

## 2. Tvorba DXF modelu v CAD systému

V této kapitole se zabývám procesem vytváření prostorového modelu ve formátu DXF. Pro lepší porozumění se nejprve pokusím nastínit, jak formát DXF obecně pracuje. V další části budu navrhovat strukturu DXF modelu tak, aby se mohl stát vstupním souborem konverze do VRML. Poté se zmíním o hlavních úskalích tvorby DXF v různých CAD systémech a na závěr popíši závěrečnou úpravu CAD modelu barokního divadla v systému MicroStation.

### 2.1 Stručný popis formátu DXF

Popis práce na DXF modelu zahájím velmi stručnou zmínkou o tom, jak formát DXF vlastně pracuje. Zdůrazňuji, že jde o pouhý nástin hlavních rysů formátu a že tato kapitola nemá za cíl nahrazovat pojednání věnovaná speciálně DXF. Pro kompletní dokumentaci formátu doporučuji nahlédnout do [9].

#### 2.1.1 Formát DXF obecně

DXF je jeden z nejrozšířenějších formátů vektorových dat, který se stal de facto světovým standardem v oblasti vektorové grafiky. Proto se někdy nazývá formátem výměnným – většina běžně používaných CAD aplikací s ním totiž dovede manipulovat, ať už jde o práci přímo v DXF režimu nebo o import a export dat do tohoto formátu.

Obrovskou výhodou DXF je, že jde o formát **otevřený**. DXF soubor není nic jiného než prostý textový soubor, který lze vytvořit či editovat v libovolném textovém editoru. Z tohoto důvodu je velice vhodný i z hlediska programátora, protože práce s daty v DXF souboru je díky textové podobě jednoduchá a přehledná a umožňuje zabránit nekompatibilitě různých aplikací, které s tímto formátem pracují.

#### 2.1.2 Struktura DXF souboru

DXF soubor je rozdělen do **sekcí**: hlavička, sekce tříd, sekce tabulek, sekce bloků, sekce entit a

sekce objektů.

**Sekce hlavičky** obsahuje počáteční nastavení proměnných ve výkresu a pro naše účely se jí není třeba blíže zabývat.

O **sekcí tříd a sekcí objektů** postačí vědět, že slouží především ke komunikaci vnějších aplikací (VBA, C++, Java...) s DXF soubory.

**Sekce tabulek** definuje nastavení prvků výkresu; je to např. tabulka typů čar, tabulka vrstev, tabulka textových stylů apod. Pro účely konverze dat do VRML nás bude zajímat tabulka vrstev.

**Sekce bloků** definuje bloky vložené do výkresu (blok si můžeme představit jako DXF výkres, který vložíme do jiného, již existujícího DXF souboru); nepředpokládá se, že by DXF model vstupující do konverze obsahoval jakékoli bloky, a proto se ani sekcí bloků nemusíme dále zabývat.

**Sekce entit** obsahuje vlastní grafická data výkresu (v DXF se užívá název **entity**) a je tudíž pro nás nejdůležitější. Formát, v němž jsou entity zapsány, bude nejlépe ukázat na příkladu. Mějme DXF soubor obsahující jedinou entitu, např. LWPOLYLINE; sekce entit tohoto souboru by pak (zjednodušeně) vypadala takto:

```
0
SECTION
2
ENTITIES
0
LWPOLYLINE
8
0
6
CONTINUOUS
62
3
90
8
39
3.934611
10
6.56732
20
-2.952117
10
8.702715
20
-3.390975
10
10.699582
20
-3.279082
0
ENDSEC
```

Základním stavebním kamenem DXF je tzv. **skupina** neboli dvojice řádků, z nichž první obsahuje číselný kód určující, o jaký typ dat se ve skupině jedná, zatímco druhý řádek představuje

vlastní hodnotu skupiny. Význam číselných kódů je předem definován. Pro názornost si projdeme skupiny v předchozí ukázce:

Skupina 0 označuje vždy začátek (nebo případně konec) nějaké části výkresu, v tomto případě začátek sekce, jak ukazuje hodnota SECTION.

Skupina 2 uvádí název dané části výkresu, zde tedy určuje, že jde o sekci entit.

Následující skupina 0 značí začátek entity a ve skupině 2 je zapsán její název, tj. LWPOLYLINE.

Skupiny 8, 6 a 62 určují postupně název vrstvy, do níž entita náleží, typ čáry a barvu entity. Vrstvy a typy čar jsou definovány v sekci tabulek, zde se na ně pouze odkazuje jejich názvem.

