

Animované modely šroubových ploch

Jaroslav Bušek

Abstrakt

V příspěvku jsou prezentovány animované prostorové modely přímkových a cyklických šroubových ploch, které byly vytvořeny jako didaktické pomůcky pro podporu výuky předmětu Konstruktivní geometrie (1. ročník, zimní semestr). Konstruktivní geometrie klade značné nároky na prostorovou představivost studentů a úlohy na šroubových plochách patří z tohoto důvodu k nejobtížnějším. Hlavním cílem tvorby animovaných prostorových modelů šroubových ploch je názorná dynamická demonstrace principu vzniku šroubové plochy a zobrazení čelního řezu a meridiánu. V příspěvku je uveden postup tvorby animovaného prostorového modelu – od zadání v Mongeově promítání až k finální podobě modelu, kterou lze použít při prezentaci na přednáškách a zveřejnit na webových stránkách.

1. Šroubové plochy

Šroubové plochy vznikají šroubovým pohybem tvořící křivky k , který je složen z rotace kolem osy o a posunem ve směru osy o . Úhel otočení je přímo úměrný velikosti posunutí. Šroubový pohyb je dán osou o , výškou závitů v odpovídající otočení o 360° a směrem. Trajektorie jednotlivých bodů tvořící křivky k při šroubovém pohybu jsou šroubovice, podle směru pohybu buď pravotočivé nebo levotočivé.

Ve strojírenství mají velký význam přímkové šroubové plochy, jejichž tvořící křivkou je přímka a cyklické šroubové plochy, jejichž tvořící křivkou je kružnice.

1.1 Přímkové šroubové plochy

Přímkové šroubové plochy vznikají šroubovým pohybem přímky. Podle vzájemné polohy osy o šroubového pohybu a tvořící přímky k se přímkové šroubové plochy dělí na:

- Pravoúhlé – tvořící přímka k je kolmá na osu o šroubového pohybu.
- Kosoúhlé – tvořící přímka k není kolmá na osu o šroubového pohybu.
- Uzavřené – tvořící přímka k protíná osu o šroubového pohybu.
- Otevřené – tvořící přímka k a osa o jsou mimoběžné.

Pokud by tvořící přímka k a osa o šroubového pohybu byly rovnoběžné, vznikla by rotační válcová plocha. Tento případ nebudeme dále uvažovat.

Podle výše uvedeného rozdělení jsou čtyři druhy přímkových šroubových ploch: pravoúhlá uzavřená, pravoúhlá otevřená, kosoúhlá uzavřená a kosoúhlá otevřená.

1.2 Cyklické šroubové plochy

Cyklické šroubové plochy vznikají šroubovým pohybem kružnice. Podle speciální polohy roviny, ve které leží tvořící kružnice k vzhledem k ose o šroubového pohybu, se cyklické šroubové plochy dělí na:

- Vínutý sloupek – tvořící kružnice k leží v rovině kolmé k ose o šroubového pohybu.
- Osová cyklická plocha – tvořící kružnice k leží v rovině procházející osou o šroubového pohybu.
- Archimedova serpentina – tvořící kružnice k leží v rovině kolmé na směr šroubového pohybu, tedy v rovině kolmé k tečně šroubovice, která je trajektorií středu tvořící kružnice k . Případ, kdy tvořící kružnice k zaujímá zcela obecnou polohu k ose o šroubového pohybu, nebudeme dále uvažovat.

1.3 Hlavní meridián a čelní řez šroubové plochy

Tvořící křivka k šroubové plochy může být obecně prostorová a její tvar může být velmi složitý. V takovém případě je účelné sestrojít řez šroubové plochy vhodně umístěnou rovinou a generovat šroubovou plochu stejným šroubovým pohybem rovinné řezové křivky. Sestrojení vhodného rovinného řezu šroubové plochy patří k základním úlohám, které se řeší v Konstruktivní geometrii.

