

Interaktivní modely pro Konstruktivní geometrii

Jakub Makarovský

Abstrakt

V příspěvku jsou prezentovány interaktivní modely základních úloh z Konstruktivní geometrie (1. ročník, zimní semestr) zaměřující se na demonstraci principu konstrukce prvku (řezu, průniku, charakteristiky obalové plochy, atd.), který je předmětem úlohy. Modely úloh jsou vytvořené v programu Rhinoceros - NURBS modelling for Windows (Rhino). Celou konstrukci lze procházet po jednotlivých krocích a sledovat vytvářené řešení jak v Mongeově promítání, tak také na 3D modelu úlohy, čímž si student lépe uvědomí význam jednotlivých prvků konstrukce a důležitých vazeb mezi nimi. Interaktivní modely úloh z Konstruktivní geometrie nalézají využití při přednáškách a po zveřejnění na webových stránkách i v rámci samostudia.

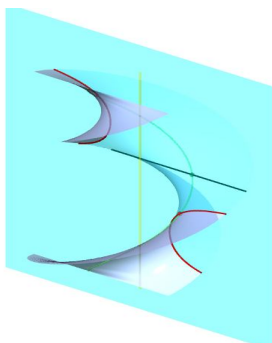
1. Řešené úlohy

Modely slouží jako didaktická pomůcka při přednáškách, kde značně ulehčí výklad přednášejícímu a poslouží také k využití moderní techniky při výuce (čímž se zvyšuje studentova pozornost). Uplatnění najdou také při domácím samostudiu k pochopení složitých úloh, jako jsou konstrukce hlavního meridiánu šroubové plochy, konstrukce čelního řezu šroubové plochy a konstrukce charakteristiky a hlavního meridiánu obalové plochy.

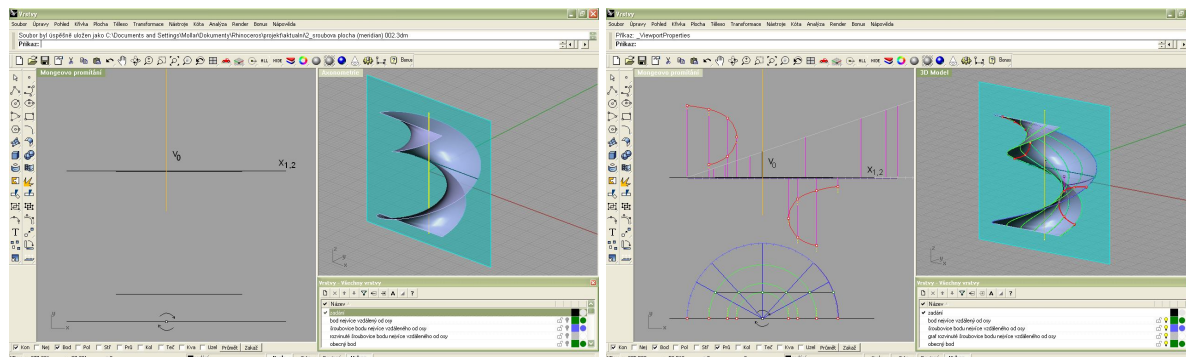
Příspěvek navazuje na práci s podobnou tematikou [1], kde byla v 3D zobrazení pomocí animace názorně demonstrována tvorba šroubových ploch. Interaktivní modely zde prezentované ukazují postup řešení krok za krokem a umožňují prohlédnout si situaci na 3D modelu, se kterým lze libovolně manipulovat v prostoru.

1.1 Konstrukce hlavního meridiánu šroubové plochy

Šroubová plocha vzniká šroubovým pohybem tvořící křivky. Šroubový pohyb je složen z otáčení kolem osy o a posunutí ve směru osy o , přičemž velikost posunutí je přímo úměrná velikosti otočení. Řezem šroubové plochy (na jednom závitě) rovinou procházející osou šroubového pohybu o vzniká meridián. V případě, že je rovina řezu rovnoběžná s průmětnou, označuje se řez jako hlavní meridián, viz obr. 1.1, kde je zobrazen hlavní meridián (červená), osa šroubového pohybu (žlutá), tvořící křivka (černá), obecný bod a jeho šroubovice (zelená).



