

ŠROUBOVÉ PLOCHY

Základní pojmy

Šroubový pohyb

Šroubové plochy definujeme kinematicky jako plochy vytvořené pohybem křivky a to **pohybem šroubovým**.

Definice šroubového pohybu:

Pohyb, který vzniká složením dvou rovnoměrných pohybů, a to rotačního kolem osy a přímočarého ve směru osy, nazýváme **šroubovým pohybem**.

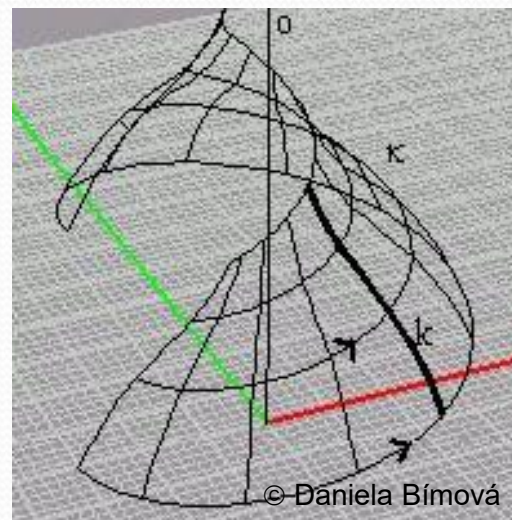
Pravotočivý a levotočivý šroubový pohyb:

Šroubový pohyb je dán osou o , redukovanou výškou závitu b a údajem o orientaci pohybu. Orientujeme-li směr posunutí podél osy o a úhel otáčení kolem osy o , dostaneme dva druhy šroubového pohybu – **pravotočivý šroubový pohyb** a **levotočivý šroubový pohyb**.

Šroubová plocha (helikoid) vzniká šroubovým pohybem křivky k různé od trajektorie daného šroubového pohybu. Křivku k nazýváme **tvořící křivkou** šroubové plochy.

Osa o šroubového pohybu se nazývá **osa šroubové plochy** (volíme ji kolmo k rovině tvořené osami x, y pravotočivé souřadnicové soustavy).

Podle smyslu šroubového pohybu rozlišujeme **pravotočivou a levotočivou šroubovou plochu**.



Tečná rovina τ je obvykle určena tečnou ke šroubovici t^s a tečnou k tvořící křivce t^k .

Normála šroubové plochy je kolmice k tečné rovině v bodě dotyku.

Osový řez (podélný profil) je řez šroubové plochy rovinou α , procházející osou šroubové plochy.

Meridián je osový řez na jednom závitě plochy.

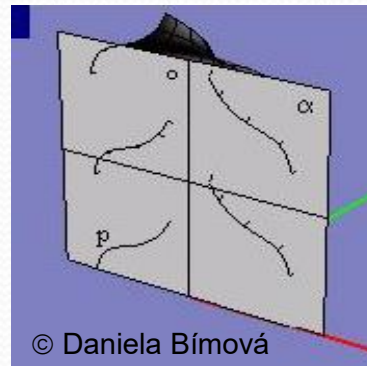
Polomeridián je osový řez polorovinou s hraniční přímkou o na jednom závitě plochy.

Normální řez (příčný profil, čelní řez) je řez šroubové plochy rovinou β kolmou na osu plochy.

