

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Praktické vyučování podporované počítačem

Practical Teaching Supported by a Computer

STUDIJNÍ PROGRAM

Specializace v pedagogice

STUDIJNÍ OBOR

Učitelství praktického vyučování a odborného výcviku

VEDOUCÍ PRÁCE

Prof. RNDr. Emanuel Svoboda, CSc.

ŽÁKOVÁ


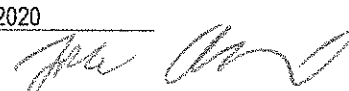

JANA

2019

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	<u>Žáková</u>	Jméno:	<u>Jana</u>	Osobní číslo:	<u>470485</u>
Fakulta/ústav:	<u>Masarykův ústav vyšších studií (MÚVS)</u>				
Zadávací katedra/ústav:	<u>Oddělení pedagogických a psychologických studií</u>				
Studijní program:	<u>Specializace v pedagogice (B7507)</u>				
Studijní obor:	<u>Učitelství praktického vyučování a odborného výcviku (7507R056)</u>				

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:	<u>Praktické vyučování podporované počítačem</u>		
Název bakalářské práce anglicky:	<u>Practical Teaching Supported by a Computer</u>		
Pokyny pro vypracování:	<p>Bakalářská práce bude obsahovat teoretickou a praktickou část. V teoretické části se studentka zaměří na historický vývoj zobrazování objektů v technických oborech. Dále budou rozebrány způsoby tvorby grafiky pomocí počítače. Budou sepsána doporučení pro grafické výstupy v návaznosti na didaktické zásady tvorby prezentací. V praktické části bude vytvořena animace za pomoci studentkou zvoleného softwaru. Animace bude vytvořena pomocí 3D modelování s použitím textur. V práci bude podrobně popsán postup tvorby animace. Na základě zkušeností nabytých při tvorbě modelu a animace bude zaznamenána časová a dovednostní náročnost.</p>		
Seznam doporučené literatury:	<p>VANĚČEK, David a kol. Didaktika technických odborných předmětů. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. DOSTÁL, Jiří. Učební pomůcky a zásada názornosti. Olomouc: Votobia, 2008. POMYKALOVÁ, Eva. Deskriptivní geometrie pro střední školy. Praha: Prometheus, 2010. POKORNÝ, Pavel. Blender: naučte se 3D grafiku. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2009.</p>		
Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:	<u>Prof. RNDr. Emanuel Svoboda, CSc.; Oddělení pedagogických a psychologických studií, MÚVS, ČVUT v Praze</u>		
Jméno a pracoviště konzultanta(ky) bakalářské práce:	<u></u>		
Datum zadání bakalářské práce:	<u>13. 12. 2018</u>	Termín odevzdání bakalářské práce:	<u>2. 5. 2019</u>
Platnost zadání bakalářské práce:	<u>30. 9. 2020</u>		
			
Podpis vedoucí(ho) práce	Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry	Podpis děkana(ky)	

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<u>14. 2. 2019</u>	<u>Jana Žáková</u>
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

ŽÁKOVÁ, Jana. *Praktické vyučování podporované počítačem*. Praha: ČVUT 2019. Baka-
lářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV
VYŠŠÍCH STUDIÍ
ČVUT V PRAZE**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citovala a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne: 2. května 2019

Podpis:

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu prof. RNDr. Emanuelu Svobodovi, CSc. za podporu a cenné rady při vedení mé bakalářské práce. Za jeho vstřícný a přátelský přístup a nikdy nekončící pedagogický optimismus, kterým motivuje a probouzí to nejlepší v nás.

Mé upřímné poděkování patří také mojí snaše Hance za poskytnutí nepřeberného množství vhodného materiálu včetně její vlastní tvorby a mému synovi Jakubovi za jeho trpělivost a ochotu se se mnou podělit o zkušenosti s prací v programu Blender. V neposlední řadě mé poděkování patří mému muži, který se mnou znovu po letech usedl do školních škamen.

Abstrakt

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou. V teoretické části je zachycen historický vývoj zobrazování objektů a způsoby tvorby grafiky pomocí počítače. V návaznosti na didaktické zásady jsou tu jasná doporučení pro tvorbu grafických výstupů a prezentací. V praktické části je podrobně popsána tvorba animace vytvořená pomocí 3D modelování s použitím textur v programu Blender. Při tvorbě modelu i animace byla zachycena časová a dovednostní náročnost.

Klíčová slova

Zobrazovací metoda, pravoúhlé promítání, perspektiva, počítačová grafika, program Blender, dvourozměrné (2D) a třírozměrné (3D) zobrazení, texturování, klíčové snímky, animace

Abstract

This bachelor thesis is divided into two parts - theoretical and practical part. Theoretical part is focused on historical development of imaging methods and ways, how graphic can be created. Some recommendations for creation of the study backgrounds are introduced. Practical part is focused on the animation creation which is described in detail. For the animation creation software Blender was used. Time and skill difficulty for working in Blender was evaluated.

Keywords

Imaging method, orthographic projection, perspective, computer aided graphic, software Blender, two-dimensional and three-dimensional image, texture, key frame, animation

Obsah

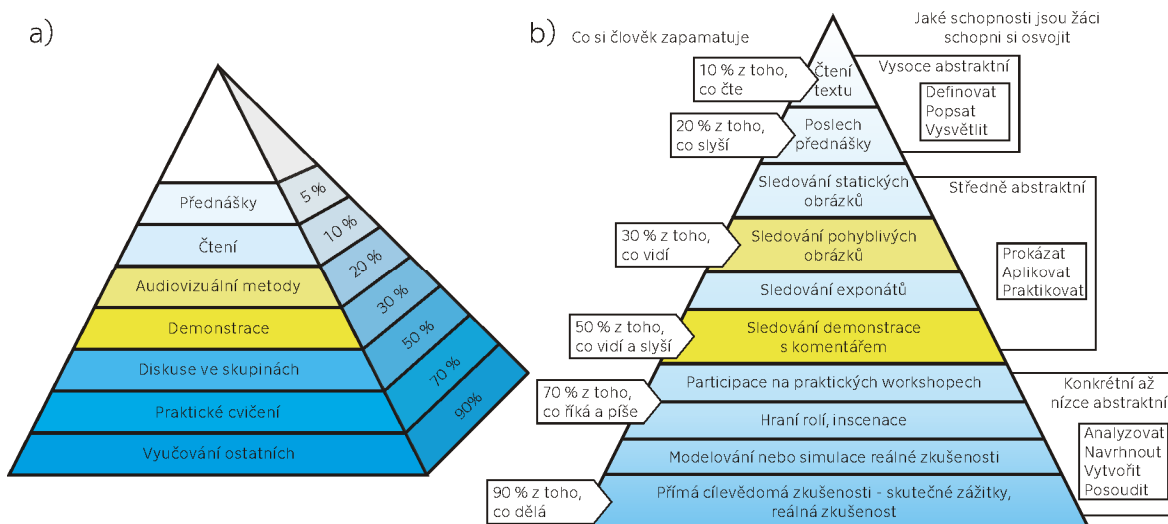
ÚVOD.....	5
1 ZOBRAZOVÁNÍ.....	8
1.1 Vývoj zobrazovacích metod v technických oborech.....	9
1.2 Současný stav zobrazovacích metod	16
2 POČÍTAČOVÁ GRAFIKA.....	18
2.1 Dělení počítačové grafiky	19
2.2 Písmo	30
2.3 Barvy	37
2.4 Zásady tvorby prezentace a dokumentů.....	39
3 TVORBA VÝUKOVÉ ANIMACE.....	44
3.1 Seznámení s programem Blender	45
3.2 Tvorba modelů	57
3.3 Tvorba materiálů a textur modelů	80
3.4 Nastavení klíčových snímků.....	91
3.5 Nastavení vykreslení.....	94
3.6 Výsledná animace	95
3.7 Hodnocení práce s programem Blender.....	102
ZÁVĚR.....	103
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	104
SEZNAM OBRÁZKŮ	107
SEZNAM TABULEK.....	110
SEZNAM POUŽITÉHO SOFTWARE.....	111

Úvod

Motivace

V technických oborech bylo vždy důležité kromě slovního popisu konkrétního problému využívat i nejrůznější způsoby zobrazování. Názorné zobrazování je velmi výhodné nejen v technické praxi, ale i při výuce. Byly vytvořeny nejrůznější modely odborníky zabývajícími se vlivem zvolené metody výuky na schopnost studentů zapamatovat si informace. V detailech se jednotlivé modely mezi sebou liší, ale shodují se v základním rozvrstvení. Nejméně vhodné je dle modelů učení se čtením z textu a poslech přednášek. Mnohem vhodnější je použití audiovizuálních a názorně-demonstračních metod, jejichž úspěšnost při zapamatování si informací se podle autorů studií pohybuje okolo 30 % – 50 % (obrázek 1). Je tedy dobré ve výuce používat názorné obrázky, případně modely.

Ne vždy je však možné seznámit studenty s reálnými objekty, či modely v měřítku 1:1. Díky rozvoji počítačů je v současnosti možné vytvářet názorné 3D modely a animace, které lze pomocí projekční techniky začlenit do výkladu při vyučovací hodině.



Obrázek 1 Modely účinnosti metod výuky
a) Model pyramidy učení dle S. Shapira [1], b) Daleho kužel zkušeností [2]

Nejrůznější metody zobrazování objektů byly vždy v technické praxi využívány. Mezi nejstarší možnosti patří tvorba fyzických modelů, která je následována nejrůznějšími promítacími metodami. Mezi velmi populárními zobrazovacími metodami patřilo perspektivní zobrazení, pravoúhlé a Mongeovo promítání. Perspektivní zobrazení má velkou výhodu především vzhledem k názornosti zobrazovaného, ale nelze pomocí něj zachytit přesné rozměry. K tomu je mnohem vhodnější pravoúhlé promítání. Mongeovo promítání bylo ve své době přelomové a dlouho bylo střeženo jako vojenské tajemství. Historická zobrazení konstruovaná pomocí rýsovacích pomůcek byla zpravidla vyvíjena tak, aby byla co nejjednodušší na realizaci, neboť i tak se často jednalo o zdlouhavý proces.

Velký zlom v metodách zobrazování nastal díky rozvoji výpočetní techniky. Přestože zpočátku bylo ovládání grafických softwarů uživatelsky nepřívětivé, došlo k zefektivnění práce se zobrazovanými objekty. Vývojáři softwarů reagovali na potřeby uživatelů a díky raketovému nárůstu výkonu počítačů brzy došlo k výraznému vylepšení možností grafické tvorby pro široké spektrum uživatelů. Velkou zásluhu o rozvoj výkonu grafických programů lze přičíst i tvůrcům speciálních efektů ve filmech a vývojářům počítačových her. Stále je dobré mít na paměti, že základním pilířem pro vývoj grafických softwarů jsou právě historické zobrazovací metody, a proto je dobré je zcela neztracovat pro jejich zdánlivou neaktuálnost.

Proměnou prošlo díky počítačům i užívání písem. Kromě klasických fontů, které se v minulosti využívaly, umožnil rozmach výpočetní techniky tvorbu mnoha nových. Díky tomu lze tvořit poutavější výukové materiály.

S nárůstem grafickým možností je však o to důležitější dbát osvědčených typografických zásad. Snadno se totiž může stát, že studijní materiál bude působit přeplácane, případně, že bude chaotický. Tudiž místo toho, aby studenta zaujal po obsahové stránce, zaujme především nevhodným grafickým zpracováním a to nejpodstatnější – obsah výukového materiálu zůstane s minimálním povšimnutím. Také je nutné předem počítat s tím, jak bude konkrétní výukový materiál prezentován – zda bude promítaný pomocí audiovizuálních nástrojů (počítače, projekory, ...), zda bude vytištěný na velkoformátový papír (poster), nebo jestli bude tištěn na menší formáty o rozsahu jedné, až několika desítek stran. Ne všechny typy písma jsou vhodná pro použití na všechny druhy zobrazení. Všeobecně lze říci, že grotesková písma jsou vhodnější pro elektronickou projekci, protože jsou při promítání čitelnější, naopak pro tištěné materiály bývá vhodnější využít patková písma, která opticky vedou čtenářovo oko. Výše uvedené úvahy byly hlavní motivací k volbě tématu bakalářské práce.

Cíl práce

Teoretická část bakalářské práce je zaměřena na vývoj zobrazovacích metod a následně jsou nastíněny možnosti, které poskytuje využití počítačové grafiky ve výuce. Práce ukazuje, že se jedná o tematicky velice široký záběr a zdaleka nebylo možno postihnout všechny aspekty tohoto odvětví.

Hlavním cílem praktické části je pak zpracování výukové animace, která se zabývá vysvětlením fungování krokového motoru. Krokový motor byl zvolen záměrně proto, že se jedná o objekt, u nějž jeho reálná ukázka neposkytuje přehledně všechny informace. Nicméně pomocí animace lze tento nedostatek odstranit.

Zároveň bylo dílčím cílem bakalářské práce na základě získaných zkušeností při její tvorbě vyhodnotit, jak moc je vytváření výukových modelů a animací pomocí počítače náročné pro vyučujícího, který nemá s 3D modelováním předchozí zkušenosti.

Vzhledem k tomu, že se bakalářská práce zaměřuje na grafické zpracování, byla doplněna velkým množstvím převážně vlastních, ale i převzatých obrazových materiálů.

Při tvorbě bakalářské práce byly zvoleny následující metody práce: podrobné studium dostupné literatury zabývající se zobrazovacími metodami, syntéza získaných poznatků jako východisko pro praktickou část práce, následně pak vlastní tvorba výukové animace a shrnutí poznatků z takové tvorby.

TEORETICKÁ ČÁST

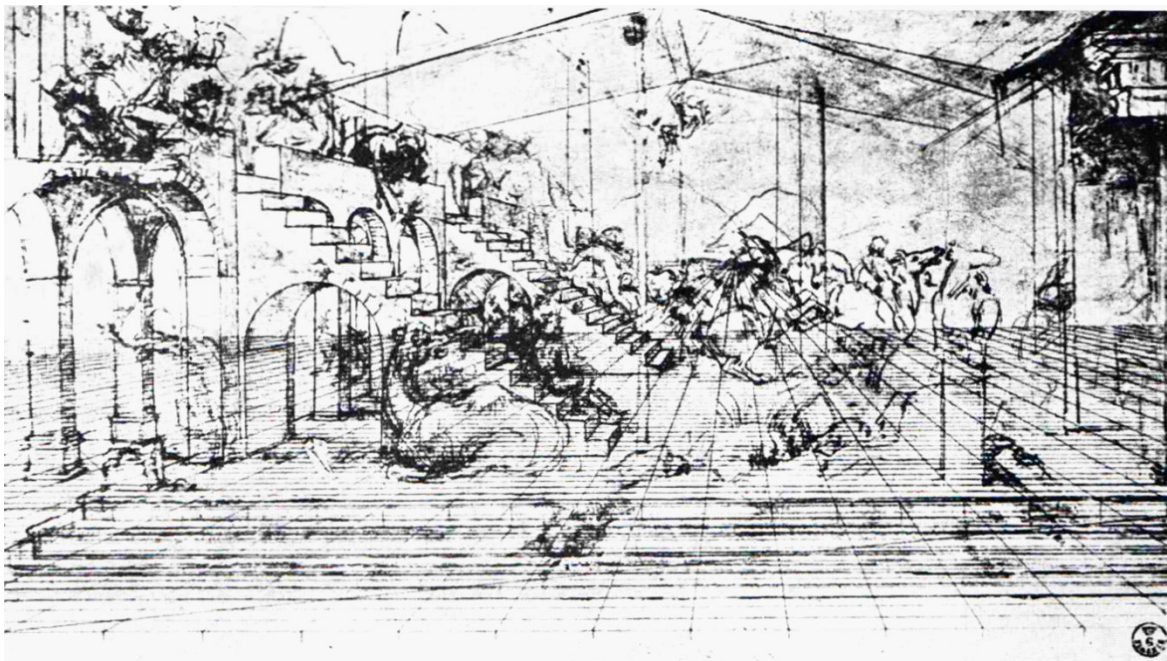
1 ZOBRAZOVÁNÍ

S geometrickým zobrazováním nejrůznějších staveb i předmětů je spjato rýsování. Již zhruba 600 let př. n. l. ve starověkém Egyptě vnikla geometrie jako potřeba vyměřování polí i staveb. Pravidelné záplavy u řeky Nilu totiž velmi často smazávaly hranice mezi sousedními políčky. Je více než pravděpodobné, že stavby jako jsou například egyptské pyramidy, paláce tehdejších panovníků nebo chaldejské věže, byly vyměřeny lidmi znalými v oblasti měřictví. Znalosti kolmého promítání na rovinu, ať vodorovnou či svislou, patřily k uchovávaným tajemstvím kněžstva a panovníků. O znalosti pravoúhlého promítání vypovídají hliněné tabulky a papyry. Nejstarším známým technickým výkresem je půdorys pevnosti ze starověké Mezopotámie v měřítku 1:360. Jeho vznik se datuje kolem roku 2150 př. n. l.

Při stavbě chrámů a zakládání staveb větších rozměrů bylo nutno stanovit přesně pravé úhly. Věž chrámu ve Filé má na střeše narýsovaný osový řez sloupu. Je tu i návod na vypracování hlavice a kolmý průmět téhož sloupu na rovinu kolmou k jeho ose. Nákres sloupu se datuje přibližně do roku 150 př. n. l. Tento sloup byl nalezen v chrámu bohyně Hathary. [3]

Perspektivní promítání, známé již v antické době, bylo hojně využito v době renesance (obrázek 2). I v díle Vitruvia *Deset knih o architektuře* z 1. století př. n. l. je zmínka o promítání. Správný fyzikální výklad perspektivy byl podán kolem roku 1000 n. l. arabským matematikem Alhazenem. Vyvrátil starořecké představy, že světlo vychází z očí a dopadá na předmět. Světlo podle něj dopadá na předmět a odráží se do očí. Vzdaluje-li se předmět, úhel paprsků se zmenšuje. První pojednání o lineární perspektivě nazvané *Della pittura libri tre* napsal italský matematik Leone Battista Alberti (1404 – 1472). [3]

V současnosti se pro zobrazování nejvíce používají možnosti počítačové grafiky.



Obrázek 2 Užití perspektivy: studie Leonarda da Vinci k obrazu Klanění tří králů [3]

1.1 Vývoj zobrazovacích metod v technických oborech

V technických oborech bylo vždy potřeba zobrazit předměty pro předání myšlenky potřebné k výrobě – technická dokumentace. Tělesa jsou zpravidla zobrazována do promítacích rovin. Podle způsobu zaznamenání obrazu je možno rozeznat dvourozměrné (2D) a třírozměrné (3D) zobrazení. Existuje však více kritérií, na jejichž základě jsou jednotlivé druhy zobrazování rozdělovány (tabulka 1). Třírozměrné zobrazení poskytuje o daném tělese vcelku jasnou představu, neboť je pro lidské vnímání přirozenější. Často však nelze zaznamenat přesné vzdálenosti a dimenze objektu – zvláště v případě složitějších těles/objektů. Dvourozměrné zobrazení prostorových těles vyžaduje prostorovou představivost, nicméně lze pomocí něj zaznamenat konkrétní rozměry daného objektu. Pro tvorbu technické dokumentace v tištěné podobě je zpravidla vhodné kombinovat oba typy zobrazení, kdy trojrozměrný obraz poskytne pozorovateli jasnou představu o objektu a dvourozměrné zobrazení poskytne všechny údaje o rozměrech a podobně.

V technické praxi se dvourozměrné zobrazování nejčastěji používá ve stavební praxi, a to i přes rozvoj výpočetní techniky. Je to dáno potřebou tištěné dokumentace, která je k dispozici na stavbě. Ve stavebnictví se nejčastěji zobrazují půdorysy objektů doplněné o příslušný počet příčných řezů, nebo kolmých pohledů na jednotlivé stavební prvky, případně pak na celou fasádu objektu.

Ve strojnictví je pro tištěnou dokumentaci též hojně využíváno dvourozměrné zobrazení, ale např. pro obrábění a výrobu jednotlivých součástí je možno použít přímo 3D model, který jsou obráběcí stroje schopny zpracovat.

Samostatnou kapitolou je pak tvorba fyzických 3D modelů, které byly pro názorné zobrazování používány již v historii (rozmach v období renesance).

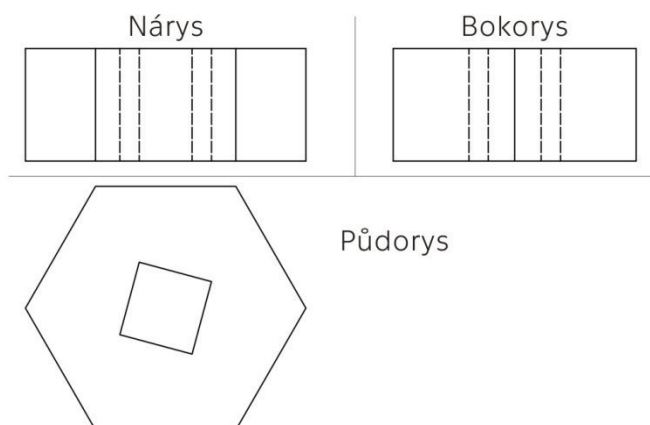
Tabulka 1 Dělení zobrazovacích metod na základě různých kritérií [4]

Obraz	Umístění promítací roviny vzhledem ke směru promítání	Poloha hlavních prvků vzhledem k promítací rovině	Počet promítacích rovin	Střed promítání	Metoda promítání
2D	Pravouhlé	Rovnoběžná	Jedna nebo více	Neurčitý (rovnoběžné promítání)	Pravouhlé promítání
3D		Šikmá	Jedna		Axonometrické promítání
	Kosoúhlé	Rovnoběžná			
		Šikmá			

1.1.1 Dvourozměrné zobrazování (2D)

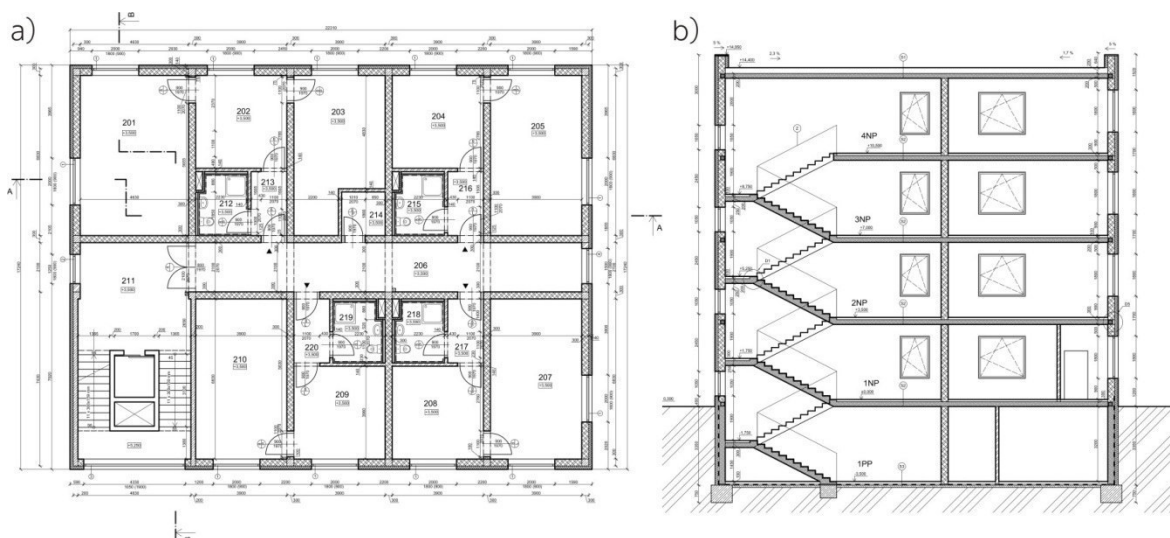
Pravoúhlé promítání [4, 5, 6, 7, 8]

Tento typ promítání je v technické praxi velice rozšířený – především pak ve strojnictví. Těleso je v tomto typu promítání zobrazováno na 3 – 6 průměten, přičemž v Evropě se nejčastěji používá metoda tzv. 1. kvadrantu (obrázek 3). Jako hlavní pohled by měl být volen ten, který poskytuje o zobrazovaném objektu největší množství informací, ostatní pohledy jsou s hlavním pohledem sdružené. Mezi hlavní pohledy patří nárys (pohled na těleso zepředu), půdorys (pohled na těleso shora) a pravý bokorys (pohled na těleso zleva). Mezi vedlejší pohledy patří levý bokorys (pohled na těleso zprava), pohled zdola a pohled zezadu.



Obrázek 3 Pravoúhlé promítání na 3 průmětny v 1. kvadrantu

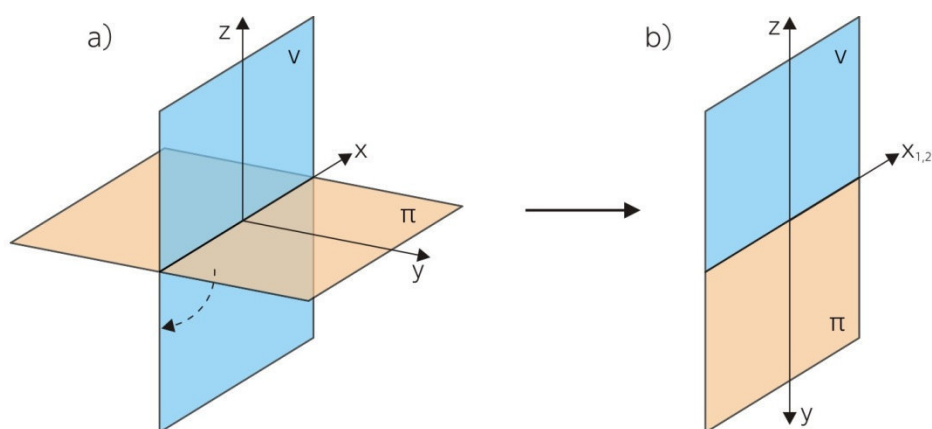
Modifikace pravoúhlého promítání je pak užívána ve stavebnictví, kde se stavební objekty zobrazují na několik průmětem jako průměty myšlených řezů (půdorysy, svislé řezy) a jako pohledy na objekt (obrázek 4). Nejčastěji se k celkovému popisu objektu používá jejich kombinace. Pomocí různých měřítek jsou pak na jednotlivých výkresech zobrazovány příslušné podrobnosti objektu. Zobrazování stavebních objektů se řídí příslušnými normami.



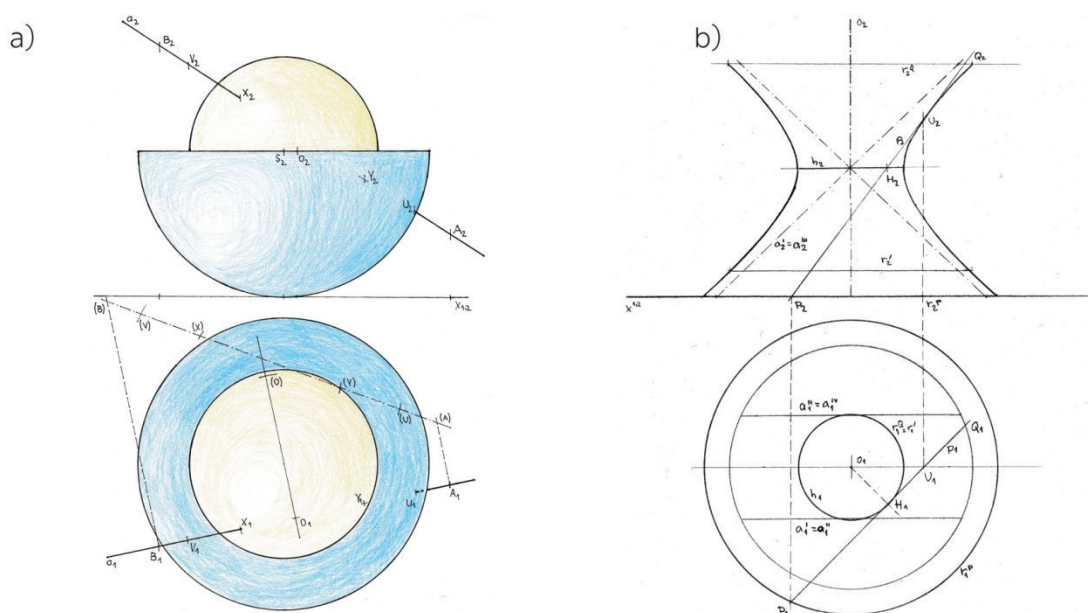
Obrázek 4 Stavební výkresy
a) Půdorys, b) Řez

Mongeovo promítání [3, 5, 7, 8, 10]

Jedná se o kolmé promítání, které bylo rozvinuto Gaspardem Mongem (1746 – 1818). K promítání jsou nejčastěji používány dvě průmětny – půdorysna (označována písmenem π) a nárysna (označována písmenem ν), v případě složitějších těles přibývá ještě třetí průmětna – bokorysna (označována písmenem μ). V tomto typu zobrazování je každý bod nejprve pravouhle promítnut do půdorysny a nárysny, čímž je sestrojen jeho půdorys a nárys. V následujícím kroku je jedna z průměten otočena kolem osy X o 90° (obrázek 5). Tím je každému bodu v prostoru jednoznačně přiřazena dvojice bodů v rovině, jejichž spojnice je kolmá k ose X , čímž je možno přesně definovat rovinné objekty i tělesa. Tento typ promítání je velice náročný pro představivost pozorovatele, zvláště pak v případě složitějších objektů (obrázek 6). Přesto však byla metoda dlouhou dobu udržována jako vojenské tajemství. V současnosti se tato metoda v technických oborech již nevyužívá.



Obrázek 5 Schéma rozložení průměten v Mongeově promítání
a) 3D souřadný systém, b) Otočená půdorysna o 90°



Obrázek 6 Tělesa zobrazená pomocí Mongeova promítání – rýsovaná ručně
a) Průnik přímky se dvěma polokoulemi, b) Rotační hyperboloid

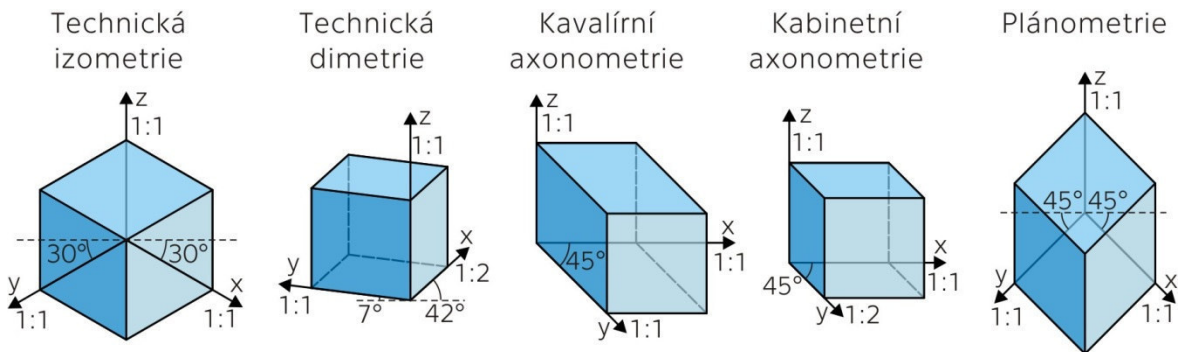
1.1.2 Třírozměrné zobrazování (3D)

Axonometrie a kosoúhlé promítání [4, 5]

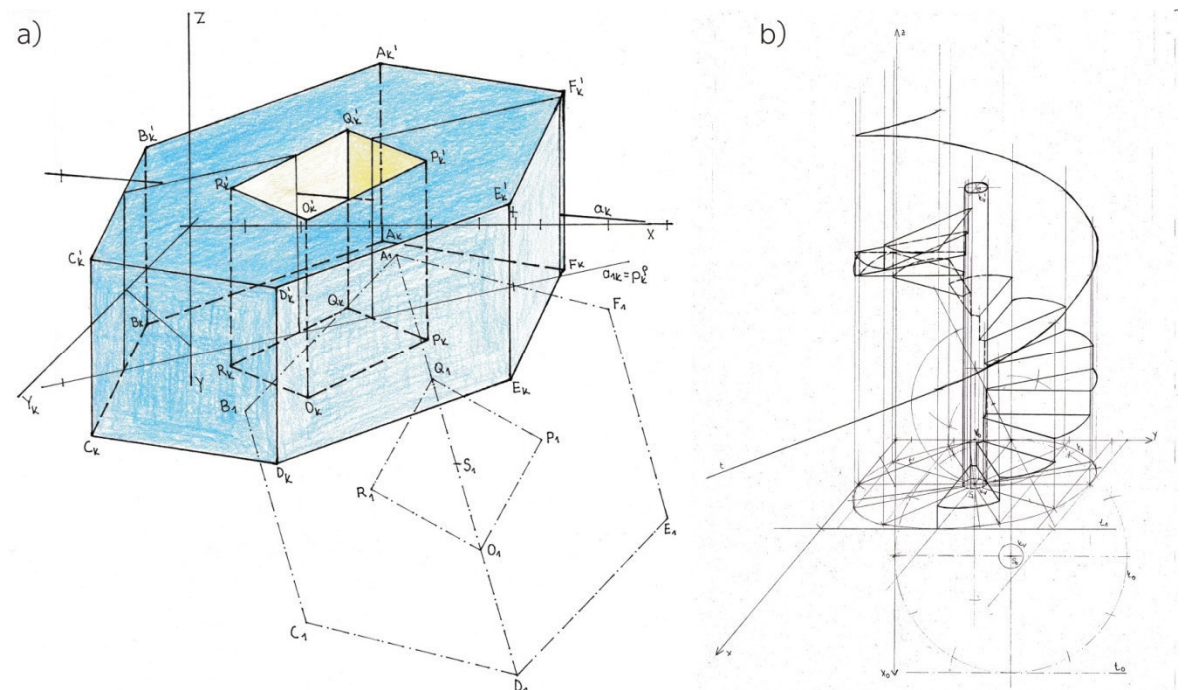
Kosoúhlé promítání je rovnoběžné promítání na jednu vybranou průmětnu (velmi často je používána bokorysna) směrem, který má od průmětny odchylku jinou než 90° . Promítací paprsky jsou tak rovnoběžné, ale ne kolmé k průmětně. Kosoúhlé promítání do obecné roviny je nazýváno kosoúhlá axonometrie (obrázek 8).

V axonometrii jsou voleny tři prostorové osy X, Y a Z, které navzájem svírají různé úhly. Poloha os soustavy souřadnic je zpravidla volená tak, aby jedna z os byla vertikální (obvykle se jedná o osu Z). Mezi doporučené metody axonometrického zobrazení v technické praxi patří: technická izometrie, technická dimetrie, kosoúhlá dimetrie, kavalírní axonometrie, kabinetní axonometrie a plánometrie (obrázek 7).

Předměty zobrazené axonometricky se obvykle nekótují. Výsledný obraz pak slouží výhradně pro názorné zobrazení daného objektu.



Obrázek 7 Rozdělení axonometrie



Obrázek 8 Tělesa zobrazená pomocí kosoúhlého promítání – rýsovaná ručně
a) Šestiboký pravidelný hranol s kvádrovým otvorem, b) Šroubová plocha - schodiště

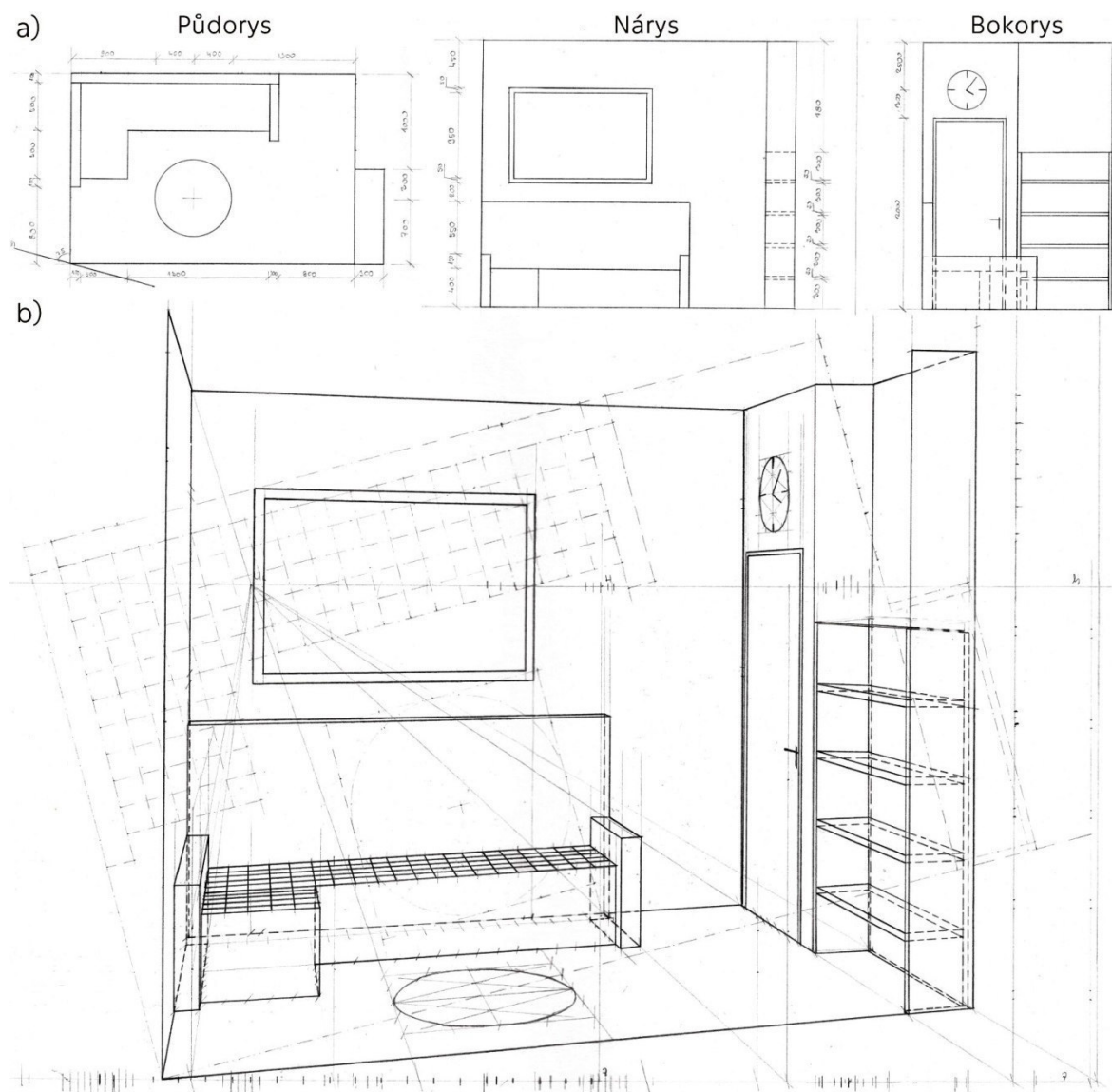
Perspektiva [4, 11]

Jedná se o středová promítání na jednu průmětnu, při němž promítací přímky vychází z jednoho bodu (středu promítání neboli úběžníku). Ve stavebnictví se využívá především konstruovaná perspektiva (obrázek 9), v malířství a architektuře se lze často setkat s užitím perspektivy bez rýsované geometrické konstrukce – kreslířská perspektiva (obrázek 10). Podle vzájemné polohy předmětu a průmětny se rozlišují:

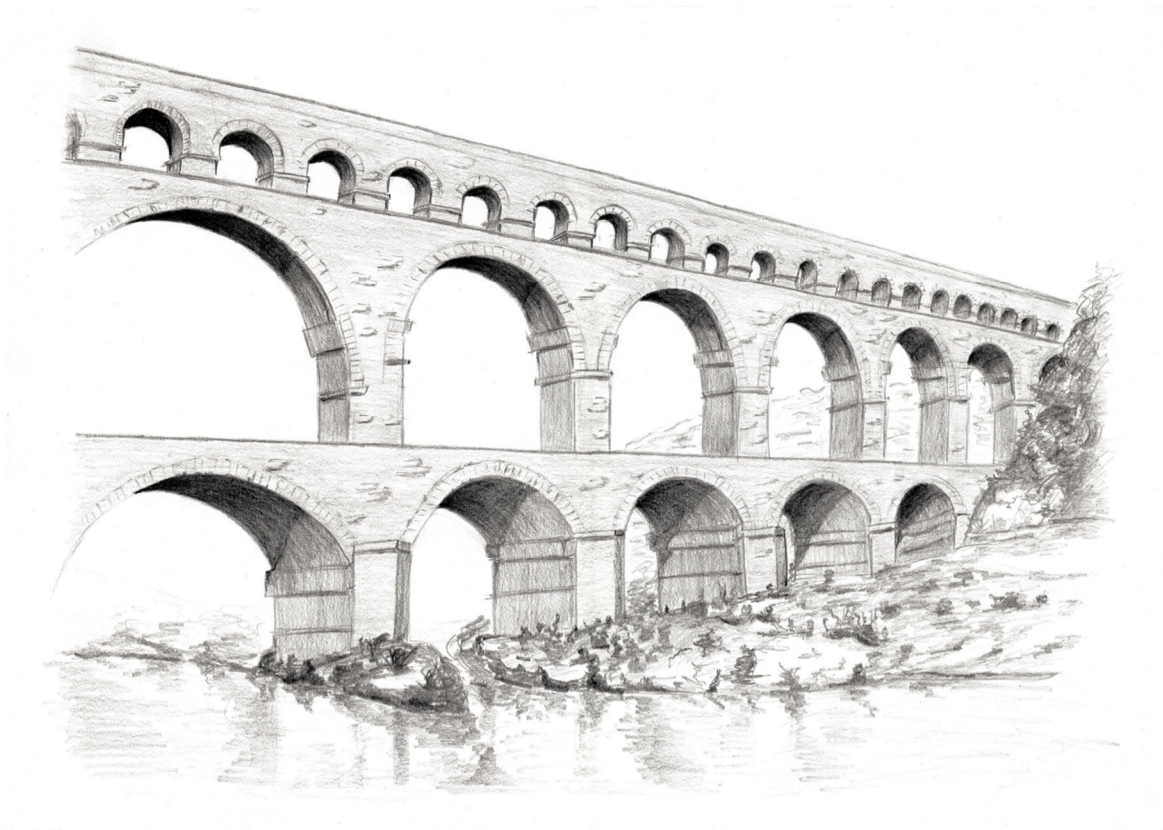
- Jednouběžníková perspektiva
- Dvouběžníková perspektiva
- Trojúběžníková perspektiva

Perspektiva zažila velký rozmach především v období renesance, kde byla využívána nejen v technické v praxi, ale i v malířství. V umění a v architektuře je využívána i v současnosti.

Ve strojírenství se perspektiva příliš nevyužívá, pro zobrazení strojních součástí je většinou použito axonometrické zobrazení.



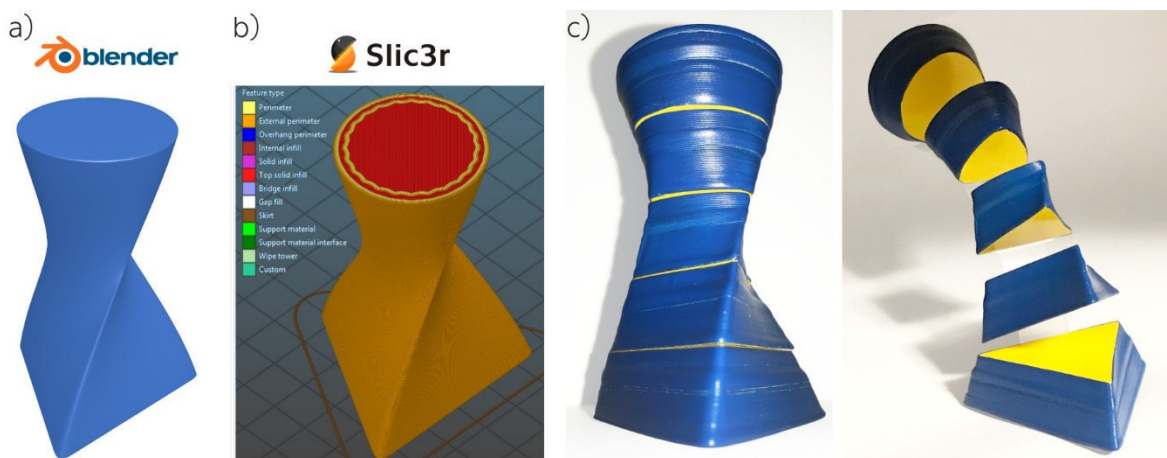
Obrázek 9 Místnost zobrazená pomocí lineární perspektivy na jeden úběžník – rýsované ručně
a) Příprava pro zkonstruování perspektivního obrazu, b) Obraz v lineární perspektivě



Obrázek 10 Perspektiva využitá v umění – Pont du Gard, kresba tužkou (autor H. Žáková)

Fyzické modely

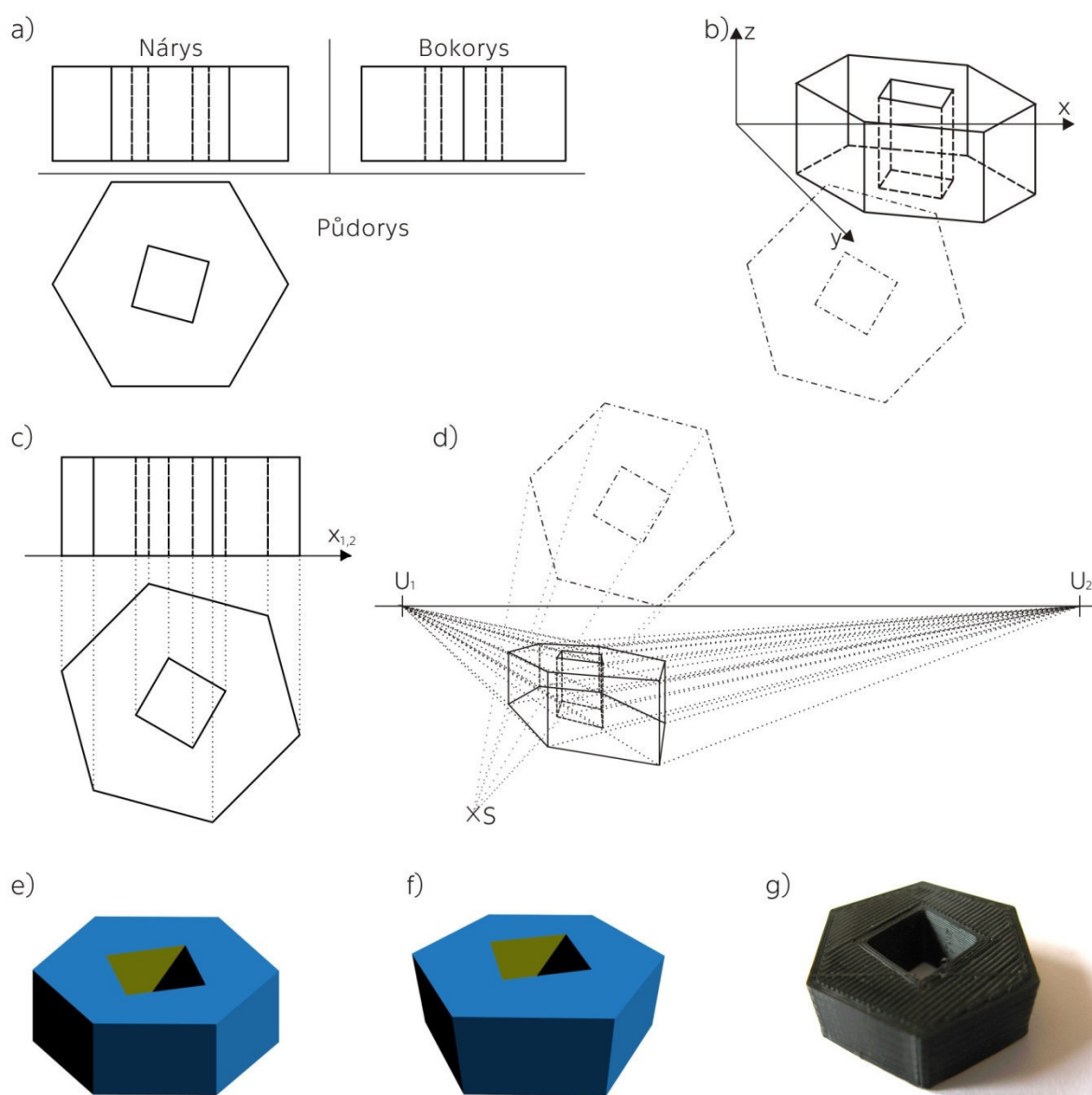
Fyzické modely byly historicky používány ve stavebnictví pro zachycení konstrukce objektu, kdy výkresová dokumentace často nebyla k dispozici. V současnosti fyzické modely doplňují klasické dokumentace pro lepší názornost. Případně mohou mít fyzické modely čistě praktické využití, např. pro simulaci působení větru na stavební konstrukci ve větrném tunelu. Fyzické modely sloužící pouze pro ilustraci jsou v současnosti často nahrazovány počítačovými modely, především pak ve stavebnictví, kdy je výroba modelu celé budovy často náročná. Ve strojírenství se v současnosti s úspěchem uplatňuje 3D tisk (obrázek 11).



Obrázek 11 Fyzický model vyrobený 3D tiskem
a) Model v programu Blender, b) Příprava 3D tisku v programu Slic3r, c) Fyzický model

1.1.3 Porovnání různých způsobů zobrazování

Různé způsoby zobrazení konkrétního objektu dávají různé možnosti pro další využití. Zobrazení jednoho a toho samého tělesa tak může být pro pozorovatele různě přívětivé, často v závislosti na pozorovatelově prostorové představivosti (obrázek 12). Pro názorné zobrazení, kdy je potřeba, aby si pozorovatel o objektu udělal rychlou představu, je vhodnější použít axonometrické nebo perspektivní zobrazení. Pokud je zapotřebí zanést do obrázku i další podrobnosti, např. rozměry objektu, pak je vhodnější volit pravoúhlé zobrazení ve více pohledech a řezech. Pro potřeby výuky a názornosti je však nejvhodnější obě metody zkombinovat a pozorovateli tak předložit 3D i 2D zobrazení daného objektu. V současnosti díky rozvoji počítačů již není složité vytvořit konkrétní 3D model.

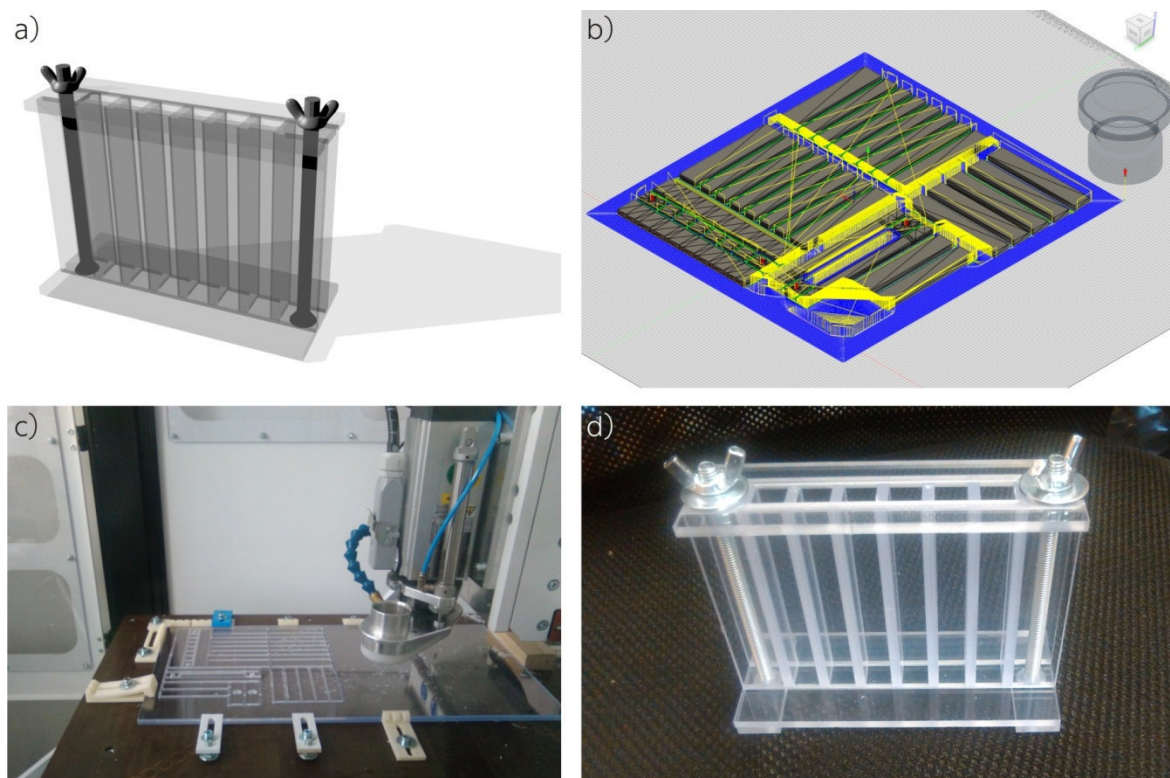


Obrázek 12 Porovnání různých způsobů zobrazení na stejném tělese
a) Pravoúhlé promítání, b) Kosoúhlé promítání – kabinětní axonometrie, c) Mongeovo promítání, d) Konstruovaná perspektiva, e) Počítačový ortogonální model (software Blender), f) Počítačový perspektivní model (software Blender), g) Fyzický model vytvořený pomocí 3D tisku

1.2 Současný stav zobrazovacích metod

V současnosti došlo k masivnímu rozšíření počítačové grafiky, díky níž lze velice efektivně pracovat s dvourozměrným i třírozměrným zobrazením objektů. Počítačová grafika však vychází z původních zobrazovacích metod.

