
<b>Seznam tabulek.....</b>		<b>81</b>
<b>Přílohy.....</b>		<b>82</b>
<b>A Pracovní list č. 1 .....</b>		<b>82</b>
<b>B Pracovní list č. 2 .....</b>		<b>83</b>
<b>C Pracovní list č. 3.....</b>		<b>84</b>
<b>D Zadání projektu Můj pokoj.....</b>		<b>85</b>
<b>E Ukázky prací žáků 6. ročníků.....</b>		<b>86</b>

# Úvod

První kapitola diplomové práce se věnuje počátkům a vývoji počítačové grafiky, prvním grafickým programům a samotnému vývoji technologií. Dále čtenáři představuje základní pojmy související s počítačovou grafikou, se kterými se může setkat při práci s některými z aplikací pro práci s trojrozměrnou grafikou.

Další kapitola představuje a stručně popisuje některé z nejznámějších 3D grafických softwarů. Kromě samotného popisu a základních informací o konkrétním programu se zde čtenář také dozví jejich hlavní benefity a nevýhody i způsob jakým se dá aplikace získat a popřípadě na kolik vyjde koupě licence.

Čtvrtá kapitola je již věnována samotnému programu SketchUp. Jelikož je v dnešní době aplikace nabízena v mnoha různých variantách, je zde uveden popis a krátké představení těchto jednotlivých verzí.

Praktická část diplomové práce se zaměřuje především na výuku počítačové grafiky. Náplň předmětu informatiky na základních a středních školách je popsána na základě školních vzdělávacích plánů vybraných škol. Součástí této kapitoly je také popis mé výuky práce v programu SketchUp na základní škole a ukázka pracovních listů pro žáky, podle kterých by mohl učitel vést výuku.

# 1 Historie počítačové grafiky

Počítačová grafika, tak jak ji dnes známe, by nemohla existovat bez důležitých uměleckých a matematických vynálezů sahajících až do starověku. Řecký matematik Euklides zformuloval již ve 4. století před naším letopočtem základní pravidla pro výstavbu geometrie. Tyto pravidla jsou dnes známa jako tzv. Euklidovy axiomy. Dalším důležitým příspěvkem, bez kterého bychom se v grafice neobešli je zavedení analytické geometrie francouzským filozofem a matematikem Reném Descartem. Díky tomuto novému matematickému oboru bylo možné určovat a popisovat umístění a tvar objektu, který se nacházel v prostoru. Neméně důležitým objevem, který nynější počítačová grafika hojně využívá, byl maticový zápis, který zavedl matematik James Joseph Sylvester. (*Edmonton's College for Technical Design, 2019*)

Skutečný rozvoj počítačové grafiky započala společnost SAGE computer systém (Semi-Automatic Ground Environment) koncem 50. let 20. století svým projektem pro podporu armády Spojených států amerických. Ze strachu z jaderné hrozby se společnost snažila podpořit připravenost amerických vzdušných sil vytvořením leteckého simulátoru. Pracovní stanice, kterou SAGE vytvořila disponovala vektorovým displejem a světelným perem (light pens), které se používalo k označení letadel letících skrze americký vzdušný prostor. Na Obrázku 1 (Carlson, 2003) je možné vidět využití leteckého simulátoru v praxi. (*Edmonton's College for Technical Design, 2019*)



Obrázek 1 - letecký simulátor

## 1.1 60. léta 20. století

Velký pokrok v počítačové grafice nastal díky studentovi MIT Ivanovi Sutherlandovi, který roku 1961 vytvořil počítačový program Sketchpad. S využitím světelného pera bylo možné kreslit jednoduché tvary přímo na monitoru. Obrázky bylo možné uložit a později je znovu načíst a otevřít. (TechNotif, 2015) „V podstatě se jednalo o první program s tzv. Graphical User Interface (GUI) a celý Sketchpad je historicky vnímán jako jeden z nejdůležitějších (ve smyslu ovlivnění dalšího vývoje v informatice) počítačových programů, který kdy byl vytvořen. Mimo to, Sketchpad položil základy objektově orientovaného programování.“ (Pászto, Krišová, 2017)

Světelné pero samotné bylo vybavené malým fotočlánkem. Tento článek vytvářel elektrický impuls pokaždé, když bylo pero přiložené k obrazovce. Díky tomu mohl počítač vyhodnotit lokalitu pera a na dané pozici zobrazit kurzor.

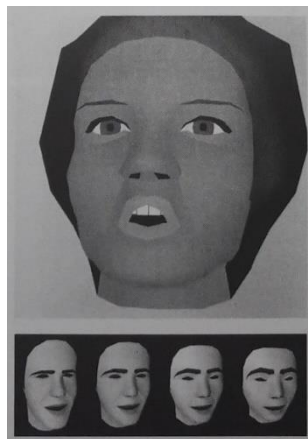
Zdalo se, že Ivan Sutherland přišel s dokonalým řešením pro mnoho grafických problémů tehdejší doby. Například uživatel, který chtěl nakreslit čtverec musel perfektně spojit všechny čtyři hrany se správným úhlem. Tento postup byl velice namáhavý a nepraktický. Sketchpad proto disponoval „nástrojem“, kterým stačilo vybrat umístění a velikost čtverce. Dalším příkladem je, že program vykresloval objekty, namísto jejich obrazů. Tím pádem bylo možné upravovat jednotlivé segmenty obrazce, bez deformace tvaru nebo velikosti zbylých částí výkresu. Mnoho moderních grafických softwarů má své prostředí a základy inspirované svým předchůdcem programem Sketchpad.

Ve stejném roce (1961) byla vytvořena první videohra s názvem Spacewar. Jejím autorem byl Steve Russell který, stejně jako autor Sketchpadu, studoval MIT. Tato hra se stala velice úspěšnou a díky ní se rozšířil zájem o počítače. Reakcí na náhlý nárůst poptávky bylo rozšíření sortimentu mnoha výrobců o grafické počítače. S prvním komerčně dostupným grafickým počítačem s označením IBM 2250 přišla společnost IBM.

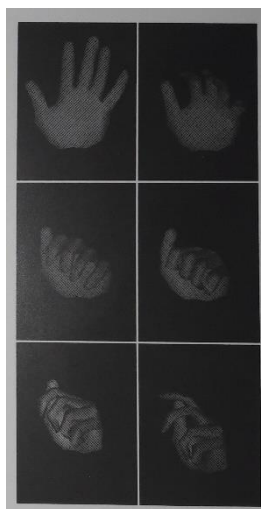
Pět let po vytvoření Sketchpadu navrhl Ivan Sutherland první herní 3D brýle (HMD – head-mounted display). Brýle pojmenoval Damoklův meč, kvůli vysokým hardwarovým požadavkům na jejich použití. Díky systému dvou obrazovek, brýle zobrazovaly dva oddělené obrazy pro každé oko zvlášť. Tato technologie

umožňovala uživateli vidět počítačovou scénu v tzv. stereoskopickém 3D zobrazení. O dvacet let později se tato myšlenka dostala znovu na povrch při výzkumu virtuální reality společností NASA.

Dave Evans, ředitel inženýrství v počítačové společnosti Bendix, v roce 1968 přestoupil na Univerzitu v Utahu, kde se specializoval na počítačovou grafiku. Během několika málo let se jeho oddělení stalo světovou špičkou ve výzkumu počítačové grafiky. Evans nabídl spolupráci na výzkumu Sutherlandovi, který ji přijal. Díky možnosti studia nového, lákavého tématu, přilákali mnoho nových uchazečů o studium grafiky, kteří přispěli k rozvoji animací a algoritmu pro zobrazení trojrozměrného objektu ve správné perspektivě. Jedním z nejznámějších studentů byl John Warnock, pozdější zakladatel společnosti Adobe Systems. Na Obrázcích 2 a 3 (Kerlow, 2011) je možné vidět ukázkou tvorby Sutherlandových studentů. (Sevo, 2000-2018)



Obrázek 2 - animace obličeje



Obrázek 3 - animace ruky

## 1.2 70. léta 20. století

Jedním z nejdůležitějších vynálezů 70. let 20. století byl mikroprocesor. Díky němu se kvalita počítačové grafiky posunula na novou úroveň, což přispělo k rozvoji především ve filmovém průmyslu.

V roce 1974 získal Ed Catmull doktorát za svou práci o mapování textur, Z-bufferu (viz kapitola 2.10.4) a vykreslování zaoblených povrchů. Mapování textur umožnilo nový vzhledu objektů, které byly více realistické. Principem mapování textur je pokrytí trojrozměrného počítačového modelu dvojrozměrným obrázkem.

Pro zvýšení realističnosti vykreslených objektů bylo zapotřebí přidat do obrazu stíny jednotlivých objektů. Metody stínování jsou pojmenovány podle jejich autorů Gouraundovo stínování a Phongovo stínování. Zatímco Gouraundovo stínování bylo velkým zlepšením oproti konstantnímu stínování, mělo stále ještě několik problémů, pokud se jednalo o realističnost. Při detailním prozkoumání Gouraundova stínování si můžeme všimnout nepatrných rozdílů, které nám odhalují podkladové plošky (polygony). Tyto rozdíly mohly vést k nesprávnému zobrazení odrazů a za určitých okolností dokonce k jejich ztrátě. Tento problém vyřešil programátor Phong Bui-Toung, který přišel s metodou nového stínování. (viz kapitola 2.4.3)

Během dalších let se vyvíjeli nové grafické softwary, které se zaměřovali na rozšíření palety barev. Výjimkou byla společnost Xerox, která se rozhodla zaměřit převážně na černobílé obrazce. Běžné programy měli pouze 8bitové barvy, což odpovídalo 256 barvám. Změnu přinesl Alvy Ray Smith, který naprogramoval první 24bitový program. Koncem druhého desetiletí vývoje počítačové grafiky vydala společnost IBM svůj první barevný grafický terminál IBM 3279, který se velice dobře a rychle prodával.

Jak je již zmíněno výše, obrovský rozvoj počítačové grafiky nastal díky filmovému průmyslu, a to především díky Georgi Lucasovi a jeho studiu Lucasfilm. George Lucas chtěl do svých filmů (Star Wars) zapojit 3D počítačové modely, ale zjistil, že práce grafiků by ho přišla velice draho. Proto se rozhodl založit vlastní počítačové grafické oddělení, které financoval. Tento krok je mnohými považován za další významný milník v historii počítačové grafiky. (Sevo, 2000-2018)

### 1.3 80. léta 20. století

Začátkem 80. let 20. století se konala mezinárodní konference počítačové grafiky a interaktivních technologií SIGGRAPH (která se koná každoročně do dnes). Na této konferenci byl představen krátký film s názvem Vol Libre. Jednalo se o počítačem generovaný let nad skalnatými horami. Autor filmu díky němu získal zaměstnání ve společnosti Lucasfilm, kde vyvinul nové algoritmy pro vykreslování (render).

Roku 1980 publikoval Turner Whitted práci, která se zaměřovala na novou vykreslovací metodu pro simulaci vysoce odrazných povrchů. Tato metoda je dnes známá jako Ray Tracing. (viz kapitola 2.4.4) Metoda Ray Tracing však byla velice náročná na výkon tehdejších počítačů, a proto ji mnoho programátorů odmítalo implementovat do svých programů.

Touto dobou bylo použití počítačové grafiky ve filmovém průmyslu ohroženo. Velkou zásluhu na tom měl film s názvem Tron, který měl sice 30 minut kvalitních záběrů vytvořených pomocí počítače, ale celkový dojem byl velice špatný. Nekvalitní scénář a nevydělečnost tohoto filmu na nějaký čas odradilo mnohé autory od využití počítačové grafiky ve filmovém průmyslu, jelikož to měli spojené s velkým neúspěchem. Avšak pozdější díla, ve kterých byla použita počítačová grafika si již dala pozor na kvalitu scénáře.

Důležitým milníkem 80. let bylo masivní navýšení poptávky po nových osobních počítačích, které se začali rozšiřovat prakticky do všech firem po celé zemi. Roku 1985 vydala společnost AT&T grafický adaptér TARGA pro osobní počítače. Tento adaptér umožnil uživatelům poprvé zobrazení a práci s 32bitovými obrázky. S tímto modulem byl vytvořen také nový souborový formát TGA, do kterého byly obrázky ukládány. Přibližně v této době také firma Wavefront vyvinula první komerčně dostupný 3D animační software. Do té doby si museli všichni počítačovní grafici psát vlastní programy pro tvorbu 3D animací.

Na konferenci SIGGRAPH roku 1988 představila společnost Softimage svůj 3D grafický program, který se stal velice populárním v Evropě, kde byl využíván až do roku 1993.



Koncem 80. let obor počítačové grafiky vzkvétal. Vzniká mimo jiné také první myšlenka tzv. Motion Capture neboli vytvoření animace pomocí snímání pohybu reálného objektu, v tomto případě se jednalo o loutku. Rozvíjejí se metody vykreslování a stínování, které započaly v 70. letech. Také vzniká známá filmová společnost Pixar, která se odtrhává od Lucasfilm, s dodatkem a příslibem možnosti používat jejich vykreslovací software. Pixar pokračuje ve vývoji a investuje do technologie vykreslování. Po pár letech vzniká jejich renderovací software Renderman. Renderman disponoval vším co bylo k vykreslení 3D scény potřeba jako například objekty, zdroji světla, umístěním kamery nebo atmosférickými efekty. Další výhodou byla možnost exportu scény pro osobní počítače jako byly Macintosh nebo IBM PC. Společnost Pixar získala 29. března 1989 Oskara za svůj krátký animovaný film Tin Toy, který byl vytvořen pouze počítačem v programu Renderman. (Sevo, 2000-2018)

#### **1.4 90. léta 20. století**

*„Jen velmi málo lidí tušilo, že se počítačová animace a vizuální efekty budou v 90. letech těšit tak velké oblibě, umělecké tvořivosti a obrovským ziskům, že v oblasti vizuálních efektů dojde k obrození, nebo že vznikne první trojrozměrný celovečerní film animovaný počítačem: Příběh hraček.“ (Kerlow, 2011)*

Začátkem 90. let se počítačová grafika dočkala svého uznání jako plně vyvinuté, specializované odvětví. Díky zvýšené produkci filmů s vizuálními efekty vzrostla poptávka po počítačových animátorech, kterých však byl nedostatek. Mnoho velkých filmových společností si zakládalo svá vlastní oddělení pro tvorbu vizuálních efektů a počítačových animací.

Pokrokem v počítačových animacích bylo první použití kostry vykreslovaného objektu ve filmu Jurský park (1993) nebo renderování srsti šavlozubého tygra ve filmu Flinstoneovi (1994). Dalším vylepšením bylo animování tváře a jazyka pomocí mimických svalů za účelem zvýšení uvěřitelnosti emocí, řeči a pohybu očí.

Postupem času se do animované scény začalo přidávat více a více detailů jako například animace vody, padajícího sněhu, ohně nebo kouře.

Dále se zde objevila i nová animační technologie zvaná morfing, která plynulou animací přeměňovala jeden objekt na druhý. (Kerlow, 2011)

V tomto období také vznikají dnes již známé programy pro počítačovou grafiku – Adobe Photoshop (1990) nebo GIMP (1995). Rozvoj počítačové grafiky také nastal díky tomu, že osobní počítače byly schopny vyrenderovat scénu, tak jak to doposud zvládaly pouze velice drahé a supervýkonné počítače. Koncem 90. let se 3D grafika dostává do herního průmyslu, díky kterému se vyvíjela snad ještě rychleji, než tomu bylo u filmů.

Technologie a algoritmy pro vykreslování byly nadále ve vývoji kupředu. Společnost Nvidia roku 1999 přichází na trh se svou první grafickou kartou Nvidia 256 pro běžného uživatele. Počítače byly také schopny akceptovat i známé frameworky pro grafické procesy jako například DirectX a OpenGL. Od té doby se počítačová grafika, díky většímu důrazu na detaily, výkonnějšímu grafickému hardwaru a 3D modelovacímu softwaru, stává více realistickou. (Carlson, 2003)

## **1.5 Počátek 21. století**

Koncem 20. století se počítačová grafika stala ještě více populární. Masově se rozšířila do televizních reklam, kde ji mohla vidět široká veřejnost. Grafické karty podporující 3D počítačovou grafiku se staly nedílnou součástí téměř každého osobního počítače. Díky tomu začal boj o dominanci ve výrobě a prodeji grafických karet na trhu. Nejvýznamnějšími výrobci grafických karet byly společnosti Nvidia a AMD, kteří spolu „soupeří“ až do dnešního dne.

Počítačová grafika se ve filmovém průmyslu stále zlepšovala a snažila se dosáhnout kvality fotorealismu. Filmovým průkopníkem byl počítačově generovaný celovečerní film Final Fantasy: Esence života, který měl jako první vytvořené animace postav pouze za pomoci technologie Motion Capture. Vývoj počítačové grafiky neudával pouze filmový, ale také herní průmysl. Hry jsou vydávány nejen na počítače, ale také i na jiné platformy, jako jsou například Playstation nebo Xbox. Vznikají velice úspěšné herní tituly, jejichž série přetrvávají až dodnes. (Carlson, 2003)

Vývoj počítačové grafiky je čím dál rychlejší. Její kvalita dnes již dosahuje téměř fotorealismu, kde si běžný uživatel pouhým okem nevšimne rozdílu mezi počítačem vyrenderovaným obrázkem a fotografií. Grafičtí vývojáři jsou dnes limitováni pouze dostupností hardwaru a samotným výkonem herních konzolí.

O čem se dnes bavíme jako o přelomové novince může být ve světě počítačů za pár let zapomenutou historií. Vývoj jde každým dnem kupředu a my si můžeme pouze představit, kam až lidstvo dospěje a zdali počítačová grafika dojde někdy v budoucnosti do okamžiku, ve kterém již nebude možné ji rozeznat od skutečného světa.

## **2 Základní pojmy počítačové grafiky**

Než se začneme věnovat samotnému popisu a práci s 3D grafickými programy, tak se seznámíme se základní pojmy, které by měl uživatel grafických softwarů znát. K většině ze zde uvedených pojmů se budeme odkazovat v následujících kapitolách, kde je budeme potřebovat k pochopení funkcí daných nástrojů. Tento přehled slouží ke shrnutí a vysvětlení těchto pojmů, abychom je nemuseli popisovat v každé části zvlášť.

### **2.1 Počítačová grafika**

Za počítačovou grafiku považujeme jakýkoli obrázek či film, který byl vytvořený pomocí počítačového programu. Počítačová grafika se dělí na dvě velké skupiny dvourozměrnou (2D) a trojrozměrnou (3D). Dvourozměrnou grafiku můžeme dále rozdělit na vektorovou a rastrovou grafiku. (Hajduch, 2013-2019)

#### **2.1.1 Rastrová grafika**

Rastrová grafika, též známá jako bitmapová, je v dnešní době nejpoužívanějším typem počítačové grafiky. Obrázky, popřípadě výtisk jsou tvořeny jednotlivými barevnými body, kterým se říká pixely. Počet pixelů použitých v obrázku nám udává tzv. velikost obrazu (například 1280x720 pixelů, 1920x1080 FullHD nebo UltraHD 3840x2160). Čím větší počet pixelů obrázek má, tím větší kvalitu bude mít po přiblížení, popřípadě po oříznutí, také je možné ho vytisknout ve větším formátu. S pojmem velikosti blízce souvisí také rozlišení obrazu, které udává počet pixelů na délce jednoho palce (značíme DPI – Dot per inch, „bodů na palec“ tj. 2,54 cm).

Mezi nejznámější zástupce programů pro práci s rastrovou grafikou patří Adobe Photoshop, Corel PhotoPaint, Zoner Photo Studio, GIMP a mnoho dalších. Všechny zmiňované softwary umožňují nastavit si barvu, velikost či pozici všech částí obrázku. Také nám dovolí kreslit na naskenovaný obrázek, a to pomocí změny barev jednotlivých pixelů na barvu vlastního výběru. Na principu rastru funguje většina zobrazovacích zařízení (monitory, televize, mobily), kde každý pixel obrazovky je složen ze tří buněk. Každá z těchto buněk má přiřazenou jednu

ze tří barev (červená, zelená, modrá). Celkovým složením všech pixelů vzniká celistvý obraz. (Derakhshani, 2006)

Výhodou rastrové grafiky je snadné pořizování obrázků (fotografie, sken), věrné uchování původní scény a také velice rozšířená podpora řadou programů. Mezi nevýhody patří nároky na úložný prostor a snížení kvality při zvětšování obrazu. (Hajduch, 2013-2019)

## 2.1.2 Vektorová grafika

*„Vektorové obrázky jsou vytvořeny zcela jiným způsobem – pomocí matematických algoritmů a geometrických funkcí. Namísto definování barev pro každý pixel v mřížce rastrového obrázku používá vektorový obraz k definování oblastí, objemů a tvarů souřadnice a geometrické vzorce.“* (Derakhshani, 2006)

Aplikace pro práci s vektorovou grafikou jsou například Adobe Illustrator, Corel Draw, Zoner Callisto nebo Inkspace. Výsledky práce v těchto programech jsou následně ukládány do souborů, které obsahují souřadnice a rovnice bodů v prostoru a hodnotu barvy jim přiřazenou.

