

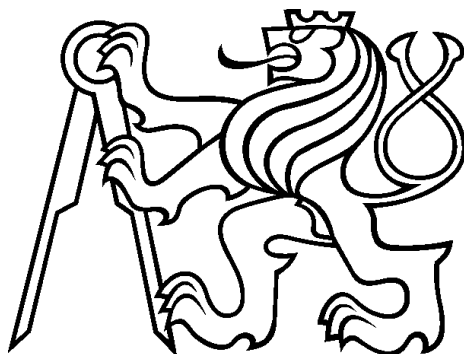
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra mapování a kartografie



Diplomová práce

***Modelování a prezentace církevních objektů
v obci Nová Říše***

Vypracovala: **Bc. Marie FUŇÁKOVÁ**

Vedoucí práce: ***Ing. Petr Soukup, Ph.D.***

prosinec 2013



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

studijní program: Geodézie a kartografie
studijní obor: Geoinformatika
akademický rok: 2013/2014

Jméno a příjmení diplomanta: Bc. Marie Fuňáková
Zadávací katedra: Katedra mapování a kartografie
Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Soukup, Ph.D.
Název diplomové práce: Modelování a prezentace církevních objektů v obci Nová Říše
Název diplomové práce v anglickém jazyce: Modeling and Presentation of Church Objects in the Nová Říše Village

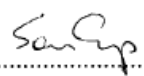
Rámcový obsah diplomové práce: Principy modelování prostorových objektů a možnosti jejich zobrazování. Tvorba modelů církevních objektů v obci Nová Říše. Vybrané způsoby prezentace vytvořených modelů a jejich interaktivní zobrazení na webových stránkách.

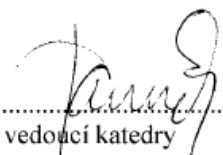
Datum zadání diplomové práce: 23.9.2013 Termín odevzdání: 20.12.2013
(vyplňte poslední den výuky přísl. semestru)

Diplomovou práci lze zapsat, kromě oboru A, v letním i zimním semestru.


Pokud student neodevzdal diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat diplomovou práci podruhé. Studentovi, který při opakovaném zápisu diplomovou práci neodevzdal v určeném termínu a tuto skutečnost řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, se ukončuje studium podle § 56 zákona o VŠ č.111/1998 (SZŘ ČVUT čl 21, odst. 4).

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.


vedoucí diplomové práce


vedoucí katedry

Zadání diplomové práce převzal dne: 25.9.2013


diplomant

Formulář nutno vyhotovit ve 3 výtiscích – 1x katedra, 1x diplomant, 1x studijní odd. (zašle katedra)

Nejpozději do konce 2. týdne výuky v semestru odešle katedra 1 kopii zadání DP na studijní oddělení a provede zápis údajů týkajících se DP do databáze KOS.

DP zadává katedra nejpozději 1. týden semestru, v němž má student DP zapsanou.

(Směrnice děkana pro realizaci stud. programů a SZZ na FSv ČVUT čl. 5, odst. 7)

práce: **Modelování a prezentace církevních objektů v obci Nová Říše**

Autor: Bc. Marie Fuňáková

Obor: Geoinformatika

Druh práce: Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Petr Soukup, Ph.D., Katedra mapování a kartografie, Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze

Konzultant: ---

Abstrakt: Tato diplomová práce pojednává o možnostech a metodách tvorby trojrozměrných modelů. Popisuje způsoby jejich vizualizace a promítání na dvourozměrnou plochu. Dále pak samotnou tvorbou modelů církevních objektů v obci Nová Říše v programu SketchUp a jejich následnou vizualizací. Součástí práce je i fotografická dokumentace objektů. Pro celkovou prezentaci a vizualizaci výsledků byly vytvořeny webové stránky.

Klíčová slova: 3D model, modelování, vizualizace, SketchUp, Nová Říše, kostel sv. Petra a Pavla, premonstrátský klášter Panny Marie, Premonstráti, webové stránky, HTML, CAD

Title: **Modeling and Presentation of Church Objects in the Nová Říše Village**

Author: Bc. Marie Fuňáková

Study: Geoinformatics

Type of work: diploma work

Supervisor: Ing. Petr Soukup, Ph.D., Department of Mapping and Cartography, Faculty of Civil Engineering, Czech Technical University in Prague

Consultant: ---

Abstract: This diploma work discusses the possibilities and methods of making three-dimensional models. Describes methods of their visualization and projection of the two-dimensional surface. Next itself creation of models of church buildings in the Nová Říše village in the SketchUp and its visualization. The includes photographic documentation of objects. For overall presentation and visualization of results were then created website.

Key words: 3D model, modeling, visualization, SketchUp, Nová Říše, the church st. Peter and Paul, the Premonstratensian monastery of the Virgin Mary, Premonstates, website, HTML, CAD

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, pouze s použitím pramenů a podkladů uvedených v přiloženém seznamu, za odborného vedení Ing. Petra Soukupa, Ph.D.

V Nové Říši dne.....

.....

Bc. Marie Fuňáková

Poděkování:

Na tomto místě bych chtěla poděkovat všem lidem, kteří přispěli ke vzniku této práce. Zejména pak Ing. Petru Soukupovi, Ph.D. za vedení a odbornou pomoc při vypracovávání a Novoříšskému premonstrátskému řádu za spolupráci a poskytnutí dat. Dále poděkování patří i mým rodičům a nejbližším za jejich podporu po celou dobu mého studia.

Obsah

Úvod	9
1. Církevní objekty v obci Nová Říše	10
1.1 Premonstrátský klášter Panny Marie v Nové Říši	10
1.1.1 Poloha a popis kláštera	10
1.1.2 Řád premonstrátů	11
1.1.3 Historie kláštera	12
1.2 Opatský kostel sv. Petra a Pavla	15
1.3 Drobné církevní objekty	16
2. Prostorové modely	19
2.1 Optické klamy	19
2.2 Metody tvorby 3D modelů	23
2.2.1 Trojúhelníky a sítě trojúhelníků	23
2.2.2 Hraniční reprezentace těles	26
2.2.3 Konstruktivní geometrie těles	31
2.2.4 Modelování pomocí deformací	32
2.3 Transformace a rotace modelů	36
2.3.1 Posunutí (translate)	36
2.3.2 Otáčení (rotation)	37
2.3.3 Změna měřítka (scale)	38
2.3.4 Zkosení (shear)	39
3. Promítání	40
3.1 Rovnoběžné promítání	40
3.1.1 Axonometrie	42
3.1.2 Kosohlé promítání	43
3.2 Středové promítání	44
3.3 Stereoskopie	47
3.3.1 Stereoskop	47
3.3.2 Anaglyf	48
3.3.3 Polarizační promítání	49
3.3.4 Aktivní brýle	49
4. Grafické programy CAD	50
4.1 Rozdělení CAD	50
4.2 SketchUp	51

4.2.1	Historie	52
4.2.2	Modelování.....	52
4.2.3	Texturování	56
4.2.4	Export modelu	56
4.2.5	Sdílení modelů.....	57
4.2.6	Zobrazení modelů.....	57
5.	Prezentace stavebních památek	58
5.1	Vyhotovení 3D modelů	58
5.2	Umístění v Databázi 3D Warehouse	59
5.3	Informační brožurka	59
5.4	Webové stránky	60
5.4.1	Tvorba webových stránek.....	61
5.4.2	Struktura webových stránek	62
5.4.3	Vložení 3D modelu do webových stránek.....	63
	Závěr.....	67
	Seznam použitých zdrojů	68
	Seznam symbolů a zkratek	72
	Použitý software	74
	Seznam tabulek.....	75
	Seznam obrázků	75
	Seznam příloh.....	77
	Obrázková příloha	79

Úvod

V dnešní době existuje nepřehledné množství možností jak zobrazit určitý objekt, například památku. Mezi nejrozšířenější a nejspíše i nejpoblárnější možnosti stále patří fotografie. Avšak fotografie zachycuje danou skutečnost pouze staticky, z jednoho místa, a nemůže nám tak vydat reálnou výpověď o skutečném tvaru objektu. Mezi další možnosti zobrazování patří například video, panoramatická fotografie, virtuální prohlídka a jistě mnoho dalšího. Jedna z možností jak zachytit co nejreálnější podobu objektu je jeho prostorové zobrazení – vytvoření trojrozměrného modelu. Tato diplomová práce se zabývá právě problematikou tvorby a zobrazování prostorových modelů.

Tvorba modelů církevních objektů v Nové Říši byla použita jako jedna z hlavních forem zobrazení těchto historických památek. Těmito památkami jsou chápány hlavně kaple, kapličky, poklony či boží muka a samozřejmě opatský kostel sv. Petra a Pavla, který je spolu s přilehlým premonstrátským klášterem Panny Marie nedílnou součástí a jednoznačnou dominantou Nové Říše. Obec Nová Říše byla vybrána hlavně z osobních sympatií k rodné vsi, ale i k těmto krásným objektům, které k ní neodmyslitelně patří. Každý z objektů je totiž po architektonické i historické stránce naprostým originálem. Je důležité, aby se o těchto často opomíjených skvostech, které se ve větší či menší míře nacházejí v každé obci, vědělo. Protože když upadnou v zapomnění, chátrají a může dojít až k jejich zřícení. Plošně se prezentují a zviditelňují převážně velké památky, jako jsou hrady a zámky. Ale na ty drobné, avšak neméně cenné, se často zapomíná, stejně jako na kostely či kláštery. Dalším důvodem k výběru tohoto tématu je také skutečnost, že letos (v roce 2013) se slaví 1150 výročí od příchodu věrozvěstů sv. Cyrila a Metoděje na Moravu. S tím souvisí i 150 výročí od založení kříže na místním vrchu Spravedlnost a 140 let od založení křížové cesty vedoucí na tento vrch. Tato památka, zvaná též Kalvárie, byla mimo jiné zpracována v akademickém roce 2012/2013 v rámci bakalářské práce *GIS drobných historických objektů na Novoříšsku*. A díky projektu neziskové kulturní organizace Novoříšského Kulturního Spolku (NOKUS) pod názvem „*Kalvárie znovu ožívá*“, došlo k veřejné sbírce a zviditelnění a hlavně celkové rekonstrukci a obnovení této památky, která se nacházela ve velmi žalostném stavu. Diplomová práce tak částečně navazuje a rozšiřuje již započaté dílo v rámci zmíněné bakalářské práce.

Výsledné modely jsou základním prvkem prezentace těchto objektů. Celá diplomová práce se pak zabývá převážně možnostmi vytváření prostorových modelů a jejich následné vizualizaci až po finální interaktivní prezentaci na vytvořených webových stránkách.

1. Církevní objekty v obci Nová Říše

1.1 Premonstrátský klášter Panny Marie v Nové Říši

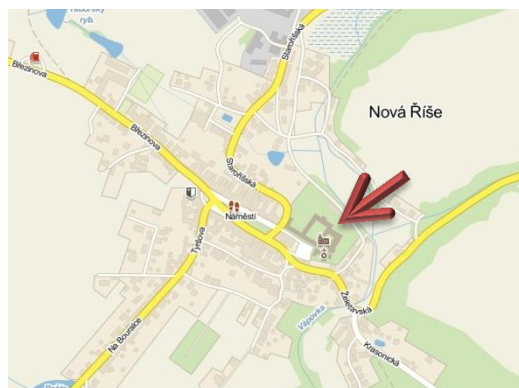
Se vznikem Premonstrátského kláštera je spjat i vznik samotné obce, nyní městysu, Nové Říše a též rozšíření kultury a vzdělanosti do širokého okolí. Spolu s přilehlým opatským kostelem zasvěceným svatým Petrovi a Pavlovi je klášter bezesporu největší dominantou obce Nová Říše. Díky premonstrátskému klášteru se Nová Říše stala důležitým kulturním centrem, působilo zde mnoho významných osobností, za všechny třeba básník Otokar Březina, který zde skládal své sbírky. Mnohé osobnosti jsou přímo Novoříšskými rodáky, např. skladatelé bratři Vraničtí a mnoho dalších. O významu Nové Říše a premonstrátského kláštera svědčí i fakt, že je tato nevelká obec zakreslena i v historických mapách, například na Komenského mapě Moravy z roku 1680 podle rytiny z roku 1627. (viz obrázková příloha A.1)



Obr. 1: Premonstrátský klášter Panny Marie s přilehlým kostelem sv. Petra a Pavla a domem s pečovatelskou službou [41]

1.1.1 Poloha a popis kláštera

Premonstrátský klášter, zasvěcený Panně Marii, se nachází ve východní části městysu Nová Říše nad potokem Vápovka. Nová Říše je nevelká obec ležící na Českomoravské vrchovině nedaleko historického města Telč, které je zapsáno na seznamu kulturního dědictví UNESCO.



Obr. 2: Poloha Nové Říše a komplexu premonstrátského kláštera Panny Marie [29]

Objekt kláštera je jednopodlažní budova se dvěma obdélníkovými uzavřenými nádvořími. Z křížové chodby, která obklopuje rajskou zahradu, vede spojovací chodba do přilehlého kostela sv. Petra a Pavla. Z této spojovací chodby je přístupná nejstarší část celého komplexu – kaple sv. Anny Samotřetí. Uprostřed prvního dvora se nachází starobylá kašna, do níž ústil vodovod ze 17. století.

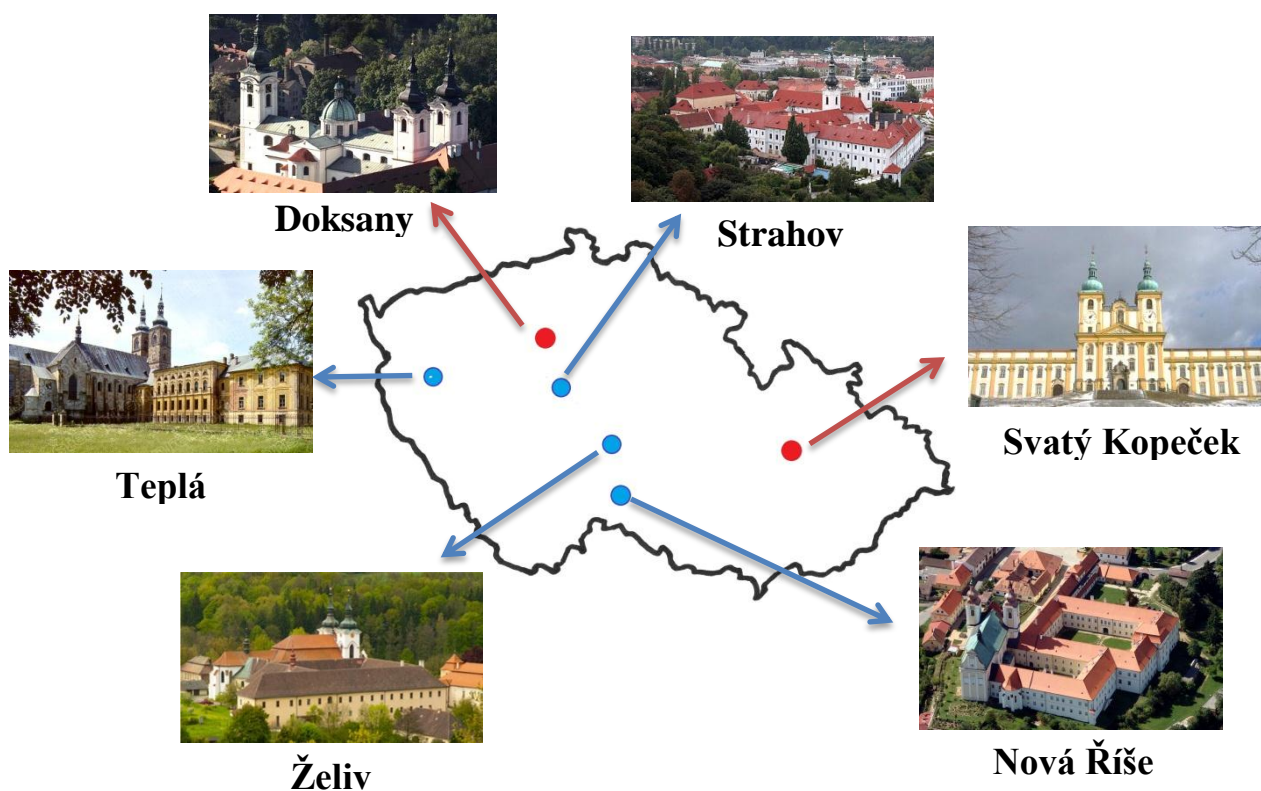
Ráz budovy dnešního kláštera nese stopy poslední přestavby z roku 1821, kdy po požáru městečka byl celý klášterní areál obnoven na starém půdoryse. Kolem dvou obdélníkových dvorů se rozkládají jednopatrové trakty, v jejichž interiérech jsou v přízemí místnosti s valenými klenbami a výsečemi zdobené štukem. V patře jsou pak sály vymalované iluzivní malbou či figurálními freskami. Na levé straně areálu se nacházejí prelatura a pohostinské pokoje. V prelatuře je umístěna sbírka obrazů, další obrazy jsou umístěny různě po chodbách prelatury a konventu. Naproti hlavnímu vchodu je velký, nyní hudební, sál. Mezi prvním a druhým dvorem se v patře nachází klášterní knihovna, která je jedním z nejvýznačnějších prostorů. Strop knihovny je vyzdoben freskami ze života sv. Norberta z roku 1752, které vyhotovil malíř Mayer z Brna. V původních regálech z 1. poloviny 18. století, je uloženo mnoho vzácných rukopisů, prvotisků a jiných cenných knih z různých odvětví. Je zde umístěn i psací stůl básníka Otakara Březiny z doby jeho novoříšské učitelské praxe. Kolem druhého dvora, tzv. rajské zahrady, se v přízemí nachází křížová chodba, v patře pak konvent. [34]

1.1.2 Řád premonstrátů

Řád premonstrátských kanovníků, latinsky *Candidus et Canonicus Ordo Praemonstratensis*, ve zkratce jen *OPraem*, je řád duchovních řeholních kanovníků, který má i ženskou větev – kongregaci premonstrátek. Dříve se jmenovali Norbertini. Název Premonstráti nesou podle svého mateřského kláštera ve francouzském *Prémontré* políž Laonu, který v roce 1121 založil sv. Norbert z Xanten (od toho Norbertini a řád sv. Norberta). Členové kláštera žili duchovním životem podle základů a pravidel, která zavedl sv. Augustin. Tato pravidla, neboli kánon, tvoří základ Řehole sv. Augustina. Ze slova kánon pochází označení kanovníci. Členové řádu skládají sliby chudoby, čistoty a poslušnosti. 16. dubna roku 1126 se řádu dostalo potvrzení a schválení od samotného papeže Honorie II. a to bulou *Apostolicae Disciplinae*. Premonstráti se vyznačují mimo jiné velkou oddaností Panně Marii a řídí se heslem „*Ad omne opus bonum parati*“ což znamená „připraven ke každému dobrému dílu“. Hlásají radostnou zvěst, oddávají se postu, fyzickým pracím, duchovní správě, pohostinství či studiu. Premonstrátsí bratři nosí bílý řeholní oděv skládající se z bílé tuniky, škapulíře a biretu.

Do Čech přišli premonstráti ze *Steinfeldského opatství* (dnešní diecéze Cáchy) roku 1143, kdy byl založen první český premonstrátský klášter – Strahov v Praze, zvaný Sion. Od té doby se stali premonstráti nedílnou součástí českých dějin a kromě centra duchovního, plnili i funkci vzdělanosti a kultury. Ze Strahovského kláštera se postupně rozšiřovali a zakládali nové kláštery. Roku 1145 tak založili Litomyšl, jejíž členové o pět let déle založili Hradisko. Dále vznikl klášter Louka roku 1190 a 1193 Teplá. Poté vznikl Želiv, Milevsko, Chotěšov a Zábřdovice. Právě díky Zábřdovicím byl roku 1211 založen ženský klášter pro sestry premonstrátky v Nové Říši, který byl roku 1641 předán premonstrátům – bratřím. Mezi

další ženské kláštery pak patřily Doksany, Louňovice, Kounice a Chotěšov. Kvůli nepřízní různých režimů, od reformy Josefa II. přes mnohé války, plenění či totalitní režimy docházelo k ničení a rušení velkého množství klášterů, z nichž mnohé se už nepodařilo obnovit. Mezi tyto kláštery se řadí i většina klášterů premonstrátských. Za všechny se může jmenovat například ženský klášter Rosa Coeli v Dolních Kounicích, ze kterého zbyla jen zřícenina. Ta je nyní kulturní památkou. V současné době tak fungují už jen čtyři samostatné mužské kláštery – kanonie. A to první český premonstrátský klášter *Strahov* (1143), *Želiv* (1149), *Teplá* (1193) a *Nová Říše* (1211, mužským klášterem od r. 1641). Ženský klášter se dochoval pouze jeden a to v *Doksanech* (1141), který se podařilo po mnoha letech v roce 1998 obnovit a navrátit sestřím. Na poč. 20. století vznikla nová kongregace sester na *Svatém Kopečku* u Olomouce (1902). Ale i tak působí premonstráti na mnoha farnostech v celé České republice. [10]



Obr. 3: Rozmístění současných premonstrátských klášterů v České Republice (fotografie převzaty z oficiálních stránek jednotlivých klášterů, z [60] a [41])

1.1.3 Historie kláštera

Poslední založený premonstrátský klášter na Moravě byl klášter v Nové Říši. Původně byl založen jako klášter panenský a sloužil pro sestry premonstrátky. Podle tradice jej založil roku 1211 moravský pán *Markvart z Hrádku* se svojí chotí *Vojslavou*, kteří sídlili nedaleko na Červeném Hrádku. Na tomto místě se nyní nachází obec Červený Hrádek a po bývalé tvrzi již nejsou téměř žádné stopy.

Dle jedné legendy nechal Markvart klášter postavit na základě svého slibu jako díky za to, že se vrátil z válečné výpravy živ a zdrav. Toto dokazuje i Markvartovo vyobrazení v plné zbroji jako vojevůdce s latinským nápisem: „*Marquardus de Hradec fundavit 1211 Victor ipse morte victus obiit – Deo Deipaarae et Norberto ex voto.*“ Což v překladu znamená: „*Markvart z Hrádku, založil 1211 vítěz sám smrtí přemožen umřel – Bohu, Boží Rodičce a Norbertu dle slibu.*“ Na druhém obraze je vyobrazena jeho choť Vojslava v bohatém kroji. Oba obrazy zakladatelů pocházející z 2. poloviny 18. století od Lukáše Krackera a dodnes visí na chodbě konventu. Přesné datum založení kláštera není známo. Ale podle výročních modliteb a bohoslužeb za zakladatele, které se konají každoročně 29. ledna je možné toto datum považovat za den založení. Markvart totiž umřel 24. října 1220 a Vojslava 18. března roku 1221.

Odkud první sestry premonstrátky do Nové Říše přišly, není známo, ale pravděpodobně to bylo ze Křtin, nebo spíše z premonstrátského kláštera z Kounic u Brna. Celou kanonii spravoval probošt ze Zábrdovických řeholníků. Klášter byl velmi bohatý, protože příchozí řádové sestry pocházely většinou z bohatých rodů a přinášely sebou věnem velké jmění.

Doba rozkvětu ale byla několikrát přerušována různými nepokoji, válkami i požáry. Roku 1423 a 1424 byla Nová Říše zpustošena husitskými vojsky a klášterní majetek zabrán a rozkraden. Dle jedné pověsti byly panny na útěku zahrnuty do rybníka, v němž utonuly. Zbýlé sestry se snažily znovu obnovit klášterní život, ale v roce 1430 byla klášteru zasezena největší rána. Prokop Holý se svými vojsky celý klášter úplně srovnal se zemí. Několik sester spolu s proboštem našli útočiště v nedaleké Telči v klášteře sv. Ducha. Další války, plenění a vláda nekatolické šlechty vedla téměř k marnému boji o existenci kláštera. Snaha o jeho obnovu vedla k velkému zadlužení a rozprodávání mnohých statků, aby bylo aspoň na nejnnutnější opravy. Klášteru se začalo dařit lépe až po roce 1562. Po mnoha stížnostech k zemskému soudu na neustálé utiskování husitské a protestantské šlechty i samotného Zachariáše z Hradce, který měl klášter chránit, bylo klášteru vyhověno. Sám císař František I. si pak vzal klášter pod ochranu. Ženský klášter ale pomalu vymíral a nové sestry přijít nechtěli, zvláště kvůli těžkým poměrům a nelehké době. Tuto dobu si lze představit třeba z dopisu opata Kašpara novoříšského proboštu Urbanovi, ve kterém se píše, že v Jihlavě křtil po dvaceti letech jedno katolické dítě. Po smrti probošta Urbana odjela z kláštera i poslední sestra Anna Černovická z Kačova do premonstrátského kláštera v Chotěšově v Čechách. Stalo se tak v roce 1596. O opuštěný klášter se pak staral generální vikář ze Strahova spolu s opatem Zábrdovickým, kteří jmenovali novoříšské probošty.