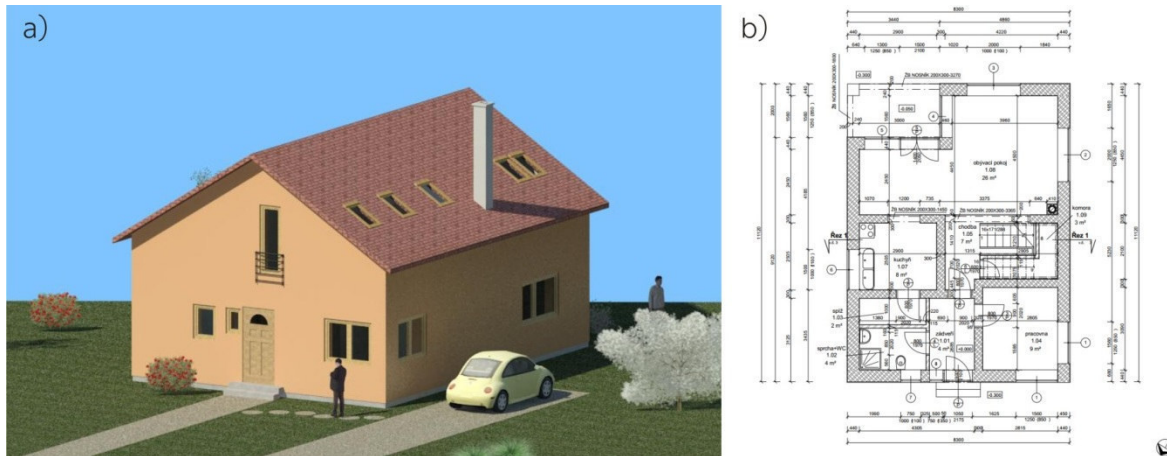
Pro přímou výrobu především menších součástí jsou v současnosti využívány přímo 3D modely vytvořené v počítači, které lze softwarově upravit přímo pro obráběcí stroje (CNC frézy, soustruhy apod.). V tomto odvětví došlo z uživatelského hlediska k výraznému posunu vpřed, kdy již není zapotřebí speciálních znalostí konkrétního přístroje, dostačuje znalost práce v CAD softwarech, které jsou s moderními obráběcími stroji kompatibilní (obrázek 13).



Obrázek 13 Výroba podle 3D modelu
a) 3D model vytvořený v softwaru Blender, b) Příprava modelu pro frézování v softwaru Fusion 360,
c) Frézování na základě předpřipraveného modelu, d) Hotový výrobek

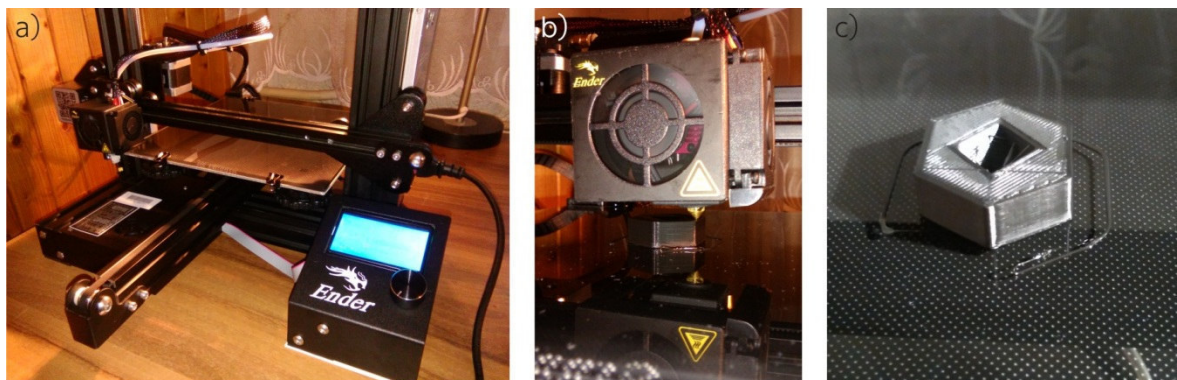
Ve stavebnictví jsou v současnosti stále masivně využívány principy 2D zobrazování a 3D zobrazení objektů tvoří především doplnění projektové dokumentace, která slouží k lepší orientaci osob bez technického vzdělání. 2D zobrazení ve stavebnictví souvisí především s nutností zajistit projektovou dokumentaci přímo na stavbě, kde je zpravidla velice prašné prostředí, které vyžaduje dokumentaci tištěnou na papír. Nicméně pro samotný proces projektování jsou masivně využívány softwarů kombinující 3D a 2D grafiku – samotný objekt je pomocí těchto softwarů modelován jako trojrozměrný se všemi náležitostmi, pro potřeby tisku je však možno 3D objekt proložit příslušným množstvím řezů, které software převede do klasického zobrazení (obrázek 14). V současnosti také dochází k rozvoji softwarů podporujících tzv. BIM modelování, které je založeno na tom, že pro potřeby tvorby dokumentace existuje jeden

jediný model objektu a jednotlivé profese do něj doplňují své části. Základní myšlenka vznikla již v sedmdesátých letech dvacátého století, kde se o BIM modelu poprvé zmínil Charles M. Eastman. Nicméně uvedení do praxe umožnil až rozvoj počítačů. V současnosti začíná softwary podporující BIM využívat čím dál tím větší procento projekčních kanceláří působících v odvětví stavebnictví.



Obrázek 14 Výstup ze softwaru podporujícího BIM – Revit
a) 3D vizualizace objektu rodinného domu, b) Půdorys 1. nadzemního podlaží

Ve druhé polovině 20. století se také začíná objevovat 3D tisk, označovaný také jako aditivní výroba, inkrementální či přírůstková technologie. Dlouhou dobu se jednalo o velice drahou metodu a zařízení pro 3D tisk nebyla příliš dostupná. V současnosti však došlo k jejich rychlému vývoji a implementaci do velké většiny technických i netechnických oborů. Existuje mnoho různých druhů založených na různých metodách na základě použitého materiálu pro tisk. Vzhledem k vývoji a rozšíření jsou na trhu k dispozici cenově dostupná zařízení. Mezi nejrozšířenější levné 3D tiskárny patří takové, které pro výrobu modelu využívají plastové struny (obrázek 15). Jejich cena se pohybuje v rozmezí několika tisíc korun českých a díky tomu je možno vytvářet nejrozličnější modely i v menších firmách nebo pro domácí hobby použití. Velký potenciál mají tyto tiskárny i pro edukativní účely ve školách, kdy není nutné se omezovat jen na 3D modely těles v počítači, studentům lze často nabídnout i hmatatelný objekt, jehož výroba není příliš složitá, ani nákladná [1, 12].



Obrázek 15 3D tisk plastovou strunou
a) 3D tiskárna Ender 3, b) Probíhající tisk tělesa, c) Finální vytištěný výrobek

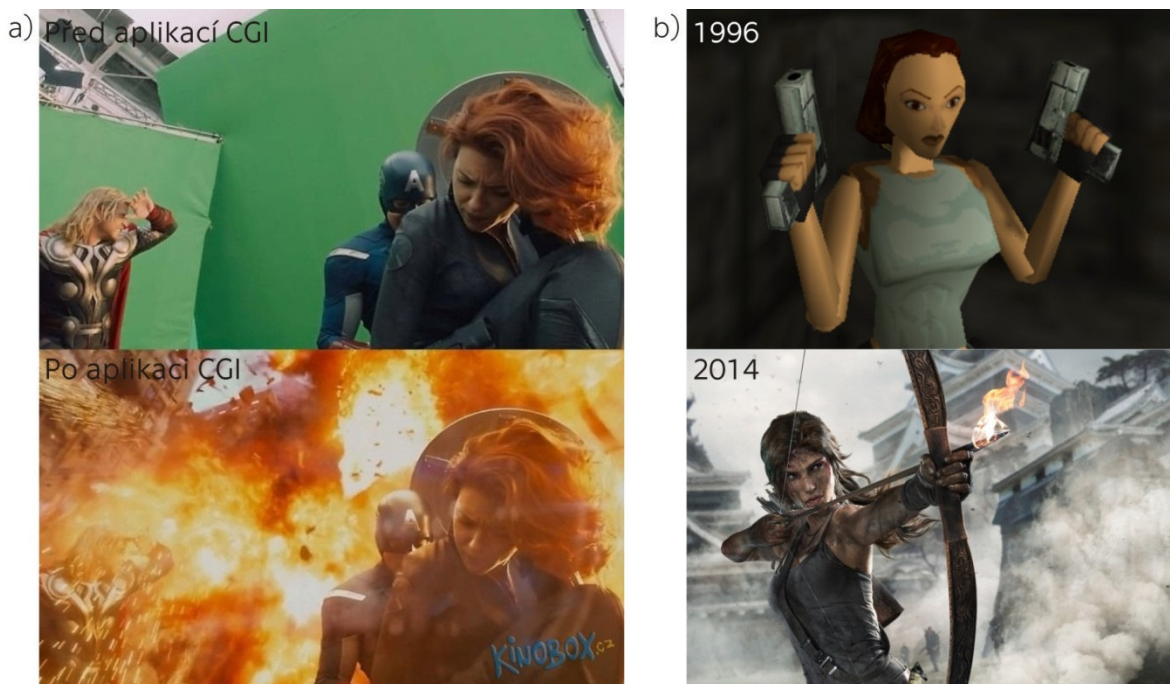
2 POČÍTAČOVÁ GRAFIKA

Počítačovou grafiku je možno charakterizovat jako obor výpočetní techniky, který se zabývá tvorbou grafických objektů. Počátek vývoje počítačů sahá do období druhé světové války. Za autora označení je považován William Fetter, který toto slovní spojení použil v roce 1960 [13, 14].

Největší rozvoj počítačové grafiky se odehrál v 90. letech 20. století díky masivnímu rozšiřování osobních počítačů a s ním souvisejícím vývojem počítačových her a animovaných filmů. Tvorba grafiky přestala být výsadou specializovaných pracovišť, neboť se začaly objevovat první freewarové programy, které umožňovaly rozvíjení kreativních dovedností každému uživateli počítače. Revoluce ve 3D modelování přišla s programem Blender, který začal být vyvíjen roku 1994 zkušeným programátorským týmem. Zatímco licence konkurenčních programů stály tisíce dolarů, Blender byl od počátku nabízen zcela zdarma [15]. Vývoj grafických softwarů se s přibývajícím množstvím uživatelů zrychloval.

Zároveň se zlepšováním softwarových možností pro tvorbu grafiky docházelo i k rozvoji hardwaru, ať už se jedná o elektronické součásti (centrální procesorové jednotky, grafické procesory, ...), zobrazovací zařízení (monitory, projektory, ...), nebo ovládací prvky usnadňující tvorbu grafiky (grafické tablety, 3D scannery, ...).

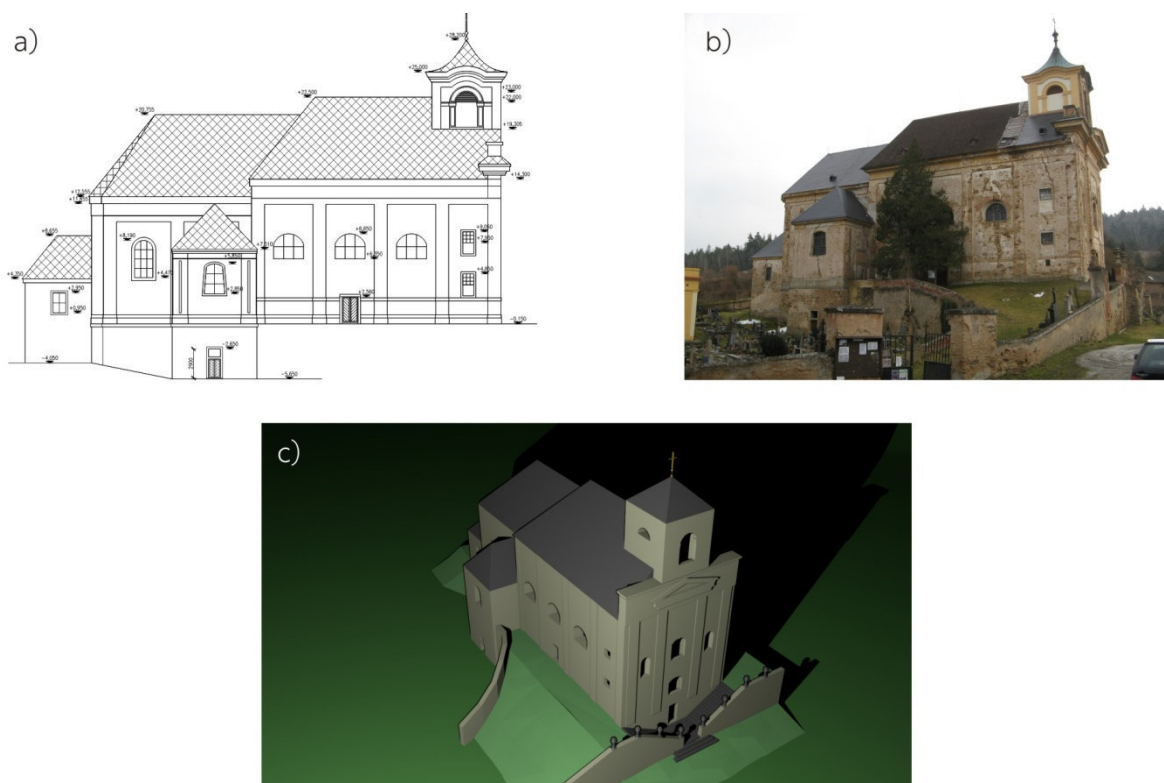
V současné době jsou grafici schopni vytvořit od reality nerozeznatelné nejen obrazy, ale i videa. Vykreslování (tzv. render) takové grafiky je stále hardwarově náročné a využívají ho především filmová studia (obrázek 16a). Herní grafika zaznamenala také výrazný pokrok (obrázek 16b), ale potřeba vykreslování grafiky v reálném čase omezuje vývojářům her jejich možnosti.



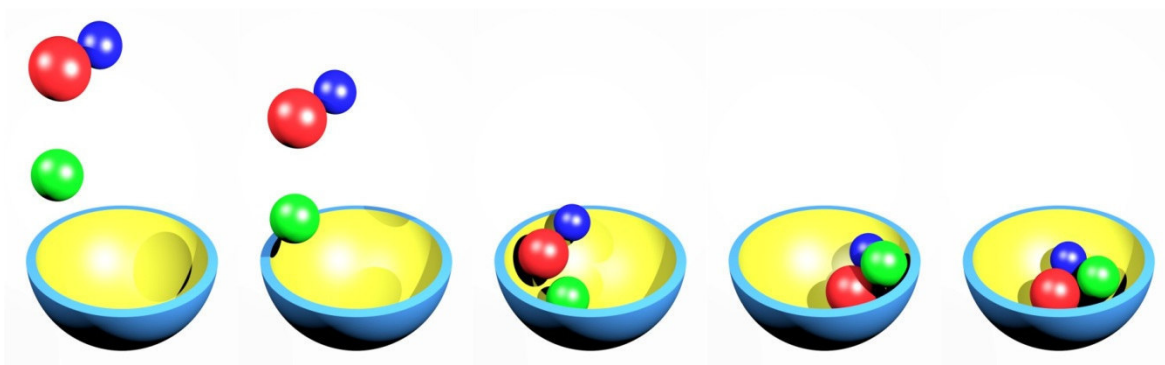
Obrázek 16 Vývoj počítačové grafiky
a) CGI efekty ve filmu Avengers [16], b) Vývoj hrdinky herní série Tomb Raider (vývojář v roce 1996 Core Design, vývojář v roce 2014 Square Enix)

2.1 Dělení počítačové grafiky

V současnosti je pro nejrůznější vizualizace nejvíce využívána tzv. počítačová grafika. Obecně ji lze charakterizovat jako oblast výpočetní techniky, která se zabývá tvorbou a úpravou grafických informací. Počítačovou grafiku lze dělit na 2D a 3D grafiku. 2D grafika dále bývá rozdělena na vektorovou a rastrovou grafiku, z nichž každá má své klady i zápory (obrázek 17). V literatuře se lze setkat i s pojmem 4D grafika – v tomto případě se jedná o vytvoření animací, nejčastěji pomocí nástrojů 3D grafiky. Animace znamená vytvoření iluze zdánlivě se pohybujícího objektu a vzniká pomocí naskládání jednotlivých snímků za sebe v dostatečně krátkém časovém úseku, aby přechody mezi snímky lidské oko nestačilo zaregistrovat (obrázek 18).



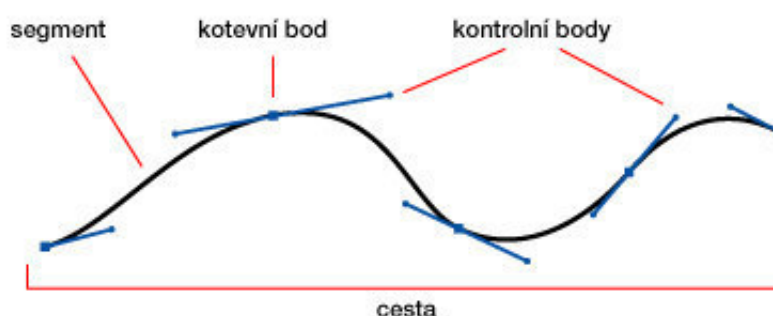
Obrázek 17 Porovnání vektorové, rastrové a 3D grafiky
a) Vektorový obrázek (autor H. Žáková), b) Rastrový obrázek, c) 3D model



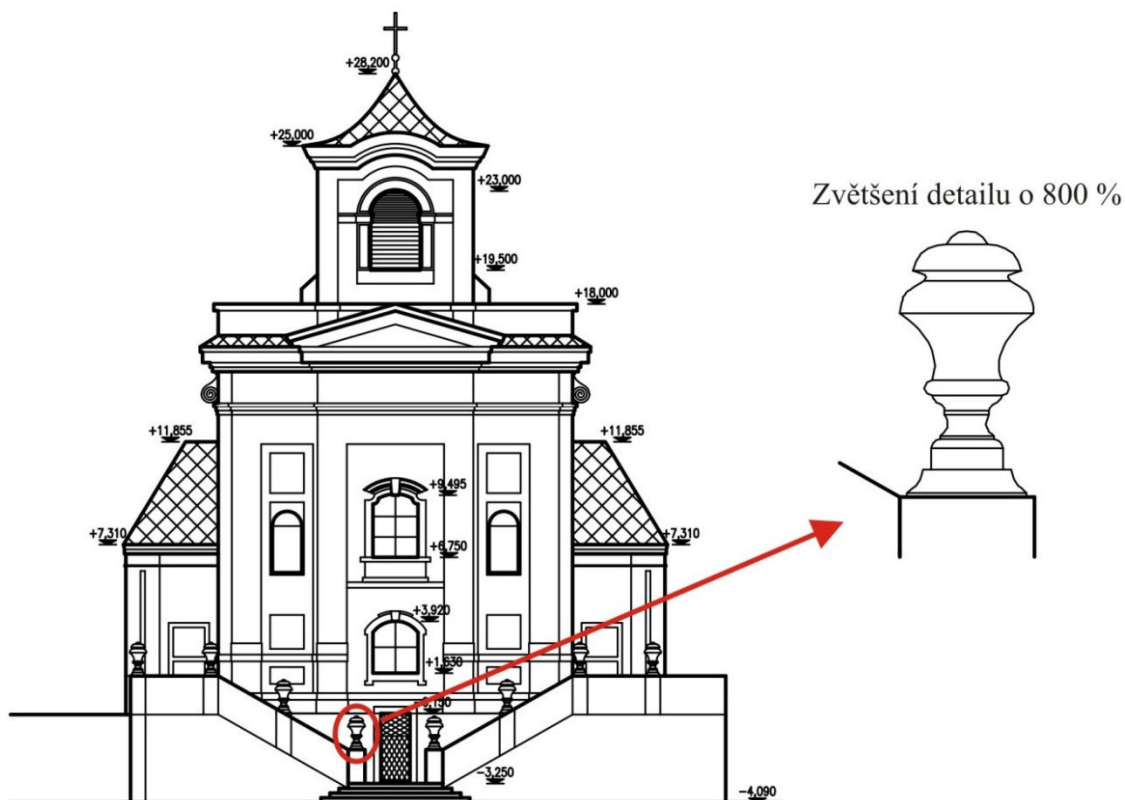
Obrázek 18 Několik vybraných snímků animace tří padajících kuliček

2.1.1 Vektorová grafika [17, 18, 19]

Vektorová grafika je založena na práci s matematicky definovanými vektory. Softwary používané pro její tvorbu (např. Corel Draw, Inkscape, AutoCAD, Inventor, Zoner Callisto, Allplan, Revit) ukládají informaci pomocí matematického zápisu společně s atributy přiřazenými daným objektům, jako je tvar, tloušťka, barva, výplň a podobně (obrázek 19). Velkou výhodou je neomezená možnost zvětšení obrazu (obrázek 20) a následná možnost úpravy jednotlivých objektů a relativně malá velikost souboru při uložení. Z tohoto důvodu je tento typ grafiky velmi vhodný pro znázornění nejrůznějších schémat, či pro tvorbu technické dokumentace. V odborné praxi je tento typ grafiky velmi rozšířený. Nevýhodou vektorové grafiky může být nerealističnost zobrazeného.



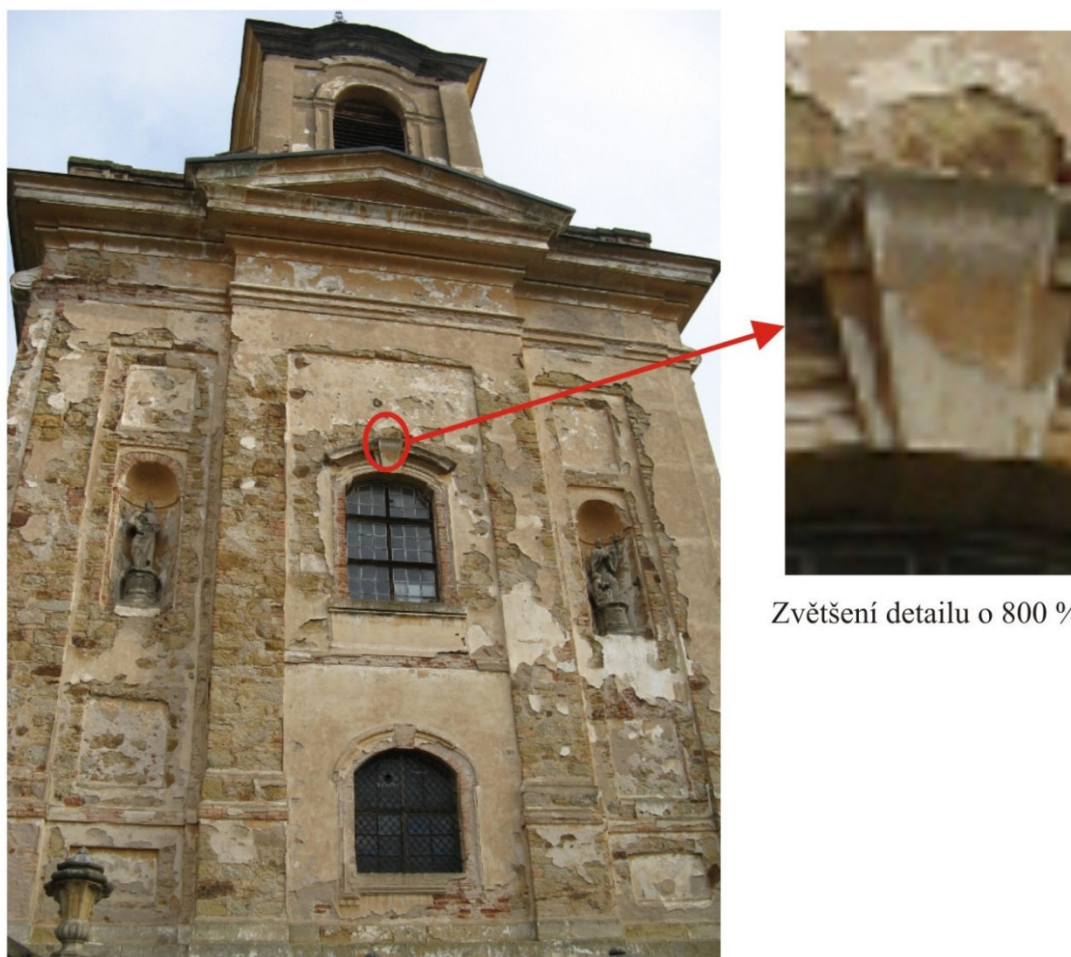
Obrázek 19 Parametry vektorové křivky [20]



Obrázek 20 Vektorový výkres (software AutoCAD) pohledu na kostel sv. Barbory v Manětíně (Jihozápadní pohled na objekt) se zvětšeným detailem ozdobné vázy na schodišťovém zábradlí (autor H. Žáková)

2.1.2 Rastrová grafika [17, 18, 19]

Princip rastrové grafiky spočívá ve vytvoření pravidelné sítě pixelů (obrazových bodů), která je organizovaná jako dvourozměrná matice bodů. Každý obrazový bod pak má přiřazeny informace, týkající se barvy, jasu, případně průhlednosti. S rastrovou grafikou se lze setkat především u fotografií, je vhodná pro záznam realistických obrazů. Zároveň se lze s rastrovou grafikou setkat v umělecké tvorbě, kde je možno propojit software se speciálním grafickým tabletem, který je pro kresbu uživatelsky mnohem příjemnější než myš, nebo touchpad. Pomocí vhodného softwaru lze ovládat každý bod obrazu zvlášť. Nevýhodou rastrové grafiky oproti vektorové grafice jsou velké prostorové požadavky, protože při snížení velikosti dochází zároveň ke snížení kvality obrazu (obrázek 21). Některé softwary umožňují u méně kvalitních obrázků zpětně zvyšovat kvalitu za pomoci matematické interpolace, přesto však není možné dosáhnout původní kvality. Mezi softwary pracující s rastrovou grafikou patří např. Corel Photopaint, MyPaint, GIMP, Adobe Photoshop... Některé rastrové softwary se zaměřují především na úpravu fotografií (např. Photoshop, GIMP), jiné jsou zaměřené spíše na uměleckou tvorbu (MyPaint).

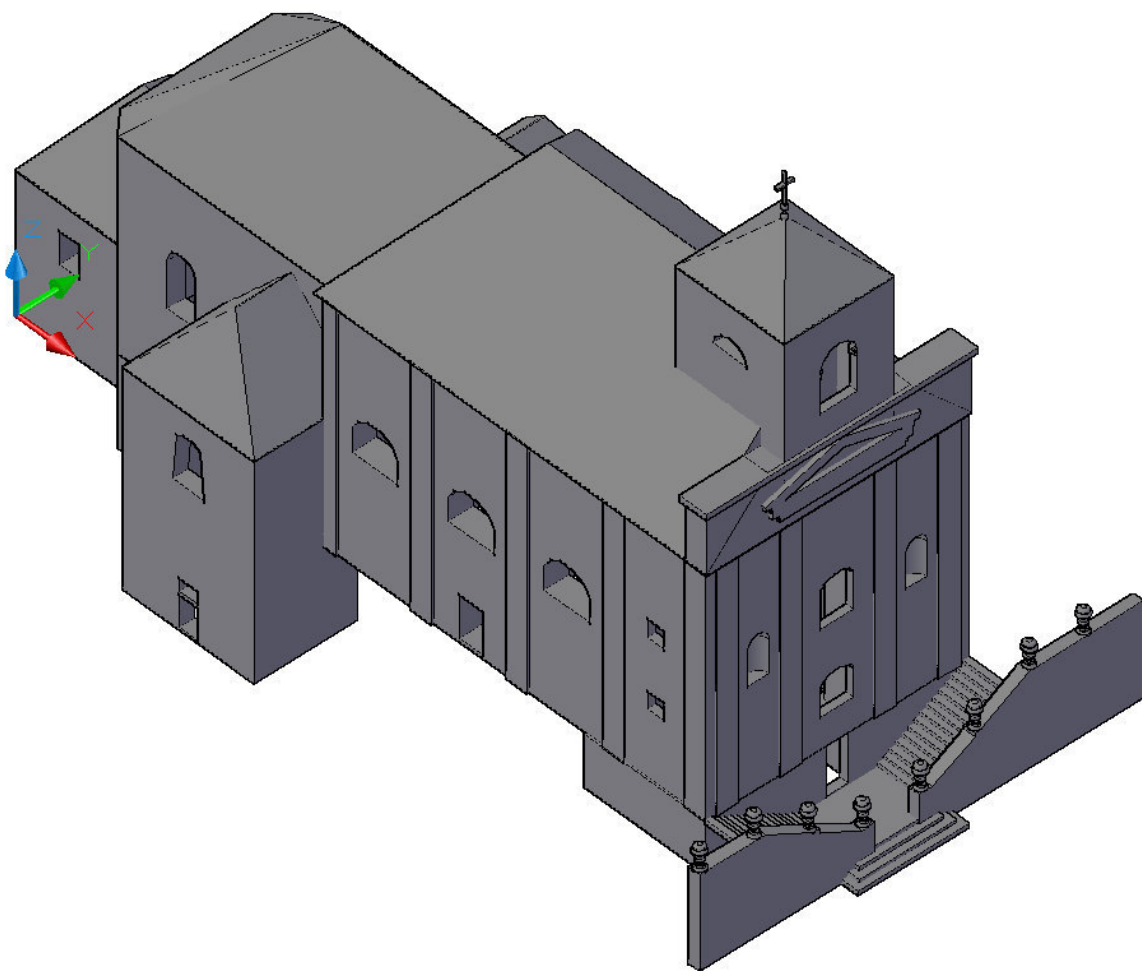


Zvětšení detailu o 800 %

Obrázek 21 Fotografie jihozápadní fasády kostela sv. Barbory v Manětíně se zvětšeným detailem zdobeného nadpraží okna s patrným zhoršením kvality

2.1.3 Prostorová 3D grafika s texturami [17, 18, 19]

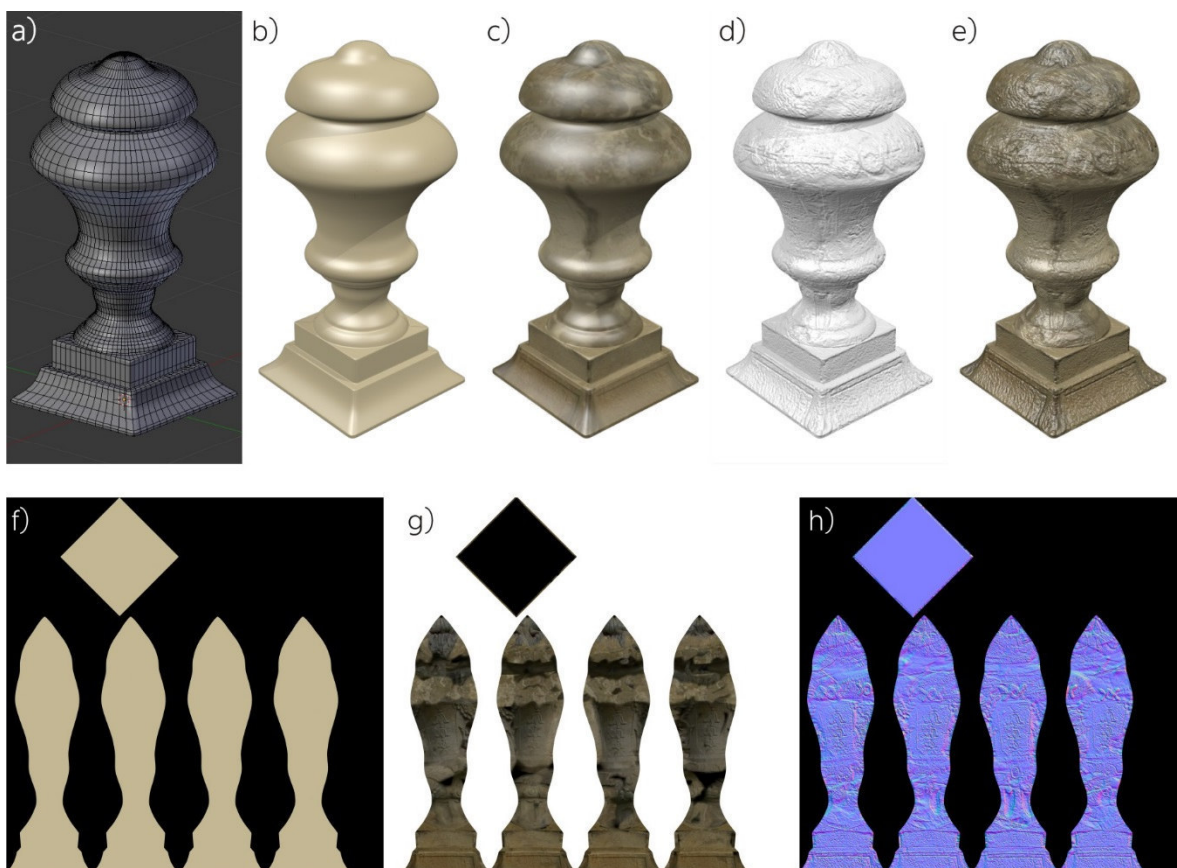
Princip 3D grafiky vychází z vektorové grafiky, kde přidává do souřadného systému další rozměr (nejčastěji má osa označení „Z“) (obrázek 22). Jednotlivé osy bývají v softwarech pro lepší orientaci často rozlišovány i barevně, v poslední době dochází ke sjednocování barevné konvence i mezi různými softwary pro lepší ovládání uživatelem. V softwarech zaměřených na 3D grafiku se nejprve ze základních prvků vytvoří složitější model, kterému lze následně přiřadit texturu nebo matematicky definovaný materiál, případně je možno pro větší realističnost zobrazovaného objektu použít i tzv. normálovou mapu a spekulární mapu. Cílem softwarů je vytvořit model objektu, který bude působit co možná nejrealističtějším dojmem, ale zároveň bude zabírat co možná nejmenší kapacitu paměti. Použití 3D grafiky je čím dál tím rozšířenější a lze s její pomocí zobrazovat nejrůznější modely, což je velmi vhodné pro názornou vizualizaci problematiky při výuce studentů, jelikož se jedná o velice názornou metodu. Mezi nejrozšířenější softwary, které pracují s 3D grafikou, patří například Cinema4D, 3ds Max nebo Blender.



Obrázek 22 Zjednodušený 3D model kostela sv. Barbory v Manětíně vytvořený pomocí 3D prostředí softwaru AutoCAD

Softwary zaměřené na 3D grafiku nabízí širokou škálu možností práce s objektem, ať už se jedná o texturování nebo o animaci. U modelu lze nastavit realistické zobrazení, ale také lze na objektu zobrazit např. druhy poruch a jejich umístění (poruchy způsobené vodou, trhliny v nosné konstrukci atp., což je výhodné například ve stavebním odvětví).

Požadovaného zobrazení lze nejnadhěji dosáhnout kombinováním texturování objektu a použitím způsobu mapování, které na rovné ploše vytváří iluzi plastičnosti. Nejběžněji se používá tzv. normálová mapa, kdy jsou požadované výšky bodů na objektu zaznamenány pomocí vektorů, jejichž velikost a směr je dán zbarvením obrázku mapovaného na objekt. V každém pixelu je tak definován normálový vektor, jehož tři složky jsou uloženy jako osmibitové barevné kanály. Pro barevnou texturu objektu lze využít buďto počítačově vytvořený obrázek, nebo fotografii reálného objektu. Pomocí textury lze v některých softwarech vytvořit i normálovou mapu. Některé softwary umožňují propojení mezi modelem a texturou natolik, že kreslením přímo na daný objekt je vytvářena textura, kterou lze následně uložit do samostatného souboru (obrázek 23). Softwary, které s takto vytvořenými a otexturovanými objekty dále pracují (např. Unity), dokáží rozlišit typ mapovaného obrázku a následně ho správně přiřadí k danému objektu.

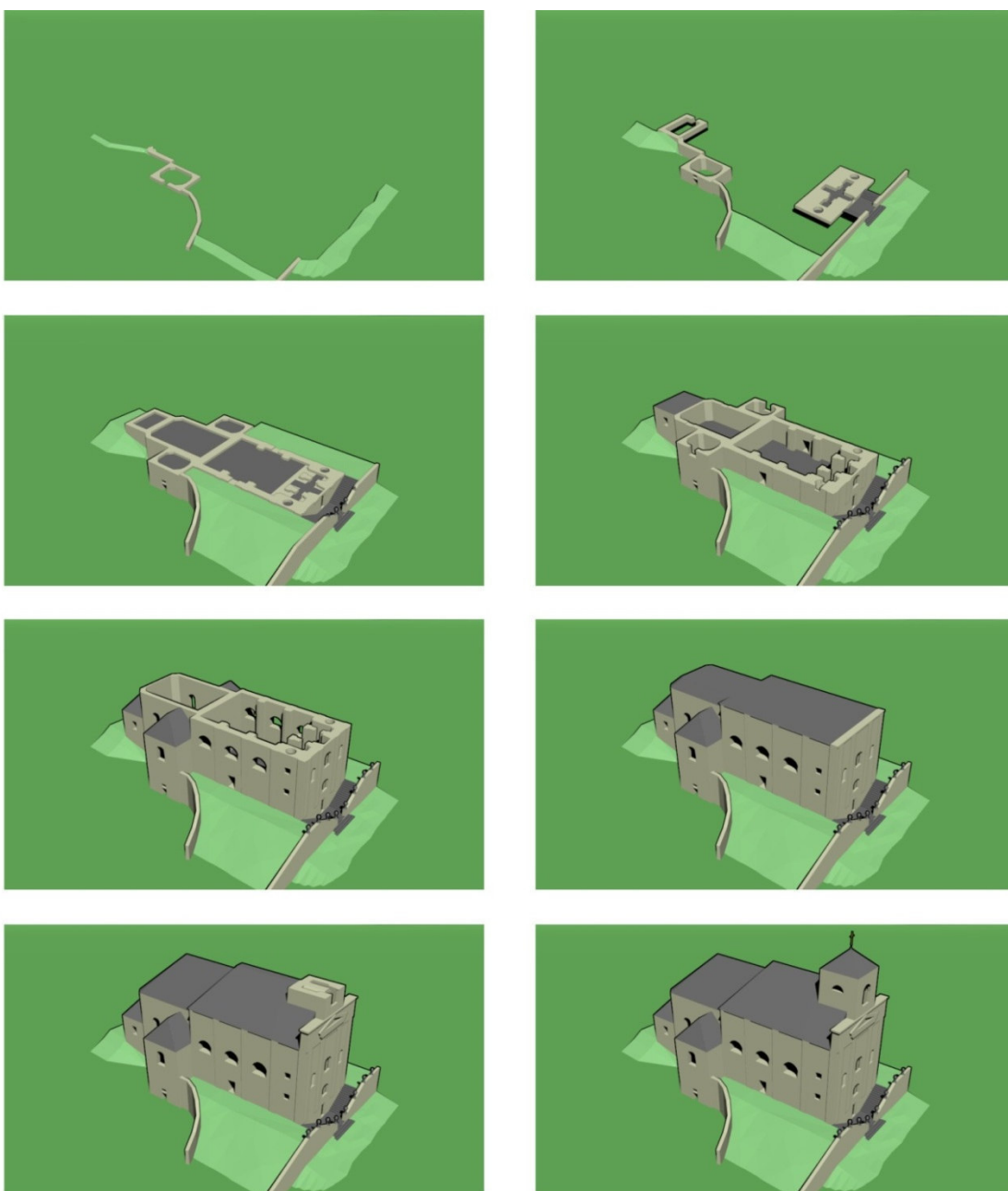


Obrázek 23 Ozdobná váza – model s použitím textury a normálové mapy

- a) Model ozdobné vázy ze zábradlí vytvořený v softwaru Blender na základě fotodokumentace a měření kostela sv. Barbory v Manětíně, b) Váza se základní texturou, c) Váza s texturou bez normálové mapy, d) Váza s normálovou mapou, bez barevných textur, e) Váza s barevnou texturou a normálovou mapou, f) Základní textura objektu, g) Barevná textura objektu, h) Normálová mapa

2.1.4 Prostorová 4D grafika s texturami – animace [17, 18, 19]

Jedná se o 3D grafiku, kde čtvrtým rozměrem je čas – jednotlivé snímky animace jsou za sebou poskládány tak, aby jejich přechod lidské oko vnímalo jako plynulý (obrázek 24). V minulosti byly i animace tvořeny pomocí 2D kreseb, ale v současnosti je nejvyužívanější právě 3D grafika, byť softwary umožňují použití filtrů, díky kterým animace působí jako vytvořená pomocí 2D. Nevýhodou animací je poměrně velká velikost souboru, která přímo souvisí s nároky na kapacitu paměti počítače. Vzhledem k tomu, že výsledné animované obrázky jsou obvykle rastrové, tak by případné snížení velikosti jednotlivých snímků vedlo ke snížení kvality celé animace. Nicméně se jedná o velice názornou metodu, kterou lze uplatnit při vizualizaci velkého množství témat.



Obrázek 24 Vybrané snímky animace objektu kostela sv. Barbory v Manětíně

2.1.5 Softwary pro tvorbu 2D a 3D počítačové grafiky

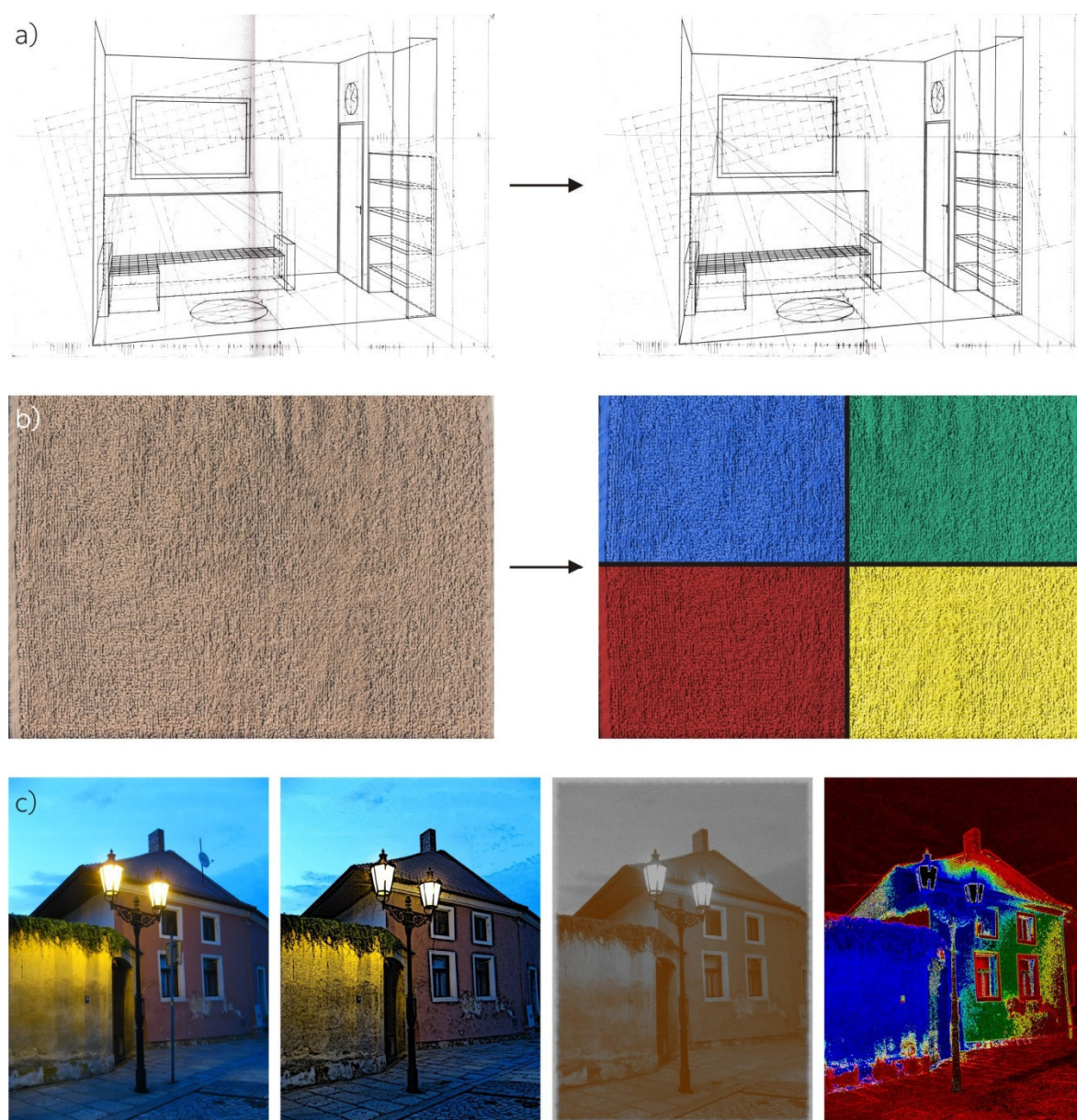
Různé softwary jsou zaměřené na konkrétní typ grafiky, přestože často umožňují pracovat i s jinými formáty, ale v omezené míře. Grafických programů je k dispozici velké množství, mohou být děleny dle ceny na komerční a neplacené programy (tzv. freeware). Dalším kritériem pro výběr softwaru je i dělení podle oblasti grafiky, na kterou je software zaměřen – dvourozměrná (rastrová či vektorová) a trojrozměrná (tabulka 2). U komerčních softwarů je běžné, že lze zakoupit celý balík složený z několika různých softwarů, kdy každý program je zaměřený na jiný typ grafiky, ale vzájemně jsou kompatibilní. Neplacené programy (např. GIMP, Blender,...) jsou v poslední době čím dál oblíbenější a spokojení zákazníci obvykle dobrovolně finančně dotují jejich další vylepšování. Vzdělávací instituce často umožňují svým studentům a zaměstnancům použít vzdělávací licence na nejrůznější komerční softwary, nicméně výhodou freewarů je jejich využitelnost v praxi bez nutnosti koupení často předražené licence. Porovnání vybraných programů, viz tabulka 2. Ceny uváděné v tabulce byly zjištěny dle informací jednotlivých vydavatelů softwaru v lednu 2019.

Tabulka 2 Porovnání vybraných softwarů

Software	2D		3D	Cena
	vektor.	rastr.		
Corel Draw	X			17 100 Kč
Corel Photopaint		X		17 100 Kč
Corel PaintShop Pro		X		2 265 Kč
Corel AfterShot Pro		X		1 800 Kč
Zoner Callisto	X			Freeware
GIMP		X		Freeware
MyPaint		X		Freeware
AutoCAD	X		X	6 730 Kč/měsíc
Fusion 360			X	1 565 Kč/měsíc
Revit	X		X	9 547 Kč/měsíc
Inkscape	X			Freeware
Blender			X	Freeware
Cinema 4D			X	23 571 Kč
Photoshop		X		623 Kč/měsíc
ArchiCAD	X		X	138 800 Kč
3ds Max	X	X	X	6 417 Kč/měsíc
Solid Edge	X		X	7 775 Kč/měsíc
Draft Sight	X		X	7 324 Kč
Rhinoceros			X	23 500 Kč
SketchUp	X		X	32 470 Kč
CATIA	X		X	Pouze na dotázání
IrfanView		X		Freeware
LibreOffice Draw	X			Freeware
Maya	X		X	6 417 Kč/měsíc

GIMP [21]

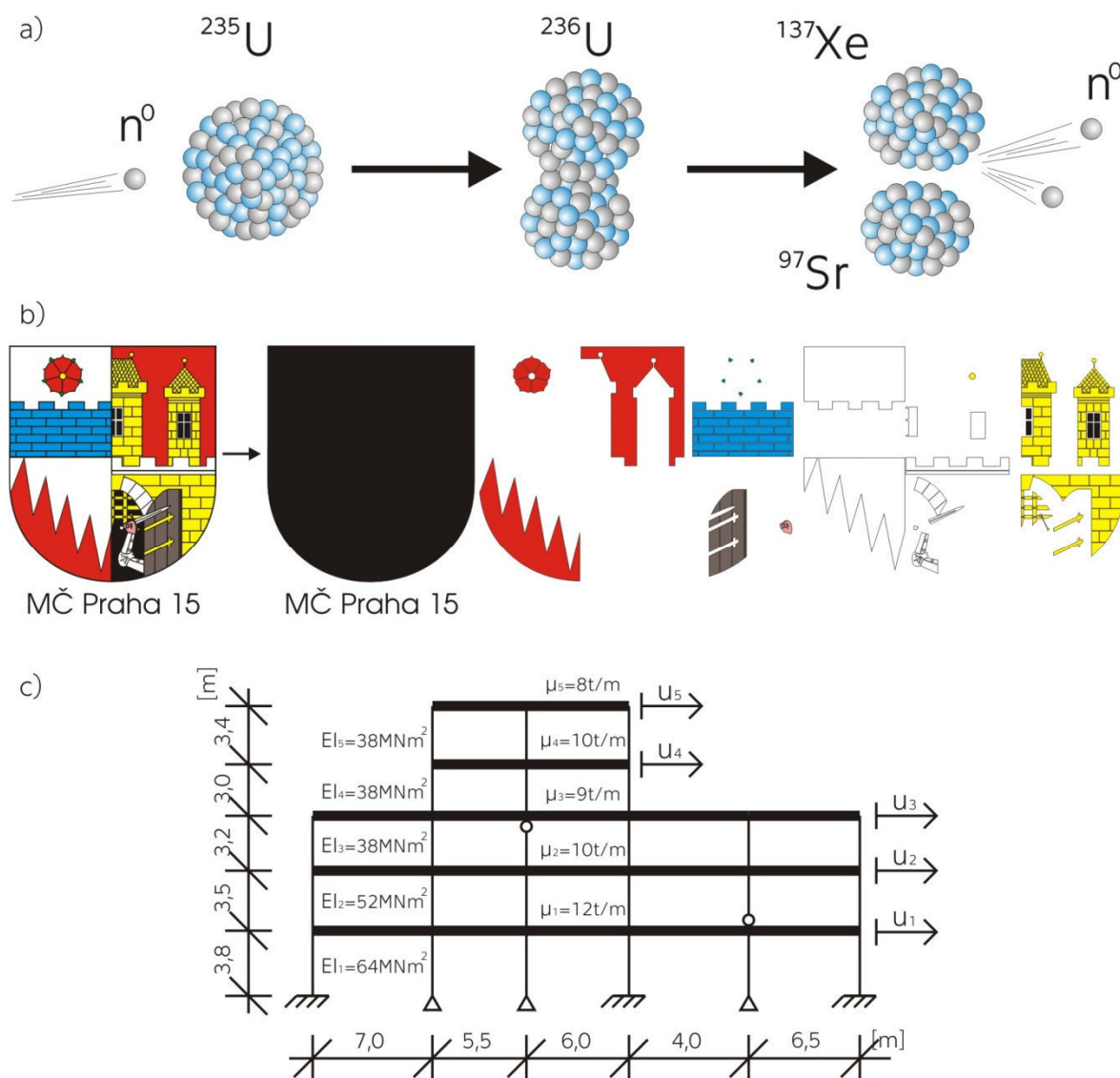
Jedná se o freewarovou alternativu k placeným softwarům, jako je např. Photoshop, Corel AfterShot nebo Corel Photopaint. GIMP (GNU Image Manipulation Program) vznikl v roce 1996 a pracuje s rastrovou grafikou. Lze ho využít k úpravě a retuši fotografií, ilustračních obrázků či textur pro 3D objekty (obrázek 25). Program pracuje s hladinami, díky čemuž lze pomocí něho vytvořit i jednoduché animace. Jeho výhodou je podpora velkého množství obrazových formátů. Díky rozsáhlé podpoře spokojených uživatelů dochází k neustálému vývoji softwaru a k přidávání nových funkcí, případně k jejich zdokonalování. Aplikace byla původně vyvinuta pro operační systém Linux, na základě požadavků uživatelů byla předělána i pro možnost použití na operačním systému Windows. V současnosti je možno GIMP považovat za multiplatformní software.



Obrázek 25 Příklad možné manipulace s rastrovými obrázky
a) Retuš nedokonalosti vzniklé při skenování výkresu, b) Změna barvy textilní textury, c) Ukázka možných úprav fotografie, vlevo originál (autor originální fotografie H. Žáková)

Inkscape [22]

Jedná se o freewarovou alternativu k softwarům, jako je např. Corel Draw, Zoner Callisto nebo LibreOffice Draw. Inkscape vznikl v roce 2003 a v současnosti je možné ho provozovat na různých operačních systémech – je kompatibilní s Windows, Linux a Mac OS X. Program pracuje především s vektorovou grafikou, kterou následně umožňuje vyexportovat do rastrové podoby. Ve velmi omezené míře v něm lze pracovat i s rastrovými obrázky, spíše se však jedná o jejich doplnění pomocí vektorových nástrojů. Software je vhodný především pro tvorbu nejrůznějších schémat, není však přizpůsoben pro tvorbu projektové dokumentace (obrázek 26). Mnoho uživatelů si Inkscape oblíbilo a díky tomu dochází v současné době k jeho výraznému rozvoji, přidávání nových funkcí a k úpravě těch stávajících tak, aby byl schopen konkurence komerčním softwarům. Výhodou Inkscape je jeho lokalizace do českého prostředí, čímž se otevírá širšímu spektru uživatelů.



Obrázek 26 Příklad možné tvorby v softwaru Inkscape

a) Schéma štěpení jádra uranu při štěpné reakci, b) Příprava pro řez z fólie na řezacím plotru – znak městské části Praha 15, c) Schéma stavební konstrukce pro výpočet dynamického zatížení – ilustrativní obrázek

MyPaint [23]

Jedná se o freeware, pracující s rastrovou grafikou. Je alternativou např. ke komerčnímu softwaru Corel PaintShop Pro. Jeho vývoj začal roku 2004 pro Linuxové operační systémy a v současnosti je možno jej označit jako multiplatformní – zahrnuje podporu operačních systému Windows, Linux a Mac OS X. Program umožňuje velice dobré propojení s nejrůznějšími grafickými tablety, díky čemuž je možné ho použít především pro uměleckou tvorbu (obrázek 27). Díky vstřícnosti autora ohledně nejrůznějších doplňků si jej oblíbilo velké množství uživatelů a v současnosti dochází k jeho rychlému rozvoji. Velkou předností programu je možnost uživatelského definování nejrůznějších stylů štětců pro kreslení a díky uživatelské komunitě vzniklé okolo softwaru je možno doplňky sdílet s ostatními uživateli. Ovládání softwaru je velice intuitivní, v současnosti probíhá i snaha o českou lokalizaci, která však v současnosti není zcela dokončena. Program pracuje s vrstvami, které lze naimportovat i z jiných softwarů, jako je např. GIMP a zde je dále upravovat.