Osový řez, neboli meridián, je řez šroubové plochy rovinou σ procházející osou. Meridián odpovídá jednomu závitě šroubové plochy a skládá se ze dvou souměrných křivek vzájemně posunutých o výšku závitu. Osou souměrnosti je osa o šroubového pohybu. Vzhledem k této symetrii se často konstruuje pouze osový řez odpovídající polovině závitu, neboli polomeridián.

V případě, že je rovina σ rovnoběžná s průmětnou (rovina σ je hlavní rovina), nazývá se osový řez odpovídající jednomu závitě hlavním osovým řezem, neboli hlavním meridiánem.

Čelní řez je řez šroubové plochy rovinou ρ kolmou k ose o šroubového pohybu.

2. Prostorové modely šroubových ploch

Tvar šroubové plochy je dosti složitý na představu i při tak jednoduchých tvořících křivkách, jako jsou přímka a kružnice. Proto byly vytvořeny prostorové modely přímkových a cyklických šroubových ploch uvedených v části 1.1 a 1.2.

Prostorových modely šroubových ploch byly vytvořeny jednak v programu Rhinoceros, jednak pomocí jazyka VRML (Virtual Reality Markup Language). Vyrenderované statické modely z programu Rhinoceros vynikají vysokou přesností a kvalitou zobrazení a jsou vhodné např. pro publikaci. Modely vytvořené pomocí jazyka VRML umožňují navíc vlastní manipulaci s pohledy (jako je libovolné natočení celého modelu v prostoru, zobrazení detailu modelu, apod.) a doplnění o animace.

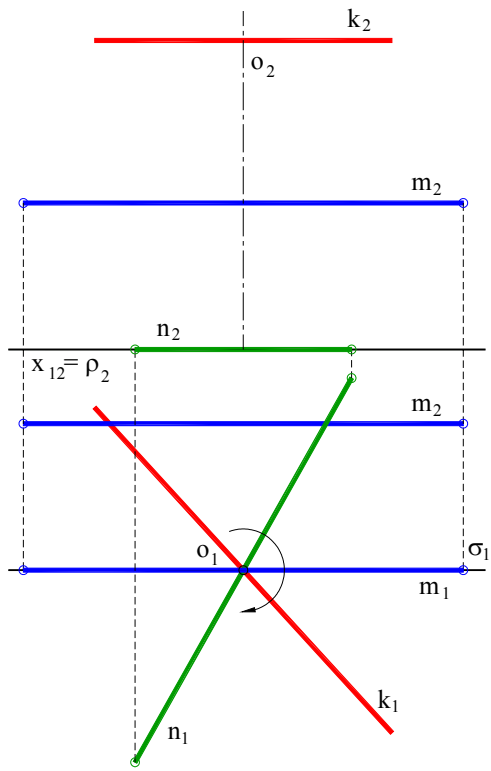
Program Rhinoceros podporuje export do jazyka VRML, ale provádí tak bez komplexního přihlídnutí k velikosti exportovaného souboru a kvalitě modelu. Např. při vytvoření VRML souboru pomocí programu Rhinoceros je velikost souboru 2717 kB. Při vytvoření souboru VRML pomocí textového editoru je velikost 116 kB při zachování kvality zobrazení.

Příčinou většího objemu dat souboru VRML exportovaného z programu Rhinoceros je zobrazování zakřivených objektů pomocí složitějšího systému elementárních rovinných plošek. Díky použití předdefinovaných prototypů lze konečný objem dat v souboru VRML značně zmenšit.