Postupně se rodila myšlenka, převést ženský klášter na mužský. Proto již roku 1582 a pak i v roce 1634 složilo několik Zábrdovických řeholníků sliby pro Novou Říši. Kvůli válečným nepokojům ale byly tyto snahy zmařeny. Až 16. května 1641 na svátek nejsvětější Trojice bylo do Nové Říše uvedeno 8 řádových kněží ze Zábrdovického kláštera. Tím byl klášter definitivně proměněn na klášter mužský. Začátky jejich působení ale byly oslabovány trvající třicetiletou válkou. Roku 1645 přitáhli do Nové Říše Švédové a klášter, městečko i okolí znovu vyplenili. I přes nepřízeň neustálých válek, pohrom, neúrody, i vysokých daní, kvůli kterým žil klášter v neustálé finanční tísně, se řeholní bratři v čele s proboštem Matoušem pustili do velkého díla. Na místě starého sešlého chrámu začali budovat novou stavbu, která

byla započata roku 1677 za přispění četných dobrodinců. Těsně před ukončením celé stavby roku 1683 ale v městečku vypukl oheň, který strávil 17 domů, klášter i kostel a klenba téměř hotového kostela se zřítila. V jedné klášterní cele byl zázrakem zachráněn obraz Bolestné Panny Marie visící na konopném laně, i když vše okolo zcela shořelo. Tento obraz dodnes visí v kostele v boční kapli. I přes tuto ránu se bratři dali s novou neúnavnou energií znova do práce. Chrám byl tak dokončen roku 1688, ale na vnitřní výzdobě se ještě pracovalo několik let.

27. prosince 1733 bylo proboštství povýšeno na opatství a prvním novoříšským opatem se stal tehdejší probošt Augustin. Druhým opatem byl zvolen všestranný novoříšský rodák Josef Bernard Pelikán, kterému vděčíme za vznik mnohých staveb. Za jeho působení vznikla mimo jiné kaplička V Lipách, či fara v nedaleké Staré Říši. V roce 1800 bylo v Nové Říši zřízeno gymnázium a šlechtický konvent. Mnoho žáků ale na studiích vydržoval samotný klášter, a proto kvůli válkám a neustálé finanční tísní, bylo další vydržování studentů již nemožné, a tak muselo být gymnázium již po osmi letech zrušeno. Roku 1802 byla započata stavba nové prelatury, ale roku 1813 postihl celou Novou Říši další strašlivý požár. Ten zničil nedostavěnou prelaturu, chrámovou střechu i věže, ale shořela i část vzácné knihovny i farní matriky. Kvůli náročným opravným pracím se klášter musel znovu zadlužit a z dluhů se dostal až v roce 1844. [35] [36]

Avšak pokojný rozkvět překazila nová vlna pohrom. V květnu 1942 byl klášter přepaden jednotkami SS a proměněn na středisko organizace Hitlerjugend. Jedenáct premonstrátských bratří bylo zatčeno a byli převezeni k výslechu do Kounických kolejí v Brně. Tři novicové byli poté propuštěni, ale ostatní byli převezeni do Osvětimi, kde pět z nich našlo smrt. Dva byli usmrceni injekcí, jeden v plynové komoře, další zemřel na úplavici a nejmladší z kněží Siard Nevrkla byl ubit lopatou. Zbytek komunity byl v srpnu 1943 převezen do Buchenwaldu a Dachau kde se dožili konce války. Po návratu přeživších do kláštera však přišla další rána. V roce 1950 měli být v klášteře údajně nalezeny ukryté zbraně a kněží byli pozatýkáni a obviněni z velezrady a špionáže. Byla to jen ospravedlňující zástěrka cílené likvidace řádových komunit. V tomto vykonstruovaném procesu byl tehdejší opat Machálka odsouzen k 25 letům vězení a i ostatní bratři dostali dlouhé nespravedlivé tresty. Klášter byl zcela uzavřen a veškerý majetek byl zabaven. Na čtyřicet let se z kláštera stalo vojenské skladiště. Teprve 1. března 1991 byly zchátralé a zdevastované budovy navraceny zpět řádu.[13]

Od té doby se nevelká komunita bratří snaží klášteru navrátit zašlou slávu. I když je to nelehká práce, největší a nejnutnější opravy jsou již víceméně hotové, ale neustálá práce na opravách přesto nekončí. I v nevelkém počtu tito řádoví bratři spravují pět okolních farností a dokonce organizují různé akce pro děti, rodiny s dětmi i postižené lidi. Část kláštera byla bezplatně převedena obci, a díky tomu v této části mohl vzniknout dům s pečovatelskou službou, který byl otevřen 30. července roku 2004. Provozovatelem je Oblastní charita Jihlava. Tento prostor byl později, pro využití volného času k zájmovým činnostem, přejmenován na Domov svaté Alžběty. Současným opatem je Marian Rudolf Kosík, který tuto funkci zastává již od roku 1999.

1.2 Opatský kostel sv. Petra a Pavla

V letech 1677–1707 byl při klášteře stavěn nový monumentálně koncipovaný klášterní kostel sv. Petra a Pavla, v náhradu za původní kostelík z roku 1504, pod vedením stavitele Pavla Weinbergera. Stavba byla pozdržena ničujícím požárem roku 1683, kdy se mimo jiné zřítily i chrámová klenba téměř hotového kostela. Po požáru stavbu dokončoval stavitel Bartoloměj Hassier.



Obr. 4: Kostel sv. Petra a Pavla z ulice Krasnické

Kostel je barokní jednolodní stavbou, se dvěma bočními kaplemi a dvěma kvadratickými věžemi. Spojovací chodbou je spojen s klášteřem. Je 45 m dlouhý a široký 12 m v hlavní lodi a 9 m v presbytáři. Věže jsou vysoké 51 metrů.

Nad hlavním oltářem visí obraz svatých Petra a Pavla od benátského malíře Adama Enze z roku 1705. Hlavní výzdoba kostela byla za doby opata J. B. Pelikána svěřena Johannu Lukasovi Krackerovi ze Znojma. Na klenbě presbytáře se nachází výjev odevzdání klíčů nebeského království sv. apoštolovi Petrovi. Freska je doplněna čtyřmi postavami nad pilíři presbytáře představující Evropana, Asiata, Afričana a Američana jako rozšíření církve do všech částí známého světa. Na stropu lodi je zobrazeno duchovní obrácení Šavla z Tarzu později sv. Pavla. V boční kapli Bolestné Panny Marie je vyobrazen hořící keř se jménem Panny Marie a nad kaplí se nachází latinský nápis: „*Vadam et videbo, quare non comburatur rubus.*“ v překladu „Půjdu a spatřím, proč neshoří keř.“ V této kapli je totiž umístěn milostný obraz bolestné Panny Marie, který zázračným způsobem přečkal ničující požár z roku 1683 v jedné klášterní cele zavěšen na konopném laně, i když vše okolo shořelo. Naproti této kapli se nachází kaple sv. Kříže. Kracker obohatil interiér i o řadu obrazů. Jeho dílem jsou mimo jiné obrazy 13 světců z řádu sv. Norberta visící mezi vrchními okny kolem celého kostela

nebo obrazy na bočních oltářích: Zvěstování Panny Marie, Úmrtí sv. Josefa, sv. Norberta a sv. Jana Nepomuckého. Na chóru je pak vyobrazena stojící postava. Dle ústní tradice je to portrét Krackera hledícího na své dílo, malovaný jeho dcerou.

Mezi cenné zařízení patří vyřezávané chórové lavice z roku 1696 z Horní Slatiny a zejména mistrovské řezbářské dílo – kazatelna, která pochází z doby kolem roku 1700 a překypuje bohatou figurální a rostlinou výzdobou. Je zdobena sochami čtyř evangelistů, světců a světic a velkého množství andílků. Polovypuklá řezba křížové cesty je dílem Františka Bílka a Viktora Förstra. Opomenout nelze ani varhany jakožto dílo novoříšského varhanáře Bedřicha Semráda.

Mezi kostelem a konventem se nachází nejstarší část kláštera – kaple sv. Anny Samotřetí. Její výzdoba pochází ze 17. století. V kapli na oltáři stojí socha z přelomu 14. a 15. století. Je tesaná z jednoho kusu kamene a znázorňuje sv. Annu držící v jedné ruce Pannu Marii a v ruce druhé Božské dítě.

1.3 Drobné církevní objekty

V Nové Říši je možné nalézt i několik drobných památek. Za vznik mnohých objektů vděčíme opatům premonstrátského kláštera a různým mecenášům. Mezi takovéto památky patří kaple, kapličky, poklony a boží muka, sochy či nespočetná řada různých křížů. Tyto drobné stavby jsou v obci nepravidelně rozmístěny a každý objekt má svou vlastní historii. Fotografie jednotlivých památek se nacházejí v obrázkové příloze.

- *Kalvárie*

Křížová cesta z roku 1873 neboli Kalvárie vede na zdejší vrch zvaný Spravedlnost. Křížová cesta se skládá z 10 dochovaných výklenkových kapliček (poklon) a kříže, který byl postaven o 10 let dříve. Díky projektu „Kalvárie znovu ožívá“ se tato památka v roce 2013 dočkala celkové rekonstrukce a v nejbližší době má dojít i k dostavbě chybějících poklon, které se nedochovaly.

Prostorový model Kalvárie byl zpracován v rámci bakalářské práce GIS drobných historických objektů na Novoříšsku.

- *Kaple Panny Marie*

Drobná kaplička půlkruhového půdorysu z 2. poloviny 18. století byla postavena opatem J. B. Pelikánem k počtě Panny Marie na základě osobně prožitého zjevení. Kaple se nachází poblíž silnice směrem na Krasonice, a protože stojí na kopci, kam vede lipová alej, říká se jí též „Na kopečku“ nebo „V Lipách“. Kaple je zdobena freskou znázorňující zjevení Panny Marie Pasáčkovi s ovečkou.

- *Kaple sv. Jana Křtitele*

Kapli z roku 1886 nechal na své náklady vystavět opat A. P. Hauber na místě, kde jako malý pásl dobytek. Stojí na nejvyšším vrchu Nové Říše, na Polance, kterému se podle kapličky lidově říká „U Jána“. Nad průčelím kaple se nachází obraz sv. Rosálie. Uvnitř kaple je na stropě freska Panny Marie s Dítětem a malým Janem Křtitelem. Nad oltářem pak visí obraz Křtu Páně.

- *Poklona sv. Máří Magdaleny*

Drobná členitá výklenková kaplička (poklona) z 18. století se nachází po pravé straně při silnici na Krasonice k bývalé kapli sv. Magdalény – nyní hájovna. Ve výklenku je umístěn obraz sv. Marie Magdalské.

- *Poklona Matky Bolestné*

Po pravé straně silnice směrem na Telč stojí poklona z 18. století. Ve výklenku je vyobrazena Pieta s nápisem „*Mater Dolorosa*“ což znamená Matka Bolestná.

- *Poklona Panny Marie*

Jednoduchá kaplička (poklona) se nachází na soukromém pozemku patřící k domu č. p. 224 (rodina Baďurova). Kaplička vznikla roku 1946 jako poděkování za šťastný návrat z války. Ve výklenku je ikona Matky ustavičné pomoci od Anny Florianové.

- *Socha sv. Floriána*

Patron hasičů z roku 1761 je umístěn ve středu parčíku na náměstí. Na čtyřbokém projmutém podstavci je latinský nápis, který v překladu znamená: „*Bohu nejvyššímu a svatému Floriánu nechal postavit opat Josef Pelikán – od kanonie a obyvatel Tobě navždy oddaných – nebe strážci milostivému podle zbožného slibu roku 1761 – svatý Floriáne trestej oheň, odvrát požár.*“

- *Socha sv. Jana Nepomuckého*

Před průčelím kostela sv. Petra a Pavla stojí socha z roku 1718. Jedná se o sochu sv. Jana Nepomuckého, jednoho z hlavních zemských patronů a patrona mnoha profesí (kněží, zpovědníků, poutníků, ...). Na podstavci jsou ze všech stran vyryty modlitby a socha je lemována balustrádou.

- *Pomník padlým*

Pomník padlým v 1. světové válce byl odhalen 4. srpna 1929. Nachází se ve spodní části parčíku na náměstí. Nápis hlásá: „*Na rovech Vašich nám nový život vzrostl.*“ a další nápis pak „*1914 hrobům v dáli 1918*“. Na podstavci stojí žena s dítětem v náručí hledící do dále.

- *Boží muka*

Jednoduchá Boží muka ukončena lucernou byla postavena při polní cestě směrem do „Ochozi“. Rok vzniku ani zakladatel není znám.

- *Kříže*

V okolí Nové Říše se nachází celá řada křížů. Každý z nich má svůj vlastní příběh. Za zmínku stojí například kříž na kalvárii z roku 1863, který je součástí křížové cesty.

Mnoho z těchto památek je zapsaných na státním seznamu chráněných památek (viz. tabulka č. 1). Všechny objekty byly zapsány před rokem 1988 a památkami jsou od 3. 5. 1958. [33]

Podrobnější informace o těchto památkách jsou popsány na vytvořených webových stránkách a v informační brožurce. Ta byla vyhotovena pro bližší seznámení s objekty. Brožurka je součástí přílohy a dá se též stáhnout z webových stránek.

Tab. 1: Chráněné objekty na Novoříšsku [33]

Číslo rejstříku	Název okresu	Sídelní útvar	čp.	Památka	Ulice,nám./umístění
17689 / 7-5030	Jihlava	Nová Říše		kaple sv. Kříže	SZ od obce směrem na Vystrčenovice
19137 / 7-5031	Jihlava	Nová Říše		kaple P. Marie	v lese směrem na Krasonice
23640 / 7-5037	Jihlava	Nová Říše		sýpka kontribuční	při silnici ke Staré Říši
25253 / 7-5042	Jihlava	Nová Říše		výklenková kaplička - poklona	JV od obce, směr Krasonice
27156 / 7-5034	Jihlava	Nová Říše	čp.5	hosпода U Zlatého lva	Náměstí
27658 / 7-5025	Jihlava	Nová Říše	čp.1	klášter premonstrátský	U Kláštera
28145 / 7-5043	Jihlava	Nová Říše		křížová cesta	směr Zdeňkov
31667 / 7-5044	Jihlava	Nová Říše		smírčí kámen	směr Zdeňkov
32254 / 7-5035	Jihlava	Nová Říše	čp.31	rodinný dům	Březinova
33799 / 7-5041	Jihlava	Nová Říše		kaplička	SZ okraj obce, směr Vystrčenovice
35349 / 7-5040	Jihlava	Nová Říše		socha sv. Floriána	Náměstí
41432 / 7-5033	Jihlava	Nová Říše	čp.3	škola	na návrší v obci naproti premonstrátskému klášteru
46953 / 7-5032	Jihlava	Nová Říše		kaple sv. Jana Křtitele	JV od obce směrem na Krasonice
86875 / 7-5039	Jihlava	Nová Říše		socha sv. Jan Nepomucký	U Kláštera

2. Prostorové modely

Mluví-li se o prostorových objektech, je nutné si nejprve vysvětlit, co to prostorový objekt je. Jedná se o objekty v trojrozměrném prostoru. Tento prostor se označuje jako 3D, kde písmeno D označuje dimenzi neboli rozměr. Model tak lze chápat jako těleso či hmotný předmět s určitým objemem, nebo též jako množinu bodů v prostoru splňující určitá kritéria. Definuje-li se relace sousednosti bodů, pak se dá na těleso pohlížet jako na sjednocení dvou disjunktních množin a to množiny vnitřních a hraničních bodů, pro něž platí přesně daný vztah sousednosti [62]. Každý vnitřní bod může sousedit pouze s vnitřním nebo hraničním bodem. Hraniční body pak sousedí minimálně s jedním hraničním, vnitřním a vnějším bodem. Těleso je tak chápáno jako spojitý útvar vytvořený jediným celkem, v kterém se mohou, ale nemusí, nacházet otvory. Tato definice vylučuje jako tělesa úsečky a křivky v prostoru, ale též i části rovin a obecné plochy. Nemají totiž žádné vnitřní body, ale jsou důležité k popisu hraničních bodů.

Tělesa jsou tedy ohraničena plochami – množinou hraničních bodů. Hraniční plochy mohou být tvořeny různými obrazci od trojúhelníků, čtyřúhelníků až po různé n-úhelníky. Všechny tyto hraniční plochy jsou dvourozměrné obrazce, které jsou ohraničeny jednoduššími tvary a to úsečkami. Ty se pak skládají z bodů.

Prostor je prostředí, které lze popisovat n-rozměry neboli dimenzemi. Dimenze je značena velkým písmenem D. Nejpoužívanějšími typy prostoru jsou [58]:

- a) bezrozměrný prostor (0D) – nemá žádný rozměr – př. bod
- b) jednorozměrný prostor (1D) – má pouze délku – př. úsečka
- c) dvourozměrný prostor (2D) – má délku a šířku – př. čtverec
- d) třírozměrný prostor (3D) – má délku, šířku a hloubku – př. krychle
- e) čtyřrozměrný prostor (4D)
 - a. 3D + vzdálenost u Euklidovského prostoru
 - b. 3D + čas u Minkowského prostoru (slouží k popisu časoprostoru ve speciální teorii relativity [60])

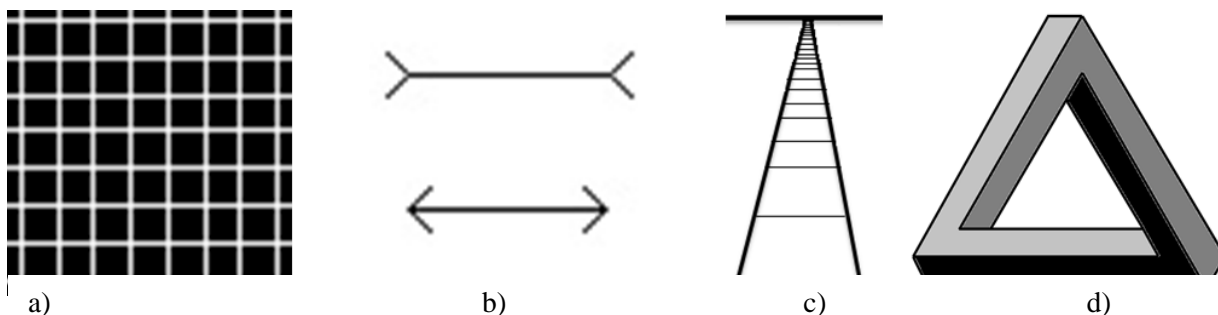
2.1 Optické klamy

Optické klamy nebo též optické iluze jsou založeny na nesprávném vnímání reality. Lidské oko vnímá skutečný obrázek jinak, než jaký je ve skutečnosti a mozek si mnohé doplní například podle předchozích zkušeností. Už jenom fakt, že svět se sleduje očima, které se nacházejí kousek od sebe, zajišťuje, že jsme schopni vnímat okolí prostorově. Dalo by se říct, že svět tak vnímáme z podoby středového promítání, které se snaží lidskému oku co nejvíce přizpůsobovat – napodobit ho.

Optické klamy lze rozdělit například podle zaměření matení lidského mozku na:

- a) *Matení barvou* – např. Hermanova mřížka [23] – zobrazení neexistujících bodů na mřížkových průsečících světlých čar na tmavém pozadí

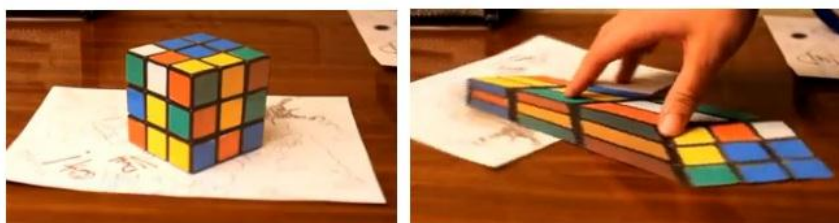
- b) *Matení tvarem* – např. 2 šipky s obrácenou špičkou – zdánlivě se jedna jeví delší než druhá
- c) *Chybné vnímání perspektivy* – např. sbíhavost rovnoběžných linií
- d) *Grafický paradox* – např. Penroseův trojúhelník [60] – spojení 3 úseček v pravých úhlech a přesto spolu vytvářejí trojúhelník



Obr. 5: Optické klamy: a) Hermanova mřížka, b) stejně velké šipky, c) koleje protínající se v nekonečno, d) Penroseův trojúhelník (inspirováno z [60])

Toto rozdělení je jen velmi zjednodušené a může docházet i k prolínání (např. barva a tvar). Velké množství různých optických klamů se dá najít na mnohých webových stránkách například na [23].

Za zmínku stojí hlavně optické klamy založené na *vnímání perspektivy*. Díky tomuto vnímání si lidský mozek většinou dokáže představit trojrozměrný objekt i v dvourozměrném prostoru. Například na fotografii, papíru, tabuli či na monitoru počítače. Příkladem může být třeba obyčejná namalovaná krychle (viz krychle v rovnoběžném promítání na obrázku 28). Ale i zdánlivě dokonalý prostorový model se může pod jiným úhlem jevit jako něco zcela jiného (viz obrázek 6). A tak ne vše, co se oku a mozku jeví jako prostorový model, musí nutně prostorové být. Podobný způsob klamů je využíván i např. u zdánlivě prostorových obrázků malovaných na ulicích. Mnoho takovýchto jevů je možné shlédnout na serveru YouTube [61].



Obr. 6: Optický klam s krychlí [61] – dva stejné obrázky pod jiným úhlem

Následující text byl z velké části inspirován internetovými stránkami FotoRoman perspektiva na fotografii z [37].

Fotografie a obrázky, jakožto dvourozměrné zachycení skutečnosti, nenesou o prostoru plnohodnotnou informaci. Přesto zachycují řadu nástrojů, který 3D prostor mohou vyjádřit. Pro doplnění třetího rozměru je zapotřebí využít různých iluzí, které vycházejí z lidského vnímání prostoru.

Mezi takovéto iluze patří třeba:

- a) Lineární perspektiva
- b) Vzdušná perspektiva
- c) Zákryt
- d) Stíny
- e) Hloubka ostrosti

Lineární perspektiva se může vnímat jako změna velikosti předmětů a sbíhavost linií. Obě věci spolu zcela souvisejí. Ačkoliv jsou dvě věci stejně velké, tak díky perspektivě se jeví velikost různá. Bližší předměty jsou větší, vzdálenější menší. Stejně tak i dlouhé linie (silnice, části budov – věže, atd.) se díky perspektivě sbíhají, i když jsou ve skutečnosti rovnoběžné. Tento jev je známý a zcela běžný. Mozek si tuto skutečnost na základě předchozích zkušeností doplní a člověk si tak prostor může představit. Se sbíhavostí linií souvisí i úběžník. Je to bod, ke kterému se všechny liniové prvky sbíhají. Úběžník může být jeden, nebo i více. Více o perspektivě se nachází v kapitole 3.2 Středové promítání.

Dobře si to lze představit například na následujících příkladech převzatých z [37].



Obr. 7: Sbíhavost linií [37]



Obr. 8: Jednouběžníková perspektiva [37]



Obr. 9: Dvouúběžníková perspektiva [37]

2.2 Metody tvorby 3D modelů

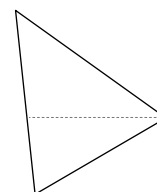
Pojmem modelování se rozumí proces tvarování a vytváření trojrozměrných modelů, který může být reprezentován několika způsoby [1]. Model může být vytvořen například na počítači pomocí modelovacího nástroje (grafického softwaru), na základě počítačové simulace, podle dat z reálného světa, ale také z papírů či jiných materiálů. Tato práce se dále zabývá hlavně tvorbou dat pomocí grafického modelovacího nástroje.

Asi nejobvyklejší reprezentací tvaru tělesa je tzv. hraniční reprezentace. Další metody jsou například konstruktivní geometrie či modelování pomocí deformací.

Dříve než se přistoupí k popisu samotných těles, je potřeba se něco dozvědět i o popisu plochy (reprezentaci povrchu) a ukládání prostorových dat. Povrch může být reprezentován mnoha způsoby od trojúhelníků až po různé n-úhelníky tvořící síť. Síť se dá chápat jako množina n-úhelníků, které sdílejí své hrany. Nejznámější je popis trojúhelníkovou sítí. Trojúhelník je základ většiny reprezentací, protože je vždy konvexní a jeho vrcholy leží v rovině, zároveň se rychle vyplňuje a je tak vhodný pro různé algoritmy.

2.2.1 Trojúhelníky a sítě trojúhelníků

Jak již bylo řečeno, trojúhelník je základ většiny reprezentací díky své jednoduchosti a výborným vlastnostem. Na rozdíl od obecných mnohoúhelníků je vždy konvexní a jeho vrcholy leží v rovině. Pro vyplňování trojúhelníků existuje celá řada velmi rychlých algoritmů, a je proto ideální pro zobrazování v počítačové grafice. Na rozdíl od obecných tvarů totiž odpadá například problém řazení průsečíků. Jeden z možných algoritmů - *algoritmus řádkového rozkladu* lze efektivně upravit tak, že se trojúhelník rozdělí na dvě elementární části pomocí vodorovného řezu procházejícího vrcholem, jehož y-ová souřadnice se nachází mezi zbylými vrcholy, jak je znázorněno na obr. 10. Podle řádkového algoritmu je vodorovná hrana vynechána a trojúhelníky jsou popsány jen dvěma hranami, mezi nimiž dojde k vyplnění plochy. Algoritmus řádkového rozkladu je definován kroky [62]:

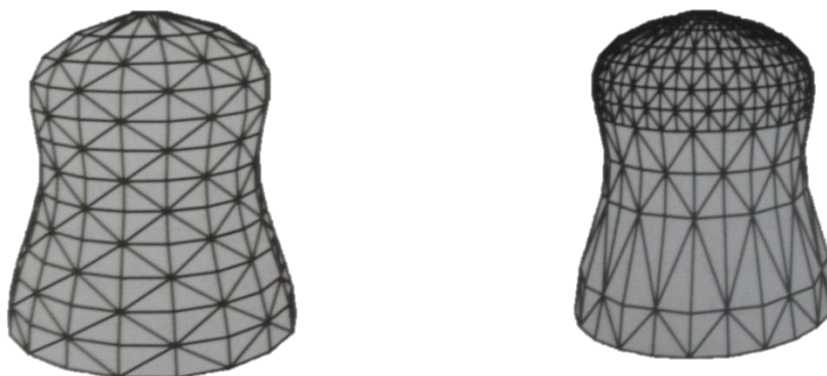


Obr. 10: Rozdělení trojúhelníku

1. Pro všechny hraniční úsečky ověř:
 1. je-li vodorovná, vynech ji (případně vykresli)
 2. uprav orientaci shora dolů
 3. aktualizuj mezní souřadnice hranice y_{\max} a y_{\min} .
2. Pro y od y_{\min} do y_{\max} proved':
 1. nalezni průsečíky hraničních úseček s řádkem y , vynech ty, jež procházejí koncovým bodem hraniční úsečky
 2. uspořádej všechny průsečíky podle souřadnice x .
 3. vykresli úseky mezi lichými a sudými průsečíky.
3. Vykresli hranici oblasti, je-li třeba.