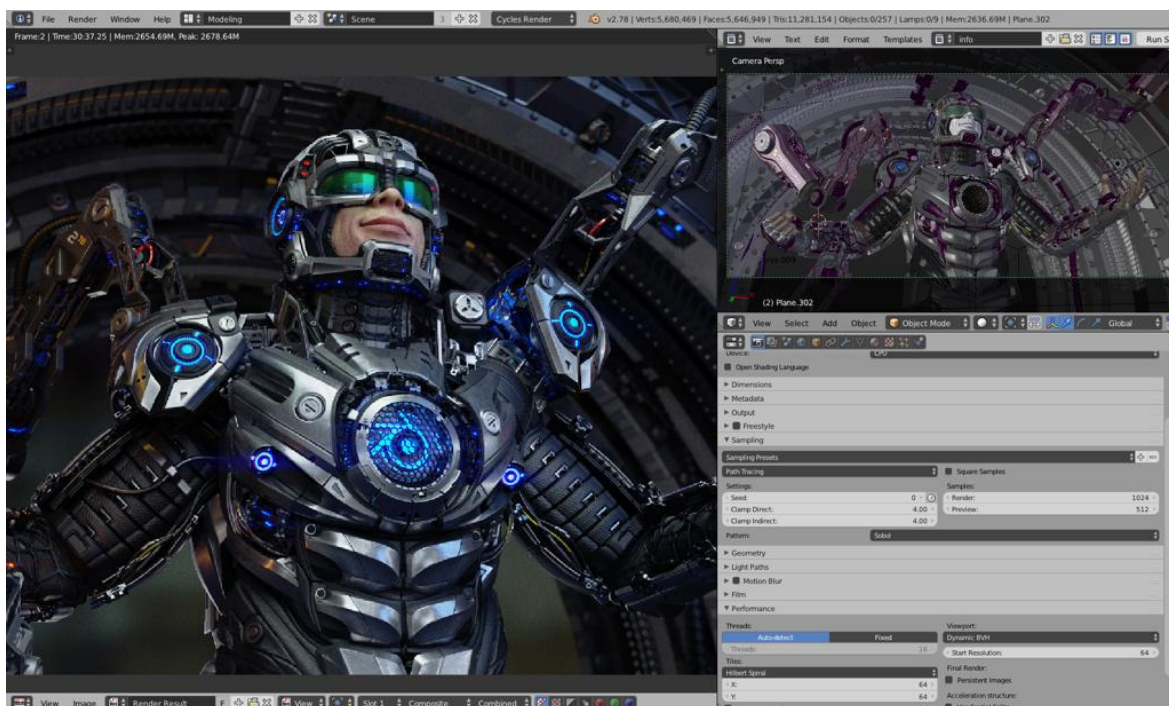
Obrázek 27 Grafika vytvořená pomocí softwaru MyPaint (autor H. Žáková)
a) Grafika celá vytvořená v MyPaintu, b) Grafika vytvořená částečně v Inkscapeu (obrázek kočiček), pozadí grafiky vytvořeno v MyPaintu

Blender [15]

Jedná se o freewarovou alternativu ke komerčním softwarům, jako je např. 3 ds Max, Cinema 4D nebo Maya. Blender je multiplatformní, podporuje operační systémy Windows, Linux a Mac OS. V současnosti poskytuje velice širokou škálu nejrůznějších nástrojů, pomocí nichž lze vytvořit mnoho různých 3D obrázků, prvků do počítačových her, videí i animací, ať už se jedná o rozměrově definované modely, nebo tzv. CGI (Computer Generated Imagery) – počítačem vytvořené speciální efekty, které jsou v současné kinematografii hojně využívaným prvkem. Blender se stal mezi velkým množstvím uživatelů oblíbený a v současnosti u něj dochází k výraznému vývoji a vylepšování nejrůznějších funkcí (obrázek 28).

V Blenderu je možné, kromě jiného, vytvářet i modely, které lze následně pomocí převodu do jiných softwarů využít v technické praxi, např. pro obrábění CNC frézou či pro 3D tisk. Společným typem souboru podporovaným většinou 3D softwarů je *.stl, díky kterému je možná vzájemná konverze objektů. Kromě základní instalace softwaru je možno zdarma získat velké množství dalších doplňků a díky tomu software plně přizpůsobit potřebám uživatele.

Nevýhodou Blenderu může být pro začínajícího uživatele ovládání softwaru, které se značně odlišuje od ostatních, typově podobných softwarů. Nicméně díky rozsáhlé komunitě uživatelů, kteří jsou na internetu velmi aktivní, co se týče nejrůznějších návodů a poznámek ohledně modelování, je možné, aby se v Blenderu naučil pracovat i samouk. Částečně byla zpracována i lokalizace do českého prostředí. Vzhledem k tomu, že mnoho doplňků a zásuvných modulů pro Blender je tvořeno komunitou uživatelů, úplná lokalizace do českého prostředí není možná, protože doplňky jsou vytvořeny nejčastěji v anglické lokalizaci.



Obrázek 28 Grafika vytvořená v Blenderu - propagační obrázek [15]

2.2 Písmo

Písmo je soubor znaků (písmen) potřebných k písemnému projevu. Z hlediska historie prošlo písmo dlouhodobým vývojem a jeho hlavním cílem bylo předání informací. Prvním stupněm ve vývoji písma byly mnemogramy (uzly nebo lastury na šňůrách, vruby ve dřevě, kostech apod.), následujícím stupněm byly piktogramy – jedná se o značky, které jednoznačně definují význam. Dnes se s nimi lze setkat např. u dopravních značek. Dalším krokem byl vznik ideogramů, které znázorňují konkrétní pojmy či předměty – typickým příkladem je japonské písmo, egyptské hieroglyfy nebo klínové písmo. Posledním krokem byl vznik fonogramů – jedná se o zápis zvuků bez konkrétního vztahu k popisovanému předmětu, vyznačuje se malým počtem relativně jednoduchých znaků (obrázek 29). [24]

V současnosti je písmo základním způsobem přenosu informací v edukativních textech. Obrázky slouží především jako vhodné doplnění textu. Stále se však jedná o grafické znaky, které mohou být zpracovány rozdílným způsobem. Vhodností použití konkrétního designu písma pro daný účel se zabývá typografie. U latinky došlo k velkému tvarovému rozvoji především v souvislosti s rozvojem knihtisku. Dalším mezníkem byl rozvoj počítačů pro osobní využití. Počítačová grafika nejen že převzala historické typy písma, ale došlo k dalšímu tvarovému obohacení stávajících typů. O to důležitější je dbát při tvorbě dokumentů na používání fontů písma, aby byl dokument přehledný a čitelný. Zároveň je nutno celkový vzhled dokumentu přizpůsobit danému účelu a formě, ve které bude publikován.



Obrázek 29 Historický vývoj písma se společným původem [25]

2.2.1 Typografie [26, 27, 28]

Název pochází z latiny: *typus* = znak, *grafó* = píši.

Typografie je umělecko-technický obor zabývající se písmem, především pak jeho správným výběrem, použitím a sazbou. Typografii lze označit za druh užitého umění. Kořeny typografie sahají do 15. století a souvisí s vynálezem knihtisku (Johannes Gutenberg, 1444).

V typografii se velká písmena a číslice nazývají verzálky, nebo majuskule, malá písmena a číslice se nazývají minusky, nebo minuskule. Text je tvořen písmeny a představuje základní prvek většiny dokumentů.

Přestože typografická pravidla nejsou nařízením, je vhodné, aby je znal každý, kdo se zabývá tvorbou podkladů (např. pro studium), nebo tvorbou tiskovin.

Písmová osnova

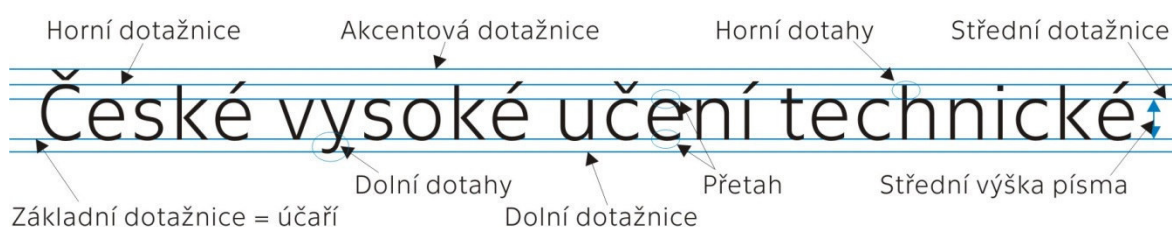
Písmová osnova je soustava vodorovných linií – tzv. dotažnic. Používá se pro návrh, měření a modifikaci písma (umístění akcentů a výškové proporce kresby písma) (obrázek 30).

Účaří písma (základní dotažnice) je pomyslná linie, na kterou se umísťují jednotlivá písmena.

Střední výška písma ovlivňuje čitelnost textu. Písmo s větší střední výškou a menšími horními a dolními dotahy je lépe čitelné i při jeho zmenšení.

Jako přetah se označuje přesah oblých písem jako je např. „o, p, c, ...“ v minuskách i verzálkách přes účaří a střední, nebo horní dotažnici. Přetah je těchto písmen volen proto, aby působila opticky stejně velká jako nezaoblená písmena.

Verzálková dotažnice a horní dotažnice akcentů malých písmen často splývá s horní dotažnicí, ale není to nutným pravidlem (obrázek 31).



Obrázek 30 Písmová osnova



Obrázek 31 Rozdíl mezi verzálkovou a horní dotažnicí

a) Obě dotažnice splývají dohromady – *Technica Light*, vel. 30 pt, b) Rozdílná verzálková a horní dotažnice – *Times New Roman*, vel. 30 pt

Obraz (kresba) písmového znaku

Základním požadavkem na písmo je jeho čitelnost, to znamená, že by při čtení nemělo unavovat, ale zároveň je vhodné, aby působilo esteticky. Čitelnost písma ovlivňuje kresba dřívku, což je hlavní přímý tah kresby písmene – může být kolmý nebo šikmý. Dalším ovlivňujícím faktorem jsou patky (serify), které ukončují tahy písmen. Přechod patky na dřík může být ostrý nebo oblý. Písmo bez serifů je označováno jako bezserifové nebo bezpatkové.

Atributy písma

- Typ písma – označuje základní tvarové charakteristiky písma a je pojmenovaný, např. Arial Black, Tahoma Bold.
- Řez – konkrétní verze základního typu písma, např. kurzíva, polotučné, tučné, zúžené, rozšířené,...
- Rodina písma – všechny řezy jednoho písma, jsou pojmenované, např. Arial, Tahoma. Některé rodiny mají hodně řezů, běžné jsou však čtyři základní: obyčejný (regular), kurzíva, tučné, tučná kurzíva.
- Zvláštní efekty – podtržení, přeškrtnutí.
- Stupeň písma – vyjadřuje výšku písma, záleží na použitém měrném systému.
- Písmo proporcionální – má různě široká písmena – týká se většiny písem, např. Times, Arial, Garamond.
- Písmo neproporcionální – má stejně široká písmena, např. Courier New.
- Stínování písmových znaků – zesílení částí (dřívky, oblouky) nebo celých tahů písmen.

Používání stupňů písma pro tištěné dokumenty

- 6-7 b.: slovníky, jízdní řády, poznámky, vysvětlivky
- 8-9 b.: noviny, časopisy
- 10 b.: většina knih, vědecké články
- 11-12 b.: učebnice, studijní podklady, závěrečné práce, knihy většího formátu
- 13 b.: dětské knihy

Požadované vlastnosti písma z hlediska typografie

1. Čitelnost
2. Funkčnost
3. Velikost
4. Tvar

Typografické měrné systémy

Evropský měrný systém (Didotův) – odvozený z pařížské stopy (32,48 cm) používá jako jednotky body a cicera.

1 b. = 0,3759 mm

12 b. = 1 cicero = 4,513 mm

Angloamerický systém (monotypový, pica) – vychází z anglické stopy (30,47 cm), používá jako jednotky points (body).

1 point (pt) = 0,3528 mm

12 pt = 1 pica = 4,23 mm

2.2.2 Klasifikace písem [11, 26, 29, 30]

Existuje více různých způsobů klasifikace písem. Patří sem například klasifikace ATY-PI, FontFont, nebo československá klasifikace Jana Soplery.

Zjednodušeně lze písma dělit na:

- Bezserifové písmo (grotesk, bezpatkové písmo, sans-serif)
- Serifové písmo (patkové písmo)
- Písma psaná, ozdobná a zvláštní („ručně“ psaná, kaligrafická, starobylá, futuristická, ...)

Nejčastěji užívanou klasifikací v Čechách je klasifikace prof. Jana Soplery pocházející ze 70. let 20. století. Dle této klasifikace je rozlišováno 11 klasifikačních tříd, které mají ještě další podskupiny:

1. Dynamická antikva
 - a. Dynamická antikva benátská
 - b. Dynamická antikva renesanční
 - c. Dynamická antikva pozdně renesanční
2. Přejímová antikva
3. Statická antikva
 - a. Statická antikva didotovská
 - b. Statická antikva anglická
4. Lineární písmo serifové
 - a. Lineární písmo serifové (clarendon)
 - b. Lineární serifové písmo s trojúhelníkovými serify
 - c. Lineární serifové písmo s rovnými serify (egyptienka)
5. Lineární bezserifové statické písmo
 - a. Grotesk
 - b. Neogrotesk
6. Lineární bezserifové geometricky konstruované písmo
 - a. Lineární bezserifové písmo odvozené ze čtyřúhelníku
 - b. Lineární bezserifové písmo odvození z kruhu
 - c. Lineární bezserifové písmo odvozené z jiného geometrického tvaru
7. Lineární bezserifové dynamické písmo
 - a. Lineární bezserifové dynamické písmo se svislou osou
 - b. Lineární bezserifové písmo s nakloněnou osou
8. Lineární antikva
 - a. Lineární antikva s jemnými serify
 - b. Lineární antikva se skrytými serify
 - c. Lineární antikva s rozšířenými koncovými tahy
9. Kaligrafická písma
10. Volně psaná písma
11. Písma lomená

Dynamická antikva

Mezi dynamické antikvy jsou zahrnuty renesanční písma vytvořená v období od 2. poloviny 15. století do 1. poloviny 18. století a jejich novodobé modifikace. Dynamická antikva je používána především pro tisk krásné literatury. Kresba písma má dynamický (kaligrafický) charakter. Šířková proporce písma je diferencovaná, osa stínů oblých tahů je natočená doleva, rozdíly v tloušťce hlavních a spojovacích tahů jsou poměrně malé, serify mají prohnutý nebo klínovitý náběh, jednostranné serify minussek jsou vždy šikmé (obrázek 32).

Příklady písem:

- Dynamická antikva benátská – Centaur, Manhartova antikva, Jenson, Roman
- Dynamická antikva renesanční – Garamond, Bembo, Goudy, Palatino, Galliard
- Dynamická antikva pozdně renesanční – Times, Times New Roman, Tempora

a)  b)  c) 
CTU in Prague CTU in Prague CTU in Prague

Obrázek 32 Dynamická antikva

a) Dynamická antikva benátská – Centaur, b) Dynamická antikva renesanční – Garamond, c) Dynamická antikva pozdně renesanční – Times

Přechodová antikva

Do přechodové antikvy jsou zařazena písma z 2. poloviny 18. století a jejich novodobé modifikace. U písem je patrný přechod od dynamických forem ke konstruovaným písmům, tzv. statickým antikvám. Písma jsou používána především pro sazbu knih.

Oproti dynamické antikvě je z přechodové antikvy výraznější rozdíl v tloušťce hlavních a spojovacích tahů, osa stínů u oblých tahů se blíží svislici. Serify jsou jemnější a mají méně prohnutý náběh (obrázek 33).

Příklady písem: Baskerville, Bookman, ITC Century, Kolektiv, Týfova antikva

CTU in Prague

Obrázek 33 Přechodová antikva – ITC Century

Statická antikva

Zahrnuje klasicistní antikvy z přelomu 18. a 19. století. Písmo se používá především pro sazbu literatury. Kresba všech znaků má výrazné kontrasty hlavních a vedlejších tahů, serify jsou vodorovné. Šířková proporce je stejná a osa stíhování oblých tahů je svislá. Anglická antikva má oproti didotovské antikvě živější stavbu znaků a výraznější serify s oblými náběhy ke všem vedlejším tahům (obrázek 34).

Příklady písem:

- Statická antikva didotovská – Bodoni, Walbaum, ITC Fenice, Teimerova antikva
- Statická antikva anglická – Century Schoolbook, Modern No. 20, Monotype Modern, Normandia.

CTU in Prague

Obrázek 34 Statická antikva anglická – Modern No. 20

Lineární písmo serifové

Vychází z egyptienek, které vznikly v 19. století, a zahrnuje i jejich novodobé modifikace. Tato písma slučují prvky antikvových a lineárních písem. Stínování je nevýrazné, osa oblých tahů je vždy svislá. Písmo má výrazné serify a převládá statická šířková proporce. Písmo s trojúhelníkovými serify vzniklo především jako titulkové v 19. století (obrázek 35).

Příklady písem:

- Lineární písmo serifové – Clarendon, Impressum, ITC American Typewriter, Egyptienne F, Public
- Lineární serifové písmo s trojúhelníkovými serify – Latin, Wide Latin, ITC Barcelona
- Lineární serifové písmo s rovnými serify – Serifa, DejaVu Serif, Glypha, Rockwell

a) **CTU in Prague** b) **CTU in Prague**

Obrázek 35 Lineární písmo serifové
a) S trojúhelníkovými serify – Wide Latin, b) S rovnými serify – DejaVu Serif

Lineární bezserifové statické písmo

Spadají sem grotesky z 19. Století a jejich novodobé modifikace. Šířková proporce není diferencována, osa stínování je málo výrazná, vždy svislá. U neogrotesku je oproti grotesku zvětšená střední výška (obrázek 36).

Příklady písem:

- Lineární bezserifové statické písmo (grotesk) – Gothic, Akzidenz Grotesk
- Lineární bezserifové statické písmo (neogrotesk) – Arial, Helvetica, Univers, ITC Franklin Gothic

CTU in Prague

Obrázek 36 Lineární bezserifové písmo – Arial

Lineární bezserifové geometricky konstruované písmo

Geometricky konstruovaná písma jsou silně ovlivněna konstruktivismem 20. let 20. století. Písma jsou koncipována do geometrického tvaru, nebo jsou z něj odvozená (obrázek 37).

Příklady písem:

- Lineární bezserifové písmo odvozené ze čtyřúhelníku – Bank Gothic, Eurostile
- Lineární bezserifové písmo odvozené z kruhu – Bauhaus, Futura, Avant Garde Gothic
- Lineární bezserifové písmo odvozené z jiného tvaru – Barend

a) **CTU IN PRAGUE** b) **CTU in Prague**

Obrázek 37 Lineární bezserifové geometricky konstruované písmo
a) Odvozené ze čtyřúhelníku – Bank Gothic, b) Odvozené z kruhu – Bauhaus

Lineární bezserifové dynamické písmo

Písmo navazuje na dynamické tvarové schéma. Výběhové oblouky (a, c, s, e) nemají uzavřenou kresbu. I písem je patrná mírná diferenciacie tloušťky písmových tahů (obrázek 38).

Příklady písem:

- Lin. bezserifové dyn. písmo se svislou osou – Antique Olive, Frutiger, Tahoma
- Lineární bezserifové dyn. písmo s nakloněnou osou – Gill, Syntax

CTU in Prague

Obrázek 38 Lineární bezserifové dynamické písmo – Tahoma

Lineární antikva

Písmo slučuje kresebné a tvarové prvky písem antikvových a bezserifových. Serify plynule přecházejí v kresbu znaku, šířková proporce není jednotná (obrázek 39).

Příklady písem:

- Lineární antikva s jemnými serify – Insignia, ITC Symbol, Copperplate
- Lineární antikva se skrytými serify – Friz Quadrata, Icone, Marsia
- Lineární antikva s rozšířenými koncovými tahy – Optima, Pascal, ITC Ecas

CTU IN PRAGUE

Obrázek 39 Lineární antikva – Copperplate

Kaligrafická písma

Vychází z kaligrafických skriptů, používají se především pro titulky, pro normální text jsou nevhodná (obrázek 40).

Příklady písem: Promocyja, Zapf Chancery

CTU in Prague

Obrázek 40 Kaligrafické písmo – Promocyja

Volně psaná písma

Vychází z rukopisných skriptů, používají se jako titulková písma. Pro běžný text jsou nevhodná (obrázek 41).

Příklady písem: Mistral, Brody, Coneria Script Demo, Time Script

CTU in Prague

Obrázek 41 Volně psané písmo – Mistral

Písma lomená

Vyvíjela se od gotiky do 19. století, dnes je využíváno pouze pro titulková písma (obrázek 42).

Příklady písem: Parchment, Old English Text. Fette Fraktur

CTU in Prague

Obrázek 42 Lomené písmo – Parchment

2.3 Barvy

V počítačové grafice existuje několik různých barevných modelů, které vycházejí např. ze základních tří až čtyř barev a ostatní barvy získávají jejich skládáním/mícháním. Další možností získávání barev je kombinace odstínu, sytosti a jasu dané barvy. Vzhledem k tomu, že pro zobrazování barev na monitoru je užívaný jiný barevný model než pro tisk dokumentů, dochází k barevným rozdílům mezi zobrazeným a vytištěným dokumentem. Dalším problémem u zobrazování barev na monitoru nebo pomocí projektoru je, že každé médium zobrazuje barvy jinak, navzdory stejnému použitému modelu. Při tvorbě dokumentů a prezentací je třeba mít tuto problematiku na zřeteli a využívat barvy rozvážně. Zvláště při prezentacích může dojít ke splnutí barev, které jsou v barevném spektru blízko u sebe. [32, 33, 34]

Aditivní míchání barev

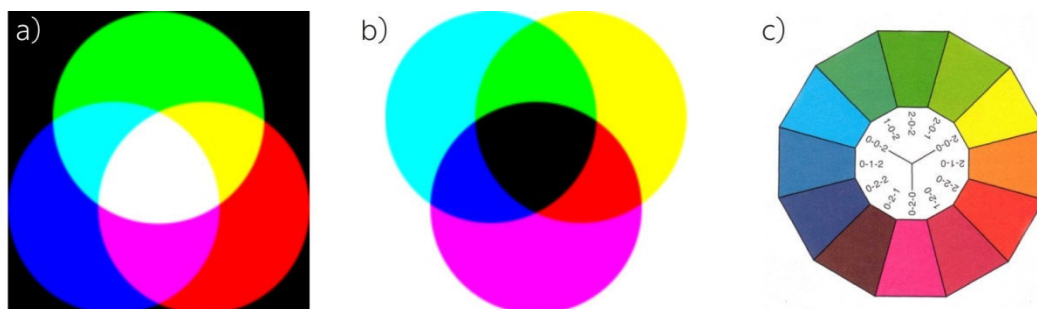
Jedná se o způsob míchání barev, kdy se jednotlivé barevné složky sčítají. Aditivní míchání barev odpovídá vzájemnému prolínání tří barevných kuželů světla reflektorů na bílém plátně (obrázek 43a).

Subtraktivní míchání barev

Jedná se o míchání barev, při kterém se jednotlivé složky odečítají. Základní barvy při subtraktivním míchání jsou komplementární k barvám aditivního míchání (obrázek 43b).

Komplementární barvy [35]

Jedná se o barvy navzájem doplňkové (s největším kontrastem) a vychází z aditivního a subtraktivního míchání barev. Pokud by byl zaveden předpoklad, že v aditivním modelu jsou barvy tvořeny světlem, tak při vypnutí modrého světla zbývající dvě světla vytvoří žlutou barvu – tj. k modré barvě je barvou komplementární žlutá. Komplementární barvy lze znázornit pomocí barevného kruhu (obrázek 43c).



Obrázek 43 Míchání barev

a) Aditivní míchání barev [32], b) Subtraktivní míchání barev [32], c) Komplementární barvy zobrazené pomocí barevného kruhu [35]

Model RGB

Základními barvami modelu jsou červená (Red), zelená (Green) a modrá (Blue). Model RGB využívá aditivního míchání barev a používá se především pro zobrazování na monitorech, v digitálních fotoaparátech, projektorech nebo pro zobrazení televizního vysílání. Tento model je určen především pro elektronické publikování. Pro možnost zobrazování jsou barvy kódovány hexadecimálně (obrázek 44a).

Model RGBA

Vychází z modelu RGB, v matici je však navíc přidána informace o průhlednosti konkrétního pixelu, tzv. α -kanál.

Model CMY

Základními barvami modelu jsou modrozelená (Cyan), purpurová (Magenta) a žlutá (Yellow). Model využívá subtraktivního míchání a barvy modelu CMY jsou komplementárními barvami modelu RGB. Model CMY slouží především pro tisk dokumentů a vychází z principu, že použité tiskové barvy pohlcují vybrané části spektra a část barevného spektra odráží zpět do oka pozorovatele

Model CMYK

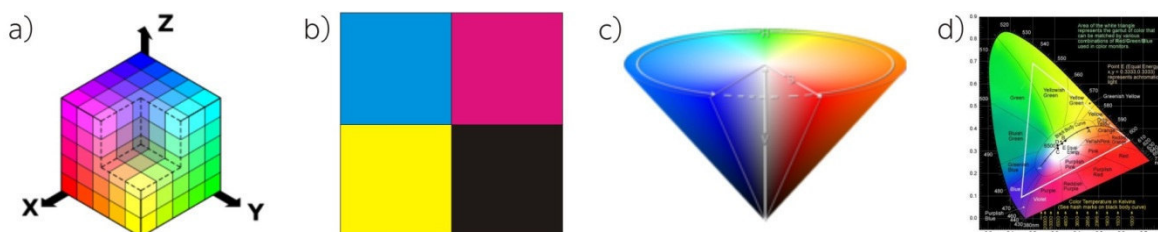
Základními barvami modelu jsou modrozelená (Cyan), purpurová (Magenta), žlutá (Yellow) a černá (Black). Tento model se využívá pro tisk a oproti modelu CMY je rozšířen o černou barvu. Dle teorie by k vytvoření černé barvy mělo být dostačující smíchání základních barev modelu CMY, nicméně při tisku běžně vzniká tmavě šedá barva, případně šedá barva s nádechem jedné z míchaných složek. Vzhledem k tomu, že černá barva je při tisku dokumentů převládající a její výroba je nejméně nákladná, je model CMYK právě o tuto barvu rozšířen (obrázek 44b).

Model HSB

V tomto modelu se nemíchají základní barvy. Konkrétní barva je charakterizována odstínem (Hue), sytostí (Saturation) a jasnem (Brightness). Tento model je vhodný především pro výtvarnou práci, protože ho lidské oko vnímá přirozeněji, než např. model RGB. Odstín barvy vychází z barevného kruhu a mění se v rozsahu 0 – 360°, kdy barva odpovídající hodnotě 0°, resp. 360° je červená. Sytost udává množství bílé barvy a je v rozsahu 0 – 100 %, přičemž při hodnotě 0 % jsou všechny odstíny bílé, při hodnotě 100 % je barva zcela sytá a neobsahuje bílou barvu. Jas je stupeň zářivosti barvy, to znamená množství černé barvy v příslušném odstínu. Jas se udává v rozpětí 0 – 100 %. Při jasu 0 % je množství černé barvy maximální, to znamená, že jakýkoliv odstín je černý, při jasu 100 % je přítomnost černé barvy nulová (obrázek 44c).

Model CIE

Tento model zohledňuje vnímání lidského oka a jedná se o jeden z prvních matematicky definovaných prostorů. Pomocí CIE diagramu je obvykle znázorňován tzv. gamut zobrazovacího zařízení – barvy, které je dané zařízení schopno zaznamenat, či vytvořit (obrázek 44d).



2.4 Zásady tvorby prezentace a dokumentů

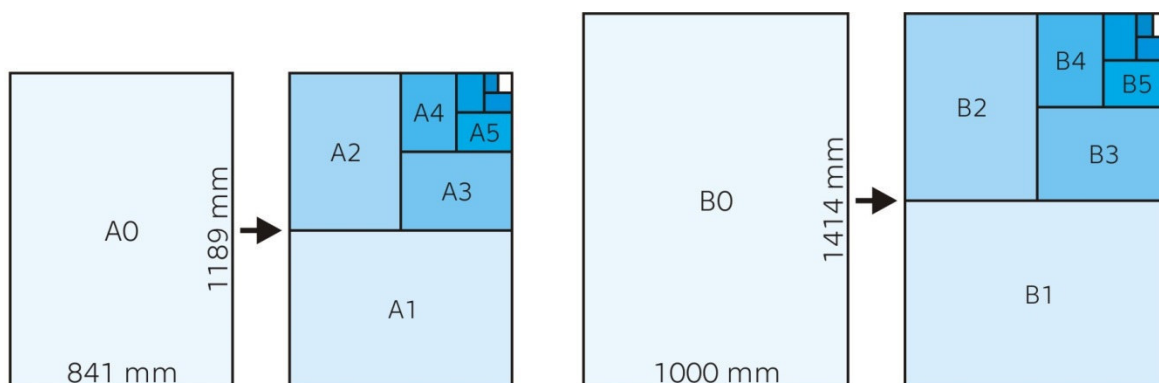
Při tvorbě dokumentů je nutno hned zpočátku určit, jaké jsou cíle sdělení dokumentu, komu je dokument určen a jakou formou bude dokument publikován. Z toho se odvíjí, jaký formát bude zvolen, jaká budou zvolena písma, barvy, počet sloupců a další. Volba vhodného typu písma vzhledem k charakteru konkrétního dokumentu je klíčová. Důležitou roli hraje čitelnost, typ, proklad a stupeň písma. U nestudijních textů je důležitá i výstižnost a přitažlivost písma pro pozorovatele.

Především u studijních textů je důležité udržení čtenářovy pozornosti. Tu lze ovlivnit logičností struktury dokumentu, oživením ilustracemi (v technických oborech jsou ilustrace často nepostradatelné) a grafickými symboly, vyznačováním důležitých bodů v textu (kurzíva, proklad, tloušťka, ...) a vhodným použitím barev.

U tištěných dokumentů je třeba dbát také na tiskové technologie, které budou použity, zohlednit druh použitého papíru a především formát, kterých je velké množství. Základní řadou používanou v Evropě je řada A, doplněná o řady B, C a D (tabulka 3) (obrázek 45). Rozměry formátů upravuje norma ČSN EN ISO 216: *Psací papír a některé druhy tiskovin* [36]. Pro studijní texty je nejčastěji používanou formátovou řadou řada A, většina podkladů je pak vypracována na formát A4 (210 x 297 mm), kterému je přizpůsobená většina tiskových zařízení. Uživatelsky je příjemný také formát vycházející ze zlatého řezu, tj. šířka : výšce = 1 : 1,618, nebo formát 2 : 3. [37]

Tabulka 3: Rozměry formátů řady A, B, C a D, rozměry v tabulce jsou uváděny v mm [37]

Číslo	Řada formátu			
	A	B	C	D
0	841 x 1189	1000 x 1414	917 x 1297	771 x 1090
1	594 x 841	707 x 1000	648 x 917	545 x 771
2	420 x 594	500 x 707	458 x 648	358 x 545
3	297 x 420	353 x 500	324 x 458	272 x 285
4	210 x 297	250 x 353	229 x 324	192 x 272
5	148 x 210	176 x 250	162 x 229	136 x 192
6	105 x 148	125 x 176	114 x 162	96 x 136
7	74 x 105	88 x 125	81 x 114	68 x 96
8	52 x 74	62 x 88	57 x 81	48 x 68



Obrázek 45 Dělení formátů papíru – základní řada A a doplňková řada B

2.4.1 Kompozice dokumentu [26, 31, 38, 39, 40]

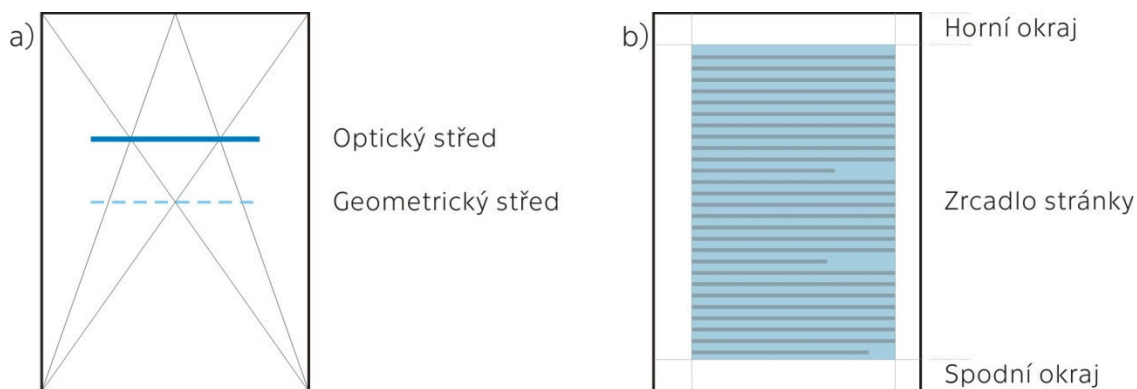
Kompozici je možné definovat jako uspořádání prvků na určité ploše – plátnu, monitoru, papíru, ... Jejím úkolem je vést oko pozorovatele a umožnit mu zorientování se v dané scéně.

Optický střed stránky

Souvisí s vnímáním středu stránky lidským okem – člověk vnímá horní polovinu stránky jako větší, a proto se optický střed stránky nachází kousek nad geometrickým středem (obrázek 46).

Sazební obrazec

Sazební obrazec je důležitý pro určení, jak bude stránka konkrétního dokumentu rozložena – vymezuje prostor pro umístění informací v dokumentu. Pro určení sazební obrazce je důležité určit vzdálenost zrcadla stránky od hřbetu (v případě vázaných publikací) a od volného okraje, dále pak vzdálenosti od horního a spodního okraje. U horního okraje pak může být umístěno záhlaví, u spodního okraje zápatí.



Obrázek 46 Rozložení stránky
a) Konstrukce optického středu stránky, b) Sazební obrazec

Vdova, sirotek

Jedná se o osamocené řádky na konci, případně na začátku stránky. V sazbě by se takto osamocené řádky vůbec neměly vyskytnout.

Zlatý řez

Jednou ze základních úloh při tvorbě dokumentu je nalezení bodu, kam bude umístěn hlavní motiv tak, aby působil na pozorovatele dobře, přehledně a zapamatovatelně. Možností je použití zlatého řezu. Přibližně je možno říct, že zlatý řez rozděluje dokument na třetiny.

Zarovnání

Každý prvek dokumentu by měl být zarovnán vůči ostatním prvkům. Funkcí vzájemného zarovnání prvků je vnášet do dokumentu přehlednost.

Kontrast

U prvků, které nejsou stejné, je vhodné, aby byly výrazně odlišné. To se týká především písem – např. není vhodné použít vedle sebe dvě podobná patková písma, je vhodnější, aby jedno z písem bylo bezpatkové.

Blížkost

Pojem blízkost se týká uspořádání údajů v rámci stránky. Skupiny údajů, které spolu souvisí, by měly být uspořádány blízko sebe v logické návaznosti. Skupiny údajů, které spolu nesouvisí, by měly být od sebe odděleny dělícím prvkem – je možno využít např. bílé místo nebo barevné linky.

Bílé místo

Pojem bílé místo označuje prostor kolem důležitých prvků, nebo skupin údajů. Díky bílému místu je možno vyzdvihnout důležitost různých prvků, na ně se pak především zaměřuje pozornost čtenáře dokumentu.

Rovnováha

Rovnováha ovlivňuje celkovou náladu scény. Je dobré, aby dokument byl přehledný, snadno zapamatovatelný a aby čtenáře žádný prvek stránky výrazně nerušil a neodváděl tak jeho pozornost k méně důležitým informacím. Pokud je stránka dokumentu v rovnováze, zlepšuje se tak její přehlednost.

Sledování dráhy zraku při prohlížení dokumentu [41]

Metoda sledování dráhy zraku (angl. Eye-tracking) je používaná přibližně od 60. let 20. století v USA, v Evropě se tato metoda začala používat v 80. letech 20. století. Při této metodě je pomocí oční kamery zaznamenáváno, na které prvky stránky se čtenář dokumentu zaměřuje. V těchto oblastech by měly být umístěny hlavní prvky dokumentu – nadpisy, důležité obrázky apod. S touto metodou velmi pracuje reklama, která nutí pozorovatele sledovat vybrané části nabídky. S vnímáním objektů v dokumentu je spojeno i použití vhodných barev.

Pravidla kompozice dokumentu:

- Důležité je nekombinovat v jednom dokumentu příliš mnoho typů písma – maximálně by měla být použita dvě různá písma. Pokud je v tištěném dokumentu kombinováno více typů písma, je vhodné použít písmo typu antikva pro základní text a písmo typu grotesk pro nadpisy.
- Pokud je v textu zarovnáno několik řádek pod sebou na střed, měl by být poslední řádek nejkratší.
- Pokud strana obsahuje jeden dominantní prvek, měl by být umístěn v optickém středu stránky.
- Nejdůležitější nadpisy nebo obrázky by měly být umístěny ve zlatém řezu.
- Popisy obrázků se umísťují pod obrázky, píší se menším písmem, než je základní text, někdy se používá kurzíva.
- Popisy k tabulkám se sázejí nad tabulku a píší se stejným písmem jako základní text.
- Text by měl být výrazně členěn pomocí nadpisů, odstavců apod. a měl by mít na první pohled zřejmou strukturu.
- Na začátku referátu, článku, vědecké práce apod., by měla být anotace – zpravidla odlišným písmem od ostatního textu, ať už se jedná o velikost, nebo řez písma.

2.4.2 Kompozice prezentace [42, 43]

Pro kompozici prezentace platí stejné zásady jako pro kompozici dokumentu. Na rozdíl od dokumentů určených k tisku nebo k elektronické prezentaci je však důležité při přípravě dbát na možné omezující podmínky. Pokud je známo, jakým způsobem konkrétní projektor, na němž bude pouštěna prezentace, promítá, je vhodné jí přizpůsobit podmínkám ať už co se týče použití barev, nebo velikosti textu a obrázků. Pokud charakteristiky projektoru nejsou dopředu známy, je vhodné se řídit obecnými zásadami:

- Pro zobrazování přes projektor je vhodnější používat bezpatková písma – jsou při promítání lépe čitelná.
- Velikost písma by měla být dostatečná – minimální velikost textu by měla být 20 – 32 b.
- Velikost nadpisů by se měla pohybovat mezi 30 – 40 b.
- Název snímku by neměl být příliš dlouhý – maximálně cca 6 slov.
- Pokud je na snímku text, neměl by přesáhnout 7 řádků.
- Při prezentování by prezentující neměl číst to, co je uvedeno na snímcích – ty by měly sloužit pouze jako doprovodné informace, ideální je použití obrázků a grafů.
- Pokud je na snímku tabulka, měl by se maximální počet řádků pohybovat okolo 7.
- Při použití grafu je nutné, aby jeho osy byly čitelné.
- Při použití sloupcového grafu by nemělo být sloupců příliš, graf pak působí nepřehledně.
- Při používání animací by se mělo vždy jednat o animace vztahující se k dané problematice, jinak dojde k odvádění pozornosti posluchačů od výkladu.
- Barva pozadí by měla být neutrální, barva použitého písma by měla být kontrastní a dobře čitelná. Naprosto nevhodná je např. kombinace hnědé a červené.
- Je nutno dát si pozor na používání barev, které by při špatné svítivosti projektoru mohly splynout dohromady – tradičně nastává tento problém při kombinaci modré a černé a černé a červené. Naopak žlutá barva nemusí být vidět a je proto lepší jí v prezentacích nevyužívat, případně jí použít na pozadí.
- Není příliš vhodné používat automatické časování, vhodnější je rychlost prezentace přizpůsobit tempu výkladu – v průběhu prezentace může dojít ke zrychlení či naopak ke zpomalení.
- Pro zvýraznění textu je vhodné používat buďto tučný text, nebo odlišnou barvu písma. Kurzíva se při promítání přes projektor hůře čte.
- Při promítání přes projektor je vhodnější používat spíše světlejší pozadí a tmavší písma, při promítání přes monitor lze použít tmavé pozadí a světlé písmo.
- Poměr stran projektoru je zpravidla 3:4, takže většina projektorů tak má problém se zobrazením prezentace ve formátu 16:9

PRAKTICKÁ ČÁST

3 Tvorba výukové animace

Mnohé výzkumy ukázaly, že je ve výuce vhodné využít audiovizuální nástroje pro snazší zapamatování a naučení se přednášené problematiky [1]. Zvláště pak v technických oborech je použití např. obrázku mnohem účinnější, než textovým popisem problému zaplnit několik stránek výukového materiálu. Ještě názornější, než obrázek, pak může být v některých případech použití animace.

Pro tvorbu animace v rámci bakalářské práce byl zvolen software Blender, který je zaměřen právě na 3D a 4D grafiku. Přestože využitelných softwarů se srovnatelnými funkcemi je více, Blender byl zvolen proto, že je uživatelům k dispozici zcela zdarma [15]. Zároveň je však aktivně vyvíjen a získal si i podporu široké komunity uživatelů, která se díky finanční přístupnosti Blenderu neustále rozrůstá. Přestože se jedná o velice rozsáhlý nástroj pro tvorbu 3D grafiky a je zpočátku složitější obsáhnout zakomponované funkce a osvojit si ovládání, díky podpoře komunity, která vytvořila mnoho návodů a pomůcek pro používání softwaru, je možné software využívat i bez návštěv specializovaných kurzů, či školení.

Při tvorbě výukové animace je důležité předem rozmyslet, jakým způsobem bude následně animace využita. Jednou možností je vytvoření výukového videa a jeho následné umístění na internet, aby k němu měli studenti přístup. V tu chvíli je vhodné video doplnit dostatečným textovým popisem a v ideálním případě i mluveným komentářem. Při výuce konkrétní látky pak lze studenty odkázat na výukové video, pokud jim při výkladu ve vyučovací hodině něco nebylo jasné, nebo pokud si budou studenti chtít osvěžit látku probranou v minulosti.

Druhou možností je využívání edukativních animací přímo v prezentaci při vyučovací hodině, pokud má učitel k dispozici příslušnou zobrazovací techniku (počítač, data-projektor, velkoplošnou televizi, interaktivní tabuli, ...). V takovém případě odpadá problém s mluveným komentářem přímo v rámci animace, může ubýt i textových popisů, protože by vše mělo být vysvětleno vyučujícím. Na to je třeba brát zřetel především u delších animací, kde je vhodné, aby byla animace členěna do většího množství logických celků. Je předem nutno členění promyslet v návaznosti na předpokládaný výklad dokreslující vysvětlovanou problematiku tak, aby se nestalo, že animace bude vůči výkladu příliš napřed. Zároveň v pauzách mezi jednotlivými částmi prezentace může být i prostor pro dotazy studentů, které v tu chvíli nebudou narušovat běh animace a výkladu.

U výukové animace vytvořené v rámci zpracování bakalářské práce je uvažováno s jejím použitím přímo během výkladu na vyučovací hodině. Animace je proto členěna do více částí, které zajistí plynulost výkladu. Předpokládá se, že animace bude vložena do prezentace vytvořené pomocí MS PowerPoint. Tematicky se jedná o vysvětlení principu fungování krokového motoru.

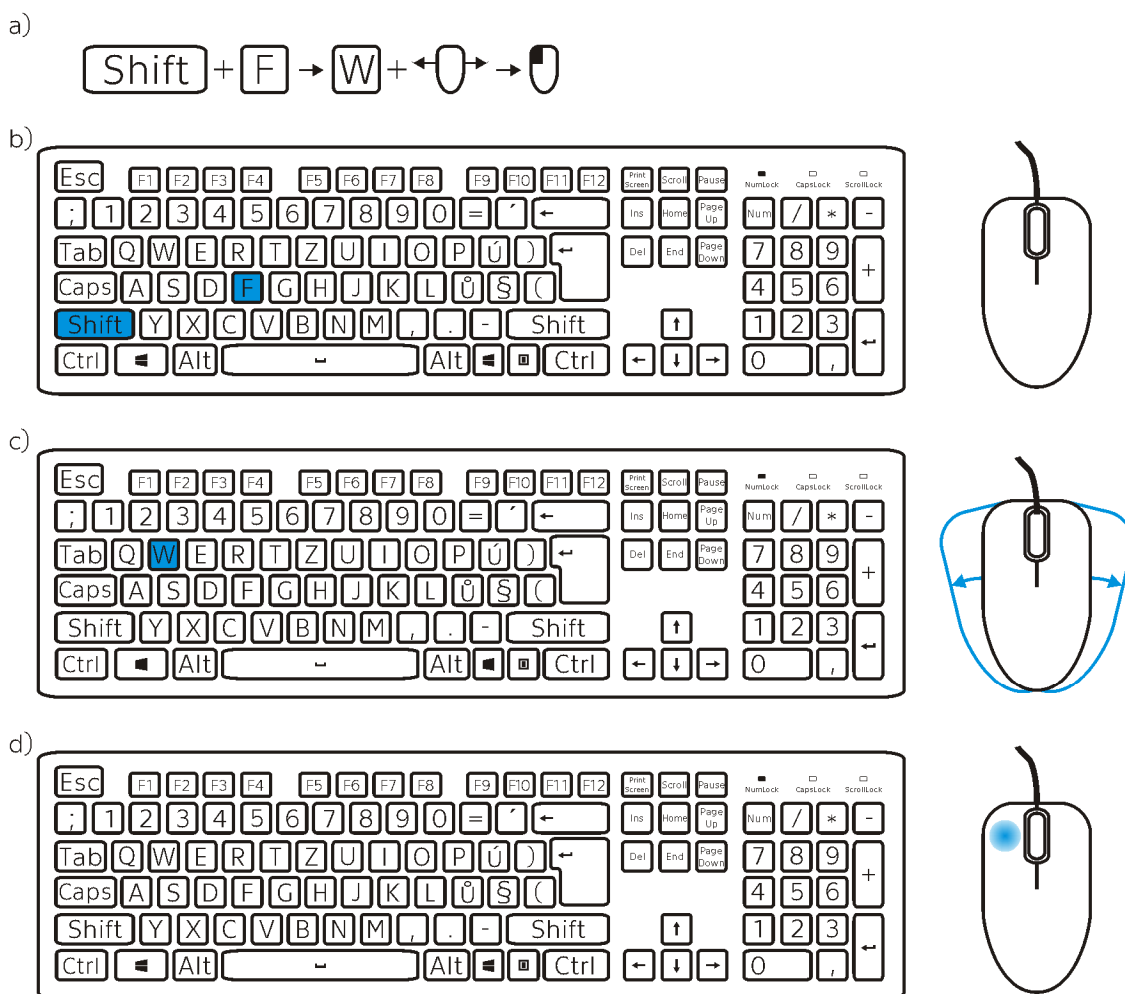
V praktické části bakalářské práce je nejprve nastíněn způsob práce se softwarem Blender, který by v případě výuky 3D modelování mohl sloužit i jako výukový materiál pro studenty. Následně je detailně rozebrán postup vytvoření konkrétní animace od tvorby modelu, přes texturování až k nastavení animačních klíčů.

3.1 Seznámení s programem Blender

Instalační soubor programu Blender nepřesahuje 90 MB a je možné jej stáhnout z webových stránek tvůrců [15]. Pro tvorbu animace byla využita poslední stabilní verze programu – Blender 2.79. Tato verze obsahuje částečnou českou lokalizaci uživatelského prostředí. Užívání české lokalizace není příliš výhodné, neboť většina výukových materiálů je v anglickém jazyce. České materiály navíc často využívají anglickou terminologii příkazů.

Program má velké množství funkcí a nabídek, pro které jsou definovány klávesové zkratky. Osvojením těchto zkratk se práce v programu stává efektivní a rychlá. Bez užívání klávesových zkratk naopak může být práce v programu vyloženě pomalá a uživatelsky nepřívětivá. Důležitou roli hraje i klávesnice s numerickou částí a myš.

Pro zjednodušení popisu práce v programu je v následujícím textu využíván zápis operací pomocí symbolů kláves spojených znaménkem plus nebo šipkou. Znaménko plus označuje současné stisknutí kláves v daném pořadí v rámci jednoho příkazu. Šipka označuje sled příkazů nebo operací (obrázek 47).



Obrázek 47 Nastavení pohledu pomocí režimu pohybu
a) Zápis operací pomocí symbolů, b) Zapnutí režimu pohybu, c) Nastavení vhodného pohledu, d) potvrzení nastaveného pohledu

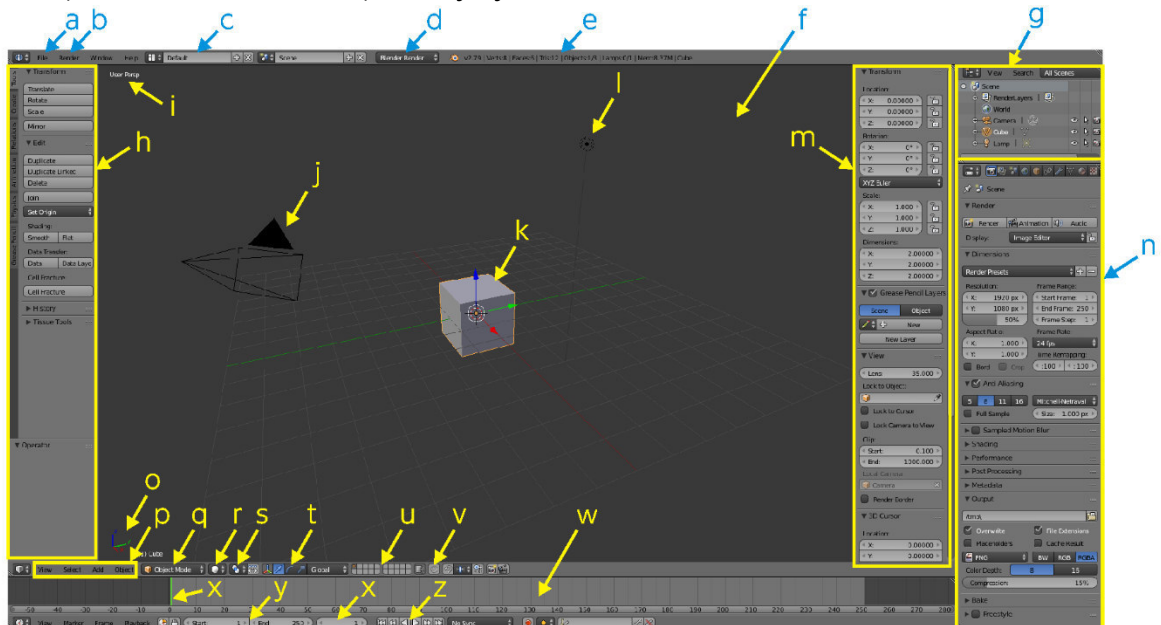
3.1.1 Základy práce s programem

Po spuštění programu se načte grafické uživatelské rozhraní se základním rozložením obrazovky (obrázek 48). Nová scéna obsahuje tři základní objekty – krychli, kameru a světlo. Tyto objekty lze jednoduše smazat ($\text{A} \rightarrow \text{A} \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{D}$), nebo přesunout ($\text{A} \rightarrow \text{A} \rightarrow \text{M} \rightarrow \leftarrow \text{O} \rightarrow \text{O}$) do jiné vrstvy a začít modelovat v prázdné ploše.

První operací při započítí nového projektu je uložení souboru ($\text{Ctrl} + \text{S}$). Je vhodné pro každý nový projekt založit novou složku, do které se kromě zálohovacích kopií souboru budou ukládat i textury, podklady, či vykreslené snímky. Změny v uloženém souboru lze rychle uložit do stejnojmenného souboru ($\text{Ctrl} + \text{S} \rightarrow \text{D}$), do nového souboru ($\text{Shift} + \text{Ctrl} + \text{S}$), nebo uložit jen kopii ($\text{Ctrl} + \text{Alt} + \text{S}$).

Rozložení obrazovky (obrázek 48c) lze měnit nejen pomocí předem definovaných voleb, ale uživatel si může definovat vlastní rozložení oken (obrázek 49). Je možné zobrazit např. několik oken s pohledem na scénu. Operace, jejíž klávesová zkratka je stisknuta, se provede v okně, ve kterém se v době aktivace funkce nachází kurzor myši. Pozor ale na to, že na úpravy rozložení se nevztahuje funkce zpět ($\text{Ctrl} + \text{Z}$), která vrací změny způsobené poslední operací.

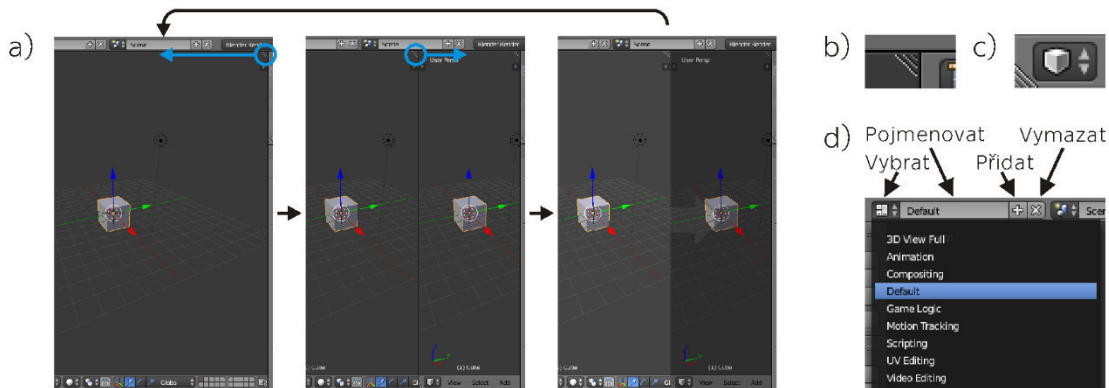
Základní objekty lze využít k vyzkoušení vykreslování výsledných snímků. Kurzor myši je třeba namířit do náhledového okna a stiskem klávesy O v numerické části klávesnice se změní pohled do pohledu hlavní kamery. Funkční klávesou F12 je možné tento pohled vykreslit do rastrového obrázku. Náhled je možné opustit klávesou Esc . Pro opětovné zobrazení naposledy vykresleného obrázku slouží funkční klávesa F11 .



