

4. Návrh konvertoru

Předpokládanou funkci konverzního programu bude nejlépe popsat pomocí návrhu jeho uživatelského rozhraní, tj. soustavy dialogových oken, v nichž se tvorba modelu bude odehrávat. Po tomto spíše schématickém náhledu přejdu k detailnějšímu popisu jednotlivých algoritmů. Podrobný přehled lze získat nahlédnutím do vývojových diagramů v přílohách č. 6 a 7.

4.1 Popis uživatelského rozhraní

Konvertor bude fungovat jako nadstavba AutoCADu, s nímž bude také velmi úzce spolupracovat: maximum grafických informací, s nimiž se bude v programu pracovat, se bude zároveň zvýrazňovat v DXF souboru otevřeném v AutoCADu, aby měl uživatel co nejlepší přehled o tom, kde se v modelu nachází a s kterými jeho prvky právě manipuluje.

4.1.1 Základní informace a popis okna aplikace

Základní dialogové okno konvertoru (viz obr. 4.1) obsahuje pět karet: kartu **“Layers”** pro práci s vrstvami, **“Prototypes”** pro vytváření prototypů a knihoven, **“Export”** pro obsluhu vlastní konverze do VRML, **“Surfaces”** pro osazování modelu texturami a **“Model manager”** pro jednoduchou a přehlednou dodatečnou editaci VRML modelu. Dále zde najdeme tlačítka **“Check DXF file”** sloužící ke kontrole DXF modelu, **“Preview model”** pro prohlížení již exportovaných částí modelu, **“Help”** pro zobrazení nápovědy a **“Exit converter”** pro ukončení programu.

4.1.2 Kontrola DXF modelu (tlačítko **“Check DXF file”**)

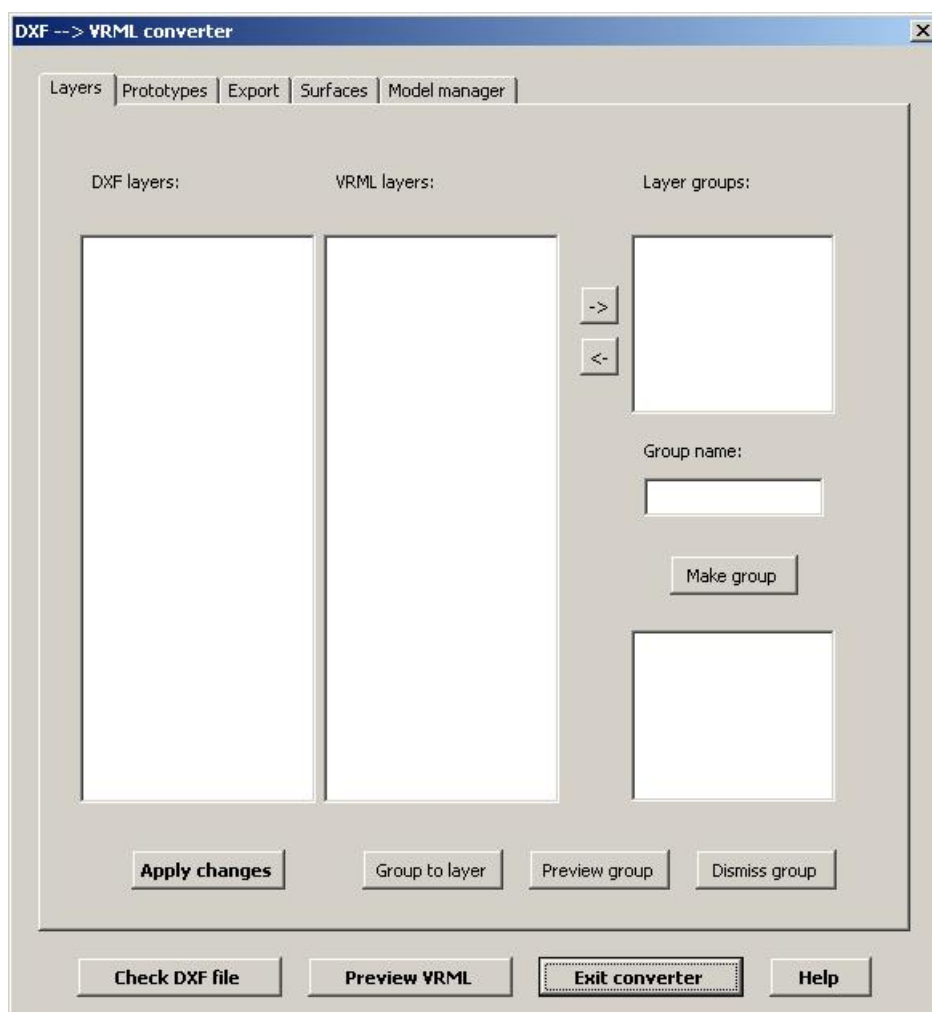
Tlačítko **“Check DXF file”** lze použít kdykoli během práce v konvertoru; program projde celou výkresovou databází DXF modelu a vyhledá nepovolené entity. O výsledku kontroly dostane uživatel přehlednou zprávu.

4.1.3 Prohlédnutí VRML modelu (tlačítko *“Preview VRML”*)

Uživatel si může kdykoli během práce prohlédnout vše, co již bylo převedeno do VRML. Po stisku tlačítka *“Preview VRML”* se veškerý již existující VRML kód zobrazí ve VRML prohlížeči (uživatel jej ovšem musí mít nainstalován).

4.1.4 Práce s vrstvami (karta *“Layers”*)

Slouží k organizaci vrstev v modelu (viz obr. 4.1).



Obr. 4.1: Karta *“Layers”* (práce s vrstvami modelu)

Po spuštění načte konvertor názvy vrstev z aktivního DXF souboru a vypíše je v seznamu *“DXF”*

layers:”. Tytéž názvy se automaticky načtou i do sousedního seznamu **“VRML layers:”**, v němž je může uživatel podle svého přání změnit.

4.1.4.1 Změna názvů vrstev

Po stisku tlačítka **“Apply changes”** bude pro každou vrstvu založen VRML soubor (tj. textový soubor) s daným názvem; soubor bude prázdný, zapíše se do něj pouze VRML hlavička.

Změní-li uživatel názvy vrstev později během práce na exportu a stiskne tlačítko **“Apply changes”**, pak se již vytvořené VRML soubory přejmenují (nezávisle na tom, jsou-li prázdné či nikoli).

4.1.4.2 Vytváření skupin vrstev

Dále je na této kartě možno vrstvy organizovat do **skupin vrstev**, jež lze při návštěvě virtuálního modelu zapínat a vypínat hromadně. Skupiny vrstev jsou vhodné v případech, kdy DXF model je dělen do vrstev podrobněji než je třeba a při přímém převodu DXF vrstev na VRML vrstvy by byl vzniklý model zbytečně složitý.