Předchozí skupiny jsou všeobecné a najdeme je takřka ve všech entitách, zatímco následující skupiny jsou již specifické právě pro LWPOLYLINE: skupina 90 uvádí počet vrcholů lomené čáry, skupina 39 výšku jejího vytažení (viz dále) a konečně skupiny 10 a 20 definují postupně souřadnice vrcholů.

Skupina 0 s hodnotou ENDSEC označuje konec sekce entit.

Skupinám, které mají vliv na tvar a vzhled DXF entit, se někdy říká též **DXF parametry**. Např. skupina 39 představuje DXF parametr *Thickness*. V této práci budeme výraz DXF parametr často používat.

## 2.2 Struktura DXF modelu

Po zběžném popisu formátu DXF mohu přistoupit k vlastnímu DXF modelu. Budu postupovat od obecnější struktury modelu k detailům: v této kapitole pojednám o rozdělení DXF souboru do jednotlivých vrstev, zatímco vlastním grafickým prvkům (entitám) modelu bude věnována následující kapitola.

### 2.2.1 Rozdělení modelu do vrstev

Rozdělení celého modelu do vrstev pochopitelně závisí na požadavcích uživatele, tj. především na tom, k jakým účelům bude model sloužit. Obecně platí, že vrstva DXF modelu přejde při konverzi ve vrstvu VRML modelu. Záleží tedy na tom, jak podrobně chce mít uživatel model rozdělen. Během konverze i po ní bude dále možno vrstvy spojovat do **skupin vrstev**, čímž vzniknou jakési “vrstvy” vyšší úrovně. Proto není třeba se obávat rozdělit model do vrstev dosti podrobně, protože vrstvy tvořící logický celek bude možno podle potřeby spojit dohromady.

### 2.2.2 Zavedení pracovních vrstev

Z technických důvodů bude DXF soubor obsahovat ještě několik dalších vrstev, které nazývám vrstvami **pracovními**. Podrobný popis, k čemu tyto vrstvy slouží a co obsahují, bude uveden dále. Na tomto místě je pouze vyjmenovávám:

**Spheres** – vrstva pro náhradní reprezentace koulí

**Cones** – vrstva pro náhradní reprezentace kuželů

**Rotation** – vrstva pro náhradní reprezentace rotačních těles

**LOD** – vrstva pro náhradní reprezentace objektů použité ve VRML uzlu LOD

**Sections** – vrstva pro náhradní reprezentace ploch a těles tvořených z profilů

## 2.3 Obsah DXF modelu

Prostorový model ve formátu DXF není ničím jiným než běžným CAD výkresem; je tedy zřejmé, že nese dva základní typy informací: **tvar** objektů a jejich **vzhled**. Těmito dvěma náměty je nyní třeba se zabývat, tj. určit, které DXF entity lze použít k vyjádření geometrie modelu a jakým způsobem budou tyto entity osazeny povrchovými materiály (texturami).

Nejprve uvedu výčet všech DXF entit, které je možno použít k vyjádření geometrie objektů. Z tohoto výčtu potom vyloučím entity pro naše účely nepoužitelné nebo použitelné pouze za cenu zbytečných obtíží (zbylé entity nazývám entitami **povolenými** oproti entitám **zakázaným**). Poté bude následovat stručný popis možností, jak pomocí těchto povolených entit zkonstruovat různé typy těles a ploch, s nimiž se v modelech reálných budov setkáme. Dále stručně pojednám o problematice povrchu těles (materiály, textury), ke které se podrobně vrátím později v kapitole o konverzi do formátu VRML (editace povrchu těles se totiž může odehrávat až při samotném exportu dat).

### 2.3.1 Geometrický tvar objektů – co nabízí formát DXF

Entit, které vyjadřují geometrii objektu, je ve formátu DXF k dispozici velké množství. V

následující tabulce (tab. 2.1) jsou všechny vyjmenovány se stručným popisem. Pro úplný popis entit doporučuji nahlédnout do [9].