Obr. 1.1: Hlavní meridián šroubové plochy



a) zadání

b) finální podoba modelu

Obr. 1.2: Konstrukce hlavního meridiánu šroubové plochy v prostředí Rhino

Při konstrukci hlavního meridiánu šroubové plochy lze doporučit následující postup, který lze sledovat na obr. 1.2.: nejprve se zvolí bod nejvíce vzdálený od osy, který leží na tvořící křivce. Následně se vytvoří šroubovice vzniklá šroubovým pohybem tohoto bodu. Pokračuje se grafem rozvinuté šroubovice bodu nejvíce vzdáleného od osy, přičemž delší odvěsna pravoúhlého trojúhelníku odpovídá obvodu půdorysu šroubovice (kružnice), kratší odvěsna výšce jednoho závitu šroubovice a přeponu potom tvoří rozvinutá šroubovice.

Poté se zvolí jeden obecný bod na tvořící křivce a vytvoří se šroubovice, po níž se bod pohybuje. Z půdorysu se určí úhel otočení bodu, na půdorysu šroubovice bodu nejvíce vzdáleného od osy se určí délka oblouku, jež se nanese do grafu. Určitému otočení odpovídá určitá výška posunutí, která se odečte z grafu.

Průmět obecného bodu v nárysu leží na přímce kolmé k základnici $x_{1,2}$ a procházející průsečíkem šroubovice obecného bodu a stopou roviny hlavního meridiánu. Směr výšky (nad nebo pod nárysem tvořící křivky) závisí na směru jeho otočení po nebo proti smyslu šroubového pohybu.

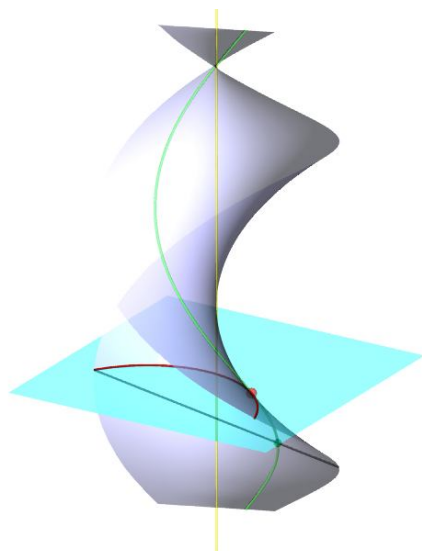
Zvolí se další obecný bod a postup se opakuje.

Použité příkazy:

- Bod
- Lomená čára
- Kružnice: střed, poloměr
- Oblouk: střed, počátek, úhel
- Přesunout
- Otočit
- Křivka: interpolovat body

1.2 Konstrukce čelního řezu šroubové plochy

Čelním řezem se rozumí řez rovinou kolmou k ose šroubového pohybu. Na obr. 1.3 je zobrazena šroubová plocha a její čelní řez (červená) rovinou (modrá) kolmou k ose, dále obecný bod ležící na tvořící křivce a jeho šroubovice (zelená).



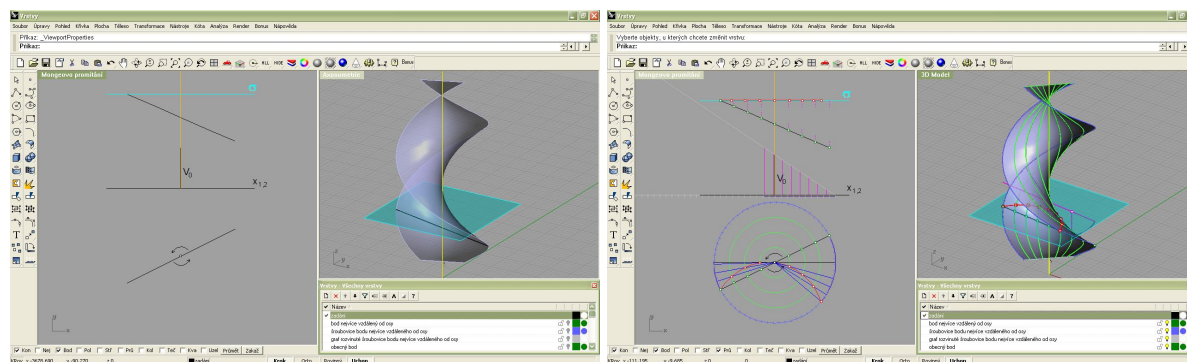
Obr. 1.3: Čelní řez šroubové plochy

Postup konstrukce čelního řezu šroubové plochy je znázorněn na obr. 1.4. Nejprve se (stejně jako při konstrukci hlavního meridiánu) zkonstruuje graf rozvinuté šroubovice bodu na tvořící křivce nejvíce vzdáleného od osy šroubového pohybu.