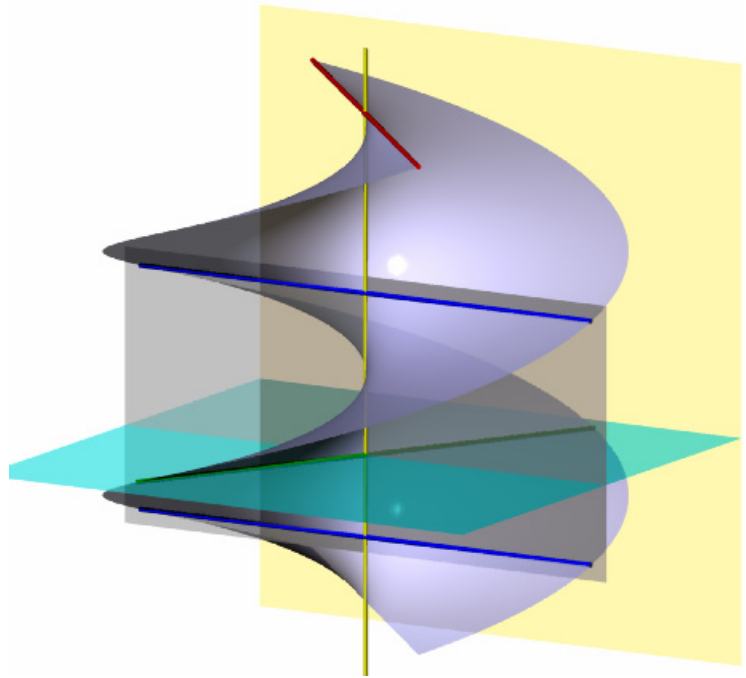
Je tedy účelné využít přesného vykreslování a exportu programu Rhinoceros a editačních možností VRML souboru pomocí jednoduchého textového editoru. Konečný soubor je vytvořen složením exportované šroubové plochy a editovaných elementárních objektů jako jsou osy, roviny (půdorysna, nárysna, ...) a křivky (průsečnice, meridiány, ...).

Spojením výhod obou způsobů je vytvořen soubor přijatelné velikosti, který je možné po stažení pluginu (například Cortina VRML Client) do prohlížeče prohlížet téměř na každém PC, a tedy i použít při výuce nebo jako didaktickou pomůcku při samostudiu.

Statické modely vytvořené v programu Rhinoceros jsou zobrazeny na obr. 2.1 až obr. 2.7 společně s řešením v Mongeově promítání. Každý prostorový model obsahuje půdorysnu (tyrkysová barva), nárysnu (světle žlutá barva), osu šroubového pohybu (žlutá barva), tvořící křivku (červená barva), šroubovou plochu (světle modrá barva), rovinu hlavního meridiánu, resp. polomeridiánu (šedá barva), hlavní meridián, popř. polomeridián (tmavě modrá barva), čelní řez (tmavě zelená barva). Rovinou čelního řezu je ve všech modelech půdorysna.