Obrázek 48 Grafické uživatelské rozhraní – základní scéna po spuštění

- a) Menu pro práci se souborem, b) Menu pro práci s vykreslením, c) Volba rozložení obrazovky, d) Volba výpočetního jádra vykreslování, e) Informace vybraných objektech, f) 3D náhledová scéna, g) Seznam objektů, h) Nabídka nástrojů, i) Informace o zvoleném pohledu, j) Základní kamera, k) Základní krychle, l) Základní světlo, m) Nabídka vlastností objektu, n) Nabídka vlastností (obecná), o) Natočení souřadného systému, p) Menu pro práci s objekty, q) Výběr módu, r) Výběr metody zobrazení objektů ve 3D scéně, s) Volba středu otáčení/škálování, t) Ovládání transformace, u) Volba vrstvy, v) Proporcionální editační mód, w) Časová osa animace, x) Aktuální snímek, y) Nastavení prvního a posledního snímku animace, z) Ovládání animace

Stisknutím **Shift** + **F** se aktivuje režim pohybu. V režimu pohybu lze pohled natáčet pomocí pohybu myši. Pohyb vpřed a vzad obstarávají klávesy **W** a **S**, pohyb vlevo a vpravo klávesy **A** a **D** a pohyb nahoru a dolů klávesy **E** a **Q**. Rychlost pohybu lze zvýšit přidržetím klávesy **Shift**. Pro potvrzení nového pohledu je potřeba stisknout levé tlačítko myši **L**. V případě nastavení v pohledu z hlavní kamery (**0**) dojde potvrzením ke změně polohy kamery. Jedná se tedy o výhodný způsob při nastavování výsledného záběru vykreslování snímku.

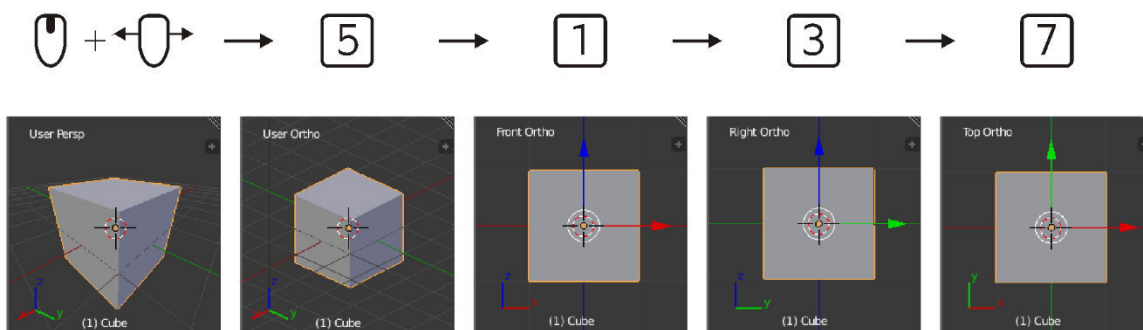


Obrázek 49 Nastavení rozložení oken

a) Rozdělení a sloučení oken tažením trojúhelníkové ikony, b) Trojúhelníková ikona v pravých horních rožích oken, c) Trojúhelníková ikona v levých spodních rožích oken a přepínač obsahu okna, d) Volba rozložení obrazovky

Během modelování je vhodnějším způsobem využití kolečka myši a numerické klávesnice. Stiskem kolečka a tažením (**U** + **←U**) dochází k rotaci scény. Kombinací s klávesou **Shift** lze pohled posouvat v rovině obrazovky (**Shift** + **U** + **←U**) a kombinací s klávesou **Ctrl** lze pohled přibližovat a oddalovat (**Ctrl** + **U** + **←U**). Přiblížení a oddálení je také možné rolováním kolečka myši **U**. Vertikální posun je možný kombinací **Shift** + **U** a horizontální posun pomocí **Ctrl** + **U**.

Pohled je také možné nastavovat pomocí čísel na numerické klávesnici. Klávesami **1**, **3** a **7** se nastavuje pohled zpredu, zprava a shora. Klávesou **9** se pohled otočí o 180°. Klávesami **2**, **4**, **6** a **8** se pohled natáčí o 15°. Klávesa **5** je vyhrazena pro přepínání mezi perspektivním a pravoúhlým zobrazením (obrázek 50). Pozor ale na to, že čísla z alfanumerické části klávesnice přepínají mezi vrstvami.



Obrázek 50 Přepínání pohledu pomocí numerické klávesnice

3.1.2 Základní funkce pro tvorbu animace

Tvorba 3D animace se skládá ze čtyř částí. Jako první je potřeba vytvořit modely. Přestože se může zdát, že detailní vymodelování objektů je základ vizuálně pěkné animace, není tomu tak. Jemné detaily, které mají ovlivňovat odraz světla, vytvořené v síti objektu zvyšují hardwarové nároky nejen při práci, ale především při vykreslování. Proto je výhodnější tvořit tyto detaily v průběhu texturování.

Texturování je druhou fází tvorby animace. Jedná se o nanesení rastrového obrázku na vektorový model. Základní textura obsahuje informace o rozložení barev. Dále se používá textura nesoucí informaci o deformaci povrchu. Ta se nazývá normálová mapa, protože v každém pixelu definuje normálový vektor v daném místě. Normálová mapa se vytváří buď vygenerováním z textury s osmibitovou barevnou hloubkou, nebo pomocí algoritmů, které ji vytvoří porovnáním nízko-polygonálního modelu s vysoko-polygonovým detailním modelem. Poslední užitečnou texturou je spekulární mapa, která definuje odlesky.

Třetí část zahrnuje rozhýbání objektů. Pohyby se nastavují pomocí animačních klíčů, které definují vlastnosti objektů v klíčových snímcích. Vytvořit reálně se hýbající objekty není snadná úloha. Proto např. filmová studia navlékají herce do kostičkovaných obleků a kreslí jim na obličej tečky, aby následně algoritmus dopočítával pohyby virtuálně vytvořených postav.

Poslední částí tvorby animace je vykreslování, tzv. render. Algoritmů pro vykreslování je více a vlastností, které lze nastavit, je nepřeberné množství. Pomine-li se samotné nastavení vykreslování, tak je třeba si uvědomit, že vykreslování je časově náročné. Výslednou dobu vykreslování ovlivňuje velikost snímku, množství snímků animace, složitost vykreslovaných sítí modelů, velikost a množství textur, prvky částicového systému, jako je např. dým, a mnoho dalších faktorů.

K tvorbě výukových animací naštěstí stačí několik základních funkcí, které jsou rozebrány v této kapitole.

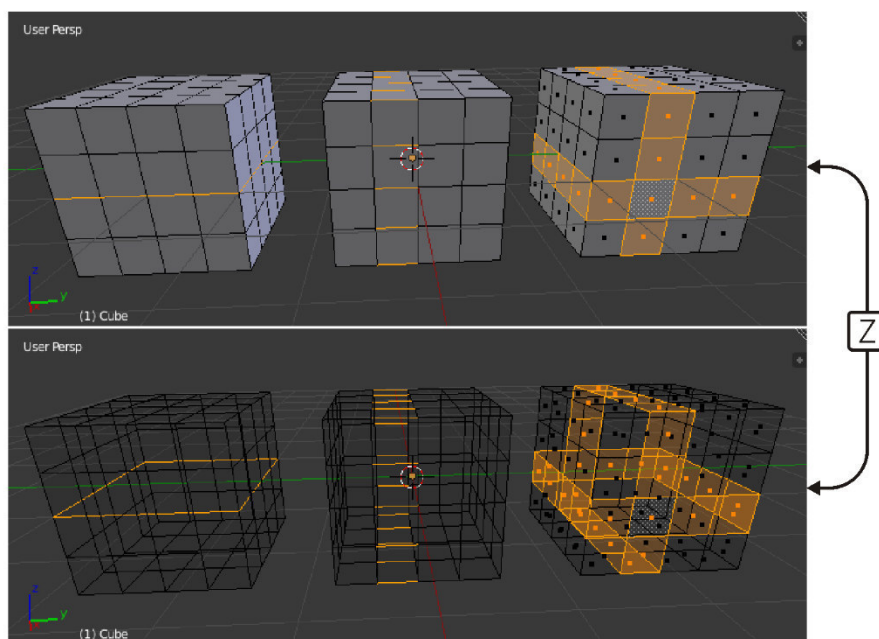
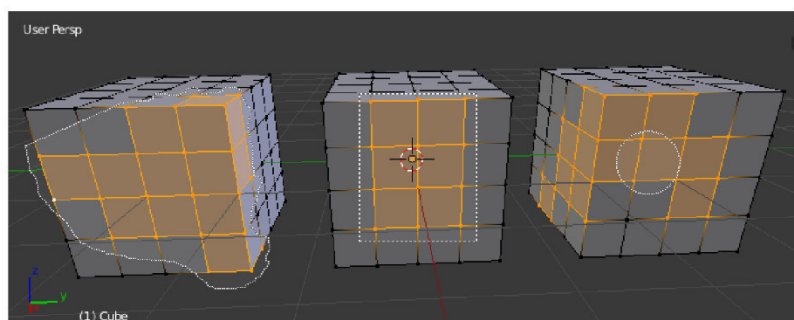
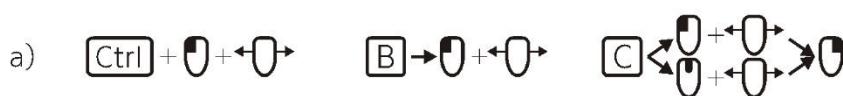
Výběr

Pro modelování je nezbytné vybrat vždy požadované objekty, body, hrany nebo plochy. Blender umožňuje mnoho způsobů výběru (obrázek 51). Základní výběr se provádí oproti naprosté většině programů pomocí pravého tlačítka myši (**U**). Levým tlačítkem myši (**L**) se totiž nastavuje poloha 3D kurzoru. Stisknutí klávesy **Shift** umožňuje výběr více objektů naráz (**Shift**+**U**). Zrušení výběru jednoho z vybraných objektů je možné stejným způsobem (**Shift**+**U**), s tím rozdílem, že zrušení nastane jen ve chvíli, kdy se jedná o aktivní objekt. Obrys aktivního objektu je vyznačen světlejším odstínem žluté barvy. Pro zrušení výběru neaktivního objektu je tedy nutné dvojitě kliknutí. Druhým způsobem je výběr pomocí lasa (**Ctrl**+**U**+**↔**), kdy je možné definovat přesnou oblast výběru. Třetím způsobem je využití funkce obdélníkového výběru (**B**+**↔**+**↔**), kdy uživatel dvěma body definuje vybíranou oblast. Funkce kruhového výběru (**C**) umožňuje přidávání objektů do výběru (**U**+**↔**) i odebrání objektů z výběru (**U**+**↔**). Je možné ovlivnit i velikost výběrového kruhu (**U**). Po vykonání

výběru je nutné funkci ukončit (**U**). Stiskem klávesy **A** dojde k výběru všeho. Je-li však vše vybrané, tak klávesa **A** zruší veškerý výběr.

Výběr bodů, hran a ploch je možný v editačním módu. Přepnutí do editačního módu lze provést v nabídce módů nebo klávesou **Tab**. Dále je třeba určit, zda mají být vybírány body (**Ctrl** + **Tab** → **V**), hrany (**Ctrl** + **Tab** → **E**) nebo plochy (**Ctrl** + **Tab** → **F**). Výběr je možné provádět všemi popsánymi způsoby. Navíc je možné vybírat celé smyčky hran a pásy ploch pomocí smyčkového (**Alt** + **U**) nebo prstencového výběru (**Ctrl** + **Alt** + **U**). Pro výběr více smyček a pásu slouží přidržení klávesy **Shift**.

Stiskem klávesy **Z** se aktivuje režim drátěného modelu, který umožňuje výběr z daného pohledu neviditelných bodů, hran a ploch. Při výběru ploch je vhodné věnovat pozornost referenčním bodům uprostřed každé plochy. Výběr se totiž provádí právě těmito body, aby nedošlo k výběru všech ploch, za kterými je vybíraná plocha umístěna. Režim drátěného modelu se deaktivuje opětovným stiskem klávesy **Z**.



Obrázek 51 Možnosti způsobů výběru

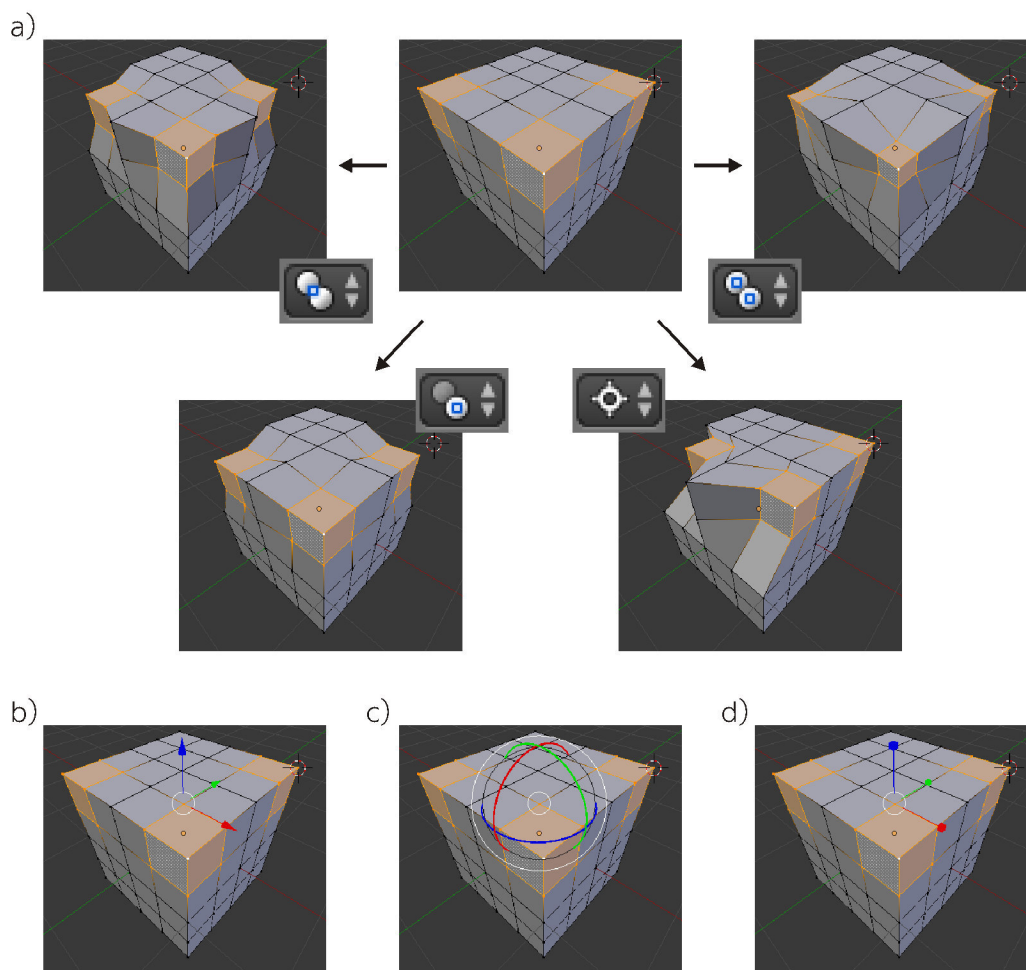
a) Výběr bodů pomocí lasa, obdélníkového a kruhového výběru, b) Výběr hran a ploch pomocí smyčkového a prstencového výběru a přepínání režimu drátěného modelu

Posun, rotace a škálování

Transformační funkce, jako jsou posun, rotace a škálování, je možné používat pomocí 3D manipulátoru, což je symbol os v úchopovém středu, tzv. pivotu. Tento způsob je vhodný, není-li potřeba přesnost modelu. Pro přesné zadávání se využívají klávesové zkratky **G** pro posun, **R** pro rotování a **S** pro škálování. Je-li vyžadována transformace pouze v jedné ose, stačí před číselným zadáním hodnoty zmáčknout odpovídající klávesu (**X**, **Y** nebo **Z**). Je-li potřeba transformovat objekt ve dvou osách, je nutné zmáčknout klávesu **Shift** s klávesou osy, ve které k transformaci docházet nemá.

Počátek transformací je dán úchopovým bodem, který lze nastavit na aktivní prvek, střední bod vybraných elementů, individuální středy nebo na 3D kurzor (obrázek 52). Tím se z 3D kurzoru stává mocný nástroj při modelování. Kromě levého tlačítka myši se jeho pozice nastavuje klávesovou zkratkou **Shift** + **S**, přes kterou je možné i umístění vybraných elementů na pozici 3D kurzoru.

Absolutní pozice vybraných objektů a 3D kurzoru je také možné nastavit v nabídce vlastností (**N**).

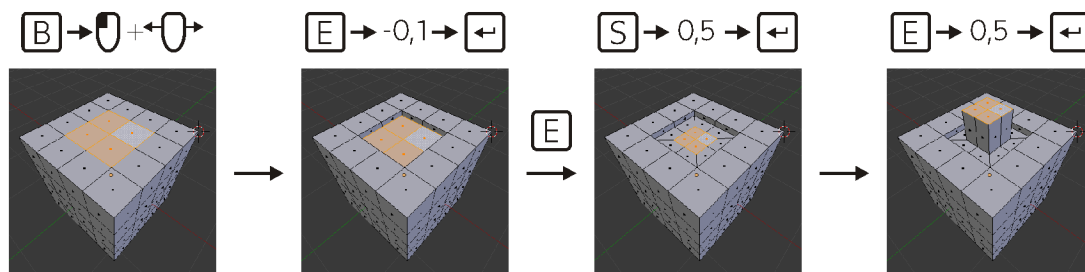


Obrázek 52 Transformační funkce

a) Škálování podle středního bodu, aktivního prvku, 3D kurzoru a individuálních středů, b) 3D manipulátor posunu, c) 3D manipulátor rotace, d) 3D manipulátor škálování

Vytahování ploch

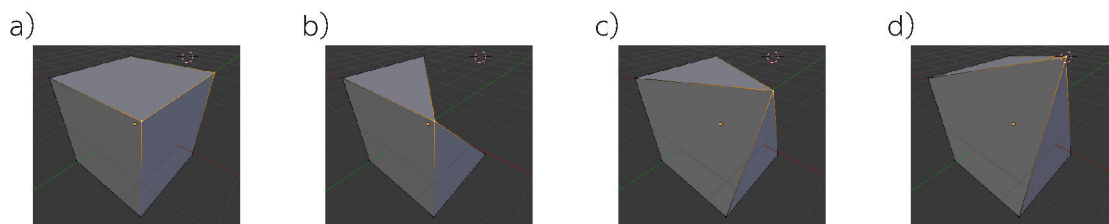
Dalším mocným nástrojem je vytahování do třetího rozměru (**E**), tzv. extrudování. V případě vytažení plochy vznikne těleso, vytažením hrany vznikne plocha a vytažením bodu vznikne hrana. Vytažení lze kombinovat s určením os jako u transformačních funkcí a s transformačními funkcemi samotnými (obrázek 53).



Obrázek 53 Modelování pomocí funkce Extrude

Slučování bodů

Někdy je výhodnější vytvořit novou síť a připojit ji ke stávající síti. V takovém případě lze využít slučování bodů (**Alt**+**M**). Program umožňuje sloučit všechny vybrané body do prvního vybraného bodu (**Alt**+**M**→**A**), posledního bodu (**Alt**+**M**→**L**), do těžiště (**Alt**+**M**→**C**), nebo do 3D kurzoru (**Alt**+**M**→**T**). V případě výběru hran a ploch je možné sloučit body jen do těžiště nebo do 3D kurzoru (obrázek 54).

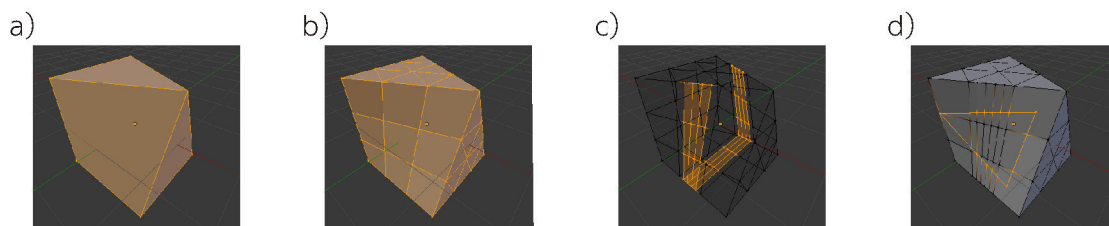


Obrázek 54 Slučování bodů

a) Vybrané body, b) Sloučení k poslednímu bodu, c) Sloučení do těžiště bodů, d) Sloučení do 3D kurzoru

Zjemňování sítě

Nežádka je nutné zjemnit síť. Pro celkové zjemnění sítě je vhodné využít funkce zvané *Subdivide* (**W**+**S**). Tato funkce spolehlivě rozdělí objekty tvořené trojúhelníky a čtyřúhelníky. Nástroj zvaný *Loop Cut* (**Ctrl**+**R**) je vhodný pro přidání libovolného množství řezů (**U**) do pásu čtyřúhelníků. Dělit plochy je možné i nožem (**K**). Tento nástroj slouží na lokální úpravy, nebo u modelů se nekvalitní sítí (obrázek 55).

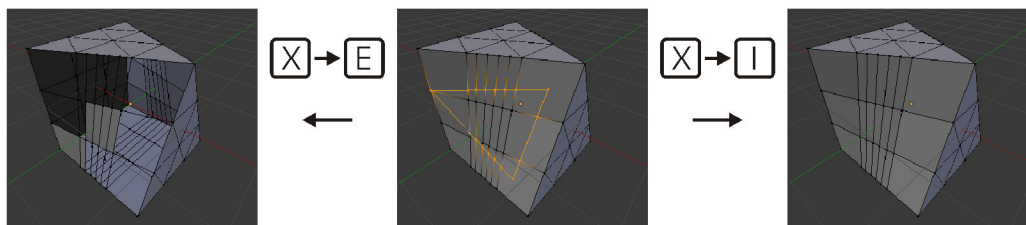


Obrázek 55 Zjemňování sítě

a) Výběr všech ploch, b) Funkce Subdivide, c) Funkce Loop Cut, d) Funkce Knife

Mazání

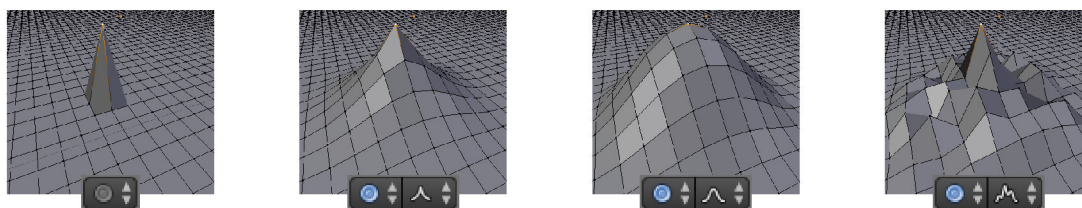
Pro mazání je vyhrazena klávesa \boxed{X} . V objektovém módu funkce smaže pouze celý objekt. V editačním módu je možné smazat body ($\boxed{X} \rightarrow \boxed{V}$), hrany ($\boxed{X} \rightarrow \boxed{E}$) nebo plochy ($\boxed{X} \rightarrow \boxed{F}$). Objekt tím ztratí i plochy tvořené smazanými elementy. Je však možné odstranit body ($\boxed{X} \rightarrow \boxed{D}$), hrany ($\boxed{X} \rightarrow \boxed{I}$) a plochy ($\boxed{X} \rightarrow \boxed{S}$), aniž by byla narušena celistvost objektu (obrázek 56).



Obrázek 56 Rozdíl mezi funkcemi Delete a Dissolve

Proporční editování

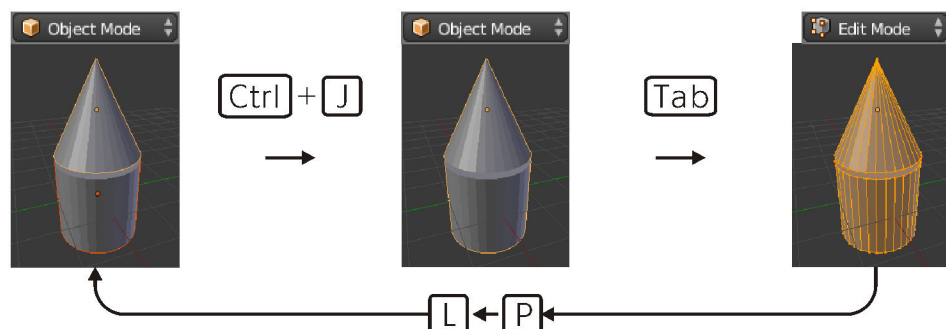
Vytvářet zaoblené objekty postupným rozmisťováním bodů je zdlouhavé a neefektivní. Funkce proporčního editování (\boxed{O}) umožňuje uživateli ovlivňovat i nevybrané body. Ovlivnění probíhá podle vybrané křivky (obrázek 57). Nastavit lze i rozsah ovlivňované plochy (\boxed{U}), nebo ovlivnění nespojených částí sítě.



Obrázek 57 Proporční editování dle vybrané křivky

Přidání objektu

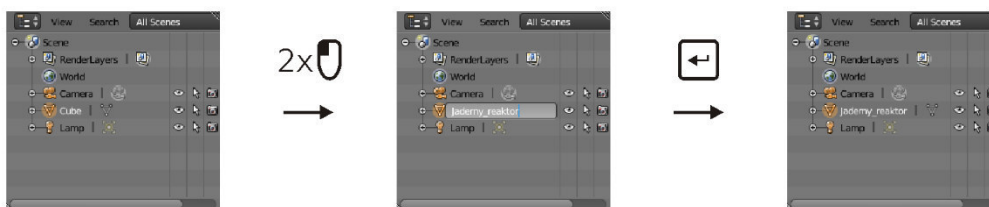
Blender obsahuje velké množství objektů. Kromě sítí geometrických útvarů se jedná např. o kamery, osvětlení, zdroje zvuků či fyzikální pole. Vložení objektu v objektovém módu ($\boxed{\text{Shift}} + \boxed{A}$) se vytvoří nový objekt ve výpisu objektů. Vložení sítě v editačním módu se síť přidaného objektu stane součástí sítě editovaného objektu. Objekty lze spojovat a rozpojovat i dodatečně (obrázek 58).



Obrázek 58 Spojování a rozpojování objektů

Přejmenování objektu

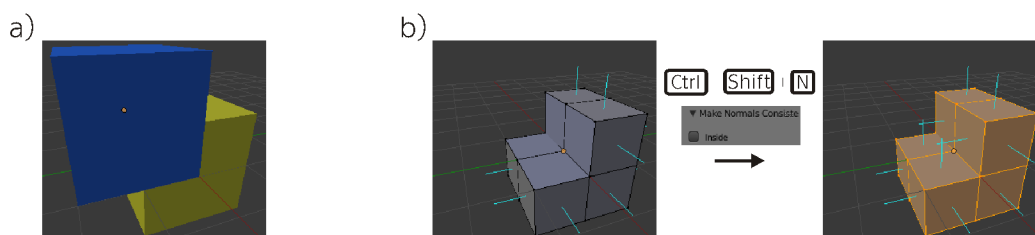
S větším množstvím objektů nastane potřeba objekty jednoznačně identifikovat. Přejmenování se provádí ve výpisu objektů dvojklikem levého tlačítka myši na původní název objektu (obrázek 59). Přestože současná verze Blenderu zvládá české znaky, je doporučeno psát název bez háček, čárek a mezer.



Obrázek 59 Postup přejmenování objektu

Otáčení normál ploch

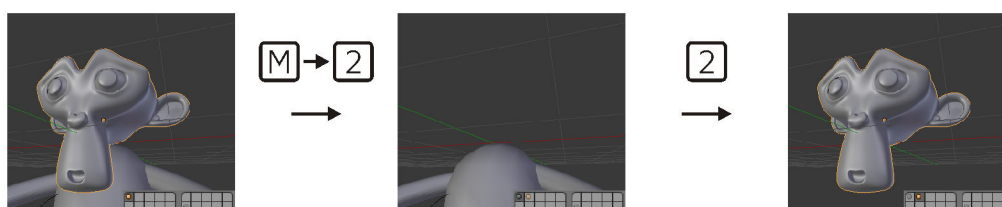
Mají-li do sebe nějaké objekty přesně zapadnout, nejsnazším způsobem tvorby je duplikování jednoho z objektů (**Shift** + **D**) a připojení sítě duplikátu k síti druhého objektu. Následné využití dotykové plochy vytvoří přesný kontakt. Normály dotykových ploch ovšem směřují do objektu. Normály lze otočit příkazem **Ctrl** + **Shift** + **N** a následným výběrem v nabídce nástrojů (**T**), zda mají normály směřovat dovnitř nebo ven z objektu (obrázek 60).



Obrázek 60 Otáčení normál ploch
a) Kontakt dvou těles, b) Způsob otočení normál

Práce s vrstvami

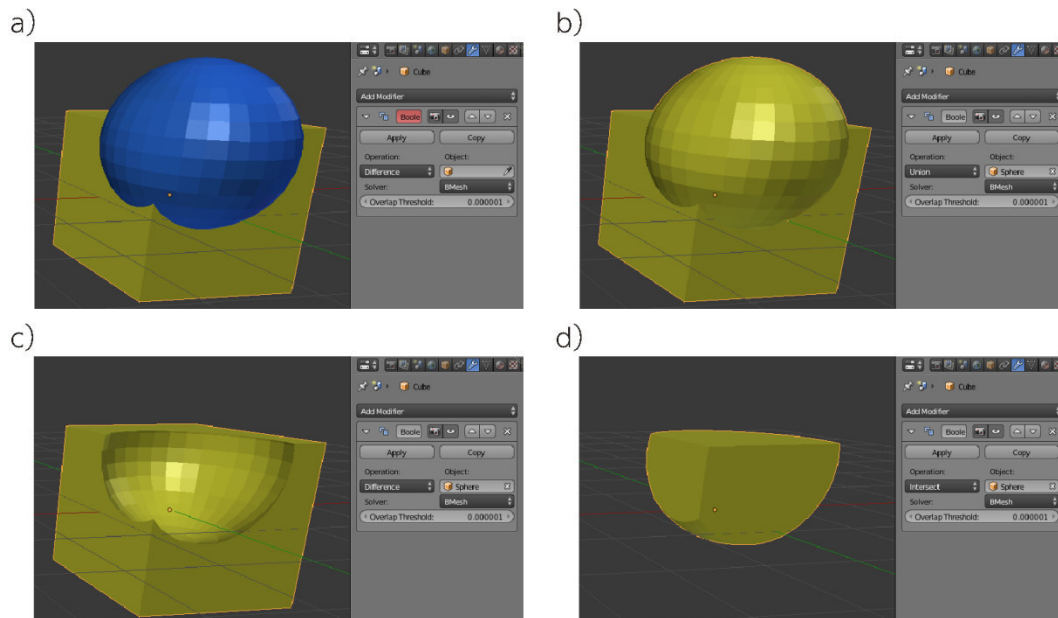
Scéna v Blenderu je rozdělena na 20 vrstev. Vrstvy slouží ke zpřehlednění vytvářené grafiky. Náhled do jednotlivých vrstev je možný pomocí čísel v alfanumerické části klávesnice s případným přidržetím klávesy **Alt**. Přidržetí klávesy **Shift** způsobí zobrazení více vrstev. Klávesou **M** a vybráním vrstvy pomocí kurzoru myši dojde k přenesení vybraných objektů do zvolené vrstvy (obrázek 61).



Obrázek 61 Přesun objektu a pohyb mezi vrstvami

Průnik, rozdíl a sjednocení objektů

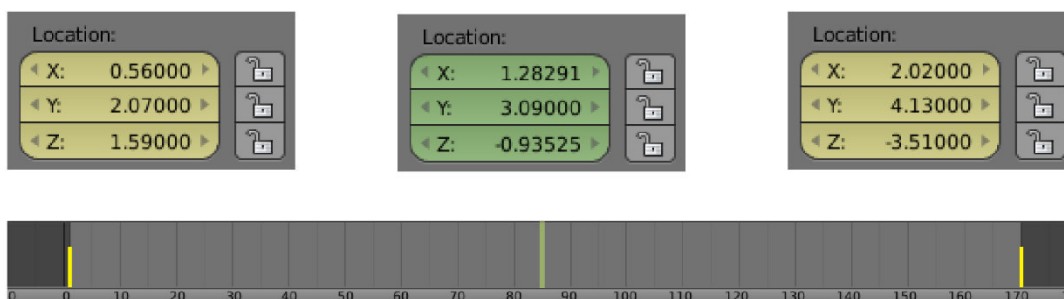
Pro rychlé modelování ze základních geometrických tvarů existuje modifikátor Boolean. Tento modifikátor se aplikuje na jeden z objektů. Druhý objekt se přiřadí ve vlastnostech modifikátoru. Nastavením operace lze dosáhnout sjednocení objektů, průniku nebo rozdílu objektů (obrázek 62).



Obrázek 62 Modifikátor Boolean
a) Modifikovaná tělesa, b) Sjednocení těles, c) Rozdíl těles, d) Průnik těles

Přidávání animačních klíčů

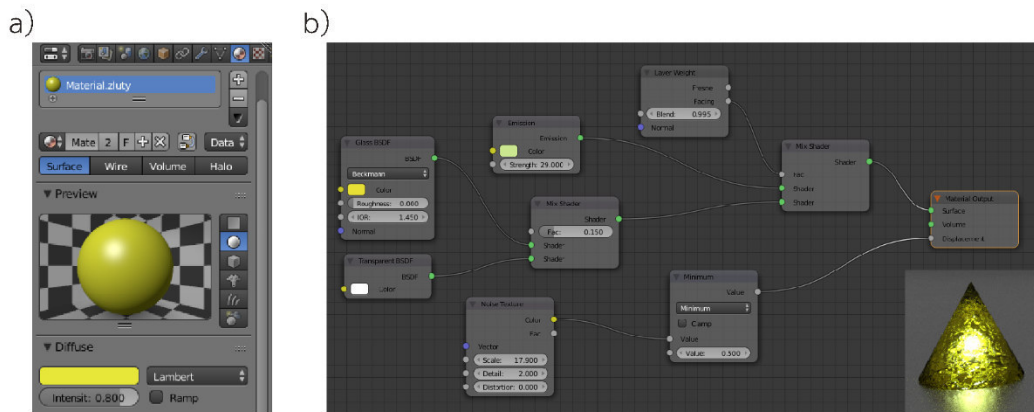
Animační klíče jsou základním nástrojem při tvorbě animací. Klíč nastaví vybranou vlastnost v daném snímku. Nastaví-li se klíč (K) té samé vlastnosti v jiném snímku, v mezilehlých snímcích se vlastnost interpoluje. Klíč se nastavuje namířením kurzoru myši nad zamykanou vlastnost vybraného objektu v nabídce vlastností a stiskne se klávesa K, nebo se vyvolá nabídka vkládání klíčů stejnou klávesou při současném namíření kurzoru myši do scény. Vymazání klíče se provádí příkazem Alt + K. Snímky, ve kterých je vybranému objektu přiřazen animační klíč, jsou zvýrazněny na časové ose animace (obrázek 63).



Obrázek 63 Interpolace pozice mezi dvěma animačními klíči

Nastavení materiálů

Materiál objektu definuje zobrazení objektu při vykreslování. Pro základní vizualizace stačí využít základní nastavení, kde lze volit barvu, lesklost, průhlednost, nebo vyzařování světla. Pro složitější vizualizace se využívá editor uzlů a textury (obrázek 64).

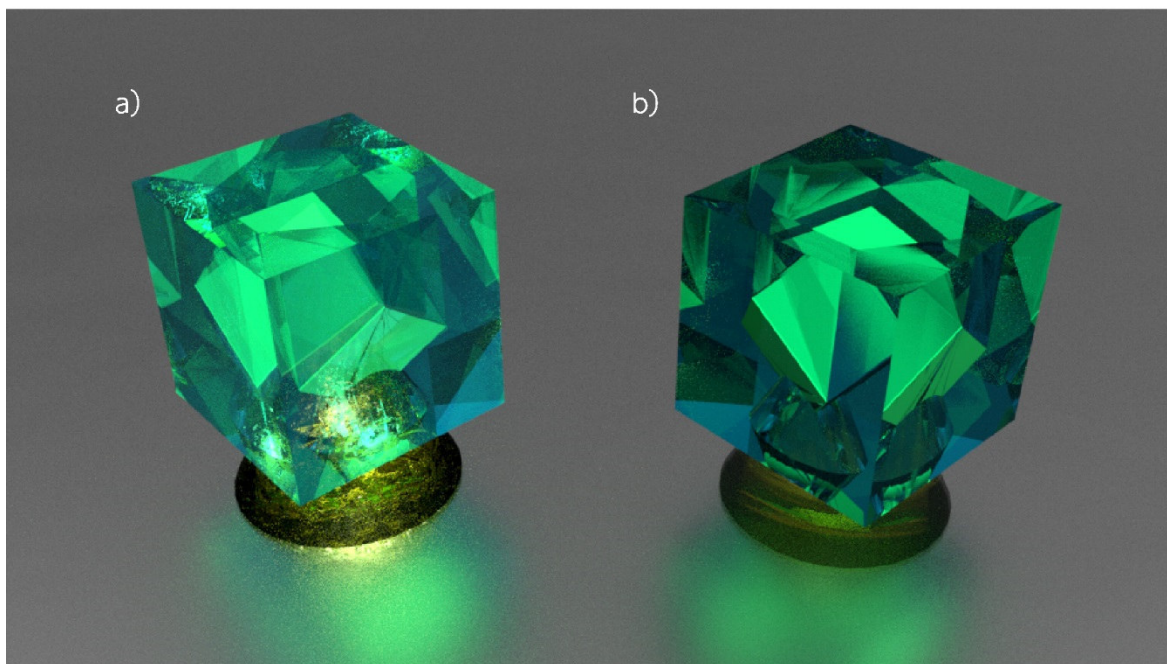


Obrázek 64 Nastavení materiálů

a) Základní nastavení materiálu, b) Materiál žlutého zářícího krystalu v editoru uzlů

Vykreslování

Veškeré modelování, texturování a nastavování animačních klíčů je jen příprava pro vykreslovací algoritmus. Na konci několikahodinové práce je potřeba nastavit poslední detaily a nechat počítač generovat jeden obrázek za druhým (obrázek 65). Proces vykreslování může trvat od několika vteřin po několik hodin, dní či dokonce týdnů. Doba vykreslování také závisí na hardwarových možnostech počítače. Před spuštěním vykreslování celé animace (**Ctrl** + **F12**) je vhodné zjistit dobu vykreslení jednoho snímku (**F12**). Také je potřeba nastavit kvalita vykreslování, umístění vykreslených snímků a další možnosti, aby nebylo nutné vykreslování opakovat.



Obrázek 65 Porovnání vykreslení krystalů

a) Nastavení materiálu pomocí editoru uzlů, b) Nastavení materiálu pomocí barvy, průhlednosti a emise

3.1.3 Užitečné klávesové zkratky pro Blender 2.79

Podrobný manuál se všemi funkcemi a klávesovými zkratkami je možné nastudovat pro konkrétní verzi programu na webových stránkách tvůrců [15]. V následující tabulce (tabulka 4) jsou shrnuty jen klávesové zkratky pro základní tvorbu 3D grafiky.

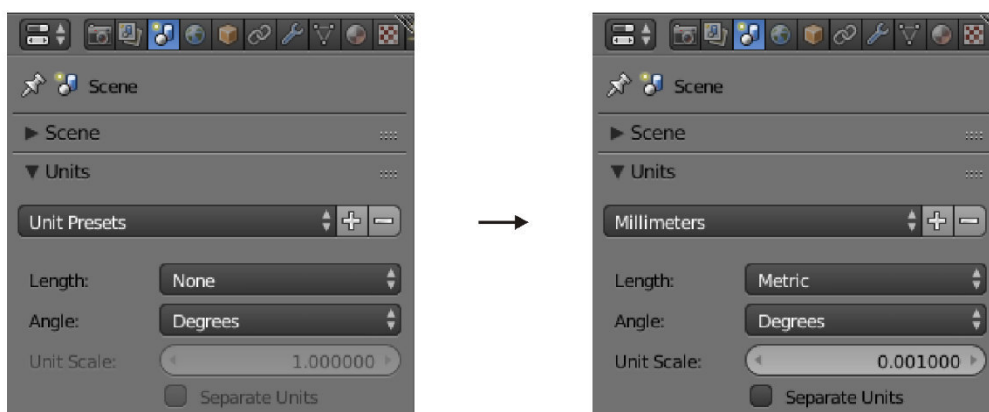
Tabulka 4 Seznam základních klávesových zkratk pro Blender 2.79

Klávesová zkratka	Akce	Mód
0	Pohled hlavní kamerou	Všechny
1	Pohled zepředu (ve směru osy Y)	Všechny
3	Pohled zprava (ve směru osy X)	Všechny
7	Pohled shora (ve směru osy Z)	Všechny
9	Otočení pohledu o 180°	Všechny
4, resp. 6	Otáčení pohledu o 15° vlevo, resp. vpravo	Všechny
2, resp. 8	Otáčení pohledu o 15° dolů, resp. nahoru	Všechny
5	Přepínání perspektivního a pravoúhlého pohledu	Všechny
Ctrl+0	Nastavení vybrané kamery jako hlavní	Všechny
F12	Render (vykreslení) obrázku z hlavní kamery	Všechny
F11	Otevření posledního vykresleného obrázku	Všechny
Shift+F	Spuštění režimu pohybu, kde lze pohled nastavit pomocí pohybu myši a klávesami W, A, S, D, Q a E	Všechny
0->Shift+F	Nastavení pohledu kamery pomocí režimu pohybu – doporučený způsob nastavení kamery	Všechny
Tabulátor	Změna mezi objektovým a editačním módem	
Čísla z alfanumerické části klávesnice	Přepínání mezi vrstvami	Objektový
Mezerník	Spuštění našeptávače funkcí pro daný mód	Všechny
W	Volba nástrojů a funkcí pro úpravu sítě	Editační
Ctrl+Z	Vrácení poslední udělané změny na scéně	Všechny
G	Posun	Všechny
S	Škálování	Všechny
R	Rotace	Všechny
A	Výběr všeho, resp. zrušení veškerého výběru	Všechny
B	Obdélníkový výběr	Všechny
C	Výběr pomocí kruhu	Všechny
L	Výběr separované části sítě	Editační
X	Vyvolání nabídky vymazávání	Všechny
F	Vytvoření plochy mezi vybranými body	Editační
T	Zobrazení/skrytí nabídky nástrojů	Všechny
N	Zobrazení/skrytí nabídky vlastností objektu	Všechny
K	Aktivuje nástroj pro přidání hran	Editační
Alt+M	Spojí vybrané body	Editační
Shift+D	Duplikování objektu	Objektový
Alt+D	Duplikování objektu se zachováním vazby	Objektový
Ctrl+J	Spojení vybraných objektů	Objektový
P	Rozdělení sítě na dva objekty	Editační
M	Přesunutí vybraného objektu do jiné vrstvy	Objektový
Ctrl+E	Vyvolá nabídku funkcí hran včetně tvorby švů	Editační
U	Vyvolá nabídku pro rozložení sítě při texturování	Editační
I	Vložení animačního klíče	Objektový

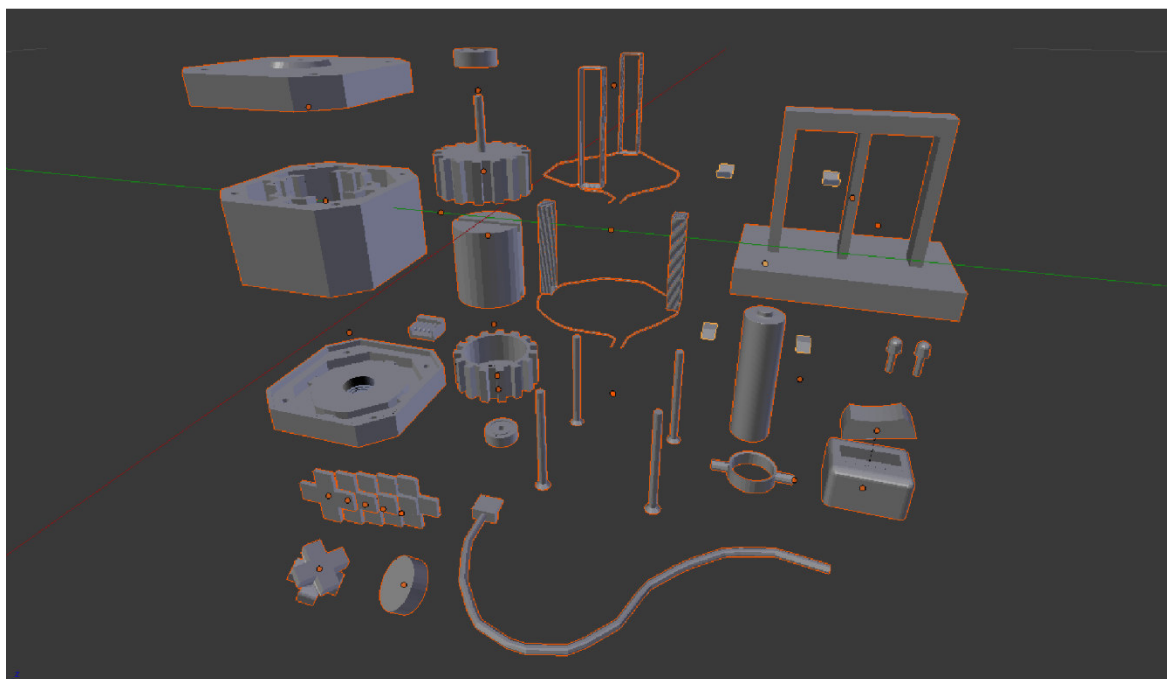
3.2 Tvorba modelů

Prvním krokem tvorby 3D animace je tvorba modelů. Pro animaci, která má sloužit při výuce technického předmětu, je vhodné předem rozmyslet, rozkreslit a rozepsat zásadní zobrazované části. V případě vysvětlování funkce krokového motoru se jedná především o konstrukční variantu motoru, počty zubů na permanentním magnetu a na elektromagnetech, počet elektromagnetů, nebo např. o zjednodušené znázornění ovládací jednotky.

Je-li příprava hotová, může se přistoupit k realizaci. Po spuštění programu Blender se načte počáteční scéna obsahující trojici objektů, které možno smazat (X) nebo přesunout do jiné vrstvy (M). Prvním krokem je uložení souboru do samostatné složky. Druhým krokem je nastavení základních jednotek scény (obrázek 66). Tím je připraveno vše podstatné pro tvorbu modelů objektů (obrázek 67).



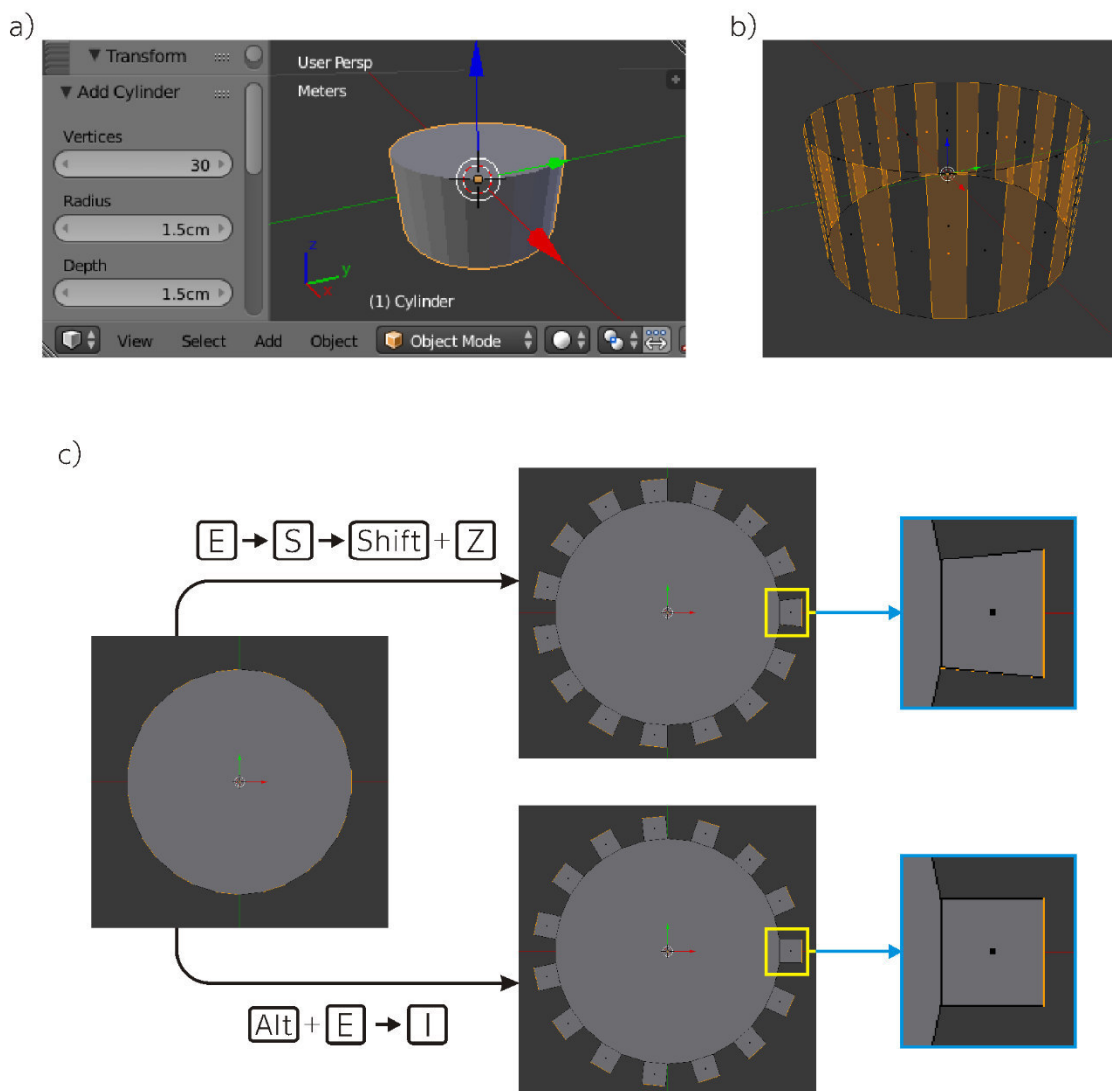
Obrázek 66 Nastavení základních jednotek scény




Obrázek 67 Všechny modely potřebné pro vytvářenou animaci

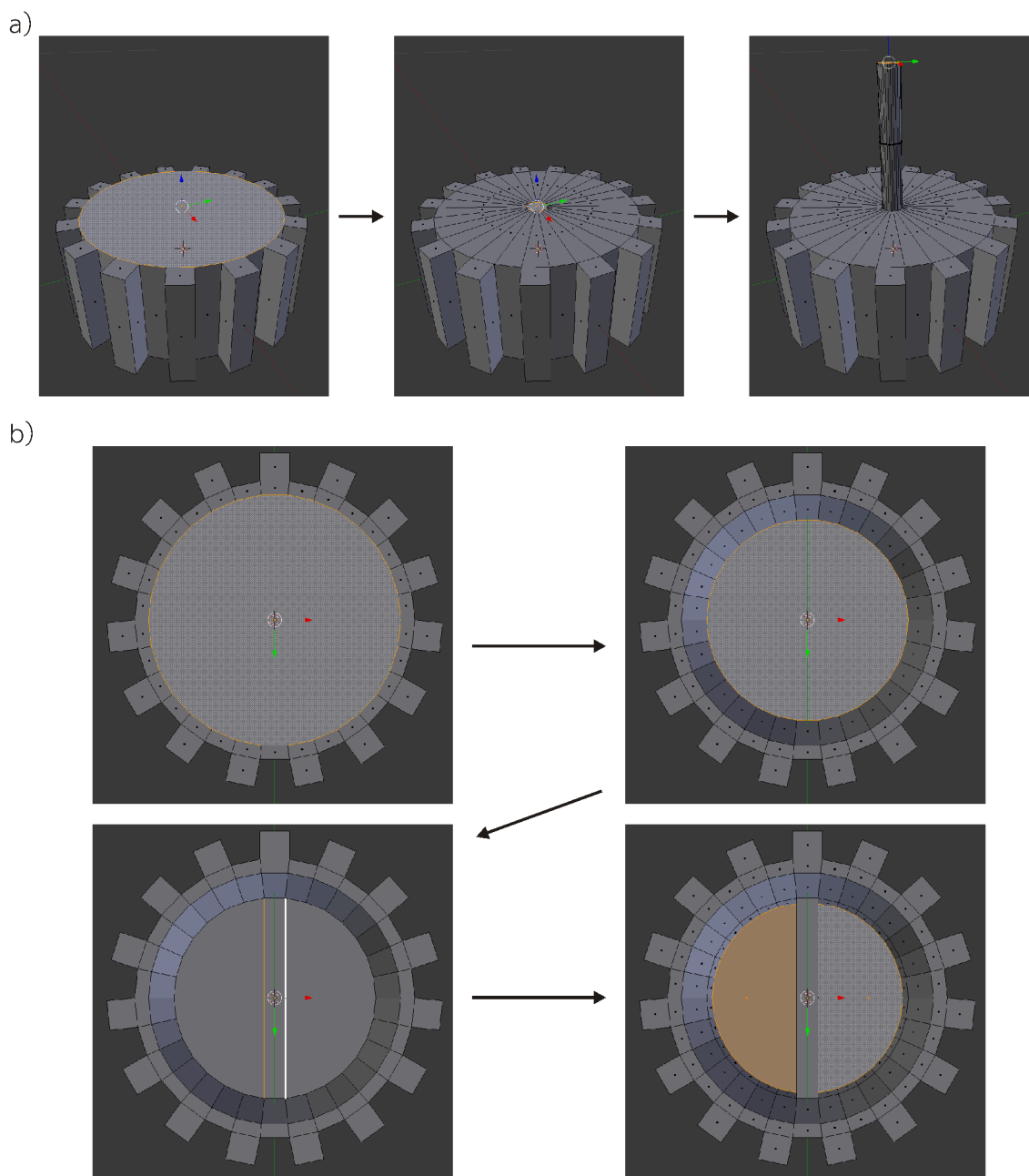
Ozubené opláštění permanentního magnetu

Prvním modelovaným objektem je horní díl opláštění magnetu. Opláštění bude obsahovat 15 zubů. Nejsnazším způsobem je vytažení zubů z válce, jehož podstavy jsou tvořeny pravidelnými třicetiúhelníky. Po přidání válce ($\text{Shift} + \text{A} \rightarrow \text{M} \rightarrow \text{Y}$) je možné ve spodní části nabídky nástrojů upravit výšku i poloměr na 15 milimetrů a počet vrcholů podstav na 30 (obrázek 68a). Dále je vhodné okamžitě objekt přejmenovat ve výpisu objektů. Pro tvarování sítě je nutné přepnout do editačního módu (Tab). Po přepnutí výběracího módu na výběr ploch ($\text{Ctrl} + \text{Tab} \rightarrow \text{F}$) lze vybrat každou druhou plochu pláště válce (obrázek 68b). Vytažení základní funkcí *Extrude* s nastaveným škálováním podle os X a Y ($\text{E} \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{Shift} + \text{Z}$) způsobí, že zuby budou mít na konci větší šířku než u pláště (obrázek 68c). Proto je výhodnější vytažení podle individuálních ploch o 3 milimetry ($\text{Alt} + \text{E} \rightarrow \text{I} \rightarrow \text{3} \rightarrow \text{↵}$), kdy bude šířka všech zubů konstantní.