<b>LWPOLYLINE</b>
Rovinná lomená čára složená z úseček a kružnicových oblouků. Není-li uvedena žádná hodnota parametru 39 ( <i>Thickness</i> ), jde o rovinnou plochu; pokud tento parametr uveden je, jde o plášť translačního tělesa vzniklý vytažením dané lomené čáry ve směru její normály právě o hodnotu parametru <i>Thickness</i> ; parametr 210 ( <i>Extrusion direction</i> ) pak určuje směr natočení celého tělesa (pozor, jde o natočení tělesa jako celku; vytažení v jiném směru, než je směr kolmý na lomenou čáru, není tímto způsobem možné a šikmo vytažené těleso proto musíme sestavit z jednotlivých stěn).
<b>POLYLINE</b>
Prostorová lomená čára. Může vyjadřovat více různých tvarů; to je určeno hodnotou parametru 70 ( <i>Polyline flag</i> ); nás zajímá forma prostorové polygonové sítě, přičemž hodnotou parametru 75 ( <i>Curves and smooth surface type</i> ) lze nastavit, jakým typem plochy je tato síť proložena.
<b>SPLINE</b>
Obecná prostorová nebo rovinná křivka zadaná (zjednodušeně řečeno) jednotlivými uzly a jejich vahami.
<b>LINE</b>
Úsečka zadaná souřadnicemi koncových bodů.
<b>MLINE</b>
Multičára neboli liniový prvek složený z více čar různého typu a tloušťky.
<b>SHAPE</b>
Obdélník; je zadán bodem vložení, velikostí, úhlem rotace, sklonem a poměrem délek stran.
<b>3DFACE</b>
Rovinná plocha o třech resp. čtyřech rozích.
<b>SOLID</b>
Translační těleso s rovinnou základnou o třech resp. čtyřech rozích, jehož výška a natočení je podobně jako u LWPOLYLINE zadána pomocí parametrů <i>Thickness</i> a <i>Extrusion direction</i> .
<b>ARC</b>
Kružnicový oblouk. Nastavením parametrů <i>Thickness</i> a <i>Extrusion direction</i> vznikne válcová plocha.
<b>CIRCLE, ELLIPSE</b>
Kružnice resp. elipsa. Užitím parametrů <i>Thickness</i> a <i>Extrusion direction</i> lze vytvořit translační plochu.
<b>3DSOLID</b>
Těleso zcela obecného tvaru; používá technologii <i>AcDbModeler</i> .
<b>BODY</b>
Zcela obecná plocha; opět s využitím technologie <i>AcDbModeler</i> .

Tab. 2.1: DXF entity vyjadřující tvar objektu

### 2.3.2 Povolené entity vstupující do konverze

Již ze stručného popisu grafických entit, uvedeného v předchozí kapitole (tab. 2.1), je zřejmé, že některé z nich nejsou vhodné pro konverzi do VRML a některé dokonce nemá smysl v prostorovém modelu vůbec používat. Projděme tyto případy podrobněji:

<b>SPLINE</b>
Samotná prostorová křivka nám ve virtuálním modelu nebude nic platná.
<b>LINE</b>
Platí totéž co o SPLINE.
<b>MLINE</b>
Multičára je v 3D modelu prakticky nevyužitelná.
<b>3DSOLID</b>
Technologie <i>AcDbModeler</i> , s níž tato entita pracuje, je programátorsky těžko přístupná (tvůrce DXF, firma Autodesk, k ní neposkytuje dokumentaci); kromě toho i tělesa zcela obecná budeme muset s ohledem na úspornost výsledného VRML modelu beztak aproximovat jednoduššími a pravidelnými prvky.
<b>BODY</b>
Platí totéž co pro 3DSOLID.

Tab. 2.2: DXF entity nevhodné pro konverzi do VRML

Po vyloučení nevhodných DXF entit nyní uvádím definitivní seznam všech entit, které lze pro tvorbu DXF modelu povolit. Seznam je uveden v následující tabulce.

entita	poznámka
<b>LWPOLYLINE</b>	
<b>POLYLINE</b>	pouze s parametrem <i>70 (Polyline flag)</i> o hodnotě 16 nebo 64 (prostorová polygonová síť)
<b>SHAPE</b>	
<b>3DFACE</b>	
<b>SOLID</b>	
<b>ARC</b>	povinně musí být zadán parametr <i>39 Thickness</i> (válcová plocha)
<b>CIRCLE, ELLIPSE</b>	

Tab. 2.3: DXF entity povolené pro tvorbu vstupního souboru konverze do VRML

### 2.3.3 Jak tvořit v DXF různé typy těles

Nyní se pokusím rozdělit běžný 3D model reálné budovy na jednotlivé základní tvary a pro každý tvar alespoň zhruba říci, jak jej nejlépe v DXF vymodelovat. Konkrétní způsob (příkaz), kterým lze daný prvek vytvořit, ovšem pochopitelně závisí na CAD aplikaci, v níž tvůrce modelu pracuje.