Přeje-li si uživatel vytvořit skupinu vrstev, nastaví kurzor na vybranou vrstvu v seznamu **“VRML layers”** a stiskne tlačítko se šipkou doprava; název vrstvy se zobrazí v seznamu napravo. Jsou-li tímto způsobem navoleny všechny vrstvy, které budou ve skupině, zadá uživatel do kolonky **“Group name”** název skupiny a stiskne tlačítko **“Make group”**. Existující skupiny vrstev jsou vypsané v seznamu pod tímto tlačítkem. Skupinu vrstev lze opět rozpustit tlačítkem **“Dismiss group”**; touto akcí se nevymažou žádná data. Pokud jsou vrstvy ve skupině již exportovány do VRML, aktivuje se tlačítko **“Preview group”**, kterým je možno si skupinu zobrazit ve VRML prohlížeči. Běžný postup bude zřejmě takový, že nejprve se provede export modelu a teprve na závěr se vrstvy zorganizují do skupin – při opačném postupu není možné si skupiny prohlédnout.

Chce-li uživatel editovat skupinu vrstev, vybere si ji v seznamu skupin a pomocí tlačítek se šipkami přidá nebo odebere vrstvy ze skupiny. Stiskem tlačítka **“Make group”** nahradí původní skupinu vrstev upravenou skupinou.

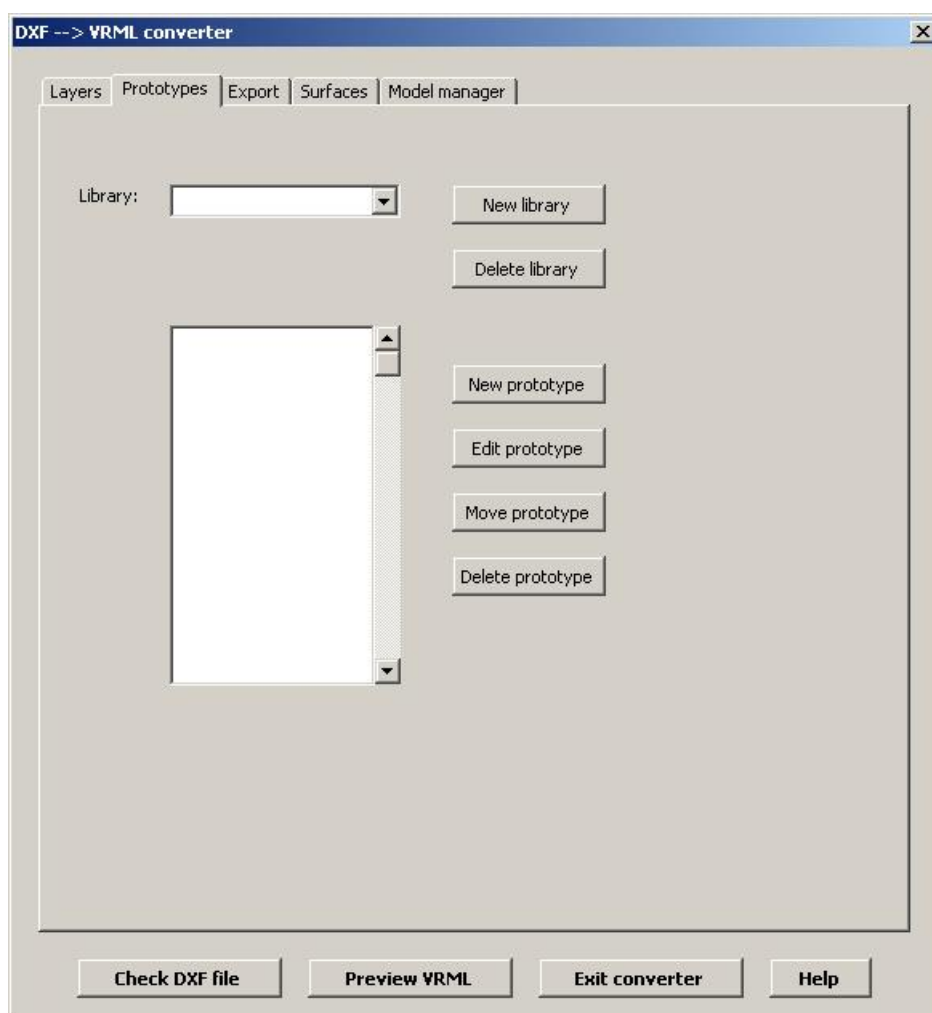
Tlačítkem **“Group to layer”** je možno vybranou skupinu vrstev sloučit do vrstvy jediné. Bude vytvořen jediný VRML soubor a soubory se slučovanými vrstvami se vymažou.

4.1.5 Práce s prototypy (karta “*Prototypes*”)

Tato karta (obr. 4.2) slouží k manipulaci s knihovnami prototypů a prototypy samotnými (více o prototypech viz kap. 3.2.3).

Víme už, že knihovna prototypů není nic jiného než běžný VRML soubor. V horní roletové nabídce (“**Library:**”) je vypsán název knihovny, v níž uživatel momentálně pracuje. Stiskem tlačítka “**New library**” se otevře dialog, do nějž uživatel zadá název nové knihovny a po jeho potvrzení je vytvořen nový (prázdný) VRML soubor. Tlačítkem “**Delete library**” lze nastavenou knihovnu vymazat.

V seznamu “**Prototypes:**” pod roletovou nabídkou jsou vypsány názvy všech prototypů, které knihovna obsahuje; pomocí dalších tlačítek s nimi lze manipulovat.

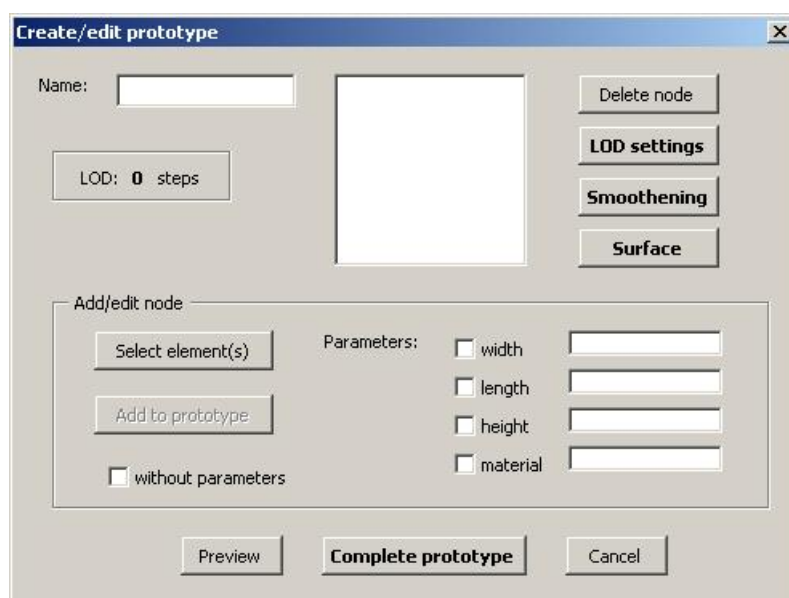


Obr. 4.2: Karta “*Prototypes*” (manipulace s prototypy)

4.1.5.1 Vytvoření nového prototypu

Tlačítkem **“New prototype”** se otevře dialogové okno, v němž je možno prototyp vytvořit (obr. 4.3). Do kolonky **“Name”** uživatel vypíše název prototypu. Vlastní stavba prototypu se pak provádí v rámečku **“Add/edit node”**, který slouží pro vytváření jednotlivých VRML uzlů, z nichž se pak bude sestavovat výsledný prototyp. Jsou dvě možnosti, jak prototyp vytvořit:

(a) pokud uživatel ví, že **všechny kopie prototypu budou stejné**, zaškrtně políčko **“without parameters”**. Tím je dáno, že VRML uzly v prototypu nebudou mít žádné měnitelné parametry, tj. při použití prototypu v modelu nebude možné měnit jeho tvar. Po stisku tlačítka **“Select element(s)”** dialog zhasne, konvertor přepne přímo do AutoCADu a čeká, až uživatel vybere požadovanou entitu (nebo skupinu entit) z DXF souboru. Je-li výběr ukončen (způsob ukončení závisí na nastavení AutoCADu), zjistí program nejprve, zda lze vybrané DXF entity převést do VRML (tj. že nejde o zakázané entity). Je-li výběr v pořádku, přepne program zpět do dialogového okna. DXF entity se automaticky převedou na VRML uzly, které se zobrazí v seznamu v horní části dialogu. Stejným postupem lze přidávat další uzly; vymazání uzlů se provede stiskem **“Delete node”**.