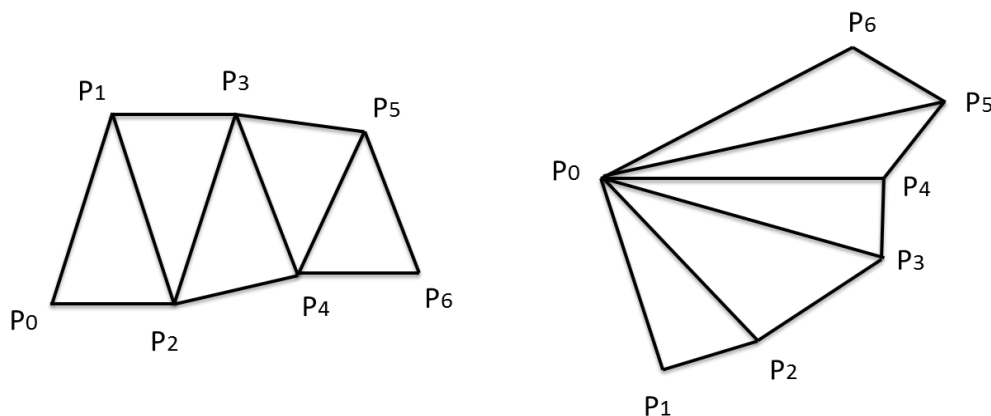
Algoritmus se pak dá naprogramovat v jednotlivých programovacích jazycích. Kód v jazyce C# je dostupný například na internetových stránkách [17].

Sít' je tedy chápána jako množinu trojúhelníků, které sdílejí své hrany. Datová struktura popisující sít' se dělí na dvě logické části a to na *geometrickou* a *topologickou*. V geometrické části jsou zaznamenány souřadnice vrcholů jednotlivých trojúhelníků a topologická část udává informaci o tom, které vrcholy tvoří trojúhelník, případně které trojúhelníky spolu sousedí. Toto rozdělení je vhodné pro různé operace například pro geometrické transformace, kdy se topologická část nemění, a jen se vypočítávají nové souřadnice vrcholů.



Obr. 11: Sít' trojúhelníků pokrývající plochu: pravidelně vlevo, podle křivosti vpravo [62]

Při tvorbě sítí se sledují dvě základní pravidla a to *optimalizace* a *uspořádání* trojúhelníků. Optimalizaci lze chápat jako snahu o co nejpřesnější vyjádření tvaru při co nejmenším počtu trojúhelníků. Proto je vhodné plochu v místech s větší křivostí pokrýt hustěji, to znamená více menšími trojúhelníky a naopak v místech s malou křivostí postačí několik málo větších trojúhelníků. Na obrázku č. 11 je vidět stejná plocha, ale s různou přesností. Druhý požadavek uspořádání souvisí s topologií. Jedná se o popis sítě pomocí jedné lineární struktury tak, aby byl minimalizován počet operací prováděných s jednotlivými vrcholy sítě. To znamená, že základním úkolem je nalézt optimální množinu či posloupnost souřadnic vrcholů. Tyto množiny se rozdělují na *pruhy trojúhelníků* (*triangle strip*) nebo *vějíře trojúhelníků* (*triangle fan*). Datová struktura je tak posloupností souřadnic vrcholů, kdy každý vrchol tvoří spolu se dvěma předchozími vrcholy jeden trojúhelník viz. obr. č. 12.



Obr. 12: Posloupnost trojúhelníků: pruhy trojúhelníků vlevo a vějíř trojúhelníků vpravo

Asi nejznámější reprezentací povrchů je *nepravidelná trojúhelníková síť* (Triangulated Irregular Network) neboli zkráceně *TIN*. Je to digitální datová struktura používaná v geografických informačních systémech (GIS) pro reprezentaci povrchu. Tvoří jej nepravidelně rozmístěné uzly a linky s trojrozměrnými souřadnicemi (x, y, z), které jsou uspořádány v síti nepřekrývajících se trojúhelníků [60]. Existuje celá řada algoritmů pro výpočet trojúhelníků neboli *triangulace*. V době laserového skenování, modelování, simulací a počítačové grafiky, či tvorby digitálního modelu terénu, aproximací ploch atd. je triangulace velmi důležitá a neocenitelná. Hlavní požadavky na výpočetní algoritmy je jednoduchost, snadná implementace, dostatečná rychlost a jednoznačnost.

Triangulace \mathcal{T} se definuje jako množina bodů $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ v rovině představující takové planární rozdělení, které vytvoří soubor m trojúhelníků $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ tak, aby platilo [4]:

- Libovolné dva trojúhelníky $t_i, t_j \in T, i \neq j$ mají společnou nejvýše hranu nebo vrchol
- Sjednocení trojúhelníků je souvislá množina ve 2D (obecně nemusí být konvexní a může obsahovat díry)
- Uvnitř žádného trojúhelníku neleží žádný další bod z P

Existuje celá řada kritérií, která se kladou na výsledné generované trojúhelníky. Většinou se jedná o variantu minimální a maximální hodnoty daného údaje. Mezi nejčastější kritéria patří například:

- Úhel v trojúhelníku
- Výška v trojúhelníku
- Poloměr vepsané kružnice
- Poloměr opsané kružnice
- Plocha trojúhelníku

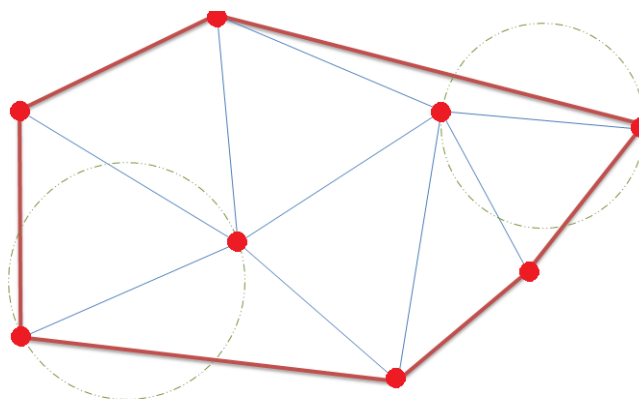
Podle geometrické konstrukce se triangulace rozdělují na:

- a) Greedy triangulace
- b) Delaunay triangulace
- c) Minimum Weight triangulace
- d) Triangulace s povinnými hranami
- e) Datově závislá triangulace

Nejpoužívanější a v mnoha případech standardizovanou triangulací je *Delaunay triangulace* (dále jen \mathcal{DT}), která má jako hlavní kritérium maximalizaci minimálního úhlu v trojúhelníku. Příliš ostré, nebo naopak příliš tupé, úhly v trojúhelníku jsou tvarově nežádoucí, a proto je snahou je z výsledného popisu plochy vyloučit. U \mathcal{DT} se výsledné

trojúhelníky nejvíce blíží rovnostranným trojúhelníkům, ale stále se jedná o nepravidelnou síť. Základními kritérii \mathcal{DT} jsou [4]:

- Uvnitř kružnice opsané libovolnému trojúhelníku $t_j \in \mathcal{DT}$ neleží žádný jiný bod množiny \mathcal{P} .
- \mathcal{DT} maximalizuje minimální úhel v $\forall t$, ale \mathcal{DT} neminimalizuje maximální úhel v t .
- \mathcal{DT} je lokálně i globálně optimální vůči kritériu minimálního úhlu.
- \mathcal{DT} je jednoznačná, pokud žádné čtyři body neleží na kružnici.



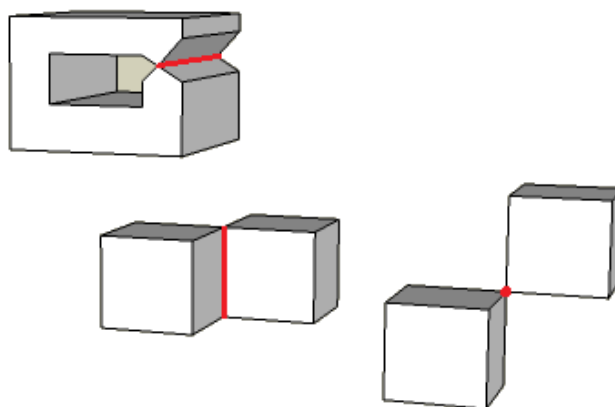
Obr. 13: Delaunay triangulace

2.2.2 Hraniční reprezentace těles

Dále je stručně uveden popis samotných těles. Jedna z nejběžnějších reprezentací spočívá v popisu hranice tj. popisu množiny hraničních bodů. Těleso je tak popsáno jako mnohostěn zcela určený svými hranicemi a to hranami, stěnami nebo vrcholy. Informace o vnitřních bodech se neuchovávají. Je to přirozená reprezentace, kdy těleso je zachyceno pomocí jeho obrysu, třeba když se kreslí krychle na papír. Popisem se rozumí topologie a geometrie. Topologie zaznamenává vztahy mezi jednotlivými plochami, hranami a vrcholy. Geometrie pak popisuje přesný tvar a polohu. Prakticky veškeré počítačové modely (například modely z animovaných filmů a her) jsou právě hraniční modely.

2.2.2.1 Modely skutečných těles

Z definice tělesa, jako objektu tvořeného z vnitřních a hraničních bodů, vyplývají velmi široké možnosti vytváření modelů. Mnohé z těchto modelů však nelze ve skutečném světě vyrobit. Tato skutečnost vychází z matematické a geometrické abstrakce, kdy si lze představit například nekonečně tenkou přímku. Tu ale v reálném světě vyrobit nelze. Z tohoto důvodu se zavádí pojem *manifold*, jakožto model, který odpovídá skutečnému tělesu. U takovýchto těles platí, že hrana smí být sdílena pouze se dvěma plochami a jiné plochy neprotíná, a osamocený vrchol nespojuje dvě části tělesa. Tělesa, která nerepresentují skutečný model, se nazývají nonmanifolds.



Obr. 14: Ukázky nonmanifoldů

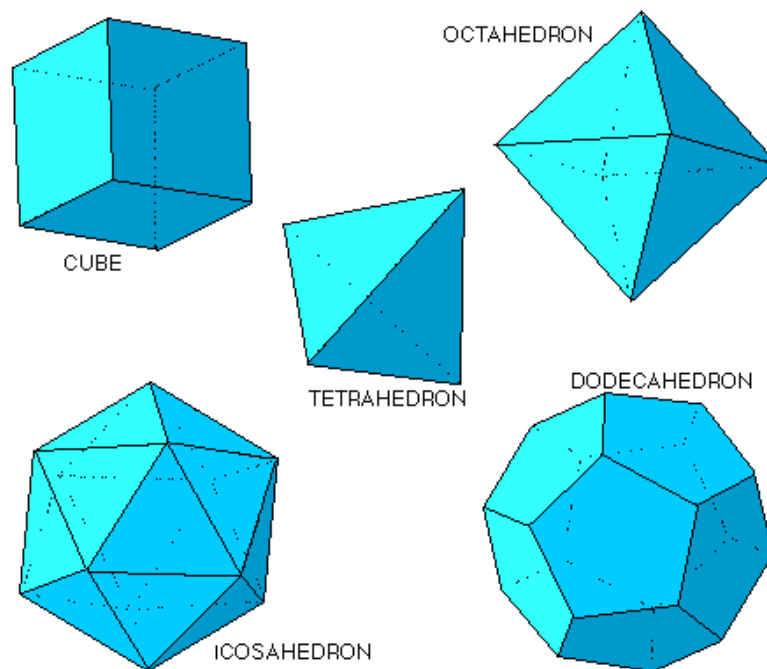
2.2.2.2 Mnohostěny

Těleso ohraničené množinou mnohoúhelníkových stěn se nazývá *mnohostěnem* (*polyedr*). Každou hranu sdílí sudý počet stěn. U manifoldů jsou to právě dvě stěny. Jednoduchým mnohostěnem je chápáno těleso bez děr, které lze volnou plastickou deformací převést na kouli. Těleso s jedním otvorem lze převést na prstenec (*toroid*).

U pravidelných mnohostěňů vychází z každého vrcholu stejný počet hran a stěny musí být tvořeny shodnými pravidelnými mnohoúhelníky. Tato tělesa se nazývají *Platónská* a v trojrozměrném euklidovském prostoru jich existuje přesně pět. Vychází to ze souvislosti počtu hran v jednom vrcholu a počtem hran jedné stěny. Tento vztah popisuje Eulerova věta (viz. kapitola 2.2.2.4 Eulerova věta). V dřívějších dobách byly těmto tělesům přisuzovány i jednotlivé živly (oheň, země, vzduch, voda a vesmír = jsoucno).

Tab. 2: Platónská tělesa [60]

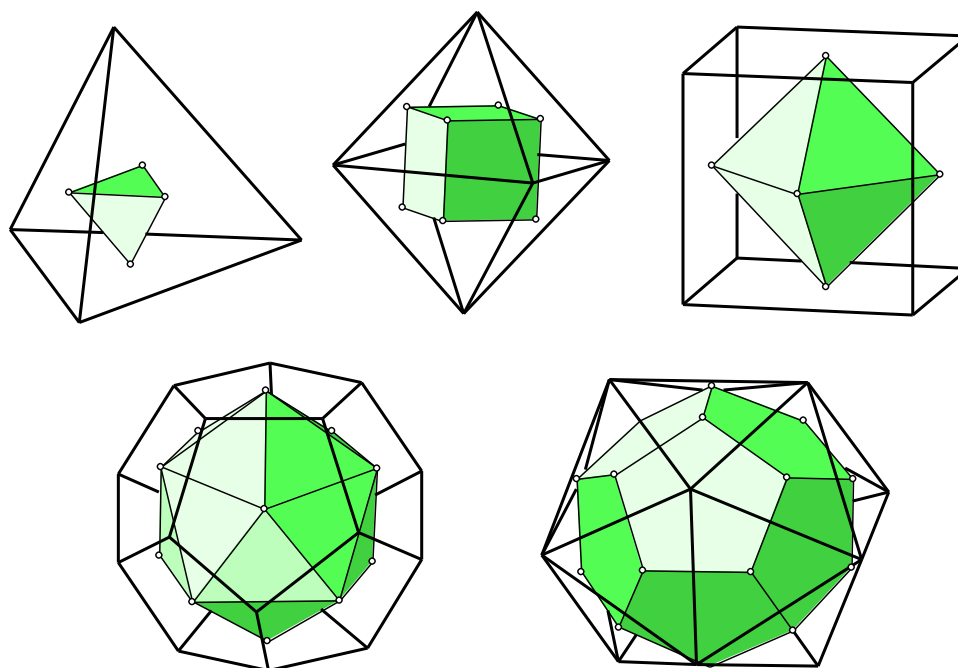
Název tělesa	Počet stěn F	Počet hran E	Počet vrcholů V	Typ stěny	Počet hran vycházející z vrcholu
Čtyřstěn (tetraedr)	4	6	4	Trojúhelník	3
Šestistěn krychle (hexaedr)	6	12	8	Čtverec	3
Osmistěn (oktaedr)	8	12	6	Trojúhelník	4
Dvanáctistěn (dodekaedr)	12	30	20	Pětiúhelník	3
Dvacetistěn (íkosaedr)	20	30	12	Trojúhelník	5



Obr. 15: Platónská tělesa [38]

Vzhledem k vysoké symetrii se tato tělesa objevují například v molekulární fyzice a chemii, zároveň mnoho krystalů krystalizuje právě do forem těles Platónských.

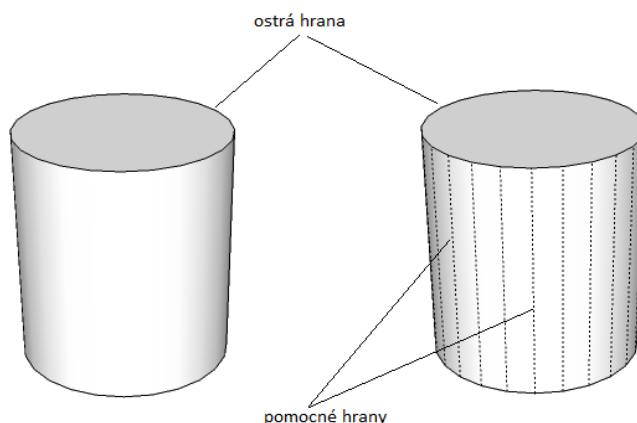
S mnohostěny souvisí i tzv. *dualismus*. Duální mnohostěn je takový, který vznikne z původního mnohostěnu tak, že se spojí středy sousedních stěn. Tento jev vyplývá z tabulky č 2, kde je vidět, že počet stěn a počet vrcholů jsou u těles přesně naopak. Šestistěn (krychle) je tak duální s osmistěnem a dvanáctistěm s dvacetistěnem. Čtyřstěn je duální sám k sobě, protože má stejný počet vrcholů i stěn.



Obr. 16: Dualita Platónských těles [38]

2.2.2.3 Vrcholy, hrany a stěny

K popisu hranice těles jsou potřeba základní prostorové prvky. Těmito prvky jsou body, úsečky a části rovin, případně i části křivek či ploch. Zakřivené části mohou být aproximovány částí rovinných plošek. Touto aproximací vznikají nové – pomocné hrany. Pokud ale hrany netvoří obrys tělesa, neměli by se vykreslovat. Kritérium vykreslování hran se aplikuje většinou až v zobrazovací fázi. Pokud se úhel svíraný mezi plochami, které s hranou sousedí, neodchyluje od 180° (plný úhel) o víc než zadaná odchylka, pak se hrany považují za pomocné a nevykreslují se. Ostré neboli skutečné hrany jsou vykreslovány vždy.



Obr. 17: Ostré a pomocné hrany

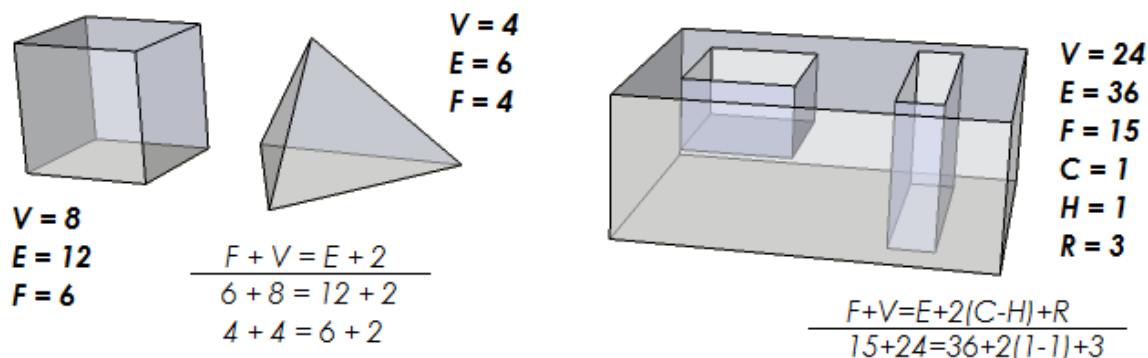
2.2.2.4 Eulerova věta

Vztah mezi počtem vrcholů V (*Vertex*), hran E (*Edge*) a stěn F (*Face*) daného objektu udává Eulerova rovnost [62]:

$$F + V = E + 2$$

Pro tělesa s otvory je nutné definovat zobecněnou Eulerovu formuli. Do rovnice se proto musí přidat další členy. Dále se proto definuje počet vnitřních smyček hran R (*Ring*), počet samostatných komponent tělesa C (*Component*) a počet otvorů v tělese H (*Hole*) jak je vidět vpravo na obrázku 18. Výsledný vztah pak vypadá [62]:

$$F + V = E + 2(C + H) + R$$

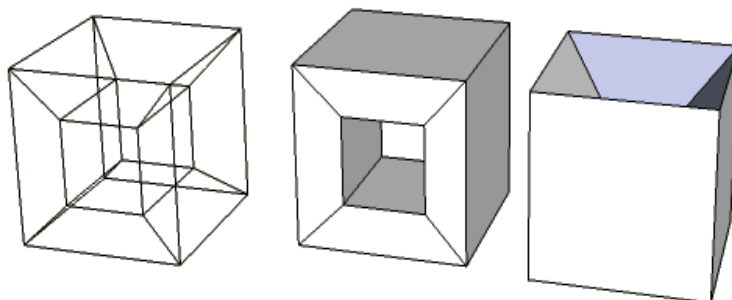


Obr. 18: Mnohostěny a kritérium Eulerovy věty, inspirováno [62]

2.2.2.5 Hranová reprezentace

Jedna z nejstarších a nejjednodušších metod popisu povrchu tělesa spočívá pouze v zápisu hran a vrcholů. Tato metoda se též nazývá *drátěný model*. Struktura zápisu je informačně chudá, ale velmi úsporná. Nevýhodou je, že někdy může být popis nejednoznačný, protože struktura obsahuje minimum topologických informací (obr. 19).

Při implementaci drátěného modelu se vytvářejí dva seznamy. Seznam vrcholů, v němž jsou uloženy souřadnice a seznam hran, který má právě dva ukazatele do seznamu vrcholů.



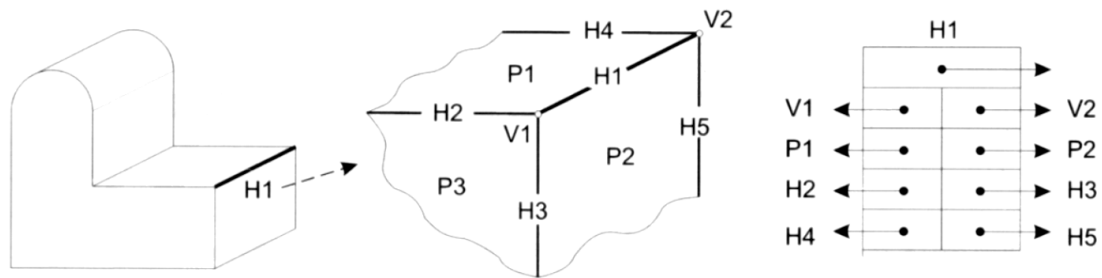
Obr. 19: Drátěný model a jeho nejednoznačnost, inspirováno [62]

2.2.2.6 Plošková reprezentace

Rozšíří-li se struktura drátěného modelu o seznam ploch, dostane se jednoduchá plošková reprezentace. Je to tedy způsob popisu tělesa hranicemi tvořenou plochami. Tyto plochy mohou být tvořeny trojúhelníky, nebo obecnými n -úhelníky. V případě trojúhelníkových plošek má seznam ploch právě tři ukazatele na seznam vrcholů. V případě obecných n -úhelníků má pole ukazatelů na vrcholy dynamickou délku. Z tohoto důvodu jsou trojúhelníky nejčastější a nejvýhodnější reprezentací plošky.

Tato datová struktura poskytuje více informací o tělese, avšak stále nese nedostatek topologických informací. Tento problém řeší tzv. *strukturovaná plošková reprezentace* neboli *okřídlené hrany*. Je to nejznámější komplexní datová struktura, která obsahuje tři seznamy. Seznam vrcholů, seznam okřídlených hran, které ukazují na sousední geometrické elementy (plochy, hrany a vrcholy), a seznam ploch. Tyto tři seznamy jsou hierarchicky uspořádány. Ze seznamu okřídlených hran se dozvíme, jaké jsou její koncové vrcholy (V_1, V_2), s jakými plochami sousedí (P_1, P_2) i informace o dalších čtyřech hranách sousedících s plochami (H_2, H_4 a H_3, H_5) s ohledem na orientaci těchto ploch. Datový záznam hrany je patrný z obrázku č. 20. Datová struktura popisující okřídlené hrany se vyznačuje tím, že geometrické údaje zabírají asi jen čtvrtinu paměti, zbytek slouží k popisu topologie. Ze záznamu okřídlených ploch je tak možné odvodit celou řadu topologických údajů, např. [62]:

- Plochy sousedící s danou hranou
- Plochy incidující s danou hranou
- Plochy stýkající se v daném vrcholu
- Vrcholy a hrany dané stěny



Obr. 20: Datový záznam okřídlené hrany [62]

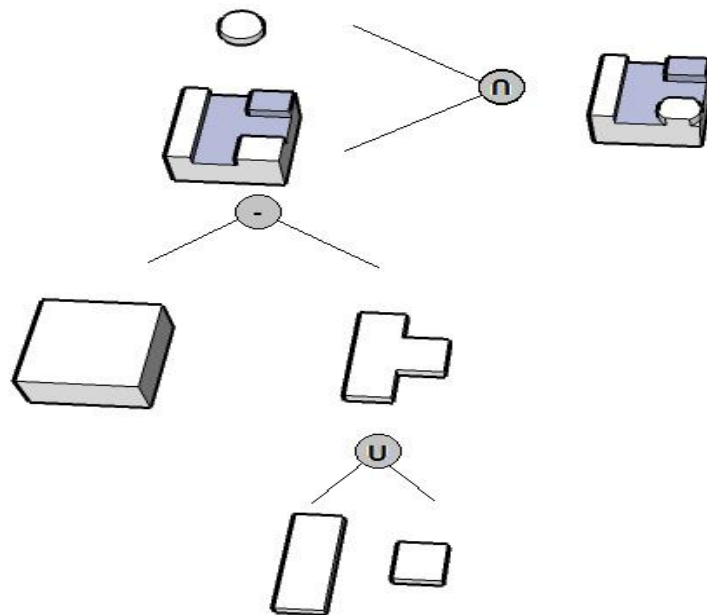
Datová struktura okřídlených hran se omezuje pouze na popis manifoldních těles, protože každá hrana inciduje právě se dvěma stěnami. Toto omezení odstraňuje tzv. *půlhrana*. Každá hrana tělesa je tak rozdělena na n půlhran. Běžná hrana manifoldních těles se zapisuje pomocí dvojice půlhran.