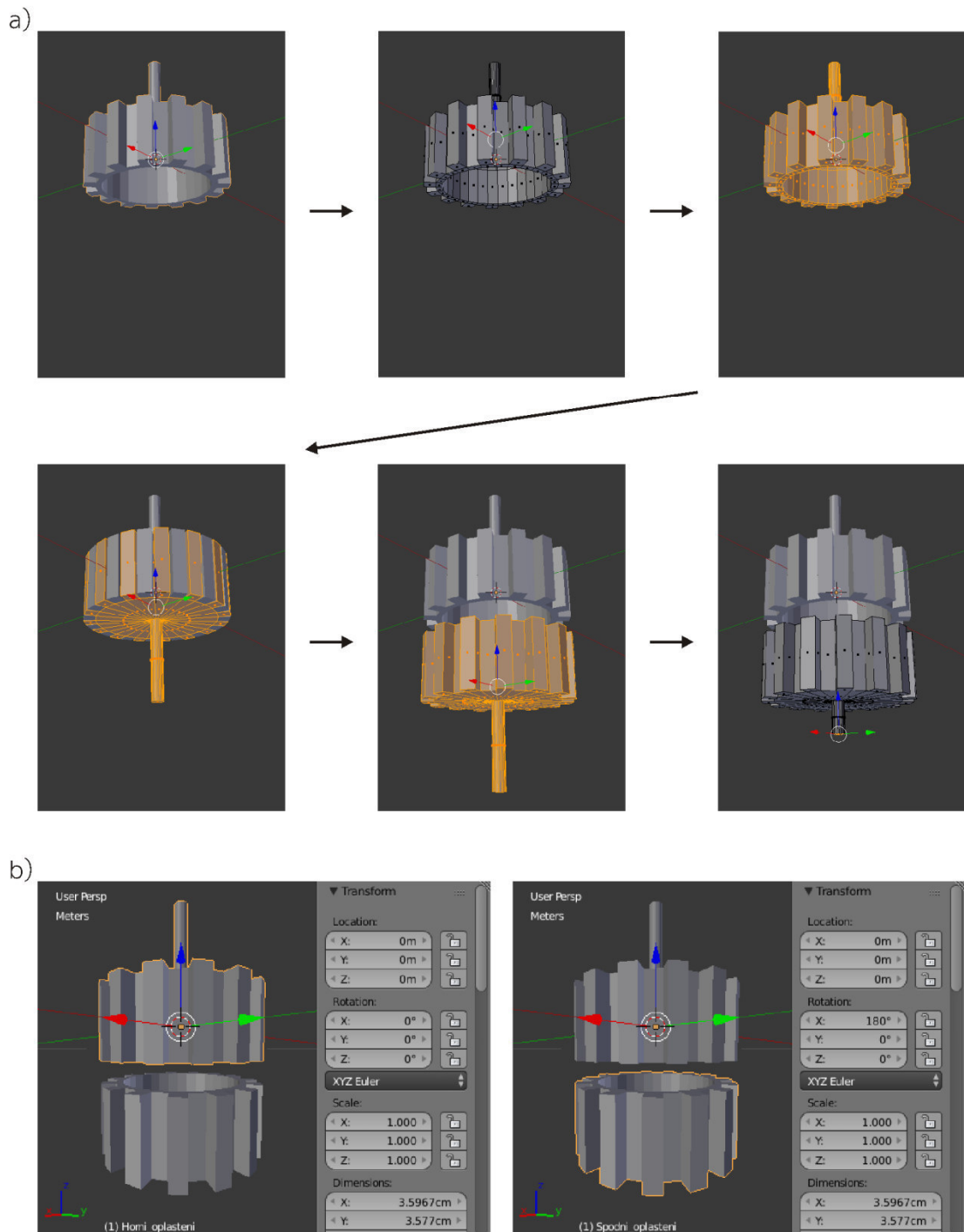
Obrázek 68 Tvorba zubů na opláštění magnetu
a) Nastavení vlastností válce, b) Výběr ploch, c) Způsoby vytažení zubů z pláště válce

Hřídel lze po vybrání horní podstavy původního válce vytvořit škálováním první vytažené plochy na 10 % a vytažením vzniklé plochy o 20 milimetrů (obrázek 69a). Prostor pro magnet vznikne škálováním spodní podstavy na 90 % a vtačením o 10 milimetrů dovnitř objektu (obrázek 69b). Kladný směr osy při vytahování odpovídá směru normálového vektoru plochy, tudíž je pro vtažení plochy do objektu třeba zadat velikost v záporné hodnotě. Při perspektivním pohledu zdola lze funkcí *Knife* () vytvořit dvě hrany, definující mechanický zámek mezi magnetem a částí opláštění. K dokončení tohoto objektu již stačí jen vtlačit krajní plochy o další 3 milimetry.



Obrázek 69 Dotvoření horní části opláštění magnetu
a) Tvorba hřídele, b) Tvorba prostoru pro magnet s mechanickým zámekem

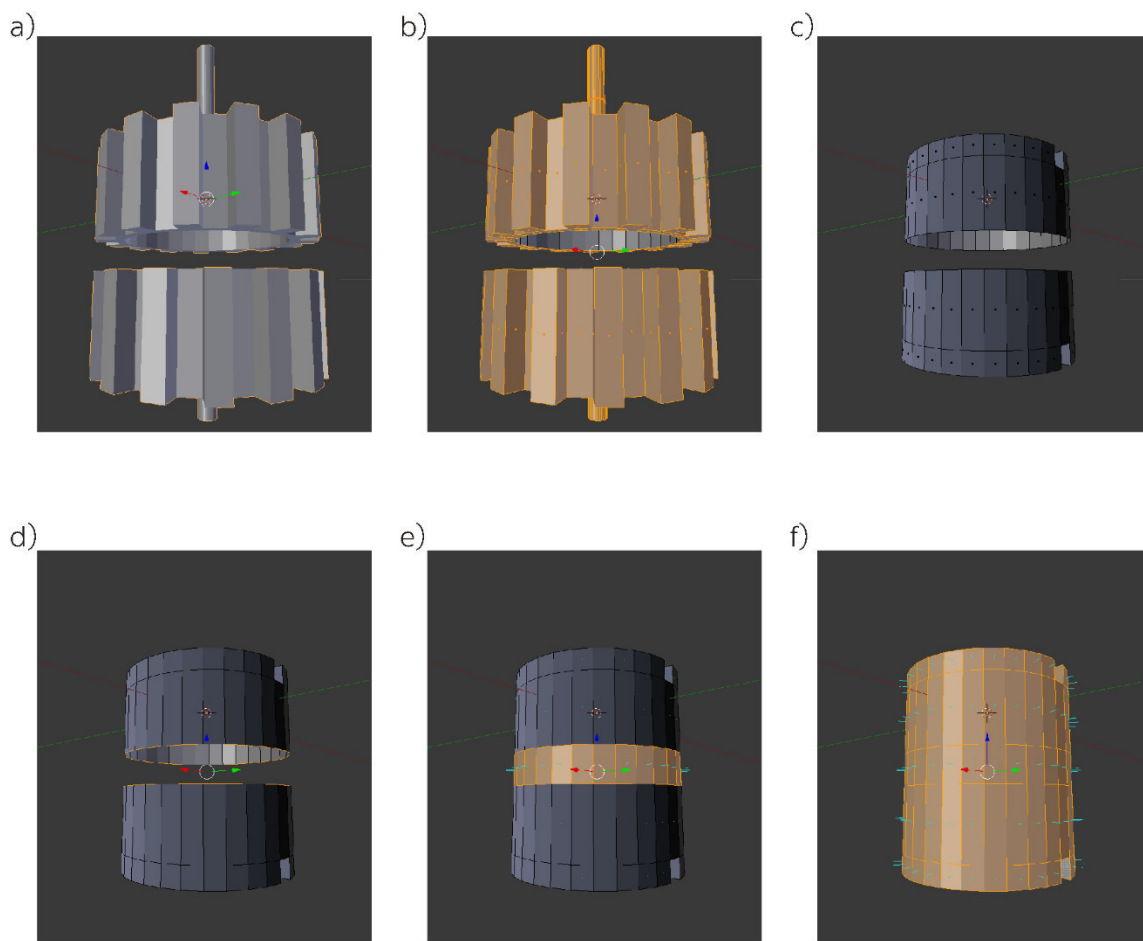
Spodní část opláštění vznikne duplikováním horní části, otočením, posunutím ve směru osy Z o 20 milimetrů a zkrácením hřídele (obrázek 70). Duplikování je vhodné provést v objektovém módu (**Shift** + **D**). Tím totiž vznikne nový objekt, který je možno pojmenovat. Další operace je ovšem vhodné provádět v editačním módu, aby počátek zůstal na stejné pozici u všech dílčích částí motoru.



Obrázek 70 Tvorba spodní části opláštění
a) Postup tvorby spodní části opláštění, b) Porovnání počátků horní a spodní části opláštění

Permanentní magnet

Permanentní magnet bude přesně dosedat na opláštění, proto je nejsnazší možností tvorby využití obou částí opláštění. Po duplikování objektů (**Shift** + **D**) v objektovém módu (**Tab**) je třeba přesunout původní objekty do jiné vrstvy (**M**), aby nepřekážely při tvorbě nového objektu. Oba nově vzniklé objekty je nutné sloučit do jediného objektu vybráním obou objektů a příkazem *Join* (**Ctrl** + **J**). Pro přehlednost je dobré objekt pojmenovat. Dalším krokem je vybrání všech vnějších ploch objektů v editačním módu (**Tab**) a jejich následné vymazání (**X** → **F**). Pro spojení obou objektů lze použít funkce *Make Face/Edge* (**F**), která vytvoří mezi vybranými body plochu. V daném případě je lepší použít funkci *Bridge* z doplňkové sady nástrojů zvané *Loop Tools*. Pro vytvoření přemostění mezi dvěma objekty je třeba vybrat obě spojované hrany (**Ctrl** + **Tab** → **E** → **Shift** + **Alt** + **U**). Nakonec je potřeba otočit normály všech ploch (**Ctrl** + **Tab** → **F** → **A** → **Ctrl** + **N**). Přesunutím hotového objektu k opláštění lze zkontrolovat správnost modelu (obrázek 71).

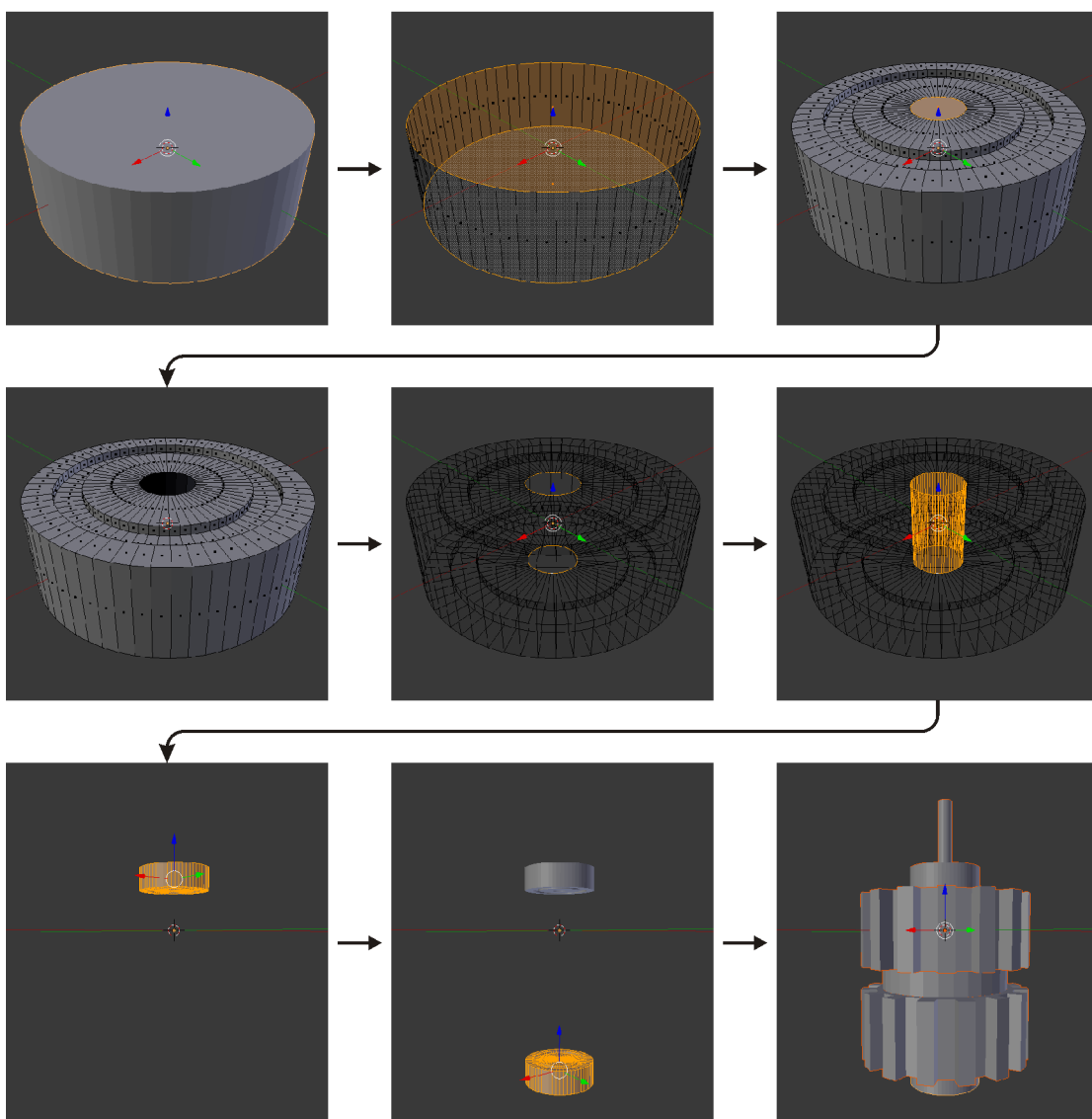


Obrázek 71 Tvorba permanentního magnetu

- a) Sjednocení duplikovaných objektů, b) Výběr vnějších ploch, c) Zbylé plochy po vymazání výběru, d) Výběr hran spojovaných částí, e) Spojení hran funkcí *Bridge*, f) Otočení normál všech ploch

Ložiska

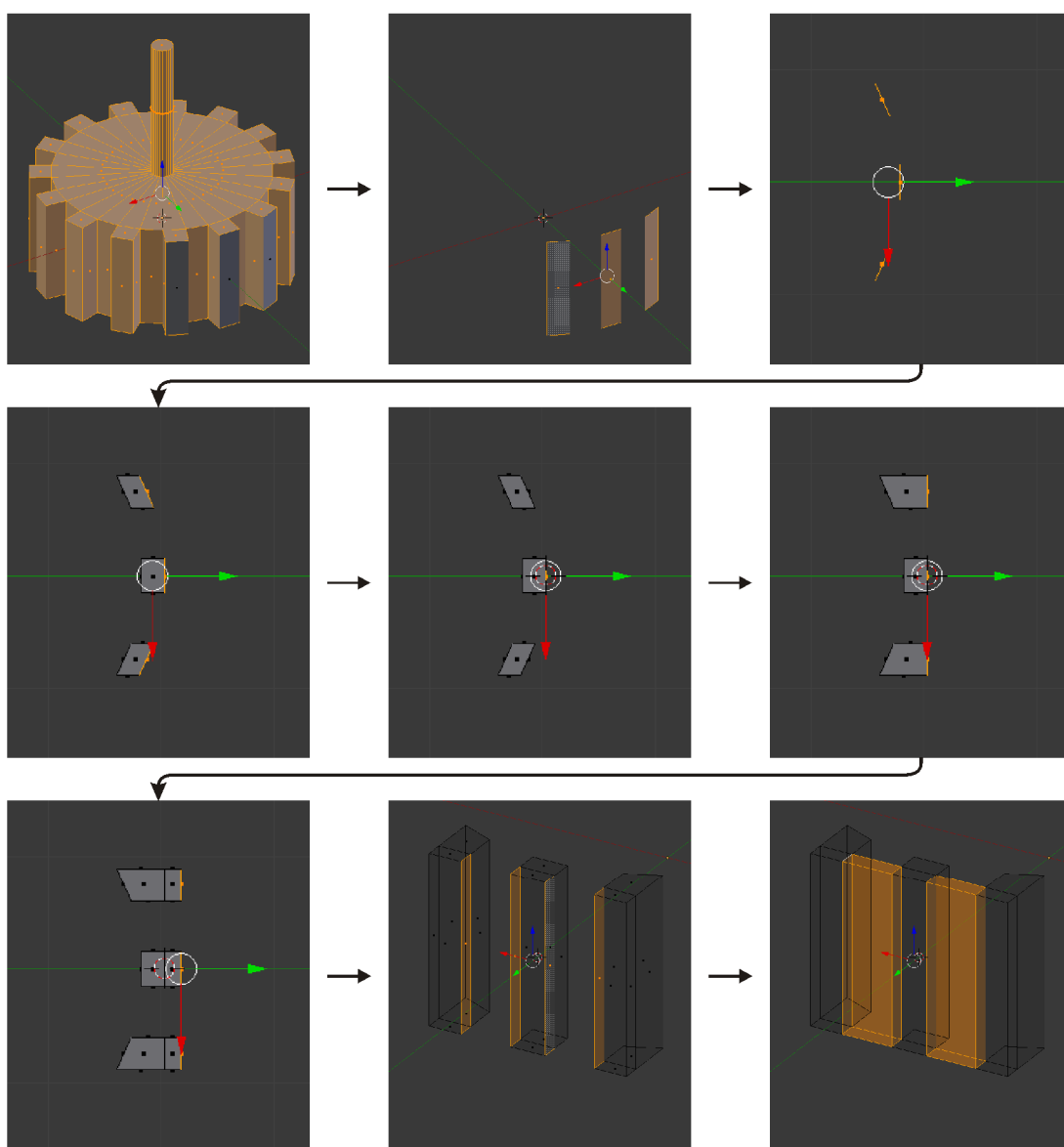
Jednoduché ložisko oboustranné kryté pryžovým těsněním lze snadno vytvořit z nového válce (**Shift**+**A**→**M**→**Y**) poloměru 7,5 milimetru a výšky 5 milimetrů. Počet vrcholů bude 60 pro hladší zobrazení. Pro docílení vzhledu ložiska je potřeba v editačním módu (**Tab**) vybrat obě podstavy. Následným kombinováním funkce *Extrude* se škálováním podle os X a Y je docíleno základního tvaru bez otvoru pro hřídel. Otvor lze vytvořit vymazáním středových ploch (**X**→**F**) a propojením hran funkcí *Bridge* (obrázek 72). Výběrem všech ploch (**A**) a posunutím o 11 milimetrů nahoru (**G**→**Z**) je ložisko umístěno nad horní část opláštění magnetu. Duplikováním ložiska (**Shift**+**D**) v objektovém módu a posunem všech ploch v editačním módu o 42 milimetrů dolů je na správnou pozici umístěno i spodní ložisko.



Obrázek 72 Tvorba ložisek

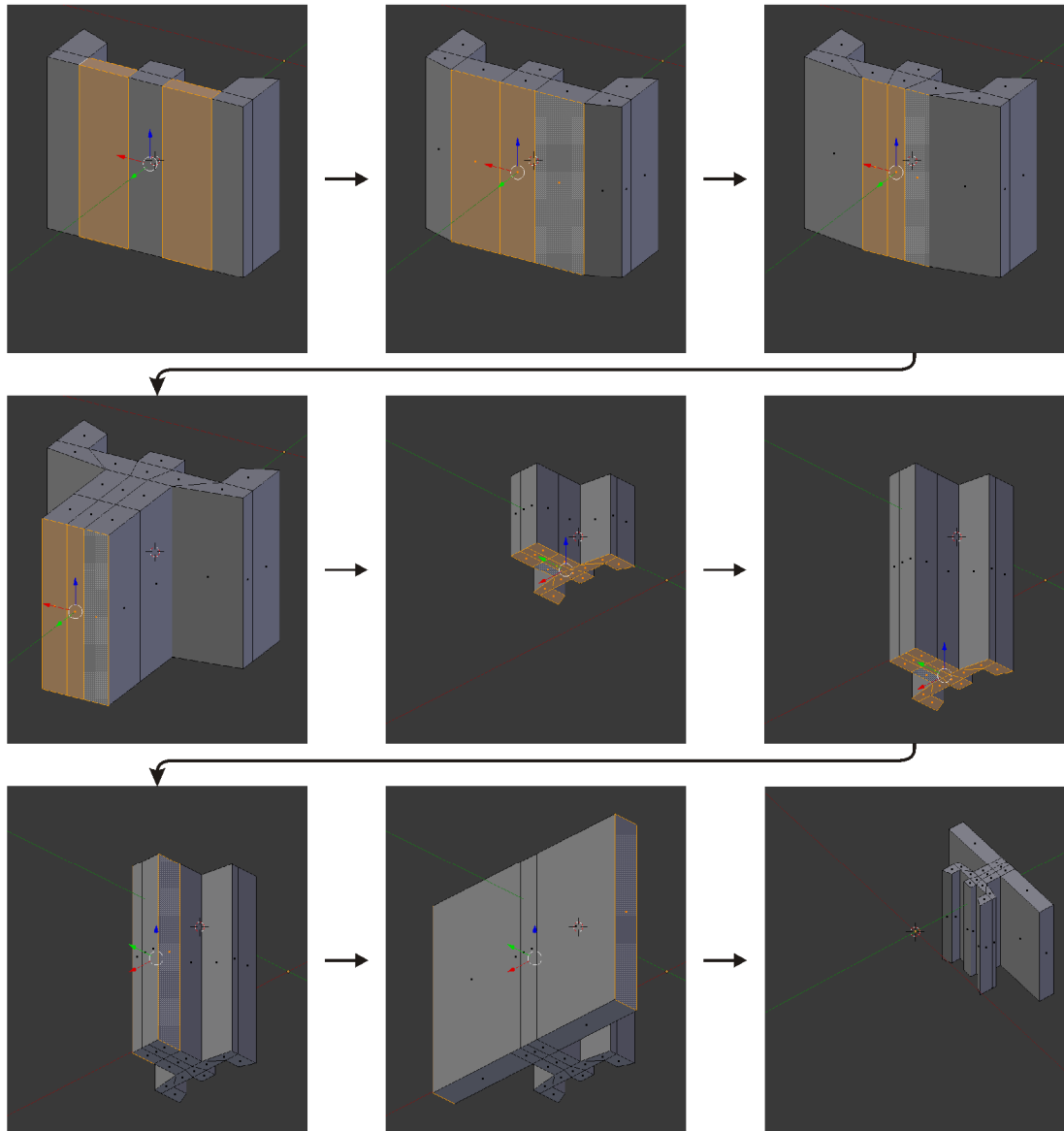
Tělo statoru

Pro tvorbu těla statoru lze využít jednu část opláštění, kterou je možno zduplikovat (**Shift** + **D**), přejmenovat a převést do samostatné vrstvy (**M**). V editačním módu (**Tab**) je zapotřebí vybrat všechny plochy (**Ctrl** + **Tab** → **F**) kromě ploch všech zubů (**A** → **Shift** + **0**), které jsou v základním stavu naproti plochám zubů statoru (obrázek 73). Po vymazání (**X**) přebytečných ploch je potřeba zbylé plochy oddálit, aby vznikl prostor mezi zuby rotoru a statoru (**Alt** + **S** → **Shift** + **Z**). Následným vytažením (**E**) ve směru osy Y vzniknou zárodky zubů statoru. Pro zarovnání délky vytažení všech zubů je vhodné vybrat (**0**) pouze zadní plochu středního zubu a přesunout do něj 3D kurzor (**Shift** + **S** → **U**). Délka je nutné změnit úchopný bod na 3D kurzor (**.**). Nyní je možné škálovat všechny zadní plochy krajních zubů v ose Y na nulu (**S** → **Y** → **0** → **←**), čímž se zarovnají s plochou prostředního zubu. Po vytažení všech zadních ploch je možné vymazat (**X**) vnitřní plochy tak, aby došlo ke spojení všech tří zubů.



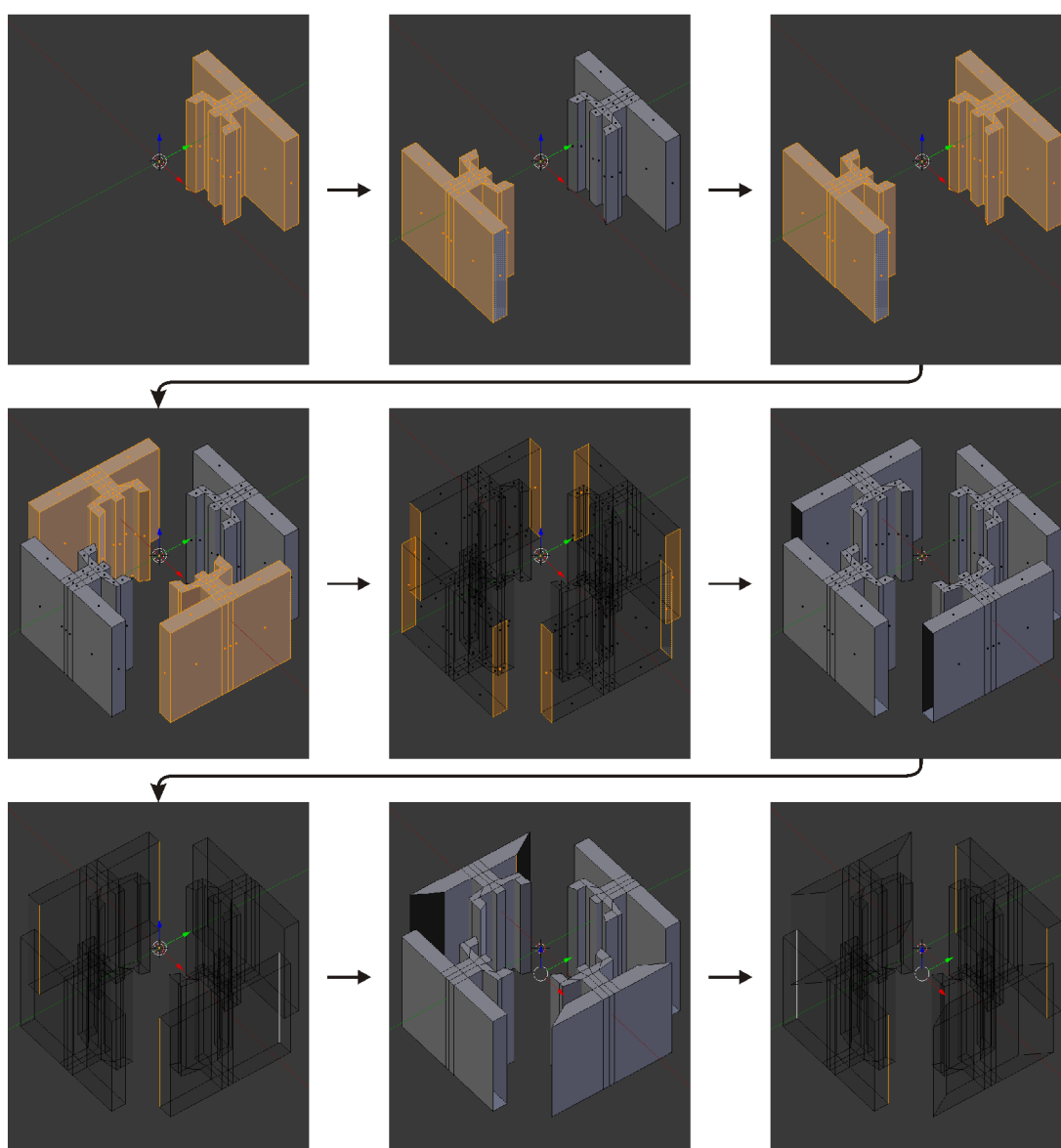
Obrázek 73 První část tvorby těla statoru

Po vytvoření přemostění mezi jednotlivými zuby byly vybrány prostřední tři plochy v zadní části. Plochy byly posunuty ve směru osy Y ($G \rightarrow Y$) a zmenšeny ve směru osy X ($S \rightarrow X$). Následně došlo ke dvojímu vytažení (E). První část je určena k navinutí cívky (obrázek 74) a druhá část je součástí stěny statoru. Po vybrání všech spodních ploch ($C \rightarrow U + \leftarrow U \rightarrow$) bylo možné zvětšit výšku statoru na výšku odpovídající opláštění rotoru ($G \rightarrow Z$). Byly vybrány krajní plochy nejvzdálenějšího vytažení, aby z nich byla vytažena stěna rotoru ($E \rightarrow S \rightarrow X$). 3D kurzor byl vrácen do počátku ($Shift + S \rightarrow R$), aby podle něj mohla být vyhotovená část duplikována pro zkonstruování celého těla statoru.



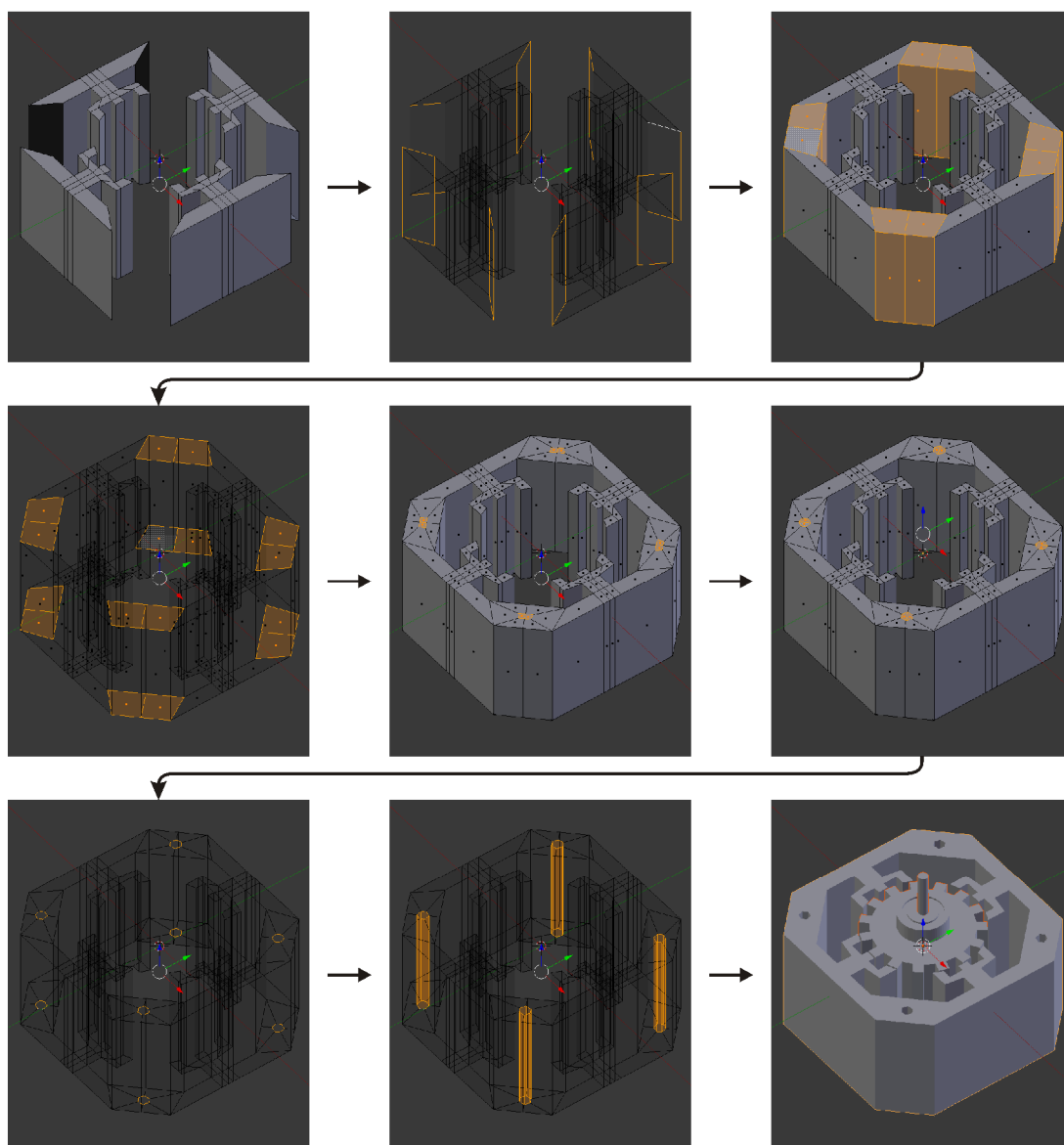
Obrázek 74 Druhá část tvorby těla statoru

Duplikování (**Shift**+**D**) musí probíhat v editačním módu, jinak by nedošlo k rozšíření sítě stávajícího objektu, ale vytvoření objektu nového. Nejprve je nutné vybrat všechny plochy (**A**) a poté duplikovat a otočit podle 3D kurzoru a osy Z o 180° (**Shift**+**D** → **R** → **Z** → **180** → **↵**). Postup je třeba opakovat s tím, že objekty je nutné otočit jen o 90° okolo osy Z (obrázek 75). Aby bylo možné všechny části spojit, je zapotřebí vybrat (**Shift**+**0**) a vymazat (**X** → **F**) plochy na bocích. V částech těla statoru, které vzniknou propojením vytvořených částí, budou umístěny i otvory pro šrouby. Je tedy vhodné vytvořit tyto části mohutnější. Toho lze dosáhnout tím, že budou vybrány vnitřní hrany (**Ctrl**+**Tab** → **E** → **Shift**+**0**) a budou škálovány na 60 %. Hrany je možné škálovat i jednotlivě podle 3D kurzoru (**S**), ale při vybrání vždy čtyř protilehlých hran je možné škálovat podle středního bodu vybraných elementů a dané osy (**Ctrl**+**i**).



Obrázek 75 Třetí část tvorby těla statoru

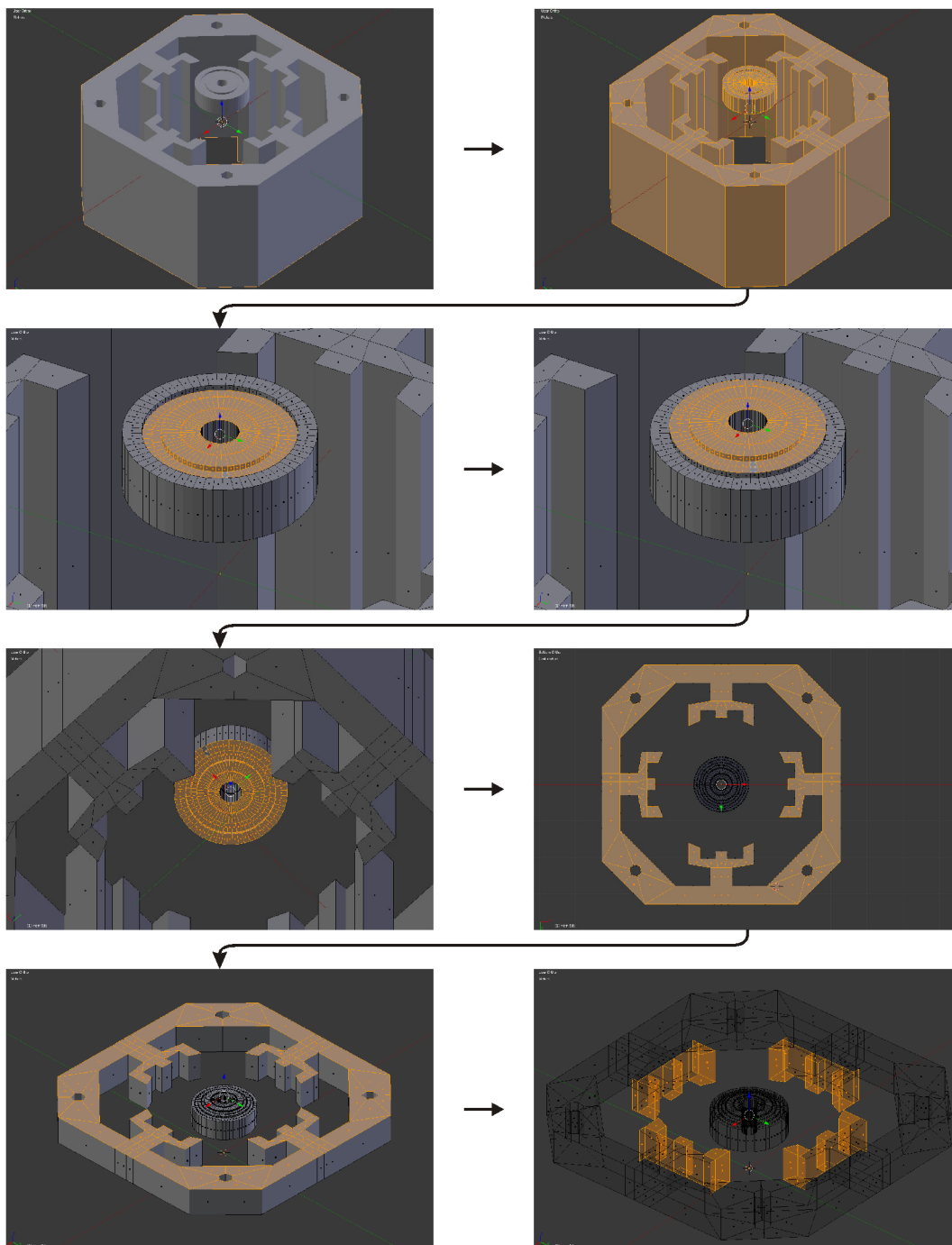
Propojení jednotlivých částí je vhodné realizovat tak, aby bylo rozděleno na dvě části kvůli tvorbě otvorů. Toho je možné dosáhnout pomocí funkce *Bridge*, při nastavení přemostění o dvou segmentech s lineárním průběhem, nebo pomocí funkce *Make Face/Edge* (**F**) a následným přidáním hrany funkcí *Loop Cut* (**Ctrl** + **R**). Pro vytvoření otvorů je nutné vybrat všechny horní i spodní plochy přemostění (obrázek 76) a za pomoci funkce *Extrude* a škálování podle individuálních těžišť (**Ctrl** + **.**) vytvořit malé plochy velikosti šroubu. Vzniklé plochy ovšem nebudou mít ani zdánlivě kruhový tvar. Vynutit kruhový tvar vybraných bodů je možné transformační funkcí *To Sphere* (**Alt** + **Shift** + **S** → **U** → **U**). Pro získání lepší iluze kruhu by bylo nutné zvětšit množství bodů na hranách ploch. Nakonec již stačí jen vymazání (**F**) ploch a propojení hran.



Obrázek 76 Čtvrtá část tvorby těla statoru

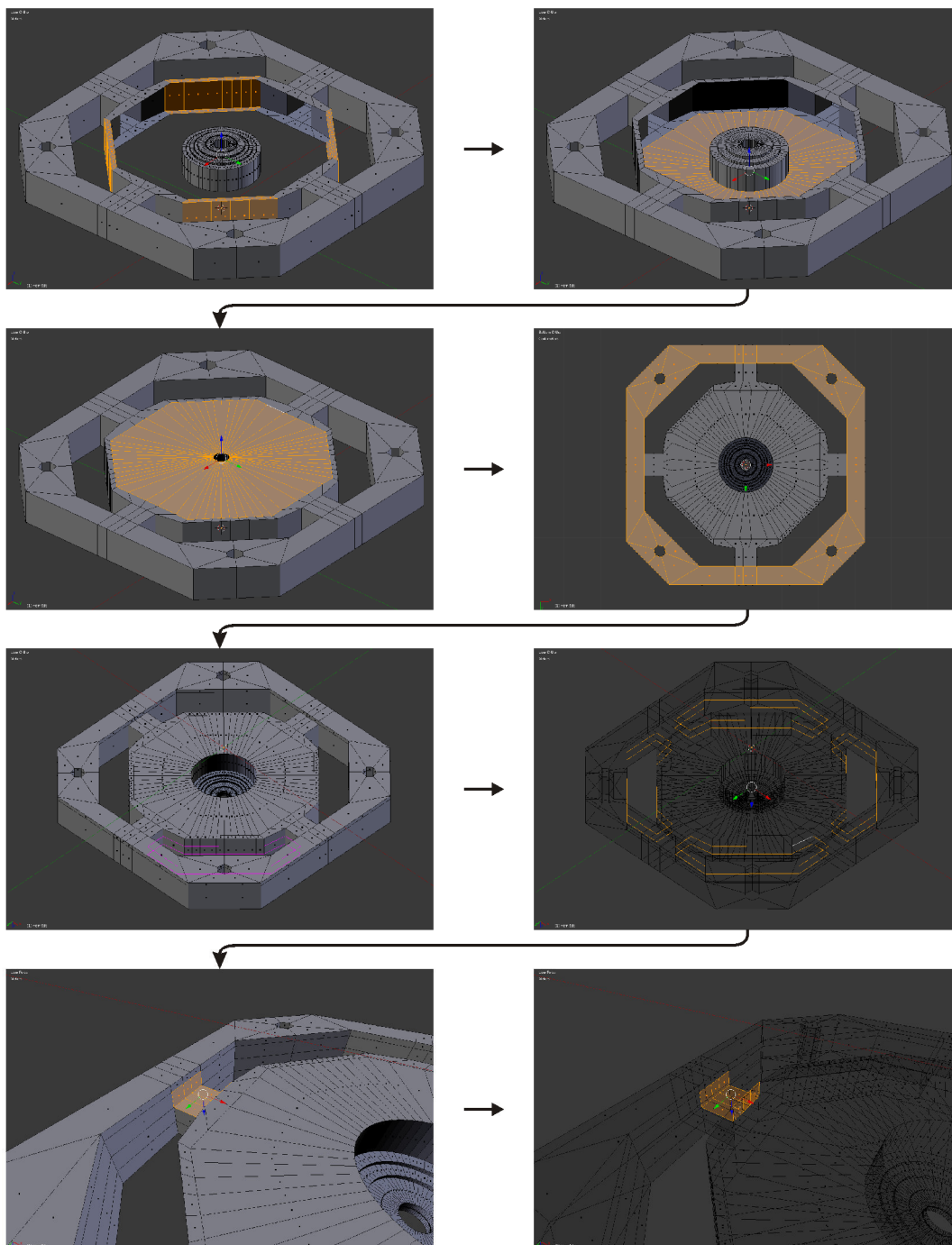
Horní a spodní štít

Štíty motoru navazují na tělo statoru a je v nich upevněno ložisko. Proto je nejsnazší tělo statoru a ložisko duplikovat (**Shift**+**D**), sjednotit (**Ctrl**+**J**), přejmenovat a převést do samostatné vrstvy (**M**). Plochy na jedné straně ložiska je třeba posunout (**G**→**Z**) a na druhé straně vymazat (**X**→**F**). Normály zbývajících ploch ložiska směřují špatným směrem a lze je po výběru (**Shift**+**U**) otočit (**Ctrl**+**N**). Dále je potřeba vybrat podstavy těla statoru a posunout je na stejnou úroveň jako ložisko (obrázek 77). Aby bylo možné oba objekty propojit, musí dojít k narušení celistvosti části vytvoření z těla motoru. Proto je potřeba vybrat ozubenou část statoru.



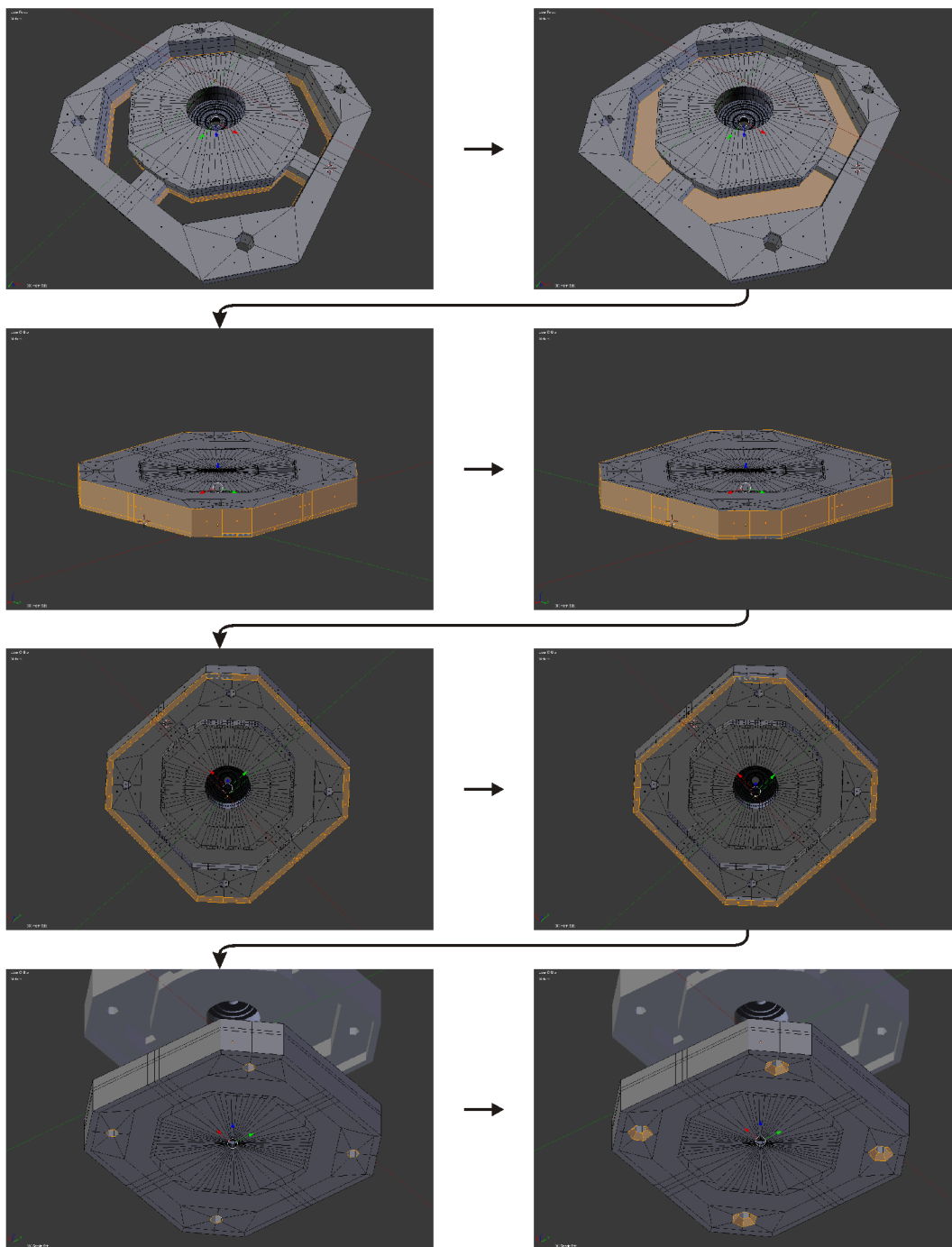
Obrázek 77 První část tvorby štítů motoru

Vymazáním ozubených částí ($\text{X} \rightarrow \text{F}$) vznikne prostor pro přemostění. Nejprve je potřeba spojit hrany statoru ($\text{Ctrl} + \text{Tab} \rightarrow \text{E}$). Vytvořené přemostění by mělo být takové, aby počet bodů na hranách otvoru byl shodný s počtem bodů na hraně připojovaného ložiska (obrázek 78). Toho lze dosáhnout funkcí *Bridge* s nastaveným přemostěním pomocí deseti segmentů s lineárním průběhem, nebo kombinací funkcí *Make Face/Edge* (F) a *Loop Cut* ($\text{Ctrl} + \text{R}$). Následně je možné snadno přemostit obě části modelu. Dále je potřeba vytvořit místo pro dráty cívek. Pro tento účel byly vytaženy plochy na okraji štítu (E), byly přidány hrany v otvorech ($\text{Ctrl} + \text{R}$) a byly upraveny detaily spojovacích prvků.



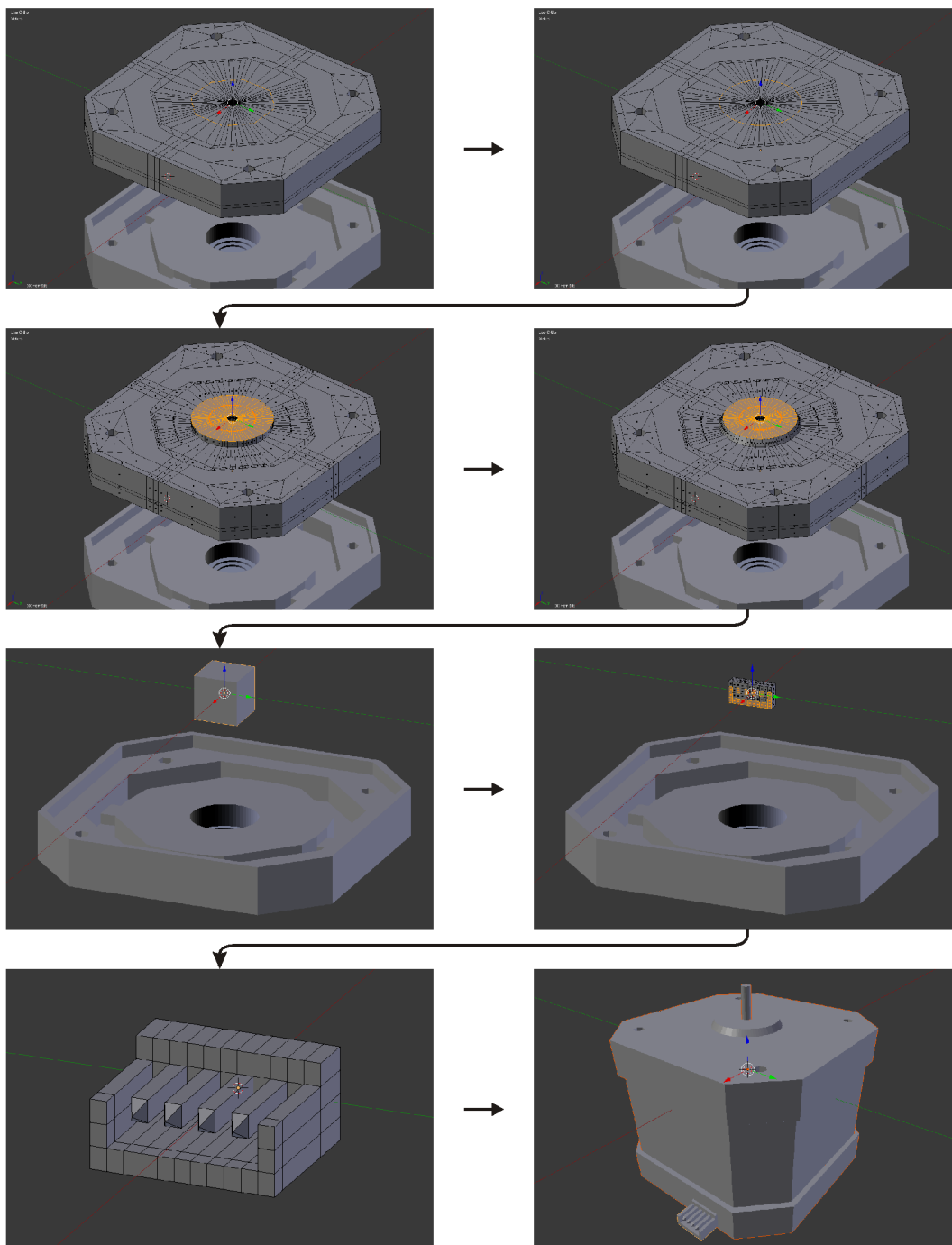
Obrázek 78 Druhá část tvorby štítů motoru

Pro uzavření celého štítu je nutné vybrat (**Ctrl** + **Tab** → **F** → **Alt** + **U**) a vymazat plochy (**X** → **F**) uvnitř otvorů (obrázek 79). Hrany v místě otevření modelu je možné uzavřít funkcí *Make Face/Edge* (**Ctrl** + **Tab** → **E** → **Alt** + **U** → **F**). Vzniklý mnohoúhelník není nejvhodnějším útvarem, ale vzhledem k tomu, že celá plocha zůstane v jedné rovině, se nejedná o výrazný prohřešek. Pomocí funkce *Extrude* (**E**) byl štít zvětšen a byl vytvořen ozub, který by ve skutečnosti sloužil pro přesnější umístění štítu. Takto vymodelovaný štít je vhodné duplikovat (**Shift** + **D**) v objektovém módu (**Tab**), protože dále se budou horní a dolní štít mírně lišit. Spodnímu štítu chybí pouze zaoblbení šroubů, které lze realizovat zaoblením hran (**Ctrl** + **B**).