Dále se zvolí obecný bod na tvořící křivce a sestrojí se půdorys jeho šroubovice. Následuje odměření výšky posunutí bodu k rovině čelního řezu. Ta se nanese do grafu šroubovice a určí se otočení měřené délkou oblouku, které se přenese na šroubovici bodu nejvíce vzdáleného od osy, přičemž směr nanášení závisí na tom, zda-li bod k rovině „stoupá“ či „klesá“. Tím se vytvoří úhel otočení bodu. Bod čelního řezu je potom průsečík šroubovice obecného bodu a přímky s úhlem otočení.

Zvolí se další obecný bod a postup se opakuje.

Použité příkazy jsou u této úlohy stejné jako v případě konstrukce hlavního meridiánu.



a) zadání

b) finální podoba modelu

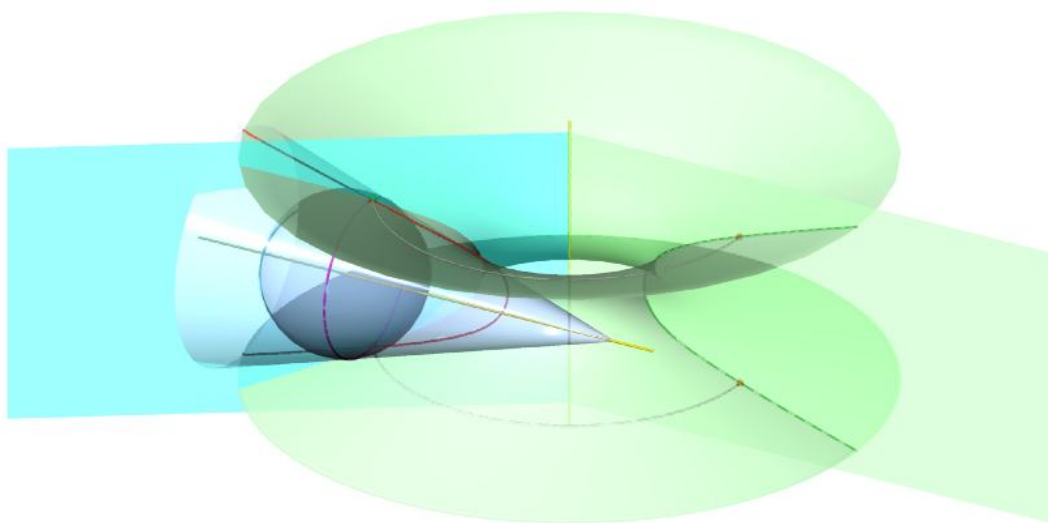
Obr. 1.4: Konstrukce čelního řezu šroubové plochy v prostředí Rhino

1.3 Konstrukce charakteristiky a hlavního meridiánu rotační obalové plochy

Obalové plochy mají přímé využití ve strojírenské praxi, např. při obrábění, kde představují obrobenou plochu vzniklou pohybem obráběcího nástroje. Proto jsou považovány za důležitou součást obsahu výuky v předmětu Konstruktivní geometrie a jelikož je jejich konstrukce vysoce náročná na představivost, mohou interaktivní modely napomoci lepšímu pochopení této látky.

Rotační obalová plocha vznikne rotací tvořící rotační plochy kolem osy otáčení, osa otáčení není totožná s osou rotační plochy. Tvořící plocha se v každé poloze dotýká obalové plochy podél křivky – tzv. charakteristiky obalové plochy. Meridián obalové plochy je osový řez obalové plochy.