2.2.2.7 Bodová reprezentace

Zvláštním případem hraniční reprezentace ploch je pomocí množiny povrchových bodů. Povrch je tvořen hustým shlukem bodů, kdy každý bod představuje určitou část povrchu a může nést kromě informace o poloze (souřadnice) i další doplňující informace například o barvě. Tato reprezentace ale přináší velké paměťové nároky a to až desítky GB. Množina povrchových bodů může být výsledkem digitalizace nebo různých algoritmů.

2.2.3 Konstruktivní geometrie těles

V oblasti projektování a CAD se tělesa popisují metodou CSG (*Constructive Solid Geometry*) neboli metodou konstruktivní geometrie pevných těles. Tato metoda odráží postupy konstruktérů při navrhování tvaru tělesa. CAD je počítačem podporované projektování, které zastřešuje širokou činnost navrhování. Dá se říct, že se jedná o pokročilé



Obr. 21: CSG strom, inspirováno [52]

grafické programy pro projektování, které se používají místo rýsovacích prken. Nejznámějšími CAD programy jsou například AutoCAD, Allplan či SketchUp (viz. kapitola číslo 4. Grafické softwary CAD).

CSG je založeno na reprezentaci těles stromovou strukturou, tzv. CSG stromem, a uchovává historii dílčích konstrukčních kroků. Modely jsou konstruovány z primitivních geometrických těles (CSG primitiva) jako jsou například koule, kvádr, válec, kužel atd. pomocí různých operací. Tyto operace jsou například sjednocení, průnik či rozdíl a mohou být prováděny jak s CSG primitivy, tak i s celými CSG stromy. Operace zjednodušeně odpovídají reálným pracím: sjednocení může být chápáno jako sváření či lepení, rozdíl se dá představit například jako vrtání a průnik je obdobou zbroušení či oříznutí.

Metoda CSG je metodou tvarování a vytváření, ale pro zobrazování tělesa příliš vhodná není. A to hlavně z důvodu absence vykreslitelných geometrických prvků jako jsou hrany či plochy. I když existují určité metody pro zobrazování CSG těles, jako jsou například sledování paprsku nebo speciální algoritmy, které zviditelňují objem nebo povrch, tak se z důvodu rychlosti CSG stromy nejčastěji převádí do hraniční reprezentace (viz předchozí kapitola 2.2.2 Hraniční reprezentace těles).

2.2.4 Modelování pomocí deformací

Při modelování složitějších tvarů často omezená nabídka primitivních geometrických těles nestačí. Používají se proto i volně tvarovatelné pláty jako jsou třeba Beziérový či NURBS plochy. Díky nim lze vytvarovat i velmi členité povrchy. Ale neustálé skládání malých částí je velmi náročné, časově složité a nepřehledné. Z toho důvodu byly hledány nové metody dodatečného tvarování. Tyto metody jsou označovány jako *deformace*. Rozlišují se deformace lokální a globální. U lokální deformace dochází ke změně tvaru tělesa jen lokálně, v určité oblasti. U globální deformace dochází ke změně celého tvaru tělesa.

2.2.4.1 Barrovy deformace

Jedna z globálních metod deformací, které jsou aplikovány na hotový model a ovlivňují tak změnu tvaru objektu v celém jeho rozsahu jsou Barrovy globální deformace [3].

Jedna z jednoduchých deformací, která ovlivní tvar celého tělesa je *neuniformní změna měřítek* na jednotlivých osách. Tato transformace deformuje prostor lokálních souřadnic objektu a nelze ji lineárně skládat s jinými transformacemi. Nazývá se proto obecně nelineární transformací a má tvar:

$$X = F_x(x), Y = F_y(y), Z = F_z(z)$$

kde $[x,y,z]$ je bod původního tj. nedeformovaného tělesa a $[X,Y,Z]$ je bod deformovaný.

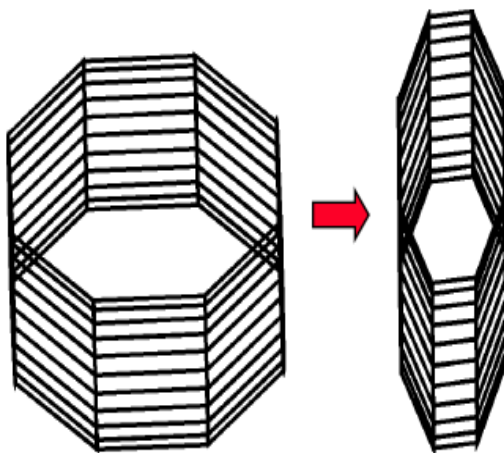
Globální nelineární deformace ale nelze obecně aplikovat na všechny druhy modelů, protože deformace nesmí porušit topologii výchozího tělesa.

Další transformace tohoto druhu jsou například:

a) *Deformace změnou měřítek*

$$X = S_x(x) = s_x x, \quad Y = S_y(y) = s_y y, \quad Z = S_z(z) = s_z z$$

kde s_x, s_y, s_z jsou odpovídající měřítka stlačení/natáhnutí tělesa ve směru příslušné osy souřadnicového systému.



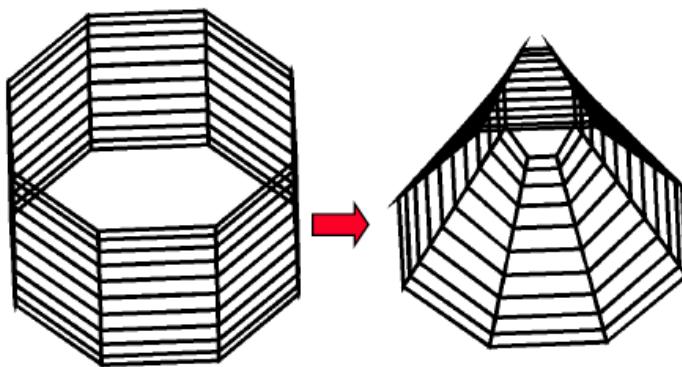
Obr. 22: Deformace změnou měřítka [49]

b) *Deformace zeslabováním, zešpičatěním (tapering)*

Jedná se o deformaci odvozenou ze změny měřítka. Zvolí se osa zeslabování a mění se měřítka zbývajících os. Pro zeslabení ve směru osy z má transformace tvar:

$$X = r_x x, \quad Y = r_y y, \quad Z = z$$

Kde $r_x = f(z), r_y = g(z)$, jsou lineární nebo nelineární zeslabovací funkce.



Obr. 23: Deformace zešpičatěním [49]

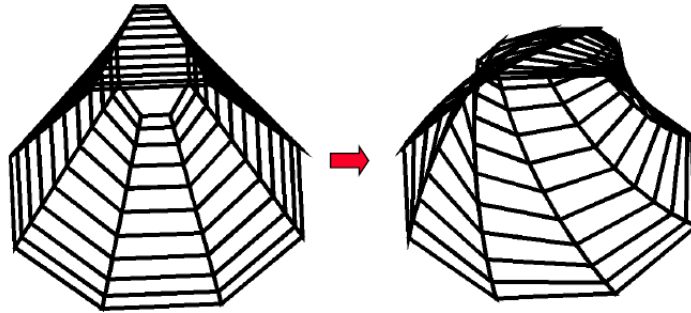
c) *Zkroucení (twisting)*

Diferenciální rotace kolem zvolené osy. Okolo osy z má transformace tvar:

$$X = x \cdot \cos(f(z)) - y \cdot \sin(f(z))$$

$$Y = x \cdot \sin(f(z)) + y \cdot \cos(f(z))$$

$$Z = z$$



Obr. 24: Deformace zkroucením[49]

d) *Ohýbání (bending)*

Jedná se o složenou transformaci, která rozlišuje zónu tělesa ohýbací a zóny tělesa vnější. Ve vnějších zónách dochází k posuvu a natočení, v zóně ohybu ke kruhové deformaci. Pro příklad deformace je uveden vztah ohýbání objektu kolem osy rovnoběžné s osu x a s vymezenými parametry ohnutí ve směru osy y . Ohýbací zóna nedeformovaného tělesa je definována v intervalu [62]:

$$y_{min} \leq y \leq y_{max},$$

Poloměr ohybu je $1/k$, střed ohybu je v bodě $y = y_0$ a úhel ohybu θ je:

$$\theta = k(y' - y_0), \quad y' = \begin{cases} y_{min} & y < y_{min} \\ y & y_{min} \leq y \leq y_{max} \\ y_{max} & y > y_{max} \end{cases}$$

Deformační transformace je určena vztahy:

$$X = x$$

$$Y = \begin{cases} -\sin(\theta) \cdot (z - 1/k) + y_0 + \cos(\theta) \cdot (y - y_{min}) & y < y_{min} \\ -\sin(\theta) \cdot (z - 1/k) + y_0 & y_{min} \leq y \leq y_{max} \\ -\sin(\theta) \cdot (z - 1/k) + y_0 + \cos(\theta) \cdot (y - y_{max}) & y > y_{max} \end{cases}$$

$$Z = \begin{cases} \cos(\theta) \cdot (z - 1/k) + 1/k + \sin(\theta) \cdot (y - y_{min}) & y < y_{min} \\ \cos(\theta) \cdot (z - 1/k) + 1/k & y_{min} \leq y \leq y_{max} \\ \cos(\theta) \cdot (z - 1/k) + 1/k + \sin(\theta) \cdot (y - y_{max}) & y > y_{max} \end{cases}$$

2.2.4.2 Volná deformace

Všestranný nástroj, který lze aplikovat jak na modely CSG, tak na modely popsané hraniční reprezentací, je metoda zvaná *volné tvarování těles (Free-Form Deformation)*, která má zkratku FFD. Touto metodou lze deformovat nejen modely, ale též i plochy nebo části ploch v prostoru.

Pomocí volné deformace se prostor deformuje okolo objektu a tím se deformuje i samotný objekt. Proto je potřeba si nejdříve definovat pomocný souřadnicový systém s počátkem v bodě X_0 , jehož bázi budou tvořit lineárně nezávislé vektory S, T, U , které budou vymezovat rovnoběžnostěn. Vektory přitom nemusí být vzájemně kolmé. Vše uvnitř rovnoběžnostěnu bude podléhat následné deformaci. Každému bodu X se světovými souřadnicemi $[x, z, y]$ náleží souřadnice $[s, t, u]$ v lokálním souřadnicovém systému a platí:

$$X = X_0 + s \cdot S + t \cdot T + u \cdot U$$

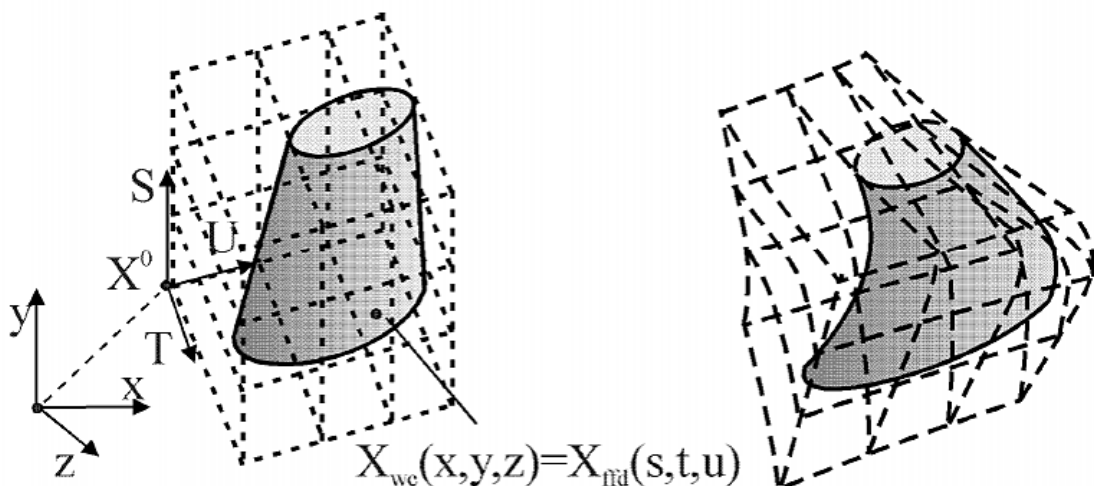
Lokální souřadnice bodu v souřadnicovém systému X_0, S, T, U se vypočítají pomocí známých světových souřadnic bodu X řešením rovnic:

$$s = \frac{T \times U(X - X_0)}{T \times U \cdot S}$$

$$t = \frac{S \times U(X - X_0)}{S \times U \cdot T}$$

$$u = \frac{S \times T(X - X_0)}{S \times T \cdot U}$$

Pro každý bod $[s, t, u]$ rovnoběžnostěnu platí $0 < s, t, u < 1$. Všechny ostatní body, pro které tato podmínka neplatí, leží vně deformované části prostoru.



Obr. 25: Volné deformování tělesa pomocí deformačního kvádrů [49]

Prostor rovnoběžnostěnu se rozdělí na pravidelnou mřížku (*Lattice-Based Freeform Deformation*), která představuje řídicí oblast, jejíž manipulací dochází k výsledné deformaci objektu. Body mřížky $P_{i,j,k}$ jsou určeny jako průsečíky $l + 1$ ve směru S , $m + 1$ ve směru T a $n + 1$ ve směru U a jsou indexovány v rozsahu $i = 0, \dots, l$; $j = 0, \dots, m$; $k = 0, \dots, n$.

Je-li rozdělení rovin ve shodných vzájemných vzdálenostech, pak je umístění řídicích bodů $P_{i,j,k}$ definováno vztahem:

$$P_{i,j,k} = X_0 + \frac{i}{l}S + \frac{j}{m}T + \frac{k}{n}U$$

Pravidelný rovnoběžnostěn obklopující zadané těleso se zdeformuje přemístěním řídicích bodů $P_{i,j,k}$.

2.3 Transformace a rotace modelů

Jedněmi z nejpoužívanějších operací v počítačové grafice jsou geometrické transformace. Lze je rozdělit na lineární a nelineární. Mezi lineární transformace se počítají například posunutí, otočení, změna měřítka či zkosení a všechny operace vzniklé jejich skládáním. Jako nelineární transformace se označují složitější změny tvaru grafických objektů, jako jsou například deformace prostorových modelů nebo warping obrazu (zkroucení, zvlnění, pokrivení). Dále je popisována pouze trojrozměrná lineární transformace.

Transformaci P s kartézskými souřadnicemi $[X, Y, Z]$ je možné popsat jako aplikaci k získání bodu P' se souřadnicemi $[X', Y', Z']$. Transformace objektu je pak aplikace transformace na všechny body, ze kterých se objekt skládá, případně na parametry, které objekt jednoznačně definují.

Pro zjednodušení výpočtu transformací se používají *homogenní souřadnice*, které umožňují vyjádření nejčastějších lineárních transformací pouze pomocí jedné matice. V nehomogenních kartézských souřadnicích to možné není. Bod P s kartézskými souřadnicemi $[X, Y, Z]$ představuje v homogenních souřadnicích uspořádaná čtveřice čísel $[x, y, z, w]$ pro které platí:

$$X = \frac{x}{w}, \quad Y = \frac{y}{w}, \quad Z = \frac{z}{w}, \quad w \neq 0$$

Souřadnice w se nazývá váhou bodu a často se tato váha volí $w = 1$. Bod P je svými homogenními souřadnicemi jednoznačně určen. Lineární transformaci bodu $P = [x, y, z, w]$ na bod $P' = [x', y', z', w']$ reprezentuje obecná matice $\mathbf{A} 4 \times 4$. Speciální případy podle druhu transformace se pak značí písmeny \mathbf{T} (translace, posunutí) nebo \mathbf{R} (rotace, otáčení). Obecnou transformaci lze zapsat [62]:

$$P' = \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ w' \end{bmatrix} = \mathbf{A}_{4 \times 4} \cdot P = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{bmatrix}$$

2.3.1 Posunutí (translate)

Posunutí neboli translace objektu v prostoru je definováno vektorem posunutí $\vec{p} = (X_t, Y_t, Z_t)$, který udává délku a směr posunutí. Všechny body objektu tak změni své

souřadnice o stejnou hodnotu a jsou tak posunuty stejným směrem o stejnou vzdálenost. Tvar ani velikost tělesa se nezmění. Transformační matice posunutí T má tvar [62]:

$$T(X_t, Y_t, Z_t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & X_t \\ 0 & 1 & 0 & Y_t \\ 0 & 0 & 1 & Z_t \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2.3.2 Otáčení (rotation)

Otáčejí-li se všechny body objektu kolem jedné společné osy o stejný úhel, pak se mluví o otáčení neboli rotaci. Tvar a velikost tělesa se otáčením stejně jako posunutím nemění.

Pro definici otáčení jsou nutné matice rotace. V Euklidovském třírozměrném prostoru při rotaci o úhel α kolem osy z jsou definovány vztahem:

$$x' = x \cdot \cos \alpha - y \cdot \sin \alpha$$

$$y' = x \cdot \sin \alpha + y \cdot \cos \alpha$$

$$z' = z$$

Transformační matice rotace R kolem dané osy o daný úhel mají tvar [62]:

$$R_x(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$R_y(\beta) = \begin{bmatrix} \cos \beta & 0 & \sin \beta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \beta & 0 & \cos \beta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$R_z(\gamma) = \begin{bmatrix} \cos \gamma & -\sin \gamma & 0 & 0 \\ \sin \gamma & \cos \gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

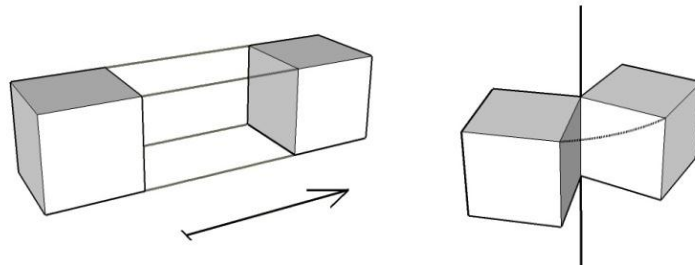
Při otáčení kolem zcela obecné osy v prostoru je zapotřebí transformační matici otáčení složit z dílčích transformací kolem os x, y, z . Nalezení příslušných transformací ale není triviální. Předpokládá-li se, že se objekt otáčí o daný úhel α kolem libovolné osy $r = (x, y, z)$ a za předpokladu, že $|r| = 1$ a po zavedení zjednodušující substituce

$s = \sin\alpha$, $c = \cos\alpha$ a $d = 1 - \cos\alpha$, tak se transformační matice dá zapsat v následujícím tvaru [24]:

$$\mathbf{R}_r(\alpha) = \begin{bmatrix} dx^2 + c & dxy + zs & dxz - ys & 0 \\ dxy - zs & dy^2 + c & dyz + xs & 0 \\ dxz + ys & dyz - xs & dz^2 + c & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2.3.3 Změna měřítka (scale)

Pro změnu velikosti objektu se zavádí *měřítkové koeficienty* s_x, s_y, s_z , které udávají změnu ve směru příslušné souřadnicové osy. Pro tyto měřítkové koeficienty platí $s_x \neq 0$, $s_y \neq 0$, $s_z \neq 0$. Pomocí velikosti měřítkových koeficientů lze realizovat různé transformace



Obr. 26: Transformace: posunutí a otočení

souměrnosti v prostoru jako je například středová souměrnost, souměrnost podle roviny nebo osová souměrnost. Pro příklad souměrnosti podle roviny xy mají měřítkové koeficienty velikost: $s_x = 1, s_y = 1, s_z = -1$. Transformační matice změny měřítka má tvar [24]:

$$\mathbf{S}(s_x, s_y, s_z) = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Zvolí-li se měřítkové koeficienty $s_x = s_y = s_z = k$, a k je větší než 1, pak se hovoří o k -násobném zvětšení objektu, jeli k menší než jedna pak se jedná o k -násobné zmenšení. Jsou-li koeficienty $s_x \neq s_y \neq s_z$ a jsou větší než 0, pak se jedná o nerovnoměrné zvětšení a to (s_x, s_y, s_z) -krát. Jsou-li koeficienty záporné, jedná se o zrcadlení. Podle počtu záporných koeficientů se rozlišuje zrcadlení podle roviny (jeden záporný koeficient), osová symetrie (dva záporné koeficienty) nebo symetrie podle počátku (všechny tři záporné koeficienty).

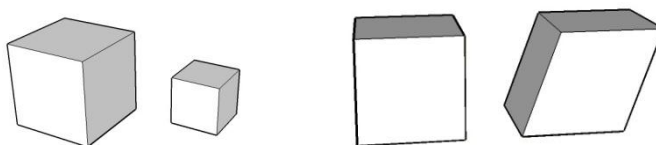
2.3.4 Zkosení (shear)

Zkosení lze rozdělit na tři samostatné případy zkosení ve směru rovin xy , xz , yz . Míru zkosení v odpovídajícím směru pak určují koeficienty sh_x, sh_y, sh_z . Transformační matice zkosení Sh mají tvar [62]:

$$Sh_{xy} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ sh_x & sh_y & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Sh_{xz} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ sh_x & 1 & sh_z & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Sh_{yz} = \begin{bmatrix} 1 & sh_y & sh_z & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Obr. 27 Transformace: změna měřítka a zkosení

3. Promítání

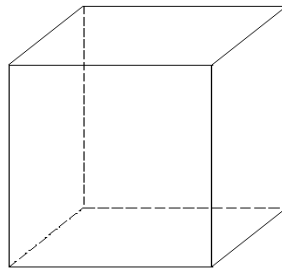
Pro zobrazení trojrozměrného objektu na dvourozměrném zobrazovacím prostředku, jako je například monitor či papír, je nutná určitá transformace. Tato transformace, která převádí 3D objekty do 2D reprezentace se nazývá *promítání*. Při promítání ale dochází ke ztrátě prostorové informace a může dojít i ke zkreslení pohledu na skutečný tvar. Existuje proto celá řada způsobů a promítacích metod. Tradičně se dělí na promítání středové (*perspektivní*) a rovnoběžné (*paralelní*).

Nejprve je ale potřeba vysvětlit pár nejdůležitějších pojmů [62]:

- *Promítací paprsek (projection ray)*: polopřímka vycházející z promítaného bodu, směr závisí na promítací metodě
- *Průmětna (viewing plane)*: plocha v prostoru, na níž dopadají promítací paprsky. V místě jejich dopadu vytváří *průmět* – výsledný obraz na této ploše.

3.1 Rovnoběžné promítání

Promítání do některé z rovin $x = x_0$, $y = y_0$, $z = z_0$ ve směru příslušné osy na zvolenou průmětnu pomocí rovnoběžek se nazývá rovnoběžné promítání. Promítací přímky jsou určeny směrem promítání a všechny mají stejný směr.[16]



Obr. 28: Krychle v rovnoběžném promítání

V rovnoběžném promítání platí, že tři různé body ležící na jedné přímce se zobrazí buď také na jednu přímku, nebo do jednoho bodu. Toto promítání obecně nezachovává délky. Úsečka zobrazovaná pomocí rovnoběžného promítání se může zobrazit do jednoho bodu, nebo může být shodná, kratší či delší. Na bod se zobrazí právě tehdy, je-li zobrazovaná úsečka či přímka rovnoběžná se směrem promítání. Délka úsečky se při zobrazení zachová, když je úsečka rovnoběžná s průmětnou.

Velmi často jsou roviny x_0 , y_0 nebo $z_0 = 0$ a průmětnou některá z hlavních rovin xy , xz nebo yz . Promítání lze popsat transformací v homogenních souřadnicích spolu s kamerou, která je rovnoběžná s příslušnou osou.[62]

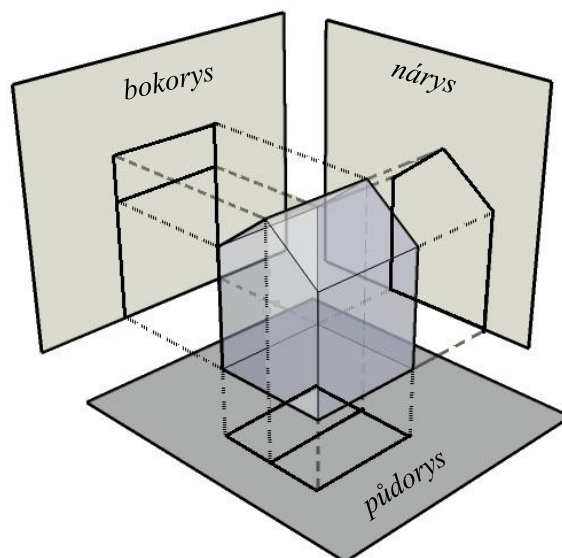
Matice pak mají tvar [62]:

$$T_{xy} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & z_0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_{xz} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & y_0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_{yz} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & x_0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

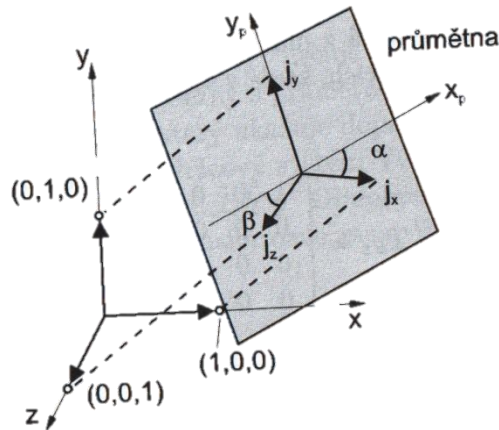
Zvláštním případem rovnoběžného *kolmého promítání*, kdy jsou promítací paprsky kolmé na průmětnu a mají shodný směr s normálovým vektorem průmětny, se nazývá *Mongeovo promítání*. Protože kolmé promítání není příliš názorné – z jednoho promítání se nedá přesně rekonstruovat přesný tvar objektu, používá se v praxi pohled z více stran, tzv. skupina promítání. Nejčastěji to bývá *nárys* (pohled zepředu), *půdorys* (pohled se shora), *bokorys* (pohled z boku). Tuto skupinu promítání lze podle potřeby doplnit například pohledem zespodu či zezadu. Příklad je znázorněn na obrázku 29.