Vektorové obrázky netrpí stejnými problémy jako obrázky rastrové. Po jejich přiblížení se obrázek přepočítá a dosahuje stejné kvality, jako před přiblížením. Je zde také možné pracovat s každým objektem zvlášť. Rozdílný způsob ukládání informací umožňuje menší výslednou velikost než u rastrového souboru. Nevýhodou je složité pořízení obrázku, jelikož se skládá z mnoha objektů, a tím tak zvyšuje náročnost na fyzické vybavení počítače. A v neposlední řadě je nutné mít speciální software k otevření výsledných souborů. (Hajduch, 2013-2019)

V případě, že nechceme být omezováni specifickým programem a chceme mít možnost obraz otevřít kdekoli, můžeme si vektorový obrázek nechat vykreslit do rastrové podoby. Čímž tedy ztratí všechny výhody vektorové grafiky, ale na druhou stranu získává výhody grafiky rastrové.

### **2.1.3 Prostorová grafika**

Naprostá většina programů pro práci s prostorovou grafikou využívá vektorové grafiky, kde k souřadnicím „x“ a „y“, udávajícím šířku a výšku, přibude ještě souřadnice „z“, tedy hloubka. Nejtypičtějšimi představiteli prostorové grafiky jsou programy 3ds Max, Maya, SolidWorks, Rhino3D, Cinema4D, Blender, Google SketchUp či Autodesk 123D Design. Práce v nich je opět vektorová, ale je zde možnost výstupu do rastrového obrázku či animace ve formátu videa. (Hajduch, 2013-2019)

## **2.2 Barvy**

Barvy jsou důležitou součástí počítačové grafiky. Také krom jiného by měl uživatel být obeznámen se základními pojmy, které souvisí s barvami a jejich nastavením. Ať už pracuje s dvourozměrným či trojrozměrným modelem, tak je zapotřebí aby byl schopen rychlé orientace v základním barevném nastavení například při pokrývání objektů texturami nebo při samotném výstupu scény do vyrenderovaného obrázku.

### **2.2.1 Barevná hloubka**

Každý bitmapový obrázek je uložen jako soubor pixelů, kde výslednou barvu každého pixelu určuje intenzita třech barev – červená, zelená a modrá. Hodnota barevné hloubky, bitová hloubka či hloubka barvy určuje, kolik bitů je k dispozici pro záznam jednoho pixelu.

Škála šedi je specifickým typem barevné hloubky pro černobílé obrázky. Snímek je složen z různých stupňů šedé barvy, obvykle 256 odstínů. Soubory s touto barevnou hloubkou zabírají méně místa na disku, díky možnosti vypuštění informací o třech barvách každého bodu.

Další známou bitovou hloubkou je 16bitová barva, která se nazývá High Color a umožňuje zobrazit přes 65 tisíc barev. Každý bit může nabývat pouze dvou hodnot, a to buď jedničky nebo nuly. Tato vlastnost vychází z binární soustavy. Při hodnotě 16 bitů zjistíme přesnou hodnotu počtu barev pomocí jednoduchého umocnění

( $2^{16} = 65\,536$  barev). I přes omezený počet barev tato bitová hloubka nabízí poměrně kvalitní obraz.

True Color je 24bitová hloubka barev. Každý barevný kanál má rozsah osmi bitů ( $3 \times 8 = 24$ ), což odpovídá možnosti až 16 milionů barev ( $2^{24} = 16\,777\,216$  barev). Barevná hloubka True Color poskytuje velice věrné podání barev při relativně nízké náročnosti na paměť. Díky tomu se toto nastavení hloubky používá nejčastěji ve všech známých programech pro počítačovou grafiku. Tvrdí se, že člověk nemůže rozeznat tolik barevných odstínů, kolik jich toto nastavení umožňuje. I přes tuto skutečnost existuje další bitová hloubka, která obsahuje ještě větší paletu barev. (Derakhshani, 2006)

Barevná hloubka s 32 bity také známá jako Super True Color mnohonásobně převyšuje počet barev s hloubkou True Color. Obsahuje přes 4,3 miliardy barev, což je opravdu již nepředstavitelná hodnota ( $2^{32} = 4\,294\,967\,296$  barev). Toto nastavení se využívá jen zřídka.

### **2.2.1 Aditivní barevný model (RGB)**

Aditivní barevný model se skládá ze třech barev červené (Red), zelené (Green) a modré (Blue). Barevný model RGB se využívá u všech zařízení, která vyzařují světlo jako grafický výstup. V praxi to znamená, že pixel dané barvy se vykreslí pouze mícháním těchto třech základních barev. V případě, že se všechny tři barvy vzájemně překryjí, vznikne bílá barva. Kombinací základních barev a redukci jejich intenzity vznikají všechny barevné odstíny. (Derakhshani, 2006)

### **2.2.2 Subtraktivní barevný model (CMYK)**

Subtraktivní barevný model, také občas nazývaný jako čtyřbarevný proces se využívá především u tisku. Obsahuje čtyři barvy azurovou (Cyan), purpurovou (Magenta), žlutou (Yellow) a černou (Black). Smícháním azurové, purpurové a žluté barvy vznikne teoreticky barva černá. Jelikož při tisku běžného textu, by takto vzniklá černá, která je ve skutečnosti tmavě hnědá, spotřebovávala veliké množství všech ostatních barev, tak se k tomuto modelu přidala černá jako samostatná barva. (Derakhshani, 2006)

## 2.3 Světla

Nasvětlení scény a světla samotná mají velký vliv na výsledný render. Bez použití světelných zdrojů, které by vrhaly stíny, se nám může naše scéna zdát neúplná a pochmurná. Zatímco s jejich využitím působí vyrenderovaný objekt mnohem více realističtěji a scéna tím nabírá na dramatičnosti. Před samotným používáním světla a jejich vhodným výběrem je důležité pochopit, jak světlo vlastně funguje.

Světlo, které jsme schopni vidět je pouze část elektromagnetického spektra o vlnových délkách 380 až 750 nm. Světla s vlnovou délkou nacházející se na tomto intervalu říkáme barevné spektrum. Když paprsky světla dopadají na objekt, tak jsou nějaké barvy absorbovány materiálem a zbylé se od něho odrazí. Množství a úhel takto odražených paprsků od objektů nám umožní vidět a rozeznat jejich barvu.

Dalším důležitým prvkem světla je jeho intenzita a jas. Intenzita udává množství světla vycházejícího z jeho zdroje. Čím je intenzita světla větší, tím více je výsledná scéna osvětlenější. Umístění světelných zdrojů do scény se většinou provádí v posledních krocích před vyrenderováním výsledného produktu. (Giambruno, 2002)

*„Osvětlování je páteří CG. I když je technicky jednoduché světla vložit a nastavit, platí, že způsobem, jakým osvětlujeme, můžete scénu buď vytvořit, nebo ji zničit. Zvládnutí osvětlování skutečně přichází až se značnou zkušeností a experimentováním, jakožto i s dobrým postřehem a jistou dávkou trpělivosti.“* (Derakhshani, 2006)

Následující přehled vybraných typů světla je převzat z knihy Maya: průvodce 3D grafikou od Dariushe Derakhshaniho a z 3D graphics & animation od Marka Giambruna.



### **2.3.1 Okolní světlo (Ambient light)**

Okolní světla mají nízkou intenzitu a díky tomu se používají jako doplňková světla k ostatním. Na scénu působí paprsky světla velmi málo, ale za to ji osvětlí rovnoměrně. Tento typ světla v reálném životě neexistuje. Na rozdíl od ostatních typů světel nemá konkrétní zdroj světla a ani nevrhá stíny. Slouží pouze pro dokreslení scény, aby nebyla moc tmavá na místech, kam nedopadá tolik světla od ostatních zdrojů.

### **2.3.2 Bodové světlo (Point light)**

Tento typ patří mezi nejznámější a nejpoužívanější světla používané v naprosté většině softwarů pro 3D grafiku. Bodové světlo by se dalo přirovnat k rozsvícené žárovce, která vyzařuje světlo do všech stran. Objekty nacházející se blíže ke zdroji světla jsou světlejší, zatímco objekty více vzdálené jsou mnohem tmavší. Tento typ světel je velice vhodný pro osvětlení scény, tak aby byl přechod mezi osvětlenou částí a stínem co nejplynulejší. Při používání 3D grafických programů může nastat trochu zmatek, jelikož se v každé aplikaci tento druh světla jmenuje jinak. Například v programu Maya se sice nazývá Point light avšak ve 3ds Max je to Omni Lights či v Cinema 4D dokonce jen Light.

### **2.3.3 Směrové světlo (Directional light)**

Směrové světlo simuluje sluneční paprsky, tudíž vyzařuje rovnoběžné světelné paprsky pouze jedním směrem. Světlo lze otáčet libovolným směrem. Zdroj světla může mít od scény libovolnou vzdálenost, přičemž se jeho intenzita nemění. Jelikož světelné paprsky nemají omezenou vzdálenost dosvitu, proto se jim někdy také říká Infinite lights.

### **2.3.4 Reflektorové světlo (Spot light)**

Zdrojem reflektorového světla je kužel. U tohoto kužele lze upravovat úhel, který určuje velikost rozptylu vyzařovaného světla. Touto modifikací se nám osvětlená oblast zmenšují či zvětšuje. V závislosti na vzdálenosti objektů od reflektorového světla budou buď světlejší nebo tmavší. Rozevírání kužele

ovlivňuje plynulost přechodů mezi světlem a stínem. Tento typ je vhodný pro simulaci prosvítání světla skrze úzké otvory. Dále se hojně používá při tzv. tříbodovém osvětlení. Jedná se o tři na sobě nezávislá světla – klíčové (primární) světlo, výplňové světlo a zpětné světlo. Jejich účelem je dokonale nasvítit scénu na studiové úrovni.

### **2.3.5 Plošné světlo (Area light)**

Plošné světlo nevyzařuje světelné paprsky z jediného bodu, jako tomu bylo u předchozích, ale produkuje světlo celou svou plochou. Nejčastějším útvarem pro tento typ světla je obdélník či kruh. Plošné světlo je ideální například pro efekt zářících oken nebo pro vytvoření stropního osvětlení. Nevýhodou tohoto typu je pomalé vykreslování scény, jelikož počítač musí zpracovat veškeré zdroje světla, kterými jsou všechny jednotlivé body světelné plochy.

## **2.4 Metody stínování**

*„Vyhodnocování osvětlovacího modelu v každém bodě, který je vykreslován na obrazovce, je zdlouhavé, a proto bylo vyvinuto několik metod, které umožňují provést podrobný výpočet osvětlovacího modelu pouze pro několik bodů na povrchu tělesa a odvodit z nich barevné odstíny ostatních zobrazovaných bodů.“*  
(MENDELU, 2018)

### **2.4.1 Konstantní stínování**

Pro metodu konstantního stínování je typické, že počítač vypočítá barvy a hodnoty polygonů na základě jedné normály, která je umístěna v jejich středu. Výsledný obraz poté přiřadí hodnoty z normály všem pixelům plochy. Data o texturách jsou zanedbány díky čemuž má objekt výraznou barvu a vzhled. Jedná se o velice rychlý způsob, jak vykreslit scénu, který se čas od času používá pro vytvoření zkušebních animačních sekvencí. (Giambruno, 2002)

## 2.4.2 Gouradovo spojité stínování

V Gouradově metodě jsou zjištěny hodnoty normál ve vrcholech polygonů pomocí normál vypočítaných ze středů sousedních polygonů (normály používané konstantním stínováním). Zjednodušeně řečeno tato metoda přiřazuje barvu každému bodu, ze kterého vychází takto získaná normála. Poté obarví jednotlivé pixely mezi nimi plynulým přechodem z jedné barvy na druhou. Scény vyrenderované pomocí Gouradova spojitého stínování vypadají realističtěji než při použití metody konstantního stínování. Kvůli absenci odrazů světla je toto stínování hojně využíváno především pro renderování matných objektů. (Giambruno, 2002)

## 2.4.3 Phongovo spojité stínování

Phongovo spojité stínování zachovává hladkost přechodu mezi barvami, stejně jako Gouradovo stínování, a přidává zrcadlový odlesk. Díky tomuto zlepšení je celkový vyrenderovaný objekt mnohem realističtější. V této metodě počítač vypočítává hodnotu a barvu všem pixelům zvlášť pomocí normály vytvořené ke každému bodu.

Nevýhodou je, že Phongovo stínování může být až 100krát pomalejší než stínování Gouraudovo. Z tohoto důvodu je i v dnešní době vhodné upřednostnit Gouraudovo spojité stínování před Phongovým pro renderování malých 3D objektů, které nejsou pro výslednou animaci klíčové. (Giambruno, 2002)

## 2.4.4 Ray tracing

O technologii Ray tracing se v poslední době hodně mluví, a to převážně díky nástupu nové generace grafických karet s novou architekturou Turing. Tato řada nese označení RTX a jedná se o první grafické karty s podporou Ray tracingu v reálném čase, nové umělé inteligenci a programovatelného stínování. (NVIDIA, 2018)

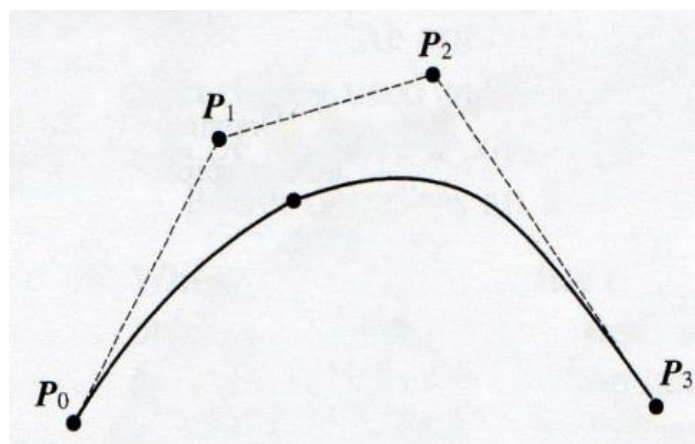
*„Ray tracing představuje globální zobrazovací metodu, která vychází ze zpětného sledování paprsku, který je vržen v každém bodu zorného pole kamery. Při této metodě renderování se bere v úvahu vzájemná interakce objektů.“* (Pokorný, 2006)

Díky této metodě, které se také říká metoda sledování paprsků, se dají velice dobře zobrazit zrcadlové odrazy světla, stíny nebo průhledné objekty. Obrazce vykreslené pomocí této metody vypadají velice realisticky. Nevýhodou této metody je veliká časová náročnost, protože je při renderu zapotřebí provádět spousty matematických výpočtů. Mnoho programů má však možnost Ray tracing vypnout a tím nám ušetřit čas, avšak za cenu snížení realističnosti výstupu. (Pokorný, 2006)

## 2.5 Bézierovy křivky

Při práci s počítačovou grafikou se často setkáme s problémem, kdy potřebujeme sestavit nejenom rovné přímky, ale i křivky. Konstrukci křivky vyřešil v 60. letech 20. století francouzský konstruktér a matematik Pierre Bézier, který pracoval jako inženýr ve firmě Renault.

Bézierova křivka je parametrická matematická definice křivky ve dvourozměrné vektorové grafice. Křivka je zavedena pomocí čtyř bodů. Počáteční a koncový bod se společně nazývají řídicí vrcholy (control vertices). Zbylé dva body jsou pomocné. Díky posouvání pomocných bodů určujeme tvar křivky. Na Obrázku 4 (Watt, 2000) se nachází ukázka Bézierovy křivky s pomocnými body. (Watt, 2000)



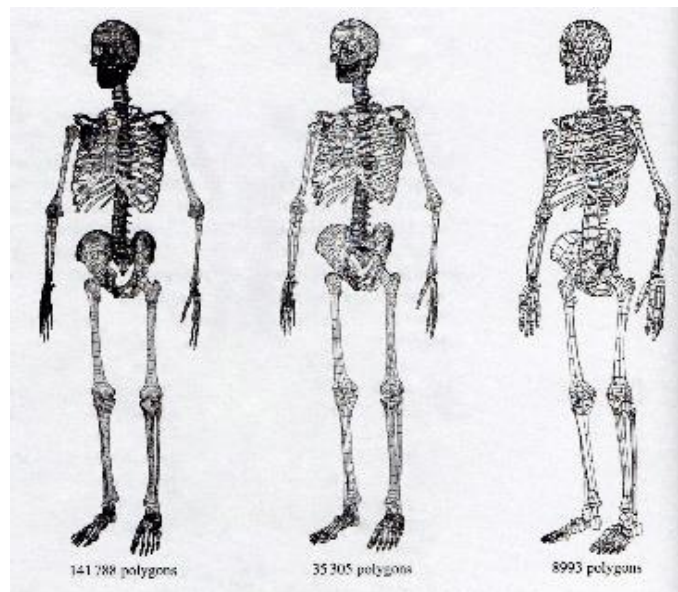
Obrázek 4 - Bézierova křivka s pomocnými body

## 2.6 Modelovací techniky

### 2.6.1 Polygony

Polygony jsou vytvořeny z ploch (faces). Polygonální plocha je pak tvořena povrchem, který je definován pomocí nejméně třech bodů nazývaných vrcholy (vertices). Tyto vrcholy jsou vzájemně spojeny. Výsledný tvar a velikost plochy závisí na počtu a umístění jednotlivých vrcholů. Čára spojující dva vrcholy se nazývá hrana (edge). Polygonální plochy jsou propojeny pomocí jedné hrany, která je pro obě plochy společná. Díky tomu mohou tvořit složitější a komplexnější modely.

Využití polygonů patří k té nejjednodušší modelovací technice, kterou lze v počítačové grafice využít. Její elementárnost a nenáročnost je hlavním důvodem, proč se využívá u interaktivní grafiky pro vykreslování v reálném čase. Objekty s menším počtem plošek tzv. nízkostupňové polygonální modely (lowcount poly models) jsou sice jednoduché na vytvoření a vykreslení, ale nedosahují tak vysoké kvality. Na Obrázku 5 (Watt, 2000) lze vidět rozdíl na kvalitě v závislosti na počtu polygonů. (Derakhshani, 2006)



Obrázek 5 - Počet polygonů

## 2.6.2 NURBS

NURBS je zkratka pro Non Uniform Rational B-Splines (Nepravidelné racionální B-křivky). Technologie NURBS se využívá pro tvorbu objektů s velmi hladkými křivkami a tvary. Na rozdíl od polygonové techniky je možné pomocí NURBS vytvořit zaoblené objekty mnohem jednodušeji. Jejich nevýhodou je však vysoký nárok na výkon počítačového hardwaru.

NURBS objekty jsou vytvořeny pomocí matematických křivek, které jsou velice podobné Bézierovým křivkám. Tyto tzv. izoparmy jsou definovány kontrolním bodem stejně jako křivky Bézierovy. Izoparmy určují povrch objektu a vytvářejí segmenty podle zakřivení objektu. Čím více má objekt segmentů, tím je detailnější. Jednotlivé kontrolní body neukazují, kde bude povrch objektu, ale určují, jak bude povrch zakřivený tzn., že není možné přímo upravovat povrch posunutím kontrolního bodu. V případě tvorby složitějších objektů touto metodou, je zapotřebí vytvořit více segmentů. Častým problémem při práci s NURBS metodou jsou viditelné švy a trhliny na povrchu objektu. V opačném případě narušení souvislého propojení hladkého povrchu mezi segmenty. S trochou trpělivosti a znalostí správného postupu je možné skrýt švy mezi nimi tak, že povrch objektu působí celistvě. Kvůli těmto obtížím je metoda NURBS jen zřídka kdy využívána ve světě počítačové grafiky. Naopak se často používá v inženýrství a produktovém designu. (Derakhshani, 2006)

## 2.6.3 Dělení povrchů

Metoda dělení povrchů přejímá různé prvky od obou výše uvedených metod a propojuje je do ještě lépe fungujícího celku. Pomocí této metody je možné vytvořit složitější objekty díky jednoduchým útvarům, stejně jako v polygonovém modelování, ale s možností přidání hladkých povrchů tak, jako tomu bylo u modelování NURBS. (Derakhshani, 2006)

*„Typický pracovní postup metody dělení povrchů začíná tím, že vytvoříte jednoduchý polygonový drátěný model. Polygon se zkonvertuje na dělení povrchů, a tím můžete provádět úpravy pomocí libovolného počtu rozdělení detailních úrovní. Většinou se pak výsledné dělení povrchů zkonvertuje zpět na polygonový objekt, který se použije*

ve fázi výroby. Dělení povrchů může být také zkonvertováno i na vzorky NURBS.“ (Derakhshani, 2006)

## 2.7 Počítačová animace

Účelem počítačové animace je rozpohybování scény. Jejím výstupem bude sekvence obrázků, a to buď ve formátu videa či pohyblivého obrázku. Počítačová animace je velice podobná skutečné animaci. Scéna je snímána kamerou v krátkých časových okamžicích během, kterých se s objekty pohybuje. (Žára, 2004)

*„Výhodou počítačové animace je možnost aplikace algoritmů simulujících fyzikální jevy, jako je detekce kolizí, větru, proudění vody, dále algoritmy simulace davů i virtuálních jedinců, aj. Počítačový animátor tak nemusí například simulaci pohybujícího se míče provádět ručně, nastavením jeho polohy a orientace v každém snímku. Místo toho pouze nastaví počáteční podmínky a spustí simulaci. Mezi nové techniky patří simulace autonomního pohybu davů, hejn ptáků či stád zvířat. Zadáním počátečních podmínek a spuštěním simulace získá uživatel realistickou animaci. Jedním z nejužitečnějších pomocníků jsou algoritmy přímé a inverzní kinematiky, které se používají k simulaci pohybu vzájemně spojených nepružných struktur.“* (Žára, 2004)

### 2.7.1 Klíčování animace (keyframing)

Původ slova klíčové animace popisuje ve své knize Jiří Žára: *„Pojem klíčování (keyframing) pochází z dílen Walta Disneye, kde označoval následující pracovní postup. Při tvorbě animovaného filmu měl nejdůležitější úlohu hlavní animátor, neboli choreograf. Ten udával tón celému filmu tím, že vymyslel postavičky a maloval jejich pohyb. Protože malování celé sekvence je zdlouhavé a jedná se rutinní práci, bylo úkolem choreografa vytvořit nejdůležitější (klíčové) snímky. Zbývající mezisnímky (in-betweens) malovali animátoři určení speciálně pro tuto práci. Přirozeně že první snaha tvůrců programů pro dvourozměrnou počítačovou animaci vedla právě k odstranění ručního malování mezisnímků.“* (Žára, 2004)

V praxi to pak znamená, že při animování uživatel pouze určí počáteční polohu, úhel natočení postavičky a uloží klíčový snímek v určitý časový okamžik na časové

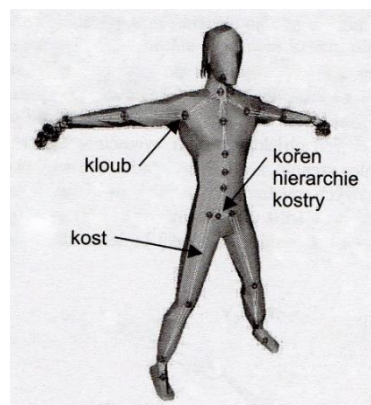
ose. Poté uživatel přesune posuvník vpřed na časové ose. Následně změní lokaci, natočení objektu a opět uloží klíčový snímek. Celý průběh animace od počátečního klíčového snímku po koncový se vyplní automaticky mezisnímky.