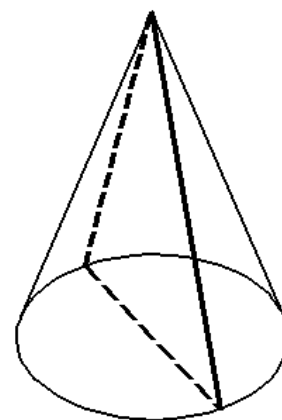
#### 2.3.3.1 Základní tělesa (kvádr, válec, koule, kužel)

**Kvádr:** prakticky všechny CAD systémy, dostanou-li příkaz vytvořit kvádr, vyjádří ho jako LWPOLYLINE s obdélníkovou podstavou, kde parametr *Thickness* definuje výšku kváдру. Lze jej pochopitelně získat i jako soustavu nezávislých rovinných ploch (LWPOLYLINE, 3DFACE) a do výsledného kváдру spojit až při konverzi do VRML. Lze použít i entitu SOLID.

**Válec:** plášť válce bude vyjádřen jako entita CIRCLE ze zadaným parametrem *Thickness*; k němu musíme doplnit dvě kružnice jako podstavy. Ke spojení do jediného tělesa dojde až při konverzi do VRML.

**Koule:** koule se do DXF souboru standardně zapisuje jako entita 3DSOLID, která je pro naše účely nevhodná (patří do zakázaných entit). U takových těles se tento nedostatek se řeší zavedením náhradní reprezentace. V DXF souboru se vytvoří speciální pracovní vrstva, určená pouze pro tělesa daného tvaru, např. právě koule (vrstva **Spheres**). Vše, co konvertor najde v této speciální vrstvě, bude považovat za náhradní reprezentaci příslušného tělesa, jejíž geometrické parametry se načtou a vytvoří se příslušný VRML uzel. Koule bude tedy reprezentována kružnicí (entita CIRCLE) se středem v předpokládaném středu koule a o příslušném poloměru.

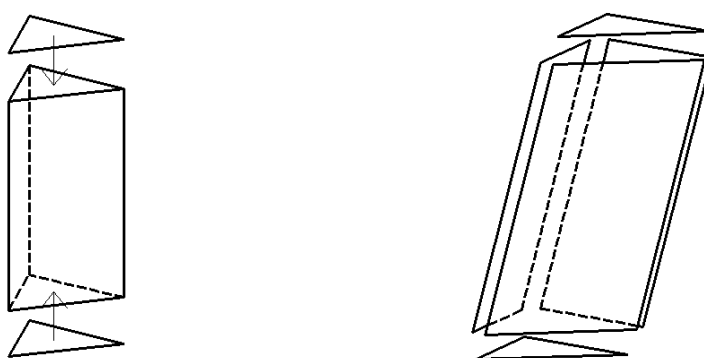
**Kužel:** podobně jako koule, i kužel se do DXF zapíše jako 3DSOLID, a je tedy třeba použít náhradní reprezentaci tak, jak je popsáno v předchozím odstavci. Kužel bude reprezentován pomocí dvou LWPOLYLINE tvořících dohromady trojúhelníkový řez tělesem podél rotační osy: první z nich sestává z jediné úsečky a reprezentuje podstavu kužele, zatímco druhá se skládá ze dvou úseček a představuje plášť (obr. 2.1). Vše musí být ve speciální vrstvě pro kužely (vrstva **Cones**).



Obr. 2.1: Náhradní reprezentace kužele

### 2.3.3.2 Translační tělesa

Translační tělesa s **kolmým směrem vytažení** (tj. ve směru normály k podstavě) se vyjádří jako LWPOLYLINE se zadaným parametrem *Thickness*, kdy parametr *Extrusion direction* určí natočení celého tělesa. Pokud je podstava tělesa složena pouze z úseček a kruhových oblouků, bude LWPOLYLINE podstavě přesně odpovídat. Má-li podstava obecnější tvar, je třeba ji aproximovat pomocí oblouků a úseček. Zdůrazňuji, že LWPOLYLINE s vytažením představuje pouze plášť tělesa, je proto třeba přidat dvě rovinné LWPOLYLINE jako podstavy (obr. 2.2).