Obr. 29: Mongeovo promítání

3.1.1 Axonometrie

Pokud průmětna není rovnoběžná s hlavními osami, hovoří se o axonometrii. Průmětna protíná dvě, nebo všechny tři hlavní osy WCS (*World Coordinate System*). Axonometrie je pak definována pěti hodnotami j_x, j_y, j_z a úhly α a β [62] jak je vidět na obrázku č. 30. Hodnoty j_x, j_y, j_z jsou průměty jednotek na osách x, y, z . Úhly, které svírají promítnuté osy j_x, j_z s kolmicí na průmět osy j_y se značí α a β . Pokud je směr promítání kolmý na průmětnu, hovoří se o *pravoúhlé axonometrii*.



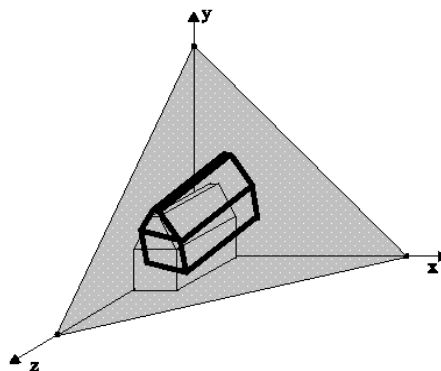
Obr. 30: Zadání pravoúhlé axonometrie [62]

Pokud se zvolí souřadnicový systém průmětny (x_p, y_p) tak, aby průmět j_y ležel na ose y_p , pak se axonometrie dá popsat maticí [62]:

$$T_{axon} = \begin{bmatrix} j_x \cos \alpha & 0 & -j_z \cos \beta & 0 \\ -j_x \sin \alpha & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -j_z \sin \beta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Protíná-li průmětna všechny tři hlavní osy a to ve stejné vzdálenosti od počátku WGS (tj. se všemi osami svírá stejný úhel a to 120°), pak se promítání nazývá *izometrie* [60]. V izometrickém promítání lze měřit a porovnávat vzdálenosti, protože zkreslení vzdáleností je ve všech směrech promítnutých os shodné. Izometrie je definována [62]:

$$j_x = j_y = j_z, \quad \alpha = \beta$$



Obr. 31: Axonometrie [16]

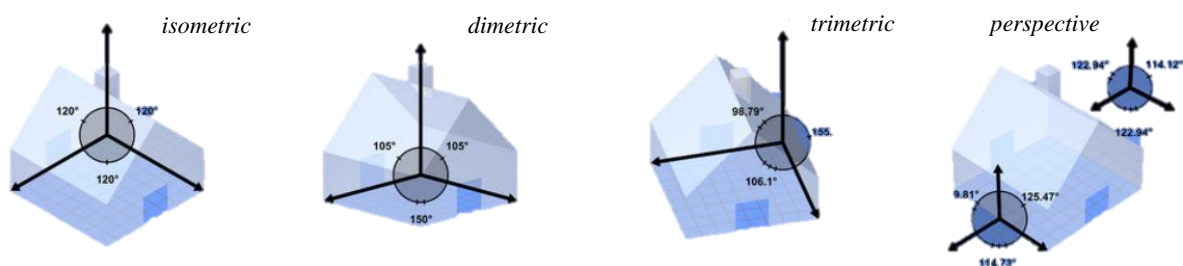
Je-li shodná vzdálenost od počátku WGS pouze na dvou hlavních osách, pak vzdálenosti zachovávají pouze dva směry a ve třetím dochází ke zkrácení nebo naopak k prodloužení vzdálenosti. V průmětně lze proto měřit jen ve směru dvou promítnutých os. Toto promítání nese název *dimetrie*. Úhel mezi osami x a y je větší než 120° . Dimetrie se dá definovat vztahem:

$$j_x = j_y, \alpha = \beta$$

Při zcela obecném sklonu průmětny vůči hlavním osám se může hovořit jako o *trimetrii*. V každém směru promítnuté osy se tak musí uplatňovat odlišné měřítko. Tento průmět definuje vztah:

$$j_x \neq j_y \neq j_z$$

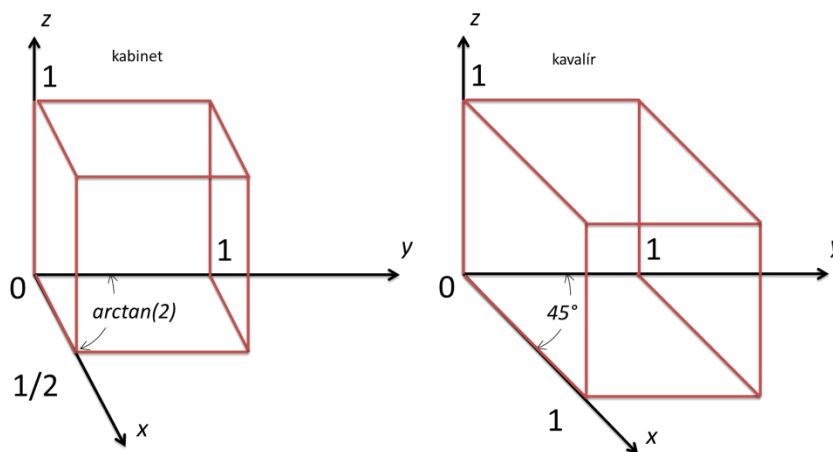
Zvláštností může být tzv. *vojenská perspektiva*, ve které osy x a z svírají úhel 90° a výška se nanáší na šikmou osu. Vzdálenosti v půdorysu se nanáší izometricky, tj. ve stejném měřítku, výška se liší.



Obr. 32: Druhy axonometrie: izometrie 1:1:1, dimetrie, trimetrie, perspektiva [60]

3.1.2 Kosouhlé promítání

Obecné rovnoběžné promítání se označuje jako *kosouhlé*. Průmětna je rovnoběžná s některou z hlavních rovin a směr promítání není kolmý k průmětně [62]. Kosouhlé promítání do obecné roviny je tzv. *kosouhlá axonometrie*. Výhodou kosouhlého promítání je nezkrácená velikost objektů rovnoběžných s průmětnou. Kosouhlé promítání se rozděluje na *kabinet* a *kavalír* (viz. obr. č. 33).



Obr. 33: Kabinetní a kavalírské promítání

U kabinetního promítání je úhel mezi směrem promítání a průmětnou roven velikosti $\arctan(2) = 63,4^\circ$. Úsečky kolmé na průmětnu se zkracují na polovinu. Zkrácením délky získává zobrazení realističtější tvar, protože při pohledu do směru scény se délka také zdánlivě zkracuje. Tvar transformace pro kabinetní promítání [62]:

$$T_{kabinet} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\cos \beta/2 & 0 \\ 0 & 1 & -\sin \beta/2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Kavalírní promítání se vyznačuje tím, že směr promítání svírá s průmětnou úhel 45° a délky ve směru všech os jsou ve stejném měřítku, nezkracují se. Transformace pro kavalírní promítání má tvar [62]:

$$T_{kavalír} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\cos \beta & 0 \\ 0 & 1 & -\sin \beta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

3.2 Středové promítání

Promítání, které nejlépe odpovídá vidění lidského oka, se nazývá středové nebo též perspektivní. Realistický vjev vzniká hlavně díky modelování proporcionálního zmenšování objektů při zvyšující se vzdálenosti od pozorovatele a také díky dobrému prostorovému vjemu na rovinné průmětně.

Charakteristickou vlastností středového promítání je nezachování rovnoběžnosti. Výjimku tvoří jen úsečky nacházející se v rovině rovnoběžné s průmětnou, ostatní průměty rovnoběžných úseček jsou obecně mimoběžné. Další vlastnost se týká velikosti zobrazovaných objektů. Objekty za průmětnou se zmenší, objekty v průmětně mají shodnou velikost a objekty před průmětnou se promítnou zvětšené.

Uvažuje-li se umístění pozorovatele v bodě $z = z_0$ a průmětna bude ztotožněna s rovinou xy (v počátku souřadnicového systému) pak se středové promítání vyjádří v homogenních souřadnicích pomocí lineární transformace [62]:

$$x_p = x \cdot \frac{z_0}{z_0+z} = \frac{x}{1+\frac{z}{z_0}}, \quad y_p = y \cdot \frac{z_0}{z_0+z} = \frac{y}{1+\frac{z}{z_0}},$$

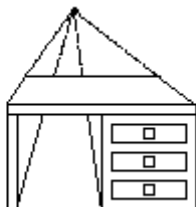
nebo v maticovém zápisu má pak tvar:

$$T_{per} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{z_0} & 1 \end{bmatrix}$$

U středového promítání se rozlišují tři základní druhy [62]:

1. *Jednobodová (jednouběžníková) perspektiva*

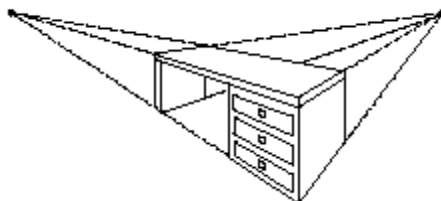
Je určena pouze jedním středem promítání, do kterého se sbíhají všechny úsečky kolmé na průmětnu. Tento bod se nazývá *hlavní úběžník*. Je to případ, kdy průmětna protíná jen jednu souřadnicovou osu.



Obr. 34: Jednobodová perspektiva [40]

2. *Dvoubodová (dvouúběžníková) perspektiva*

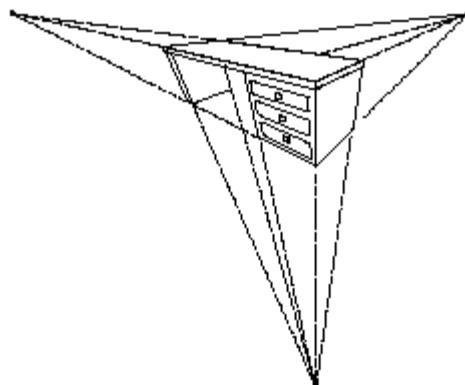
Je určena dvěma středy promítání, do kterých se úsečky sbíhají. Toto promítání vznikne, když průmětna protne dvě souřadnicové osy.



Obr. 35: Dvoubodová perspektiva [40]

3. *Trojbodová (tříúběžníková) perspektiva*

Je určena třemi středy promítání. Je to nejobecnější případ, který vznikne protnutím průmětny všech tří souřadnicových os. Všechny hrany osově orientovaných kvádrů se pak sbíhají do těchto tří středů promítání – tří hlavních úběžníků.



Obr. 36: Trojbodová perspektiva [40]

Úběžníky je možné vnímat jako body reprezentující nekonečno, v němž se protínají všechny rovnoběžky. Úběžníků může být několik, ale hlavními nazýváme ty, ve kterých se stýkají hrany osově orientovaných kvádrů tj. úseček rovnoběžných se souřadnicovými osami.

Maticový tvar transformací středové perspektivy, jejíž průmětna protíná osy souřadnicového systému v jednom, ve dvou nebo ve třech úběžnících $[-x_0,0,0,1]$, $[0,-y_0,0,1]$, $[0,0,-z_0,1]$:

$$T_{per1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{z_0} & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_{per2} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{y} & \frac{1}{z_0} & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_{per3} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{x_0} & \frac{1}{y_0} & \frac{1}{z_0} & 1 \end{bmatrix}$$

3.3 Stereoskopie

Prozatím bylo rozebíráno pouze zobrazování 3D objektů na 2D plochu pomocí různých zobrazovacích technik, díky kterým se zobrazovaný objekt jevil ve větší či menší míře prostorový. Chce-li se ale obraz vnímat prostorově, musí se využít různé stereoskopické techniky. Díky těmto technikám lze dosáhnout například u fotografií a filmů prostorového efektu.

Lidské oči jsou od sebe vzdálené přibližně 7 cm, z tohoto důvodu přicházejí do mozku dva mírně rozdílné vjemy. Díky těmto malým rozdílům je člověk schopen odvodit hloubku (vzdálenost) objektů. Tento fakt je známý i u zvířat. U predátorů je nutný odhad vzdáleností, proto mají predátoři oči blíže k sobě – na přední straně hlavy, příkladem může být třeba kočka. U kořisti je zase pro přežití nezbytný široký pozorovací úhel. Proto mají oči velmi daleko od sebe – na boční straně hlavy, představit si to lze například u myši. Daň za široký rozhled je ale ztráta prostorové představitivosti a odhadu vzdáleností. Zorná pole pravého a levého oka se totiž neprotíná, nebo protíná jen ve velmi malém úhlu.

Prostorového efektu se docílí pozorováním dvojice obrázků vzniklých perspektivním promítáním ze dvou bodů nacházejících se přibližně 7 cm od sebe (průměrná vzdálenost lidských očí), tzv. stereoskopického pohledu. Každý pohled je tvořen dvojicí takto vzniklých snímků. Tyto vytvořené snímky jsou pak prezentovány odděleně v čase nebo prostoru, nebo jsou zobrazeny ve stejném okamžiku na stejné zobrazovací zařízení. V tomto případě je nutné snímky oddělit jiným způsobem.

3.3.1 Stereoskop

Prostorového vjemu lze docílit odděleným pozorováním dvou stereoskopických snímků ve stejný časový okamžik. Snímky ale musí být prostorově oddělené. Každému oku je tak předložen příslušný obrázek, ze kterých si mozek spojí prostorový vjem. Přístroj pro prohlížení stereofotografií se nazývá stereoskop, obdobou jsou například stereoskopické brýle. První zrcadlový stereoskop sestrojil anglický vynálezce Charles Wheatstone roku 1838.



Obr. 37: Kapesní stereoskop [60]

Moderní obdobou stereoskopu jsou speciální helmy pro virtuální realitu tzv. HMD (*Head Mounted Display*). Obrazy pro levé a pravé oko jsou samostatně přenášeny do helmy, která má před každým okem vlastní obrazovku.

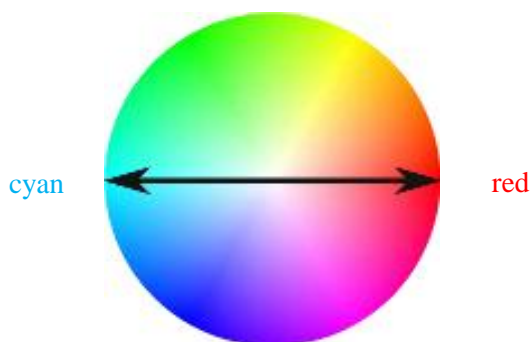
3.3.2 Anaglyf

Jedna z nejstarších a zároveň i nejjednodušších metod se nazývá *anaglyf*. Ten byl vynalezen již roku 1853 Wilhelmem Rollmannem německého původu.



Obr. 38: Papírové brýle pro prohlížení anaglyfů [2]

Metoda je založena na rozložení obrazu pro pravé a levé oko na barevné složky. Snímek je tak zbarvený do červené a modré barvy, případně může být přidána i barva zelená, nebo se též užívá místo barvy modré barva modrozelená (azurová), která je vhodnější a v současnosti nejpoužívanější. Pro vytvoření anaglyfu je nutné mít k dispozici dvojici snímků jedné scény. Jeden snímek odpovídá pohledu levého oka a je převeden do požadované barvy, nejčastěji to bývá azurovo - bílá škála. Druhý snímek pro pravé oko je obarven jinou požadovanou barvou, obvykle červenobílou barevnou škálou. Spojením těchto dvou barevných a trochu odlišných snímků vznikne obrázek, který se jeví jako mírně rozmazaný z důvodu posunu obou snímků. Iluze trojrozměrného vjemu vznikne až pozorováním brýlemi s barevnými filtry. Tyto brýle mají barevné průzory a to nejčastěji modré či modrozelené (azurové) pro pravé oko a červené pro levé oko. Barevné kombinace by měly být tvořeny vzájemně doplňkovými barvami, to znamená, že jejich substraktivním smícháním vznikne černá a aditivním bílá barva. Takových barevných kombinací je celá řada, ale nejpoužívanější a světově rozšířenou kombinací je právě kombinace červená – azurová (*red – cyan*). Jiné ale méně rozšířené, barevné varianty anaglyfů jsou například žluto - modrý či zeleno – červený, který byl spolu s červeno - modrým používán hlavně dříve. Tyto dvě poslední barevné kombinace totiž nejsou přesně doplňkové. [2]



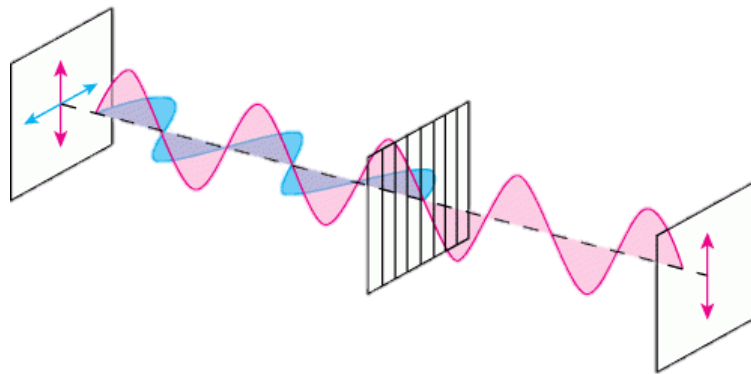
Obr. 39: Barevný kruh – naproti jsou doplňkové barvy [2]

Anaglyf je však velmi nedokonalá metoda a dochází při ní ke ztrátě barevnosti, výsledný obraz je většinou jen v odstínech šedi, i když existují i barevné anaglyfy, ale z principu samotného anaglyfu není možné zobrazit všechny barvy, například červenou. Velkou

výhodou ale je použitelnost na všech zobrazovacích zařízeních (papír, monitory, projektory,...) a dále dobrá dostupnost a nízká pořizovací cena brýlí i softwarů.

3.3.3 Polarizační promítání

Dokonalého oddělení dvou spojených obrazů se dá docílit polarizačním světlem. Obraz pro levé oko je tak promítán s vodorovnou polarizací světelných paprsků a obraz pro pravé oko s polarizací svislou. Prostorový vjem je pak vnímán pomocí brýlí s polarizačními filtry, které propouští jen shodně orientované světelné vlnění. Projektor tak musí mít dva objektivy s polarizačními filtry vzájemně pootočenými o 90° . Tato technologie je používána například v kinech IMAX 3D.



Obr. 40: Princip polarizace [11]

3.3.4 Aktivní brýle

Další možností jak dosáhnout prostorového vjemu je oddělení obrazů v čase, resp. velmi rychlé, pravidelné střídání obrazů pro pravé a levé oko na jedno zobrazovací zařízení. Podmínkou ale je použití speciálních brýlí. Tyto tzv. zatmívací brýle musí mít polopropustné zorníky na bázi tekutých krystalů a musí být synchronizovány se zobrazovacím zařízením. Když je vykreslován obraz pro pravé oko, dochází ke zneprůhlednění levého zorníku a naopak. K prostorovému vjemu tak dochází díky rychlému střídání optické propustnosti pro dané oko. Nutností je ale velká obnovovací frekvence zobrazovacího zařízení.

4. Grafické programy CAD

Aplikace CAD (*Computer Aided Design*) se dá přeložit jako počítačem podporované projektování nebo též jako počítačem podporované kreslení (*Computer Aided Drafting*). Jedná se o velkou oblast IT, která zastřešuje širokou oblast navrhování a kreslení. Volně řečeno lze CAD popsat jako pokročilé grafické programy pro projektování, které nahrazují klasické kreslení pomocí rýsovacího prkna.

V oblasti CAD se tělesa popisují metodou konstruktivní geometrie pevných těles CSG (*Constructive Solid Geometry*). Více v kapitole 2.2.3 Konstruktivní geometrie těles.

CAD aplikace mohou obsahovat různé knihovny od grafických, geometrických až po matematické a inženýrské nástroje pro kreslení jednoduchých plošných výkresů až po modelování objektů z reálného světa. Pokročilejší pak mohou řešit i různé výpočty či analýzy. Mnohé aplikace umožňují i různé animace a vizualizace.

4.1 Rozdělení CAD

Jednotlivé CAD aplikace se dělí na obecné nebo na specializované, kdy je každá aplikace blíže zaměřena na požadované odvětví a je mu co nejvíce uzpůsobena. Systémy CAD je tak možné rozdělit podle několika kritérií na [60]:

1. Obecné
 - a. 2D
 - b. 3D
 - i. Objemové
 - ii. Povrchové
2. Specializované
 - a. Strojírenství
 - i. CAM – *Computer Aided Manufacturing*
 - ii. CAE - *Computer Aided Engineering*
 - b. Stavebnictví a architektura
 - i. AEC – *Architecture Engineering Construction*
 - ii. BIM – *Bulding Information Model*
 - iii. CAAD *Computer Aided Architectural Design*
 - c. Liniové a dopravní stavby
 - d. Technické zařízení budov
 - e. Správa nemovitostní
 - i. FM - *Facility Management*

- f. Elektrotechnika
 - i. PCB – *Printed Circuit Boards*
 - ii. EDA – *Electronic Design Automation*
- g. Územní plánování a geografie
 - i. GIS – *Geographic Information Systems*

Jednotlivých CAD programů je celá řada a vypsát je všechny by bylo kvůli jejich počtu téměř nemožné, nehledě na to, že vnikají i aplikace nové. Za všechny se může jmenovat několik málo nejznámějších:

- AutoCAD
- ArchiCAD
- Allplan
- CATIA
- Microstation
- ProgeCAD
- ProEngineer
- SketchUp
- SolidWorks
- Spirit

A mnoho dalších.

Pro zajímavost existuje i řada aplikací, které mohou použít 3D výstup například pro 3D tiskárnu, která tak umožní třeba rychlé ověření funkčnosti navrženého dílu. U strojních CAM aplikací je zase možné přímé nahrání vytvořeného modelu do obráběcího CNC stroje, který danou součástku na základě takto vytvořené předlohy může přímo vyrobit. Univerzální formáty, které umožňují načítání modelů z různých typů CAD aplikací, jsou například formáty *iges* nebo *step*.

4.2 SketchUp

Jeden z CAD softwarů pro tvorbu 3D modelů je SketchUp. Protože modely církevních objektů vznikly právě v programu SketchUp, bude dále uveden jeho podrobnější popis. Jedná se o software vyvíjený společností Trimble Navigation navržený speciálně nejen pro architekty či stavební a strojní inženýry, ale může sloužit i pro různé tvůrce a vývojáře ať už filmů, počítačových her atd. I když je SketchUp postaven na trochu odlišném základu než klasické CAD programy, výborně s nimi spolupracuje (export, import, řada Plug-inů).

Výhodou SketchUp je propojení s aplikací Google Earth a geografické umístění modelu. Mezi další výhody patří možnost přidávání již hotových objektů, například pomocí

databáze modelů 3D Warehouse, který umožňuje sdílení, vyhledávání a stahování již vytvořených modelů různých uživatelů z celého světa.

Velkou nevýhodou ale je, že pracuje hlavně s pravidelnými tvary a rovinnými plochami, práce s nepravidelnostmi je velmi pracná. Modely je proto nutné často zjednodušovat a upravovat podle potřeb programu nikoliv dle skutečnosti. Dalším problémem může být práce s nerovnými a zakulacenými plochami a jejich texturováním.

4.2.1 Historie

Program SketchUp byl koncipován jako výkonný a snadno použitelný 3D modelovací program a neustále se vyvíjí a zdokonaluje. Začal být vyvíjen společností @last Software v Coloredu v roce 1999 Brandem Schellem a Joem Eschem. První verze přišla na trh v srpnu roku 2000. Program byl vyvinut jako 3D modelovací nástroj pro architekty, projektanty a filmaře. Na předváděcí akci A/E/C SYSTEMS Fall 2000 program díky své jednoduchosti vyhrál a získal cenu za *Nejlepší nový produkt nebo službu (Best New Products or Services)*. Následně byl uveden na www.digitalcad.com a www.aecnewsroom.com.

Po tomto velkém úspěchu aplikace SketchUp byla snaha, aby se daly vytvořené modely umístit i do aplikace Google Earth. Proto začala společnost @last Software spolupracovat se společností Google a vyvíjela plug-in pro aplikaci Google Earth, který by umožnil geografické umístění a zobrazení modelu kdekoli na Zemi. Výsledkem této spolupráce bylo, že společnost Google v březnu 2006 @Last Software koupila.