## 2.8 Skeletální animace

Skeletální animace neboli animování pomocí kostry je jedna z mnoha technik, pomocí, které se animují pohyby objektů v počítačové grafice. Podstatou této metody jsou dvě hlavní fáze. První fáze se nazývá povrchová reprezentace, jedná se o samotný objekt, jež se bude animovat. Druhou částí je množina vzájemně propojených kostí s pohyblivými klouby, díky kterým se výsledný objekt hýbe.

V této metodě je kostra nejdůležitějším objektem. Skupina kostí (hran) spojená klouby (vrcholy) se nazývá kostra. Technika animace pomocí kostry se nejčastěji využívá pro rozpohybování postavíček, u kterých jsou nejdůležitější kyčelní klouby a kolena (pro animaci chůze), ramena a lokty (pro pohyb rukou) a v neposlední řadě krk. S narůstajícím množstvím kostí a kloubů může postava dosahovat velice komplexních pohybů, které vypadají přirozeněji a realističtěji než u postav s jednoduššími kostrami. Každá nově definovaná kost musí být připojena ke správné části animovaného objektu. Samozřejmě může být použita i pro animaci jakýchkoli jiných objektů jako jsou například auta, stromy či zvířata.

Samotné vytvoření kostry může být poněkud komplikované a časově náročné. Avšak po překonání tohoto velice náročného procesu je již následné použití hotové kostry jednoduché a snadné. Na Obrázku 6 (Watt, 2000) lze vidět kostry a klouby přichycené k postavě. (Marionette studio, 2016)



Obrázek 6 - kostra postavy



## 2.9 Motion Capture

Motion Capture je jedna z nejpoužívanějších metod, která umožňuje v reálném čase zaznamenat pohyby člověka, které se následně přenesou do softwaru pro animaci 3D postav. Technologie Motion Capture má více typů, kde každá má své výhody a nevýhody. Díky této metodě záznamu vypadají takto animované postavy mnohem přirozeněji a realističtěji a zároveň se ulehčí práce animátorů, kteří by jinak museli všechny animace vytvářet ručně.

Původně tato technologie fungovala na principu rádiového přijímače umístěného na zádech herce a mnoho vysílačů, které byly připevněné po celém těle. Jak se herec pohyboval, tak zařízení měřilo vzdálenost všech vysílačů od přijímače a tím tak zjistilo jejich vzájemnou polohu k vytvoření animace. (Giamb Bruno, 2002)

Postupem času se metoda snímání polohy změnila. V dnešní době se herec oblékne do speciálního obleku pokrytého mnoha kuličkami. Pohyby herce jsou pak snímány mnoha kamerami, které identifikují polohu jednotlivých kuliček. Speciální software poté živě přenáší pohyby herce do animované scény. Pomocí této moderní metody je dokonce možné snímat pohyby obličeje a mimických svalů díky mnoha kuličkám umístěných na hercův obličej a kameře s přísvětlením, kterou má herec umístěnou na helmě.

## 2.10 Render (vykreslování)

Render popřípadě rendering v překladu znamená vykreslování. Jedná se o jednu z posledních fází vývoje 3D animace či obrázku. Tento proces nastává po dokončení všech potřebných prací na scéně od modelování objektů přes jejich texturování až po umístění světel. Při renderování počítač převezme hotovou scénu a začne s ní provádět potřebné výpočty k tomu, aby vytvořil rastrový obrázek. Čas vykreslování závisí na mnoha faktorech jako jsou například množství objektů, počet světel a také bezpochyby na kvalitě a velikosti výstupu nebo na hardwarových specifikacích počítače, který scénu vykresluje. Čím je scéna jednodušší, tím rychleji bude vyrenderována. (Derakhshani, 2006)

### **2.10.1 Předběžné vykreslování**

Tato technologie vykreslování se využívá především v situacích, kde není zapotřebí, aby byl výsledný render vykreslen co nejrychleji. Veškeré výpočty provádí procesor počítače, který má v dnešní době několik jader. Této možnosti renderování se využívá nejčastěji v animovaných videích a při použití vizuálních efektů, kde je zapotřebí co nejvyšší kvality renderu na co nejlepší úrovni.

### **2.10.2 Vykreslování v reálném čase**

Vykreslování v reálném čase se používá u interaktivní grafiky a videoher. Vzhledem k rychlosti a intenzitě interakcí uživatele je důležité, aby byly snímky renderovány okamžitě v reálném čase. Všechny potřebné výpočty provádí speciálně vyhrazený hardware pouze pro tuto činnost známý jako grafická karta. V případě, že by renderováním snímků byl zatížen procesor, jako to je u předběžného vykreslování, nezbyval by dostatečný výkon pro ostatní potřeby interaktivní grafiky.

### **2.10.3 Antialiasing**

Antialiasing je technika používaná v počítačové grafice pro snížení vizuálních defektů. K těmto defektům dochází při zobrazení snímků s vysokým rozlišením v nižším rozlišení. Tato vada, též známá jako aliasing, se projevuje rozmazanými schodovitými okraji na objektu. Za normálních okolností by však tyto okraje měly být hladké. Technologie antialiasingu odstraňuje zubaté hrany přidáním jemných barevných změn okolo linie hrany. Změna barev ošálí lidské oko a uživateli se pak zdá, že hrany zubaté vůbec nejsou. Tyto barevné změny jsou prováděny pouze v malém měřítku, takže si jich běžným okem nelze povšimnout. Antialiasing velmi často provádí samotné grafické karty.

### **2.10.4 Z-buffer**

Buffer, jako takový, je pouze anglický název pro vyrovnávací (dočasnou) paměť. Z-buffer nebo také hloubkový buffer je technika v počítačovém programování, která se používá pro definování hloubky objektů či jejich částí v celkové scéně.

Tato metoda může být provedena jak hardwarem, tak i příslušným softwarem. Jejím účelem je zvýšení renderovací efektivity.

Při vykreslování scény má každý pixel své souřadnice „x“, „y“ a „z“, které udávají výšku, šířku a hloubku. V některých případech nám také může „zetová“ souřadnice určovat vzdálenost od kamery. Samotný Z-buffer je dvourozměrné pole („x“ a „y“), které uchovává „zetové“ hodnoty každého pixelu scény. V případě, že je zapotřebí vyrenderovat objekt, jehož pixely mají shodné souřadnice s jiným objektem, tak algoritmus ověří jejich hodnoty a rozhodne, který objekt se nachází blíže kameře, tedy který má menší „zetové“ souřadnice. Tato metoda vylepšuje rychlost renderování neprůhledných objektů. Ovšem průhledné či částečně průsvitné objekty této výhody nevyužijí. Jelikož je skrze ně vidět další objekt, musí být vyrenderovány oba dva v plné kvalitě. (Computer Hope, 2017)

## **2.11 Rozšířené možnosti zobrazení výstupu**

Výslednou práci na scéně lze samozřejmě uložit do mnoha formátů, také lze vyrenderovaný výstup uložit do videosekvence či obrázku. Některé programy však nabízejí možnost prohlédnout si vypracovanou scénu v naprosto novém úhlu pohledu. Díky těmto možnostem si ji tak uživatel prohlédne mnohem interaktivnější formou a lépe se do ní vcítí.

### **2.11.1 3D stereoskopické zobrazení**

Technologie 3D stereoskopie vytváří iluzi hloubky v pohybujícím se obrazu. Tento způsob zobrazení funguje na podobném principu jako lidský zrak. Lidské oči jsou umístěny vedle sebe, tím pádem vidí každé oko trochu jiný obraz (posunutý). Nejjednodušší verzí tohoto zobrazení je použití tzv. 3D brýlí. Tyto brýle mají na každém oku jinou brávu skla. Na monitoru se pak zobrazí oba dva obrazy přes sebe, ale každý jinou barvou, nejčastěji červeně a modře. Uživatel pak s nasazenými brýlemi vidí skrze modré sklo pouze červený obraz (modré nevidí) a naopak. Na tomto jednoduchém principu vzniká dojem hloubky obrazu. Výhodou této jednoduché verze je její dostupnost na většině běžných monitorů, nevýhodou je pak ochuzení na barevnosti obrazu a nutnost vlastnit 3D brýle. Také jsou k dispozici speciální brýle, které kompenzují barevnost obrazu,

díky polarizaci skel. S těmito brýlemi ale bohužel přichází nutnost vlastnit speciální monitor, který tento typ brýlí podporuje.

### **2.11.2 Virtuální realita (VR)**

Brýle pro virtuální realitu mohou uživateli přinést mnohem hlubší prožitek třetího rozměru. Jedná se o speciální zařízení fungující na stereoskopickém principu, které si uživatel nasadí na hlavu. Přístroj disponuje dvěma zobrazovacími zařízeními, které jsou separátně odděleny pro každé oko zvlášť. Na rozdíl od klasických 3D brýlí toto zařízení obsahuje mnoho senzorů pro snímání pohybu uživatele. To znamená, že s pohybem a otáčením hlavy uživatele se také mění pohled a natočení ve virtuálním světě. Mezi výhody těchto brýlí patří větší realističnost a hloubka prožitku scény. Tato technologie je poměrně drahá a přítomnost kabelů vedoucích od počítače může také znepříjemnit jejich používání. Naštěstí existuje mnohem levnější možnost, a to virtuální realita skrze speciální brýle, do kterých uživatel vloží mobilní telefon. V případě, že je výstup scény vyrenderován do 3D videa je možné tento formát přehrát i na této mobilní verzi zařízení bez nutnosti nemotorné kabeláže.

### **2.11.3 Rozšířená realita**

Myšlenka rozšířené reality kombinuje virtuální realitu s realitou běžného světa. Jedná se o brýle s vestavěnými displeji. Prostřednictvím těchto displejů je poté uživateli zprostředkován svět rozšířené reality. Prakticky by to znamenalo, že objekt, který si uživatel vytvoří, by bylo možné skrze tyto brýle promítat například na stůl a dále s ním pracovat. Například měnit jeho barvu, rozměry nebo si ho pouze prohlížet v prostoru. Bohužel tato technologie je stále ještě ve vývoji.

### 3 Nejznámější programy pro 3D modelování

Trojrozměrné modelovací softwary a animační programy je možné využít mnoha způsoby pro různé účely. Umožňují navrhovat vlastní objekty umístěné v prostoru za použití základních geometrických útvarů jako jsou krychle, koule, válce a kužely. Všechny tyto útvary následně tvoří celou scénu projektu. Téměř všechny programy disponují řadou nástrojů potřebných pro definování vlastních objektů od dvourozměrných obrazců až po jejich převedení do trojrozměrné podoby. Také je zde možnost modelování a manipulace se základními objekty pomocí speciálních nástrojů, se kterými se pracuje podobně jako s těmi sochařskými.

Poté co jsou všechny objekty vytvořeny a správně usazeny do scény, přichází čas na pokrytí objektu texturami. Je zde na výběr z předem definovaných materiálů uložených v knihovně programu jako například umělá hmota, kámen, dřevo nebo sklo a jejich aplikování na konkrétní objekt. Nechybí zde ani možnost vytvořit si vlastní materiál, upravovat jeho barvy, jas nebo průhlednost. Dokonce lze pokrýt objekt naskenovaným obrázkem či fotografií, a tím tak vytvořit vlastní povrch dle našich představ.

Důležitým aspektem tvorby trojrozměrné scény je také správné nastavení světla. Grafický software umožňuje výběr hned z několika rozdílných typů světel a nastavení jejich parametrů (barvy, jas, intenzita, stíny atd.). Určováním pozic světel ve virtuálním prostoru lze následně ovlivňovat intenzitu nasvětlení objektů.

Dalším krokem je nastavení virtuálních kamer, za účelem zachycení scény. Díky úpravě nastavení kamery je možné získat širokoúhlý efekt nebo přiblížit pohled pro získání více detailů objektu. Polohování kamery je také zajímavý způsob, jak přidat na dramatickosti scény.

Scénu přivádí k životu převážně pohyb objektů ve virtuální místnosti včetně světla a kamery. Je možné využít filmařské techniky, aby výsledná animace vyprávěla příběh nebo jednoduše vytvořit něco, co zaujme již na první pohled.

Poslední fází je samotné vytvoření záznamu do digitálního videosouboru. To umožňuje prohlédnout si výslednou animaci naší práce a případně ji i sdílet s ostatními. Použití trojrozměrného grafického softwaru umožňuje vytvořit téměř

cokoli, jsme limitováni pouze naší představivostí, zručností a znalostí funkcí konkrétního používaného programu.

Trojrozměrná grafika disponuje překvapivě velikou možností uplatnění v mnoha možných oborech, jako jsou například filmový, herní a stavební průmysl či využití v lékařství a výzkumu. (Watt, 2000)

Následující přehled vybraných nejznámějších 3D programů podle webu [i.materialise.com](http://i.materialise.com) je převzat z oficiálních stránek daného softwaru a také z webu [medium.com](http://medium.com).

### **3.1 Blender**

Blender je jedním z mladších softwarů pro tvorbu trojrozměrné grafiky. Vývoj tohoto programu započala holandská animační společnost s názvem NeoGeo v roce 1995. Během dalších třech let vývoje se společnost přetvořila ve zcela jinou, tato firma se jmenovala Not a Number (zkráceně NaN) a jejím hlavním cílem bylo zdokonalování a distribuce Blenderu. Primárním zdrojem financí společnosti měl být prodej produktů a služeb spojených s Blenderem. Nikoli prodej programu samotného. Hlavním cílem a přáním tvůrců Blenderu bylo vyvinout volně šiřitelný, univerzální modelovací a animační software. Díky urychlenému vývoji mohla firma v létě roku 2000 vydat Blender ve verzi 2.0, který nově disponoval nástrojem pro vývoj her, tzv. game engine.

Společnost Not a Number se také pokusila prosadit na trhu s komerční verzí produktu Blender Publisher (verze 2.25). Bohužel se tento krok stal pro firmu osudnou a pro finanční ztráty později zkrachovala. Následný vývoj programu převzala v březnu 2002 nezisková společnost Blender Foundation. V polovině října roku 2002 firma Blender Foundation odkoupila všechna práva k původním verzím Blenderu. Díky tomu mohl být Blender uvolněn jako tzv. open source program. To znamená, že se stal software volně šiřitelný i s přístupem do zdrojového kódu. Na dalším vývoji programu se tak podíleli programátoři z celého světa, což dokazuje velké množství častých aktualizací programu a stále nových verzí.

Jak je již zmíněno výše, program Blender spadá pod licenci open source, takže je možné ho získat zcela zdarma ve formě spustitelného programu, nebo také přímo zdrojového kódu. Software je psán v programovacím jazyku C++ a využívá funkce OpenGL, což umožňuje kompilaci na předem zvolený operační systém podporující tyto prvky. Kompilování programu je však práce spíše pro programátory než pro běžné uživatele. (Pokorný, 2006)

Program je možné si zdarma stáhnout na oficiálních stránkách Blenderu<sup>1</sup> a to rovnou s podporou mnoha různých operačních systémů. Nachází se zde instalační soubor pro systém Windows ve 32bitové i 64bitové verzi. U tohoto jediného systému je zde i možnost stáhnout si „zazipovaný“ balíček, který obsahuje již všechna potřebná data k samotnému spuštění programu bez nutnosti jeho instalace. Dalšími podporovanými systémy jsou Linux a macOS. Dokonce je zde možnost stažení a instalace programu přes software společnosti Steam.

Hardwarové nároky počítače, na kterém je Blender spuštěn nejsou na dnešní dobu až tak vysoké. Ke správnému chodu je zapotřebí dvoujádrový procesor o taktu jednoho jádra na 2 Ghz, operační paměť 2 GB a v neposlední řadě grafická karta s podporou OpenGL knihoven s minimální pamětí 512 MB. (Blender)

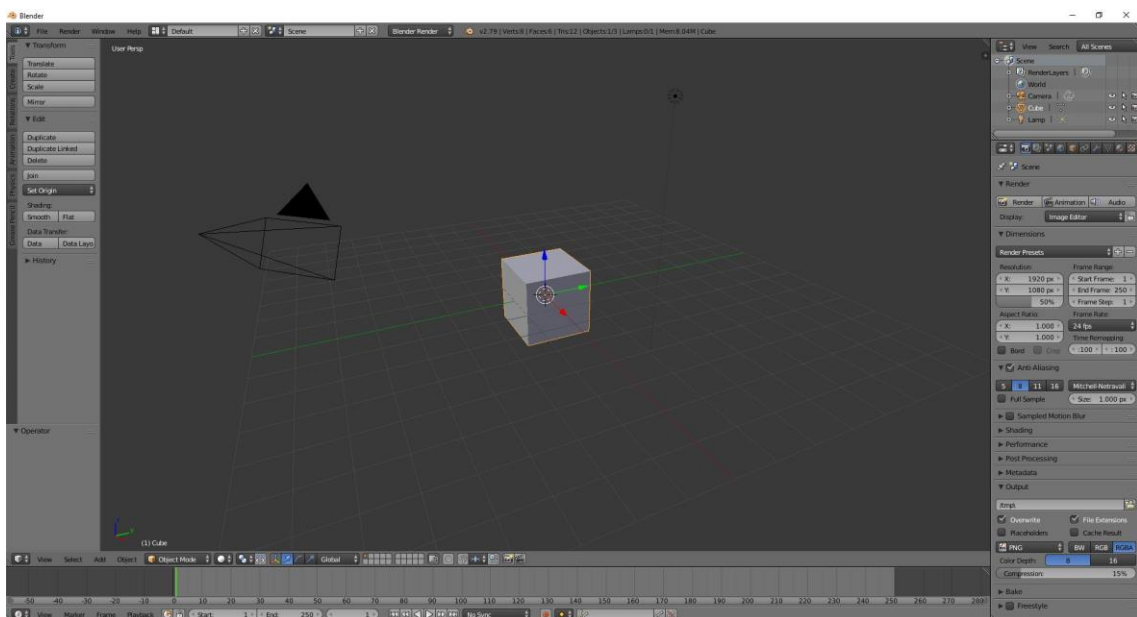
Mezi nesporné výhody Blenderu jistě patří dostupnost programu pod licencí open source. Tudíž není nutné platit za licenci tohoto softwaru, a to i v případě komerčního užití. Díky této skutečnosti je Blender velice vhodný pro zavedení do výuky. Mohou si ho bez větších obtíží stáhnout studenti i učitelé, ne jenom ve škole, ale i na svých osobních počítačích. Co se týče hardwarové stránky, tak je na tom Blender opravdu dobře, v porovnání s jinými programy pro 3D grafiku, jeho požadavky na výkon počítače jsou velmi nízké. Jak je již zmíněno výše, na operační systém Windows je k dispozici verze Blenderu, kterou není zapotřebí instalovat a je možné ji ihned po rozbalení z archivačního souboru spustit, což je také velká výhoda. Jelikož je program vyvíjen lidmi z celého světa, tak má obrovskou uživatelskou základnu. Většina těchto uživatelů navzájem sdílí své výtvořky a zároveň publikují nepřeberné množství návodů ať už ve psané formě či jako video záznam. Další výhodou je samotná knihovna Blenderu,

---

<sup>1</sup> <https://www.blender.org/download/>

kteřá nabízí tisíce objektů, stínů a textur. Tato oficiální knihovna se jmenuje Blender cloud. Bohužel je zde nutnost platit měsíční poplatky, ve výši necelých deseti euro (€ 9,90), pro přístup do knihovny. (Medium, 2017)

Blender jako samotný je velice povedený a užitečný 3D software, který dokáže konkurovat i ostatním, placeným programům. První a téměř poslední nevýhodou, které si běžný uživatel všimne během prvních několika okamžiků od spuštění programu je prohozené ovládání tlačítek myši. Ve většině programů, a to ne jenom grafických, se objekty označují levým tlačítkem myši, zatímco v Blenderu se tato činnost provádí pravým tlačítkem. Jedná se sice o drobný detail, na který se dá rychle zvyknout, ale i tak může nového uživatele potrápit. Dalším drobným mínusem je občasná nekompatibilita starších objektů s novějšími verzemi programu. Většinou se objekt otevře bez problému, ale čas od času se může stát, že dojde k jeho deformaci. Tuto chybu však kompenzuje možnost stáhnout si z oficiálních stránek Blenderu do počítače starší verzi programu a soubor otevřít v ní. Výhodou je, že starší verze nainstalovaného softwaru bude v počítači pracovat souběžně s těmi staršími a je tak možné mít nainstalovaných, ba dokonce spuštěných, více verzí programu. Na Obrázku 7 je možné vidět prostředí programu Blender.