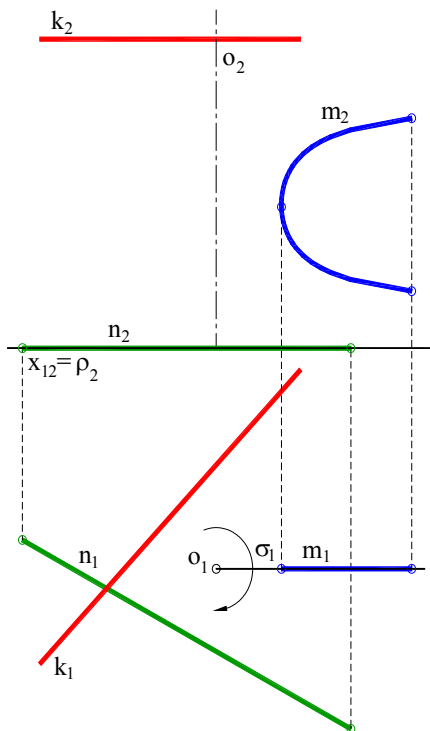


a) Mongeovo promítání

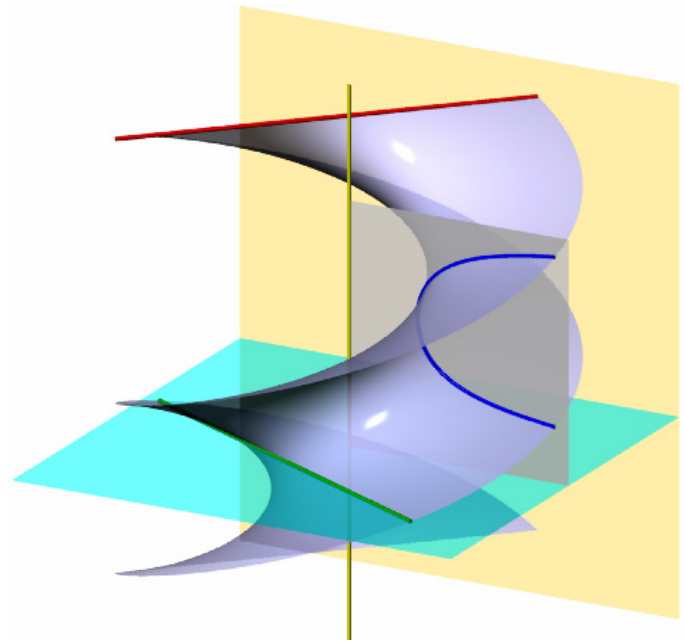


b) 3D model

Obr. 2.1 Pravoúhlá uzavřená šroubová plocha

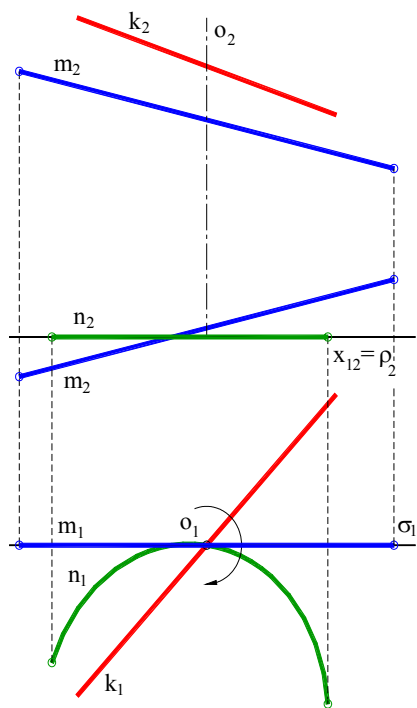


a) Mongeovo promítání

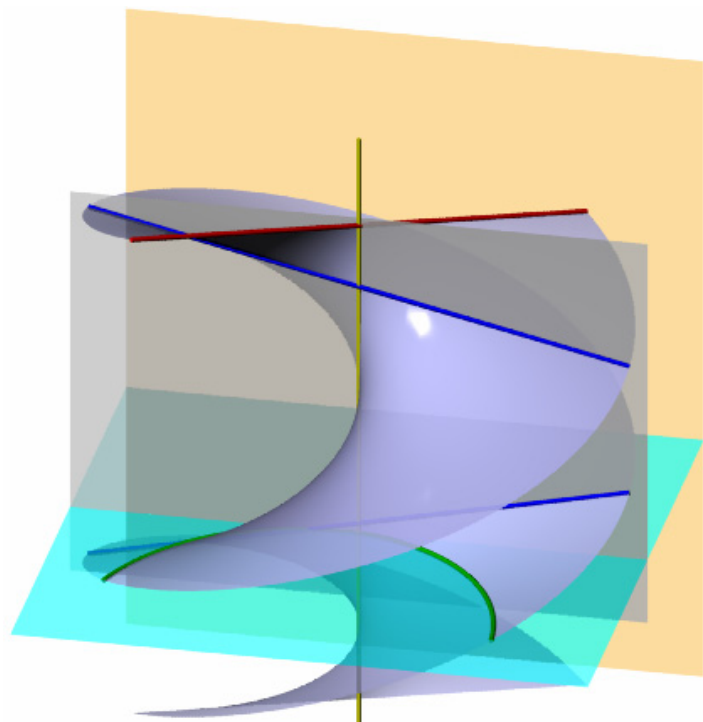


b) 3D model

Obr. 2.2 Pravoúhlá otevřená šroubová plocha

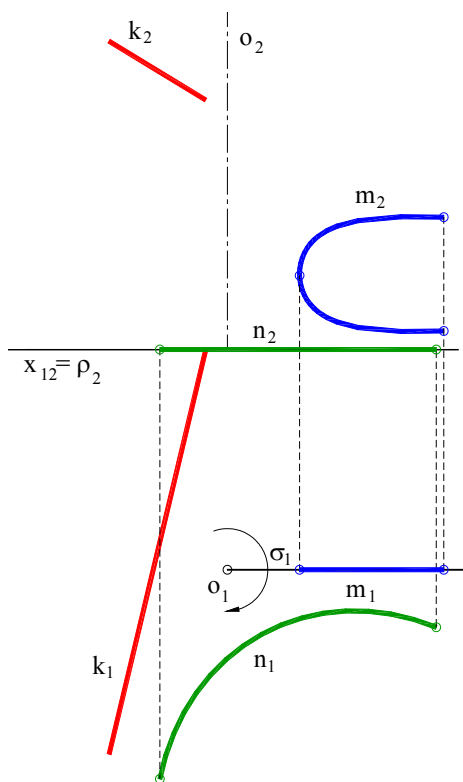


a) Mongeovo promítání

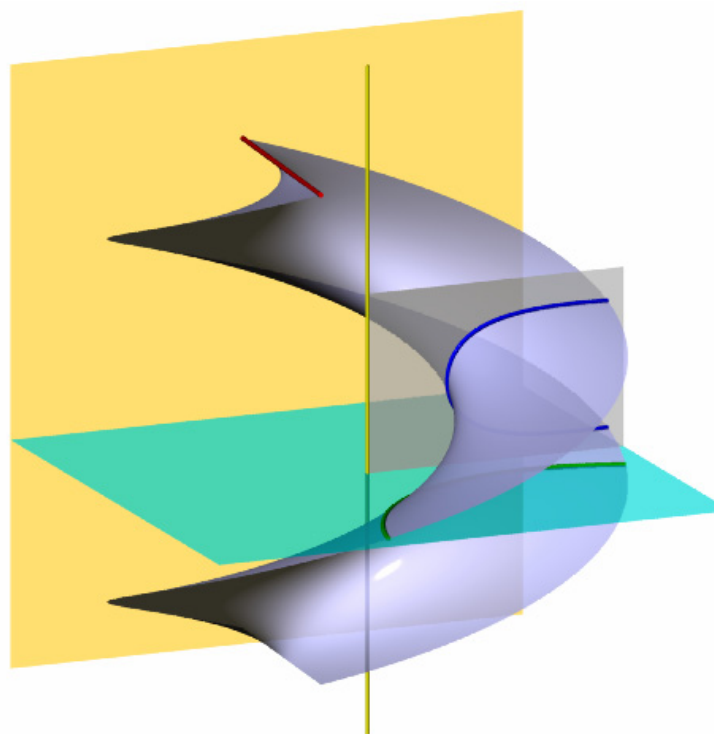


b) 3D model

Obr. 2.3 Kosoúhlá uzavřená šroubová plocha

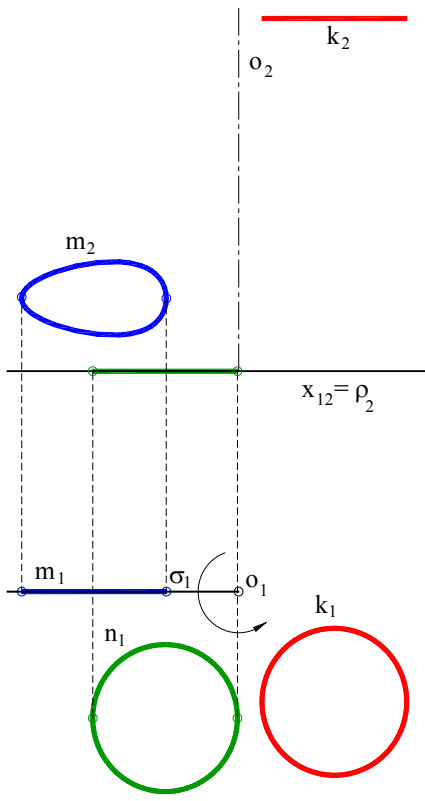


a) Mongeovo promítání

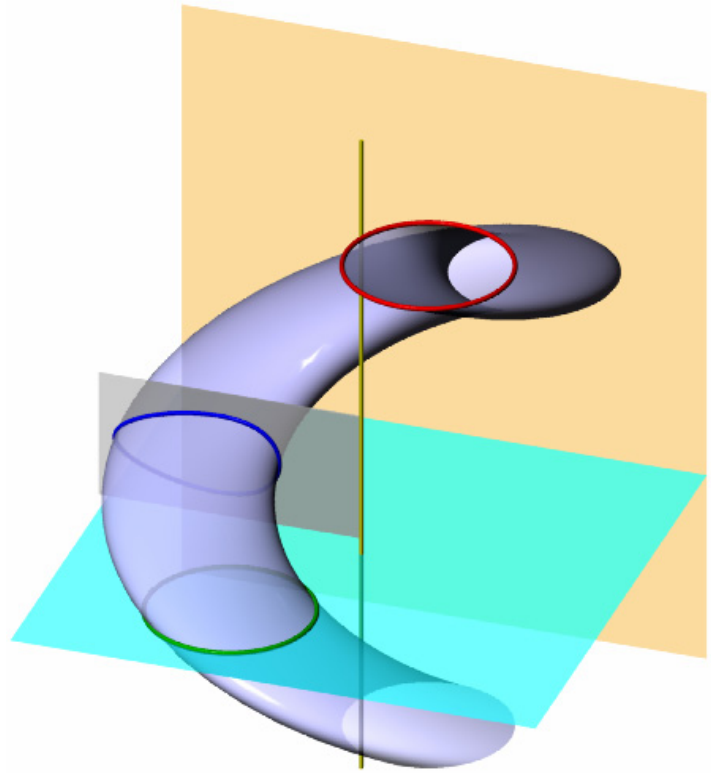


b) 3D model

Obr. 2.4 Kosoúhlá otevřená šroubová plocha

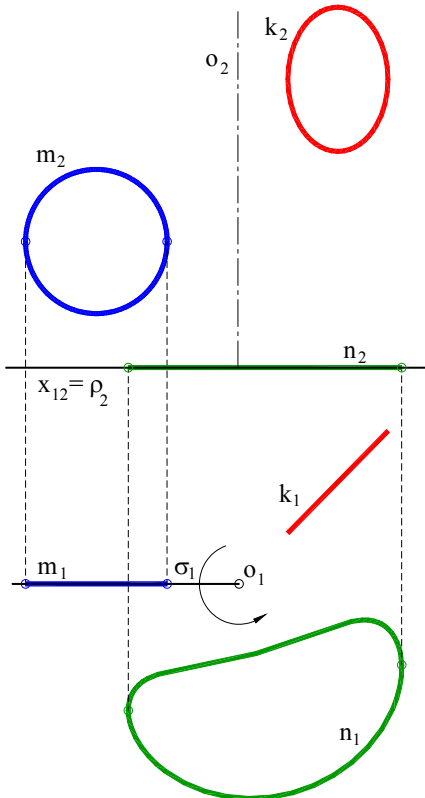


a) Mongeovo promítání