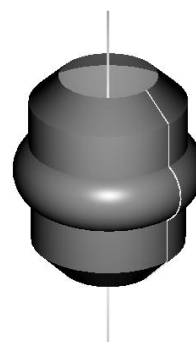


Obr. 2.2: Tvorba kolmého translačního tělesa z plášťové LWPOLYLINE a dvou podstav (vlevo)  
a sestavení šikmého translačního tělesa z jednotlivých stěn (vpravo)

Translační těleso se **šikmým směrem vytažení** (tj. ve směru odlišném od normály podstavy) nelze vyjádřit pomocí LWPOLYLINE, protože ta umožňuje jen kolmé vytažení. Takové těleso tedy vytvoříme jako soustavu rovinných ploch (např. LWPOLYLINE) představujících jeho stěny.

### 2.3.3.3 Rotační tělesa

Rotační tělesa či plochy se ve většině případů zapíše do DXF jako zakázaná entita 3DSOLID. Použijeme proto stejnou metodu jako u koule a kuželů, tj. vytvoříme v DXF speciální vrstvu (**Rotation**), do které umístíme náhradní reprezentaci rotačního tělesa. Ta bude sestávat z profilu ve formě LWPOLYLINE a rotační osy ve formě LINE (to je jeden ze dvou případů, kdy je v DXF souboru povolena entita LINE). Příklad je na obr. 2.3., kde je vidět zvýrazněný rotační profil, osa rotace a výsledná plocha.



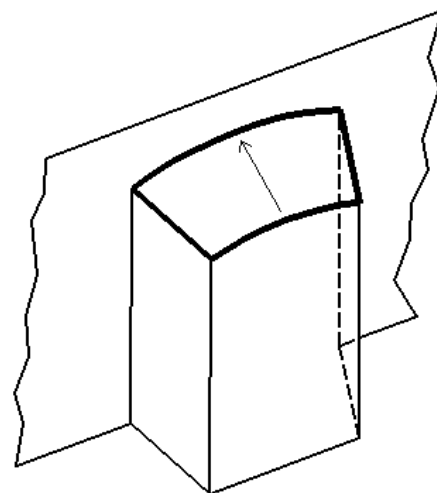
Obr. 2.3: Příklad rotační plochy



### 2.3.3.4 Tělesa a plochy tvořené z profilů

Objekt vytvořený z profilů je obecnějším případem translačních těles, o nichž pojednával odstavce 2.3.3.4, protože v průběhu “vytažení” dojde ke změně tvaru a/nebo polohy vytahovaného profilu, a navíc směr vytažení je obecný (ne nutně kolmý na rovinu profilu). Typický příklad takového prvku, klenba ve výklenku, je na obr. 2.4.

Pro prvky tohoto typu zavedeme opět náhradní reprezentaci umístěnou do speciální vrstvy (vrstva **Sections**). Objekt bude sestávat z příslušných profilů (LWPOLYLINE, ARC, ELLIPSE), jejichž konce budou pospojovány úsečkami (LINE); důvodem spojení je to, aby v případě složitého modelu konvertor rozpoznal, které profilů patří k sobě a také jak jsou vůči sobě orientovány (které jejich konce si odpovídají). Na obrázku jsou tlustou čarou vyznačeny profily a spojující úsečky.



Obr. 2.4: Konstrukce klenby z profilů

### 2.3.3.5 Tělesa nepravidelná

Zcela obecná tělesa budou vždy tvořena skupinou ploch. Typ ploch závisí na tvaru tělesa, lze použít všechny povolené plošné prvky, tj. entity LWPOLYLINE, 3DFACE, ARC, CIRCLE, ELLIPSE nebo POLYLINE; tyto entity se při konverzi do VRML spojí do jediného tělesa.

### 2.3.3.6 Plochy rovinné

Obecně se v DXF pro vyjádření rovinné plochy používá entita LWPOLYLINE, kterou lze popsat rovinnou plochu o libovolném tvaru a počtu vrcholů. Má-li ovšem plocha 3 nebo 4 vrcholy, lze použít také entitu 3DFACE. Pro konstrukci kruhové plochy použijeme entitu CIRCLE.

### 2.3.3.7 Plochy nerovinné

Nejjednodušším případem nerovinné plochy je plocha **válcová**. Otevřenou válcovou plochu vyjadřuje v DXF entita ARC, uzavřenou pak CIRCLE. Obojí musí mít zadán parametr *Thickness*, který definuje výšku translační plochy.

Obecné plochy **lomené** lze v DXF popsat dvěma způsoby: buď jako soustavu rovinných ploch (LWPOLYLINE nebo 3DFACE), které nejsou mezi sebou nijak propojeny (jejich spojení do výsledné plochy se provede až přímo při konverzi), anebo jako trojúhelníkovou síť pomocí entity POLYLINE s nastavením parametru 70 (*Polyline flag*) na hodnotu 16 nebo 64.