Obrázek 7 - Prostředí programu Blender



## 3.2 Maya

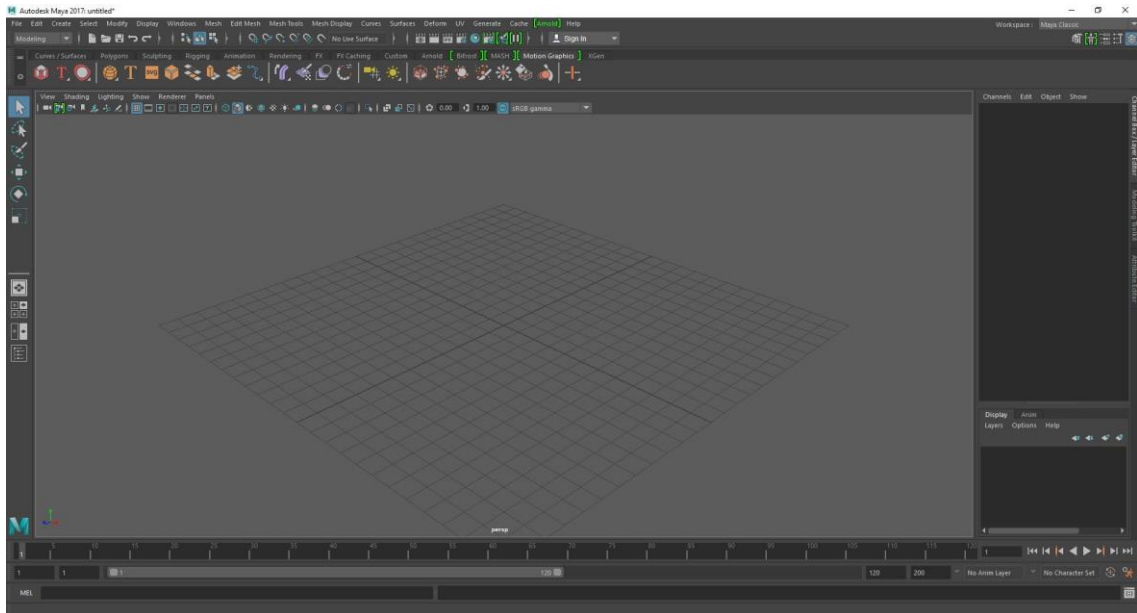
Program Maya je asi jedním z nejoblíbenějších trojrozměrných animačních a modelovacích softwarů v historii počítačové grafiky. Tuto skutečnost potvrzuje to, že pokud jste již někdy viděli nějaký 3D objekt, který byl vytvořen za profesionálními účely, jednalo se s největší pravděpodobností o tvorbu v právě zmiňované Maye. Maya patří proslulé společnosti Autodesk, která by se dala přirovnat svou známostí k firmě Adobe a jejich produktu Photoshop.

Jak je již zmiňováno výše, tak Maya je součástí Autodesku. Takto tomu však nebylo vždy. První verzi May vydala kanadská společnost Alias/Wavefront v roce 1998. Mayu odkoupil Autodesk až v roce 2005. V prvotní verzi bylo cílem vývojářů sestavit 3D software, který kombinoval nástroje, funkce a vlastnosti třech jiných programů. Konkrétně se jednalo o Advanced Visualizer, PowerAnimator a Alias Sketch. Na propagaci a také na částečném vývoji se podílela velká filmová společnost Disney. Díky jejich vzájemné spolupráci vznikl animovaný film Dinosaurus v roce 2000, od té doby se Maya prosadila ve filmovém průmyslu a je v něm dodnes využívána. Roku 2003 Maya vyhrála cenu akademie za technický a vědecký úspěch. Objekty modelované v Maye se objevily ve velkých filmových sériích jako jsou například Transformers nebo Harry Potter, díky tomu bylo dosaženo krásných vizuálních efektů a animací.

V programu Maya se dá dělat spousta věcí, avšak v jedné naprosto vyniká, a to v animaci. Což je jeho hlavní výhoda. Zejména ve srovnání s ostatními 3D grafickými produkty od společnosti Autodesk, především 3ds Max, kterému je věnována následující kapitola. Celkově práce na animacích je v Maye jednodušší. Pohyby postav vypadají velice realisticky a efekty které se dají získat dosahují také vysokých kvalit. Obsahuje mnoho nástrojů, které animace ulehčují a dělají je více intuitivní. Také se zde nachází nástroj „Paint Effects“, který umožňuje vytvořit 3D tvary, kreslením od ruky.

Mezi nevýhodu spadá složitější ovládání jednotlivých prvků aplikace, které může uživateli zabrat nějaký čas, než se v něm naučí plně orientovat a ovládat je. Ačkoli se jedná o produkt společnosti Autodesk, který se většinou bezproblémově integruje do mnoha dalších programů této společnosti, tak existují

určité problémy s kompatibilitou, které vyžadují jisté pluginy pro správnou funkci. A konečně cena, jediná licence znamená předplatné na oficiálních stránkách výrobce ve výši 6 369,92 Kč měsíčně, popřípadě 50 959,39 Kč ročně nebo jako tříletou licenci za 137 590,36 Kč. (Autodesk, 2019) Na Obrázku 8 je vidět prostředí programu Maya.



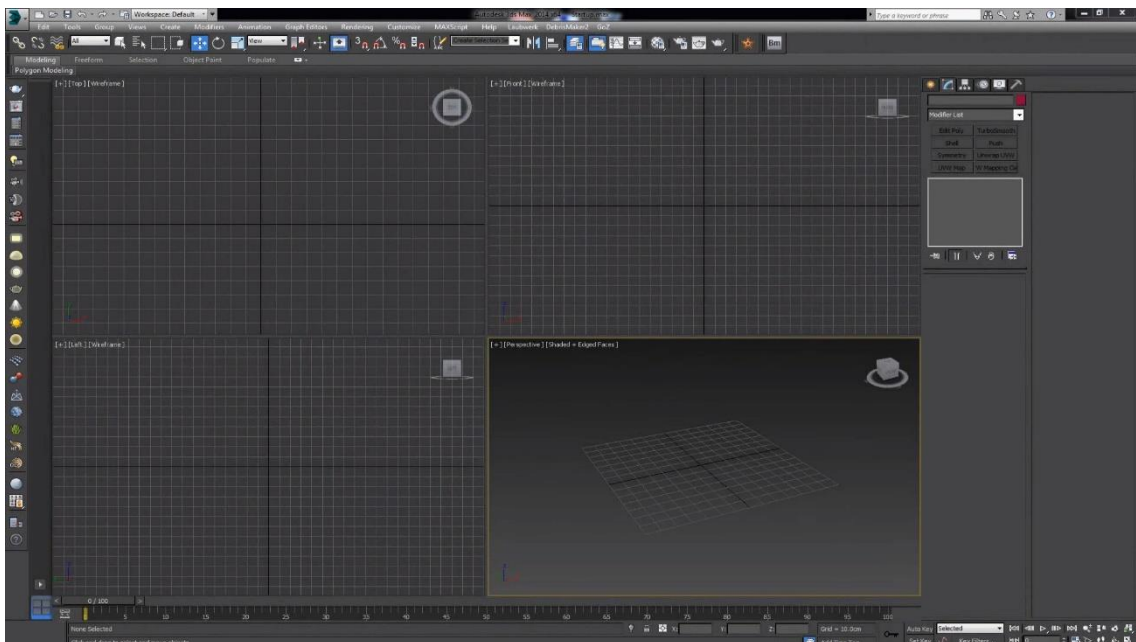
Obrázek 8 - Prostředí programu Maya

### 3.3 3DS Max

Tento software je jedním z mnoha produktů společnosti Autodesk. Konkrétně 3ds Max patří k naprosté špičce mezi programy pro tvorbu trojrozměrné grafiky, proto nese v názvu „max“ a přídavek „s“ u „3d“ znamená studio. 3ds Max původně začínal jako program, pro počítače DOS, který navrhl Gary Yost, v devadesátých letech minulého století. Nejprve se jednalo o náhradu za zastaralý 3D renderovací balíček AutoShade od téže společnosti. Koncem roku 1990 vyšla první plnohodnotná verze s názvem Autodesk 3D studio a během několika let se Autodesk 3ds Max stal tím, čím ho známe dnes tj. profesionálním designovým softwarem. Používá se v celé řadě odvětví průmyslu od architektury přes stavebnictví až po inženýrské práce. Modely a efekty vytvořené tímto programem se dostaly do známých filmů, jako jsou například Avatar nebo Mad Max.

Mezi klady softwaru patří především možnost programování a přizpůsobení pomocí skriptovacího jazyka samotného programu, známého jako maxscript. Je poměrně snadné se naučit s tímto jazykem pracovat a vytvářet vlastní skripty s neuvěřitelnými efekty a výsledky. Obecně platí, že Autodesk Maya se zaměřuje především na animace, zatímco 3ds Max je nejlepší pro modelování.

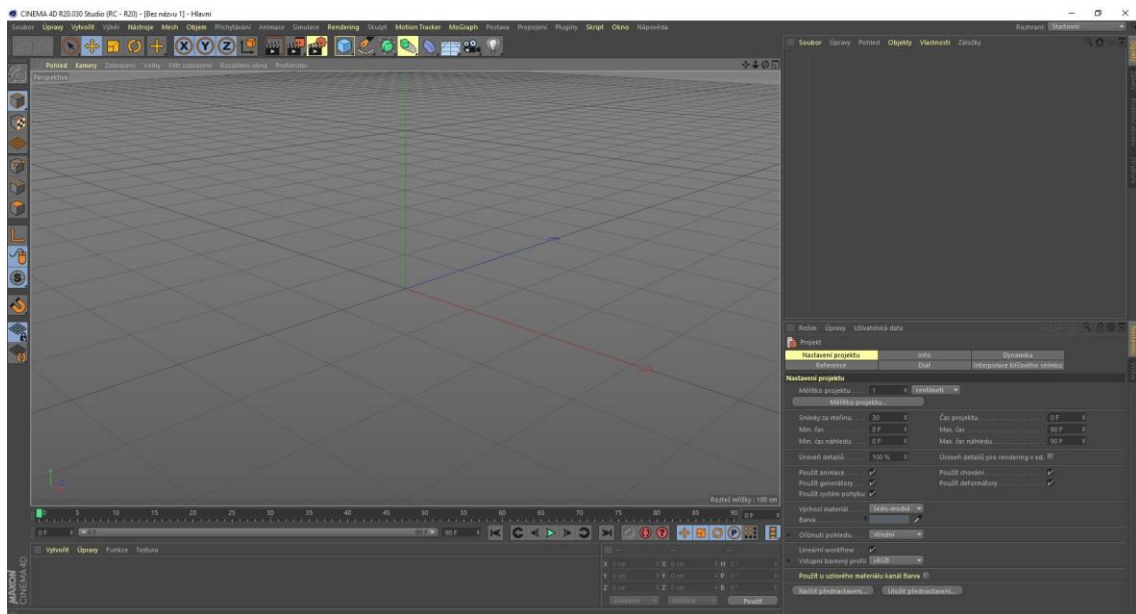
Stejně jako u programu Maya se i u 3ds Maxu objevují občasné problémy s integritou do ostatních aplikací Autodesku, u kterých může docházet k obtížím s kompatibilitou, které vyžadují funkci mnoha zásuvných modelů. Další nevýhodou je možnost instalace pouze na počítače s operačním systémem Windows. Také cena není zcela přívětivá pro běžného uživatele. Oba produkty jak 3ds Max, tak Maya mají stejnou cenu. Poslední z nevýhod je poměrně častá nestabilita programu při práci, v porovnání s jinými 3D softwary. (Autodesk, 2019) Obrázek 9 demonstruje uspořádání oken a nástrojů v prostředí programu 3ds Max.



Obrázek 9 - Prostředí programu 3ds Max

### 3.4 Cinema 4D

Cinema 4D je program od německé společnosti MAXON, která má již 32leté zkušenosti s vývojem softwaru pro tvorbu trojrozměrné počítačové grafiky. Původ programu pochází již z osmdesátých let 20. století, kde se jeho funkce využívaly na tehdy výkonných počítačích Amiga. Výjimečným dělá program jeho modularita, díky které si každý uživatel může stáhnout moduly, které bude ke své práci potřebovat. Používání Cinemy 4D je ve skutečnosti velmi snadné. I méně zkušený uživatel je schopný po chvilce učení vytvořit velice kvalitní a zajímavý trojrozměrný objekt. Software disponuje velkým množstvím nástrojů, které zjednodušují práci a zároveň nabízí nespočetný rozsah možností. Díky těmto nástrojům může uživatel vymodelovat téměř cokoli. Je zde možnost pracovat jak s procedurálním, tak i polygonálním modelováním, upravovat objekty, animovat, zasazovat do scény světla a stíny, textury a v neposlední řadě výsledky práce vyrenderovat. Zajímavou výhodou je technologie nového způsobu renderování známá jako Team Render, díky které se celkový potřebný čas pro vykreslení scény výrazně snižuje. Tato metoda umožňuje složité výpočty, které musí procesor (či grafický procesor) provést, rozložit či dokonce přenést na více počítačů zapojených v síti. Dalším benefitem je vysoká stabilita programu. Na Obrázku 10 je možné vidět prostředí softwaru Cinema 4D.

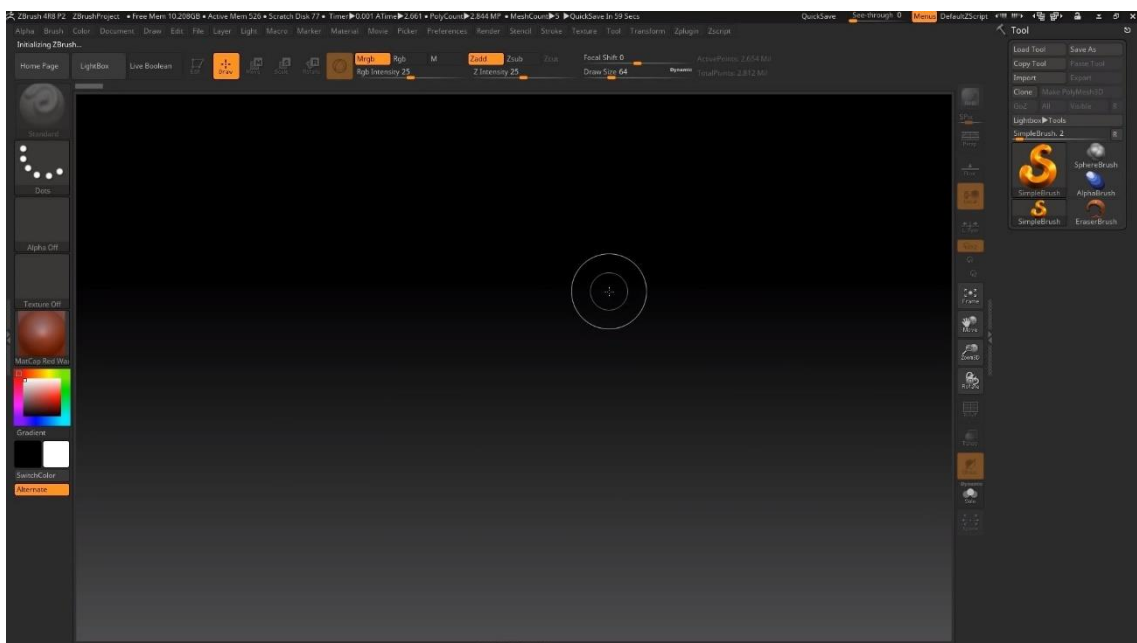


Obrázek 10 - Prostředí programu Cinema 4D

Mezi hlavní nevýhody programu patří, jako u většiny ostatních, jeho vysoká pořizovací cena. Cinema 4D Studio je ale jedním z mála programů, který stále umožňuje koupi doživotní licence za 93 388 Kč. Při koupi dvou licencí, získá zákazník slevu a každá ho vyjde na 84 059 Kč. Trvalá licence programu má jednu nevýhodu, tou je nemožnost aktualizací. Proto zde nechybí ani možnost dokoupení upgradu na nejnovější verzi za 23 353 Kč. V případě potřeby je možné si zakoupit časově omezené licence na tři měsíce za přibližně 15 000 Kč nebo na šest měsíců za necelých 30 000 Kč. Ve srovnání s konkurencí Cinema 4D nenabízí tak propracované nástroje a pracovní prostředí, ale rozdíly jsou minimální a běžný uživatel si jich ani nevšimne. (Cinema 4D, 2018)

### 3.5 Zbrush

Zbrush je 3D designový nástroj, který pracuje se speciálními stavebními bloky zvanými pixoly. Podobně jako pixely mají tyto datové body souřadnice X, souřadnice Y a informace o barvě a materiálu, ale protože jsou ve 3D, mají také souřadnice Z. Tyto stavební bloky jsou důvodem, proč je Zbrush speciálně vyzdvihován pro svou uměleckou funkčnost. Na rozdíl od mnoha jiných softwarových balíčků pro 3D modelování je Zbrush racionalizován pro čistě umělecké sochařství. Tento záměr je vidět i na samotném prostředí programu (viz Obrázek 11).



Obrázek 11 - Prostředí programu Zbrush

Jak je již zmíněno výše, tak Zbrush je jedním z prvních programů, které jsou určeny spíše pro umělce než pro grafiky. Zbrush je schopný manipulovat s velkým množstvím pixelů, díky tomu je ideální pro velice detailní objekty. Systém nástrojů umožňuje úplnou kontrolu nad vytvářeným objektem, díky které je zde mnoho prostoru pro kreativitu. Velká uživatelská komunita, kterou má Zbrush od svých počátků, znamená, že pro program existuje i velké množství již hotových objektů ke stažení. Zatímco licence Zbrush je poměrně drahá (viz níže), od jejího vzniku došlo k bezplatnému upgradu, který tento software udržuje na vrcholu ve svém oboru.

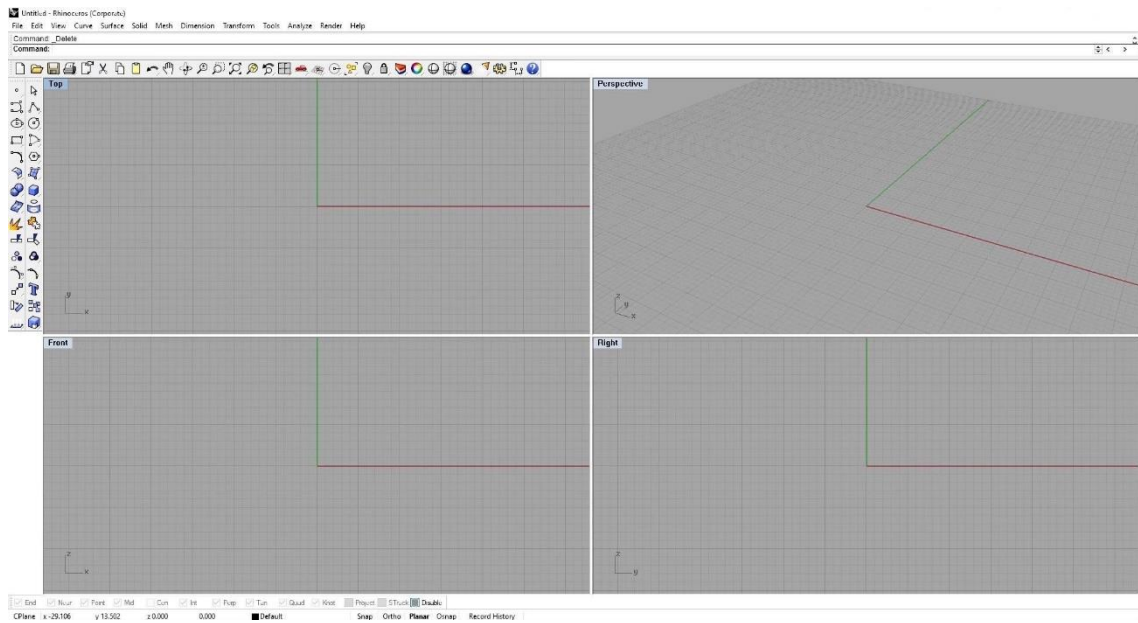
Nevýhodou způsobenou specializací Zbrush je rozdílné prostředí a nástroje. Stejně jako u jiných programů je zapotřebí čas, aby se uživatel zorientoval ve všech možnostech a funkcích, které software nabízí. Trochu těžkopádné je ovládání kamery a řízení pohledu na modelovaný objekt, to se také odráží při obtížích s renderováním, a proto se velice často využívají externí renderovací moduly. Program umožňuje také animaci objektů, ale jeho primární určení je spíše směřované na „sochařskou“ modelaci objektů. Co se ceny týče, tak je možné získat doživotní licenci za 895 dolarů. (Pixologic, 2019)

### **3.6 Rhinoceros 3D**

Rhinoceros 3D nebo Rhino 3D je velmi všestranný trojrozměrný modelovací software. Může vytvářet, analyzovat, upravovat, animovat, vykreslovat, dokumentovat a překládat polygonové sítě, tělesa, plochy, a dokonce umožňuje práci s křivkami NURBS. Program obsahuje mnoho nástrojů, kterými běžně disponují dražší softwary. Rhinoceros byl navržen tak, aby byl kompatibilní s celou řadou návrhových, kreslicích, inženýrských, analytických a renderovacích softwarů. Lze jej použít společně s animačním a ilustračním programem, což představuje řadu nových možností. Pro uživatele systému Windows funguje Rhino 3D jako vývojová platforma pro mnoho různých modelových produktů, díky čemuž se stává ještě více univerzálnějším. (Cadculture, 2015)

K použití programu Rhino 3D není potřeba žádného speciálního hardwaru. Aplikace je plynulá i na běžném notebooku či osobním počítači. Je relativně cenově dostupná bez nutnosti poplatků za údržbu. Rhinoceros 3D je k dispozici na dva nejběžnější

operační systémy. Jeho cena se liší v závislosti na tom, o jakou distribuci systému se jedná. Trvalá licence pro Windows stojí 995 euro, zatímco pro mac OS vyjde na 695 euro. V případě potřeby upgradu ze staré verze je nabízena přibližně poloviční cena. (Rhinoceros, 2019) Na Obrázku 12 je znázorněné prostředí programu Rhinoceros 3D.