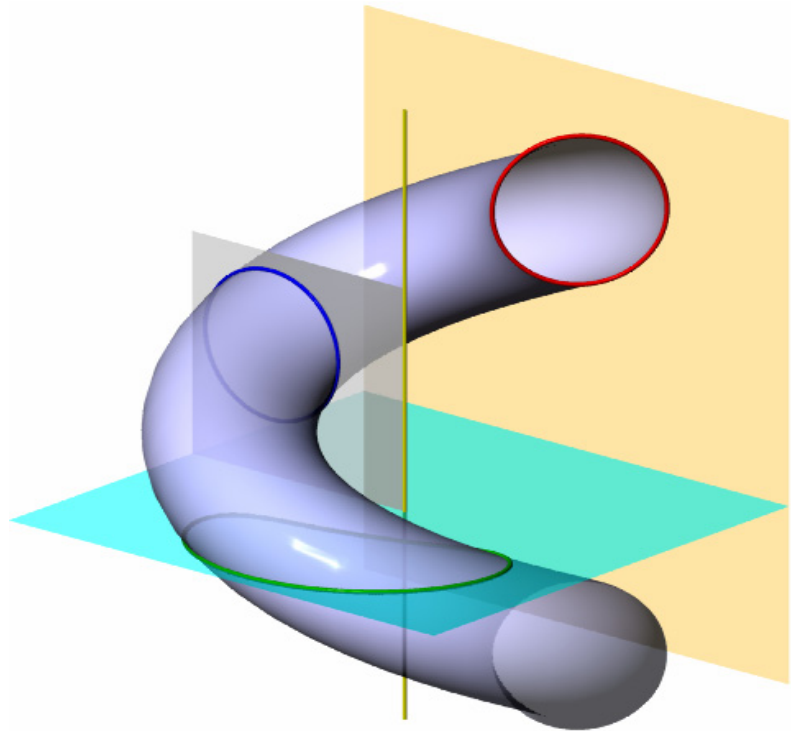


b) 3D model

Obr. 2.5 Šroubová plocha – vinutý sloupek

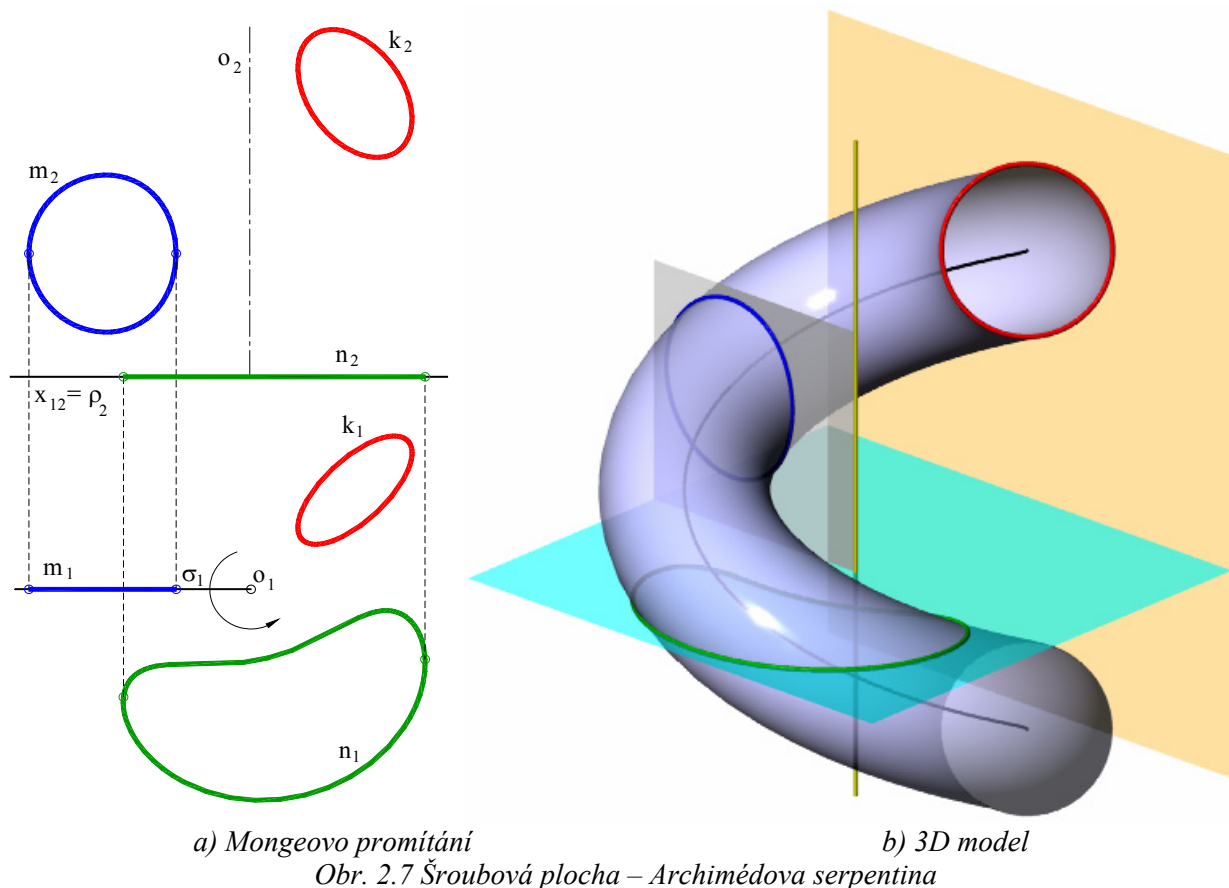


a) Mongeovo promítání



b) 3D model

Obr. 2.6 Šroubová osová cyklická plocha



2.1 Postup tvorby VRML modelu

Vlastní postup při vytváření VRML modelu zahrnuje následující kroky:

- 1) Vytvoří se ucelený model v programu Rhinoceros. Zvolí se vhodné barvy a průhlednosti objektů modelu, aby byly části dobře rozeznatelné i ve statickém zobrazení, obr. 2.1 až 2.7.
- 2) Provede se export pouze vymodelované šroubové plochy do VRML, čímž se vytvoří základ konečného VRML souboru celého modelu. Příklad části kódu je uveden na obr. 2.8.

```

Inline {
  url "plocha.wrl"
}

```