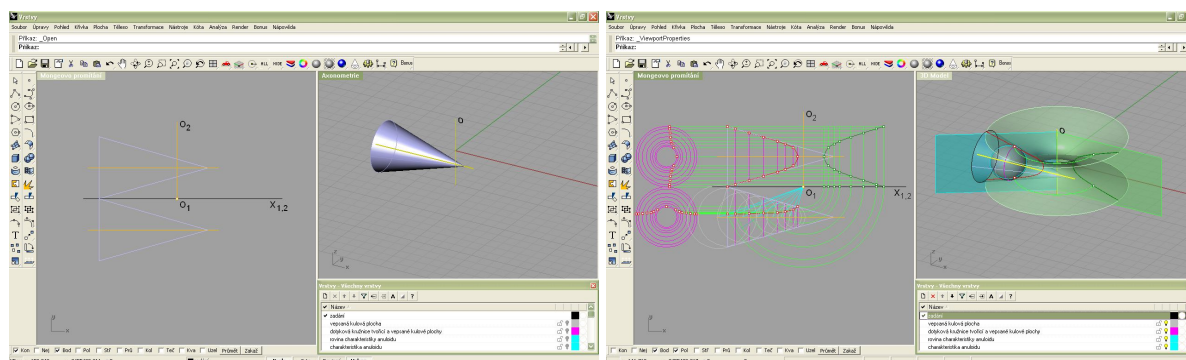
Při konstrukci bodu charakteristiky (viz obr. 1.6) uvažujeme množinu kulových ploch vepsaných do tvořící rotační plochy. Tyto kulové plochy se dotýkají dané tvořící plochy podél rovnoběžkové kružnice. Charakteristika rotační obalové plochy vytvořené kulovou plochou je hlavní kružnice, která leží v rovině kolmé na tečnu trajektorie středu kulové plochy. Bod charakteristiky je průsečíkem rovnoběžkové kružnice a charakteristiky vytvořené kulovou plochou, viz obr. 1.5, kde je zobrazena tvořící plocha (kuželová plocha), rovnoběžková kružnice (fialová), hlavní kružnice (modrá), obalová plocha (světle zelená), charakteristika obalové plochy (červená) a meridián obalové plochy (zelená)



Obr. 1.5: Charakteristika a meridián obalové plochy

Pro modelování obalové plochy v Rhinu neexistuje konkrétní příkaz, a jelikož je konstrukce bodů charakteristiky metodou vepsaných koulí značně zdoluhavá, je nutné pomoci si alternativním postupem popsáním v [3]. Ten vychází ze skutečnosti, že charakteristika je průnikovou křivkou dvou poloh tvořící plochy navzájem pootočených o nekonečně malý úhel. Rhino pracuje pouze s konečně velkými rozměry, proto je nutné zvolit dostatečně malý úhel (cca 0.1°) mezi dvěma sousedními polohami tvořící plochy, přičemž průsečnice obou poloh je model charakteristiky.

Úhel pootočení je třeba volit obezřetně, neboť pro příliš malé hodnoty nedokáže Rhino v závislosti na nastavené přesnosti vypočítávání ploch určit ostrou hranici průsečíku, takže průsečík nevznikne jako plynulá křivka.



a) zadání

b) finální podoba modelu

Obr. 1.6: Konstrukce charakteristiky a hlavního meridiánu obalové plochy v prostředí Rhino

2. Ovládání úloh

Modely jsou vytvořeny tak, aby je mohl používat i uživatel, který se s prostředím programu Rhino setká poprvé. Jednotlivé prvky řešení konstrukce jsou umístěny v samostatných vrstvách, které po sobě logicky následují. Jejich postupným odkrýváním (kliknutím na ikonu žárovky v panelu vrstev) se zobrazují jednotlivé kroky řešení dané úlohy. Stručný návod k ovládání je také obsahem poznámek u každého modelu.

3. Závěr

Mezi hlavní výhody interaktivních modelů úloh pro Konstruktivní geometrii patří zejména možnost opakovaně procházet postup řešení jednotlivých konstrukcí (nebo jenom určitou část) jak v Mongeově promítání, tak i ve 3D modelu, se kterým lze libovolně manipulovat v prostoru. Po zveřejnění na webových stránkách [4] mohou být modely využity studenty při samostudiu. Při využití modelů na přednáškách nemusí přednášející na tabuli rýsovat konstrukce často poměrně složité a velmi náchylné na dodržování přesnosti, čímž se může plně věnovat výkladu.

Nevýhodou se jeví použití modelů striktně v programu Rhino. Studentům je však tento program doporučován již od samotného začátku výuky, navíc je k dispozici demoverze, ve které lze s modely pracovat stejně jako ve verzi plné.

Literatura

- [1] Bušek, J.: Animované modely šroubových ploch, Konference studentské tvůrčí činnosti STČ 2007, ČVUT v Praze, Strojní fakulta.
- [2] Kargerová, M., Mertl, P.: Konstruktivní geometrie, Vydavatelství ČVUT, Praha, 2005.
- [3] Linkeová, I.: Singularity rotačních obalových ploch, 27. konference o geometrii a počítačové grafice, JČMF, Praha, 2007.
- [4] <http://marian.fsik.cvut.cz/~linkeova>