Obrázek 12 - Prostředí programu Rhinoceros 3D

### 3.7 Závěrečné shrnutí

Tabulka 1 - Shrnutí základních informací softwarů pro 3D grafiku

Program	Blender	Maya	3DS Max	Cinema 4D	Zbrush	Rhino
Společnost	Open-source	Autodesk	Autodesk	MAXON	Pixologic	McNeel
Rok vydání	2002	1998	1990	1990	1999	1998
Klíčové vlastnosti	Interaktivní pokrývání texturami	Motion-capture, NURBS modelování, vrstvy	Skriptovací jazyk, explicitní editační nástroje	Procedurální a polygonové modelování, přívětivé prostředí	Upravitelné nástroje, sochařské vrstvy	NURBS modelování
Vhodné pro	Animace, nezávislé projekty	Animace a vizuální efekty	Modelování a kostry	Modelování a animace	Vysoce polygonové modelování	Modelování
Cena	ZDARMA	\$ 1545/rok	\$ 1545/rok	€ 1600	\$ 895	€ 995

## 4 SketchUp

### 4.1 Historie

Program SketchUp byl původně vyvíjen, tehdy začínající, společností z Colorada nesoucí název @Last Software, již v roce 1999. Spoluzakladateli této společnosti byli Brad Schell a Joe Esch. První verze SketchUpu (SketchUp v.1) vstoupila poprvé na trh v srpnu 2000. Hlavním cílem vývojářů bylo vytvořit univerzální program pro tvorbu trojrozměrné počítačové grafiky, který bude mít jednoduché a intuitivní ovládání nástrojů a orientaci v prostředí. Za několik málo měsíců po vydání získal SketchUp ocenění, na výstavě pořádané společností Digital Media Net na podzim roku 2000, za nejlepší představenou novinku ve své kategorii.

S rostoucím počtem uživatelů a popularitou programu společnost @Last Software pokračovala ve vývoji svého díla. Jejich dalším cílem bylo umožnit svým zákazníkům vkládat své vlastní modely do aplikace Google Earth. Za tímto účelem oslovili vývojáři z @Last Software společnost Google. Ze vzájemné spolupráce vzešel speciální plugin, který umožňoval kompatibilitu s aplikací Google Earth. Díky této kooperaci měla firma Google možnost seznámit se se samotným programem SketchUp. Společnosti Google se program SketchUp velice zalíbil, a proto ho 14. března 2006 odkoupila společně s přibližně 70 zaměstnanci, za dosud nezveřejněnou částku. Ještě před samotným odkoupením byl SketchUp prodáván za necelých 500 dolarů (\$ 495). Po přechodu všech práv na Google se společnost rozhodla vydat odlehčenou verzi aplikace dostupnou zcela zdarma všem zájemcům. Plnou verzi pro profesionální účely ponechal Google stále za původní cenu. Bezplatná verze měla méně funkcí v porovnání s tou profesionální, avšak nástroj pro nahrávání vlastních modelů do aplikace Google Earth a přístup do galerie trojrozměrných objektů nechyběl (Google Warehouse).

SketchUp vydržel ve vlastnictví Googlu necelých šest let, jelikož ho 1. června 2012 odkoupila společnost Trimble Navigation, nyní známá jako Trimble Inc. Tato změna prospěla především nezávislým vývojářům z řad klasických uživatelů, kteří dostali více prostředků k rozšíření samotné aplikace SketchUp. Vznikl tak tzv. Extension Warehouse, který slouží jako cloudové úložiště pro sdílení a stahování pluginů a různých rozšíření. (Scan2cad, 2018)



## 4.2 Základní verze

V následující tabulce (viz Tabulka 1) se nachází seznam všech základních verzí programu SketchUp od první verze vydané společností @Last Software až po tu současnou. Tabulka je převzata z internetové stránky scan2cad.com.

Tabulka 2 - Přehled hlavních vydaných verzí programu SketchUp

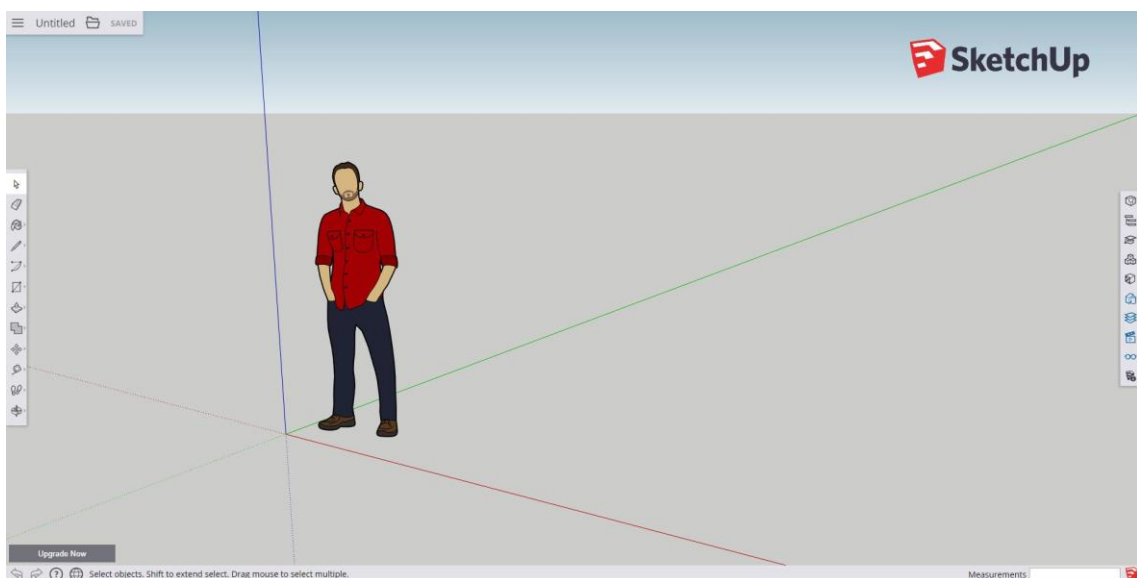
<b>Rok vydání</b>	<b>Název programu</b>	<b>Majitel licence</b>
2000	SketchUp v.1	@Last Software
2002	SketchUp v.2	@Last Software
2003	SketchUp v.3	@Last Software
2004	SketchUp v.4, SketchUp v.5	@Last Software
2006	Google Warehouse	Google
2007	SketchUp v.6, LayOut (beta verze)	Google
2008	SketchUp v.7, LayOut v.2	Google
2010	SketchUp v.8, LayOut v.3	Google
2013	SketchUp v.2013, LayOut v.2013, Extension Warehouse	Trimble Inc.
2014	SketchUp v.2015	Trimble Inc.
2015	SketchUp Make v.2015, SketchUp Pro v.2015	Trimble Inc.
2016	SketchUp Make v.2016, SketchUp Pro v.2016	Trimble Inc.
2017	SketchUp Make v.2017, SketchUp Pro v.2017	Trimble Inc.
2018	SketchUp Pro v.2018	Trimble Inc.

### 4.2.1 SketchUp Make

SketchUp Make je bezplatná verze aplikace SketchUp, kterou vydala společnost Trimble Inc. v roce 2013. Tato distribuce je dostupná nejen pro domácí a osobní použití, ale i pro vzdělávací účely. Uživatelé začínají 30denní zkušební verzí aplikace SketchUp Pro. Po vypršení tohoto časového období mohou uživatelé souhlasit s výzvou k přijetí smluvních podmínek, aby mohli nadále používat aplikaci SketchUp Make zdarma. Bohužel však Trimble, od listopadu 2017, přestal vydávat další verze programu SketchUp Make, což nutilo uživatele k přechodu na aplikaci SketchUp Free. (Scan2cad, 2018)

### 4.2.2 SketchUp Free

SketchUp Free byl vydán v listopadu 2017 jako webová aplikace SaaS (Software as a Service). Aby bylo možné aplikaci používat, musí se uživatelé přihlásit pomocí účtu Trimble nebo účtu Google. S aplikací SketchUp Free mohou uživatelé vytvářet různé 3D modely a ukládat je buď do cloudového úložiště, lokálně jako nativní soubor SKP, nebo exportovat jako soubory STL. Vzhledem k tomu, že je tato verze zcela zdarma, nedisponuje tolika funkcemi a možnostmi jako placená verze PRO.



Obrázek 13 - Prostředí webové aplikace SketchUp Free

SketchUp je tak dostupný téměř na každém zařízení, které umožňuje používat většinu moderních webových prohlížečů. Na Obrázku 13 je možné vidět prostředí webové aplikace. Díky tomu, že se jedná o webovou aplikaci, nemusí se tak uživatel starat o stahování nejnovější verze, protože vše je aktualizováno automaticky. Funkce známá jako Trimble Connect umožňuje uživatelům sdílet a využívat modely online. To znamená, že uživatelé mají přístup ke svým modelům kdekoli, kdykoliv a na jakémkoli zařízení. Jejich projekty se ukládají automaticky, tudíž se nemusí obávat ztráty své práce, v případě výpadku systému. Projekty jsou po opětovném spuštění připraveny k otevření a pokračování práce na nich. Díky sdílení přes Trimble Connect si mohou lidé prohlížet objekty ostatních uživatelů, komentovat je, a dokonce na nich provádět úpravy. (Scan2cad, 2018)

### **4.2.3 SketchUp Pro**

Na rozdíl od předchozích distribucí programu je SketchUp Pro placený. Ještě před několika lety bylo možné získat licenci profesionální verze formou jednorázové platby ve výši 695 dolarů. Bohužel však společnost Trimble Inc. od tohoto způsobu pořízení upustila a inspirovala se konkurenčními softwary, které poskytují časově omezenou licenci za pravidelný poplatek. Tyto poplatky jsou většinou měsíční nebo roční, v případě SketchUp pro se jedná o roční platbu ve výši 299 dolarů. (SketchUp, 2019b) V dnešní době se také jedná o jediný možný způsob, jak získat nejaktuálnější verzi programu a mít ji fyzicky nainstalovanou na disku počítače. Někteří uživatelé totiž preferují mít SketchUp přímo na ploše na rozdíl od prohlížeče.

Hlavními benefity této verze je neomezený prostor na cloudovém uložení, možnost vytvářet vlastní pokročilé styly a materiály (textury) a možnost prohlédnout si projekt zcela novým způsobem za pomoci headsetu pro virtuální realitu. Součástí verze PRO je také program LayOut, kterému je věnována kapitola 4.2.4. (Scan2cad, 2018)

#### **4.2.4 LayOut**

Při prezentaci projektů klientům nebo členům týmu jsou dvourozměrné výkresy nejjednodušším způsobem, jak sdělit detail a záměr návrhu. LayOut promění modely SketchUpu na diagramy, výkresy, prezentace, a dokonce i zmenšené výtisky. Uživatel může začít pracovat na projektu v aplikaci SketchUp. Poté, co objekt vytvoří, tak ho může odeslat do aplikace LayOut, kde lze následně přidat kóty, štítky a mnoho dalšího. Skutečná síla LayOutu spočívá v jeho schopnostech synchronizace. Veškeré úpravy, které jsou prováděny ve výkresu aplikace SketchUp, budou okamžitě aktualizovány v dokumentu LayOut. Dokončený projekt může být exportován jako PDF dokument, který lze následně použít pro jiné účely. Při správném použití by se LayOut mohl stát důležitým aspektem pracovního postupu návrhu. (Scan2cad, 2018)

#### **4.2.5 Warehouse**

Warehouse 3D je jedním z nejlepších zdrojů modelů v nabídce aplikace SketchUp. Jedná se o sdílené cloudové úložiště, do kterého uživatelská komunita přispívá svými výtvoři. Uživatelé pak mohou poskytnout zpětnou vazbu či si dané objekty stáhnout a použít do svého projektu. Služba 3D Warehouse je k dispozici zcela zdarma přímo skrze okno v samotném programu SketchUp. Další možností přístupu je skrze internetový prohlížeč. (Scan2cad, 2018)

#### **4.2.6 Extension Warehouse**

Extension Warehouse poskytuje rozšíření nebo plug-iny vyvinuté pro SketchUp. Tato rozšíření umožňují uživatelům přidat do aplikace SketchUp speciální funkce jako je například kreslení nebo nastavení pro 3D tisk. Rozšíření je možné snadno vyhledat podle názvu nebo podle možnosti použití. Po rozkliknutí každého rozšíření, je možné zobrazit popis produktu a recenze od ostatních uživatelů, kteří si ho již stáhli. Rozšíření mohou být velmi užitečná při provádění časově úsporných úkolů. Můžete například použít zásuvný modul, který kontroluje a opravuje pevné látky pro 3D tisk. Všechna rozšíření umístěna na Extension Warehouse podléhají kontrole kvality a funkčnosti samotnými vývojáři SketchUpu. (Scan2cad, 2018)

### 4.3 Hardwarové nároky

K samotnému spuštění nepotřebuje uživatel nijak zvlášť výkonný počítač. Na standardy dnešní doby si vystačí i s téměř běžným hardwarem. Minimální požadavky, které program na počítač klade jsou jedno jádrový procesor o taktu 1 GHz, 4 GB operační paměti, 500 MB volného místa na disku a v neposlední řadě grafickou kartu s pamětí alespoň 512 MB a podporou grafických knihoven OpenGL 3.0 nebo vyšších. Aby měl uživatel naprostou jistotu, že mu aplikace poběží bez obtíží, měl by jeho počítač či notebook splňovat doporučené hardwarové požadavky. Ty vyžadují procesor s taktom 2 GHz, 8 GB operační paměti a grafickou kartu s velikostí paměti alespoň 1 GB. (SketchUp, 2018)

### 4.4 Stažení a instalace

Jak je již zmíněno výše, tak nejaktuálnější verzi programu SketchUp v dnešní době není možné stáhnout a nainstalovat do počítače zdarma. Na oficiálních stránkách společnosti se tedy nachází pouze 30denní zkušební verze SketchUp Pro a odkaz na webovou aplikaci SketchUp Free. Pokud uživatel preferuje instalaci na pevný disk, tak může využít zkušební verzi, která po vypršení znemožní další použití programu a je zapotřebí koupit plnou licenci. V případě, že uživatel chce využívat bezplatné verze a nevádí mu práce přímo v internetovém prohlížeči, vystačí si se SketchUpem Free. Existuje však možnost, jak získat oficiální verzi SketchUpu do svého počítače zcela zdarma. Jedná se o poslední aktualizaci SketchUp Make z roku 2017, kterou je stále možné stáhnout z přidružené webové stránky<sup>2</sup> online nápovědy k programu. (SketchUp, 2019a) Veškeré následující informace, ukázky a práce budou demonstrovány na právě zmíněné verzi aplikace SketchUp Make 2017.

Na stránce je k dispozici pouze 64bitová verze s podporou pro operační systém Windows a Mac OS. Po výběru varianty aplikace se začne stahovat instalační soubor o velikosti necelých 150 MB. Spuštěním instalace proběhne rozbalování stažených dat (viz Obrázek 14). Následně se zobrazí dialogové okno, s informací o potřebě instalace dodatečného balíčku knihoven s názvem Visual C++ "14" Runtime

---

<sup>2</sup> <https://help.sketchup.com/en/downloading-older-versions>

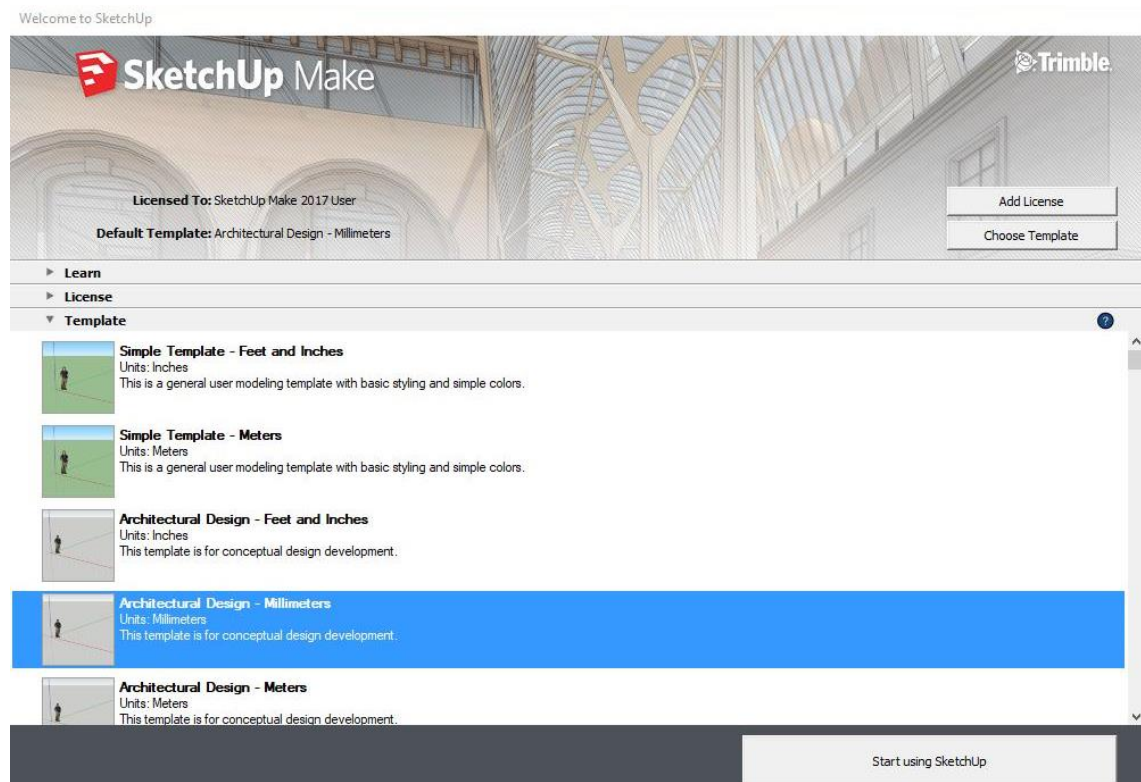
Libraries (x64). Kliknutím na tlačítko s nápisem instalovat, odsouhlasí uživatel stažení knihoven a může přejít k instalaci programu SketchUp Make, kde si zvolí buď primární umístění na disk nebo zadá vlastní cestu.