Obr. 2.8 Vložení souboru plocha.wrl příkazem INLINE

Nastavení exportu musí být optimalizováno vzhledem ke kvalitě zobrazení a velikosti souboru, protože velikost konečného VRML souboru celého modelu je z větší části dána právě velikostí dílčího souboru exportované šroubové plochy.

- 3) Následuje „ruční“ dotvoření zbývajících částí modelu, které se skládají z elementárních objektů – válce, roviny, atd.

Pro zjednodušení vytváření dalších modelů je výhodné nadefinovat tzv. prototypy, které zjednoduší vytváření dalších částí modelu jako jsou osy, meridiány, průsečnice, atd. Pro modelování těchto prvků již stačí znát pouze určující body v prostoru, které se zadávají jako parametr.

Příklad vytvoření osy šroubového pohybu pomocí předdefinovaného parametru „barva“ a množiny tvořících bodů „krivka“ je uveden na obr. 2.9.

```

cara {
  barva zluta {}
  krivka [
    0 -75.000 125.000
    0 -75.000 -80.000
  ]
}

```

Obr. 2.9 Příklad použití nadefinovaného prototypu CARA

- 4) V dokončeném modelu se nadefinují základní pohledy, jako je nárys, půdorys a případně bokorys. Takto vytvořený model je možné po stažení pluginu (například Cortona VRML Client) možné prohlížet na internetu pomocí většiny dostupných internetových prohlížečů.

2.2 Postup tvorby VRML modelu s animací

Animované modely šroubových ploch umožňují názornou dynamickou demonstraci principu vzniku šroubové plochy. Vlastní vytvoření animace zahrnuje následující kroky:

- 1) Definování trajektorií pohybu jednotlivých objektů v již použitých prototypech statického modelu VRML.
- 2) Zvolení doby animace a opakování, případně doplnění o funkční tlačítka pro ovládání celé animované scény.

3. Závěr

Vytvořené statické i dynamické prostorové modely základních typů šroubových ploch patří k moderním didaktickým pomůckám, které napomáhají studentům s neškolenou prostorovou představivostí učinit si správnou vazbu mezi reálným vzhledem objektu a jeho grafickou reprezentací v Mongeově promítání.

Literatura

- [1] Kargerová, M., Mertl, P.: Konstruktivní geometrie, Vydavatelství ČVUT, Praha, 2005.
- [2] Gergelitsová, Š.: VRML v příkladech, BEN – technická literatura, 2004, ISBN 80-7300-138-1.