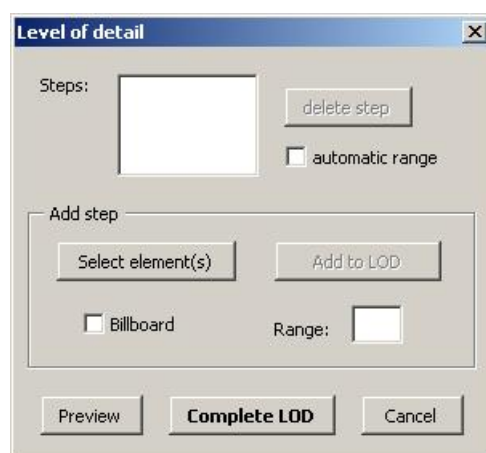


Obr. 4.3: Dialog pro tvorbu resp. editaci prototypu

(b) jestliže se **kopie prototypu budou tvarově lišit**, nechá uživatel políčko **“without parameters”** nezaškrtnuté a provede výběr z DXF stejně jako v předchozím případě. Nyní se ovšem vybrané DXF entity nepřevědou na VRML uzly automaticky; po převodu každého uzlu se v

rámečku **“Add/edit node”** zobrazí jeho parametry (na obrázku jsou pro představu vypsány parametry pro kvádr – uzel **Box**). Zaškrtnutím políčka vlevo od názvu parametru uživatel určí, že tento parametr výsledného prototypu bude měnitelný, a do kolonky vpravo napíše jeho název (názvy jsou potřeba proto, že prototyp může sestávat z více uzlů téhož typu; parametry stejných uzlů je nutno v rámci celého prototypu jednoznačně rozlišit). Tlačítkem **“Add to prototype”** se uzel teprve zapíše do prototypu a na řadu přijde další uzel z výběru. Postup se opakuje tak dlouho, dokud se výběr nevyčerpá.

Další editace prototypu se obsluhuje tlačítky napravo od seznamu uzlů. Tlačítkem **“LOD settings”** se otevře dialogové okno pro vytváření a editaci náhradních reprezentací tělesa v uzlu **LOD** (obr. 4.4).

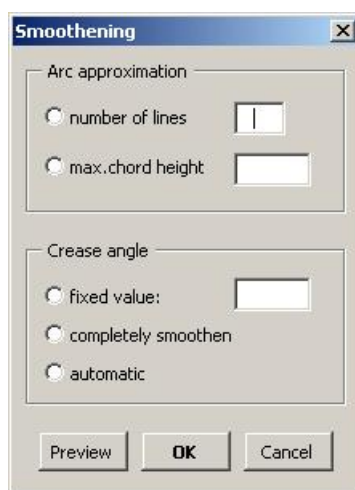


Obr. 4.4: Dialog pro tvorbu náhradních reprezentací v uzlu **LOD**

Náhradní reprezentace tělesa je třeba mít předem zkonstruované v DXF souboru v pracovní vrstvě **LOD**. Stiskem tlačítka **“Select element(s)”** přepne konvertor do AutoCADu a uživatel provede požadovaný výběr. Po ukončení výběru se DXF entity automaticky převedou na VRML uzly a tlačítkem **“Add to LOD”** se VRML kód zapíše do uzlu **LOD** a název této reprezentace se zobrazí v seznamu **“Steps”** (je-li zadán v kolonce **“Name”**; pokud ne, zobrazí se v seznamu jen jeho pořadové číslo, které bude zároveň jeho automaticky přiděleným názvem). Do kolonky **“Range”** uživatel může, ale nemusí zadat vzdálenost, ve které se má na tuto náhradní reprezentaci přejít. Nechce-li vzdálenosti nastavovat ručně, zaškrtně políčko **“automatic range”**; vzdálenosti pak počítá automaticky teprve VRML prohlížeč v závislosti na momentálním výkonu počítače. Zaškrtně-li uživatel políčko **“Billboard”**, zapíše se náhradní reprezentace do uzlu **Billboard**, který pracuje tak, že natočení tělesa se nemění s natočením pohledu návštěvníka; např. kužel tak můžeme s výhodou nahradit trojúhelníkem, který návštěvník vždy uvidí vidět v kolmém pohledu

(více o uzlu Billboard viz přílohu č. 5). Práce na uzlu LOD se ukončí tlačítkem **“Complete LOD”**, tlačítko **“Preview”** umožňuje zobrazit si vybraný krok uzlu LOD ve VRML prohlížeči.

Tlačítkem **“Smoothing”** lze nastavit vyhlazení prototypu, tj. způsob aproximace oblouků a optické vyhlazení hran (obr. 4.5).



Obr. 4.5: Dialog pro nastavení vyhlazení

V rámečku **“Arc approximation”** uživatel zvolí metodu nahrazení oblouku úsečkami – nahrazení daným počtem úseček nebo aproximací s maximální odchylkou úsečky od původního oblouku. V rámečku **“Crease angle”** se nastavuje optické vyhlazení: buď se přímo zadá hodnota parametru `creaseAngle`, nebo se těleso zcela vyhladí (to je totéž jako nastavení `creaseAngle` na vysokou hodnotu), nebo je možno nechat vyhlazení vyhodnotit automaticky. Při automatickém vyhlazení konvertor zjistí úhly mezi normálami ploch a nastaví parametr `creaseAngle` tak, aby se hrany s tupým stykovým úhlem vyhladily. Tento algoritmus může spolehlivě pracovat jen v případě, že těleso neobsahuje hrany s mnoha různými stykovými úhly.

Tlačítko **“Surface”** otevře dialogové okno **“Edit surface”**. Tento dialog pracuje stejně jako karta **“Surfaces”**, a proto odkazujeme na její popis v kapitole 4.1.7.

Tlačítko **“Preview”** umožňuje zobrazit si vybranou reprezentaci ve VRML prohlížeči.

4.1.5.2 Editace již vytvořeného prototypu

Úprava prototypu probíhá zcela shodně jako jeho tvorba; stiskem tlačítka **“Edit prototype”** na kartě **“Prototypes”** se otevře totéž dialogové okno (**“Create/edit prototype”**) - viz kap. 4.1.5.1. Uživatel může v seznamu vybrat libovolný uzel a upravit jeho parametry nebo jej smazat; stejně tak

lze výše popsaným způsobem přidat k prototypu další uzly a měnit jeho vyhlazení, náhradní reprezentace a povrchový materiál.