Obrázek 14 - Rozbalování stažených dat

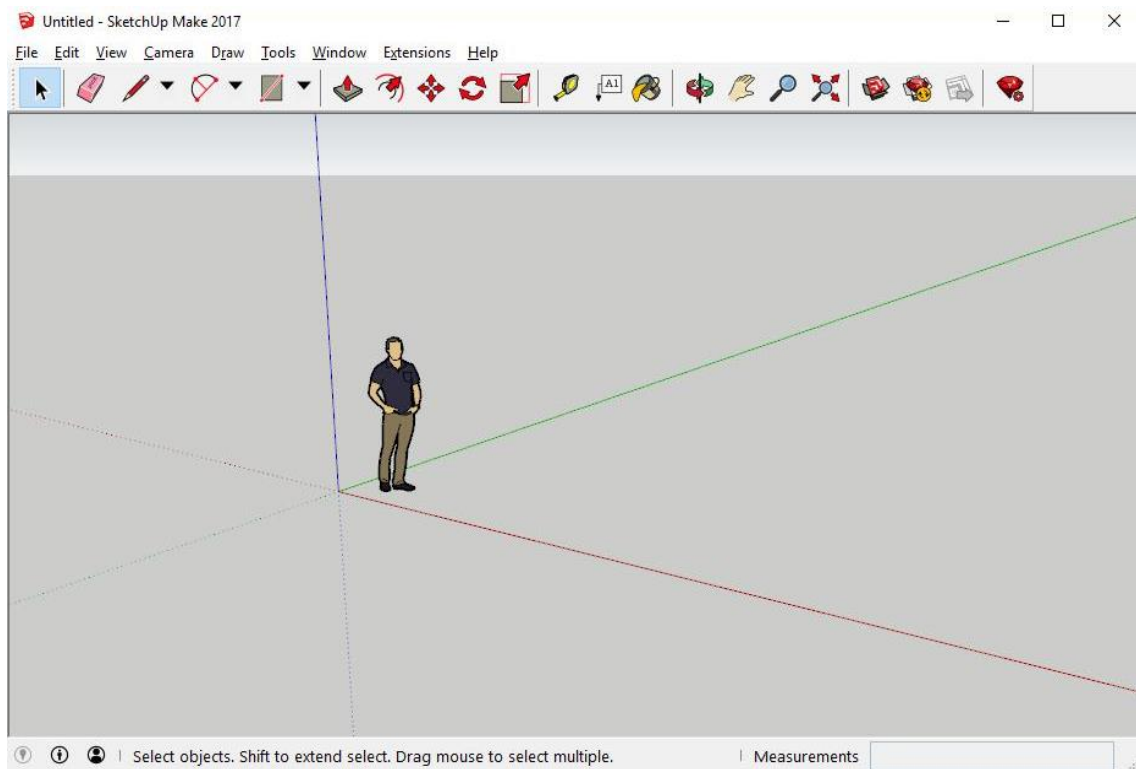
## 4.5 Prostředí programu SketchUp Make 2017

Po spuštění programu se nám zobrazí okno s názvem a verzí aplikace, ve kterém je možné vidět typ licence či přidat novou. Nachází se zde také záložka s názvem „Template“, v níž lze nastavit jednotky s nimiž budeme následně pracovat. Jak je možné vidět na Obrázku 15, v našem případě jsme zvolili kartu s milimetry. Po stisknutí tlačítka „Start using SketchUp“ se spustí okno programu.



Obrázek 15 - Úvodní okno programu SketchUp

Samotné prostředí aplikace SketchUp se skládá ze čtyř hlavních částí. Nejvíce prostoru na obrazovce zabírá pracovní plocha, na které se nachází všechny tři souřadné osy a postava muže. Nad touto plochou se nachází nejspíše nejdůležitější část pro tvorbu, a tou je panel s nástroji, který je podrobněji popsán v kapitole 4.6. V horní části okna jsou umístěny záložky s možnostmi pro ukládání souboru, podrobnější nastavení scény a mnoho dalšího. V pravém dolní rohu je okénko, které zobrazuje aktuální rozměry daného objektu. Všechny tyto části prostředí jsou vidět na Obrázku 16.



Obrázek 16 - Prostedí programu SketchUp

## 4.6 Základní nástroje a jejich funkce

V této podkapitole si představíme a popíšeme základní nástroje, kterými disponuje program SketchUp. Téměř všechny nástroje mají jednoduché a intuitivní ovládání, se kterým se uživatel zajisté brzy naučí pracovat. Pomocí těchto nástrojů je však možné vytvořit i velice komplexní projekty a detailní objekty. Tabulka 2 obsahuje přehled klávesových zkratk pro rychlou volbu základních nástrojů.

Tabulka 3 - přehled základních klávesových zkratk

Název	Český překlad	Klávesová zkratka
Select	Výběr	Mezerník
Eraser	Guma	E
Line	Čára	L
Arc	Oblouk	A
Rectangle	Obdélník	R
Circle	Kruh	C
Push/Pull	Tlačit/táhnout	P
Offset	Odsazení	F
Move	Přesunout	M
Rotate	Rotace	Q
Scale	Velikost	S
Tape Measure Tool	Metr	T
Paint Bucket	Plechovka s barvou	B
Orbit	Kroužení	O
Pan	„Panorámování“	H
Zoom Extents	Zvětšit	Shift + Z

#### 4.6.1 Select

Prvním a zároveň nejzákladnějším nástrojem je „Select“. Díky němu můžeme vybrat nebo označit libovolnou položku ze scény. Při výběru jednoho objektu stačí na něho pouze kliknout levým tlačítkem myši. V případě potřeby označení více objektů musíme při výběru stisknout a držet klávesu Shift nebo Ctrl. Využití klávesy Shift umožňuje, na rozdíl od Ctrl, zvolené objekty z výběru odebírat opětovným kliknutím. Pokud potřebujeme označit objekt složený z většího počtu částí a nechceme klikat na každou z nich zvlášť, stiskneme levé tlačítko myši a pomocí výběrového pole označíme vše najednou. Rozdíl však nastává ve směru tahu, kterým objekty označujeme. Tahem zleva doprava jsou označeny pouze objekty, které jsou vybrány celé a ostatní nikoli. Naopak zprava doleva vybereme všechny objekty, jenž se alespoň z části nacházejí ve výběrovém poli.

#### 4.6.2 Eraser

„Eraser“ znamená v překladu guma, a přesně k tomu tento nástroj slouží. Pomocí kliknutí můžeme odstranit hranu útvaru, či celý objekt z pracovní plochy. Kliknutím a následným tažením je možné odebrat více prvků najednou. Tímto nástrojem bohužel není možné vymazat samotné plochy, ale v případě odstranění alespoň



jedné hrany, která danou plochu definuje, zmizí plocha společně s ní. Pokud potřebujeme odebrat pouze konkrétní plochu, musíme ji označit nástrojem „Select“ a následně stisknout klávesu Delete.

### 4.6.3 Lines

Další nástroj nám nabízí rovnou dvě funkce („Line“ a „Free hand“). Využitím „Line“ můžeme kreslit rovné čáry a díky nim vytvářet vlastní objekty. Samotné použití je velice jednoduché. Kliknutím umístíme počáteční bod, dalším stisknutím myši zvolíme další bod, který se s tím předchozím propojí a vytvoří úsečku. Takto můžeme libovolně pokračovat, dokud nezrušíme použití nástroje klávesou Escape. Jestliže chceme vytvářet čáry rovnoběžné s osami, musíme pozici čáry nasměrovat, tak aby se zabarvila stejnou barvou jako požadovaná osa. Následným stisknutím a držením klávesy Shift se její pozice dočasně uzamkne a umožní posouvání pouze po dané ose. V případě uzavření lomené čáry, ležící v jedné rovině, se vyplní daný n-úhelník plochou. Druhý nástroj s názvem „Free hand“ je vhodný pro kreslení čáry od ruky, díky které můžeme získat útvary nepravidelného tvaru. Naprostá volnost kreslení však znesnadňuje orientaci ve třech rozměrech a je tím pádem vhodnější spíše pro využití ve dvou rozměrech.

### 4.6.4 Arcs

Balíček nástrojů „Arcs“ slouží pro tvorbu oblouků. Máme zde na výběr z více možností, jak oblouk definovat. Při použití první, z celkem čtyř možností, si zvolíme střed a počáteční bod budoucího oblouku. Poté si díky úhloměru zvolíme požadovaný úhel a tím vytvoříme koncový bod. Druhou metodou vytvoříme kruhový oblouk pouze pomocí určení počátečního a koncového bodu a následným natažením oblouku na stranu. Třetí způsob je velice podobný tomu druhému s rozdílem toho, že volíme počáteční bod, poté bod, kterým má daný oblouk procházet a v poslední řadě bod koncový. Poslední z balíčku nástrojů „Arcs“ je funkce „Pie“, díky které je možné vytvářet kruhové výseče. Princip práce je obdobný jako u prvního způsobu, až na to, že nástroj „Pie“ vytvoří kromě samotného oblouku také hrany výseče společně s její výplní.

#### 4.6.5 Shapes (Polygon)

Pomocí nástrojů obsažených v položce „Shapes“ můžeme vytvářet základní geometrické útvary, tj. obdélník, popřípadě čtverec, kruh a pravidelné n-úhelníky. Obdélník sestrojíme volbou nástroje „Rectangle“. Kliknutím umístíme počáteční bod obdélníka a následným tažením myši přes jeho úhlopříčku zvolíme koncový bod, a tím tak určíme jeho velikost. V případě, že se jedná o čtverec, objeví se zvýrazněná úhlopříčka s nápisem square. Druhou možností, kdy se úhlopříčka zvýraznění je, že se jedná o obdélník, jehož strany jsou v poměru zlatého řezu. U obou těchto případů je možné uzamknout poměr stran pomocí klávesy Shift. Nástroj „Rotated rectangle“ umožňuje konstrukci obdélníka s předem daným sklonem. Nejprve zvolíme rozměry jedné strany a poté zvolíme velikost druhé strany a úhel, který bude obdélník svírat s půdorysnou. V případě použití nástroje „Circle“ je možné vytvořit kruh, zadaný pouze středem a jeho poloměrem. U tohoto nástroje je patrné, že čím je kružnice větším, tím více je vidět, že se ve skutečnosti jedná o pravidelný dvacetičtyřúhelník. Poslední funkcí z balíčku „Shapes“ je tvorba polygonů, tedy pravidelných n-úhelníků. Po zvolení tohoto nástroje stačí napsat počet úhlů, nejvýše však 24, a potvrdit tuto volbu stisknutím klávesy Enter. Potom už jenom nastavíme velikost samotného útvaru.

#### 4.6.6 Push/Pull

„Push/Pull“ je nejspíše jedním z nejznámějších a nejpoužívanějších nástrojů, které se využívají pro práci v prostředí programu SketchUp. Převážně díky tomuto nástroji se SketchUp stal zcela unikátní aplikací s velice jednoduchým a intuitivním ovládáním. (Roskes, Dewitt, 2005)

Touto funkcí je možné vytlačovat plochu a tím tak protahovat hrany a přesouvat plochy. Při práci s tímto nástrojem stačí pouze kliknout na plochu, se kterou chceme hýbat. Ta se automaticky zvýrazní tečkami a lze s ní pohybovat pouze jedním směrem. Pomocí „Push/Pull“ můžeme vytvářet také výdutě a otvory v jiných objektech.

### **4.6.7 Offset**

Tento nástroj slouží k rychlému odsazení hran od okrajů. V podstatě vytvoří jednotnou kopii hrany objektu a usadí ji do stejné plochy s konstantní vzdáleností od původní hrany. Nejprve zvolíme hranu, se kterou chceme pracovat a následně posuneme kurzor do libovolné vzdálenosti od ní. Dalším kliknutím odsazenou kopii hrany umístíme.

### **4.6.8 Move**

„Move“ slouží ke změně polohy objektu v trojrozměrném pracovním prostoru. Můžeme pohybovat buď s jednotlivými částmi objektu, tj. hranami a stěnami nebo s celými komponenty scény. Posouvání je možné provádět pouhým uchycením objektu a následným tažením v libovolném směru či po jedné z os.

### **4.6.9 Rotate**

Otáčet objekty je možné ve všech směrech. Výběrem nástroje „Rotate“ se nám kurzor změní na úhломěr. Umístěním tohoto úhломěru přímo na objekt je následně možné určit počátek stupnice a úhel otočení. Nyní stačí buďto kliknout a tím uskutečnit rotaci na pozici kurzoru nebo velikost úhlu zadat přímo a potvrdit klávesou Enter. Také je možné nejprve označit daný objekt a úhломěr umístit kamkoli do pracovního prostoru scény. Tím se nám ukotví bod, který bude středem dané rotace a následným otáčením objektu provádíme rotaci podle středu.

### **4.6.10 Scale**

Označením objektu a následnou volbou nástroje „Scale“ se nám zobrazí kotevní body, díky kterým je možné modifikovat velikost či měnit rozměry již hotového trojrozměrného objektu. Všechny tyto kotevní body jsou pravidelně uspořádány okolo celého 3D útvaru a tvoří jakýsi mřížovitý obal. Tento obal je složen z 26 bodů, které jsou umístěny na všech vrcholech a středech stěn. Vybráním a kliknutím na daný bod se následně propojí s bodem protějším a tím umožní deformaci prostoru mezi nimi. Veškeré modifikace s body ležícími na rozích obalu vedou ke změně velikost objektu beze změny poměru všech hran.

#### **4.6.11 Tape Measure Tool**

Čas od času se nám stane, že potřebujeme změřit vzdálenost mezi již usazenými objekty. K tomu slouží nástroj „Tape Measure Tool“, tj. metr. Levým kliknutím myši zvolíme počáteční bod měření a následným tažením určíme koncový bod. Výsledná vzdálenost mezi těmito body je zobrazena v pravém dolním rohu. Během měření se nám vytvoří pomocná přímka, která slouží jako ukazatel vzdálenosti.

#### **4.6.12 Text a 3D Text**

V případě potřeby vložení krátkého popisku či poznámky použijeme nástroj „Text“. Kliknutím vybereme bod na hraně, ploše či celém objektu a následným tažením myši zvolíme vzdálenost textového okna od vybraného bodu. Když přichytíme popisek k hraně, tak se v textovém poli zobrazí její délka. U vytvoření popisku k ploše se primární text nastaví na obsah plochy. Veškerý text je samozřejmě možné měnit v průběhu podle potřeby a nároků uživatele. Vložení trojrozměrného textu však nenalezneme na hlavním panelu nástrojů, ale v horní záložce „Tools“. Po zvolení 3D textu vyskočí dialogové okno s možnostmi podrobného nastavení fontu, hloubky či výplně. Trojrozměrný text se následně vytvoří jako samostatný objekt ve scéně, se kterým je možné nadále pracovat.

#### **4.6.13 Paint Bucket**

„Paint Bucket“ překládaný jako plechovka s barvou slouží k výběru barvy či textury a následnému obarvení ploch nebo celých objektů. Samotný program disponuje několika základními typy textur a celou paletou barev. Nacházejí se zde textury například pro dřevo, kov, kámen, vodu nebo sklo. Nechybí zde ani možnost vytvoření vlastní textury z importované fotografie. Pokud chceme zrušit či odstranit stávající texturu z objektu musíme ho přebarvit základní barvou s názvem „Default“.

#### **4.6.14 Nástroje Orbit, Pan, Zoom a Zoom Extents**

Následující čtveřice nástrojů slouží k pohybu a orientaci ve scéně. První z nich se jmenuje „Orbit“ a pomáhá s otáčením náhledu po orbitě, tedy po kruhových drahách. Další nástroj „Pan“ umožňuje přesouvání kamery, avšak její směr zůstane

stále nezměněný. „Zoom“ neboli lupa zajišťuje přiblížení či oddálení kamery od objektů. Poslední z nich, „Zoom Extents“, slouží k upravení vzdálenosti kamery, tak aby byly všechny objekty scény viditelné.

#### **4.6.15 Ostatní nástroje**

Tlačítko s názvem „3D Warehouse“ otevře okno, které nás odkáže na internetovou stránku sdíleného cloudového úložiště objektů 3D Warehouse. Další dva nástroje jsou přístupné pouze v Pro verzi programu. Jedná se o „Extensions Warehouse“ a „Layout“, které jsou popsány v kapitole 4.2. Poslední nástroj, který v panelu nalezneme je „Extension Manager“. Ten slouží k přehledu a správě všech stažených rozšíření. Přes toto rozhraní můžeme instalovat či odinstalovat získaná rozšíření, aktualizovat již stávající nebo je pouze dočasně deaktivovat.

### **4.7 Shrnutí**

Program SketchUp je velice praktický nejen pro tvorbu trojrozměrných počítačových modelů. Jeho jednoduché a intuitivní ovládání je vhodné do výuky počítačové grafiky i na druhém stupni základní školy. V dnešní době škola zajisté také ocení dostupnost programu ve zcela bezplatné verzi. Tuto aplikaci je možné použít pro úvod do trojrozměrné počítačové grafiky. Díky SketchUpu si mohou studenti osvojit základní nástroje a práci ve třech rozměrech a tím získat všeobecný přehled o této problematice. V případě jejich zájmu či potřeb školy mohou studenti navázat na výuku s dalším programem pro 3D grafiku jako je například Blender.

Mezi nesporné výhody programu zajisté patří jeho jednoduchost, spousta modelovacích nástrojů a stabilní jádro programu. Noví uživatelé také ocení možnost stáhnout a použít již existující objekty vytvořené jinými lidmi z cloudového úložiště 3D Warehouse. Celá uživatelská komunita kolem této aplikace tvoří spousty návodů, které následně umísťuje na internet. Mezi asi nejznámější a nejrozšířenější zdroj těchto tutoriálů patří youtube.com. Dále také možnost stažení přídatných rozšíření a pluginů. Ačkoli má SketchUp mnoho benefitů, najdou se také i nějaké zápory, jak tomu je i u ostatních programů tohoto typu. Hlavní nevýhodou, dle mého názoru, je nemožnost výstupu projektu do vyrenderovaného bitmapového souboru. Avšak tento nedostatek můžeme kompenzovat externím renderovacím programem,

jako je například V-Ray nebo Alura Render. Přestože tyto rozšíření nahrazují nedostatek v základním programu, jedná se bohužel o placené doplňky, které v některých případech převyšují svou cenou i samotný SketchUp Pro. Další nevýhodou, která provází většinu programů pro modelování v trojrozměrném prostoru, je zvyšující se náročnost na hardware s rostoucím počtem a složitostí objektů. Konkrétně se to projeví například u vizualizace domu, kde máme vytvořené místnosti s nábytkem a bytovými doplňky. Potřeba ponechat všechny použité objekty v operační paměti klade na počítač vysoké nároky i v případě, že splňuje doporučené hardwarové nároky.

## 5 Výuka počítačové grafiky

### 5.1 Výuka grafiky na ZŠ

Během mého zkoumání mě velmi překvapila časová dotace věnovaná předmětu Informační a komunikační technologie (IKT). Podle standardů pro základní vzdělávání (NUV, 2013) by žáci základních škol na druhém stupni měli mít pouze jednu hodinu IKT týdně, a to v posledním ročníku. Zatímco v rámcovém vzdělávacím programu (MŠMT, 2017) není ročník ani počet hodin uveden. Podíval jsem se také do několika školních vzdělávacích plánů (ŠVP) základních škol v mém okolí a zjistil jsem, že opravdu mají žáci za dobu svého studia předmět Informatika pouze jednou. To, v jakém ročníku předmět mají se částečně liší podle školy. Například na ZŠ Javornická Rychnov nad Kněžnou mají žáci IKT v 6. ročníku (ZSJRK, 2017), zatímco na ŽŠ Masarykova Rychnov nad Kněžnou jej mají v 7. ročníku (ZSRYCHNOV, 2016). Také jsou školy jako například ZŠ Mandysova Hradec Králové, kde mají žáci IKT v 6. i 7. ročníku (MANDYSKA, 2018). Některé školy mají disponibilní hodiny, které mohou využít například pro navýšení hodin informatiky, ale toto rozhodnutí záleží na řediteli školy a ve většině případů tyto hodiny využije pro navýšení hodinové dotace základních předmětů, jako je matematiky či český jazyk.

Vzhledem k malému počtu hodin nezbyvá ve výuce informatiky dostatek prostoru na počítačovou grafiku či další zajímavá témata. Učitelé se snaží stihnout naučit žáky základní počítačové návyky pro správnou práci a elementární operace jako například vytváření a správu složek či souborů nebo elektronickou komunikaci přes email. V případě zájmu žáků je zařazení počítačové grafiky do výuky učitelem na základních školách možné, ale převážně je věnováno pouze základnímu programu Malování a úpravě obrázku pro vložení do textového editoru.

### 5.2 Výuka grafiky na SŠ

Výuku počítačové grafiky na středních školách RVP nijak specificky neurčuje. Jediná zmínka je na téma grafických editorů (NUV, 2014). Co se týká školních vzdělávacích plánů, tak zde je již větší variabilita podle zaměření a typu střední školy. Na Gymnáziu Františka Martina Pelcla v Rychnov nad Kněžnou mají studenti

výuku informatiky dvakrát týdně ve druhém a čtvrtém, tedy posledním, ročníku (GRK, 2016). Počítačovou grafikou se zabývají studenti až ve čtvrtém ročníku. Studenti se věnují především rastrové grafice, kde tvoří vlastní návrhy plakátů, upravují fotografie apod. Na Obchodní akademii T. G. Masaryka v Kostelci nad Orlicí mají studenti předmět IKT v každém ročníku po celou dobu svého studia. Na konci prvního ročníku se věnují problematice počítačové grafiky, ve které dělají základní úpravy fotografií. Na stejné škole je k dispozici také obor studia Informačních technologií, kde mají studenti ve druhém a čtvrtém ročníku přímo předmět s názvem Grafika na PC. V tomto předmětu se učí základy počítačové grafiky, upravují a retušují fotografie, tvoří koláže, a dokonce se věnují trojrozměrným programům, ve kterých tvoří vlastní modely a postavy a následně je tisknou na 3D tiskárně. (OAKOSTELEK, 2017)

Počítačová grafika zajisté patří a má své místo v učivu na střední škole. Převážně se sice jedná pouze o základní úpravy fotografií, ale tato problematika se studentům bude hodit i v běžném životě. Trojrozměrná počítačová grafika se vyučuje spíše na odborných středních školách. Popřípadě na gymnáziích v rámci volitelných předmětů. Velice záleží na typu školy ale i učiteli, zdali toto téma bude vyučováno. Přes všechny svá pozitiva je 3D grafika zařazena do výuky středních škol jen zřídka kdy.