SketchUp se dělí na *Free* aplikaci a *Pro* aplikaci. Hlavní funkčnost softwarů je totožná, placená *Pro* aplikace ale obsahuje větší množství nástrojů a více možností exportů a importů než volně dostupná aplikace Google SketchUp.

V lednu 2007 byla na trh uvedena verze *SketchUp 6*, která obsahovala například nové nástroje a možnosti 2D prezentací. Google vydala řadu aktualizací opravujících různé chyby, bylo jich celkem 6. Se zavedením dynamických prvků v roce 2008 přišla na trh nová verze *SketchUp 7*. Dalším přínosem této verze byl integrovaný SketchUp prohlížeč s Google 3D Warehouse. Další vylepšení a řadu nových funkcí jako je například georeferencování pomocí Google Maps, import barevných snímků terénu atd. přinesla verze *SketchUp 8*, která byla vydána 1. září 2010.

26. června 2012 byla aplikace Google SketchUp zakoupena společností Trimble Navigation a přejmenována tak na Trimble SketchUp. [46]

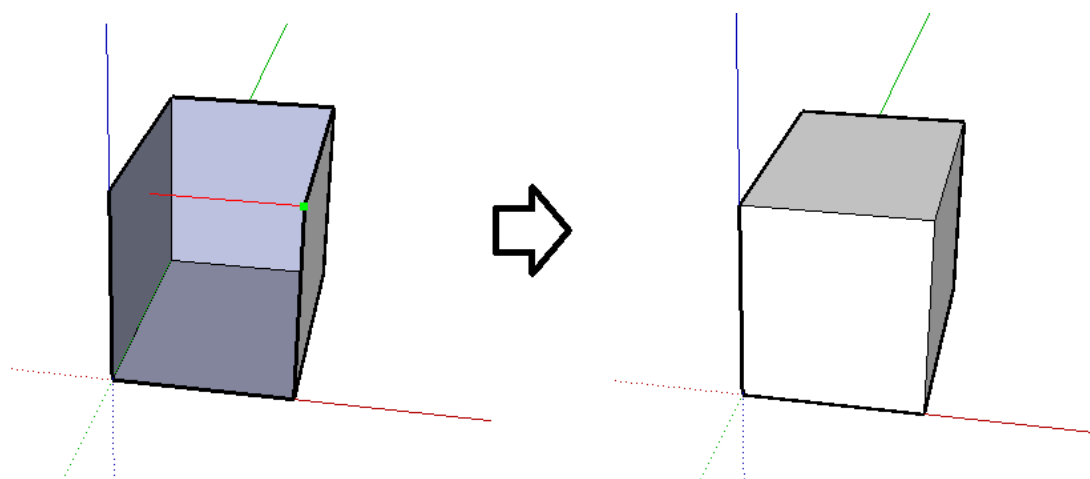
Od 1. října 2013 byla ukončena možnost zobrazování vytvořených modelů přímo v Google mapách ve vrstvě 3D budov. [30]

4.2.2 Modelování

Program má poměrně jednoduché prostředí a nabízí velmi intuitivní a snadné ovládání. Modeluje-li se konkrétní stavba, tak v závislosti na zamýšleném využití se tvoří model exteriéru, interiéru, nebo komplexní model celé budovy a to buď v reálných rozměrech nebo jako zmenšenina či zvětšenina. Z tohoto důvodu modelování vychází z určitých podkladů,

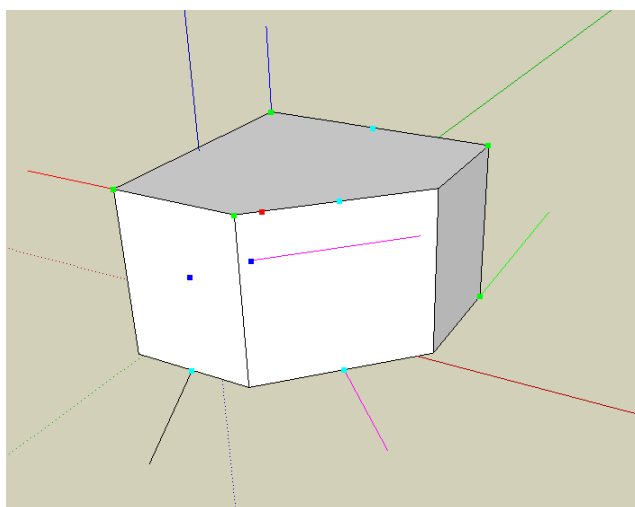
ze kterých se dá odvodit skutečná velikost daného objektu. Může to být například projektová dokumentace, historické mapy, fotodokumentace či přímé geodetické měření.

Všechny modely se skládají pouze z *hran* a *ploch*. Obě tyto komponenty jsou nekonečně tenké. Pokud se z hran vytvoří uzavřený obrazec v jedné rovině, automaticky se vytvoří plocha, se kterou se dá dále pracovat. Vymazáním jedné hrany, se odstraní i plocha, kterou hrana vytvářela. Odstraněním plochy okolní hrany zůstanou. Plocha se pak opět vytvoří doplněním vymazaných hran, nebo vytvořením hrany přes hranu již existující. [7]



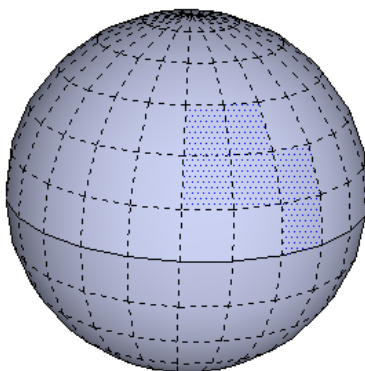
Obr. 41: Vytváření ploch ve SketchUp

Pro lepší orientaci v prostoru program nabízí barevně odlišené linie podle souřadnicových os. Modrá je osa vertikální, červená a zelená se nachází v půdorysu. Linie rovnoběžné s těmito osami mají shodnou barvu. Další barvou je barva růžová (purpurová), která může značit kolmost nebo rovnoběžnost. Další pomůckou je nalezení středového bodu, průsečíků či bodů na hraně nebo na ploše. Zelené body značí body koncové, červené se nacházejí na hraně, světle modrý (azurový) označuje středový bod na hraně a modrý značí bod na povrchu. Viz obrázek 42.



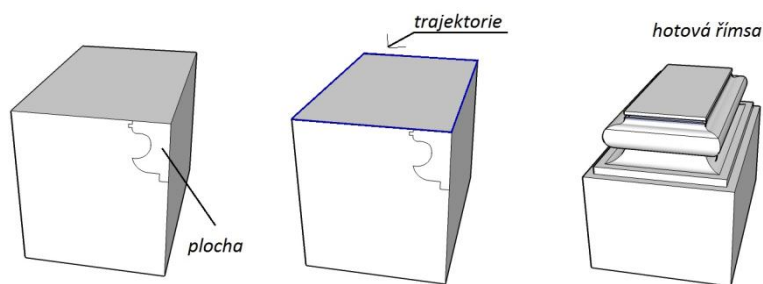
Obr. 42: Barevné odlišení bodů a os ve SketchUp

Ve SketchUp neexistují křivé plochy ani hrany. Všechny křivky jsou tak složeny z konečného množství rovných segmentů, stejně jako například povrch koule je složen z malých rovinných plošek. Pro přesnější kreslení je proto nutné si navolit větší počet stran, ale kružnice stále bude pouhým n-úhelníkem.

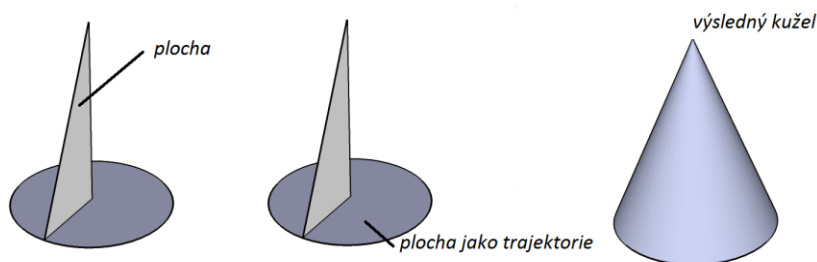


Obr. 43: Koule vytvořená v aplikaci SketchUp – rovinné plošky

S vytvořenými rovinnými plochami lze dále pracovat pomocí různých funkcí jako je vytažení, zatažení či funkce sledovat. Vytažení (*Push/Pull*) je základní metodou SketchUp pro vytvoření 3D modelu, kterým se zásadně liší od jiných CAD aplikací. Tuto metodu má SketchUp dokonce patentovanou. K vytažení plochy podél složitější křivky pak slouží funkce sledovat (*Follow me*). Díky těmto funkcím lze snadno a rychle dosáhnout například ozdobné římsy či kupole, jak je vidět na následujících obrázcích.



Obr. 44: Funkce sledovat (Follow me) – vznik římsy



Obr. 45: Funkce sledovat (Follow me) – vznik kuželu

Nezákladnějšími a nejpoužívanějšími funkcemi pro práci a samotné kreslení v programu SketchUp jsou:

a) nástroje pro kreslení a úpravu:

- *Čára (Line)* – hlavní nástroj pro kreslení linií a hran
- *Předdefinované tvary* – *obdelník, kruh, mnohoúhelník* – vytvoří pravidelný tvar podle zvolených parametrů
- *Oblouk* – vytvoří oblouk o libovolném průměru
- *Tlačit/táhnout (Push/Pull)* – umožňuje vytažení/zatlačení plochy do prostoru
- *Sledovat (Follow Me)* – vytažení plochy podél libovolné spojité trajektorie
- *Otočit (Rotate)* – otočení objektu o libovolný nebo přesně daný úhel
- *Přesunout/zkopírovat (Move)* – přesunutí objektu na jiné místo
- *Odsazení (Offset)* – vytvoření rovnoběžného objektu v dané vzdálenosti
- *Guma (Eraser)* – vymazání hran a linií
- *Plechovka barvy (Paint Bucket)* – obarvení a texturování ploch

b) nástroje pro měření:

- *Metr (Tape Measure Tool)* - měření a zjišťování rozměrů, vytvoření vodítek
- *Úhломěr (Protractor)* – měření úhlů a zařazení do směru

Pro prohlížení a posun po pracovní ploše slouží především funkce *Kroužení a Pan*. Další užitečné funkce jsou *Lupa* a *Zvětšit*, díky které je vidět na pracovní ploše celý model. Neocenitelnou funkcí je funkce *Protnout*, která spojí dvě tělesa tak, že v místě jejich styku vytvoří nové hrany.



Obr. 46: Lišta nástrojů SketchUp

Mezi další užitečné funkce patří možnost vytvoření *Skupiny*. Nejedná se tak už o samostatný prvek, ale o několik prvků spojených do jediného objektu. S takto spojenými prvky se pak nadále lépe manipuluje. Dokonalejší obdobou jsou *Komponenty*. Od skupiny se liší hlavně tím, že všechny komponenty jsou totožné. To znamená, že když se provede změna na jedné komponentě, změní se i všechny ostatní. Díky tomu není nutné samostatně a pracně opravovat všechny ručně. Toto má velkou výhodu hlavně tam, kde se v modelu nějaké zcela totožné objekty opakují. Komponenty také zmenšují konečnou velikost výsledného objektu, protože komponenta je uložena pouze jednou.

4.2.3 Texturování

Vytvořené plochy jsou pouze monochromatické. Chce-li se dosáhnout realistického vzhledu, je nutné plochy obarvit, nebo texturovat. Na výběr je celá řada barev, materiálů a textur. Textury neurčují pouze barvu povrchu, ale mohou definovat i další optické vlastnosti jako je například průhlednost.

Nechce-li uživatel používat předdefinované materiály, existuje možnost použít reálné textury tzv. fototexturování. Pomocí funkce *Import* lze nahrát libovolnou fotografii či obrázek v mnoha formátech (JPG, PNG, TIFF, BMP,...). U obrázku se dá vybrat, jak se má obrázek v modelu použít:

- jako *obrázek*: s takto vloženou fotografií či obrázkem nejde dále pracovat, jde pouze o samostatně vložený objekt
- jako *texturu*: požadovaná rovinná plocha se obarví podle obrázku, plocha dostane texturu
- jako *přizpůsobenou fotografii*: fotografii je nejprve nutné přizpůsobit a natočit pomocí os vůči samotnému modelu, poté lze promítnout textury z fotografie na model, na který se promítnou rovnoběžně a to na celou zasaženou část modelu, tj. na celý model, který přizpůsobená fotografie „zakrývá“ a ještě nemá texturu. Může tak dojít i k vytvoření nových plošek

Za největší, ale možná i jedinou, výhodu považují možnost texturování i zakulacených ploch a někdy to může být jediná možnost jak zakulacenou plochu obarvit požadovanou foto texturou.

Pomocí *Zobrazit – styl plochy*, si lze vybrat, jak se má daná plocha zobrazovat. Na výběr je hned několik možností od drátěného modelu (viz. kapitola 2.2.2.5 Hranová reprezentace) přes stínované plochy až po plochy s texturami nebo monochromatické. Na výběr je i tzv. rentgen, díky kterému je částečně vidět i dovnitř modelu.

4.2.4 Export modelu

Vytvořené modely je možné vyexportovat a i zde je na výběr z několika možností. Model je možné vyexportovat jako 2D grafiku, 3D model, nebo vytvořit animaci.

- *2D grafika*: model je vyexportován jako obrázek.
Tato možnost de facto nahrazuje Print Screen obrazovky. Při exportu se volí požadovaný formát výstupního obrázku, na výběr jsou formáty:
PNG, TIFF, JPG, BMP
- *3D model*: model je vyexportován ve formátu Google Earth (KMZ).
Takto vytvořený model je možné nahrát do aplikace Google Earth
- *Animace*: vyhotovení videa ve formátu AVI
Pomocí definování vlastních scén a pohledů lze docílit plynulého přeletu, či jen prohlížení vyhotoveného modelu. Jedná se tak o výborný prostředek pro prezentaci modelů.

Pro další možnosti exportů, nebo jen více možností výběru formátů, je zapotřebí si stáhnout některé plug-iny, nebo si pořídit verzi *Pro*. Poté je možné třeba vytvořený model exportovat do *3D PDF* formátů s možností volného prohlížení atd.

Za zmínku stojí jednoduchý free plug-in pro SketchUp *SketchUp Web Exporter*, který umožňuje export modelu do série pootočených JPG obrázků a vyhotovení *html* kódu. Tento *html* soubor lze tak umístit na webové stránky pomocí javascriptu. Jednoduchým pohybem myši pak výsledný model rotuje. Nevýhodou je možnost rotace pouze kolem jedné osy.

4.2.5 Sdílení modelů

Aplikace SketchUp nabízí galerii 3D modelů, která umožňuje sdílet, ukládat i vyhledávat již vytvořené modely. Nahrávání modelů do galerie je zcela zdarma a přispět tak může kdokoli, kdo vlastní účet Google, jehož vytvoření je též zdarma. V této galerii se nachází nepřeberné množství modelů od uživatelů z celého světa. Tyto modely je možné si prohlížet, ale i stáhnout a použít pro vlastní potřebu.

Do 1. října 2013 byla galerie velmi úzce spojena s aplikací Google Earth a model, který splňoval přesně daná kritéria, mohl být nahrán do vrstvy 3D budov a zobrazovat se tak v Google mapách. Kritéria zajišťovali hlavně reprezentaci reálného světa. Mezi nejdůležitější kritéria patřilo, že model

- musí reprezentovat reálné a trvalé stavby
- musí být texturován fotografiemi
- musí být v aplikaci Google Earth správně zarovnán se snímky
- nesmí se vznášet nad zemí a nesmí být zapuštěn do země
- musí mít správné měřítko
- nesmí být příliš složitý

Všechna kritéria pak byla zveřejněna na webových stránkách Google, ale od 1. října 2013 již nemají význam a stránky byly zrušeny.

Modely je stále možné sdílet a již vytvořené a přijaté modely ve 3D vrstvě budov v Google Earth zůstanou až do té doby, než budou nahrazeny novými modely vytvořenými pomocí jiných technologií. Touto novou technologií by mělo být vytváření modelů pomocí 3D leteckého snímkování, tj. pomocí šikmých snímků snímaných pod úhlem 45°. [30]

4.2.6 Zobrazení modelů

Ve SketchUp je možné navolit si zobrazení modelu z přednastavených standartních pohledů. Tyto pohledy jsou pohled shora (Top), zdola (Bottom), zepředu (Front), zezadu (Back), zprava (Right) a zleva (Left). Navíc je přidán i pohled izometrický (Iso) viz kapitola 3.1.1 Axonometrie.

Dále je možné si změnit přednastavené zobrazení v perspektivě na zobrazení v rovnoběžné projekci (kapitola 3.1 Rovnoběžné promítání) nebo v dvoubodové perspektivě (kapitola 3.2 Středové promítání).

5. Prezentace stavebních památek

Prezentace církevních objektů městyse Nová Říše byla zvolena několika způsoby. Největší důraz byl ale kladen na vyhotovení trojrozměrných modelů jednotlivých památek a následné vizualizaci vytvořených modelů. Tato vizualizace a prezentace byla provedena hlavně formou webových stránek, na které byly umístěny různé možnosti prohlížení modelů a to včetně možností interaktivních.

Z dalších možností prezentace byla zvolena tvorba jednoduché brožurky jako alternativa k webovým stránkám.

5.1 Vyhotovení 3D modelů

Veškeré trojrozměrné modely církevních objektů byly vyhotoveny ve free aplikaci *SketchUp6* pod systémem *Microsoft Windows 7 for Home*, formou modelu exteriéru.

Bylo vyhotoveno celkem 6 modelů drobných staveb (1 kaple, 1 kaplička, 3 poklony a boží muka) a komplex areálu kláštera Panny Marie s přílehlým kostelem sv. Petra a Pavla. Dále byl během výuky vizualizace a distribuce prostorových dat ve 2. semestru magisterského studia ve školním roce 2012/2013 vyhotoven model kaple Panny Marie V Lipách a v rámci bakalářské práce „GIS drobných historických objektů Novoříšska“ byl vytvořen model křížové cesty skládající se z 10 výklenkových poklon a jednoho kříže. Došlo tak k vytvoření komplexní galerie veškerých církevních objektů v obci Nová Říše kromě křížů a soch:

- Klášter Panny Marie
- Kostel sv. Petra a Pavla
- Kaple Panny Marie V Lipách
- Kaple sv. Jana Křtitele
- Poklona sv. Máří Magdaleny
- Poklona Matky Bolestné
- Poklona Panny Marie
- Kaplička Panny Marie
- Křížová cesta – kalvárie
- Boží muka

Bohužel původní představa, že by se všechny tyto modely nacházely přímo ve 3D vrstvě budov v Google mapách se nezdařila, protože od 1. října 2013 bylo přímé umístování modelů do 3D vrstvy ukončeno.

Rozměry drobných objektů byly určeny převážně přímým měřením v terénu, případné chybějící rozměry pak byly zjištěny z transformovaných fotografií z free softwaru *SimpPhoto* od Davida Čížka (dostupné z [44]).

U komplexu kláštera a kostela bylo přistoupeno ke zjednodušení modelu a to hlavně u kláštera. Rozměry byly získány z části přímým měřením, z části odměřeny z transformovaných fotografií v programu SimPhoto a z největší části z archivních materiálů, které mi byly zpřístupněny v klášterním archivu. Díky velkému množství precizně vypracovaných technických zpráv z doby četných rekonstrukcí kláštera se tak daly mnohé rozměry a potřebné informace vyhledat.

Všechny modely byly texturovány reálnými fotografiemi nebo jejich části z důvodu co největšímu přizpůsobení skutečnému stavu památky. V některých případech, kdy objekt byl již velmi poškozen, a omítka byla na mnoha místech otlučena, bylo přistoupeno k tvorbě modelů tak, jak by měl vypadat po případné opravě (například poklona Panny Marie Bolestné).

Práce v programu byla velmi intuitivní a zábavná. Každý model byl přitom řešen zcela individuálně podle potřeb daného objektu. Některé objekty se kvůli svému nepravidelnému a členitému tvaru modelovaly hůře. Například u poklony Marie Magdaleny je vrchní část projmutá ze všech čtyř stran a v přední části se navíc nachází otvor. Tato celá část musela být řešena postupně strana po straně a pomocí funkce *Protnout* byly strany následně spojeny a přebytečné plošky odstraněny. Další větší problém byl s modelem areálu kostela a kláštera, který se nachází ve svahu. Byl proto modelován přímo na terén.

Obrázky modelů jsou součástí přílohy.

5.2 Umístění v Databázi 3D Warehouse

Vytvořené modely byly nahrány do databáze 3DWarehouse, kde je možné si je prohlédnout, nebo i stáhnout. Veškeré modely kromě komplexu kláštera a kostela byly nahrány ještě před koncem měsíce září, tj. před koncem termínu zobrazování modelů v Google mapách. Modely byly přijaty a schváleny v požadovaném termínu, ale doposud se ve vrstvě 3D budov nezobrazují. V Google mapách se tak zobrazují pouze dříve nahané modely křížové cesty a kaple Panny Marie V Lipách. Jestli se dodatečně ve 3D vrstvě budov v Google mapách objeví, bohužel není jasné.

Komplex kláštera a kostela do galerie nemohl být nahrán z důvodu velikosti, která přesahuje limit 10MB. Mou snahou do budoucna je, velikost modelu zmenšit natolik, aby splňoval podmínky pro nahrání.

Modely je možné si prohlédnout v databázi 3DWarehouse od uživatele *vcelka* [15].

5.3 Informační brožurka

V aplikaci Microsoft Word 2010 byla vyhotovena informační brožurka, která čtenáře blíže seznamuje s jednotlivými objekty. V brožurce lze mimo jiné nalézt historii jednotlivých objektů, jejich umístění či popis. Brožurka obsahuje též fotografie těchto památek a to jak současné, tak i historické. Brožurka byla vyhotovena hlavně jako tištěná alternativa k webovým stránkám.

Microsoft Word 2010 umožňuje přímou sazbu jednoduché brožurky pomocí nastavení. V kartě *rozložení stránky* se v sekci *více stránek* dá vybrat možnost *brožura*. Díky tomu se veškeré důležité nastavení provede samo automaticky. Orientace stránky se změní na šířku, a velikost výsledné brožury je brána jako polovina nastaveného formátu. Zvolí-li se tedy formát A4, výsledná brožura bude formátu A5. Díky tomu je po přehnutí jednotlivých stránek možné brožuru číst jako knihu. Microsoft Word 2010 počítá i se samotným tiskem brožury, se kterým byl často problém [20].

Sofistikovanější metody tvorby letáků a brožurek umožňuje například free software Scribus, nebo dále třeba Publisher, FontTwister a další. Na zcela jednoduchou brožuru tohoto stylu, ve které jde hlavně o text doplněný obrázky, ale bohatě postačuje i Microsoft Word.

Brožura „*Drobné církevní objekty městyse Nová Říše*“ blíže popisuje jednotlivé objekty a to jejich historii, vzhled i případné legendy vztahující se k dané stavbě. Popis je doplněn vlastními fotografiemi, fotografiemi Josefa Fuňáka, DiS., případně i historickými fotografiemi z rodinného archivu. Do brožurky je umístěna i přehledová mapka rozmístění jednotlivých památek vyhotovená v rámci bakalářské práce *GIS drobných historických objektů Novoríšska* v akademickém roce 2012/2013 v programu ArcGIS 10.

Výsledná brožurka byla nabídnuta premonstrátskému řádu v Nové Říši, k případnému vydání. Je též součástí přílohy a je možné si ji stáhnout ve formátu PDF na vytvořených webových stránkách a časem by měla být i na oficiálních stránkách kláštera.



Obr. 47: Brožurka

5.4 Webové stránky

Webová stránka je vlastně dokument, který je zobrazován pomocí webového prohlížeče (např. Google Chrome, Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera). Díky prohlížeči je možné zobrazit si webové stránky na monitoru počítače či na mobilním přístroji. Webové

stránky jsou obvykle poskytovány v rámci *World Wide Webu* (zkráceně *www*) a jsou prezentovány ve formě hypertextu. Hypertext je vytvořen použitím značek HTML popř. XHTML. Stránky se mohou skládat z textu, multimediálních dat (např. obrázky, videa, zvuky atd.) a odkazů, které umožňují přechod na jiné webové stránky.[60]

Webové stránky mohou být uloženy v podobě souborů na pevném disku počítače, nebo je může poskytovat webový server prostřednictvím počítačové sítě či internetu.