Obrázek 79 Třetí část tvorby štítů motoru

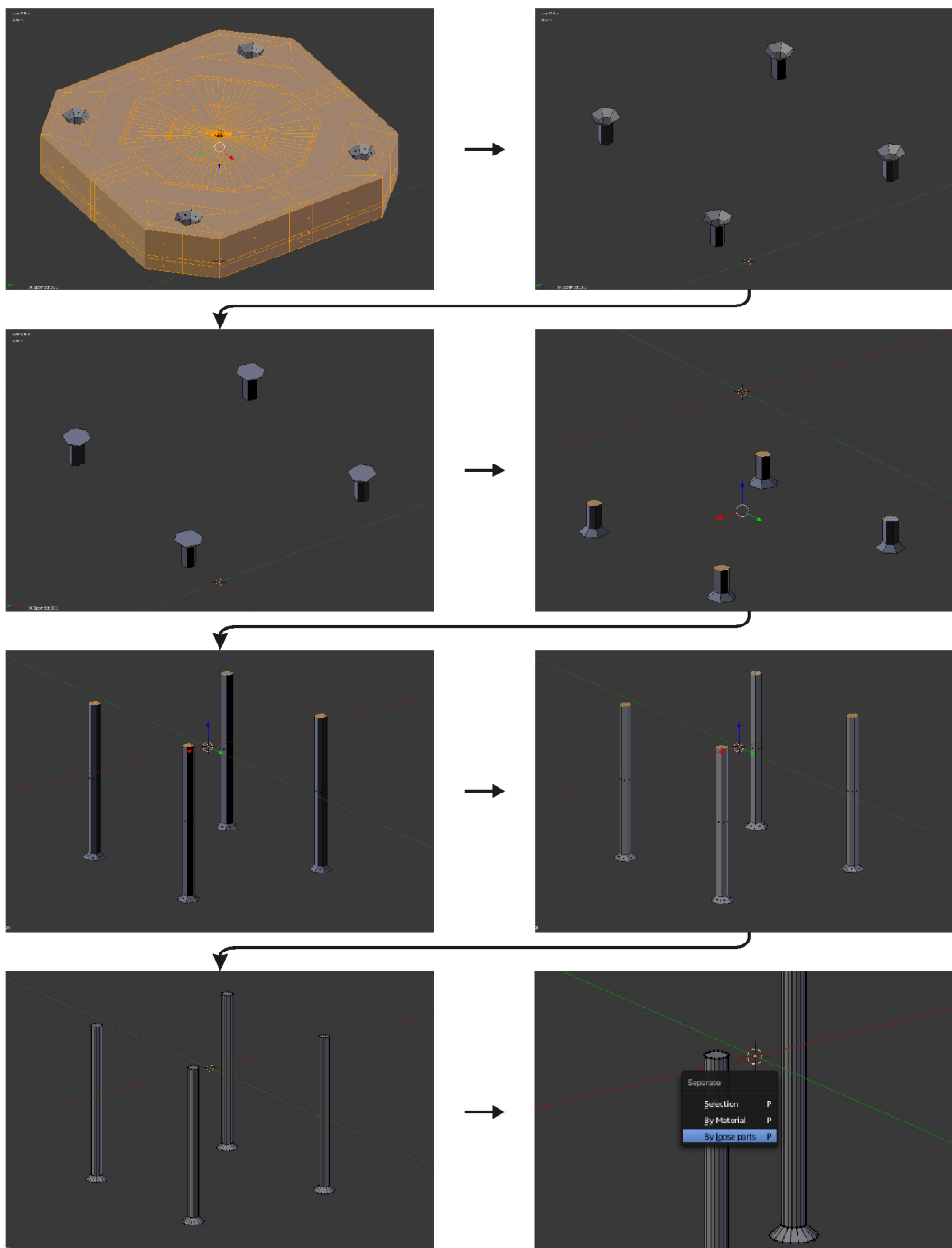
Horní štít má v místě průchodu hřídele zesílenou tloušťku stěny. Je potřeba vytvořit hranu (**Ctrl** + **R**) pro definování oblasti vytažení (obrázek 80). Vzniklou hranu je možné zakulatit transformační funkcí *ToSphere* (**Shift** + **Alt** + **S**). Vytaženou plochu je pro lepší zobrazení vhodné zmenšit podle os X a Y (**S** → **Shift** + **Z**). Poslední částí štítů je konektor. Ten je obvykle umístěn ve spodním štítu. Konektor je vhodné modelovat jako samostatný objekt. Po přidání krychle (**Shift** + **A** → **M** + **C**) je třeba ji v editačním módu škálovat v ose Z na 50 % a v ose X na 25 %. Dále je nutné přidat deset vertikálních a tři horizontální řezy (**Ctrl** + **R**). Vytažením (**E**) správných ploch a sloučením bodů (**Alt** + **M**) na konci jednotlivých pinů vznikne konektor.



Obrázek 80 Čtvrtá část tvorby štítů motoru

Šrouby

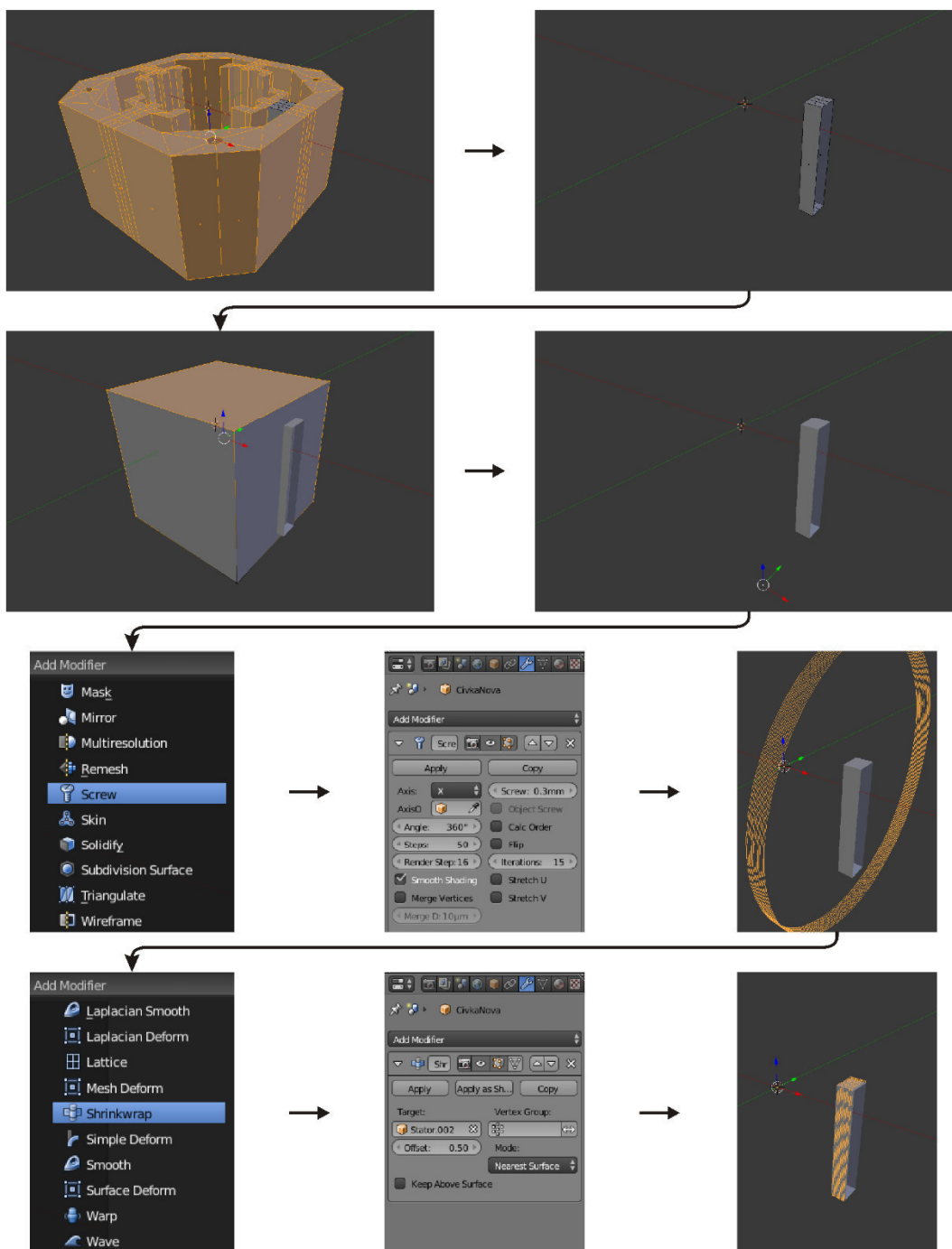
Šrouby je možné vymodelovat z válce nebo ze spodního štítu (obrázek 81). Nejedná se o zásadní prvek animace, a proto bude závit vytvořen jen v rámci textury. Model šroubu z válce by zahrnoval přidání válce (**[Shift]+[A] → [M] → [Y]**), jedno vytažení podstavu (**[E]**) a upravení škálováním (**[S]**). Tvorba šroubů ze spodního štítu obnáší výběr (**[C] → [0]**) a vymazání zbytečných ploch (**[X] → [F]**), dotvoření podstavů (**[F]**), upravení výšky podstavů (**[G] → [Z]**), otočení normál ploch (**[Ctrl]+[N]**), zjemnění síť objektu (**[Ctrl]+[R]**), zakulacení hran (**[Shift]+[Alt]+[S]**) a rozdělení na samostatné objekty podle oddělených částí (**[P] → [L]**).



Obrázek 81 Tvorba šroubů

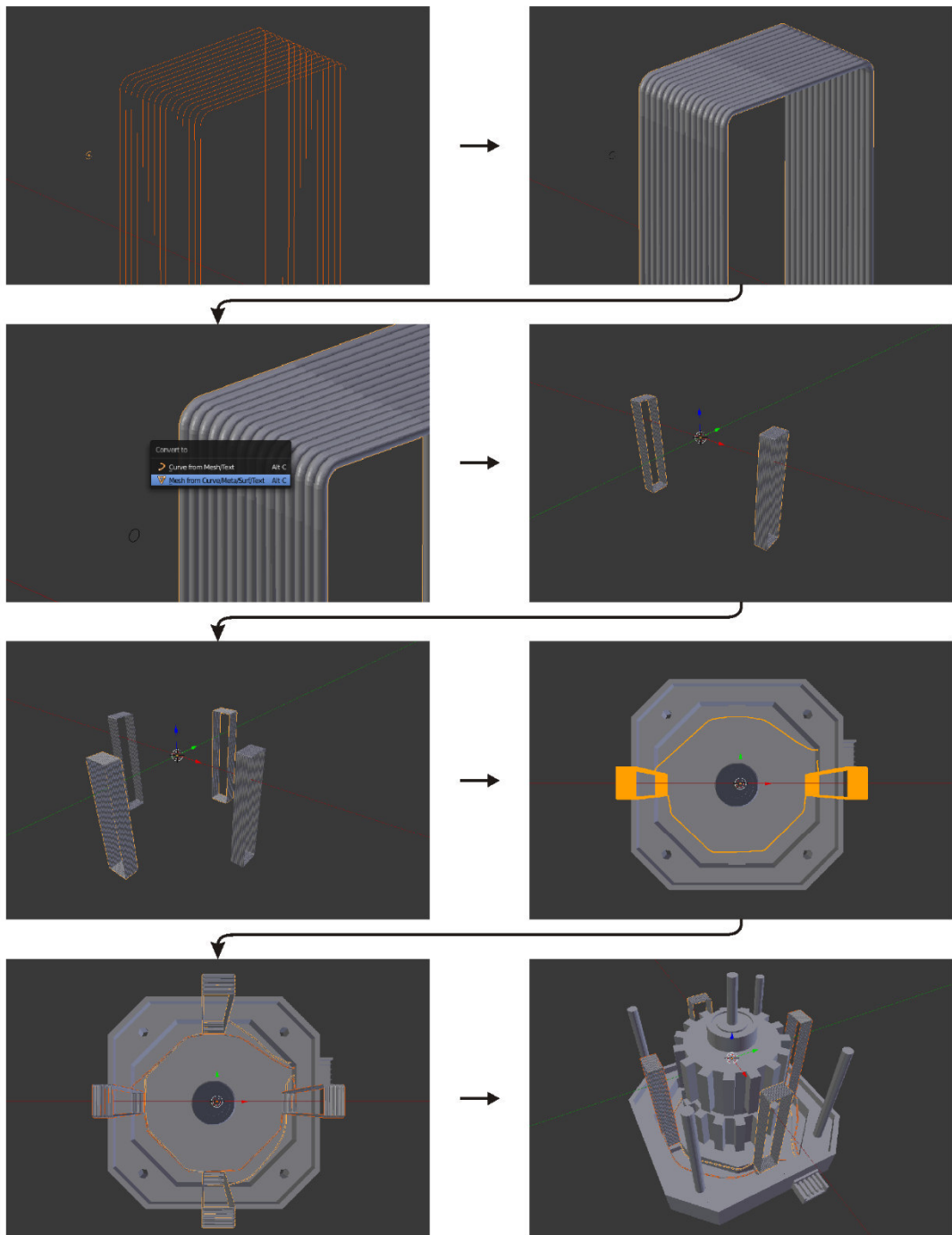
Cívky

Na tělo statoru bylo potřeba navinout čtyři cívky, správně je propojit a dovést dráty ke konektoru. Nejprve bylo zduplikováno tělo statoru (**Shift** + **D**) a byla ponechána jen část pro navinutí cívky. Následně byla vytvořena krychle (**Shift** + **A** → **M** → **C**), z níž byl ponechán jediný bod (obrázek 82). Na bod byl použit modifikátor *Screw*, který po zadání parametrů vytvořil šroubovici. Modifikátor bylo nutné aplikovat tlačítkem *Apply*. Druhým použitým modifikátorem byl *Shrinkwrap*, který smrští jeden objekt kolem jiného. Jako cílový objekt byl vybrán zbytek těla statoru a nastaven posun 0,5 od objektu. Modifikátor bylo opět nutné aplikovat.



Obrázek 82 První část tvorby cívek

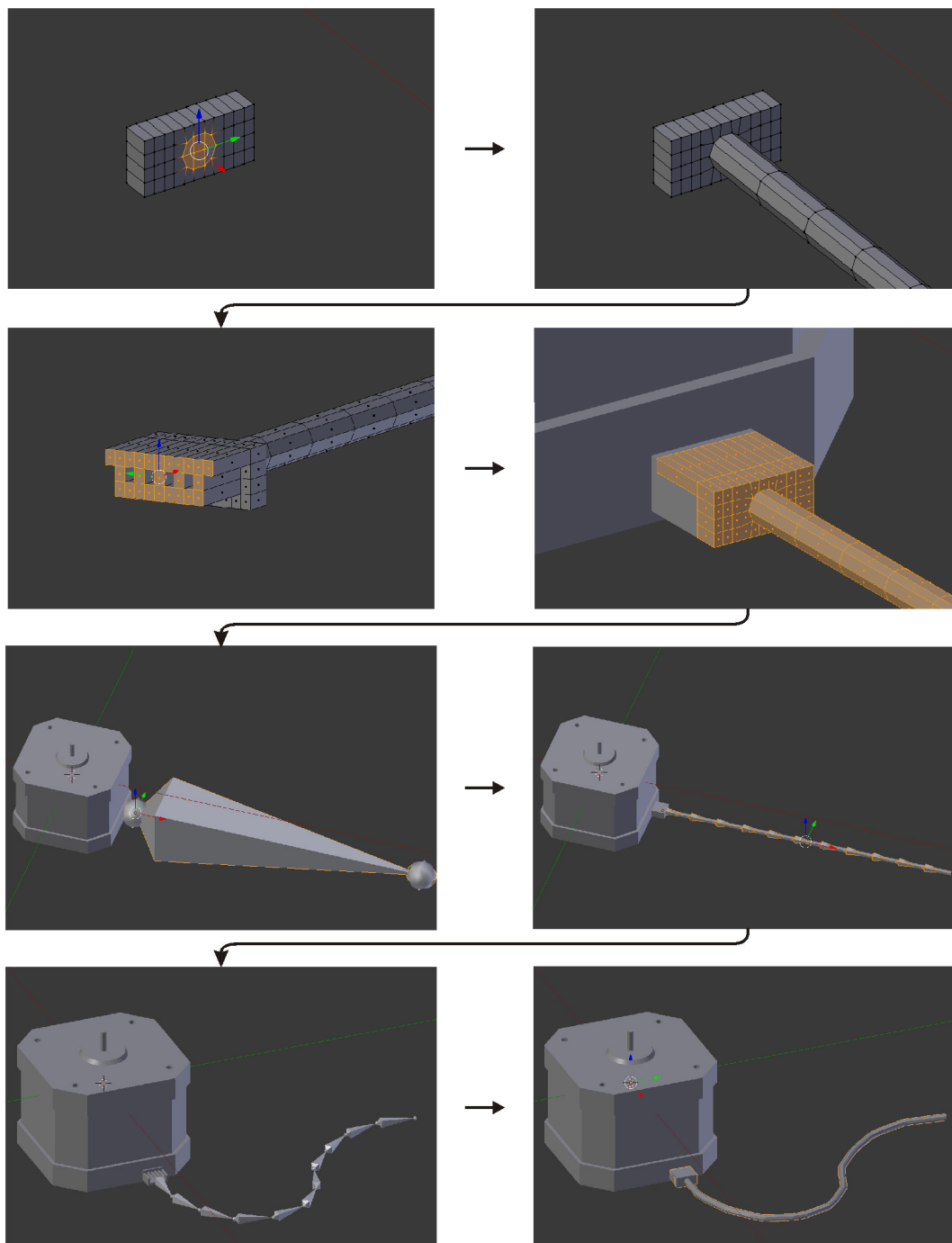
Pro získání objemu křivky bylo zapotřebí vytvořit průřez (obrázek 83). Ten byl tvořen dvanáctiúhelníkem ($\text{Shift} + \text{A} \rightarrow \text{M} \rightarrow \text{L}$). Obě křivky byly vytvořeny jako síť a pro následující krok bylo nutné převést je na křivku ($\text{Alt} + \text{C} \rightarrow \text{C}$), aby byla dostupná funkce *Bevel Object* v záložce vlastností křivky v obecné nabídce vlastností. Po vybrání kruhu v dané funkci pro šroubovici vznikl její plášť. Plášť bylo potřeba převést zpět na síť ($\text{Alt} + \text{C} \rightarrow \text{M}$). Duplikováním ($\text{Shift} + \text{D}$) byly vytvořeny dvě dvojice cívek. Spojení bylo realizováno vytahováním. Oproti předchozím objektům byl použit postup, kdy byla vybrána krajní hrana drátu ($\text{Alt} + \text{U}$), byl nastaven pohled shora (7) a klikáním $\text{Ctrl} + \text{U}$ byl vytažován plášť do místa kliknutí.



Obrázek 83 Druhá část tvorby cívek

Kabel

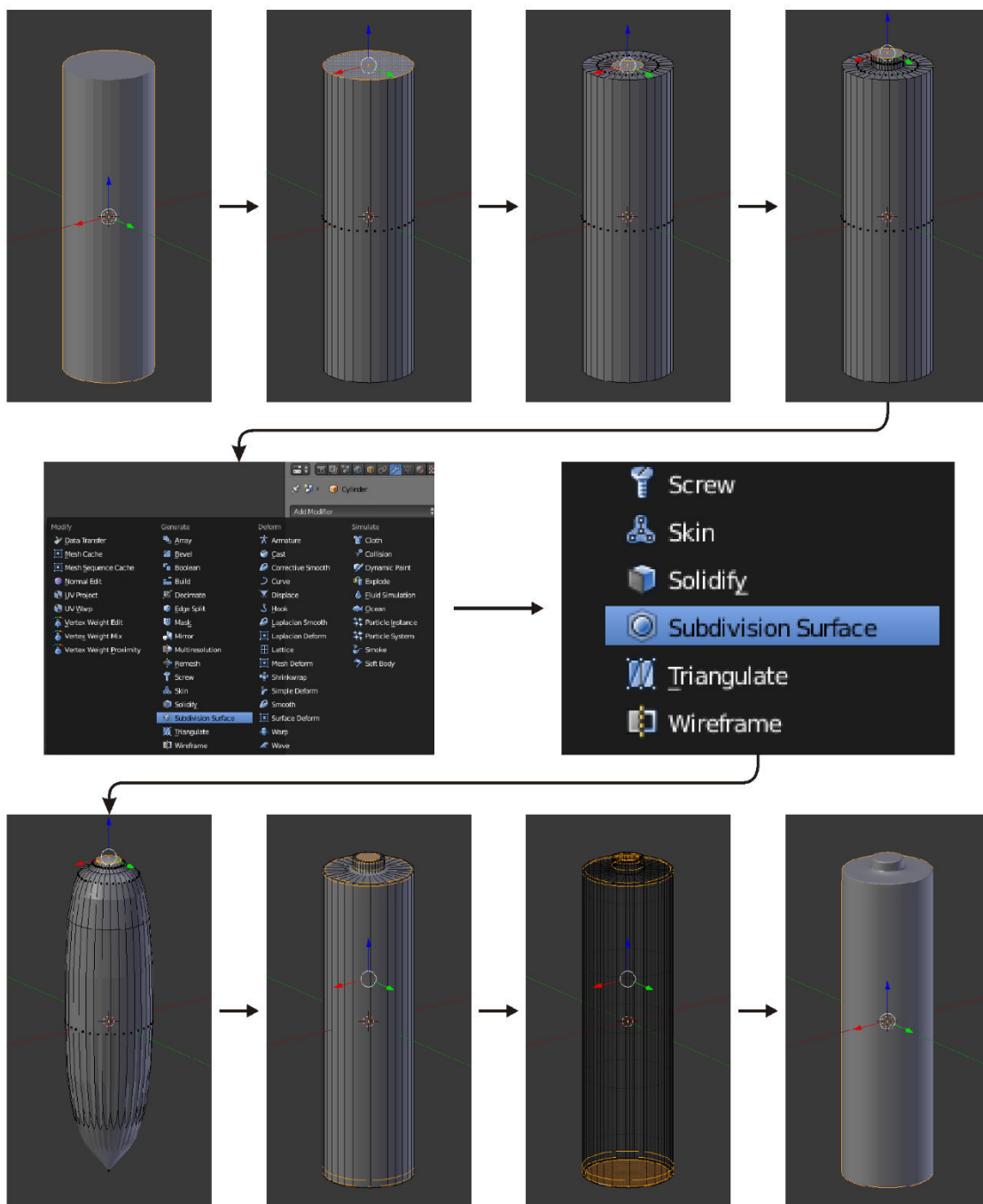
Na jedné straně kabel vychází z kvádrů, ze kterého bude vytvořen druhý konektor (obrázek 84). Střední plochy byly zakulaceny (**Shift** + **Alt** + **S**) a vytaženy (**E**), čímž vznikl kabel. Na opačné straně byl vytažen opačný konektor. Ohnutí kabelu bylo realizováno pomocí kostí (**Shift** + **A** → **A** → **S**). Po umístění kosti na pozici kabelu byla kost v editační módu rozdělena (**Tab** → **A** → **W** → **S**). Po vybrání kabelu a kostry v objektovém módu byl nastaven rodičovský vztah s automatickou tvorbou váhové mapy (**Ctrl** + **P** → **I**). Po nastavení kostry v módu postojů (**Ctrl** + **Tab**) se kabel tvarově přizpůsobí kostře.



Obrázek 84 Tvorba kabelu

Baterie

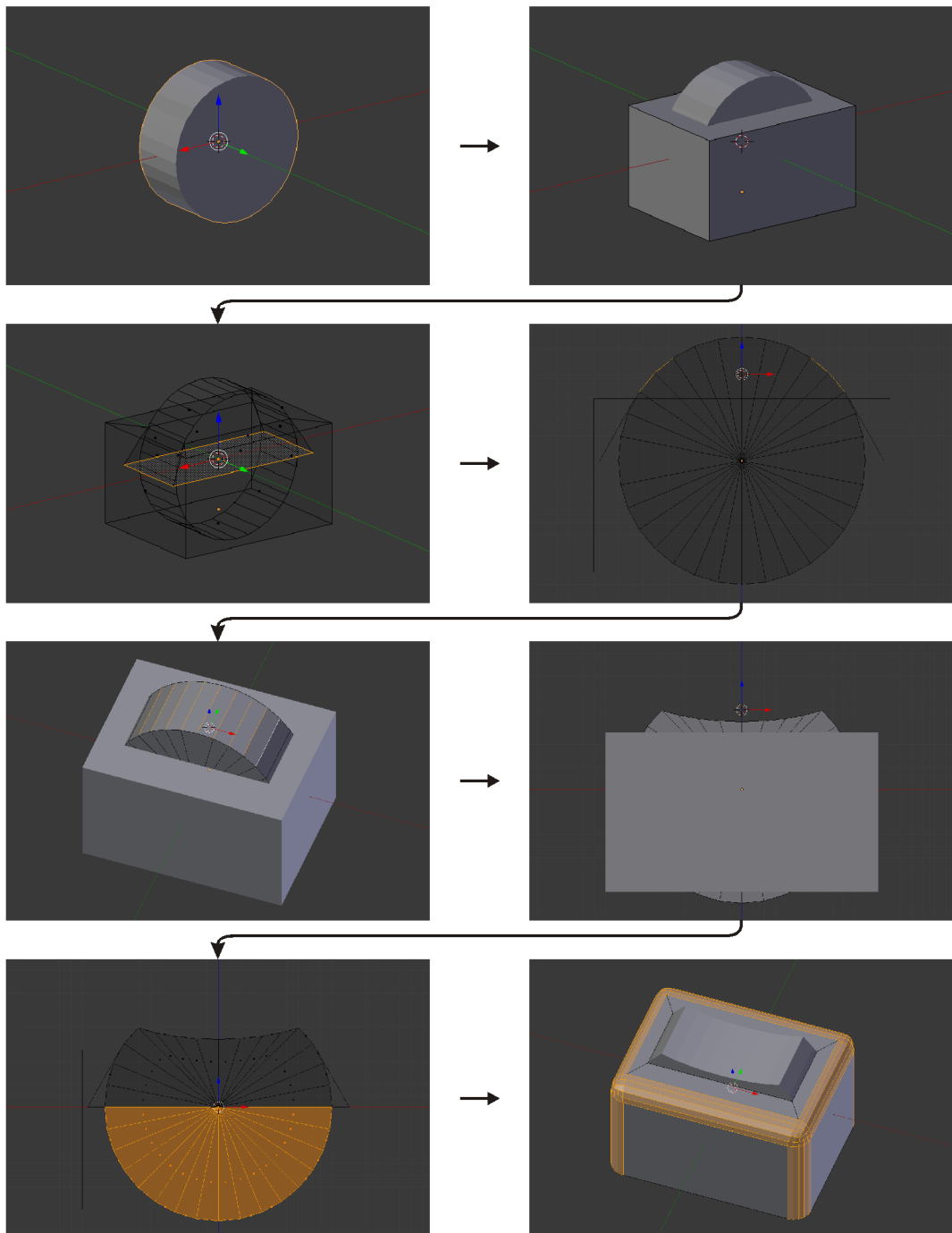
Pro znázornění zdroje stejnosměrného napětí byla použita alkalická baterie typu AA. Model takového objektu je možné vytvořit z válce (**Shift**+**A** → **M** → **Y**) vytahováním (**E**) a škálováním (**S**) podstavy. Ostré hrany je možné zaoblit modifikátorem *Subdivision Surface*, který zjemňuje síť. Po přiřazení modifikátoru k objektu ovšem dojde k výrazné změně tvaru objektu (obrázek 85). Jednou z možností je využití dalších modifikátorů, např. *Edge Split*, ale nejlepším způsobem z hlediska kontroly nad výsledným tvarem je přidání hran (**Ctrl**+**R**) k místům, kde má být menší zaoblení.



Obrázek 85 Tvorba baterie

Vypínač

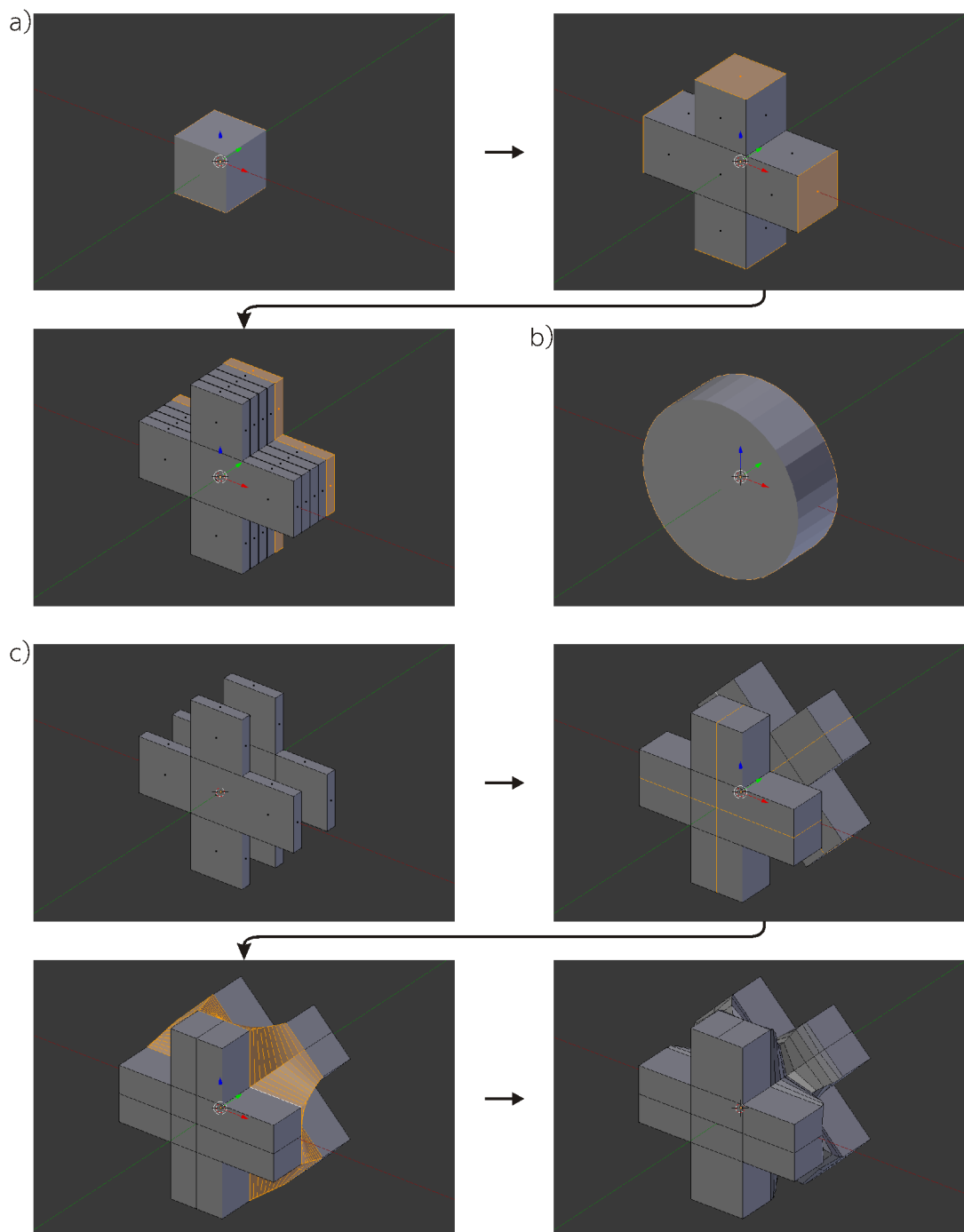
Existuje nepřeberné množství typů vypínačů. Bylo by tedy možné vymodelovat např. kruhový vypínač ovládaný zamáčknutím (obrázek 86). Tvorba by obnášela podobné dovednosti jako tvorba baterie. V připravované animaci byl zvolen kolébkový vypínač. Základ tvoří plochý válec s kvádrem (**Shift**+**A**). Jedná se o dva objekty spojené rodičovskou vazbou (**Ctrl**+**P**). Do boxu byla vtlačena (**E**) dutina pro spínací prvek. Dotyková část spínače byla upravena škálováním (**S**) horních hran podle 3D kurzoru (**L**), který byl posunut do vhodné úrovně (**Shift**+**S**→**U**). Dolní polovina válce byla odstraněna (**X**→**I**) a hrany boxu byly zaobleny (**Ctrl**+**B**).



Obrázek 86 Tvorba vypínače

Rotory pro znázornění základního principu fungování krokového motoru

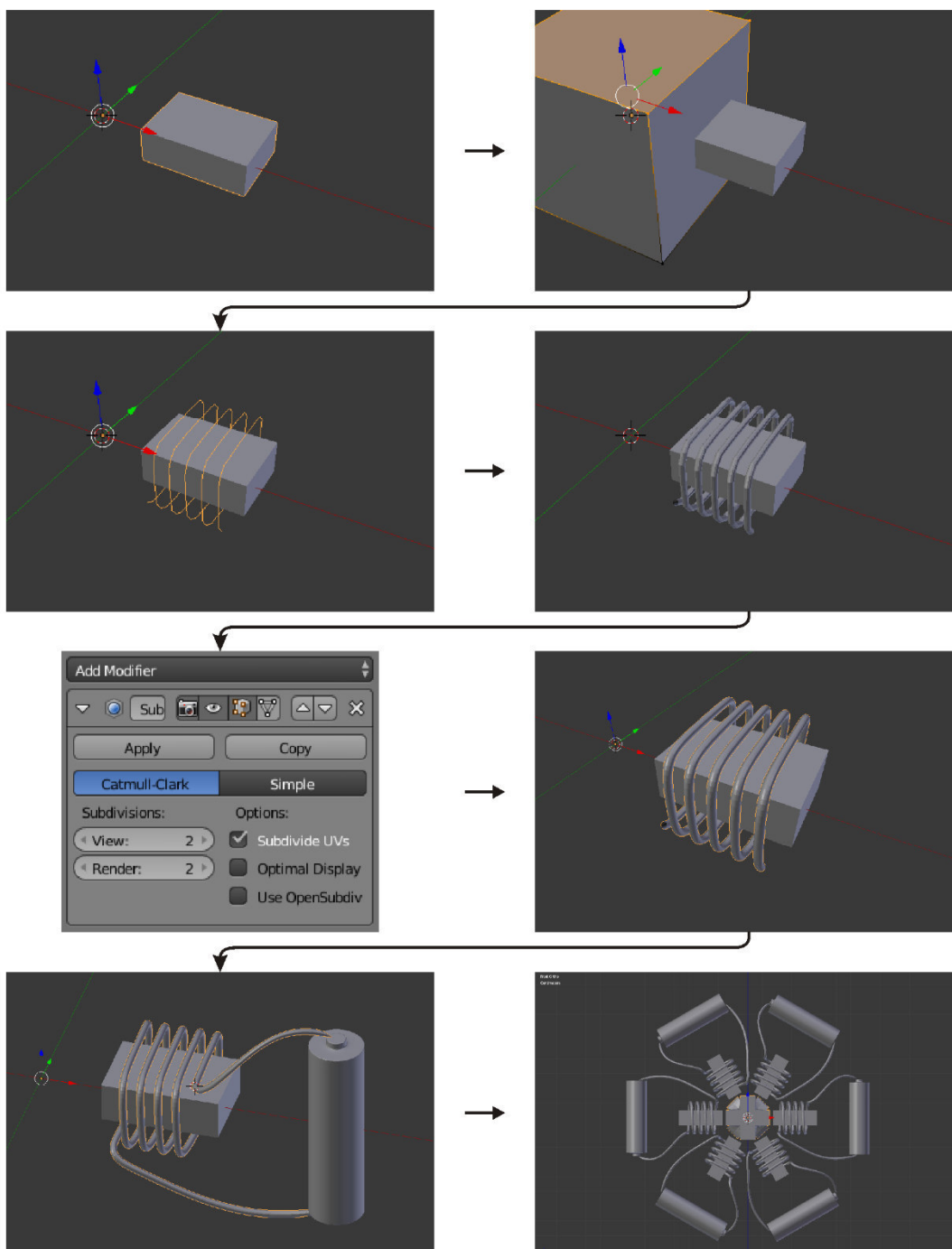
Základním typem rotoru je kříž z kovových plátů (obrázek 87). Kříž lze snadno zhotovit vytažením individuálních ploch krychle ($\text{Alt} + \text{E} \rightarrow \text{I}$). Následně stačí objekt zploštit škálováním (S) a duplikovat ($\text{Shift} + \text{D}$). Jako kruhový permanentní magnet postačí pouhý válec ($\text{Shift} + \text{A} \rightarrow \text{M} \rightarrow \text{Y}$), na který se zhotoví vhodná textura. Posledním typem je rotor z magnetu, který má překřížené zuby. Lze využít dva pláty z prvního typu rotoru, mírně je upravit rotováním (R), škálováním (S) a přidáním hran ($\text{Ctrl} + \text{R}$). Nakonec lze spojit funkcí *Bridge*.



Obrázek 87 Tvorba rotorů pro znázornění základního principu
a) Křížový rotor z kovových plátů, b) Rotor z kruhového magnetu, c) Překřížený rotor z magnetu

Cívka s jádrem – elektromagnet

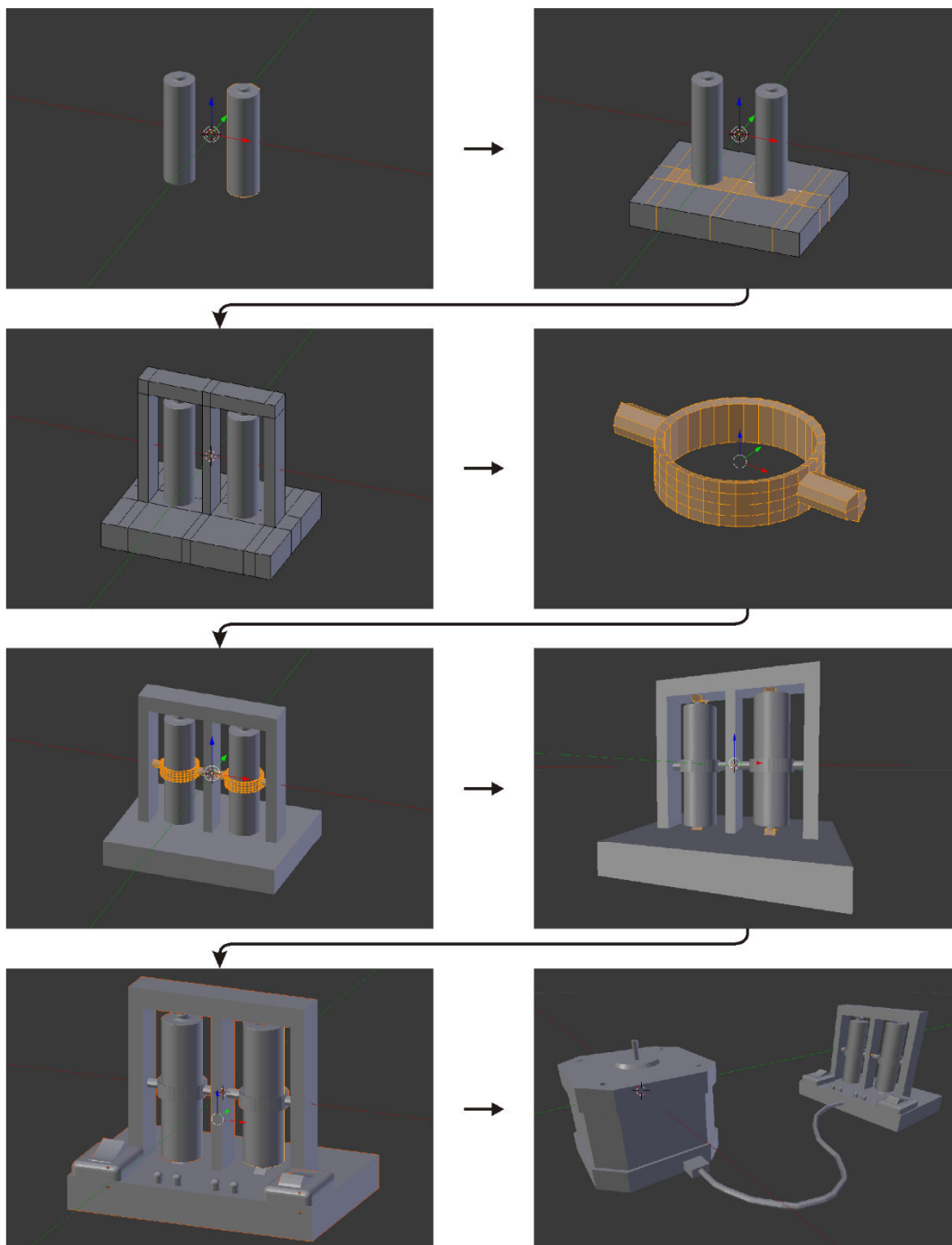
Elektromagnet je tvořen cívkou, jádrem a zdrojem energie (obrázek 88). Jádro tvoří kvádr, jehož rozměry byly voleny s ohledem na vymodelované rotory (obrázek 87). Tvar cívky byl vytvořen z jediného bodu krychle pomocí modifikátorů *Screw* a *Shrinkwrap*. Po převedení ze sítě na křivku ($\text{Alt} + \text{C} \rightarrow \text{C}$) byl na cívku aplikován *Bevel Object* ve tvaru kruhu a objekt byl převeden zpět na síť ($\text{Alt} + \text{C} \rightarrow \text{M}$). Pro hladší vzhled byl aplikován modifikátor *Subdivision Surface*. Nakonec byly krajní hrany cívky vytaženy ($\text{Ctrl} + \text{Tab} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{Alt} + \text{U} \rightarrow \text{Ctrl} + \text{U}$) k baterii a celý elektromagnet byl pětkrát duplikován a rotován o 60° podle 3D kurzoru (C \rightarrow $\text{Shift} + \text{D} \rightarrow \text{R}$).



Obrázek 88 Tvorba cívky s jádrem

Ovládací jednotka

Krokový motor je ovládán tzv. driverem, který umí měnit polaritu. Typickým prvkem s touto funkcí je H-můstek. Pro názornost byla ovládací jednotka založena na monočláncích, které mechanickým otočením názorně otočí směr proudu. Kolem zduplikovaných baterií (**Shift** + **D**) byl vytvořen rám z krychle (**Shift** + **A** → **M** → **C**) pomocí funkce *Loop Cut* (**Ctrl** + **R**), *Extrude* (**E**) a *Bridge*. Pro uchycení byla vytvořena objímka. Jedná se o samostatný objekt, kterému je přiřazena rodičovská vazba k baterii (**Ctrl** + **P**), aby se při otočení baterie otočila objímka automaticky. Nakonec byly přidány kontakty, spínače a indikační diody (obrázek 89).



Obrázek 89 Tvorba ovládací jednotky

3.3 Tvorba materiálů a textur modelů

Při tvorbě výukového podkladu není potřeba vytvářet žádné hyperrealistické obrazy. Je nutné posluchače zaujmout, upoutat jeho pozornost na správné místo a zbytečně ho nerozptylovat. Mnohdy k názornosti stačí objektům přiřadit rozdílné barvy. Jindy by bylo názornější reálnější vykreslení materiálů, např. kovu a dřeva v jedné scéně.

Pro vykreslování v programu Blender lze použít dva různé algoritmy (obrázek 48d). Jedná se o tzv. *Blender Internal Render* a *Cycles Render*. Volba algoritmu je zásadní. *Blender Internal Render* byl původním algoritmem vyvíjeným od počátku vývoje programu. Algoritmus i přes zahrnutí mnoha na tehdejší dobu pokrokových technik (např. texturování, bump mapping, sledování paprsku, podpovrchový rozptyl, a další) nebyl a není schopen vykreslit fotorealistický obraz. Jeho hlavní výhodou je výrazně kratší doba vykreslování, nižší hardwarové nároky a pro začátečníka výhodně méně možností v nastavení materiálů a textur.

Cycles Render začal být vyvíjen kolem roku 2011 jako samostatný algoritmus, protože princip vykreslování obou algoritmů se natolik liší, že bylo snazší začít budovat výpočetní jádro od začátku. Vývojáři se zaměřili na získávání fotorealistických obrazů a k tomu účelu algoritmus založili na syntéze obrazu pomocí zobrazovací rovnice (1), která je základem metody zvané „Sledování cest“ [44].

$$L(x, \omega_o) = L_e(x, \omega_o) + \int_{H(x)} L(r(x, \omega_i) - \omega_i) \cdot f_r(x, \omega_i \rightarrow \omega_o) \cdot \cos \theta_i d\omega_i \quad (1)$$

kde: $L(x, \omega_o)$je celková emitovaná radiace z bodu x ve směru ω_o

$L_e(x, \omega_o)$je emitovaná radiace z bodu x ve směru ω_o

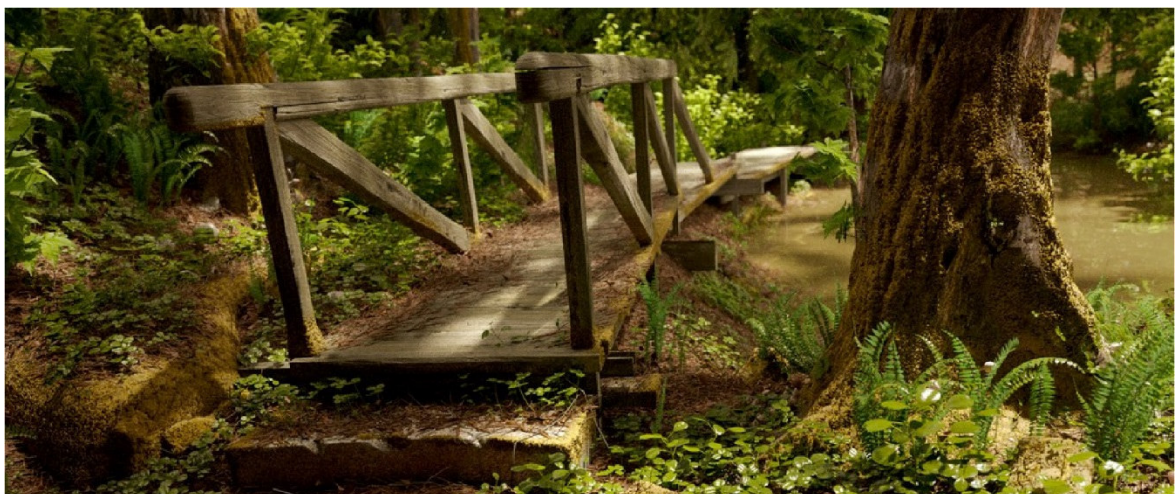
$r(x, \omega_i)$je funkce vržení paprsku

$f_r(x, \omega_i \rightarrow \omega_o)$..je distribuční funkce odrazu (tzv. BRDF)

ω_ije směr příchozího paprsku

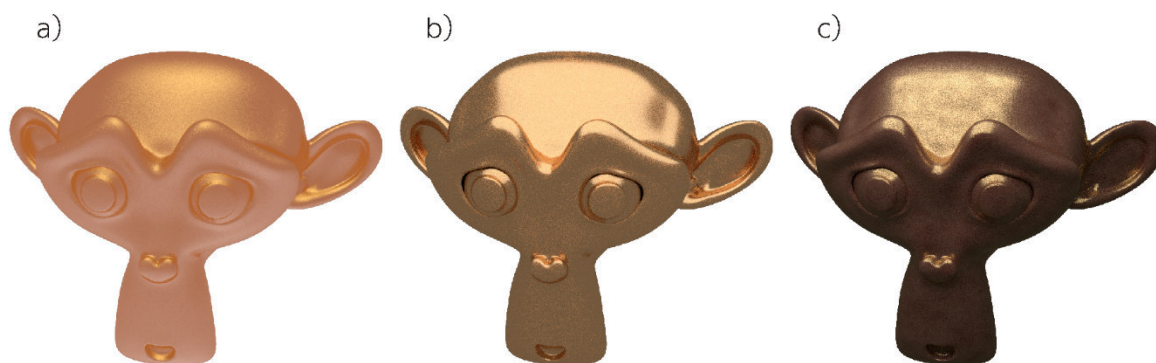
θ_ije úhel mezi ω_i a normálou plochy

Zvolená metoda syntézy a výborné naprogramování algoritmu vedly nejen k fotorealistickému vykreslování (obrázek 90), ale i k zabudování algoritmu do některých komerčních modelovacích programů, jako jsou Rhinoceros, Cinema4D a 3ds Max.



Obrázek 90 Načítací obraz programu Blender 2.65

Rozdílné metody vykreslování obou algoritmů způsobují, že materiál definovaný pro jeden algoritmus nelze vykreslit pomocí toho druhého. Je-li zapotřebí definovat konkrétní materiál, je vhodnější použít *Cycles Render* (obrázek 91). Pro jednoduché názorné animace postačí *Blender Render*.



Obrázek 91 Rozdíl v možnostech vykreslovacích algoritmů Blenderu
a) Měděný materiál (Blender Internal Render), b) Základní měděný materiál (Cycles Render),
c) Staroměděný materiál (Cycles Render)

Společným průnikem obou algoritmů je, že oba mohou využívat textury. Sítí objektu je možné rozvinout do plochy a pomocí 2D rastrové grafiky na ni nanést informace o barvách, o směrech normál pixelů, o lesklosti povrchu, o vyzařování světla a o dalších vlastnostech. Textury je možné kombinovat v editoru uzlů i s matematicky definovaným materiálem. Navíc lze objekt s texturami jednoduše použít pro tvorbu výukových programů v běžných vývojářských prostředích, jako je např. Unity3D (obrázek 92).