Obecné plochy **mírně zahnuté**, tj. takové, u nichž nebude na překážku aproximace trojúhelníkovou sítí, je nejlépe konstruovat způsobem popsaným v předchozím odstavci. Jediný rozdíl bude spočívat v následném optickém vyhlazení pomocí VRML parametru *creaseAngle*.

Zbývají plochy **zcela obecné**, u kterých už aproximace trojúhelníkovou sítí s optickým vyhlazením nestačí. Pro jejich vyjádření lze použít DXF entitu POLYLINE, v níž je třeba nastavit: (a) parametr 70 (*Polyline flag*) na hodnotu 16 nebo 64 a (b) parametr 75 (*Curves and smooth surface type*) na hodnotu 6, která značí kvadratickou b-spline plochu, tedy maximálně složitou plochu, kterou je ještě rozumné ve virtuálním modelu používat (plochy vyšších řádů jsou o mnoho náročnější na zobrazovací výpočty a přesnost modelu se přitom jejich použitím zvýší jen nepatrně).

### 2.3.4 Problematika povrchu těles (materiály a textury)

Úprava povrchu těles podstatně přispívá k realistickému dojmu z prostorového modelu. Povrchy těles můžeme rozdělit do dvou skupin:

- (a) barvy a barevné vlastnosti,
- (b) textury.

Pro povrchy skupiny (a) budu v této práci používat termín **materiály**. Tento název není příliš výstižný a může být i zavádějící, protože v mnoha případech (CAD software, literatura) se tak označují buď povrchy těles obecně, nebo dokonce přímo textury. Důvodem, proč jej v této práci budu používat, je jeho použití v jazyce VRML, kde se materiálem rozumí nejen vlastní barva povrchu, ale i další jeho barevné vlastnosti (barva odraženého světla, vyzařovaná barva apod.). Aby tedy byla terminologie v celé práci jednotná, přebírám z jazyka VRML rozdělení povrchů na

**materiály** (= barvy) a **textury** (vzor převzatý například z obrázkového souboru).

Pro vylepšení vizuálního dojmu z textury se někdy používá tzv. **mapa nerovností** (bump map), kdy se barevné rozdíly v textuře interpretují jako rozdíly v hloubce reliéfu. CAD systémy většinou dokážou s nerovnostmi pracovat, ne tak jazyk VRML. Proto se touto možností nebudeme zabývat a texturou budeme v této práci vždy rozumět obrázek ze souboru.

Popišme si nyní, jak nejlépe používat materiály a textury v DXF modelu, který bude vstupovat do konverze.

#### 2.3.4.1 Materiály

Práce s materiály bude velmi jednoduchá, protože barva je jednou z vlastností DXF entit; je definována v DXF parametru 62 (*Color number*). To znamená, že přejeme-li si, aby povrch měl určitou barvu, stačí ji jednoduše nastavit jako barvu entity v DXF a program ji při konverzi do VRML převezme; v konvertoru pak bude možné barvy editovat, případně doplnit nastavení dalších barevných vlastností.

#### 2.3.4.2 Textury

Podobně jako u materiálů, textury lze buď vložit do DXF modelu (pomocí entity INSERT) a konvertor je převezme, anebo může tvůrce modelu připravené obrázkové soubory mapovat na objekty teprve během konverze do VRML. Ve prospěch mapování textur až při konverzi mluví fakt, že nepracujeme-li v CAD systému přímo v DXF režimu (tj. tvoříme model v interním formátu daného CADu a do DXF jej teprve následně exportujeme), není vždy zaručen spolehlivý převod textur do DXF.

## 2.4 Tvorba DXF modelu v různých CAD systémech

### 2.4.1 Problém různé terminologie

V předchozí kapitole jsem vymezil, které DXF entity je povoleno při tvorbě modelu použít, má-li se DXF model stát vstupním souborem konverze do VRML. DXF soubor je tedy třeba vytvářet tak, aby neobsahoval žádné jiné typy prvků. To může být složitější úkol, než se na první pohled zdá,

protože DXF modely budou pravděpodobně vznikat v různých CAD systémech. Některé CAD systémy sice umožňují pracovat přímo v DXF režimu, ale někdy v nich narazíme na terminologii lehce odlišnou od "oficiální" terminologie DXF, takže je nutné přesně zjistit, který název typu prvku v daném CADu přísluší kterému prvku v DXF.