Pokud má takto pozměněný prototyp již v modelu nějaké kopie, projdou se tyto kopie jedna po druhé a program se u každé zeptá, zda ji chce uživatel nahradit novým prototypem.

4.1.5.3 Další operace s prototypy

Prototyp, na němž je v seznamu na kartě **“Prototypes”** nastaven kurzor, lze tlačítkem **“Move prototype”** přesunout do jiné knihovny. Tlačítkem **“Delete prototype”** se vybraný prototyp z knihovny vymaže.

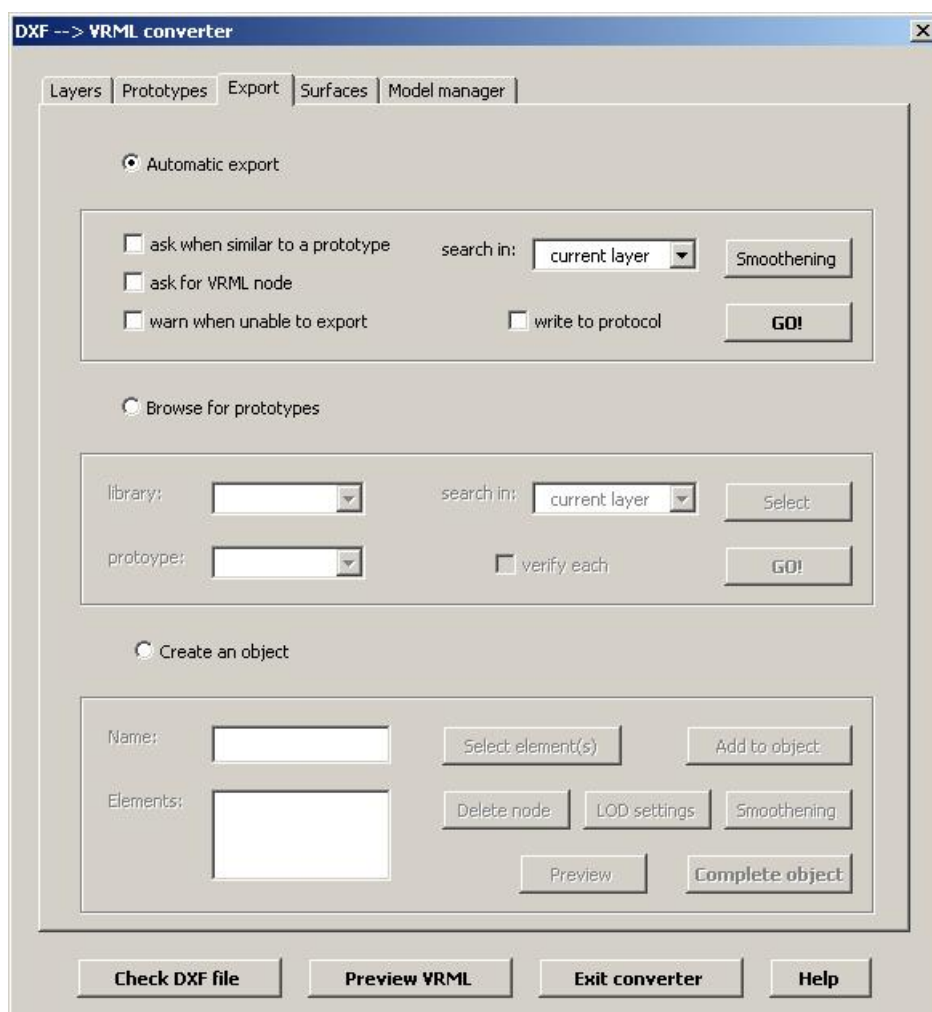
4.1.6 Export DXF - VRML (karta **“Export”**)

Zde probíhá hlavní část veškeré práce na exportu modelu. Jak je patrné už z uspořádání karty, nabízejí se zde tři různé způsoby převodu z DXF do VRML: automatický export, dále vyhledání prvků podobných prototypům a jejich převod, a konečně ruční vytváření objektů sestavením z několika prvků. Mezi těmito metodami přepíná uživatel zaškrtnutím příslušného políčka, čímž se ostatní dva rámečky deaktivují.

4.1.6.1 Automatický export

Po stisknutí tlačítka **“GO!”** začne program procházet DXF výkres entitu po entitě a převádět tyto entity do VRML (obr. 4.6). Zápis do jednotlivých VRML souborů se řídí nastavením vrstev na kartě **“Layers”**. Konvertor zde nabízí několik možností, jak automatický převod ovlivnit:

- v roletové nabídce **“search in:”** uživatel především **zvolí oblast DXF souboru**, kterou chce exportovat. Možnosti jsou následující: *all layers* (všechny vrstvy), *current layer* (aktivní vrstva), *active layers* (zapnuté vrstvy), *unlocked layers* (nezamčené vrstvy). Nastavení aktivní vrstvy a zapnutých a uzamčených vrstev je záležitostí AutoCADu (Layer manager), nikoli konvertoru;
- zaškrtnutím políčka **“ask when similar to a prototype”** uživatel určí, že konvertor má u každé entity v DXF souboru prozkoumat i prvky sousední a zjistit, zda tato skupina odpovídá některému z prototypů. Pokud zjistí, že ano, program se zeptá, zda má daný prototyp použít; je-li použitelných prototypů více, umožní uživateli, aby si z nich vybral;



Obr. 4.6: Automatický způsob exportu na kartě “Export”

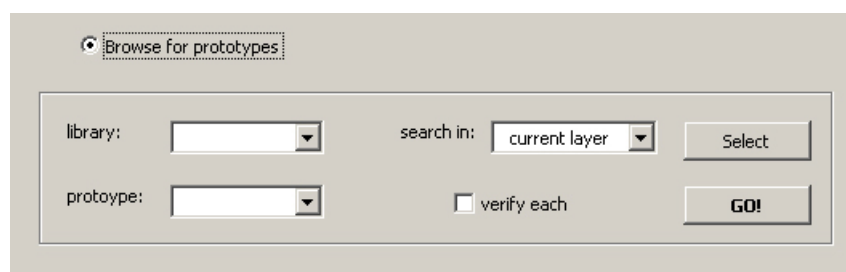
- je-li zaškrtnuto políčko **“ask for VRML node”**, pak v těch případech, kdy lze DXF entitu převést do VRML několika způsoby, umožní program uživateli, aby si vybral, na který VRML uzel se má entita převést. Příkladem může být kvádr, který je v DXF definován jako LWPOLYLINE se zadaným parametrem *Thickness* a doplněn dvěma rovinnými LWPOLYLINE jako podstavami; ve VRML je lze zapsat buď jako uzel Box (kvádr) nebo jako uzel Extrusion (vytažení);
- zaškrtnutím políčka **“warn when unable to export”** uživatel určí, že konvertor má zobrazit varovné hlášení pokaždé, když narazí v DXF souboru na zakázanou entitu, tj. na entitu, kterou nelze převést do VRML (např. 3DSOLID, BODY...);
- je-li zaškrtnuto **“write to protocol”**, vytvoří se textový soubor se záznamem o převodu každé entity; bude obsahovat ID entity, její vyjádření v DXF a název VRML uzlu, na nějž byl převeden;

dále zde budou zapsána všechna varovná hlášení o neúspěšných pokusech o převod (viz předchozí bod);

- stiskem tlačítka **“Smoothening”** se otevře dialog pro vyhlazení těles, jehož funkci jsme již popsali v kapitole 4.1.5.1.