Rovinné řezy šroubové plochy

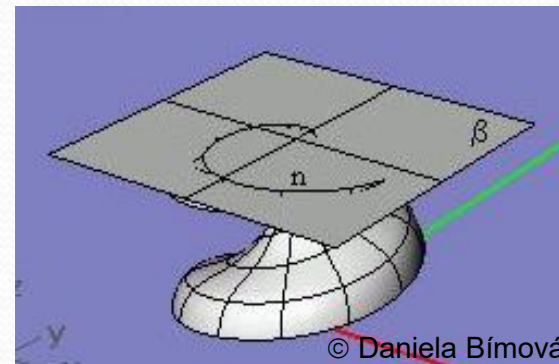
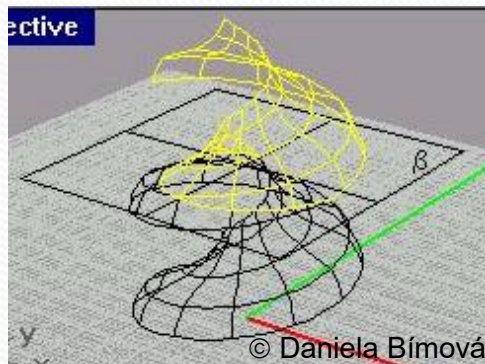
Definice osového řezu:

Průnik šroubové plochy s rovinou α procházející osou o plochy se nazývá **osový řez** nebo **podélný profil** šroubové plochy.



Definice normálního řezu:

Řez šroubové plochy rovinou β kolmou k ose plochy se nazývá **normální řez** (**čelní řez**) či **příčný profil**.



Vlastnosti šroubových ploch

Na šroubové ploše se nacházejí dvě významné soustavy křivek. Jednou soustavou je soustava vyšroubovaných poloh tvořící křivky k , druhou soustavou je soustava šroubovic $s^A, s^B, \dots$ bodů $A, B, \dots$ tvořící křivky k .

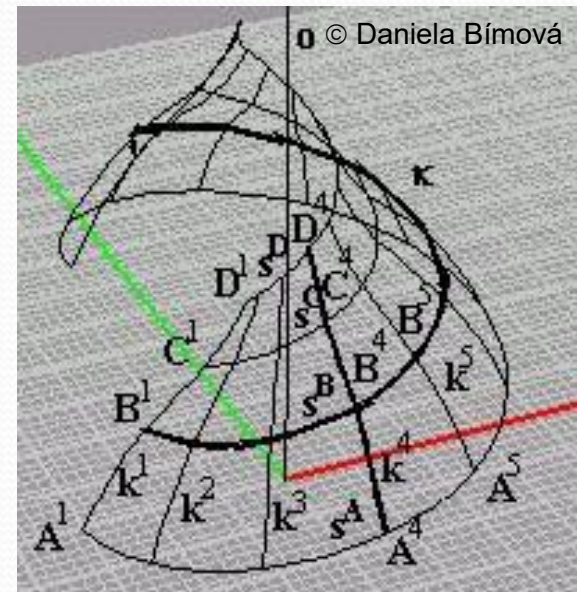
Každým bodem šroubové plochy prochází šroubovice s , která leží na dané šroubové ploše.

Každým bodem šroubové plochy prochází (alespoň) jedna poloha tvořící křivky k .

Všechny polomeridiány jedné šroubové plochy jsou shodné.

Všechny normální řezy jedné šroubové plochy jsou shodné.

Existuje pouze jediná rozvinutelná šroubová plocha – tzv. plocha tečen šroubovice.