Ještě větší komplikace mohou nastat v těch CAD aplikacích, které přímo v DXF režimu nepracují, takže je potřeba soubor do tohoto formátu exportovat; v těchto případech musí uživatel zjistit, ať už prakticky nebo z dostupné dokumentace, jak export do DXF přesně pracuje. (Součástí této práce je popis exportu z formátu DGN do DXF v systému MicroStation, který byl využit při tvorbě modelu barokního divadla v Českém Krumlově – viz kap. 2.4.2 a přílohy č. 3 a 4.)

Lze pochopitelně očekávat, že nejjednodušší práci s formátem DXF umožní aplikace firmy Autodesk, která formát vyvinula. U modelů složitějších budov je každopádně dobré vzít v potaz, jak pohodlně se v daném softwaru pracuje ve 3D (podle tohoto kritéria si např. AutoCAD bez speciálních modelovacích nadstaveb nestojí zrovna nejlépe.)

### **2.4.2 Příklad studia exportu do DXF – MicroStation V8**

Stávající model barokního divadla v Českém Krumlově byl vytvořen v softwaru MicroStation v jeho interním formátu DGN. MicroStation umožňuje přímý export do DXF, nicméně velké množství prvků výkresu se konvertuje na zakázané DXF entity (seznam zakázaných entit viz kap. 2.3.2). Bylo tedy potřeba zjistit, které prvky DGN se převádějí na entity povolené, a celý model potom editovat tak, aby se skládal pouze z těchto prvků.

Export z formátu DGN do DXF jsem zkoumal tak, že jsem v MicroStationu vytvářel prvky různých typů, exportoval do DXF (verze R14) a zjišťoval, na kterou entitu byl prvek převeden. Výsledkem práce jsou dvě přehledové tabulky: jedna popisuje export čárových prvků různých typů, druhá se týká prostorových objektů. Tabulky i s podrobnějšími komentáři lze nalézt v přílohách č. 3 a 4.

## 2.5 Závěrečná úprava modelu barokního divadla pro export do DXF

Následující odstavce se podrobněji zabývají dokončovacími pracemi na CAD modelu barokního divadla. Tato část tvorby modelu byla časově dosti náročná – ve skutečnosti zabrala více času než zpracování ostatních částí této diplomové práce.

### 2.5.1 Doměření a konstrukce chybějících částí modelu

V kapitole 1.1.2 bylo již zmíněno, že prvním z cílů méj práce bylo dokončení měřických a konstrukčních prací na modelu barokního divadla; šlo o méně významné prostory v interiéru divadla, dále o jeho exteriér a též o exteriér Renesančního domu, který na budovu divadla přímo navazuje. Podle rozdělení divadla na jednotlivé prostory, o němž byla také řeč v kap. 1.1.2 (viz též seznam DGN souborů v příloze č. 1), se moje měřické práce týkaly prostor č. 6 až 20.

Pro geodetické práce byla použita totální stanice Trimble 3600 s možností pasivního odrazu.

Pro **zaměření exteriérů** byl vybudován polygonový pořad obcházející obě budovy, který byl na několika místech navázán na dříve vytvořenou síť uvnitř divadla. Z vyrovnání vázané sítě (8 pevných bodů) vyplynula střední souřadnicová chyba 33 mm. Příčiny této (vzhledem k použité metodě a vybavení poměrně velké) střední chyby jsou pravděpodobně dvě: (a) strmé a nestejně dlouhé záměry zejména na severní straně divadla a (b) nepřesnost souřadnic pevných bodů, které pocházejí z různých etap předchozího měření a nejsou dokonale kompatibilní.

Na fasádách a střeše barokního divadla byly měřeny všechny důležité prvky (okna, dveře, výklenky, vikýře, komíny, rozhraní různých typů fasády apod.), zatímco na fasádách Renesančního domu šlo pouze o vlíčovací body pro transformaci fotografických snímků (Renesanční dům není přímým předmětem našeho zájmu, proto postačí pouze schematický model).

Při **zaměřování vnitřních prostor** se vycházelo z dříve zhotovené měřické sítě, která byla vhodně doplněna polygonovými pořady a rajóny. Přesnost byla znatelně vyšší než v exteriérech – polohová odchylka žádného z polygonů nepřekročila 10 mm.

Postup podrobného měření byl tentýž jako při dřívějších měřických pracech, proto odkazuji např. na [3] nebo [4].

Všechna naměřená data jsem poté zpracoval v softwaru MicroStation V8, čímž byla tvorba

modelu ve formátu DGN dokončena.