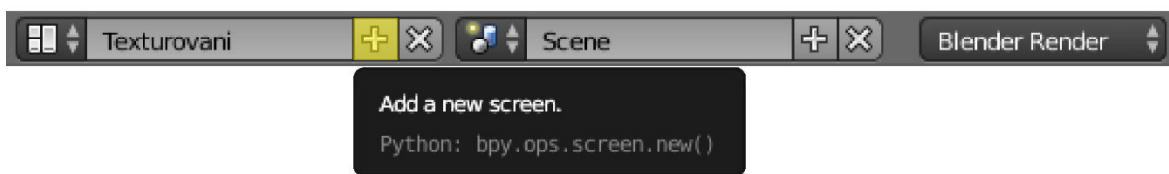


Obrázek 92 Vykreslení stejného modelu se stejnými texturami v různých programech

Rozvržení oken pro texturování

Pro tvorbu textur je vhodnější využít *Blender Render*, který umožňuje na objekt nanést více textur stejného typu. Je tedy možné pracovat s vrstvami stejně jako v rastrových grafických programech. Při tvorbě textur je potřeba vidět texturovaný objekt ve 3D náhledu a vytvářenou texturu v editoru obrázků (obrázek 93). Jako třetí okno lze doporučit druhý editor obrázků, ve kterém je možné si otevřít např. fotografii modelovaného objektu nebo materiálu. Fotografie může sloužit nejen pro inspiraci, ale i k nastavování barev štětců pomocí funkce *Kapátko*. Je vhodné pro texturování nepřizpůsobovat základní scénu, ale vytvořit si pro tento účel novou (obrázek 93a), nebo použít přednastavenou scénu „UV Editing“. Okna je možné rozdělit tažením trojúhelníkového symbolu v rohu okna (obrázek 93b). Zrušení okna se provádí tažením symbolu v opačném směru. Nastavení typu okna je možné po kliknutí na obdélníkovou ikonu vedle trojúhelníkového symbolu (obrázek 93c). V oknech s editorem obrázků není nutná nabídka nástrojů (T) ani nabídka vlastností (N). Při úpravě oken je třeba pamatovat, že tyto úpravy nepodléhají funkci *zpět*.

a)



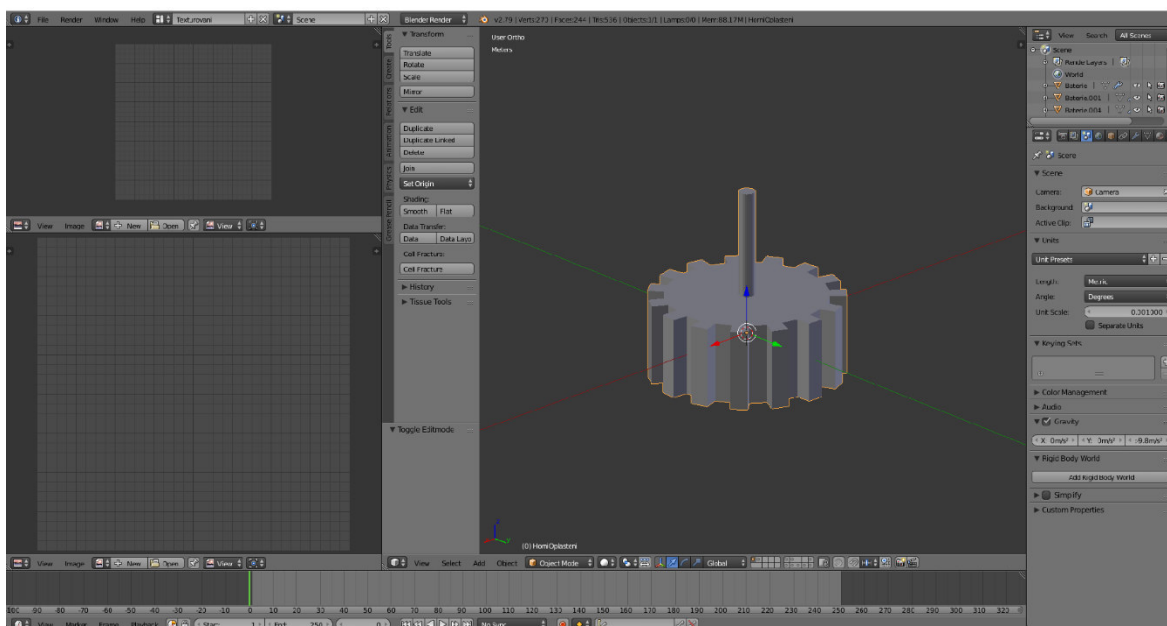
b)



c)



d)

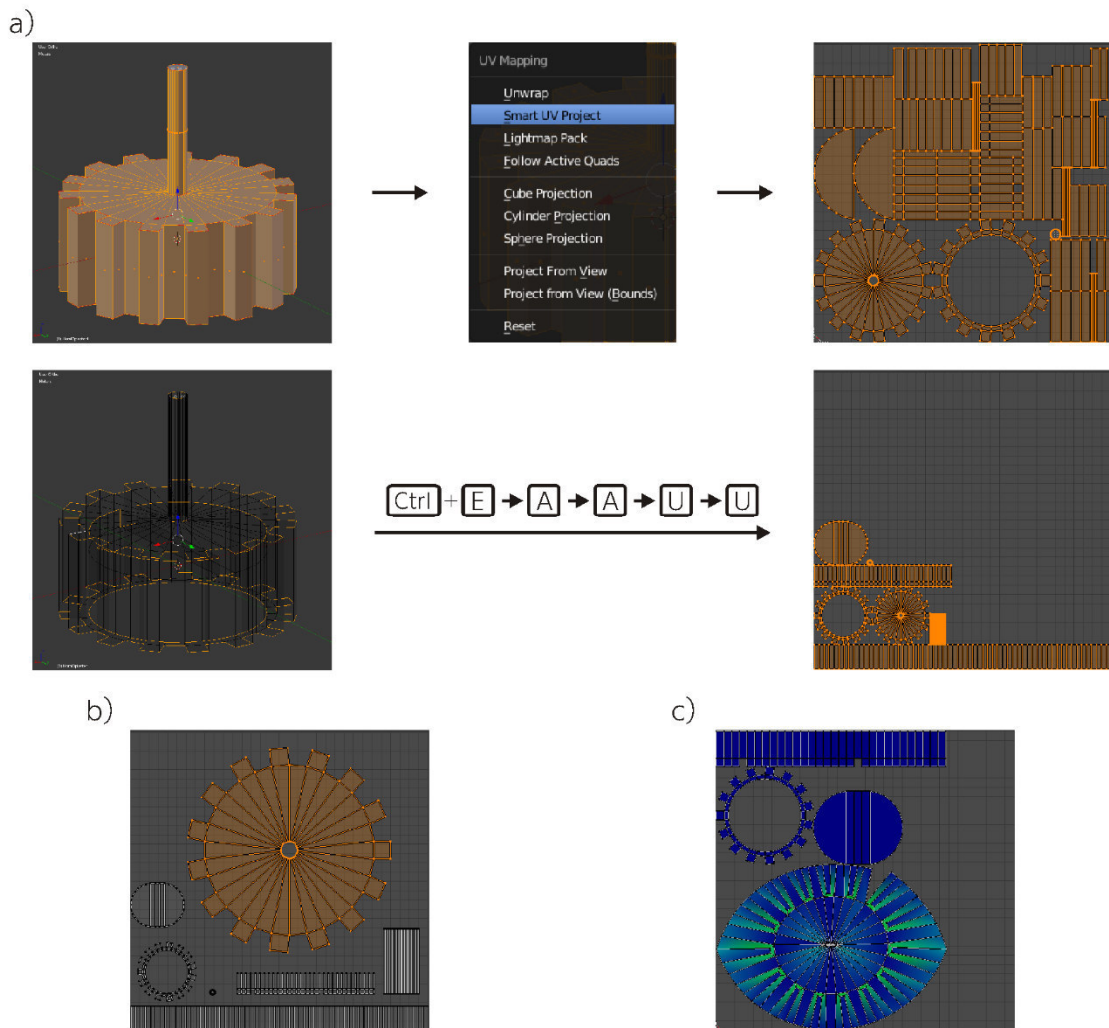


Obrázek 93 Příprava scény pro texturování

a) Přidání a přejmenování nové scény, b) Rozdělení oken, c) Přepnutí okna na zobrazování obrázků, d) Doporučené rozložení oken

Rozložení sítě (tzv. UV unwrapping)

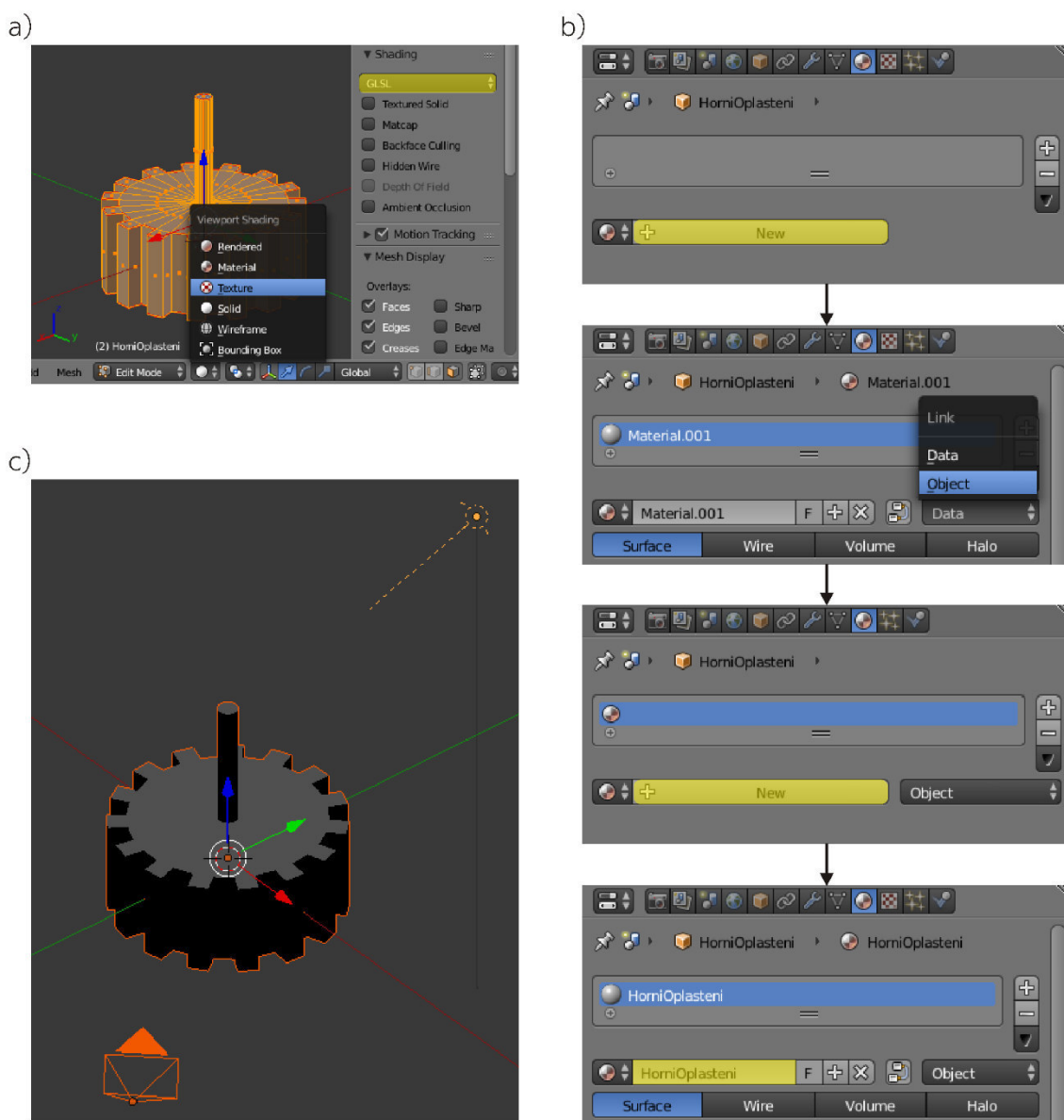
Prvním krokem při texturování je rozložení sítě objektu do plochy (obrázek 94). Je vhodné objekt převést do samostatné vrstvy (M). Dále je nutné přepnout do editačního módu (Tab). Rozložení je možné provést automaticky (U → S). Je při tom nutné mít vybraný celý objekt (A). Tento způsob je vhodný, když se tvůrce rozhodne využít pouze malovacích nástrojů Blenderu. Je-li v plánu využití i jiného softwaru např. pro umístění nápisů nebo loga, je lepší variantou využít manuálního nastavení švů, ve kterých se má síť rozpojit. Švy se nastavují po vybrání příslušných hran funkcí *Mark Seam* (Ctrl + Tab → E → Shift + U → Ctrl + E → A). Tím lze docílit, aby plocha pro úpravu v externím programu nebyla rozdělená na více částí. Po rozložení sítě je možné vybrat (← U → L) a následně posunout (G), rotovat (R) či škálovat (S). Na modelu jsou místa, která budou v animaci lépe viditelná, a ta je vhodné zvětšit pro zvětšení rozlišení. V případě horního opláštění jde o horní plochu, kde je v plánu během animace znázornit v textuře úhel jednoho kroku motoru. Při manuálním nastavování švů je potřeba zvolit tolik švů, aby nedocházelo k výrazné deformaci ploch (obrázek 94c).



Obrázek 94 Rozložení sítě modelu do plochy
a) Rozdíl mezi automatickým rozložením a manuálním nastavením švů, b) Úprava rozložené sítě,
c) Znárodnění velké deformace ploch světlejšími barvami (funkce „Stretch“ v Cycles Renderu)

Nastavení scény

Pro tvorbu textur je vhodné změnit typ zobrazování na *Texture* (**Alt** + **Z**) a GLSL (obrázek 95a) v nabídce vlastností scény (**N**). Dalším důležitým krokem je vytvoření materiálu, v rámci kterého se budou textury tvořit. Materiál je možné vytvořit v obecné nabídce vlastností (obrázek 48n). Pokud dosud nebyl definován materiál, je potřeba vytvořit nový, přepnout typ materiálu na objektový a znovu vytvořit nový materiál. Ihned po vytvoření je vhodné materiál pojmenovat (obrázek 95b). Poslední přípravou před samotným texturováním je vložení kamery (**Shift** + **A** → **R**) a osvětlení. Při využití *Blender Renderu* je možné využít všechny typy lamp. V případě osvětlování objektu pro *Cycles Render* je lepší využít jiný objekt, kterému se přiřadí vyzařující materiál požadované barvy a kterému se nastaví, aby při vykreslování nebyl viditelný a nevrhal stíny.

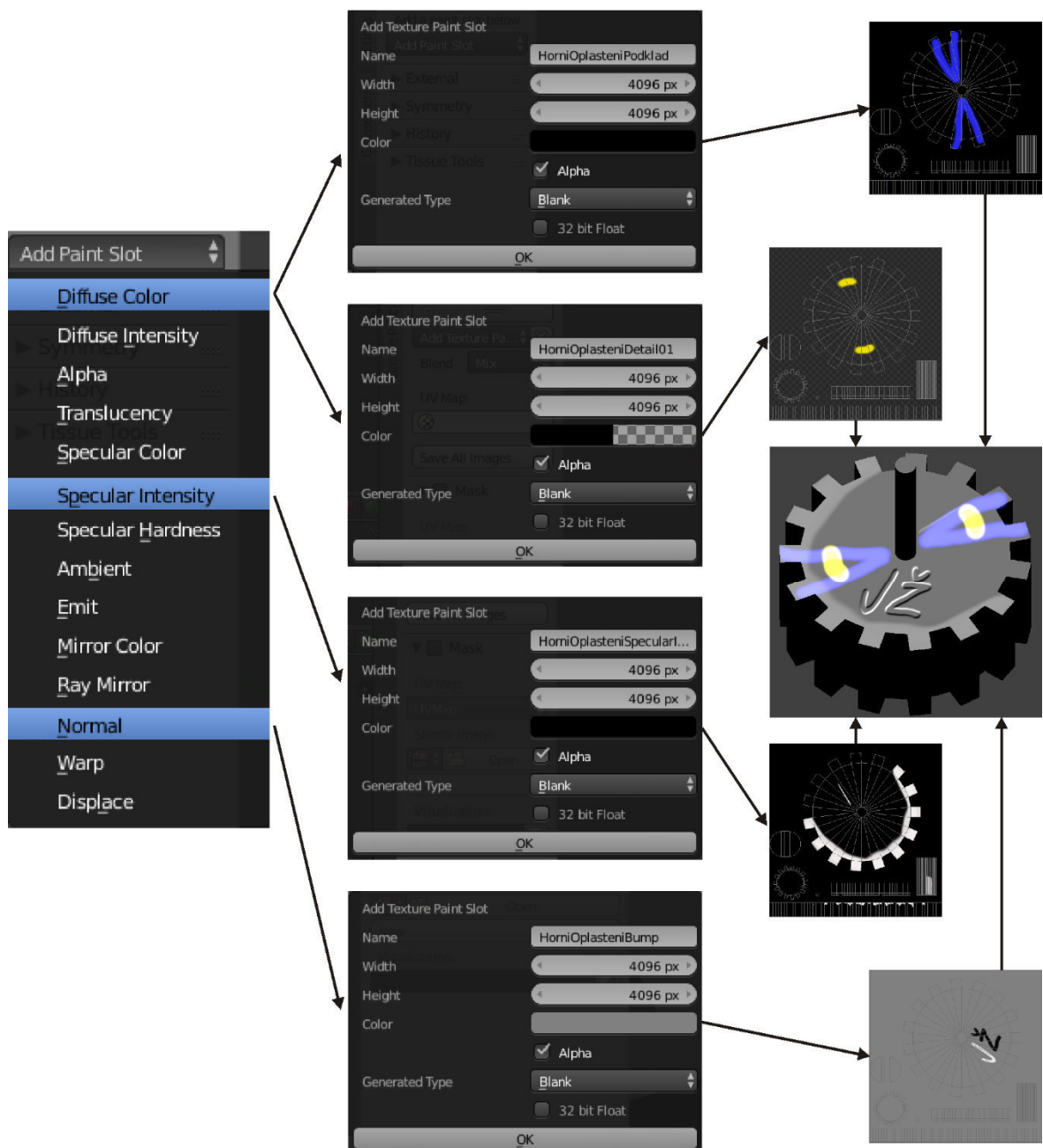


Obrázek 95 Nastavení vlastností scény a vytvoření materiálu

a) Přepnutí zobrazení a nastavení typu zobrazování, b) Tvorba materiálu pro texturování, c) Nastavení kamery a osvětlení

Vytvoření textury

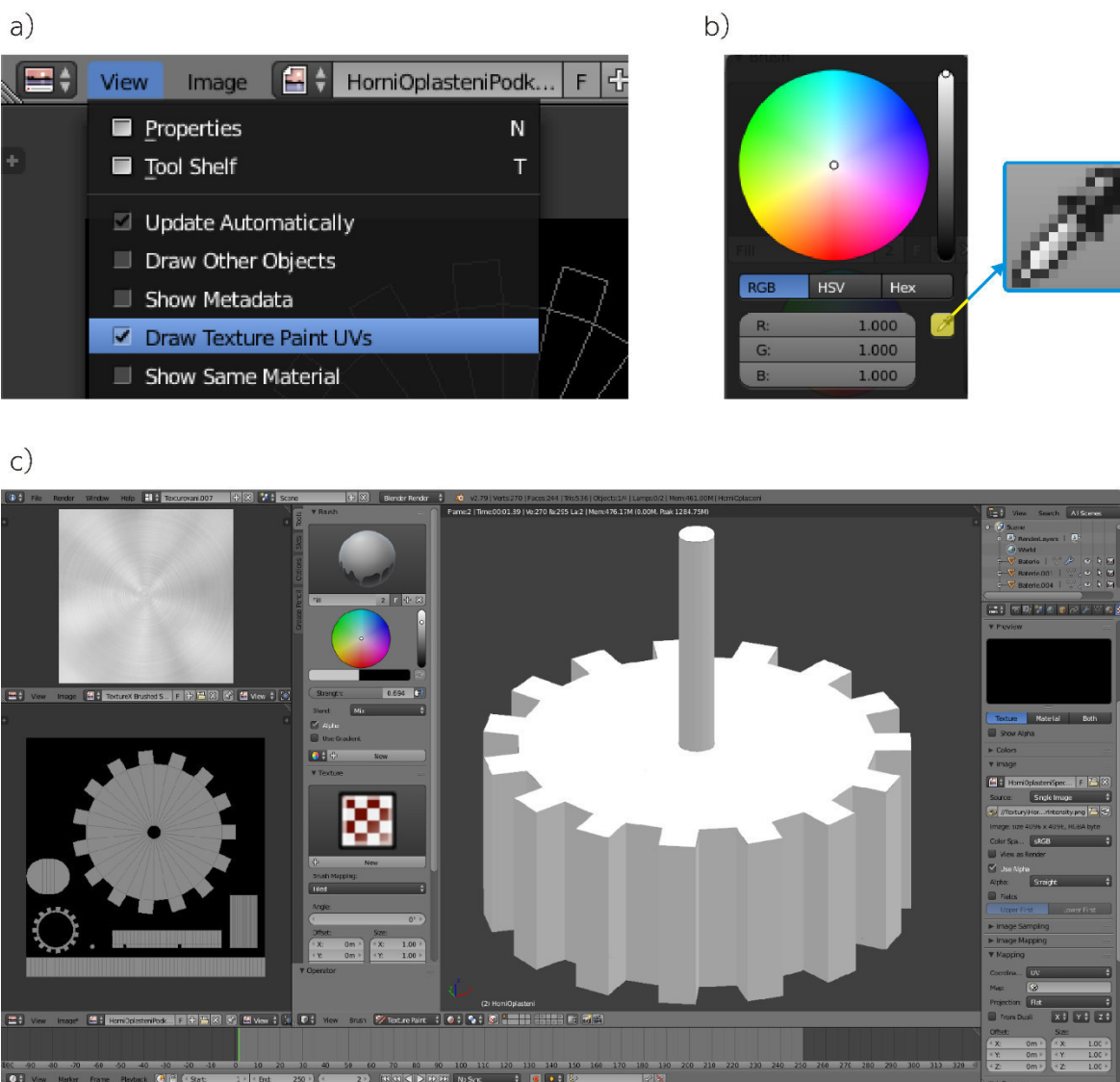
Textury se tvoří v módu zvaném „Texture Paint“. V nabídce nástrojů v záložce *Slots* je možné vytvořit různé druhy textur (obrázek 96). Základní texturou je *Diffuse Color*, který definuje barvu na povrchu. *Blender Render* má tu výhodu, že je možné použít více textur tohoto typu. Je tedy možné udělat základní podklad a detaily zvlášť. Detailní textura však musí mít jako základní hodnotu Alfanáálu rovnu 0. Dalšími použitými texturami je intenzita odlesků tzv. *Specular Intensity*, která udává hrubost povrchu. A poslední je textura typu normálové mapy. Netvoří se však klasická normálová mapa, která je snadno rozeznatelná podle převládající fialové barvy, z vytvořené textury je však možné normálovou mapu vytvořit funkcí *Bake*. Maximální velikost textur, se kterými dokáže Blender v2.79 stabilně pracovat, může být 4096 x 4096 pixelů.



Obrázek 96 Založení textur s ukázkou jejich fungování

Podkladová textura

Po vytvoření textur ve slotech je nutné všechny textury uložit (**Alt** + **S**). Textury se neukládají spolu s uložením projektu. Je tedy nutné dbát zvýšené pozornosti při ukončování programu, aby uživatel nepřišel o data. Podle vybraného slotu se ve spodním editoru obrázků zobrazuje příslušná textura. V horním editoru lze nastavit pomocný obrázek. Nejprve je však nutné vypnout zobrazování rozvinuté sítě. Toho lze dosáhnout přes nabídku *View* pomocí funkce *Draw Texture Paint UVs* (obrázek 97a). Otevřít pomocný obrázek je možné přes nabídku *Image* (**Alt** + **O**). Podkladovou texturu je vhodné volit v barvě podobné materiálu. Výběr barvy je možný buď pomocí směšovače nebo pomocí kapátka (obrázek 97b), kdy se barva vybere kliknutím do pomocného obrázku. V *Paint* módu editoru obrázků lze kapátko vyvolat podržením klávesy **S**. Základním štětcem při spuštění *Texture Paint* módu je štětec typu *TexDraw*. Tím lze na objekt nanášet barvu jako sprejem. Vzhledem k potřebě jednoduše zaplnit celý objekt je vhodnějším nástrojem štětec typu *Fill*.

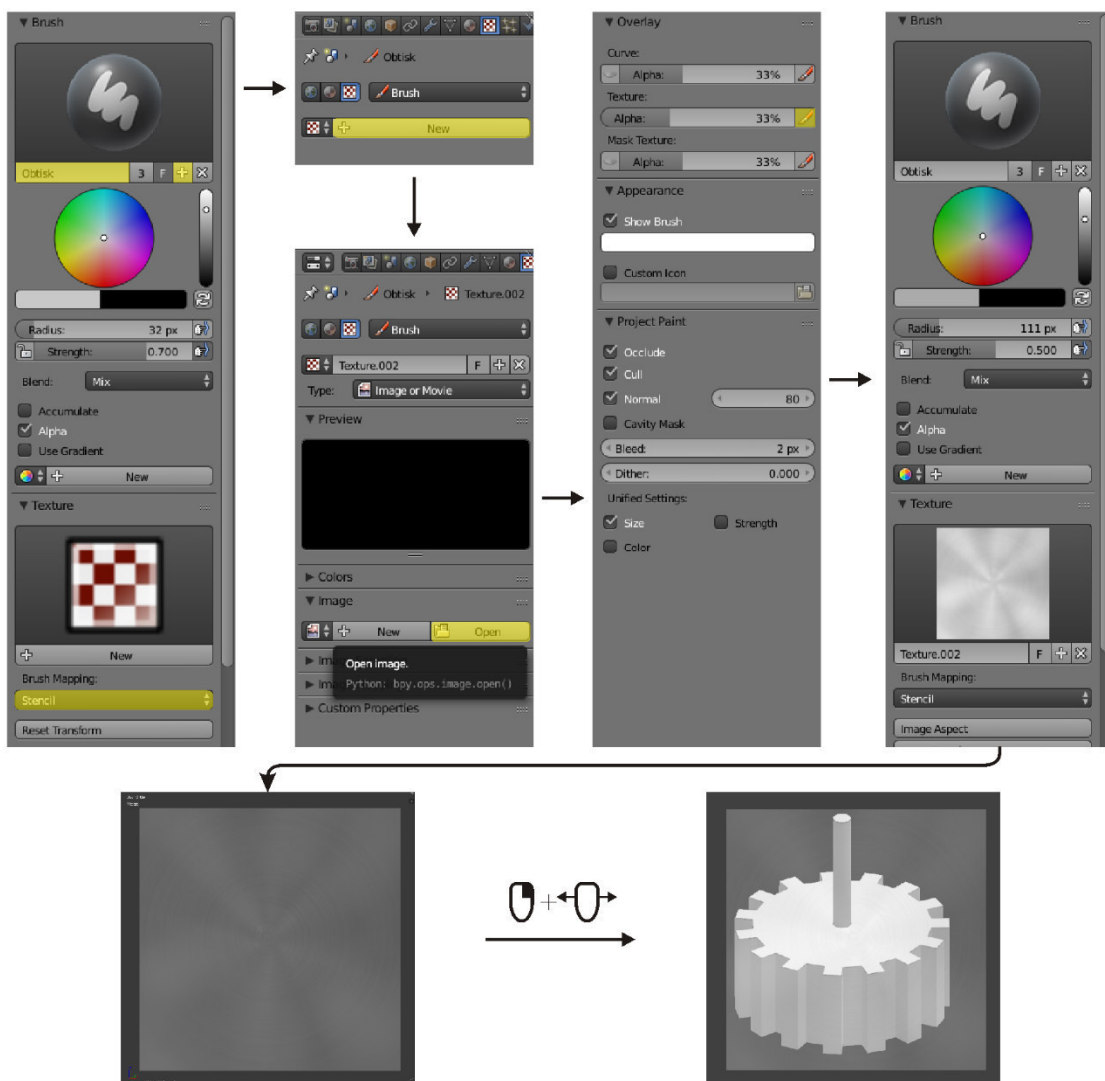


Obrázek 97 Texturování podkladu štětcem „Fill“

- a) Vypnutí zobrazování rozvinuté sítě v okně s pomocnou texturou, b) Výběr barvy pomocí kapátka, c) Celá scéna po vytvoření podkladové textury

Metoda obtiskování textur

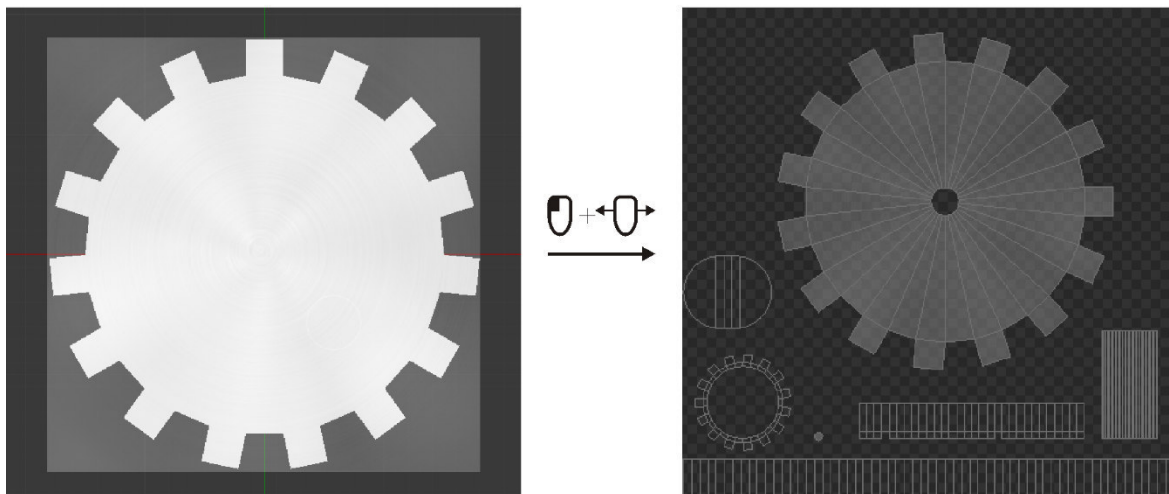
Namalovat hezký obrázek je umění, které neovládá každý. Navíc se obvykle jedná o zdlouhavý proces. Namalovat hezký obrázek pomocí počítačové myši je ještě těžší. Ruka je totiž pro malování v nepřírozené poloze. Pokud tvůrce 3D grafiky nechce investovat mnohdy nemalé finanční prostředky do hardwarových vychytávek typu kreslicí tablet, který zachytává kromě pohybu tužky po podložce i velikost přítlaku, je možné využít metodu, kdy se textura tvoří otiskováním vzorového obrázku přímo na 3D model. K tomu účelu je nutné vytvořit nový štětec typu *TexDraw* (obrázek 98). Po pojmenování je potřeba zkontrolovat v oddíle *Texture*, aby nebyla načtena žádná textura, a v opačném případě ji křížkem vymazat. *Brush Mapping* je nutné přepnout na *Stencil*. Pak již lze v obecné nabídce vlastností (obrázek 48n) v oddíle textur založit novou texture a otevřít vzorový obrázek. Nakonec je třeba zapnout v nabídce nástrojů v záložce *Option* alfa kanál pro texture, aby bylo skrz obtiskovanou texture vidět. Po tomto nastavení se v okně s modelem objeví vybraný obrázek. Obrázkem je možné pohybovat ($\text{U} + \leftarrow \rightarrow$), rotovat ($\text{Ctrl} + \text{U} + \leftarrow \rightarrow$), nebo škálovat ($\text{Shift} + \text{U} + \leftarrow \rightarrow$).



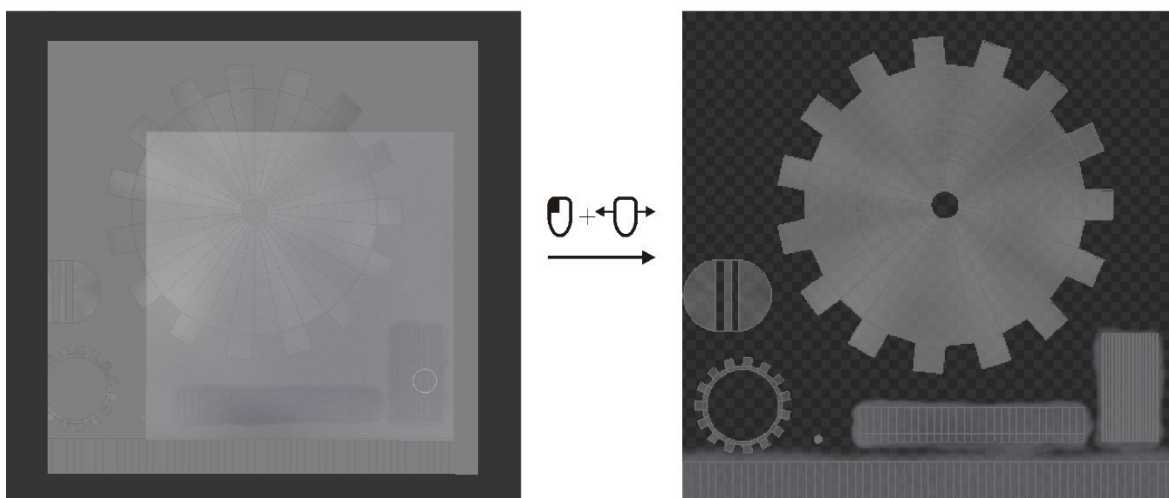
Obrázek 98 Nastavení štětce pro metodu obtiskování vzorového obrázku

Před nanášením textury je nutné nastavit poloměr ($F \rightarrow \leftarrow 0 \rightarrow 0$), barvu a sílu štětce ($\text{Shift} + F \rightarrow \leftarrow 0 \rightarrow 0$). Potom je možné natočit pohled na objekt tak, aby obtisknutá textura měla smysl. V případě horního opláštění byl použit obrázek kruhově od-soustruženého hliníku, který byl nanášen při pohledu shora při pravouhlém zobrazení ($9 \rightarrow 5$). Pokud není nastavená síla rovna jedné, nanášení je nutné provést naráz bez přerušení, jinak by na dvakrát nanášené části byla textura výraznější. Toho lze samozřejmě využít v případě, byla-li zvolena příliš malá síla štětce. Obrázek se na objekt obtiskne ve směru pohledu, tudíž je nejlepší obtiskovat především na plochy k pohledu kolmé. Nanést texturu mezi zuby opláštění ve 3D náhledu by vyžadovalo mnoho času a trpělivost při hledání správného natočení. Pro ušetření času je možné obtisknout obrázek i v editoru obrázků. Možnost obtiskovat se zpřístupní přepnutím módu *View* na mód *Paint*. Přetáhnutí není třeba řešit, protože část textury, kde se ne-nachází rozložená síť se nikde nezobrazuje. Po nanášení barvy v textuře detailů se nanese přesně ten samý obtisk i do zbylých dvou textur (obrázek 99). Texturu je vhodné ukládat i v průběhu texturování, případně dělat v průběhu zálohy.

a)



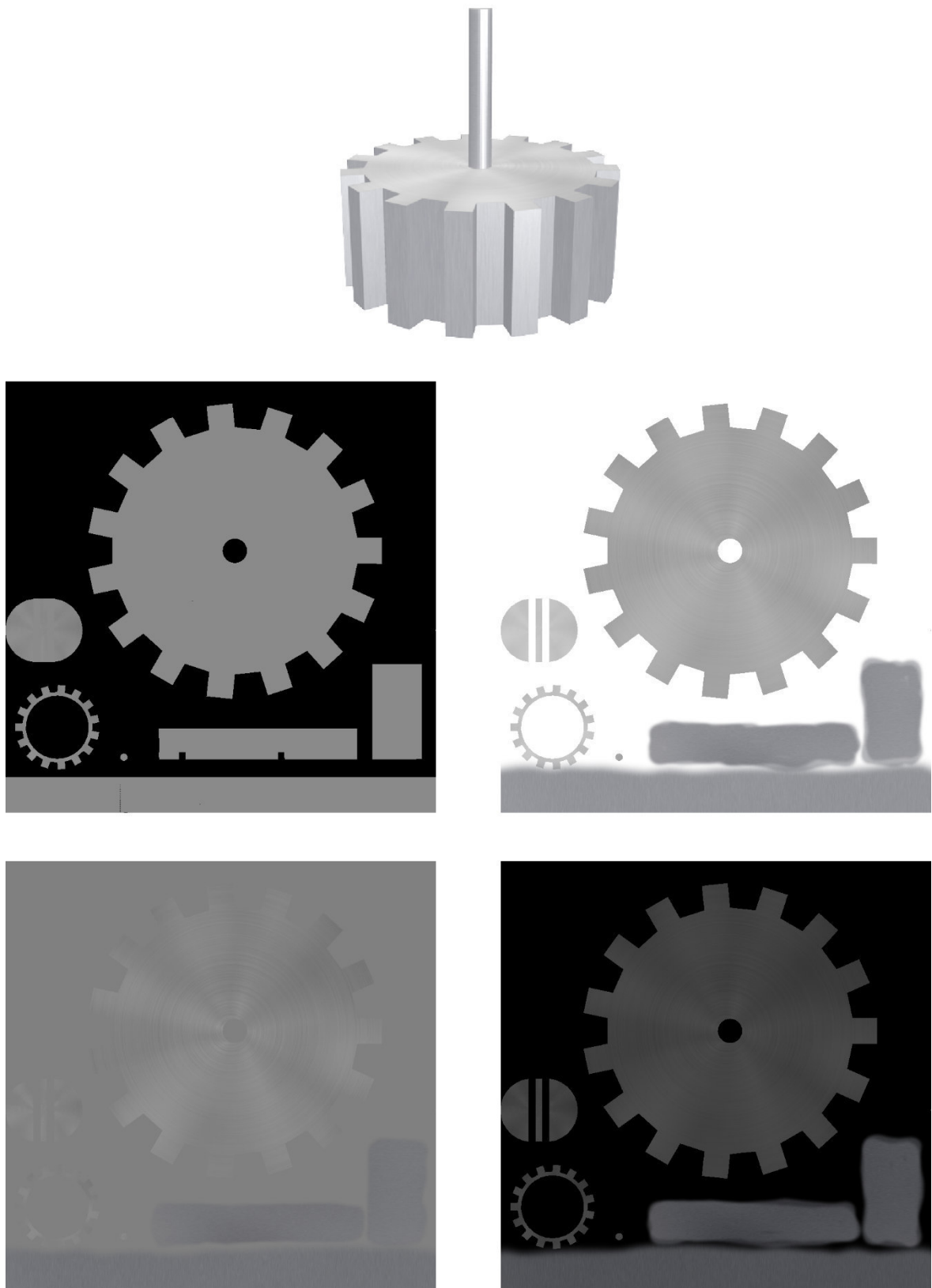
b)



Obrázek 99 Nanášení obtiskovaného obrázku na objekt
a) Nanášení textury v 3D zobrazení, b) Nanášení textury v editoru obrázků

Výsledné textury opláštění

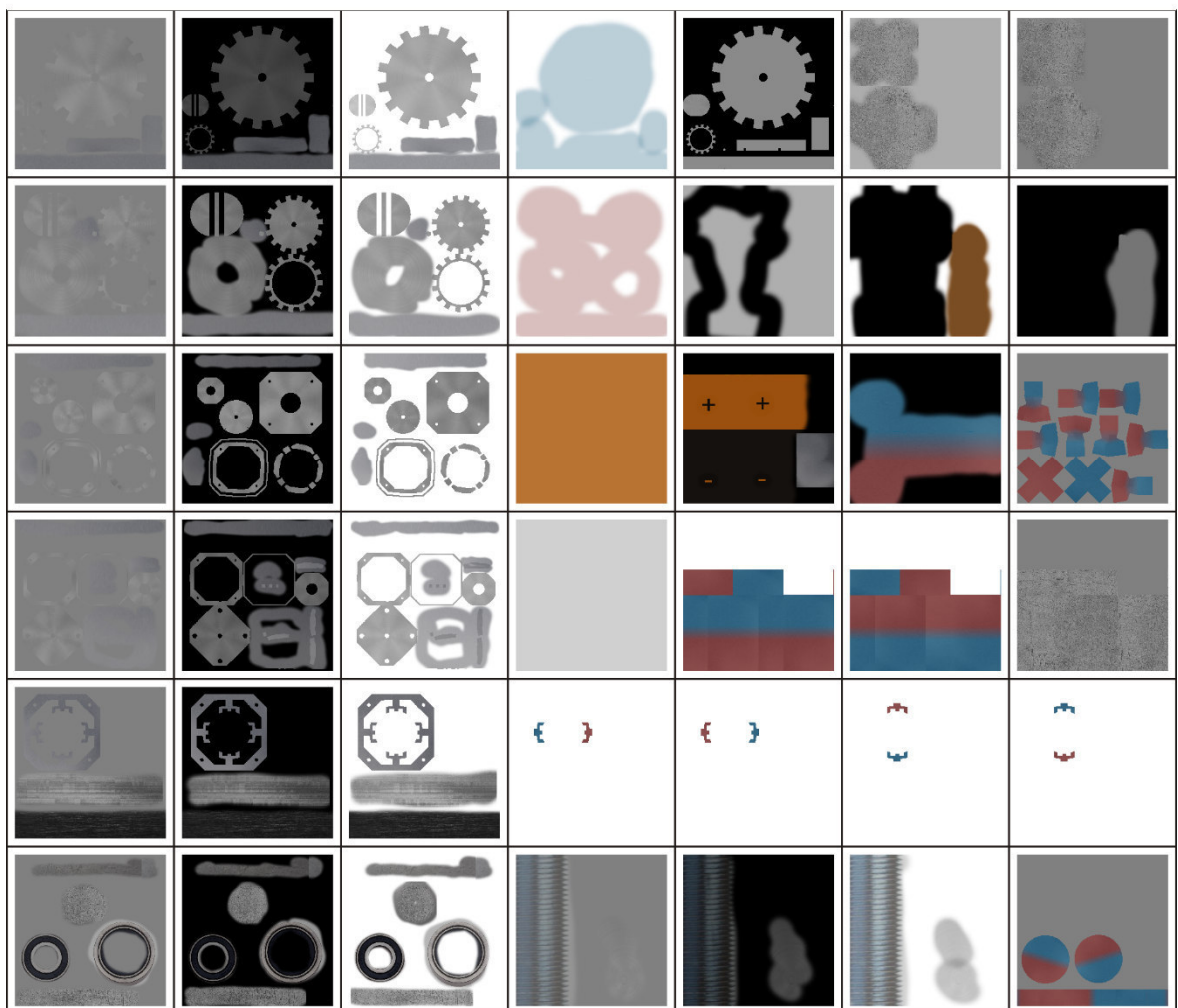
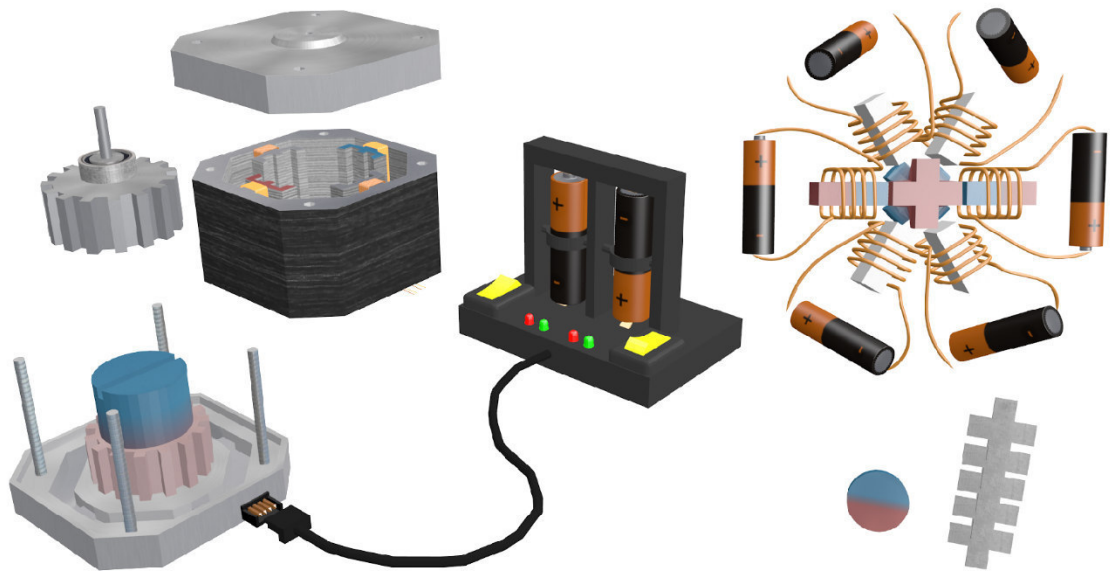
Po vytvoření všech textur je vhodné zkontrolovat vizuální kvalitu při vykreslování (obrázek 100).



Obrázek 100 Vykreslený objekt opláštění se všemi texturami

Výsledné textury všech modelů

Stejným způsobem lze vytvořit textury ostatních objektů (obrázek 101).



Obrázek 101 Modely s použitými texturami

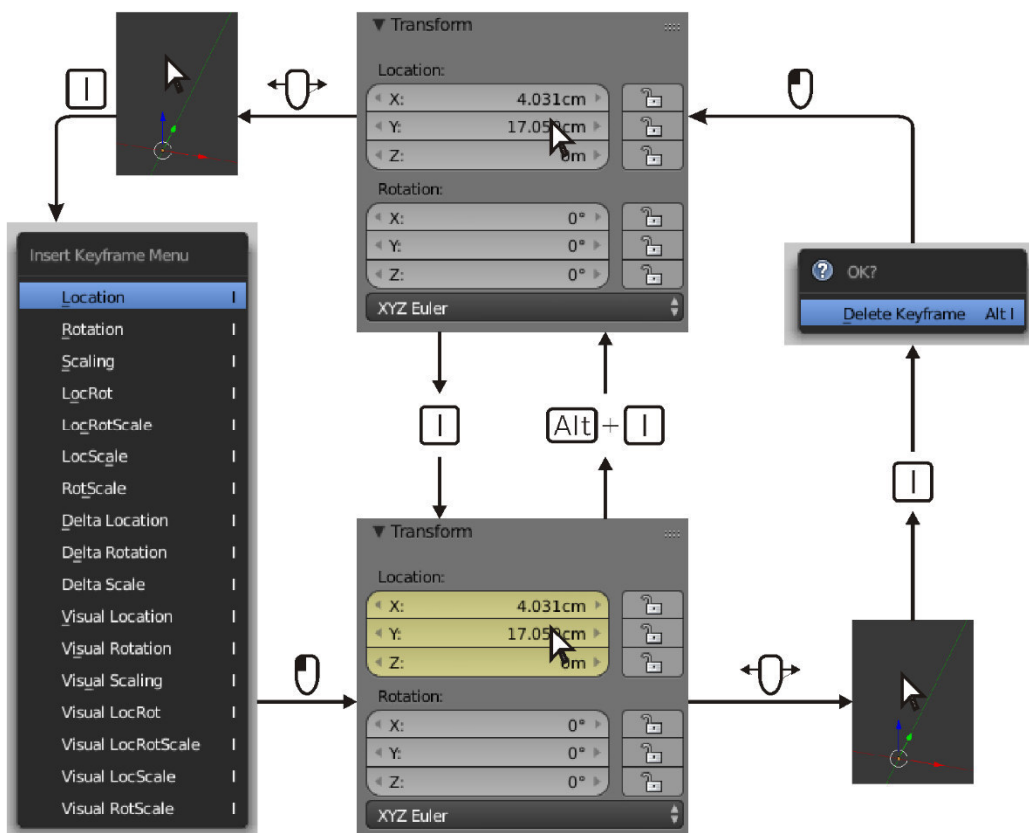
3.4 Nastavení klíčových snímků

Pro rozpohybování modelů je možné využít více metod od animačních klíčů, přes klíčové tvary (*Shape Keys*), režim pozic (*Pose mode*) až po generování pohybu na základě simulátoru fyziky. Pomocí režimu pozic a simulátoru fyziky je možné vytvářet pokročilejší animace, které mohou dosahovat kvality videozáznamu reality. Jejich nastavení je ale také výrazně složitější. Animační klíče a klíčové tvary slouží k tvorbě jednodušších animací.

Animační klíče zamykají celému objektu v daném snímku některou z vlastností (pozici, natočení, barvu, použitou texturu a mnoho dalších). Pomocí klíčových tvarů je možné měnit tvar sítě. Ve vytvářené animaci není zapotřebí žádnému objektu tvar měnit, tudíž byly použity pouze animační klíče.

Přidáním animačních klíčů se mění chování objektů při změně snímku. Podle klíčů se interpolují mezilehlé vlastnosti. Proto je potřeba při každém nastavení vlastnosti nezapomenout přidat klíč, jinak se při přepnutí snímku uživatelsky nastavená vlastnost přepíše interpolovanou hodnotou a bude třeba vše nastavovat znovu. Blender nabízí i funkci automatického přidávání klíčů, ale i ta má své nevýhody.

Přidání animačních klíčů je možné pomocí klávesy **I**. K odebírání souží klávesová zkratka **Alt + I**. Jednou možností je nastavit kurzor nad zamykanou vlastnost a provést zamčení (**I**), nebo je možné stisknout klávesu **I** v okně s modelem a vybrat zamykanou vlastnost (obrázek 102).

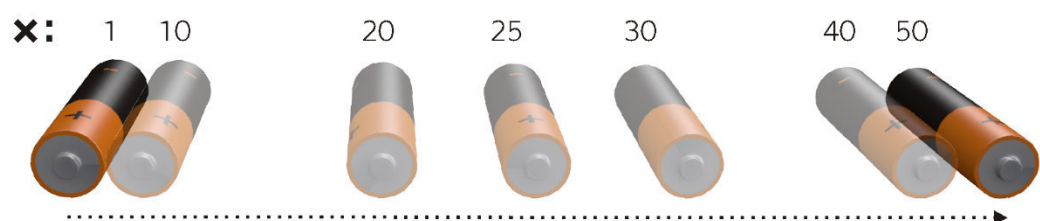
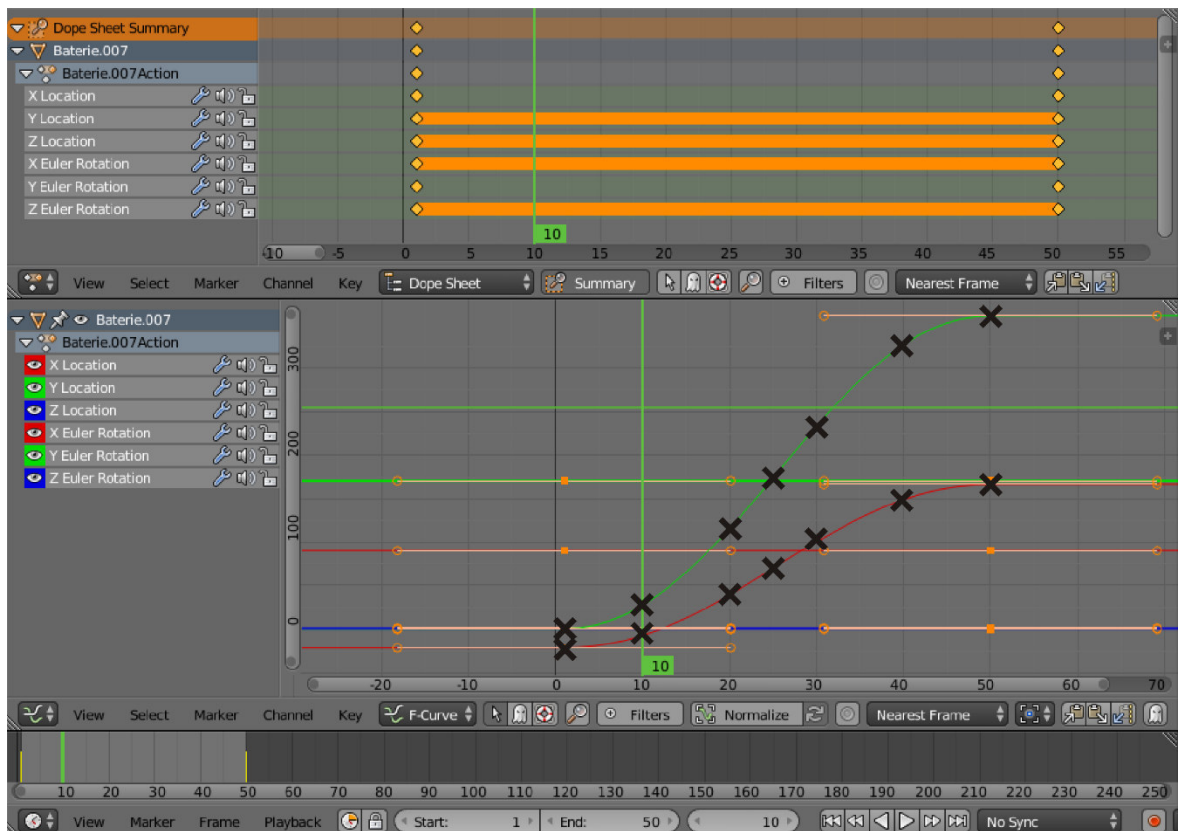


Obrázek 102 Způsoby přidávání a odebírání animačních klíčů

Animační klíče aktivního objektu lze lokalizovat ve spodní části v časové ose jako žluté proužky. Zatímco v daném snímku lze zamknuté vlastnosti rozpoznat podle žlutého podbarvení, v mezilehlých snímcích je podbarvení zelené. Interpolované vlastnosti jsou v mezilehlých snímcích okamžitě viditelné, jen je potřeba mít zapnutou správnou metodu zobrazování, protože např. změna textury nebude v zobrazení plných ani drátěných modelů zobrazena.

Dalo by se očekávat, že přidá-li se jednoduchý animační klíč, pomocí kterého se mění poloha a natočení objektu, dojde k lineární interpolaci vlastností. Přestože je lineární interpolace nejjednodušší způsob dohledávání mezilehlých hodnot, tak není použita. Lineární interpolace by zavedla stejnou rychlost pohybu a v dalším úseku by se skokově změnila, což by nepůsobilo dobrým dojmem. Proto základní interpolace připomíná sinusoidu, kdy dochází k postupnému zrychlování a zpomalování objektu.

Přesnou kontrolu průběhu interpolace dovoluje editor grafů v editoru animačních klíčů (obrázek 103). Křivky lze upravovat pomocí bodů, které definují tečnu interpolované křivky. Navíc je v tomto nástroji možné animační klíče posouvat, což lze využít, nastane-li situace, kdy je potřeba někam přidat další snímky.

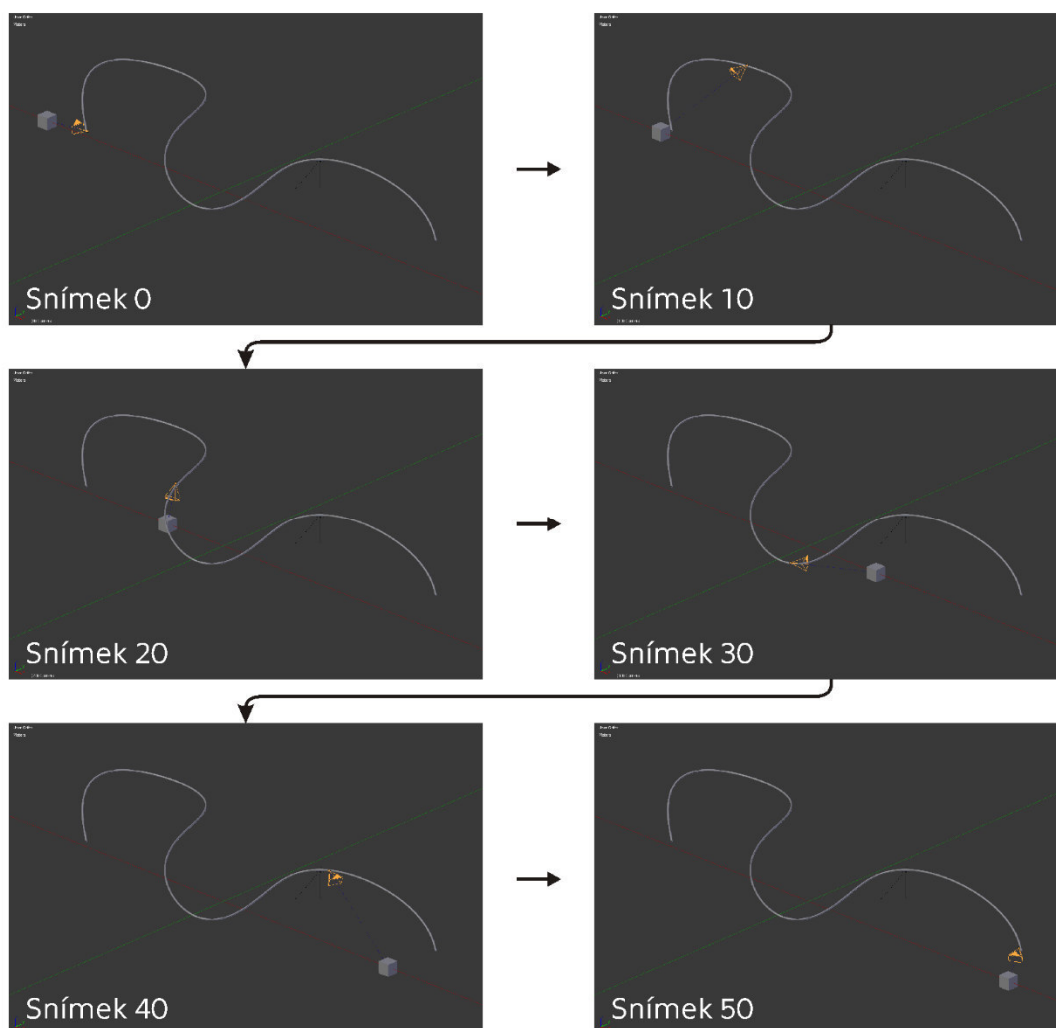


Obrázek 103 Pohyb baterie znázorněný v editoru animačních klíčů

Přestože nastavování animačních klíčů plně stačí k vytvoření animace, Blender navíc nabízí mnoho dalších způsobů, jak vytvořit lepší pohyby objektů. Velmi dobrými pomocníky jsou nástroje pro sledování objektu a trasy (obrázek 104). Kromě pohybů zobrazovaných objektů je výhodné tyto nástroje využít k nastavení pohybů kamery.

Sledování objektu se nastavuje v nabídce omezení objektu funkcí *TrackTo*, nebo pomocí klávesové zkratky (**Ctrl**+**T**→**T**). U zadání klávesovou zkratkou je důležité vybrat nejprve objekt sledující, teprve potom objekt sledovaný a až nakonec přiřadit omezení objektu. Funkce disponuje parametrem zvaným *Influence*, který určuje, jak moc je sledovaný objekt sledován objektem sledujícím.

Pro přiřazení sledování trasy je nejprve nutné vytvořit speciální typ křivky, který se jmenuje *Path* (**Shift**+**A**→**C**→**P**). Tato křivka je definována polygonem, přičemž polohu jeho bodů je možné v editačním módu libovolně upravovat. Křivku je možné dělit nebo prodlužovat extrudováním. Křivce se dá přiřadit, kolik snímků bude průchod objektu trvat a první snímek následování trasy. Délky stran polygonu dále definují rychlost, kterou se objekt pohybuje. Objekt se k trase přiřazuje pomocí funkce *FollowPath*, nebo klávesovou zkratkou **Ctrl**+**P**→**F**. Představené nástroje rozhodně ulehčují tvorbu animace, ale doba nastavení pohybů objektů je závislá na citu tvůrce.