4.1.6.2 Vyhledávání prototypů (zaškrtnuto **“Browse for prototypes”**)

Konvertor po stisku tlačítka **“GO!”** prochází entitu po entitě DXF soubor, zkoumá okolí entity a zjišťuje, zda by tuto entitu (resp. skupinu entit) bylo možné ve VRML modelu vyjádřit pomocí prototypu. Příslušná část karty je vidět na obr. 4.7.



Obr. 4.7: Vyhledávání prototypů na kartě “Export”

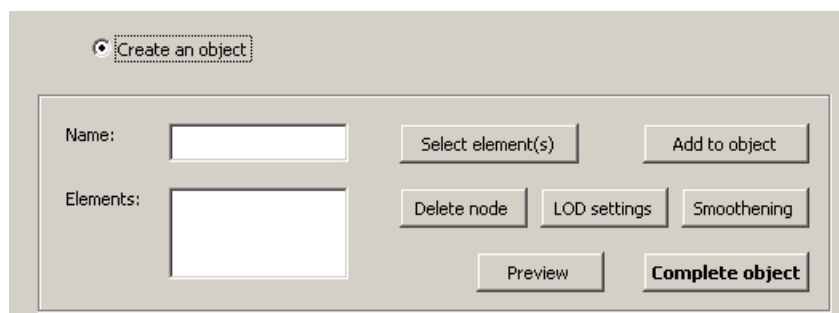
Možnosti nastavení:

- nastavení prohledávané oblasti DXF souboru je stejné jako u automatického exportu;
- v roletových nabídkách **“library:”** a **“prototype:”** zvolí uživatel knihovnu a prototyp, jehož kopie chce v DXF souboru vyhledat;
- zaškrtnutím políčka **“verify each”** uživatel určí, že po každém úspěšném nalezení entity (resp. skupiny entit) schopné převodu na prototyp se konvertor zeptá, zda má daný prototyp skutečně použít.

Kromě tohoto automatického způsobu vyhledání prototypů v modelu bude uživatel určitě potřebovat mít možnost vybrat entity, které chce zapsat pomocí prototypu, ručně. To umožňuje tlačítko **“Select”**, po němž konvertor přepne do AutoCADu a čeká na příslušný výběr; ten je pak prozkoumán a lze-li jej na prototyp skutečně převést, zapíše se příslušný VRML kód.

4.1.6.3 Vytvoření objektu (zaškrtnuto *“Create object”*)

Tato metoda převodu umožňuje ruční sestavení několika VRML uzlů do jednoho objektu (obr. 4.8).



Obr. 4.8: Ruční tvorba objektů na kartě *“Export”*

Princip je prakticky stejný jako při vytváření prototypů (jak je vidět, rámeček *“Create object”* je podobný dialogu *“Create/edit prototype”*); rozdíl spočívá pouze v tom, že při vytváření objektu není možno volit měnitelné parametry jako u prototypu. Vytvářený objekt lze pojmenovat (na rozdíl od prototypu ale název objektu není povinný). Výhodou tohoto způsobu exportu je, že výsledný VRML kód je přehledněji uspořádaný, protože uzly náležející k sobě jsou seskupeny do jednoho celku, který navíc může mít vlastní název; to umožní rychlejší orientaci zejména při případné editaci VRML modelu (ať už na kartě *“Model manager”* nebo v jiném VRML editoru).

Do kolonky *“Name”* uživatel může (ale nemusí) vepsat název objektu. Stiskem tlačítka *“Select element(s)”* přepne do AutoCADu, kde provede výběr. Po ukončení výběru konvertor zjistí, zda lze vybranou entitu (entity) převést na VRML a pokud ano, aktivuje se tlačítko *“Add to object”*, jehož stiskem se uzel zapíše do objektu. Uzly, které objekt již obsahuje, jsou vypsány v seznamu pod roletovou nabídkou, tlačítkem *“Delete node”* lze vybraný uzel vymazat. Obsahují-li vybrané entity oblouk, který je třeba aproximovat, zeptá se program na metodu a míru aproximace. Tlačítkem *“Smoothing”* lze nastavit optické vyhlazení objektu, *“LOD settings”* otevře dialog pro vytváření náhradních reprezentací a tlačítkem *“Preview”* si lze objekt prohlédnout ve VRML prohlížeči. Stiskem *“Complete object”* se uzavře VRML uzel.

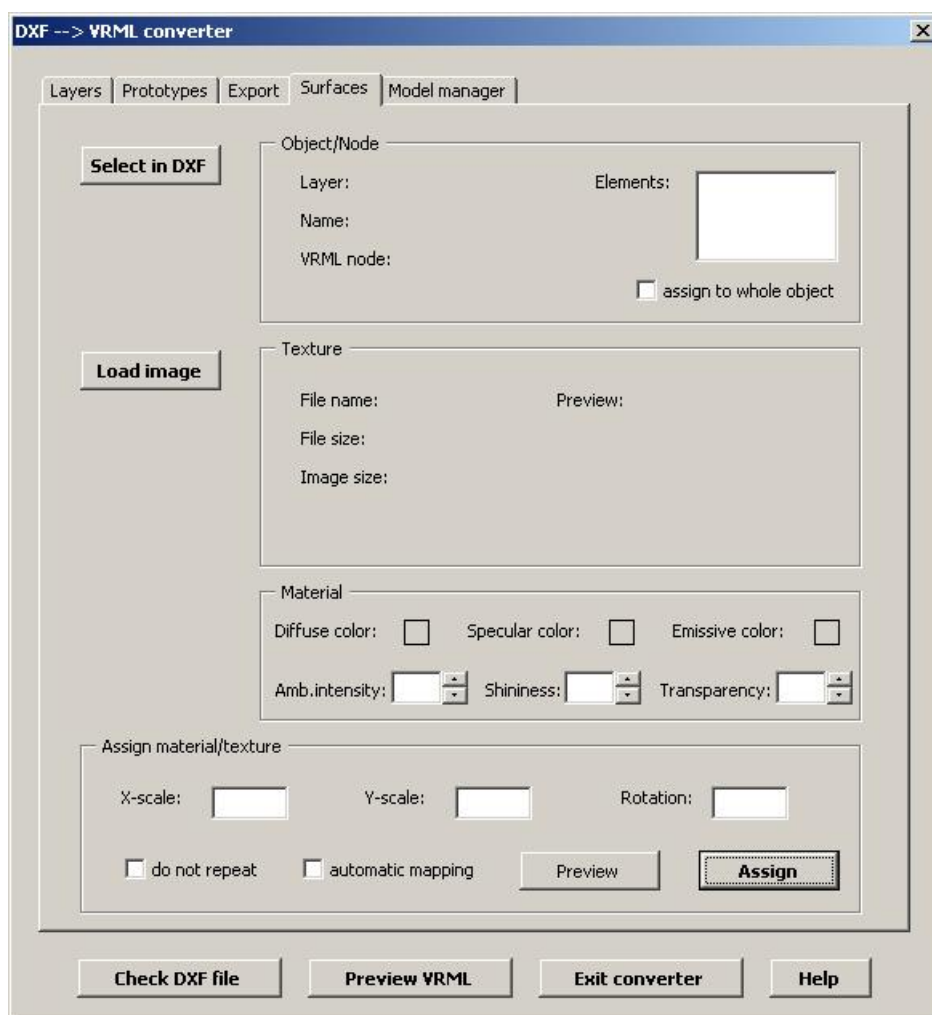
4.1.7 Editace povrchu těles (karta “*Surfaces*”)

Karta “*Surfaces*” slouží k editaci povrchového vzhledu prvků modelu (obr. 4.9). V kapitole 3.1.4 jsme se zmínili, že VRML umožňuje definovat jednak barvu povrchu (materiál) a jednak jeho texturu, tj. pokrytí povrchu obrázkem vloženým ze souboru. Pokud jde o barvy, lze si mnoho práce ušetřit tím, že model bude v požadovaných barvách vyhotoven již ve formátu DXF, odkud konvertor barvy jednoduše převezme. Nicméně i tyto převzaté barvy je možno dodatečně změnit a případně zcela odstranit a nahradit texturou – obrázkem ze souboru.