### **5.3 Popis výuky programu SketchUp**

Tato kapitola se zabývá průběhem tří odučených hodin. Jako pozorovaný soubor jsem zvolil žáky dvou tříd 6. ročníku Základní školy Javornické v Rychnově nad Kněžnou. Náplní mého zkoumání je zařazení programu SketchUp do výuky a pozorování žáků při práci s tímto programem. Z důvodu lepšího porozumění žákům a neznalosti programu vyučující informatiky žáků jsem tyto hodiny odučil já. S každou zkoumanou třídou jsem absolvoval úvodní hodinu. Pro porovnání jsem měl navíc možnost v jedné třídě učit ještě navazující hodinu.

Zdejší škola nemá s výukou v programu SketchUp žádné zkušenosti, z tohoto důvodu jsem se výuky hodin s tímto programem ujal já sám. Před zahájením výuky bylo potřeba program nainstalovat. S tímto požadavkem se vyskytl první problém. Všechny volně dostupné verze programu SketchUp jsou 64bitové. V této škole,



ale fungují pouze 32bitové operační systémy, z tohoto důvodu bylo nutné sehnat verzi SketchUp, která by byla podporována zdejším operačním systémem. Nakonec se nám podařilo sehnat SketchUp 6, který je 32bitovou verzí a bylo možné ho nainstalovat do školních počítačů. Instalaci jsem provedl na společný disk, což se následně projevilo jako další komplikace. Z důvodu souběžného otvírání tohoto souboru na více počítačích docházelo ke zpomalení systému, především při spouštění byla prodleva opravdu výrazná.

### **5.3.1 Úvodní hodina ve třídě 6.A**

První hodina probíhala v 6.A při počtu 18 žáků. Na této škole jsem učil poprvé, z tohoto důvodu se mého uvedení do třídy ujal ředitel. V úvodu hodiny jsem se s žáky přivítal, představil se a vysvětlil důvod mé přítomnosti. Pak už jsem se pustil do výuky a žákům objasnil, co bude náplní této hodiny. Abych zjistil, na jaké úrovni jsou žáci a pro prolomení počátečních komunikačních zábran jsem formou diskuse zjišťoval, kteří žáci znají program SketchUp. Dva žáci o programu slyšeli, blíže ho ale nikdy neviděli, ostatní žáci o něm ani neslyšeli. Stručně jsem žákům představil program, především to, že se jedná o program pro práci s 3D grafikou, k čemu slouží, kde jej mohou najít a za jakých podmínek. Následně jsem přešel k aktivní práci s programem, žáci dostali pokyn, kde program najít a jak jej otevřít. Pozornost žáků byla poměrně slabá, několikrát jsem musel opakovat, kde program najít a jak jej otevřít. Několika žákům jsem musel dopomoci a ukázat, jak program otevřít. Většinu žáků se i přes mou snahu, program nechtěl spustit, patrně z důvodu přetížení disku popsaného výše. Po několika málo minutách se program spustil a mohli jsme přejít k seznámení se s prostředím. Hned v úvodu několik žáků zaujal pán, který se nachází na pracovní ploše v programu. Nechal jsem žáky chvíli rozjímat nad pánem a u toho jsem jim objasnil jeho funkci. Dále jsem žákům ukázal panel nástrojů, samotnou pracovní plochu, seznámil se souřadným systémem os x, y a z, vysvětlil jsem žákům, co osy znamenají a co nám ukazují. Představení programu jsem zásadně zkrátil, neboť bylo vidět, jak se žáci začínají pomalu nudit. Místo ukázky práce s programem, jsem přešel k samotnému zkoušení programu žáky. Prvním požadovaným úkonem bylo vytvořit obdélník. Tvorbu obdélníku jsem ukazoval na projektoru a u toho jsem popisoval postup. Žáci mě napodobovali a během několika vteřin měla většina na svých monitorech malý či větší obdélník.

Dalším úkolem bylo na tomto obdélníku vytvořit domeček. Základem domečku byl obdélník, který již měli všichni hotový. Na tomto obdélníku bylo třeba vztyčit stěny, které je třeba si nejprve označit. K tomuto úkonu lze využít nástroj metr. Práce s metrem činila žákům velké potíže, většina z nich tahala na opačnou stranu a nástroj nefungoval, jak bylo třeba. Činnost žáků jsem komentoval a ubezpečoval je, že nevádí, že se jim to na první pokus nedaří. Vysvětloval jsem, z jakého důvodu nástroj nedělá, co bychom chtěli a proč, to co chceme, děláme právě za pomoci tohoto nástroje. Po delším čase měli téměř všichni hotovo. Průběžně jsem procházel třídu a pomáhal těm, kteří potřebovali. Dalším krokem bylo oddělení zdí za pomoci nového obdélníku. Tato činnost šla žákům velice rychle a bez komplikací. Následně jsem představil nástroj vytažení, s jeho pomocí lze získat stěny domku, tak že se oddělené zdi vytáhnou nahoru. Tento nástroj se všem žákům velice líbil a nahlas projevovali své nadšení. Práci žáků jsem kontroloval procházením třídy. Vyskytli se žáci, kteří tahali za podlahu místo zdí, individuálně jsem tento problém řešil s každým, kdo potřeboval. Na domku chyběla už jen střecha, k její tvorbě byl třeba nástroj čára. Žáci museli posouvat kurzor po vnější hraně, kde se zvýraznil bod, který bylo třeba vytáhnout nahoru. Správně vytvořená čára byla modrá, toto zmodrání signalizovalo kolmost čáry k podlaze. Některým žákům čára nechtěla zmodrat, problémem byl většinou špatný pohled na domeček, který si žáci patrně v průběhu hodiny dokázali změnit. Řešení tohoto problému bylo tedy velice snadné. Následně stačilo již jen spojit čáru s krajními body stěny a vzniklo trojúhelníkové čelo domku. Tato činnost žákům opět příliš nešla, přecházel jsem po třídě, radil a pomáhal těm, kteří si nevěděli rady. Některým se stavba čela střechy podařila, a tak jsem je nechal ať zkusí střechu dodělat přes celý dům sami. Dostavění střechy bylo možné provést více způsoby. Vyskytlo se několik žáků, kteří si s úkolem poradili a vyřešili jej i bez mé pomoci. Následně jsem na projektoru ukázal oba způsoby dostavby střechy na domku. Prvním způsobem bylo vytvoření stejného čela domku i na druhé straně střechy a následně spojit jejich vrcholy. Některým žákům se i přes to dostavba nepovedla, střechu měli křivou nebo se jim nespojila vůbec, možné bylo také špatné odměření základů metrem. Druhou o něco jednodušší možností bylo smazat pomocnou čáru a vytáhnou (nástrojem tlačit/táhnout) čelo domu až na druhou stranu. Tento postup se většině žáků líbil o mnoho více. Před koncem hodiny jsme opět formou diskuse zopakovali základní funkce

programu a základní nástroje. Při ukládání souboru se vyskytli zmatky, které se téměř okamžitě vyřešili. Ukládání domku dalo žákům zabrat, všichni jej ale uložili a práci tak odevzdali.

Po hodině jsem zkontroloval vytvořené domky. Třem žákům se podařilo soubor uložit v poměrně zajímavém formátu, tento problém jsem ale lehce vyřešil pouhou změnou koncovky souboru. Dva žáci měli práci zcela bez chybnou a vizuálně velice zdařilou, využili pěkných barev, a dokonce stihli dům vyzdobit i okny a dveřmi formou geometrických obrazců. Tito žáci si vysloužili jedničku za bezchybnou práci v hodině. Výtvary ostatních žáků byli také zdařilé ať již více či méně.

S výukou hodiny jsem velice spokojen, mám z ní dobrý pocit. Žáky práce s programem bavila. Myslím si, ale že byl program na takto malé žáky poměrně složitý a osvojení práce se základními nástroji by vyžadovalo ještě trénink. Přes to považuji hodinu za zdařilou. Žáci se seznámili s něčím novým a pro ně neobvyklým, než je standardní práce s v programech Word, Excel nebo PowerPoint. Běžně v této třídě bývá až 23 žáků, jsem poměrně rád, že jich několik chybělo. V počítačové učebně a na výuku takového programu se více hodí menší počet žáků. Při tomto počtu sem již musel zvažovat individuální pomoc od hromadné nápovědy a bohužel jsem nemohl všem pomáhat, dle svých představ. I komunikace v tak hojném počtu nebyla tak velkým přínosem, jak jsem doufal. Přes to byli žáci hodní, výuku nijak nevyrušovali a překvapivě ve třídě nebyl ani hluk, jak by se u takto početné skupiny dalo očekávat.

### **5.3.2 Úvodní hodina ve třídě 6.B**

Druhá hodina probíhala v 6.B v počtu 24 žáků, což je plný počet. V této třídě byl po celou dobu výuky přítomen vyučující žáků. Od něho jsem měl po hodině možnost získat zpětnou vazbu na mnou odučenou hodinu a práci s programem SketchUp. Hodina probíhala v obdobném duchu, jako s předchozí třídou. Představil jsem se a objasnil důvod mé přítomnosti. Následně jsem řekl, co bude náplní této hodiny a pustil se do představování programu. Stejně jako v předchozí skupině jsem žákům řekl, co je to za program, kde ho mohou standardně najít a kde ho najdou nyní ve školních počítačích. V této třídě se vyskytli žáci,

kteří ani nevěděli, co je to sdílený disk, nebo nemohli najít složku tento počítač. Raději jsem pracoval společně se žáky a vše o čem jsem mluvil, jsem souběžně ukazoval na projektoru. Po několika málo minutách se všem povedlo program spustit a opět jsme měli možnost čekat z důvodu přetížení disku. Tento problém jsme od minulé hodiny nijak neřešili, neboť prodleva se dala přečkat drobnou diskusí se žáky. Po spuštění programu na všech počítačích jsem cíleně převedl pozornost žáků na onu postavičku nacházející se na pracovní ploše programu. Pro uvolnění atmosféry jsem se žáků zeptal, co v otevřeném okně programu vidí. Opět se ozýval ohlas především na postavičku, někteří si, ale také povšimli panelu nástrojů, žáci jej nazvali věci pro úpravy, což nelze považovat za chybu. Zajímavým momentem této hodiny bylo, že v průběhu popisování a představování programu, kdy jsem procházel třídou a sledoval práci žáků, se k mému učitelskému stolu posadil vyučující žáků a vše, co jsem popisoval si společně se žáky také zkoušel. Program patrně neznal a zaujal jej natolik, že si ho chtěl společně s dětmi vyzkoušet. Pouze tedy slovně jsem představil základní nástroje jako je označení, obdélník, guma, základy pohybu v prostoru, a jak pracovat s vyobrazeným pánem. Stejně jako v předešlé skupině jsem zadal práci hodiny, a to tvorbu domečku. Základem je vytvořit obdélník a následně zdi, na které využijeme nástroj odsazení pro odsazení hran od okrajů. Vysvětlit jsem funkci tohoto nástroje. Princip toho, co je třeba udělat se zdmi, jsem načrtl na tabuli. Patrně úspěšně neboť se to všem povedlo. Následně bylo třeba využít nástroje tlačit a táhnout. Ten měl i v této skupině velký úspěch, i když někteří žáci opět jako v předešlé skupině, vytahovali špatné stěny nebo podlahu. Všechny tyto činnosti jsem pouze popisoval a případně individuálně kontroloval práci žáků, za učitelským stolem se i nadále o svůj domeček pokoušel vyučující, který zprostředkovával ukázkou stavby domku žákům. Závěrem práce s domečkem byla stavba střechy, opět přes nástroj čáry, kde měla následně čára zmodrat, pokud byla kolmá k podstavě. Jeden žák přišel s dotazem, zda by bylo možné vytvořit šikmou střechu, a jak ji udělat. Samozřejmě by šikmá stěna byla možná, její sestavení by, ale bylo náročnější, především z důvodu dokončení protější opačné strany střechy. Stejně jako v předchozí třídě i zde byla stavba střechy náročná a většina žáků s ní bojovala, proto jsem i zde ukázal druhou možnost. A to postavit střechu tak, že se smaže pomocná čára a vytáhne se střecha. I zde byl tento způsob velmi vítán a oceněn. Žáci této třídy byli o mnoho hlasitější

a hlučnější než třída předešlá, byli, ale také rychlejší, a tak jsem zadal, ať sami zkusí přijít na to, jak do domečku doplnit okna a dveře. Práci žáků jsem pozorovat, a kdo potřeboval tomu jsem poradil. Ve třídě se objevovala čtvercová, obdélníková i kulatá okna, někteří za pomoci nástrojů pro tyto tvary, jiní za pomoci pouhé čáry. Ti, kteří i tuto činnost splnili rychle měli možnost dům zatím vybarvit. Těm méně rychlím jsem mezitím radil, jak vytvořit do zdi otvor na dveře. Opět ti rychlejší měli již domek vybarvený, zadal jsem ať zkusí vytvořit kruhový bazén a zahradu. Překvapivé a velmi potěšující bylo, že někteří žáci objevili i průhledné textury a použili je na okna domku a vodu v bazénu. Nakonec někteří žáci i přes zadání zvolil bazén obdélníkový, což jsem nepovažoval za chybu. Tato činnost vystačila přesně do konce hodiny, kdy se ještě vyskytli problémy s ukládáním souboru. Někteří žáci i přes upozorňování neuposlechli a soubor si pojmenovali vlastním způsobem. Jedná žákyně si bohužel domek zcela smazala a přišla se mi omluvit, že jej neuložila a zda je tato práce na známky. Uklidnil jsem ji, že nemusí mít strach, že vím, jak její domek vypadal a že celou hodinu pilně pracovala. Velmi potěšující byl dotaz od jednoho žáka na to, kde je možné tento program sehnat a stáhnout. Název aplikace jsem naspal na tabuli a vysvětlil pro všechny, jak je možné ji získat. Závěrem hodiny se do diskuse zapojil i učitel a ptal se žáků, zda je hodina bavila. Většina žáků jednohlasně souhlasila a projevila zájem v tomto programu pokračovat i v následující hodině.

Po hodině jsem měl možnost si s vyučující promluvit. Nejprve se mě ptal, zda by mi nevadilo, kdyby v obdobném duchu pokračoval v následujících hodinách a tento program zařadil do výuky pod svým vedením. S čímž jsem samozřejmě neměl problém, naopak mě to velice potěšilo. Dále jsme diskutovali k čemu je možné SketchUp využít a také zhodnotil mnou odučenou hodinu. Prý bylo velmi vidět, že žáky hodina a práce s programem moc bavila a někteří měli projekty vážně velmi pěkné. I já sám mám z hodiny velmi dobrý pocit. Tato hodina byla v porovnání s předešlou třídou o mnoho hlučnější, patrně z důvodu většího počtu žáků, ale jejich snaha a tempo práce bylo znatelně rychlejší. Dokonce někteří žáci si s programem dokázali poradit sami i bez mé asistence a vytvořili moc pěkné domky. Bohužel bylo potřeba neustále korigovat a utěšovat hluk, tento fakt trochu snižuje mé dojmy

z hodiny, ale naopak snaha a šikovnost žáků můj názor silně převyšuje. Hodina se velmi povedla, bohužel jsem s těmito žáky měl pouze jednu hodinu.

### **5.3.3 Navazující hodina ve třídě 6.A**

Třetí odučená hodina probíhala opět v 6.A, kde jsem měl možnost navázat na úvodní hodinu. Dnes se zde nacházelo 22 žáků, tedy téměř plný počet a byli zde i ti, co předešlou hodinu chyběli. Tato třída byla znatelně pomalejší, například zde vůbec nikdo nestihl vybarvení nebo dostavbu zahrady. Tyto činnosti měli být náplní této hodiny. V úvodu jsem se žáky pozdravil a zahájil diskusi na téma, co jsme společně dělali v minulé hodině. Po krátké diskusi jsem žákům přítomným v předešlé hodině zadal samostatnou práci, a to vybarvit již vytvořený domek a vytvořit okna a dveře. Opět se vyskytl problém s otevřením programu, tentokrát ne z důvodu přetížení disku. Raději jsem cestu k uloženým souborům a jejich otevření ukázal na projektoru, a ještě došel osobně poradit těm, kterým se stále nedařilo. Po otevření všech souborů začali žáci pracovat samostatně a já jsem mohl ostatním stranou stručně a rychle vysvětlit základy programu, také jsem jim ukázal, jak domek sestavit. Žáci na něm začali hned pracovat a povedlo se jim téměř dohnat své spolužáky. V průběhu této činnosti jsem procházel třídu a individuálně radil. Když měli všichni téměř hotový a obarvený dům i s okny. Na projektoru jsem ukázal, jak vytvořit otvor ve zdi pro umístění dveří a oken. Většina žáků zvládla tuto činnost již napoprvé, někteří až na podruhé. U některých žáků nebyl otvor viditelný, z důvodu dvojitého zdi nebo naopak měli stěny moc tenké. I v této třídě jsem následně zadal, ať vytvoří bazén, tentokrát libovolný. Pouze dva žáci udělali bazén kruhový, ostatní jej dělali v podobě obdélníku. Několik žáků dokonce udělalo celou zahradu s plotem a chtěli na zahradu umístit i květiny. Ke konci hodiny opět žáci své výtvary uložili. I v této skupině jsem se zeptal, jak je práce s programem bavila a jaký mají názor na tento program. Opět se žáci jednohlasně shodli, že je práce s programem moc bavila, a že by moc rádi v něm ještě pokračovali i v dalších hodinách.

Tato skupina byla stále podstatně tišší než žáci 6.B, jejich větší počet byl, ale oproti úvodní hodině znatelný, především v hlučnosti, která panovala v průběhu celé hodiny. Z této odučené hodiny mám dobré pocity, myslím, že žáky program

SketchUp velmi bavil. Na žácích bylo znát, že absolvovali úvodní hodinu. V programu se pohybovali mnohem jistěji a v rychlejším tempu. Hodinu jsem stihl, tak jak jsem si plánoval obsahově i organizačně.

Opět se zde vyskytla jedna zajímavost, po hodině za mnou na chodbě přišel žák s otázkou, zdali jde ta hra hrát i v multiplayeru. Poměrně překvapeně jsem se na žáka díval. Program, se kterým jsme pracovali v hodině není hra, a v multiplayeru rozhodně není. Tento dotaz mě velice překvapil, každou hodinu jsem vždy shrnul, připomenul, o jaký program se jedná a k čemu je možné ho využít. Takovouto otázku na závěr jsem opravdu nečekal.

## **6 Ukázky pracovních listů pro výuku SketchUp**

Cílem této kapitoly je vytvořit a popsat několik ukázkových pracovních listů pro práci v trojrozměrném grafickém programu SketchUp. Obsahové zaměření zhotovených pracovních listů se soustředí především na žáky základních škol. Vytvořil jsem tři ukázkové pracovní listy a návrh jedno zadání hodnoceného projektu. Zadání všech výše zmiňovaných aktivit jsou k nalezení v přílohách.

### **6.1 Pracovní list č. 1**

První pracovní list slouží především pro procvičení všech základních nástrojů, kterými program SketchUp disponuje. Jde o samostatnou práci, ve které žáci využijí většinu nástrojů, o kterých se dozvěděli v úvodní hodině. Jedná se ryze o práci na objektu, ve kterém mají žáci přesně zadané striktní pokyny a rozměry všech částí.

### **6.2 Pracovní list č. 2**

Další pracovní list využívá opět většinu známých nástrojů, se kterými se žáci seznámili. Avšak se již jedná o praktičtější příklad. Žáci mají za úkol vytvořit model domku. Nejprve je potřeba vytvořit podstavu domku (obdélník), poté je za úkol vyznačit tloušťku zdí, které jsou následně vytaženy z podstavy. Následně žáci tvoří čelo střechy, které je kolmé k podstavě. Spojením či vytažením obou čel vznikne střecha domu. Dalším krokem je vytvořit otvory ve zdech pro okna a dveře. Poslední částí pracovního listu je vhodné obarvení stěn a střechy domku.

### **6.3 Pracovní list č. 3**

Poslední pracovní list navazuje na projekt z pracovního listu č. 2. Žáci mají za úkol vytvořit k domku kruhový zahradní bazén. K tvorbě bazénu by měli využít obdobný postup i nástroje jako u tvorby samotného domku. Využijí také průhledných textur, které nanesou na povrch bazénu a tím tak simulují vodu. Hotový bazén žáci seskupí do jednoho objektu. Následně využijí online cloudového úložiště 3D Warehouse, ze kterého si stáhnou objekt automobilu a umístí ho na zahradu k domku. Stejným způsobem žáci získají i modely oken a dveří, jež následně umístí do otvorů ve zdech, které si vytvořili minulou hodinu. Během usazování oken si žáci vyzkouší



práci s nástrojem „Scale“, díky kterému budou měnit velikost objektu, aby pasoval do otvoru.

## **6.4 Zadání projektu**

Zadaný projekt slouží jako domácí úkol pro žáky, na který budou mít přibližně dva týdny. Jejich úkolem je změřit si rozměry vlastního pokoje a podle nich následně vytvořit vizualizaci celého pokoje včetně dveří, oken a nábytku. Krom samotné místnosti mají žáci za úkol vymodelovat také alespoň jeden kus nábytku z pokoje, ostatní nábytek mohou stáhnout z uložiče 3D Warehouse. Všechny části pokoje žáci obarví nebo pokryjí texturami. Projekty žáci odevzdají elektronicky přes svůj školní e-mail. Žáci budou následně za své projekty ohodnoceni.