Stránky se dělí na statické a dynamické. Statické obsahují stále stejný obsah, který je uložen v souborech. Dynamické svůj obsah naopak mění v čase. Tyto stránky vytváří program na straně webového serveru. Přímou prohlížeči se stránka může měnit použitím skriptovacích jazyků, Javy, ActiveX a dalších technologií. [60]

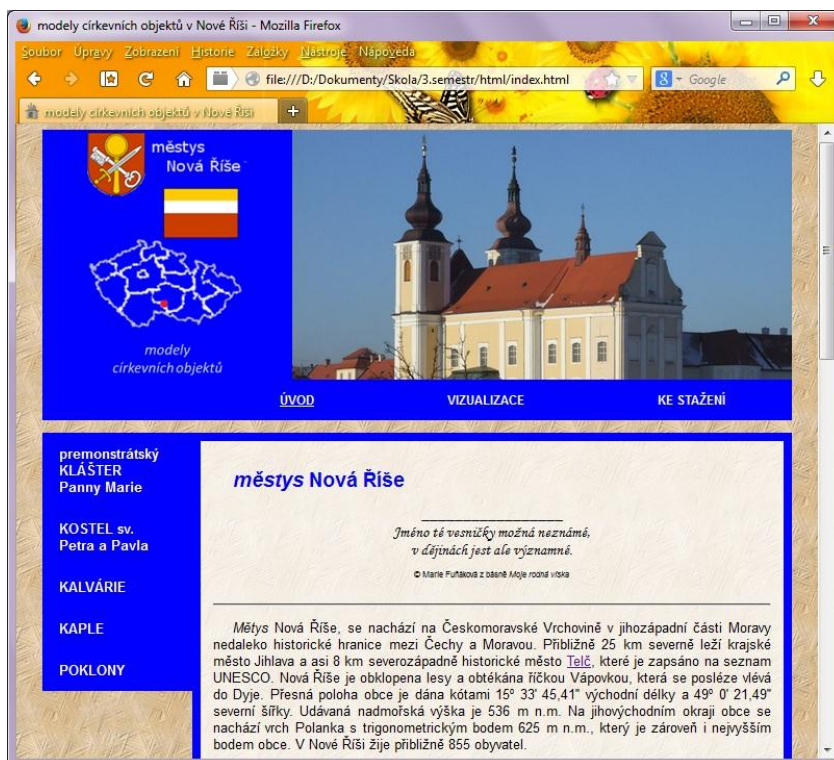
5.4.1 Tvorba webových stránek

Pro vytváření webových stránek stačí mít v počítači jakýkoli jednoduchý textový editor a webový prohlížeč. Dobré je též připojení k internetu, ale není to podmínkou. Vytvořený textový soubor se uloží s koncovkou *html*. Jedná se o obyčejný textový soubor, který je obohacen o značkovací jazyk HTML, tzv. tagy. Takto vytvořený soubor (zdroj, kód) pak lze zobrazit pomocí prohlížeče – jde o webovou stránku.

Tvorba webových stránek je možná v nějakém HTML editoru, který je vhodný zvláště pro začátečníky, protože kódem se není třeba zabývat. Nebo je možné psát přímo zdrojový kód v HTML jazyce, ale k tomu je potřeba aspoň jeho minimální znalost. Mezi HTML editory se řadí zejména *wysiwyg* editory (zkratka „What you see is what you get“ - česky „co vidíš, to dostaneš“). V těchto editorech stačí normálně psát požadovaný text či vkládat obrázky. Editor si všechny tagy doplní sám. Kódem se proto není nutné zabývat, protože je automaticky generován. Příkladem *wysiwyg* editorů jsou třeba Dreamweaver, Microsoft FrontPage, NVU nebo Adobe GoLive . Největší nevýhodou *wysiwyg* editorů je sporná kvalita vytvořeného kódu.

Úplnou kontrolu nad vytvářeným kódem zaručují textové editory, ve kterých se kód píše ručně. Sofistikovanější způsob zaručují tzv. strukturní editory. Kód uživatel píše sice sám, ale program pomáhá, napovídá či doplňuje. Nutností je však znalost HTML jazyka. Mezi strukturní editory se řadí například HomeSite, PSPad, EasyPad, UltraEdit, jEdit a další. V nouzi lze použít i jakýkoliv jednoduchý textový editor jako je např. poznámkový blok nebo WordPad. V těchto textových editorech je ale uživatel odkázán sám na sebe, žádného napovídání či doplňování se v nich nedočká. [19]

Pro tvorbu webových stránek, sloužící k prezentaci církevních objektů v obci Nová Říše, byl použit volně stažitelný strukturní editor *PSPad 4.5.6*. Stránky byly napsány pomocí HTML jazyka a kaskádových stylů a optimalizovány pro internetový prohlížeč *Mozilla Firefox 25.0.1* pod systémem *Microsoft Windows 7 for Home*. Funkcionalita stránek byla následně testována i v dalších internetových prohlížečích a to konkrétně Opera 12.02, Internet Explorer 8.0 a Google Chrome 31.0. Ale v těchto prohlížečích není zaručena plná funkcionalita. Struktura HTML stránek a tagů je popsána v následující kapitole.



Obr. 48: Vzhled webových stránek

5.4.2 Struktura webových stránek

Základem webových stránek je zdrojový kód. Tento kód má svou danou strukturu skládající se z řady znaků-tagů. Ty určují výsledný vzhled stránky. Tagy se dělí na párové a nepárové a jsou uzavřeny ve špičatých závorkách < >. Párové tagy se vyskytují v páru. První něco začíná <> a druhý uvozený lomítkem to končí </>.

Základní struktura dokumentu by měla vypadat přibližně takto:

```
<!DOCTYPE HTML >
<html>
  <head>
    obsah hlavičky
  </head>
  <body>
    obsah stránky
  </body>
</html>
```

!DOCTYPE se píše zcela na začátku souboru. Jeho použití ale není nutné. Určuje typ dokumentu případně i verzi HTML, které odpovídá. Jeho použití je podle standartu značkovacích jazyků. Syntaxe může vypadat například:

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.0 final//EN">
```

Místo řetězce „final“ se může použít řetězec „draft“ nebo „strict“. Pokud není syntaxe souboru zkontrolována parserem podle příslušného DTD, stačí do <!doctype> napsat pouze html.

Párový tag `html` začíná a končí celou webovou stránku. Veškerý obsah stránky musí být uvnitř.

Tag `head` je rovněž párový. Je to hlavička dokumentu. Nezobrazuje se, ale obsahuje informace o stránce. Může obsahovat i další nepovinné tagy, jako jsou např. `title`, `metadata`, `link`, `style`, `script` atd.)

Nejdůležitější párový tag, který obsahuje veškerý zobrazovaný obsah stránky je tag `<body>`. Tělo stránky má celou řadu atributů. Mnohé se dají nahradit využitím CSS (kaskádových) vlastností nastavených pro tag `<body>`.

Dále existuje celá řada tagů pro úpravu textu, jeho formátování. Tyto tagy jsou řádkové, to znamená, že za sebou nezalamují řádek na rozdíl od blokových tagů jako je odstavec (`p`), oddíl (`div`), řádkový zlom (`br`), centrování (`center`), nadpis dané úrovně (`h1`, `h2`,...) a další. Tagy pro formátování udávají, jak má text vypadat. Příklady těchto tagů jsou uvedeny v tabulce č. 3 [19].

Tab. 3: Tagy fyzického formátování textu [19]

Tag	Význam
<code>b</code>	tučné písmo
<code>i</code>	kurzíva
<code>u</code>	podtržení textu
<code>sub/sup</code>	dolní/horní index
<code>small/big</code>	zmenšení/zvětšení textu
<code>strike</code>	přeškrtnutý text
<code>font</code>	písmo
<code>basefont</code>	základní font
<code>blink</code>	blikání písma
<code>nobr</code>	nezalamovat obsah

5.4.3 Vložení 3D modelu do webových stránek

Protože webové stránky byly vyhotovené kromě bližšího seznámení s památkami primárně pro prezentaci vytvořených 3D modelů církevních objektů, bylo nutné na stránky modely umístit. Pro prezentaci modelů vytvořených v programu SketchUp existuje velká řada možností. Většina z nich ale požaduje, aby si návštěvník webových stránek něco stáhl či nainstaloval do svého počítače.

Pro prezentaci modelů bylo zvoleno několik možností:

- Nejjednodušší z nich je pouhý *obrázek* – *export ze SketchUp*. Dalo by se říct, že obrázek může nahrazovat fotografii daného objektu, ale neposkytuje uživateli žádnou možnost vlastního prohlížení. SketchUp umožňuje natočení modelu do

požadovaného pohledu a export v mnoha formátech. Získá-li se aktuální pohled z Google Earth a přepne se „na terén“, je možné exportovat i obrázek reálně umístěného modelu. V dalších grafických programech je možné si vyexportovaný obrázek upravit do požadované velikosti, odebrat pozadí atd. Pro vložení obrázku na webové stránky slouží tag `img`:

```

```

Je možné přidat i řadu dalších atributů, jako jsou například rozměry obrázku, alternativní popis, rámeček, zarovnání, název obrázku atd. Cesta obrázku může být relativní (obrázek ve stejném adresáři) nebo absolutní (celá cesta k obrázku oddělena lomítky). Vložení obrázku s absolutní cestou a s dalšími doplňujícími atributy pak může vypadat například:

```

```



Obr. 49: Obrázek vložený na webové stránky
– ukázka zobrazení názvu (title) po najetí myši na obrázek

- b) Trochu větší představu o 3D modelu přináší možnost *animace (video)*. Ale ani tato metoda neumožňuje volné prohlížení. Ve SketchUp se nadefinují pohledy na daný model - scény. V nastavení se pak může nastavit prodleva a přechod scén. Pomocí exportu animace se vytvoří plynulé video formátu AVI. S takto vytvořeným videem lze dále pracovat a upravovat ho například v softwaru Movie Maker.

Webové stránky nepodporují vkládání videa formátu AVI, ale existuje několik možností jak to obejít. Jednou z nich je převedení videa do formátu OGG, který už vložit jde. Nevýhodou je netypický formát, který některé prohlížeče nejsou schopni přehrát. Příklad vložení videa:

```
<video width="320" height="240" controls>
  <source src="video.ogg" type='video/ogg; codecs="theora, vorbis"'>
</video>
```

Druhou možností je nahrání videa na server YouTube.cz [61]. Právě tato možnost byla využita při tvorbě webových stránek. YouTube umožňuje i vygenerování

kódu pro vložení na stránky, který je možné si dále upravit.

```
<iframe width="420" height="315" src="http://www.youtube.com/adresa"
  frameborder="0" allowfullscreen></iframe>
```



Obr. 50: Video vložené z YouTube

- c) Pro jednoduché volné prohlížení modelu byl použit volně stažitelný plugin *SketchUp Web Exporter*^{beta} dostupný ze stránek společnosti SketchUp [47]. Pomocí tohoto pluginu se vygeneruje série JPG obrázků spolu s HTML souborem. Tento kód je poté možné začlenit do vlastních webových stránek a uživatel si pak může model prohlížet, aniž by si musel cokoli stahovat. Bohužel tato jednoduchá aplikace nedává přílišnou volnost pohybu a umožňuje pouze rotaci o 360° kolem svislé osy.

Přílišnou volnost nedává ani autorovi modelu. Při exportu do HTML lze zadat pouze přibližný počáteční pohled na model, velikost rámce v pixelech a po kolika stupních se mají vytvářet podkladové obrázky.

Ukázka začlenění kódu:

```
<iframe src="model/sketchUp_webExporter/Magdalena_index.html"
  width="404" height="404" ></iframe>
```



Obr. 51: Model zobrazený pomocí Web Exporteru

- d) Úplnou volnost pohybu modelem dává uživateli například program *Spread3D*. Tento program je dostupný z [48]. Pracuje s modely vytvořenými ve SketchUp a dokáže z nich vytvořit samostatný soubor, který je možné přehrát na webových stránkách. Program dává autorovi velkou variabilitu a možnost různých nastavení od velikosti výsledného okna, výběru pozadí, barvy tlačítek, přes předdefinované scény atd. Uživateli pak dává naprostou volnost pohybu s modelem. Lze s ním libovolně rotovat, posouvat, přibližovat i oddalovat. Spread3D vygeneruje HTML soubor, který se do kódu webové stránky začlení obdobně jako u Web Exporteru.

Nevýhodou ale může být práce s většími modely, s kterými si program ne vždy dokáže poradit. V lepším případě pouze trvá delší dobu načítání v samotném programu a následně i v internetovém prohlížeči. V horším případě se model do programu ani nepodaří nahrát, nebo se zobrazí různě nekompletní nebo deformovaný. Řešením někdy může být zobrazení modelu bez textur.



Obr. 52: Model zobrazený pomocí Spread3D

Mezi další možnosti prezentace modelů, které nebyly využity, patří například online webová služba *Sketchfab* [45], *Google Earth API*, nebo třeba pomocí souborů virtuální reality ve formátu *VRML*. Další možností je též začlenit do webových stránek vygenerovaný kód z galerie 3D Warehouse. Tento kód může být pro 2D obrázek, 3D zobrazení nebo zobrazení v Google Earth.

Pomocí databáze 3D Warehouse, která umožňuje i import již vytvořených modelů do programu SketchUp, byly všechny modely nahrány do jednoho souboru a bylo vyhotoveno kompletní video všech vytvořených modelů. Video bylo upraveno v programu Windows Live® Movie Maker a nahráno na YouTube [61]. Spolu s ostatními videi bylo přidáno na vytvořené webové stránky. Pro zmenšení celkové velikosti videa, aniž by došlo k výraznému zhoršení kvality, slouží například jednoduchý free program AVI ReComp.

Na webové stránky byla přidána také možnost stáhnout model ve formátu KMZ. Tento formát slouží pro prohlížení modelu v Google Earth, který je nutné mít nainstalovaný.

Webové stránky budou dostupné na adrese <http://geo3.fsv.cvut.cz/dp/funakova/>.

Závěr

Cílem práce bylo převážně vyhotovení jednotlivých modelů církevních objektů v Nové Říši a jejich následná prezentace. V rámci diplomové práce byly vyhotovené webové stránky pomocí jazyka HTML a kaskádových stylů. Stránky uživatele blíže seznamují s církevními objekty v obci Nová Říše a zároveň prezentují vytvořené modely těchto objektů. Tato práce částečně navazuje na již započaté dílo v rámci mé práce bakalářské (*GIS drobných historických objektů na Novoříšsku*), v níž byl mimo jiné vytvořen trojrozměrný model křížové cesty v Nové Říši. V rámci diplomové práce pak došlo k vyhotovení zbývajících církevních objektů a vznikla tak ucelená galerie všech modelů církevních staveb v městysu Nová Říše kromě soch a křížů. Tato galerie čítá celkem 10 modelů. A to kostel sv. Petra a Pavla, přilehlý klášter Panny Marie, dvě kaple, čtyři kapličky (poklony), boží muka a křížovou cestu skládající se z 10 drobných výklenkových kapliček a kříže. Tyto modely byly tvořeny ve free softwaru SketchUp na základě vlastního přímého měření objektů, případně s pomocí stavební dokumentace. Všechny modely kromě areálu kláštera s přilehlým kostelem byly nahrány do online databáze 3D Warehouse, kde jsou volně dostupné a je možné si je prohlížet i stáhnout. Areál kláštera a kostela nahrán být nemohl z důvodu velikosti, která přesahuje 10MB. Mou snahou do budoucna je tento model zmenšit natolik, aby mohl být do databáze také nahrán.

Vytvořené modely byly následně prezentovány na vzniklých webových stránkách několika způsoby. Byla vyhotovena videa jednotlivých modelů, i video zobrazující kompletně všechny modely s jejich reálným umístěním v obci Nová Říše. Tato videa byla nahrána na server YouTube, kde jsou volně ke zhlédnutí. Zároveň byla videa přidána i do webových stránek. Jako interaktivní možnost prohlížení modelů byla zvolena metoda prohlížení pomocí SketchUp Web Exporter, který umožňuje rotaci pouze kolem svislé osy, a pak hlavně pomocí Spread3D. Ten umožňuje uživateli zcela volně prohlížení vytvořených modelů.

Ve 3D vrstvě budov v Google Earth se prozatím zobrazují pouze dříve vyhotovené modely. A to model křížové cesty, který byl vytvořen v rámci bakalářské práce a model kaple Panny Marie v Lipách, který vznikl v rámci předmětu vizualizace a distribuce prostorových dat v 2. semestru magisterského studia. Ostatní modely (kromě již zmíněného areálu kláštera a kostela) byly do databáze 3D Warehouse nahrány před 1. říjnem 2013. To znamená před ukončením zobrazování modelů přímo ve 3D vrstvě. Všechny modely byly schváleny a přijaty v řádném termínu. Ve 3D vrstvě budov se ale zatím nezobrazují. Je však možné si je zobrazit aspoň v programu Google Earth.

Dále byla vyhotovena informační brožurka, která je součástí přílohy. Tato brožurka, obdobně jako webové stránky, čtenáře blíže seznamuje s církevními objekty. Brožurka byla nabídnuta klášteru pro její případné vydání. Časem by se měla též objevit i na oficiálních stránkách kláštera.

Celá práce byla velmi zábavná i poučná a výsledky jistě napomohou k přiblížení významných historických objektů veřejnosti.

Seznam použitých zdrojů

- [1] *3D Grafika: Reprezentace těles* [online]. [cit. 2013-11-05].
Dostupné z: <http://www.3dgrafika.wbs.cz/>
- [2] Anaglyf: aneb barevná separace obrazů. *Stereofotograf.eu* [online]. 2007 [cit. 2013-11-04].
Dostupné z: <http://stereofotograf.eu/navody/anaglyf/>
- [3] BARR, Alan H. Global and local deformations of solid primitives. *Computer Graphics*, 1984
- [4] BAYER, Tomáš. *Rovinné triangulace a jejich využití*. Dostupné z:
<http://web.natur.cuni.cz/~bayertom/Adk/adk5.pdf/>. Prezentace. Univerzita Karlova v Praze,
Přírodovědecká fakulta, katedra aplikované geoinformatiky a kartografie
- [5] BENEDIKOVIČ, Josef. Jak funguje 3D technologie. *Cinemo.cz* [online]. 2011
[cit. 2013-11-04]. Dostupné z: <http://cinemo.cz/3d-technologie/>
- [6] BURDA, Vladimír. *Staré mapy Českých zemí: Komenského mapa Moravy z roku 1680 podle rytiny z roku 1627* [online]. 2000 [cit. 2013-10-10].
Dostupné z: <http://www.oahshb.cz/staremapy/m1627.htm/>
- [7] *CAD tutorial.cz: SketchUp-návody, tutoriály, tipy a triky* [online]. © 2013 [cit. 2013-11-05].
Dostupné z: <http://www.cadtutorial.cz/sketchup.html/>
- [8] *CAD.cz* [online]. 2009 [cit. 2013-11-04].
Dostupné z: <http://www.cad.cz/stavebnictvi.html/>
- [9] *Citace.Com: návod na využívání generátoru citací* [online]. Verze 1.0. Brno: Citace.com,
18.6.2012 [cit. 2013-11-20]. Dostupné z <http://www.citace.com/>
- [10] ČAČÍK, Bartoloměj M. a KODET Jakub. *Premonstráti: Stránky o premonstrátské spiritualitě, premonstrátech a jejich životě dnes* [online]. (c) 2010. [cit. 2013-10-10].
Dostupné z: <http://premonstrati.org/>
- [11] Dočkáme se konečně LCD televize bez brýlí? *Recenze okamžitě* [online]. 2008-2009
[cit. 2013-11-04]. Dostupné z: <http://www.recenze.okamzite.eu/articles/dockame-se-konecne-3d-televize-bez-bryli/>
- [12] DOLEŽAL, Jiří. Úvod do promítání, *Základy geometrie a Geometrie* [online].
[cit. 2013-11-05]. Dostupné z:
<http://mdg.vsb.cz/jdolezal/StudOpory/Geometrie/ZobrazovaciMetody/UvodDoPromitani/UvodDoPromitani.html>
- [13] DUŠEK, Milan. *Nová Říše*. Nová Říše: NOvoříšský KULturní Spolek, 2007. editace Vysočina.
ISBN 978-80-239-8946-5.
- [14] FUNÁKOVÁ, Marie. *GIS malých historických objektů na Novoríšsku*. Praha, 2012.
Bakalářská práce. ČVUT v Praze fakulta stavební. Vedoucí práce doc.
Ing. Lena HALOUNOVÁ, CSc. [cit. 2013-10-10].
Dostupné z: <http://gama.fsv.cvut.cz/~cepek/proj/bp/2012/marie-funakova-bp-2012.pdf/>

- [15] *Galerie 3D objektů*, profil uživatele vcelka [online]. ©2012 [cit. 2013-10-25].
Dostupné z: <http://sketchup.google.com/3dwarehouse/search?uq=0012129666610858180249801&scoring=m>
- [16] Geometrie/Promítání. Studenti Univerzity Palackého v Olomouci, katedra Matematické informatiky. *Wikiknihy* [online]. 10. 12. 2011 [cit. 2013-11-04]. Dostupné z: http://cs.wikibooks.org/wiki/Geometrie/Promítání#Perspektivn.C3.AD_prom.C3.ADt.C3.A1n.C3.AD/
- [17] Geometrie/Vyplňování. Studenti Univerzity Palackého v Olomouci, katedra Matematické informatiky. *Wikiknihy* [online]. 29. 6. 2012 [cit. 2013-11-04].
Dostupné z: <http://cs.wikibooks.org/wiki/Vyplňování>
- [18] Historie. *Kláster Nová Říše* [online]. 2007 [cit. 2013-10-10].
Dostupné z: http://www.klaster.novarise.cz/historie_cz.php/
- [19] *Jak psát web: o tvorbě internetových stránek* [online]. 2012 [cit. 2013-11-20].
Dostupné z: <http://www.jakpsatweb.cz/>
- [20] Jak vytvořit brožurku ve Wordu. *SuperWindows.cz* [online]. ©2013 [cit. 2013-11-11].
Dostupné z: <http://www.superwindows.cz/jak-vytvorit-brozurku-ve-wordu/>
- [21] *Jazyk HTML* [online]. [cit. 2013-11-20].
Dostupné z: <http://howto.imba.cz/index.php?alias=html/>
- [22] JURCZYKOVÁ, Kristýna. *Stereometrie: afinita*. Dostupné z: http://www.karlin.mff.cuni.cz/katedry/kdm/diplomky/kristyna_jurczykova/index.php/.
Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta. Vedoucí práce RNDr. Jarmila Robová, CSc.
- [23] KACETL, Tomáš. *Optické klamy. Blue Cat* [online]. 1999-2004 [cit. 2013-10-20].
Dostupné z: <http://cat.rulez.cz/k-klamy.htm/>
- [24] KADLEC, Petr. *Užitečné matice* [online]. [2004] [cit. 2013-11-03].
Dostupné z: <http://mormegil.wz.cz/prog/3dref/matrices2.htm>
- [25] *Kláster premonstrátský v Nové Říši: 1211 - 1911*. nákladem kanonie premonstrátů v Nové Říši. Kroměříž: J.Slovaka, 1911.
- [26] KLEIN, Alexander. *Stereoscopy.com: The Library. Stereoscopy.com* [online]. ©1999-2013, 2004 [cit. 2013-11-04].
Dostupné z: <http://www.stereoscopy.com/library/wheatstone-paper1838.html/>
- [27] KOPECKÝ, Miroslav. *Možnosti interaktivní prezentace prostorových modelů na internetu*. 2012. Dostupné z: <http://geo3.fsv.cvut.cz/dp/kopeccky/index.html/>. Diplomová práce. ČVUT Praha, fakulta stavební
- [28] *Mapy Google* [online]. © 2013 [cit. 2013-10-10].
Dostupné z: <https://maps.google.cz/>
- [29] *Mapy.cz* [online]. 1996-2013 [cit. 2013-10-10].
Dostupné z: <http://www.mapy.cz/>

- [30] MAREK, Lukáš. GISportal.cz: Konec uživatelských 3D modelů v Google Earth. In: *GISportal.cz* [online]. ISSN: 1804-8498. [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <http://www.gisportal.cz/2013/09/konec-uzivatelskych-3d-modelu-v-google-earth/>
- [31] Městys a klášter Nová Říše. *Křížem krázem Českem* [online]. 2011 [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: <http://www.krizemkrazemceskem.cz/?p=2830/>
- [32] *Městys Nová Říše* [online]. © 2006 [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: <http://www.novarise.cz/>
- [33] Nemovité památky. *Národní památkový ústav: MonumNet* [online]. © 2003-2011 [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: <http://monumnet.npu.cz/pamfond/>
- [34] NOVÁ ŘÍŠE. *Ondřej Sidor Krása|médiadění* [online]. [2008] [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: <http://www.cd89.cz/>
- [35] *Nová Říše: klášter premonstrátů 1211-1936*. nákladem kanonie na památku 725. výročí založení kláštera premonstrátského v Nové Říši. Brno: Občanská tiskárna, 1936.
- [36] PÁLKA, Bernard. *Premonstrátský klášter Panny Marie s kostelem sv. Petra a Pavla v Nové Říši*. Brno: FOTEP, 2002. ISBN 80-902921-4-3.
- [37] Perspektiva: *Romann Pihan Photography Page – Fotografie a Fototechniky* [online]. [2012] [cit. 2013-11-02]. Dostupné z: <http://www.fotoroman.cz/>
- [38] PLATÓN. *Timaios*. 2. vyd. Praha: OIKOYMENH, 1996. ISBN 8086005070
- [39] Podpořené objekty: kavarie-znovu-oziva. *Nadace VIA* [online]. © 2008 [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: <http://www.nadacevia.cz/cz/granty-a-podpora/podporene-projekty/kavarie-znovu-oziva/>
- [40] POKORNÝ, Pavel. *Základy počítačové grafiky*. 1. Vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta Technologická, 2004. 120s. ISBN 80-7318-161-4
- [41] POMNÍKY, KAPLIČKY, HROBY. *Historie a foto NOVÉ ŘÍŠE a jejího okolí* [online]. [2008] [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: <http://fotorisenove.wgz.cz/pomniky-kaplicky-hroby/>
- [42] *Portál kulturního a přírodního dědictví Kraje Vysočina* [online]. 2011 [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: <http://www.dedictvivysociny.cz/>
- [43] RAVIK, Slavomír. *O světcích a patronech*. Levné knihy KMa, 2006. ISBN 80-7309-343-X
- [44] *SIMphoto: Bakalářská práce, Tvorba jednoduchého software pro jednosnímkovou fotogrammetrii* [online]. 2008 / 2009 [cit. 2013-09-17]. Dostupné z: <http://www.simphoto.wz.cz/>
- [45] *Sketchfab* [online]. 2012 [cit. 2013-11-15]. Dostupné z: <https://sketchfab.com/>
- [46] SketchUp History: The story of SketchUp. *SketchUp Tutorials: Videos, Tips & Tricks* [online]. 2012 [cit. 2013-11-05]. Dostupné z: <http://www.mastersketchup.com/history-of-sketchup/>
- [47] *SketchUp, plugins* [online]. [cit. 2013-11-15]. Dostupné z: <http://www.sketchup.com/download/plugins.html/>

- [48] *Spread3D* [online]. 2012 [cit. 2013-11-15]. Dostupné z: <http://review.spread3d.com/>
- [49] Státnice na FI MUNI. [online]. 2013 [cit. 2013-11-04].
Dostupné z: <http://statnice.dqd.cz/mgr-szz:in-gra:3-gra/>
- [50] Svět víry: Za premonstráty do Nové Říše. *Naše Rodina: český týdeník* [online]. založeno 1968, 2011-ročník 43, č. 46 [cit. 2013-10-10].
Dostupné z: <http://www.nase-rodina.cz/article.php?clanek=1233#/>
- [51] SYNKOVÁ, Petra. *Triangulace*.
Dostupné z: http://www.surynkova.info/dokumenty/mff/PG/Prednasky/prednaska_10.pdf/.
Prezentace. Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta.
- [52] *Technológia automatizovanej výroby* [online]. ©1995-99 [cit. 2013-11-04].
Dostupné z: <http://fstroj.utc.sk/web/kma/student/tav/kap10/tav%20texty%20kap14.htm/>
- [53] TOUŠKA, Kryštof *Hyperkrychle..* [online]. 2004 [cit. 2013-11-02].
Dostupné z: <http://excite.czweb.org/hypercube/>
- [54] *Trimble SketchUp* [online]. 2013 [cit. 2013-09-17].
Dostupné z: <http://www.sketchup.com/>
- [55] *Trimble SketchUp: 3E Praha Engineering* [online]. © 2009 [cit. 2013-11-05].
Dostupné z: <http://www.3epraha.cz/sketchup/>
- [56] Úvod do geografických informačních systémů (GIS): Studijní článek: Nepravidelná trojúhelníková síť – způsob reprezentace povrchu. *BATCOS* [online]. [cit. 2013-11-05].
Dostupné z: <http://www.gis.zcu.cz/studium/ugi/elearning/msgisu02s08cz/default.htm/>
- [57] VILÍMEK, Ladislav. Ve stínu kláštera v Nové Říši. *Regionalist* [online]. 1999 [cit. 2013-10-10]. Dostupné z: http://www.regionalist.cz/vilimek/nova_rise.htm#name01/
- [58] Vím co je to 3D i co je 2D zobrazení. Existuje i 1D?. In: *Odpovědi.cz: odpověď na každou otázku* [online]. 2013 [cit. 2013-11-02].
Dostupné z: <http://www.odpovedi.cz/otazky/vim-co-je-to-3d-i-co-je-2d-zobrazeni-existuje-i-1d/>
- [59] *Vizualizace a distribuce prostorových dat* [online]. 2013 [cit. 2013-11-15].
Dostupné z: <http://geo3.fsv.cvut.cz/kurzy/login/index.php/>
- [60] Wikipedie: Otevřená encyklopedie. In: *Wikipedia: otevřená encyklopedie* [online]. [cit. 2013-11-04]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/>
- [61] *YouTube* [online]. © 2013 [cit. 2013-11-15]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/>
- [62] ŽÁRA, Jiří, BENEŠ Bedřich, SOCHOR Jiří a FELKEL Petr. *Moderní počítačová grafika*.
Brno: Coputer Press, 2004. ISBN 80-251-0454-0.

Seznam symbolů a zkratek

3D	<i>3-Dimensional</i> – třídímenzionální či trojrozměrný, označuje svět, který je možné popsat třemi rozměry
API	<i>Application Programming Interface</i> – rozhraní pro programování aplikací
AVI	<i>Audio Video Interlave</i> - formát multimediálního kontejneru
C#	C Sharp – vysokoúrovňový objektově orientovaný programovací jazyk
CAD	<i>Computer Aided Design</i> - počítačem podporované projektování (kreslení)
CSG	<i>Constuctive Solid Geometry</i> – metoda konstruktivní geometrie pevných těles
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i> – kaskádové styly
ČVUT	České vysoké učení technické v Praze
DT	Delaunay triangulace
DTD	<i>Document Type Definition</i> – definice typu dokumentu
FFD	<i>Free-Form Deformation</i> – volné tvarování těles
FSv	Fakulta stavební
GB	Gigabyte - jednotka množství dat v informatice
GIS	<i>Geographic Information System</i> - Geografický informační systém pro získávání, ukládání, analýzu a vizualizaci dat
HMD	<i>Head Mounted Display</i> – helmy pro virtuální realitu
HTML	<i>HyperText Markup Language</i> – značkovací jazyk pro hypertext
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i> – internetový protokol určený pro výměnu hypertextových dokumentů ve formátu HTML
IT	<i>Information Technology</i> – informační technologie
JPEG	<i>Joint Photographic Experts Group</i> – datový formát se ztrátovou kompresí pro obrazové soubory
KMZ	rozšiřující formát KML (<i>Keyhole Markup Language</i>), přejmenovaná přípona archivu ZIP, slouží hlavně k prezentaci a vizualizaci 3D objektů v prostředí Google Earth a SketchUp
MB	<i>MegaByte</i> – jednotka množství dat v informatice
MS	Microsoft
NOKUS	NOvoříšský KULturní Spolek
NURBS	<i>Non-Uniform Rational Basis Spline</i> – matematický model používaný v počítačové grafice pro generování a reprezentování křivek a ploch
OGG	datový formát pro digitální multimédia

OPraem	<i>Candidus et Canonicus Ordo Praemonstratensis</i> – řád premonstrátských kanovníků
PNG	<i>Portable Network Graphics</i> – datový formát s bezztrátovou kompresí pro obrazové soubory
TIN	<i>Triangulated Irregular Network</i> – nepravidelná trojúhelníková síť
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i> – organizace OSN (Organizace spojených národů) sídlící v Paříži pro výchovu, vědu a kulturu
URL	<i>Uniform Resource Locator</i> – řetězec znaků sloužící ke specifikaci umístění zdrojů na internetu
VRML	<i>Virtual Reality Modeling Language</i> – grafický formát (jazyk) pro popis trojrozměrných scén a objektů v aplikacích virtuální reality
WCS	<i>World Coordinate System</i> – světový souřadnicový systém
WWW	<i>World Wide Web</i> – (zkráceně <i>web</i>) světová rozsáhlá síť, celosvětová síť, označení pro aplikace internetového protokolu HTTP
XHTML	<i>EXtensible HyperText Markup Language</i> – rozšiřitelný hypertextový značkovací jazyk
ZIP	<i>Zone Improvement Plan</i> – Souborový formát pro kompresi a archivaci dat

Použitý software

AVI ReComp 1.5.5

GIMP 2.6

Google Earth 6.1

Google Chrome 31.0

Google SketchUp 6

Google SketchUp Web Exporter^{Beta}

Internet Explorer 8.0

Malování 6.1

Mozilla Firefox 25.0.1

MS PowerPoint 2010

MS Word 2010

Opera 12.02

PSPad Editor 4.5.6

PTViewer

SimPhoto

Spread3D Free 1.4

Windows Live® Movie Maker

WinX Free WMV to AVI Converter 2.0.5

Seznam tabulek

Tab. 1:	Chráněné objekty na Novoříšsku [33].....	18
Tab. 2:	Platónská tělesa [60].....	27
Tab. 3:	Tagy fyzického formátování textu [19].....	63

Seznam obrázků

Obr. 1:	Premonstrátský klášter Panny Marie [42]	10
Obr. 2:	Poloha Nové Říše a komplexu premonstrátského kláštera Panny Marie [29].	10
Obr. 3:	Rozmístění současných premonstrátských klášterů v ČR.....	12
Obr. 4:	Kostel sv. Petra a Pavla z ulice Krasonické.....	15
Obr. 5:	Optické klamy.....	20
Obr. 6:	Optický klam s krychlí [61].....	20
Obr. 7:	Sbíhavost linií [37].....	21
Obr. 8:	Jednouběžníková perspektiva [37].....	22
Obr. 9:	Dvouběžníková perspektiva [37].....	22
Obr. 10:	Rozdělení trojúhelníku.....	23
Obr. 11:	Sít' trojúhelníků pokrývající plochu [62].....	24
Obr. 12:	Posloupnost trojúhelníků.....	24
Obr. 13:	Delaunay triangulace.....	26
Obr. 14:	Ukázky nonmanifoldů.....	27
Obr. 15:	Platónská tělesa [38].....	28
Obr. 16:	Dualita Platónských těles [38].....	28
Obr. 17:	Ostré a pomocné hrany.....	29
Obr. 18:	Mnohostěny a kritérium Eulerovy věty.	29
Obr. 19:	Drátěný model a jeho nejednoznačnost.....	30
Obr. 20:	Datový záznam okřídlené hrany [62].....	31
Obr. 21:	CSG strom.....	31
Obr. 22:	Deformace změnou měřítka [49].....	33
Obr. 23:	Deformace zešpičatěním [49].....	33
Obr. 24:	Deformace zkroucením[49].....	34

Obr. 25:	Volné deformování tělesa pomocí deformačního kvádru [49].....	35
Obr. 26:	Transformace: posunutí a otočení.....	38
Obr. 27:	Transformace: změna měřítka a zkosení.....	39
Obr. 28:	Krychle v rovnoběžném promítání.....	40
Obr. 29:	Mongeovo promítání.....	41
Obr. 30:	Zadání pravouhlé axonometrie [62].....	42
Obr. 31:	Axonometrie [16].....	42
Obr. 32:	Druhy axonometrie [60].....	43
Obr. 33:	Kabinetní a kavalírské promítání.....	43
Obr. 34:	Jednobodová perspektiva [40].....	45
Obr. 35:	Dvoubodová perspektiva [40].....	45
Obr. 36:	Trojbodová perspektiva [40].....	45
Obr. 37:	Kapesní stereoskop [60].....	47
Obr. 38:	Papírové brýle pro prohlížení anaglyfů [2].....	48
Obr. 39:	Barevný kruh [2].....	48
Obr. 40:	Princip polarizace [11].....	49
Obr. 41:	Vytváření ploch ve SketchUp.....	53
Obr. 42:	Barevné odlišení bodů a os ve SketchUp.....	53
Obr. 43:	Koule vytvořená v aplikaci SketchUp – rovinné plošky.....	54
Obr. 44:	Funkce sledovat (Follow me) – vznik říms.....	54
Obr. 45:	Funkce sledovat (Follow me) – vznik kuželu.....	54
Obr. 46:	Lišta nástrojů SketchUp.....	55
Obr. 47:	Brožurka.....	60
Obr. 48:	Vzhled webových stránek.....	62
Obr. 49:	Obrázek vložený na webové stránky.....	64
Obr. 50:	Video vložené z YouTube.....	65
Obr. 51:	Model zobrazený pomocí Web Exporteru..	65
Obr. 52:	Model zobrazený pomocí Spread3D.....	66

Seznam příloh

A. OBRÁZKOVÁ PŘÍLOHA:

- A.1 Komenského mapa Moravy z roku 1680 podle rytiny z roku 1627 [6]
- A.2 Církevní objekty
 - A.2.1 Kostel sv. Petra a Pavla - průčelí
 - A.2.2 Klášter Panny Marie z ulice V Americe
 - A.2.3 Kaple Panny Marie V Lipách
 - A.2.4 Kaple sv. Jana Křtitele
 - A.2.5 Poklona Panny Marie Bolestné
 - A.2.6 Poklona Marie Magdalény
 - A.2.7 Kaplička Panny Marie (obraz Matky Ustavičné pomoci)
 - A.2.8 Kaplička Panny Marie
 - A.2.9 Kalvárie
- A.3 Tvorba věže modelu kaple V Lipách
- A.4 Tvorba ozdobné lišty modelu kaple sv. Jana Křtitele
- A.5 Vytvořené modely
 - A.5.1 Model kostela sv. Petra a Pavla s klášterem Panny Marie
 - A.5.2 Model kaple Panny Marie V Lipách
 - A.5.3 Model kaple sv. Jana Křtitele
 - A.5.4 Model poklony Panny Marie Bolestné
 - A.5.5 Model poklony Marie Magdalény
 - A.5.6 Model kapličky Panny Marie
 - A.5.7 Model kapličky Panny Marie
 - A.5.8 Model Božích muk
 - A.5.9 Model Kalvárie

B. DATOVÝ DISK:

B.1 Text

B.1.1 Diplomová práce ve formátu PDF (*DP_Marie_Funakova.pdf*)

B.1.2 Brožurka drobných církevních objektů ve formátu PDF (*brozurka.pdf*)

B.2 Modely

B.2.1 3D modely objektů (**.skp*)

B.2.2 Animace modelů (**.avi*)

B.2.3 2D obrázky (**.png*)

B.2.4 Prohlížení modelů pomocí Spread3D (**.html*)

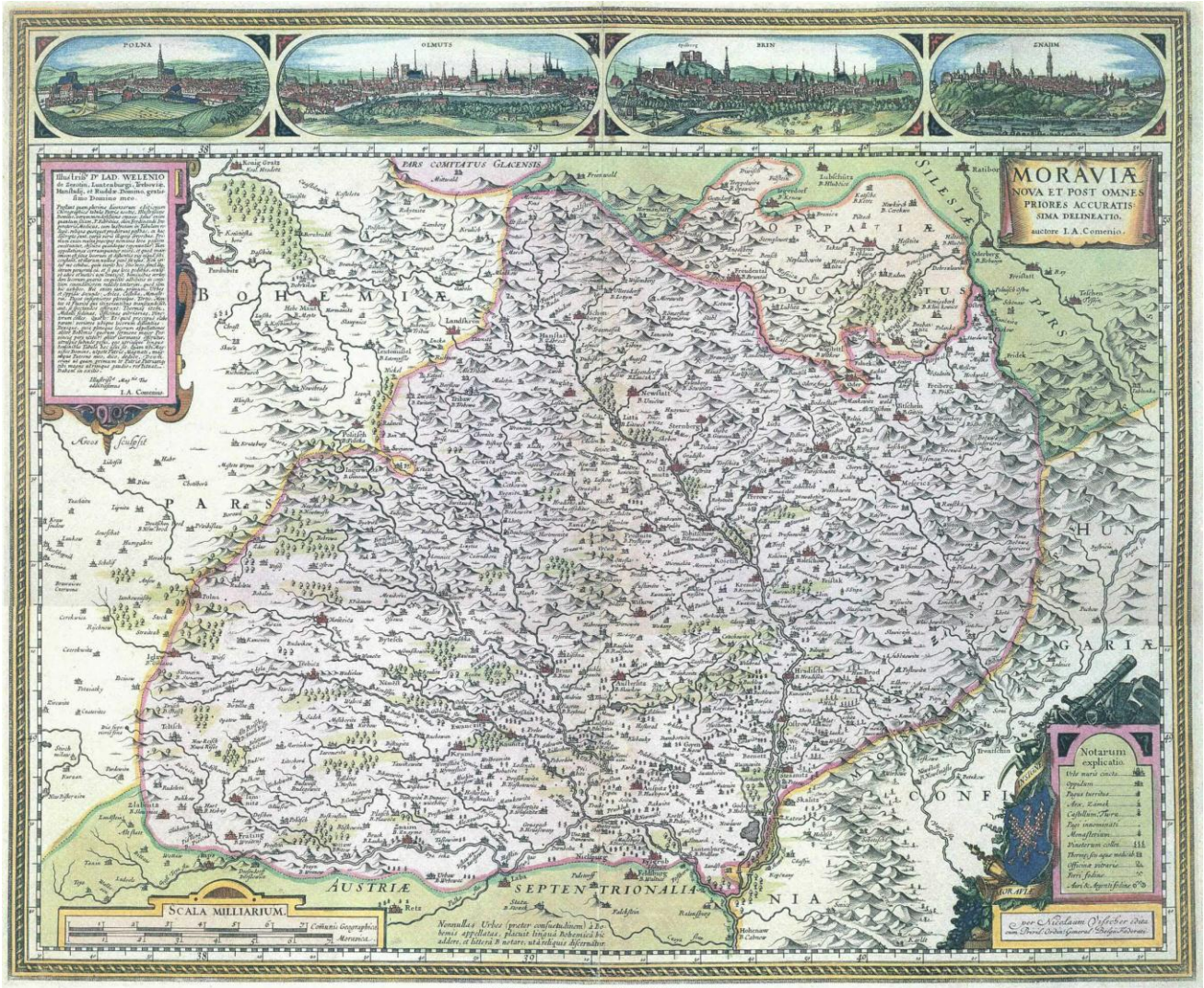
B.2.5 Prohlížení modelů pomocí WebExporteru (**.zip*)

B.3 Webové stránky (**.html*)

C. INFORMAČNÍ BROŽURKA

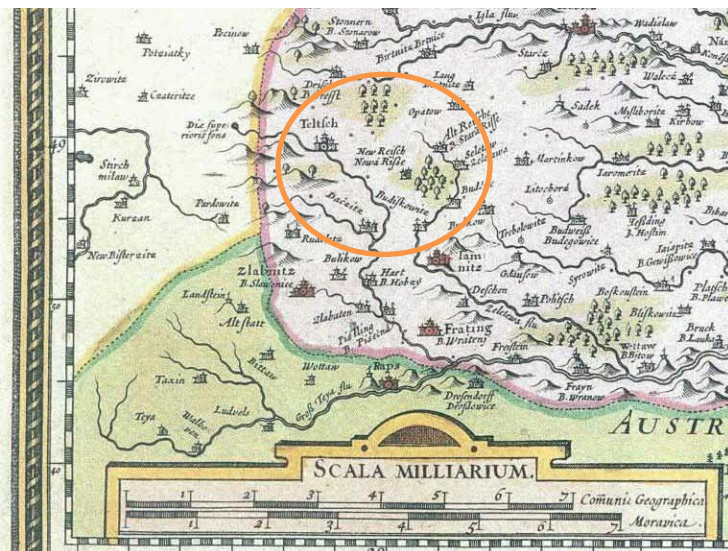
Obrázková příloha

A.1 Komenského mapa Moravy z roku 1680 podle rytiny z roku 1627 [6]



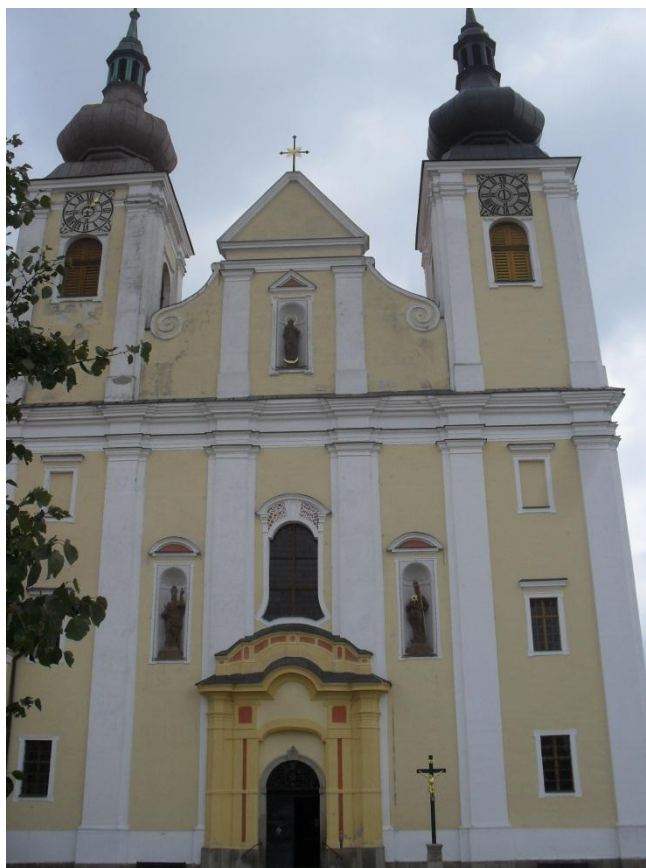
Komenského mapa Moravy z roku 1680 podle rytiny z roku 1627

Detail mapy



A.2 Fotografie církevních objektů

A.2.1 Kostel sv. Petra a Pavla – průčelí



A.2.2 Klášter Panny Marie z ulice V Americe



A.2.3 Kaple Panny Marie V Lipách



A.2.4 Kaple sv. Jana Křtitele



A.2.5 Poklona Panny Marie Bolestné



A.2.6 Poklona Marie Magdalény



A.2.7 Kaplička Panny Marie (obraz Matky Ustavičné pomoci)



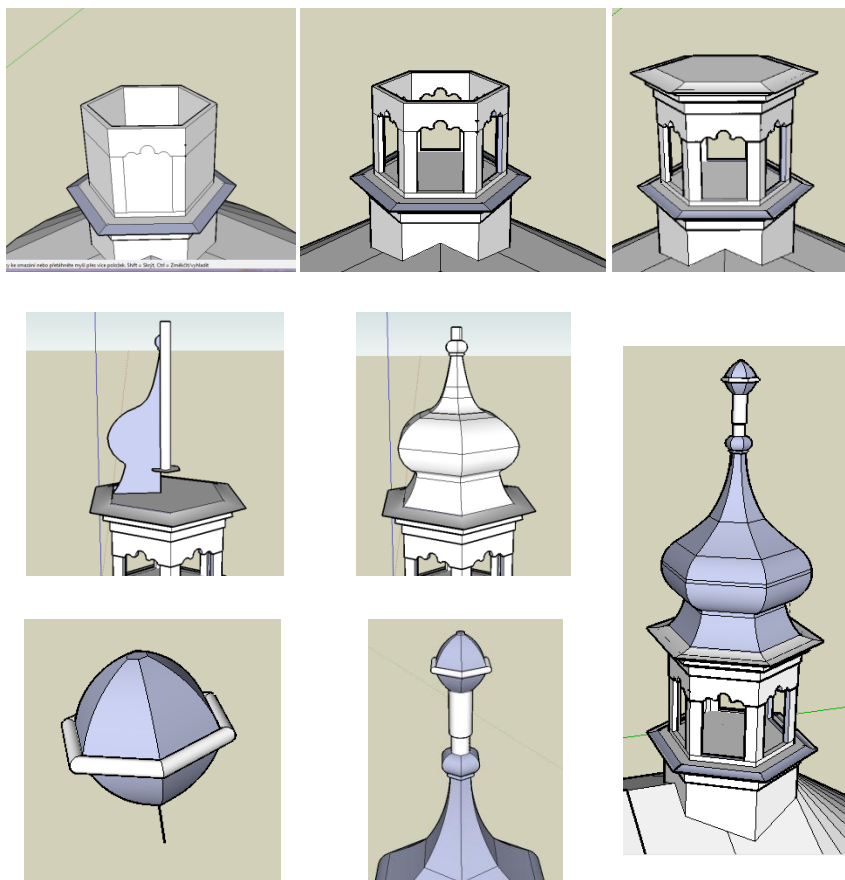
A.2.8 Kaplička Panny Marie



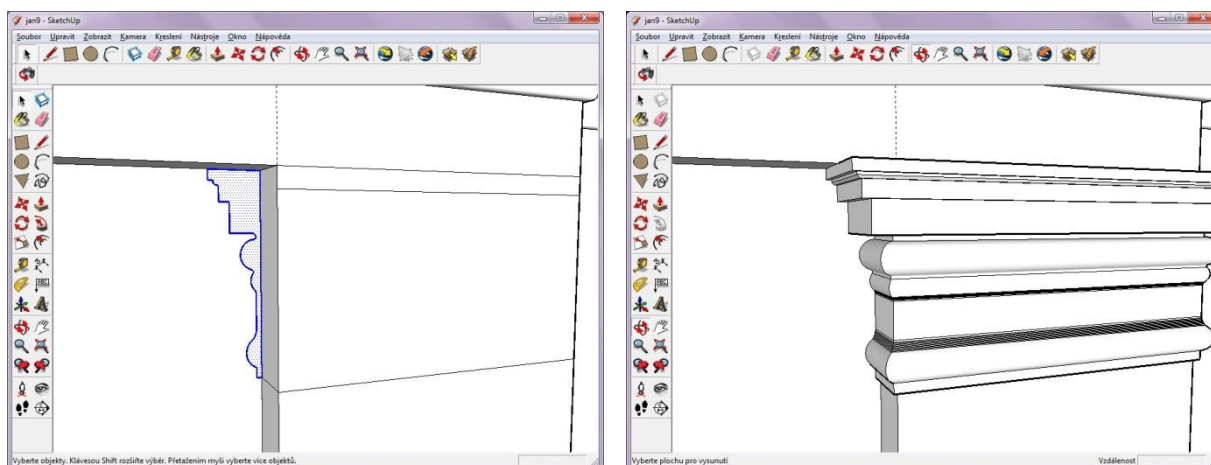
A.2.9 Kalvárie



A.3 Tvorba věže modelu kaple V Lipách



A.4 Tvorba ozdobné lišty modelu kaple sv. Jana Křtitele



A.5 Vytvořené modely

A.5.1 Model kostela sv. Petra a Pavla s klášteřem Panny Marie



A.5.2 Model kaple Panny Marie V Lipách



A.5.3 Model kaple sv. Jana Křtitele



A.5.4 Model poklony Panny Marie Bolestné



A.5.5 Model poklony Marie Magdalény



A.5.6 Model kapličky Panny Marie



A.5.7 Model kapličky Panny Marie



A.5.8 Model Božích muk



A.5.9 Model Kalvárie