Po stisku tlačítka “*Select in DXF*” program přepne do AutoCADu, kde uživatel vybere objekt, jehož povrch si přeje editovat. Konvertor zjistí, zda je vybraná entita převedena sama o sobě nebo je-li součástí objektu a výsledné údaje se objeví v rámečku “*Object/Node*”. Jde-li o samotný uzel, zobrazí se pouze vrstva, do níž náleží, a název uzlu; pokud je to objekt, zobrazí se jeho vrstva, název a jednotlivé uzly, z nichž se skládá (seznam vpravo). Další editace povrchu se bude týkat buď celého objektu, je-li zaškrtnuto políčko “*assign to whole object*”, nebo jednoho prvku v objektu, a sice toho prvku, na němž je v seznamu nastaven kurzor.

Přeje-li si uživatel vytvořit texturu z obrázkového souboru, stiskne tlačítko “*Load image*” a vybere požadovaný soubor. Jeho náhled a informace o něm se zobrazí v rámečku “*Texture*”. Samotné přiřazení se pak provede v rámečku “*Assign texture/material*”. Zaškrtně-li uživatel políčko “*automatic mapping*”, bude textura přiřazena automaticky (viz kapitola 3.1.4). V opačném případě lze nastavit měřítko textury ve směru os X a Y a její natočení (natočením se rozumí otočení vůči prvku, na nějž se textura mapuje). Zaškrtnutím “*do not repeat*” se zakáže opakování textury, ke kterému jinak automaticky dojde v případě takového nastavení měřítka, kdy obrázek textury je menší než daný povrch. Tlačítkem “*Preview*” se daný objekt nebo uzel zapíše do VRML a zobrazí ve VRML prohlížeči, tlačítkem “*Assign*” se materiál nebo textura přiřadí k uzlu nebo objektu.

Pokud chce uživatel vytvořit nebo editovat barevné vlastnosti povrchu, bude pracovat v rámečku “*Material*”. Kliknutím na políčko barvy může určit: vlastní barvu povrchu (*diffuse color*), barvu světla povrchem odraženého (*specular color*) a barvu povrchem vyzařovanou (*emissive color*). Dále v rámečku může nastavit vliv okolí na světlost povrchu (*ambient intensity*), jasnost odrazu na povrchu (*shininess*) a průhlednost povrchu (*transparency*). V rámečku “*Assign texture/material*” jsou v tomto případě aktivní pouze tlačítka “*Preview*” a “*Assign*”, protože ostatní nastavení nemá pro barevný povrch smysl.



Obr. 4.9: Karta “Surfaces” (editace povrchu těles)

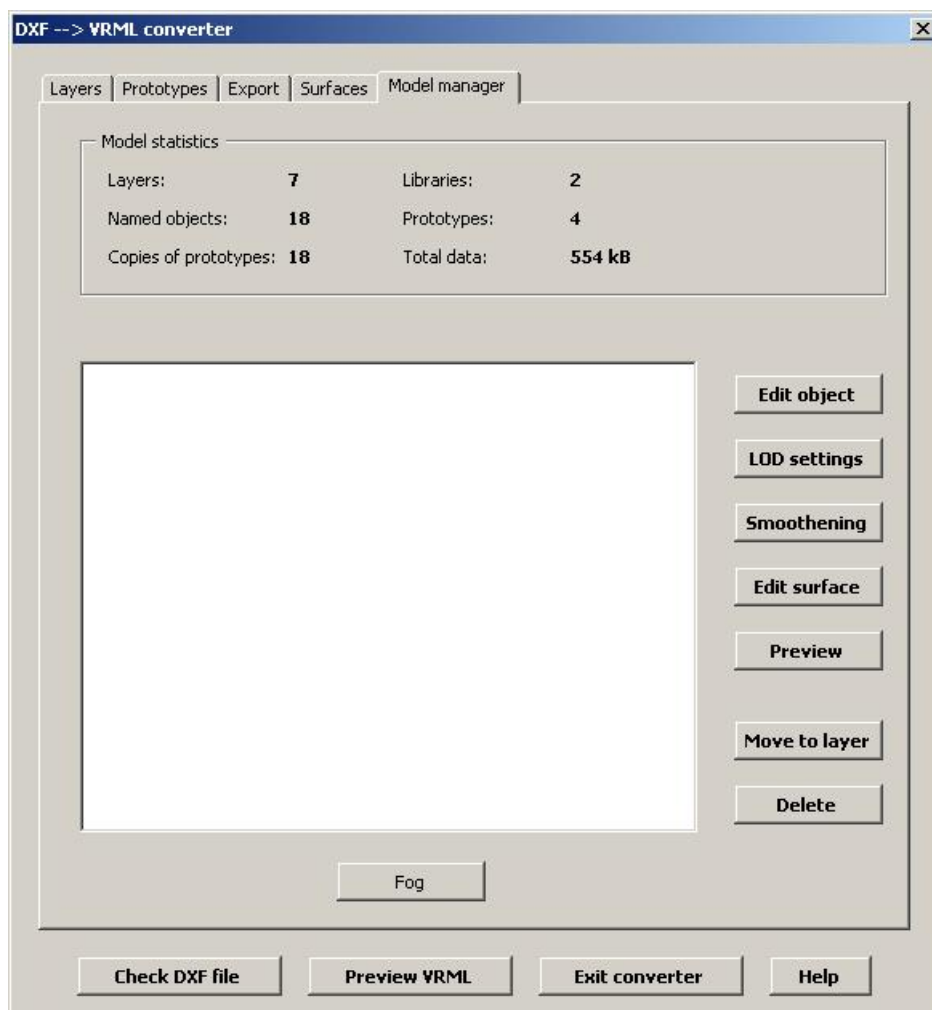
4.1.8 Přehled modelu a jeho editace (karta “*Model manager*”)

Tato karta slouží k rychlé orientaci v těch částech modelu, které již jsou exportovány do VRML, a jejich jednoduché editaci (obr. 4.10).

Rámeček “*Model statistics*” ukazuje několik základních dat o modelu, jako je počet vrstev, prototypů a jejich kopií, celková velikost souborů modelu apod.