## 2.5.2 Reorganizace modelu

O reorganizaci DGN modelu barokního divadla bylo již vše podstatné řečeno v kapitole 1.1.2, odstavec (b). Výsledkem reorganizace modelu je:

- (a) **dvacet DGN souborů**, odpovídajících jednotlivým prostorům divadla (viz příložené CD),
- (b) **seznam DGN souborů a seznam vrstev modelu** (viz přílohy č. 1 a 2),
- (c) **adresář obrázkových souborů s texturami**, které se budou mapovat při konverzi (viz CD).

Jednotné názvosloví vrstev (viz komentář v příloze č. 2) umožňuje bezpečné spojení všech souborů do jediného modelu, aniž by docházelo ke kolizím vrstev se stejnými názvy nebo naopak k nedorozuměním plynoucím z rozdílných názvů vrstev obsahujících prvky stejného typu (tyto vrstvy mají shodný vlastní název, liší se pouze číslem prostory).

## 2.5.3 Kontrola modelu a úprava pro export do DXF

Po celkové reorganizaci modelu bylo třeba provést nejnáročnější fázi přípravy na export do DXF, totiž **kontrolu** celého modelu a **přemodelování** těch jeho prvků, které by se exportovaly na zakázané DXF entity. Model byl vytvářen v době, kdy neexistoval seznam povolených entit, jak je uveden v kapitole 2.3.2, a obsahoval proto velké množství takových prvků. U každé prostory divadla jsem postupoval zhruba takto:

(a) **kontrola a případné přemodelování velkých ploch (stěny, strop, podlaha)**: přemodelování bylo bohužel nutné v drtivé většině případů: plochy jsou vesměs rovinné s odchylkami od roviny do 1,5 cm, a proto nemá smysl aproximovat je trojúhelníkovou sítí nebo je dokonce modelovat jako b-spline plochy. Protože ale byly v modelu většinou definovány jako nerovinné uzavřené řetězce (které se exportují na zakázanou DXF entitu BODY), bylo nutno nahradit je rovinnými útvary. V několika případech (např. stěny u točitých schodišť) bylo použito nerovinných prvků.

Přemodelování ploch pomocí rovinných prvků vedlo k jejich zjednodušení, což se nutně promítlo do výsledné přesnosti modelu. Uvážíme-li odchylku původní a přemodelované plochy do 1,5 cm,

bude chyba v celkovém rozměru místnosti činit v nejhorším případě 3 cm;

**(b) přemodelování menších výklenků, průchodů apod.:** po úpravě stěn bylo přemodelování menších zděných prvků, které na stěny navazují, nutné všude. Zvláštní pozornost si vynutily průchody mezi místnostmi (futra dveří), protože jednotlivé místnosti byly ve většině případů modelovány nezávisle na sobě. Jejich propojení pomocí rovinných prvků v průchodech bylo proto dosti pracné.

Pokud jde o přesnost těchto částí modelu, je její zhoršení dáno chybami vzniklými přemodelováním větších ploch, protože bylo třeba dodržet návaznost menších prvků na tyto plochy; tato odchylka nepřesáhla výše uvedených 1,5 cm. K dalšímu zhoršení přesnosti zde při přemodelování nedošlo;

**(c) kontrola a případné přemodelování dalších prvků,** jako např. lavic v hledišti, dřevěných prvků mašinerie apod.; přemodelování nemělo žádný vliv na tvar prvků, nýbrž pouze na způsob jejich vyjádření v DXF. Mojí snahou bylo, aby tvarově podobné prvky (zejména prkna a trámy) byly všechny popsány pomocí téže DXF entity (LWPOLYLINE), zatímco v původním modelu byly konstruovány z rozličných entit. Geometrická přesnost těchto prvků nijak neutrpěla;

**(d) doplnění polygonů,** na něž se později budou mapovat textury (tj. okna a dveře, malovaná výzdoba v hledišti).

Poslední fází konečné úpravy modelu bylo **vyřešení návaznosti jeho jednotlivých částí**. To obnášelo zejména kontrolu odpovídajících výšek podlah a úpravu okrajových prvků jednotlivých částí tak, aby na sebe navazovaly. V této fázi práce jsem očekával značné potíže, protože jednotlivé části modelu byly měřeny nezávisle na sobě a vycházelo se z různých měřických sítí (byť pochopitelně propojených). Ve skutečnosti se při spojování modelu nevyskytly výraznější problémy a lze říci, že přesnost modelu při tomto kroku utrpěla jen zanedbatelně.