## Závěr

První kapitola pojednávala o vývoji počítačové grafiky. Od Euklidových počátků, které daly základ geometrii, přes první grafický program ovládaný světelným perem až po dnešní dobu moderních trojrozměrných aplikací. Zajímavým faktem je, že velký přínos k počítačové grafice měl filmový průmysl, který stál za téměř každým pokrokem v tomto odvětví.

Druhá kapitola byla věnována základním pojmům, které souvisí s počítačovou grafikou. Představila důležité pojmy, se kterými se může uživatel setkat v dalších kapitolách nebo při práci v grafických aplikacích. Některé z těchto pojmů zajisté nejsou uživateli cizí, ale i přes to zde byly zařazeny pro prohloubení čtenářových znalostí. Pojmy byly popisovány, tak aby jim nerozuměl pouze uživatel grafických softwarů, ale také i naprostý laik.

Další kapitola popisovala vybrané programy pro tvorbu 3D grafiky. Ke každému programu zde byl uveden základní popis, k čemu se dá software využít, kde se dá získat a na kolik vyjde jeho pořízení. Krom samotného popisu jejich funkcí se zde nacházely také jejich výhody a případné nevýhody v porovnání s ostatními programy.

Čtvrtá a poslední kapitola teoretické části se věnovala samotnému programu SketchUp. Popisovala jeho vývoj od snahy vytvořit jednoduchý program, který by disponoval všemi funkcemi profesionálního softwaru pro 3D grafiku, přes odkoupení aplikace firmou Google až po dnešní dobu, kdy ji převzala další společnost s názvem Trimble Inc. Byly zde vysvětleny a popsány všechny dostupné verze programu SketchUp. Dále bylo uvedeno poměrně důkladné vysvětlení funkcí všech základních nástrojů společně s přehlednou tabulkou klávesových zkratk, díky které je možné výrazně zrychlit pracovní tempo.

Praktická část byla věnována popisu obsahu výuky počítačové grafiky v předmětech IKT na základních a středních školách podle jejich příslušných školních vzdělávacích plánů. Překvapujícím zjištěním bylo, že se i v dnešní moderní době informatika nevyučuje v každém ročníku jak na základních školách, tak i na středních.

Druhou fází empirické části byl popis mé výuky, programu SketchUp na základní škole, společně s ukázkou pracovních listů, které by mohl učitel při výuce použít.

## Seznam použité literatury

CARLSON, Wayne E. *Computer Graphics and Computer Animation: A Retrospective Overview*. Ohio: The Ohio State University, 2003. 787 s.

DERAKHSHANI, Dariush. *Maya: průvodce 3D grafikou*. Praha: Grada, 2006. Průvodce (Grada). 428 s. ISBN 80-247-1253-9.

GIAMBRUNO, Mark. *3D graphics & animation*. 2nd ed. Indianapolis, Ind.: New Riders, c2002. 588 s. ISBN 0735712433.

KERLOW, Isaac. *Mistrovství 3D animace: [ovládněte techniky profesionálních filmových tvůrců!]*. Brno: Computer Press, 2011. 496 s. ISBN 978-80-251-2717-9.

PÁSZTO, Vít; KRIŠOVÁ, Zdeňka. *Počítačová grafika: [studijní opora pro kombionované studium]*. Olomouc: Moravská vysoká škola Olomouc, o. p. s., 2017. 145 s.

POKORNÝ, Pavel. *Blender: naučte se 3D grafiku*. Praha: BEN - technická literatura, 2006. 247 s. ISBN 978-80-7300-203-9.

ROSKES, Bonnie a Bob DEWITT. *The SketchUp book: for Version 5*. 3rd ed. West Caldwell, NJ: Conceptual Product Development, 2005.

WATT, Alan H. *3D computer graphics*. 3rd ed. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 2000. 570 s. ISBN 0-201-39855-9.

ŽÁRA, Jiří. *Moderní počítačová grafika*. 2., přeprac. a rozš. vyd. Brno: Computer Press, 2004. 609 s. ISBN 80-251-0454-0.

## Seznam internetových zdrojů

*3ds max: pros, cons, quirks, and links. Medium* [online]. Dai Nguyen, 2017 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://medium.com/imeshup/3ds-max-pros-cons-quirks-and-links-a2a48832dbbe>

*Autodesk: Software pro 3D navrhování, projektování a zábavu* [online]. San Rafael: Autodesk, ©2019 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://www.autodesk.cz/products>

*Blender* [online]. Amsterdam: Blender Foundation [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: <https://www.blender.org/download/>

*Blender: pros, cons, quirks, and links. Medium* [online]. Dai Nguyen, 2017 [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: <https://medium.com/@ipbsforum/blender-3d-background-advantage-and-disadvantage-bde0f86fedf7>

*Cadculture* [online]. Kewdale: CAD Culture, ©2015 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <http://www.cadculture.com/what-is-rhinoceros-3d-the-benefits-of-rhino-3d/>

*Cinema 4D* [online]. Digital Media a MAXON Computer, ©2018 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <http://www.cinema4d.cz/produkty/maxon/cinema-4d/prodej.aspx#com>

*Cinema 4D: pros, cons, quirks, and links. Medium* [online]. Dai Nguyen, 2017 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://medium.com/imeshup/cinema-4d-pros-cons-quirks-and-links-1d5009d16c5f>

*Computer Hope* [online]. Salt Lake City: Computer Hope, 2017 [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: <https://www.computerhope.com/jargon/z/zbuffering.htm>

*Digital School: Technical Design College* [online]. Edmonton: Technical Design College, 2019 [cit. 2019-02-16]. Dostupné z: <https://www.digitalschool.ca/a-history-of-computer-graphic-modeling/>

*Downloading older versions. SketchUp* [online]. Boulder: Trimble, ©2019a [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://help.sketchup.com/en/downloading-older-versions>

GRK. *Gymnázium Františka Martina Pelcla* [online]. Rychnova nad Kněžnou: Gymnázium Františka Martina Pelcla, 2016 [cit. 2019-04-02]. Dostupné z: <https://www.grk.cz/dokumenty>

HAJDUCH, Ondřej. *Digitální učební materiály* [online]. Plzeň: Ondřej Hajduch, ©2013-2019 [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: [http://dum.hajduch.net/VY\\_32\\_INOVACE\\_1ICT7roc\\_48\\_B](http://dum.hajduch.net/VY_32_INOVACE_1ICT7roc_48_B)

I.materialise [online]. Leuven: Materialise group, 2017 [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: <https://i.materialise.com/blog/en/top-25-most-popular-3d-modeling-design-software-for-3d-printing/>

MANDYSKA. *Základní škola Mandysova* [online]. Hradec Králové: Základní škola Mandysova, 2018 [cit. 2019-04-02]. Dostupné z: <http://www.mandyska.cz/index.php?s=42>

Marionette studio [online]. San Francisco: Marionette studio, 2016 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <https://marionettestudio.com/skeletal-animation/>

Maya: pros, cons, quirks, and links. *Medium* [online]. Dai Nguyen, 2017 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://medium.com/imeshup/maya-pros-cons-quirks-and-links-4ee1c4eeec2>

Mendelova univerzita v Brně: *Univerzitní informační systém* [online]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, © 2018 [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: [https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz\\_cast.pl?cast=6365](https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=6365)

MŠMT. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. Praha: MŠMT, 2017 [cit. 2019-04-02]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/file/43792/>

NUV. *Národní ústav pro vzdělávání: Rámcový vzdělávací program pro gymnázia* [online]. Národní ústav pro vzdělávání, 2014 [cit. 2019-04-02]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/t/standardy-ovo>

NUV. *Národní ústav pro vzdělávání: STANDARDY PRO ZÁKLADNÍ VZDĚLÁVÁNÍ Informační a komunikační technologie* [online]. Národní ústav pro vzdělávání, 2013 [cit. 2019-04-02]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/t/standardy-ovo>

*NVIDIA* [online]. Santa Clara: NVIDIA Corporation, ©2018 [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <https://www.nvidia.com/cs-cz/geforce/20-series/>

OAKOSTELEC. *Obchodní akademie T. G. M. Kostelec nad Orlicí* [online]. Kostelec nad Orlicí: Obchodní akademie T. G. M. Kostelec nad Orlicí, 2017 [cit. 2019-04-02]. Dostupné z: <http://www.oakostelec.cz/uchazeci/skolni-vzdelavaci-programy/>

*Pixologic* [online]. Los Angeles: Pixologic, ©2019 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://store.pixologic.com/zbrush-2019/single-user-license/>

*Plans and Pricing. SketchUp* [online]. Boulder: Trimble, ©2019b [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.sketchup.com/plans-and-pricing#for-personal>

*Rhinoceros* [online]. Barcelona: Robert McNeel, ©2019 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: [https://www.rhino3d.com/sales/europe/Czech\\_Republic/all/](https://www.rhino3d.com/sales/europe/Czech_Republic/all/)

SEVO, Daniel. *History of computer graphics* [online]. Gothenburg: Daniel Sevo, ©2000-2018 [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: [http://www.danielsevo.com/hocg/hocg\\_1960.htm](http://www.danielsevo.com/hocg/hocg_1960.htm)

*Scan2CAD* [online]. Scan2CAD, 2018 [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <https://www.scan2cad.com/cad/everything-about-sketchup/>

*SketchUp Hardware and Software Requirements. SketchUp* [online]. Boulder: Trimble, ©2018 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://help.sketchup.com/en/sketchup/sketchup-hardware-and-software-requirements>

*TechNotif* [online]. Technical Design Colleg, 2015 [cit. 2019-02-16]. Dostupné z: <http://technotif.com/brief-history-of-computer-graphics/>

*Zbrush: pros, cons, quirks, and links. Medium* [online]. Dai Nguyen, 2017 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://medium.com/imeshup/zbrush-pros-cons-quirks-and-links-9f48d01ddd99>

ZSJRK. *ZŠ Rychnov nad Kněžnou: Javornické ulice* [online]. Rychnov nad Kněžnou: ZŠ Rychnov nad Kněžnou, 2017 [cit. 2019-04-02]. Dostupné z: <https://zsjrk.cz/index.php/o-skole/dokumenty>

ZSRYCHNOV. *Základní škola Masarykova* [online]. Rychnov nad Kněžnou: Základní škola Masarykova, 2016 [cit. 2019-04-02]. Dostupné z: [http://www.zsrychnov.cz/skolni\\_rad.html](http://www.zsrychnov.cz/skolni_rad.html)



## Seznam obrázků

Obrázek 1 - letecký simulátor.....	11
Obrázek 2 - animace obličeje .....	13
Obrázek 3 - animace ruky.....	13
Obrázek 4 - Bézierova křivka s pomocnými body .....	27
Obrázek 5 - Počet polygonů.....	28
Obrázek 6 - kostra postavy .....	31
Obrázek 7 - Prostředí programu Blender .....	39
Obrázek 8 - Prostředí programu Maya .....	41
Obrázek 9 - Prostředí programu 3ds Max .....	42
Obrázek 10 - Prostředí programu Cinema 4D .....	43
Obrázek 11 - Prostředí programu Zbrush.....	44
Obrázek 12 - Prostředí programu Rhinoceros 3D.....	46
Obrázek 13 - Prostředí webové aplikace SketchUp Free .....	49
Obrázek 14 - Rozbalování stažených dat .....	53
Obrázek 15 - Úvodní okno programu SketchUp.....	53
Obrázek 16 - Prostředí programu SketchUp.....	54

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1 - Shrnutí základních informací softwarů pro 3D grafiku .....	46
Tabulka 2 - Přehled hlavních vydaných verzí programu SketchUp .....	48
Tabulka 3 - přehled základních klávesových zkratk.....	55

# Přílohy

## A Pracovní list č. 1

### SketchUp

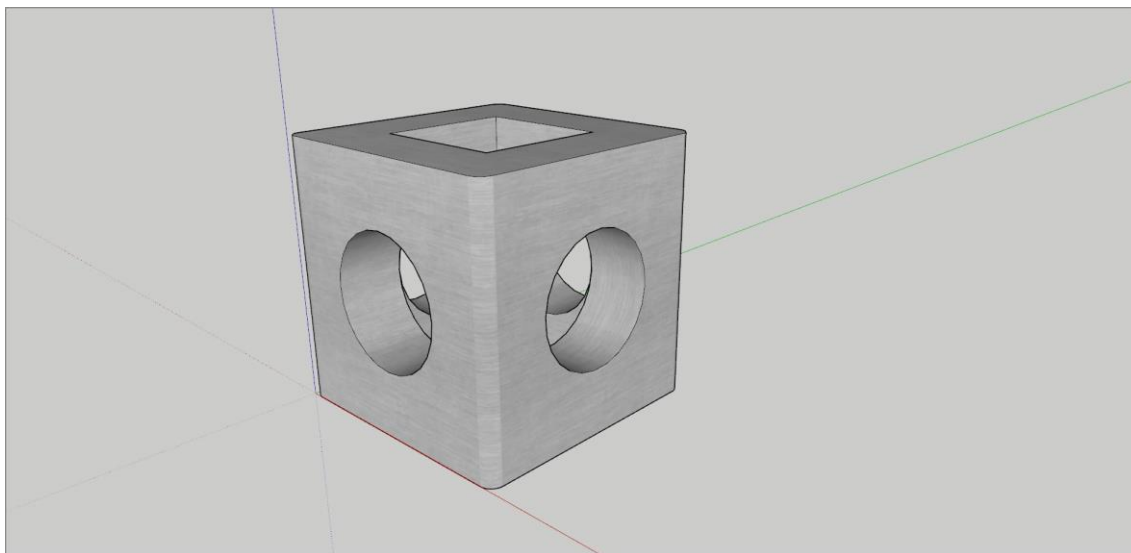
pracovní list č. 1 - Krychle

#### 1) Zadání:

- a) vytvořte krychli s délkou hrany 1 m
- b) všechny svislé hrany krychle zaoblete 5 cm od okraje
- c) skrze střed horní stěny vyřízněte čtvercový otvor, který bude mít poloviční velikost hrany
- d) do středu každé svislé stěny vyřízněte kruhový o poloměru 25 cm
- e) všechny části projektu seskupte do jednoho objektu
- f) objekt přesuňte do počátku souřadných os
- g) finální objekt nabarvěte barvou s názvem „Aluminum“ (Metal – kov)
- h) výsledný projekt uložte pod názvem PL1\_Příjmení do složky SketchUp (například PL1\_Novák)

**Všechny pomocné čáry buď smažte nebo skryjte.**

#### Náhled hotového projektu:



## B Pracovní list č. 2

### SketchUp

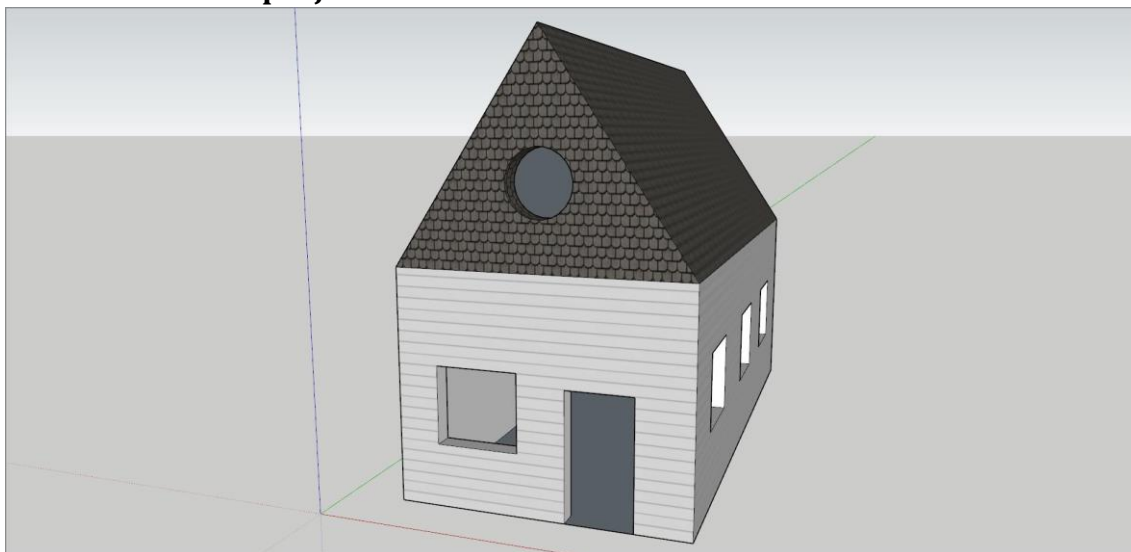
pracovní list č. 2 - Domek

#### 1) Zadání:

- a) na pracovní plochu umístěte libovolný obdélník (základ domku)
- b) uvnitř obdélníka vytvořte další, který má stejné odsazení od všech hran původního obdélníka
- c) vzniklý okraj vytáhněte nahoru (zdi domku)
- d) vytvořte obě čela střechy domku kolmo k základům
- e) hotová čela spojte s pokryjte celou střechu stěnou
- f) dle vlastního uvážení vytvořte do domku otvory pro okna a dveře, do čela domu umístěte kulatý otvor pro okno
- g) vněšek domu vhodně nabarvěte
- h) výsledný projekt uložte pod názvem PL2\_Příjmení do složky SketchUp (například PL2\_Novák)

**Všechny pomocné čáry buď smažte nebo skryjte.**

#### Náhled hotového projektu:



## C Pracovní list č. 3

### SketchUp

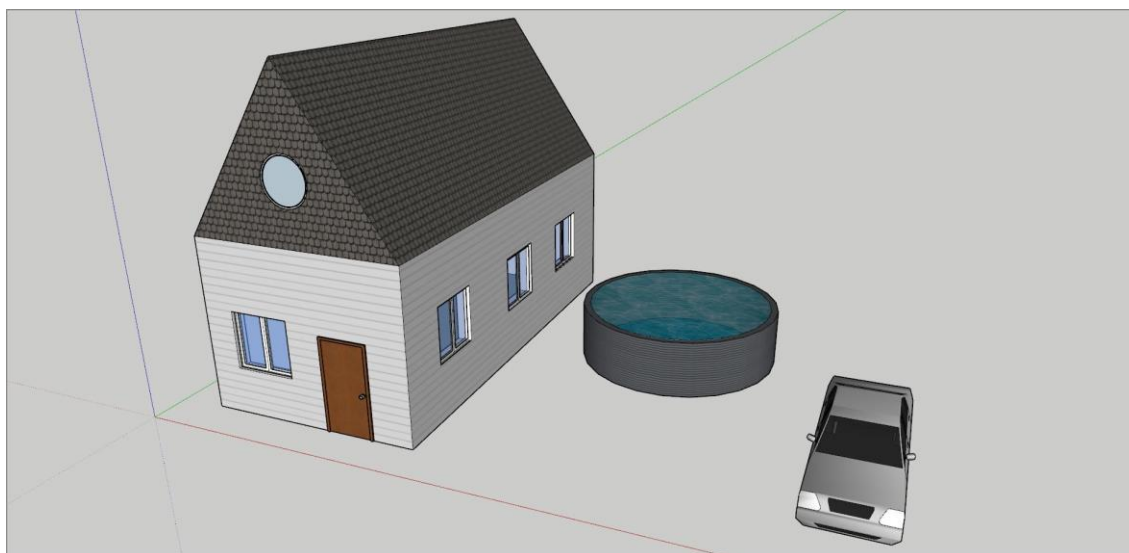
pracovní list č. 3 – Domek, bazén

#### 1) Zadání:

- a) otevřete si soubor s prací z minulého pracovního listu
- b) vedle domku vytvořte kružnici (bazén)
- c) stejným způsobem jako u stěn domu vytvořte okraje bazénu
- d) tyto okraje následně vytáhněte nahoru
- e) obarvěte vhodnou barvou celý bazén (vnější i vnitřní část)
- f) vrchní část bazénu uzavřete stěnou a pokryjte ji texturou vody (Water Pool Light)
- g) hotový bazén označte a seskupte do jednoho objektu
- h) z online knihovny 3D Warehouse stáhněte hotový model auta a vložte ho do pracovní plochy
- i) ze stejného místa také stáhněte model dveří a oken a usad'te je do připravených otvorů domu
- j) výsledný projekt uložte pod názvem PL3\_Příjmení do složky SketchUp (například PL3\_Novák)

**Všechny pomocné čáry buď smažte nebo skryjte.**

#### Náhled hotového projektu:



## D Zadání projektu Můj pokoj

### SketchUp

zadání projektu Můj pokoj

#### Zadání projektu:

Během následujících dvou týdnů vytvořte vizualizaci svého pokoje. Všechny potřebné rozměry zdí a umístění oken či dveří přesně změřte. Pokoj bude složen z podlahy a zdí beze stropu, aby byl možný náhled do pokoje. Je zapotřebí, abyste alespoň jeden kus nábytku vytvořili kompletně sami, například postel, skříň, stůl nebo židli. Ostatní nábytek můžete stáhnout z internetové knihovny 3D Warehouse. Použité objekty a modely pokryjte barvou či texturou.

Soubor uložte pod názvem MůjPokoje\_Příjmení (například MůjPokoje\_Novák). Vypracované projekt odevzdejte internetovou formou přes školní emailovou adresu nejpozději do dd.mm.rrrr. Projekt bude následně ohodnocen známkou.

#### Ukázka hotového projektu:



## E Ukázky prací žáků 6. ročníků