Struktura modelu je zobrazena v rozbalovacích položkách v hlavním rámečku. V sloupci vlevo jsou vrstvy, po jejich rozbalení se ukáže seznam všech uzlů a objektů, které vrstva obsahuje. Po pravé straně rámečku je řada tlačítek umožňujících editaci prvku, na kterém je v rámečku nastaven kurzor; podle typu tohoto prvku (vrstva, objekt, uzel) se aktivují pouze ta tlačítka, která je možno

pro daný typ použít. Tak například u vrstvy nelze použít tlačítko **“LOD settings”** a uzel nelze editovat tlačítkem **“Edit object”**.



Obr. 4.10: Karta “Model Manager” (přehled a editace modelu)

Věnujme se nyní jednotlivým akcím, které lze s prvky modelu provést:

Tlačítko **“Edit object”** se aktivuje jen v případě, že je kurzor v hlavním rámečku nastaven na objekt. Po jeho stisku se otevře dialogové okno, které pracuje stejně jako rámeček **“Create object”** na kartě **“Export”**, a zobrazí se v něm údaje o objektu. V okně je možno odmazat uzel z objektu (**“Delete node”**), vložit do něj jiné uzly (**“Select element(s)”** a **“Add to object”**) a nastavit jejich LOD a vyhlazení. Tlačítkem **“Preview”** si lze objekt prohlédnout ve VRML prohlížeči.

Tlačítkem **“LOD settings”** se otevře dialogové okno, které již bylo popsáno výše (kap. 4.1.5.1) a v němž se vytvoří náhradní reprezentace tělesa pro uzel LOD. Tlačítko je aktivní pouze pro objekty a uzly.

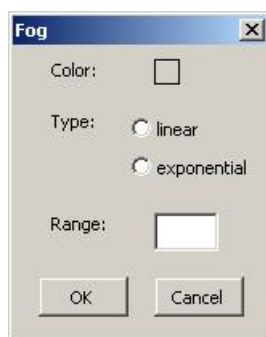
Totéž platí i pro tlačítko **“Smoothing”**, kterým se otevře dialog pro nastavení vyhlazení viz kap. 4.1.5.1). Rozdíl je jen v tom, že tuto funkci lze aplikovat i na celou vrstvu (nastavení pak ovšem bude pro celou vrstvu stejné a dříve nastavené vyhlazení jednotlivých objektů se ztratí).

Stiskem **“Edit surface”** se otevře dialog pro editaci povrchu tělesa, který pracuje stejně jako karta **“Surfaces”** (viz kapitola 4.1.7). Lze jej použít i pro celou vrstvu, ovšem pouze pro editaci barevných vlastností povrchu (prvky dialogu obsluhující texturu nejsou aktivní).

Tlačítko **“Preview”** zobrazí ve VRML prohlížeči prvek modelu, na nějž je v hlavním rámečku nastaven kurzor.

Stiskem **“Move to layer”** lze přesunout vybraný prvek do jiné vrstvy.

Tlačítkem **“Delete”** se vymaže vybraný prvek. Tímto způsobem lze z modelu odstranit i celou vrstvu.



Obr. 4.11: Dialog pro nastavení mlhy

Pod hlavním rámečkem se nalézá tlačítko **“Fog”**, které slouží k omezení dohlednosti v modelu jako celku a tím k urychlení jeho zobrazování. Dialog je na obr. 4.11. Kliknutím na políčko barvy může uživatel vybrat barvu mlhy, dále zaškrtnutím příslušného políčka vybere způsob houstnutí mlhy a do kolonky **“Range”** zadá maximální vzdálenost, v níž mají být objekty ještě viditelné. Protože se mlha týká celého modelu, není v tomto dialogu možnost náhledu – je třeba zobrazit si model jako celek (tlačítko **“Preview VRML”** v hlavním okně aplikace).

4.2 Algoritmy pro převod DXF entit na VRML uzly

V předchozím textu jsem popsal funkci navrhovaného konvertoru především z hlediska uživatele, ale zcela jsem prozatím vynechal práci samotného programu, kterou uživatel “nevidí” (s výjimkou těch nejjednodušších akcí, jako např. zakládání prázdných VRML souborů apod.). Další akce, o

nichž jsem se v předchozím textu zmínil bez podrobnějšího vysvětlení, ve skutečnosti vyžadují poměrně složité algoritmy. Tato kapitola se bude zabývat algoritmy, které obstarávají vlastní převod z grafické DXF entity na VRML uzel. V následující kapitole se pak budu věnovat algoritmům obecnějším, které se v konvertoru vyskytují na více místech.

Vezměme tedy jednu DXF entitu po druhé a podívejme se, jak se bude převádět na zápis ve formátu VRML. Následující popisy algoritmů lze brát jako komentáře k vývojovým diagramům, jež jsou uvedeny v přílohách č. 6 a zejména 7. Kompletní popis VRML uzlů zmíněných v následujících odstavcích lze nalézt v příloze č. 5.

4.2.1 Rovinná LWPOLYLINE

- (a) narazí-li konvertor při procházení databáze výkresu na entitu LWPOLYLINE, zjistí nejprve, zda nejde o náhradní reprezentaci kužele nebo rotačního tělesa, tj. zda není v některé z příslušných pracovních vrstev – v případě, že tomu tak je, postupuje podle algoritmu popsaného v odstavci 4.2.9;
- (b) dále se zjišťuje, zda LWPOLYLINE obsahuje oblouk či ne; jestliže ano, oblouk se před dalším zpracováním entity aproximuje úsečkami, viz algoritmus v 4.3.3., a dále už se pracuje pouze se souřadnicemi takto vzniklé náhradní lomené čáry;
- (c) nyní se načte DXF parametr *Thickness*, je-li zadán. Pokud ano, postupuje se podle algoritmu v odstavci 4.2.2. Není-li tloušťka zadána, jde o rovinnou LWPOLYLINE;
- (d) u rovinné LWPOLYLINE je třeba nejprve zjistit, zda je či není podstavou nějakého tělesa, neboli zda existuje LWPOLYLINE o stejných souřadnicích, ale se zadaným parametrem *Thickness*. Jestliže skutečně existuje, přejde konvertor k práci s touto plášťovou LWPOLYLINE. Zjistí, zda má i druhou podstavu, a vytvoří VRML uzel *Extrusion*; podle výsledků detekce druhé podstavy se nastaví příslušná hodnota parametru *endCap*;
- (e) pokud naše LWPOLYLINE není podstavou žádného tělesa, může ovšem být součástí rozsáhlejší lomené plochy. Proto se provede detekce sousedních ploch. Jestliže sousední plochy existují, vytvoří se VRML uzel *IndexedFaceSet*. Ještě předtím ovšem konvertor zjistí, zda náhodou není možné tuto skupinu ploch exportovat na uzel *Box* (pravoúhlé těleso), případně *Extrusion* (kolmo vytažené translační těleso); podle nastavení exportu se v kladném případě uživatele zeptá, který z uzlů chce nechat vytvořit.

4.2.2 LWPOLYLINE se zadanou tloušťkou

- (a) navazujeme vlastně na odstavec (c) předchozího algoritmu, kdy konvertor zjistil, že entita LWPOLYLINE má zadán parametr *Thickness*. V tomto případě se načte hodnota parametrů *Thickness* a *Extrusion direction* a vytvoří se VRML uzel *Extrusion*;
- (b) provede se detekce podstav a podle jejího výsledku se v uzlu *Extrusion* nastaví hodnoty parametrů *beginCap* a *endCap*.