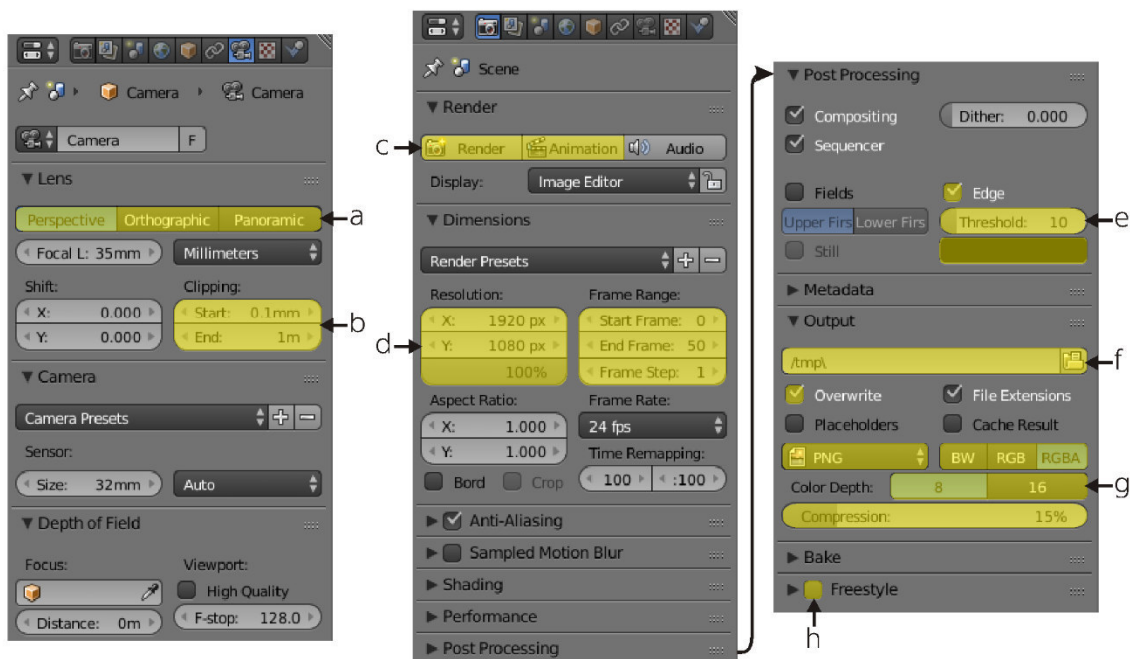


Obrázek 104 Kamera sledující krychli a trasu

3.5 Nastavení vykreslení

V průběhu hodin strávených modelováním, texturováním a animováním tvůrce nespočetněkrát zmáčkne klávesu **F12**, která slouží k vykreslení (tzv. *renderu* nebo též syntéze) snímku. Tato zkratka vykreslí aktuální snímek podle nastavených vlastností nejen pro vykreslování, ale i pro kameru a pozadí, ze kterých je snímek vykreslován (obrázek 105). Proto je dobré se podívat na tyto vlastnosti hned z počátku. Nastavení rozlišení určuje poměr stran kamery, ale je možné procentuálně rozlišení zmenšit, čímž dojde při vykreslování ke snížení kvality, ale taky ke zvýšení vykreslovací rychlosti, což je v průběhu tvorby žádoucí. Druhá důležitá vlastnost pro průběh tvorby je rozsah viditelnosti kamery, neboť se může stát, že se objekty vykreslují jen do určité vzdálenosti, což je opět výhodné pro zrychlení vykreslování, ale obraz přestává být kompletní. A třetí je typ zobrazení, které je možné přepínat z perspektivního na pravoúhlé a zpět.

Pokud je animace připravená k celkovému vykreslení, prvním zásadním krokem je nastavení složky, do které se budou vykreslené snímky ukládat. V opačném případě se budou ukládat do dočasné složky a přepíše se poslední vykreslené snímky. Dalším krokem je nastavení typu ukládané grafiky a rozsahu snímků, které se budou vykreslovat. Pro animace do prezentace je vhodnější vytvářet animované obrázky než videa. V takovém případě je možné vykreslit různé sekvence snímků a následně je poskládat do výsledné animace. Velkou výhodou vykreslení v Blenderu je dodatečné vylepšení obrázku zvýrazněním hran. Pouhé zvýraznění se nastavuje v záložce *PostProcessing*. Nástroj *Freestyle* ovšem umožňuje daleko víc možností, jako je např. čárkované vykreslení neviditelných hran.



Obrázek 105 Důležité vlastnosti v nastavení vykreslování

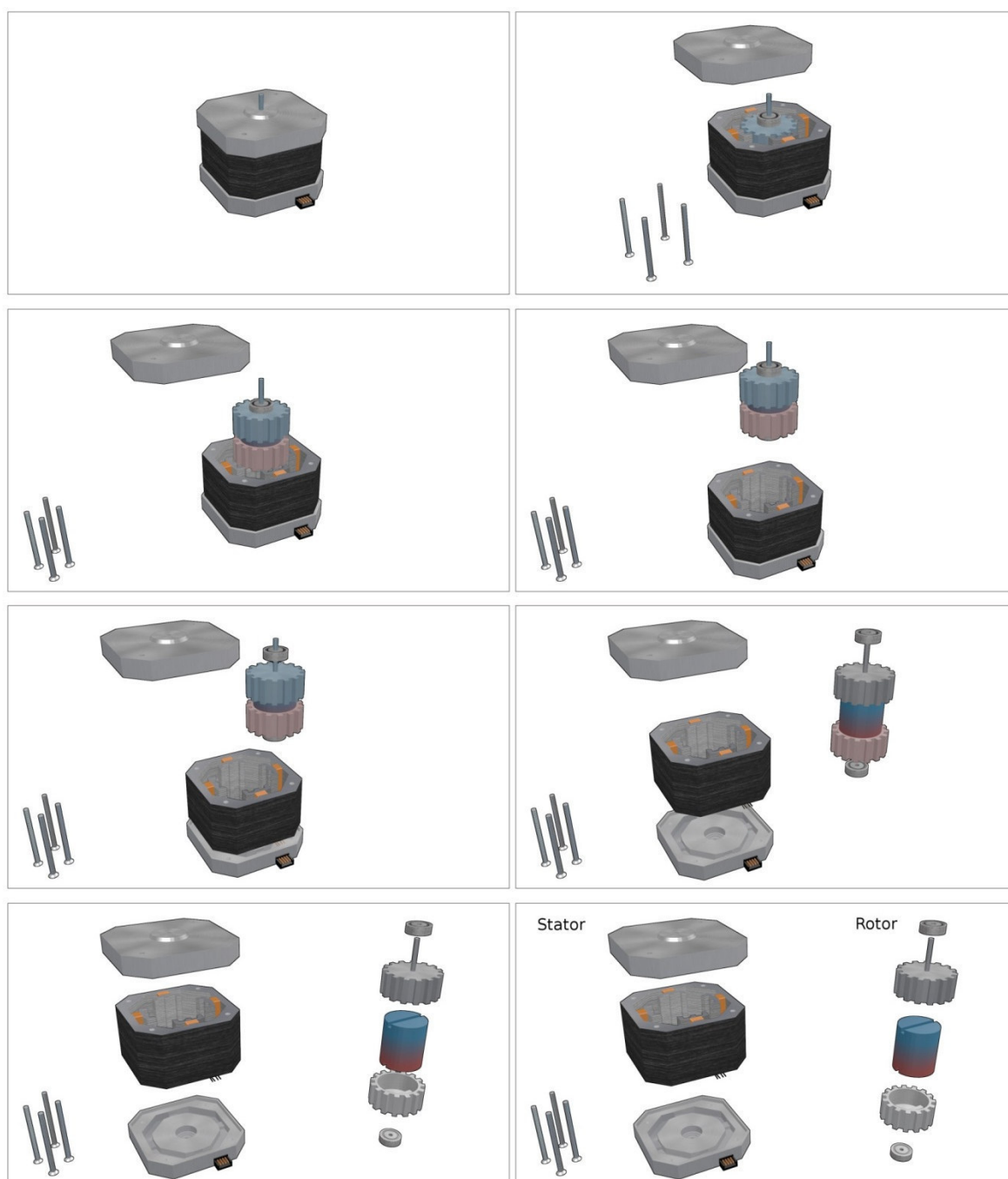
a) Přepínání perspektivního a pravoúhlého pohledu, b) Rozsah viditelnosti kamery, c) Spuštění vykreslování, d) Nastavení rozlišení a rozsah vykreslovaných snímků, e) Dodatečné zvýrazňování hran, f) Složka pro uložení vykreslených snímků, g) Typ a kvalita uložené grafiky, h) Nástroj pro dodatečné efekty

3.6 Výsledná animace

Výsledná animace je tvořena z několika na sebe navazujících logických celků. Členění bylo zvoleno úmyslně tak, aby bylo možno animaci použít v rámci výkladu při vyučovací hodině. Následuje popis jednotlivých částí včetně ukázky vybraných snímků animace. Celá animace, vložená do výukové prezentace, je k práci přiložena na CD.

Část 1.

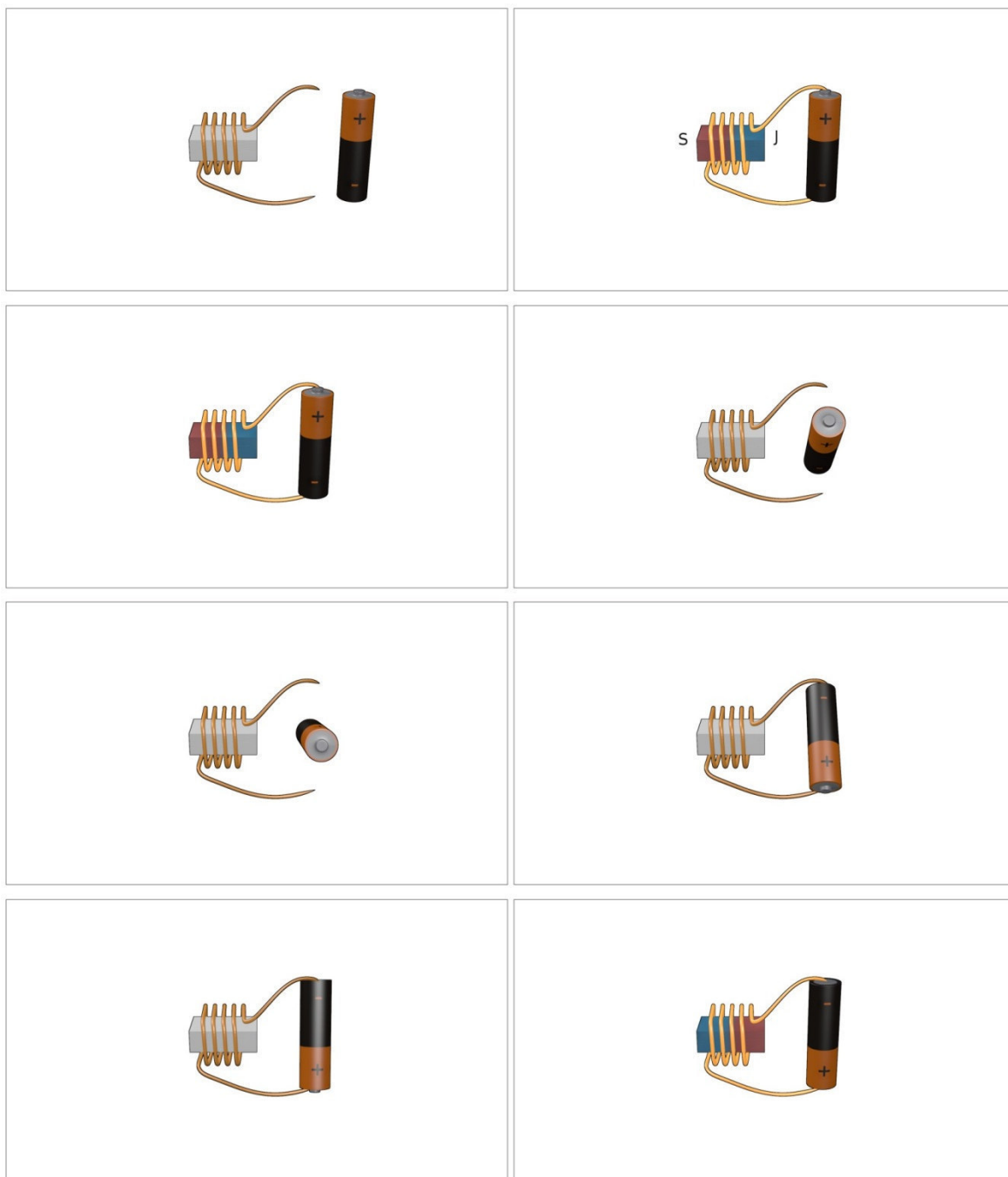
V první části animace je představen krokový motor a jeho součásti (obrázek 106). Zde by měl být student upozorněn na konvenci – severní pól je znázorněn červeně.



Obrázek 106 Animace krokového motoru – část 1.

Část 2.

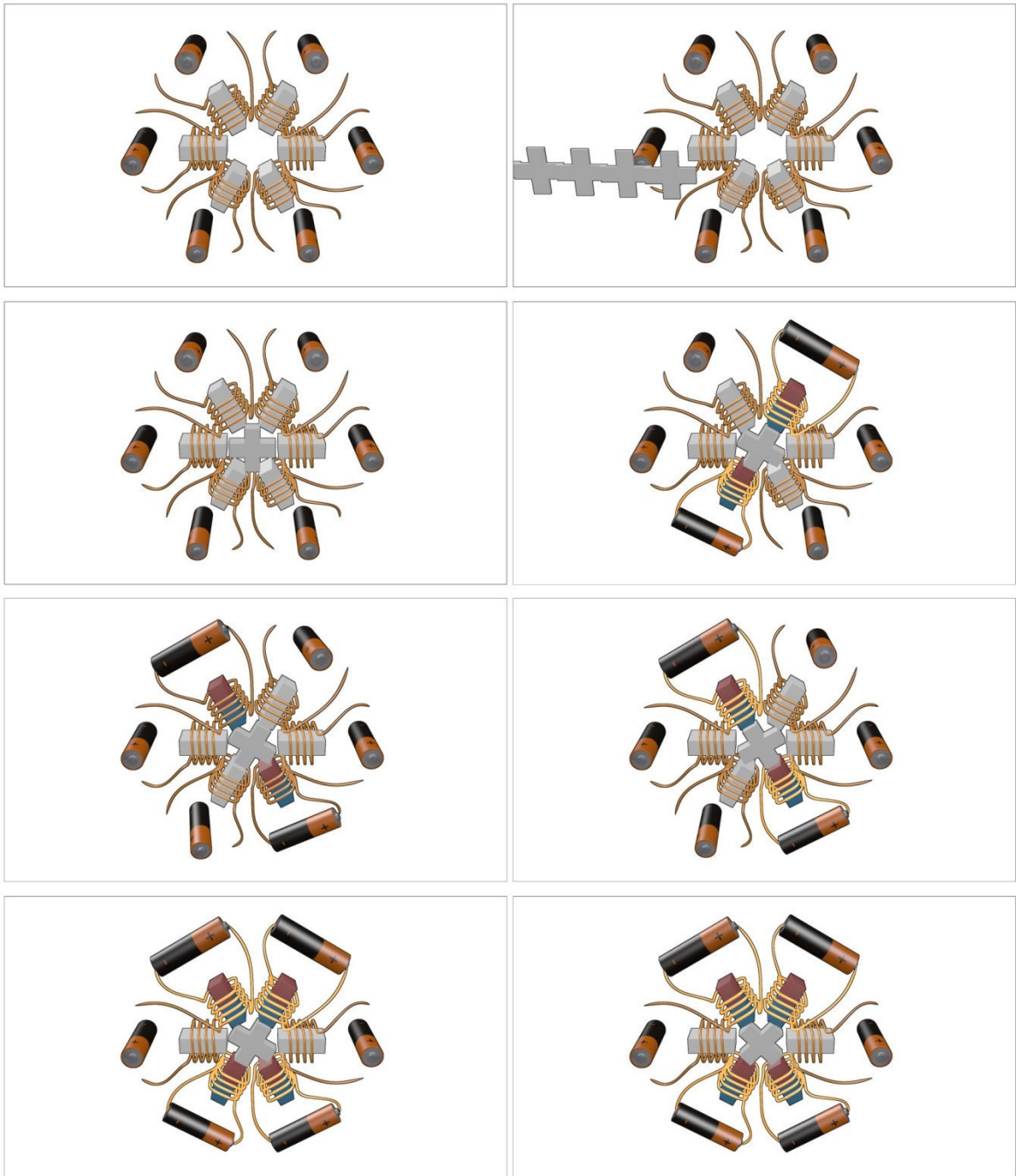
Ve druhé části je popsán princip tvorby elektromagnetu pomocí cívky s jádrem, do které je přiváděn elektrický proud – zdroj je v animaci reprezentován zpodobněním monočláňkové baterie, jedná se o ilustrační znázornění (obrázek 107). V této části se předpokládá, že vyučující seznámí studenty s principem tvorby elektromagnetu a orientace pólů magnetu na základě vinutí cívky a směru elektrického proudu. Také je zde možno do výkladu zahrnout Ampérovo pravidlo pravé ruky, předpokládá se však, že studenti již byli s tímto pravidlem seznámeni v předchozí výuce.



Obrázek 107 Animace krokového motoru – část 2.

Část 3.

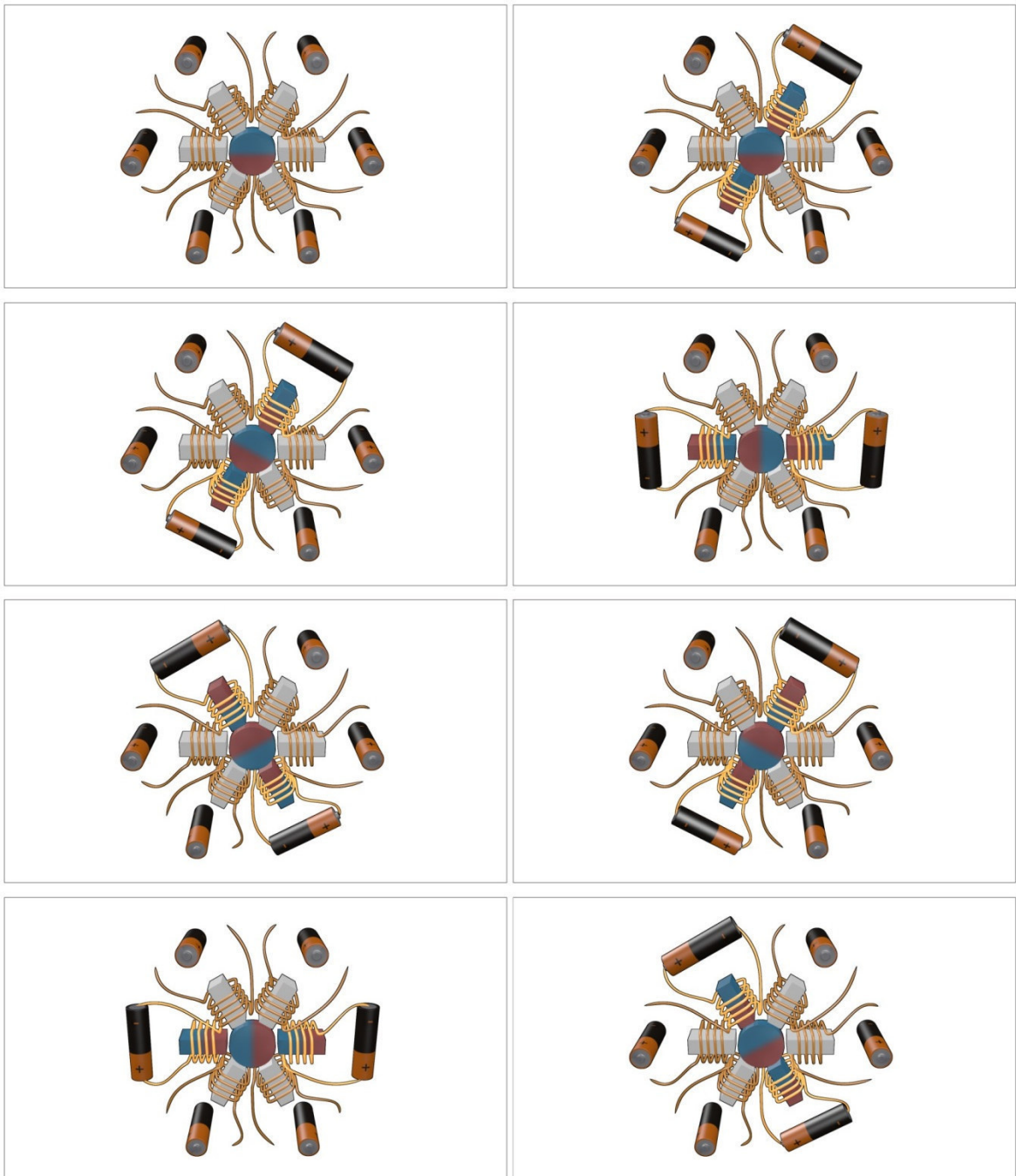
Ve třetí části animace je ukázána soustava elektromagnetů s magneticky měkkým rotorem, který je tvořen pláty plechu ve tvaru kříže (obrázek 108). Následně je popsáno otáčení při postupném spínání protilehlých elektromagnetů. Vzhledem k tomu, že takto vytvořený krok je vcelku hrubý, je zde ukázána i možnost zjemnění kroku pomocí postupného spínání elektromagnetů, které umožní statoru i mezilehlé polohy. Tato část slouží především jako demonstrační ukázka funkce krokového motoru, neboť dnes jsou preferovány motory s permanentním magnetem.



Obrázek 108 Animace krokového motoru – část 3.

Část 4.

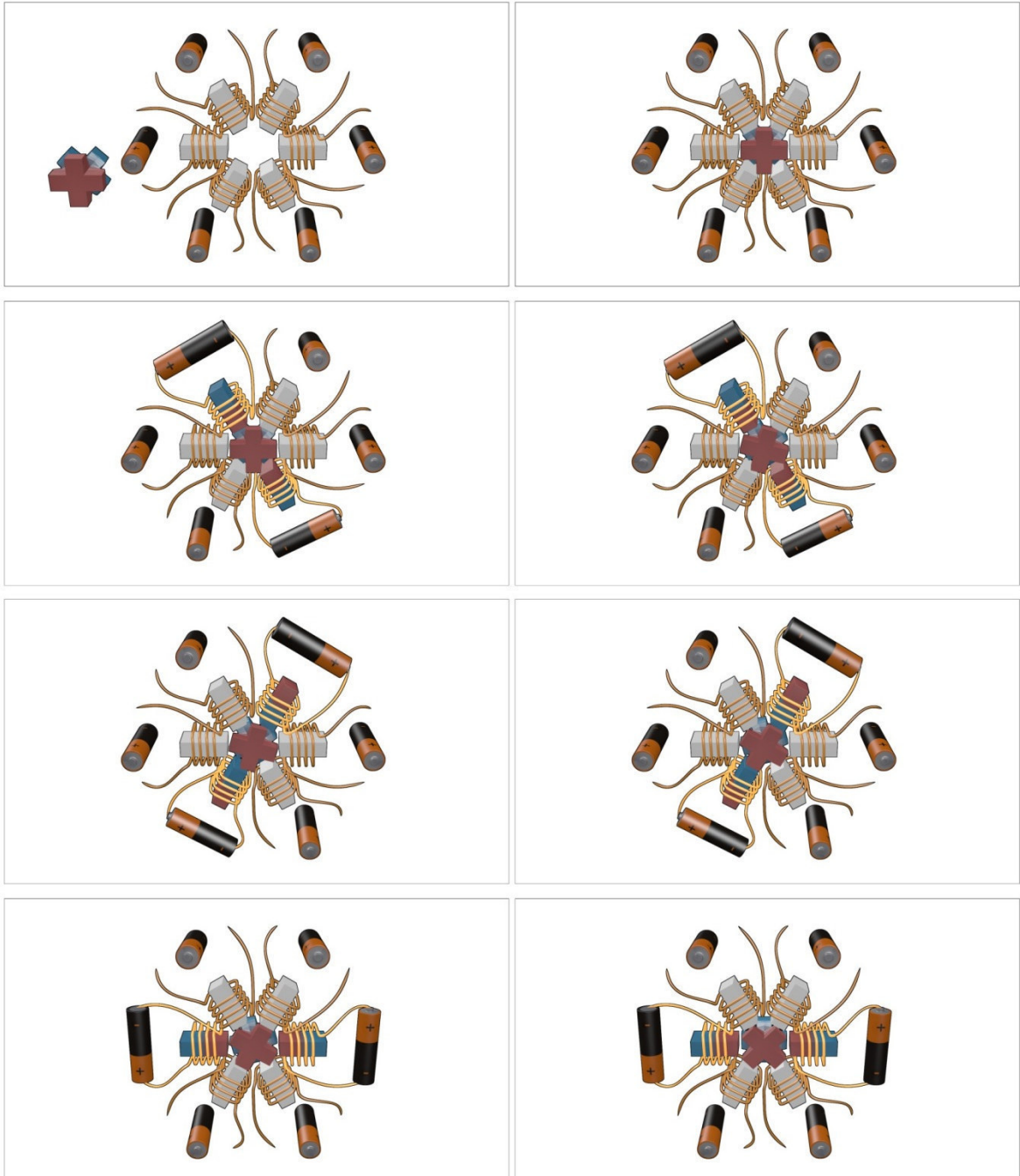
Ve čtvrté části animace je magneticky měkký rotor nahrazen rotorem z magneticky tvrdého materiálu (obrázek 109). Zde by měli být studenti upozorněni na netradiční rozmístění pólů rotoru vzhledem k tvarovému řešení magnetu. V této části je představeno řešení, které tvoří přechodový můstek mezi starším, zato však názorným řešením krokového motoru a novějšího řešení krokového motoru, které by však při ukázce bez dřívějšího popisu problému mohlo být pro některé studenty chaotické.



Obrázek 109 Animace krokového motoru – část 4.

Část 5.

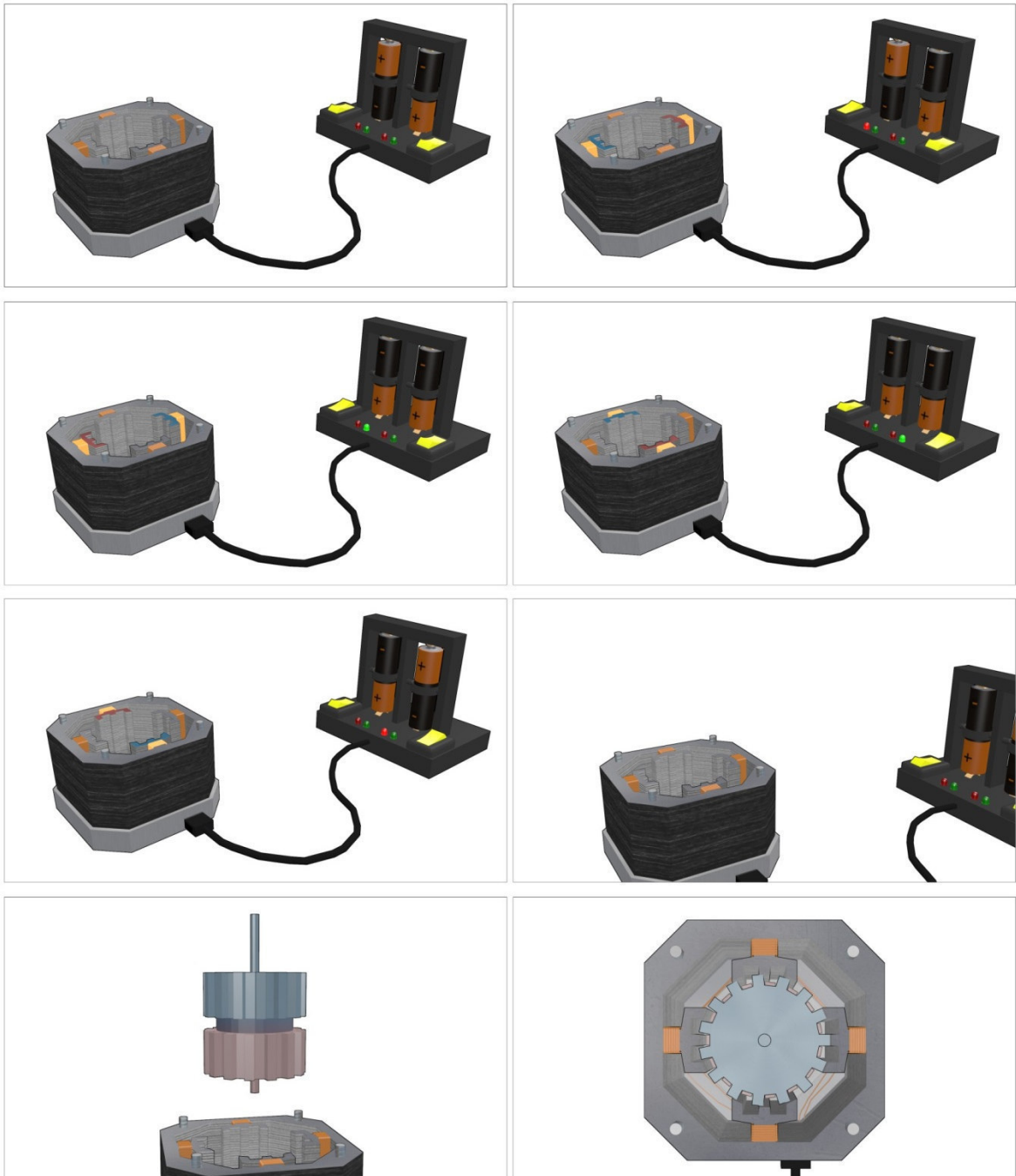
V páté části je válcový magnet rotoru nahrazen křížovým magnetem s tím, že kříže severního a jižního pólu jsou vůči sobě navzájem posunuty (obrázek 110). Tím lze docílit zjemnění kroku statoru, aniž by bylo nutné používat více elektromagnetů současně. Tato schématická ukázka se již nejvíce blíží konstrukci korkového motoru, který je v současnosti nejvíce používán.



Obrázek 110 Animace krokového motoru – část 5.

Část 6.

V šesté části se animace vrací zpět ke krokovému motoru, který je napojen na řídicí jednotku, tzv. driver. Ten je zde také schematicky zobrazen pomocí baterií, které postupně spínají elektromagnety a na základě natočení polarity ovlivňují směr proudu (obrázek 111). V závěru této části animace je pohled zaměřen na vnitřek krokového motoru.



Obrázek 111 Animace krokového motoru – část 6.

Část 7.

Sedmá, závěrečná část, je zaměřena na aplikaci principů ukázaných v předchozích částech animace na krokový motor. Animace je promyšlena tak, aby byl princip postupně vysvětlen od nejjednoduššího k nejsložitějšímu. V této části je zobrazeno natáčení rotoru v závislosti na spínání elektromagnetů (obrázek 112).



Obrázek 112 Animace krokového motoru – část 7.

3.7 Hodnocení práce s programem Blender

Práce v programu Blender je hodně zajímavá a zábavná. Pro lidi ovládající angličtinu odpadá i jazyková bariéra, která je přítomna i přes částečnou českou lokalizaci. Uživatelské prostředí programu Blender naneštěstí není příliš intuitivní. Také ovládání softwaru je pro začátečníka relativně obtížné, protože funguje podstatně jinak, než v ostatních softwarech. Markantním rozdílem, na který uživatel narazí hned zpočátku, je princip vybírání objektů, hran a bodů – v programu Blender je výběr realizován pomocí pravého tlačítka myši, v ostatních softwarech je zpravidla pro výběr používáno levé tlačítko. Samotné uživatelské rozhraní může působit zpočátku nepřehledně, což je způsobeno nepřítomností ovládacích ikon, jak je tomu zvykem v ostatních programech a další zmatky může působit rozdělení práce do několika různých módů. Ovládací ikony jsou zde suplovány klávesovými zkratkami, zvláště pak základní zkratky je dobré si pro efektivní práci zapamatovat. Na základě hlubšího poznání softwaru je však brzy zjevné, že se jedná o ohromný nástroj umožňující velké množství aplikací. Z tohoto hlediska je zcela pochopitelná nepřítomnost ovládacích ikon, protože je důležité zachovat alespoň minimální pracovní prostor. Také rozdělení do různých pracovních módů se brzy ukáže být velkým pomocníkem.

Dalo by se s nadsázkou tvrdit, že uživatelé bez zkušeností v jiných grafických softwarech mohou být ohledně ovládání Blenderu v jisté výhodě, neboť nejsou zatíženi zvyklostmi ostatních programů.

Proto, aby byl uživatel schopen tvořit jednoduché obrázky a animace, které budou působit dobrým dojmem, je nutno zpočátku věnovat několik desítek hodin času na proniknutí do tajů softwaru. Rozhodně je nutné začít od jednoduchých objektů a postupně přecházet k složitějším. Uživatelská komunita, která okolo programu vznikla, je velice široká a poskytuje mnoho návodů a typů, které usnadňují práci se softwarem a často lze narazit i na využití tradičních funkcí zcela netradičním způsobem. Díky tomu je možné se v programu naučit pracovat i bez speciálních kurzů a školení, nicméně drobná rada od zkušenějšího uživatele dokáže ušetřit mnoho hodin pročitání diskuzních fór a procházení názorných videí.

Pro své začátečnické pokusy v tomto programu jsem si zvolila vytvoření známého hlavolamu ve tvaru kostky, složeného z dílků, které jsou tvořeny celkem 27 kostičkami. Poté jsem začala vytvářet i složitější objekty. V rámci osvojování práce se softwarem jsem vyzkoušela i použití simulátoru fyzikálních jevů, přestože pro výslednou animaci jsem tuto funkci nevyužila. Jednou z takto vytvořených animací je i simulace kuliček padajících do misky, kterou jsem použila v bakalářské práci pro názorné popsání vlastností animací (obrázek 18).

Důležitou zkušeností nabytou pokusy při vytváření modelů je, že pro práci s modely je třeba předchozí rozvahy. Ujasnit si, co má být hlavním cílem a v jakém pořadí je třeba postupovat. Některé kroky totiž lze vrátit zpět jen velmi obtížně, nebo dokonce vůbec. Z toho plyne i důležitý poznatek, že je dobré často ukládat postup práce a to nejen do stejného souboru, ale čas od času vytvořit i jeho kopii.

Závěr

Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část a je zaměřena na možnosti zlepšení názornosti výuky technických předmětů za pomoci využití počítačové 3D a 4D grafiky. V rámci teoretické části však nebyl opomenut historický vývoj zobrazovacích technik. Vzhledem k velkému počtu možností, které přinesl rozvoj výpočetní techniky, jsou v práci shrnuty i poznatky a didaktické zásady pro vytváření studijních podkladů tak, aby nepůsobily nepatřičným dojmem a aby co nejlépe sloužily svému účelu.

V rámci této práce byla autorkou vytvořena výuková animace názorně objasňující principiální fungování krokového motoru, čímž bylo zcela naplněno zadání bakalářské práce. Pro tvorbu animace byl použit software Blender. Jeho velkou předností je, že se jedná o freeware, tudíž je volně k dispozici všem vyučujícím, kteří by se zajímali o možnosti obohatit svůj výklad pomocí 3D obrázků a animací.

V softwaru byly nejprve vytvořeny modely jednotlivých částí krokového motoru, které byly následně opatřeny texturami pro větší realističnost a názornost vymodelovaných součástí. V další fázi byla vytvořena výuková animace s členěním odpovídajícím připravenému výkladu v rámci výuky. Jednotlivé části animace byly rozvrženy tak, aby bylo možno je použít v rámci výukové prezentace vytvořené v programu PowerPoint. Bylo počítáno s tím, že vyučující poskytne současně s probíhající animací i výklad, a proto byla animace rozložena do logických celků tak, aby nedošlo k situaci, kdy by byl výklad pomalejší než probíhající animace, čímž by mohlo dojít k nejasnostem z hlediska vysvětlované studijní látky. Postup tvorby modelu a následně i animace je v bakalářské práci podrobně popsán.

V rámci bakalářské práce byla zároveň zhodnocena náročnost na vytvoření 3D modelu, případně výukové animace v softwaru Blender. Uživatelské rozhraní softwaru není pro začínajícího uživatele bez zkušeností zpočátku příliš přívětivé, proto byly v bakalářské práci uvedeny typy, jak se v prostředí zorientovat a jak lze využívat základní funkce softwaru. Pro bakalářskou práci byla využita verze Blenderu 2.79. Pro aplikaci skutečností pospaných v bakalářské práci do novějších verzí je nutné dát pozor na to, že některé funkce se mohou lišit. Vývojáři softwaru totiž ochotně reagují na zpětnou vazbu, kterou dostávají od uživatelů programu. Pokud je uživatel zvyklý pracovat v jiných grafických softwarech, je to určitě velké ulehčení z hlediska vyhledávání nápovědy, nicméně ovládání samotného softwaru se od ostatních značně odlišuje a trvá nějakou dobu mu přivyknout. Blender je ohromný nástroj umožňující velké množství aplikací a zcela ho ovládnout může trvat velice dlouho, byť se kolem softwaru utvořila rozsáhlá komunita uživatelů poskytující nejrůznější rady a tipy, což ulehčuje práci. Z hlediska vyučujícího je tedy zásadní prvotně zhodnotit, zda plánuje vytvořit větší množství výukových animací, či nikoliv, protože zpočátku je nutno počítat s velkými časovými náklady. S přibývajícím zkušenostmi je však práce v softwaru čím dál tím snazší, a pokud by animace byly využívány opakovaně po dobu několika výukových kurzů, jistě se prvotní časová investice vyplatí.

Vzhledem k výše uvedenému je zřejmé, že byl cíl bakalářské práce splněn.

Seznam použité literatury

- 1 **VANĚČEK, David** a kol. *Didaktika technických odborných předmětů*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05991-3.
- 2 **DOSTÁL, Jiří**. *Experiment jako součást badatelsky orientované výuky*. Trendy ve vzdělávání, 2013, 1.1: 9-19. ISSN 1805-8949
- 3 **KADEŘÁVEK, František**. *Úvod do dějin rýsování a zobrazovacích nauk*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1954.
- 4 **DRASTÍK, František**. *Technické kreslení podle mezinárodních norem*. Ostrava: Montanex, 1994. ISBN 80-85780-10-0.
- 5 **POMYKALOVÁ, Eva**. *Deskriptivní geometrie pro střední školy*. Praha: Prometheus, 2010. ISBN 978-80-7196-400-1.
- 6 *2. Základy zobrazování staveb*. Technická univerzita Ostrava: Fakulta stavební [online]. Ostrava [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/perina/ps1esf/zaklady-zobrazovani-staveb.html>
- 7 **URBAN, Alois**. *Deskriptivní geometrie I*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1965.
- 8 **URBAN, Alois**. *Deskriptivní geometrie II*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1965.
- 9 **SCHAFFER, Ladislav**. *Deskriptivní geometrie: SPŠ stavební - 1. ročník*. Plzeň. Učební text - podklady pro studium.
- 10 **KORCH, Ján, Katarína MÉSZÁROSOVÁ a Bohdana MUSÁLKOVÁ**. *Deskriptivní geometrie pro 1. ročník SPŠ stavebních*. Vyd. 2. upr. Praha: Sobotáles, 1998. ISBN 80-85920-49-2.
- 11 **CIBULKA, Vladimír a Antonín DOSEDĚL**. *Odborné kreslení pro 1. a 2. ročník SPŠ stavebních*. 2. upr. vyd. Praha: Sobotáles, 1998. ISBN 80-85920-46-8.
- 12 **DOSTÁL, Jiří**. *Učební pomůcky a zásada názornosti*. Olomouc: Votobia, 2008. ISBN 978-80-7220-310-9.
- 13 **CARLSON, Wayne**. *A Critical History of Computer Graphics and Animation* [online]. 2003 [cit. 2009-01-02]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20090505031418/http://design.osu.edu/carlson/history/lesson2.html>
- 14 **ZELENÝ, Jaroslav a Božena MANNOVÁ**. *Historie výpočetní techniky*. Praha: Scientia, 2006. Stručné dějiny oborů. ISBN 80-86960-04-8.
- 15 *Blender* [online]. [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <https://www.blender.org/>
- 16 **CHVÁLA, Tomáš**. *Realita vs. fikce: Jak vypadají filmové hity bez digitálních efektů?*. In: Kinobox.cz [online]. 2017 [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <https://www.kinobox.cz/clanek/10986-jak-vypadaji-filmove-hity-bez-specialnich-efektu>
- 17 *Lekce 1 - Úvod do počítačové grafiky - Rastr vs. vektor*. ITnetwork.cz [online]. [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <https://www.itnetwork.cz/grafika/uvod-do-pocitacove-grafiky-rastr-vs-vektor>

- 18 **NAVRÁTIL, Pavel.** *Počítačová grafika a multimédia.* Kralice na Hané: Computer Media, 2007. ISBN 80-86686-77-9.
- 19 **ROUBAL, Pavel.** *Počítačová grafika pro úplné začátečníky.* Brno: Computer Press, 2003. ISBN 80-7226-896-1.
- 20 *Počítačová grafika: Vektorová grafika. ICT kompletace: studijní opora pro oblast počítačové grafiky, digitálního zvuku, fotografie a videa* [online]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <http://www.kteiv.upol.cz/frvs/ict-kubricky/?page=pocitacova-grafika/vektorova-grafika>
- 21 *GIMP: GNU Image Manipulation Program* [online]. [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <https://www.gimp.org/>
- 22 *Inkscape: Draw Freely* [online]. [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <https://inkscape.org/cs/>
- 23 *MyPaint* [online]. [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <http://mypaint.org/>
- 24 *The History of Visual Communication* [online]. Turecko [cit. 2018-12-11]. Dostupné z: <https://www.historyofvisualcommunication.com/>
- 25 **PRŮŠOVÁ, Jana.** *Vznik a vývoj písma. 2. přepracované vydání.* V Praze: Jana Průšová, 2017. ISBN 978-80-270-3121-4.
- 26 **KOČIČKA, Pavel a Filip BLAŽEK.** *Praktická typografie.* Vyd. 2. Brno: Computer Press, 2007, Dotisk druhého vydání. ISBN 80-7226-385-4.
- 27 *Typografie. Adaptic: tvorba webu, webdesign* [online]. Praha [cit. 2018-12-11]. Dostupné z: <http://www.adaptic.cz/znalosti/slovnicek/typografie/>
- 28 **CHURÝ, Lukáš a Zdeněk LEHOCKÝ.** *Typografie 2. díl - Písmo.* Programujte.com [online]. 8. 11. 2006 [cit. 2018-12-11]. Dostupné z: <http://programujte.com/clanek/2006110602-typografie-2-dil-pismo/>
- 29 *Klasifikace písem.* TYPO [online]. 2009 [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <http://www.typo.cz/databaze/pravidla-a-nazvoslovi/klasifikace-pisem/>
- 30 *Československá klasifikace Jana Solpery.* TYPO [online]. 2009 [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <http://www.typo.cz/databaze/pravidla-a-nazvoslovi/klasifikace-pisem/ceskoslovenska-klasifikace/>
- 31 **DANČO, Václav.** *Kapesní průvodce (počítačovou) typografií.* Praha: Labyrint, 1995. ISBN 80-85935-00-7.
- 32 *Barevné modely.* Stránky věnované k výuce informatiky [online]. [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <http://www.ivt.mzf.cz/grafika/barevne-modely/>
- 33 *Lekce 2 - Úvod do počítačové grafiky - Základy optiky, barevné modely.* IT-network.cz [online]. [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <https://www.itnetwork.cz/grafika/uvod-do-pocitacove-grafiky-optika-modely>
- 34 *Teorie barev.* Mendelova univerzita v Brně [online]. [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=18720
- 35 **MALONEY, Tim.** *Get animated!: creating professional cartoon animation on your home computer.* New York: Watson-Guptill Publications, c2008. ISBN 9780823099214.

- 36 ČSN EN ISO 216. *Psací papír a některé druhy tiskovin - Čisté formáty - Řady A a B, a označování směru výroby*. Český normalizační institut, 2008.
- 37 *Formáty papírů*. Stepa [online]. [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <https://www.stepa.cz/o-nas/technicka-data/formaty-papiru>
- 38 **Parker, R. C.** *Profesionální design v reklamě*. Brno: SoftPress Publishing, 2000. ISBN 80-902824-0-7.
- 39 *Pravidla kompozice (nejen) pro 3D grafiku*. GRAFIKA: Vše o počítačové grafice [online]. 2002 [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <http://www.grafika.cz/rubriky/3d-grafika/pravidla-kompozice-nejen-pro-3d-grafiku-130929cz>
- 40 *Základy typografie: Sazba textu a stránka*. Scribus.cz [online]. 2010 [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <https://scribus.cz/zaklady-typografie-sazba-textu-a-stranka/>
- 41 **VYSEKALOVÁ, Jitka.** *Psychologie reklamy: nové trendy a poznatky*. 3., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2007. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-2196-5.
- 42 **STÖCKLOVÁ, Anna.** *Hlavní zásady přípravy elektronické prezentace k přednášce*. Knihovna plus [online]. 2009, č. 2 [cit. 2019-01-27]. ISSN 1801-5948. Dostupný z: <http://knihovna.nkp.cz/knihovnaplus92/stockl.htm>.
- 43 **HECZKOVÁ, Lenka.** *Jak má vypadat prezentace? 20 tipů k vizuální i verbální dokonalosti*. StudentMag.cz [online]. 2017 [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <https://www.studentmag.cz/jak-ma-vypadat-prezentace-20-tipu-k-vizualni-i-verbalni-dokonalosti/>
Dostupné z: <https://www.stepa.cz/o-nas/technicka-data/formaty-papiru>
- 44 **KŘIVÁNEK, Jaroslav.** *Počítačová grafika III*. Praha, 2012. Přednáška na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy. Dostupné z: <https://cgg.mff.cuni.cz/~jaroslav/teaching/2012-NPGR010/index.html>

Seznam obrázků

Obrázek 1 Modely účinnosti metod výuky.....	5
Obrázek 2 Užití perspektivy: studie Leonarda da Vinci k obrazu Klanění tří králů [3]	8
Obrázek 3 Pravoúhlé promítání na 3 průmětny v 1. kvadrantu.....	10
Obrázek 4 Stavební výkresy	10
Obrázek 5 Schéma rozložení průměten v Mongeově promítání	11
Obrázek 6 Tělesa zobrazená pomocí Mongeova promítání – rýsovaná ručně	11
Obrázek 7 Rozdělení axonometrie	12
Obrázek 8 Tělesa zobrazená pomocí kosoúhlého promítání – rýsovaná ručně.....	12
Obrázek 9 Místnost zobrazená pomocí lineární perspektivy na jeden úběžník – rýsované ručně	13
Obrázek 10 Perspektiva využitá v umění – Pont du Gard, kresba tužkou (autor H. Žáková).....	14
Obrázek 11 Fyzický model vyrobený 3D tiskem.....	14
Obrázek 12 Porovnání různých způsobů zobrazení na stejném tělese	15
Obrázek 13 Výroba podle 3D modelu	16
Obrázek 14 Výstup ze softwaru podporujícího BIM – Revit.....	17
Obrázek 15 3D tisk plastovou strunou	17
Obrázek 16 Vývoj počítačové grafiky.....	18
Obrázek 17 Porovnání vektorové, rastrové a 3D grafiky.....	19
Obrázek 18 Několik vybraných snímků animace tří padajících kuliček.....	19
Obrázek 19 Parametry vektorové křivky [20]	20
Obrázek 20 Vektorový výkres (software AutoCAD) pohledu na kostel sv. Barbory v Manětíně (Jihozápadní pohled na objekt) se zvětšeným detailem ozdobné vázy na schodišťovém zábradlí.....	20
Obrázek 21 Fotografie jihozápadní fasády kostela sv. Barbory v Manětíně se zvětšeným detailem zdobeného nadpraží okna s patrným zhoršením kvality.....	21
Obrázek 22 Zjednodušený 3D model kostela sv. Barbory v Manětíně vytvořený pomocí 3D prostředí softwaru AutoCAD	22
Obrázek 23 Ozdobná váza – model s použitím textury a normálové mapy	23
Obrázek 24 Vybrané snímky animace objektu kostela sv. Barbory v Manětíně.....	24
Obrázek 25 Příklad možné manipulace s rastrovými obrázky.....	26
Obrázek 26 Příklad možné tvorby v softwaru Inkscape	27
Obrázek 27 Grafika vytvořená pomocí softwaru MyPaint (autor H. Žáková).....	28
Obrázek 28 Grafika vytvořená v Blenderu - propagační obrázek [15].....	29
Obrázek 29 Historický vývoj písma se společným původem [25]	30
Obrázek 30 Písmová osnova	31
Obrázek 31 Rozdíl mezi verzálkovou a horní dotažnicí.....	31
Obrázek 32 Dynamická antikva.....	34
Obrázek 33 Přechodová antikva – ITC Century	34
Obrázek 34 Statická antikva anglická – Modern No. 20.....	34
Obrázek 35 Lineární písmo serifové	35

Obrázek 36 Lineární bezserifové písmo – Arial.....	35
Obrázek 37 Lineární bezserifové geometricky konstruované písmo.....	35
Obrázek 38 Lineární bezserifové dynamické písmo – Tahoma.....	36
Obrázek 39 Lineární antikva – Copperplate.....	36
Obrázek 40 Kaligrafické písmo – Promocyja.....	36
Obrázek 41 Volně psané písmo – Mistral.....	36
Obrázek 42 Lomené písmo – Parchment.....	36
Obrázek 43 Míchání barev.....	37
Obrázek 44 Grafická reprezentace barevných modelů [32].....	38
Obrázek 45 Dělení formátů papíru – základní řada A a doplňková řada B.....	39
Obrázek 46 Rozložení stránky.....	40
Obrázek 47 Nastavení pohledu pomocí režimu pohybu.....	45
Obrázek 48 Grafické uživatelské rozhraní – základní scéna po spuštění.....	46
Obrázek 49 Nastavení rozložení oken.....	47
Obrázek 50 Přepínání pohledu pomocí numerické klávesnice.....	47
Obrázek 51 Možnosti způsobů výběru.....	49
Obrázek 52 Transformační funkce.....	50
Obrázek 53 Modelování pomocí funkce Extrude.....	51
Obrázek 54 Slučování bodů.....	51
Obrázek 55 Zjemňování sítě.....	51
Obrázek 56 Rozdíl mezi funkcemi Delete a Dissolve.....	52
Obrázek 57 Proporční editování dle vybrané křivky.....	52
Obrázek 58 Spojování a rozpojování objektů.....	52
Obrázek 59 Postup přejmenování objektu.....	53
Obrázek 60 Otáčení normál ploch.....	53
Obrázek 61 Přesun objektu a pohyb mezi vrstvami.....	53
Obrázek 62 Modifikátor Boolean.....	54
Obrázek 63 Interpolace pozice mezi dvěma animačními klíči.....	54
Obrázek 64 Nastavení materiálů.....	55
Obrázek 65 Porovnání vykreslení krystalů.....	55
Obrázek 66 Nastavení základních jednotek scény.....	57
Obrázek 67 Všechny modely potřebné pro vytvářenou animaci.....	57
Obrázek 68 Tvorba zubů na opláštění magnetu.....	58
Obrázek 69 Dotvoření horní části opláštění magnetu.....	59
Obrázek 70 Tvorba spodní části opláštění.....	60
Obrázek 71 Tvorba permanentního magnetu.....	61
Obrázek 72 Tvorba ložisek.....	62
Obrázek 73 První část tvorby těla statoru.....	63
Obrázek 74 Druhá část tvorby těla statoru.....	64
Obrázek 75 Třetí část tvorby těla statoru.....	65
Obrázek 76 Čtvrtá část tvorby těla statoru.....	66
Obrázek 77 První část tvorby štítů motoru.....	67
Obrázek 78 Druhá část tvorby štítů motoru.....	68

Obrázek 79 Třetí část tvorby štítů motoru	69
Obrázek 80 Čtvrtá část tvorby štítů motoru	70
Obrázek 81 Tvorba šroubů	71
Obrázek 82 První část tvorby cívek.....	72
Obrázek 83 Druhá část tvorby cívek.....	73
Obrázek 84 Tvorba kabelu	74
Obrázek 85 Tvorba baterie.....	75
Obrázek 86 Tvorba vypínače	76
Obrázek 87 Tvorba rotorů pro znázornění základního principu.....	77
Obrázek 88 Tvorba cívky s jádrem	78
Obrázek 89 Tvorba ovládací jednotky	79
Obrázek 90 Načítací obraz programu Blender 2.65	80
Obrázek 91 Rozdíl v možnostech vykreslovacích algoritmů Blenderu	81
Obrázek 92 Vykreslení stejného modelu se stejnými texturami v různých programech	81
Obrázek 93 Příprava scény pro texturování	82
Obrázek 94 Rozložení sítě modelu do plochy.....	83
Obrázek 95 Nastavení vlastností scény a vytvoření materiálu	84
Obrázek 96 Založení textur s ukázkou jejich fungování.....	85
Obrázek 97 Texturování podkladu štětcem „Fill“	86
Obrázek 98 Nastavení štětce pro metodu obtiskování vzorového obrázku	87
Obrázek 99 Nanášení obtiskovaného obrázku na objekt.....	88
Obrázek 100 Vykreslený objekt opláštění se všemi texturami	89
Obrázek 101 Modely s použitými texturami	90
Obrázek 102 Způsoby přidávání a odebírání animačních klíčů	91
Obrázek 103 Pohyb baterie znázorněný v editoru animačních klíčů	92
Obrázek 104 Kamera sledující krychli a trasu.....	93
Obrázek 105 Důležité vlastnosti v nastavení vykreslování	94
Obrázek 106 Animace krokového motoru – část 1	95
Obrázek 107 Animace krokového motoru – část 2	96
Obrázek 108 Animace krokového motoru – část 3	97
Obrázek 109 Animace krokového motoru – část 4	98
Obrázek 110 Animace krokového motoru – část 5	99
Obrázek 111 Animace krokového motoru – část 6	100
Obrázek 112 Animace krokového motoru – část 7	101

Seznam tabulek

Tabulka 1 Dělení zobrazovacích metod na základě různých kritérií [4]	9
Tabulka 2 Porovnání vybraných softwarů	25
Tabulka 3: Rozměry formátů řady A, B, C a D, rozměry v tabulce jsou uváděny v mm [37]	39
Tabulka 4 Seznam základních klávesových zkratk pro Blender 2.79	56

Seznam použitého software

Blender 2.79

Inkscape 0.91

GIMP 2 – 2.8.18

MS Word 365

MS PowerPoint 365

AutoCAD

MyPaint

Unity

Fusion 360

Revit

Slic3r

Evidence vypůjček

Prohlášení:

Dávám svolení k půjčování této bakalářské práce. Uživatel potvrzuje svým podpisem, že bude tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

Jméno a příjmení: Jana Žáková

V Praze dne: 2. května 2019

Podpis:

Jméno	Oddělení/ Pracoviště	Datum	Podpis