4.2.3 POLYLINE

- (a) jestliže se v DXF modelu vyskytne entita POLYLINE, může představovat buď trojúhelníkovou síť nebo b-spline plochu 2.řádu. To konvertor snadno zjistí načtením DXF parametru *70* (*Polyline flag*). Jde-li o trojúhelníkovou síť, načtou se souřadnice jejích vrcholů a následuje otázka na uživatele, přeje-li si tuto síť opticky vyhladit, jinak řečeno požaduje se zadání hodnoty VRML parametru *creaseAngle* (není-li v konvertoru už předem nastavena). Poté se vytvoří uzel *IndexedFaceSet* s příslušnou hodnotou vyhlazení;
- (b) pokud POLYLINE představuje b-spline plochu, zeptá se konvertor nejprve, zda ji uživatel chce převést na uzel *NurbsSurface*, nebo přeje-li si aproximovat plochu trojúhelníkovou sítí pomocí uzlu *IndexedFaceSet*. Zvolí-li uživatel druhou možnost, následuje opět otázka na vyhlazení a vznikne uzel *IndexedFaceSet*. V opačném případě se vytvoří uzel *NurbsSurface*.

4.2.4 SHAPE

- (a) u entity SHAPE je třeba zjistit, zda není podstavou tělesa (způsobem popsáným v předchozím textu). Není-li tomu tak, provede se opět detekce sousedních ploch, načtou se souřadnice a vytvoří se uzel *IndexedFaceSet*;
- (b) je-li SHAPE podstavou tělesa, přejde se na plášťovou LWPOLYLINE, detekuje se přítomnost druhé podstavy a vznikne VRML uzel *Extrusion* s příslušným nastavením parametrů *beginCap* a *endCap*.

4.2.5 3DFACE

Postup u entity 3DFACE je tentýž jako u SHAPE.

4.2.6 SOLID

Entita SOLID představuje kolmé translační těleso s podstavou o 3 resp. 4 rozích. Proto se jednoduše převede na uzel *Extrusion*, případně *Box* (je-li podstava pravoúhlá).

4.2.7 ARC (povoleno jen se zadanou tloušťkou)

Entita ARC musí mít zadán DXF parametr *Thickness*. Nejprve se oblouk aproximuje úsečkami (podle nastavení konvertoru) a poté se vytvoří uzel *Extrusion*.

4.2.8 CIRCLE a ELLIPSE

- (a) nejprve se zjistí, zda entita CIRCLE není v pracovní vrstvě **Spheres**. Pokud ano, postupuje se podle algoritmu v 4.2.9. V opačném případě se postupuje obdobně jako u LWPOLYLINE, to jest:
- (b) zjištění, je-li zadán parametr *Thickness*; pokud ano, provede se detekce podstav a vytvoří se uzel *Cylinder* s příslušným nastavením parametrů *bottom* a *top*;
- (c) není-li *Thickness* zadána, zjistí se, zda není kružnice podstavou válce; v kladném případě se přejde na plášťovou entitu (kružnici s definovaným parametrem *Thickness*), detekuje se přítomnost druhé podstavy a vznikne opět uzel *Cylinder*;
- (d) pokud kružnice není podstavou válce, vytvoří se uzel *Cylinder* o velmi malé výšce.

4.2.9 Zvláštní tělesa definovaná náhradní reprezentací

Koule: koule je v DXF zadána náhradní reprezentací v podobě kružnice umístěné do pracovní vrstvy **Spheres**. Pokud konvertor na takovou kružnici narazí, načte její střed a poloměr a vytvoří

uzel Sphere.

Kužel: kužel se do DXF zapisuje náhradní reprezentací ve tvaru řezu podél rotační osy, kde jedna LWPOLYLINE o jedné úsečce definuje podstavu a druhá LWPOLYLINE tvořená dvěma úsečkami představuje plášť. Vše musí být v pracovní vrstvě **Cones**. Konvertor načte střed podstavové úsečky, z jeho souřadnic a ze souřadnic vrcholu vypočte výšku kužele a vytvoří VRML uzel Cone.

Rotační těleso: musí být v DXF definováno náhradní reprezentací v pracovní vrstvě **Rotation**. Reprezentace sestává z profilu ve formě LWPOLYLINE a rotační osy ve formě LINE (to je jediný případ, kdy je v DXF souboru povolena entita LINE). Konvertor pak načte souřadnice profilu a osy, aproximuje úsečkami případné oblouky a vytvoří uzel Extrusion v rotační podobě.

Těleso/plocha tvořená z řezů: prvek je definován náhradní reprezentací ve vrstvě **Sections**, kde jednotlivé profily jsou zadány čárovými prvky (LWPOLYLINE, ARC, CIRCLE, ELLIPSE) a spojeny úsečkami. Konvertor načte souřadnice profilů, případné oblouky aproximuje úsečkami a vytvoří uzel Extrusion. V algoritmu musí být ošetřen i poněkud složitější případ, kdy profily mají různý počet vrcholů.

4.3 Další algoritmy

Tato kapitola velice zhruba popisuje některé další algoritmy, které budou v konvertoru použity na více místech.

4.3.1 Prozkoumání uživatelského výběru z DXF

V některých případech je při práci v konvertoru třeba zjistit, zda prvek nebo skupina prvků vybraných uživatelem z DXF souboru je schopna převodu do VRML (například při vytváření a editaci prototypu v dialogu *“Create/edit prototype”* nebo při vytváření objektu na kartě *“Export”*). Stačí pouze projít výběr entit po entitě a u každé z nich zkontrolovat, zda nepatří mezi entity zakázané.

4.3.2 Porovnání DXF entity (skupiny entit) s prototypem

Porovnání prvku s prototypem, čili zjištění, zda lze DXF prvek převést na prototyp, je poměrně náročná záležitost. Při exportu metodou *“Browse for prototypes”* (viz karta *“Export”*) je nicméně

tento algoritmus nutně potřeba. Je-li prototyp tvořen jedním VRML prvkem (např. prkno, dlaždice), pak je celá věc jednoduchá – stačí výše zmíněnými algoritmy zjistit, zda daný DXF prvek (nebo skupinu prvků) lze exportovat na VRML prvek představující prototyp. Pokud se ovšem prototyp skládá z více prvků (a to bude pravděpodobně většina prototypů), je postup mnohem složitější: musí se totiž analyzovat okolí prvku a zjistit, zda jsou k němu sousední prvky v téže pozici jako v prototypu – to vše navíc s přihlédnutím k měnitelným parametrům prototypu (které způsobí, že tvar některých prvků obsažených v prototypu nemusí být tentýž). Algoritmus pro analýzu okolních prvků bude obsahovat velké množství výpočtů úhlů a vzdáleností mezi prvky a jejich částmi.

4.3.3 Aproximace oblouku

Ve formátu VRML není možno jednoduše zapsat oblouk, je tedy nutno jej aproximovat úsečkami. Konvertor nabízí dvě možnosti aproximace:

Nahrazení oblouku daným počtem úseček: kruhový oblouk se jednoduše rozdělí na daný počet stejně dlouhých částí a konce těchto částí budou představovat vrcholy náhradní lomené čáry.

Aproximace se zadanou maximální výškou tětiny: oblouk se iteračním postupem nahrazuje zvyšujícím se počtem úseček, a to až do okamžiku, kdy největší odchylka původního oblouku a náhradní úsečky klesne pod uživatelem stanovenou mez.