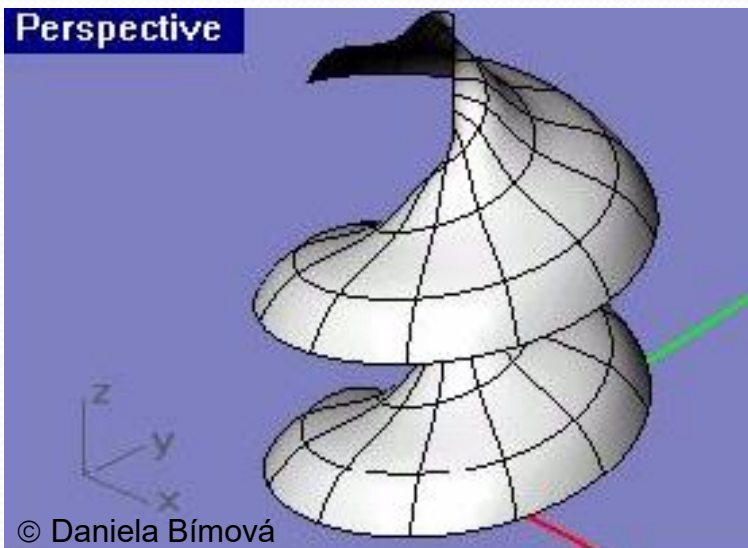


Klasifikace šroubových ploch

Typy šroubových ploch podle obsažení osy šroubového pohybu

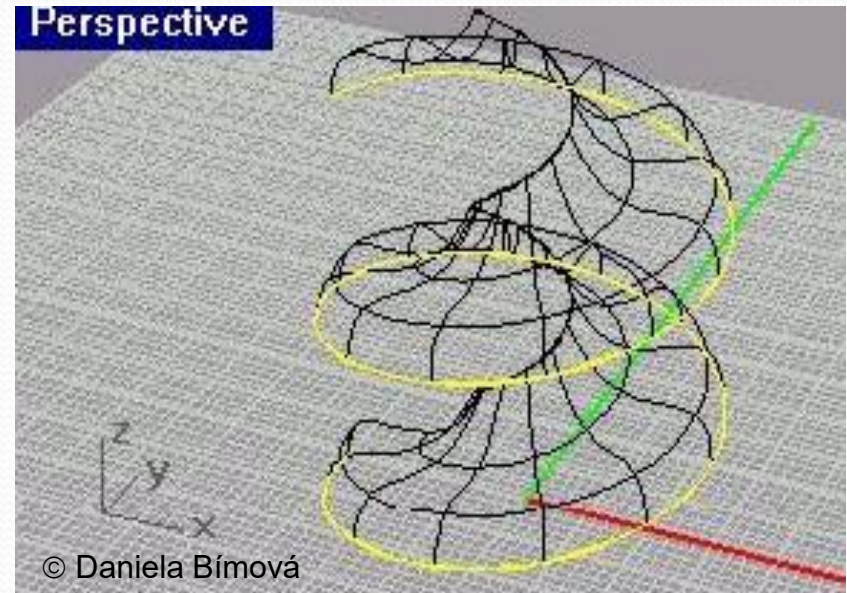
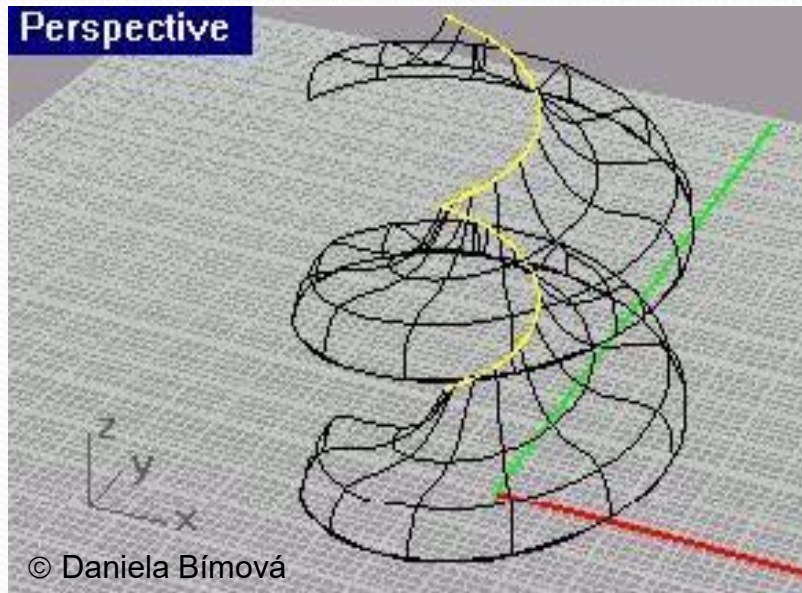
Podle polohy osy o daného šroubového pohybu dělíme šroubové plochy na:

- **uzavřené šroubové plochy** - osa o daného šroubového pohybu na šroubové ploše leží;
- **otevřené šroubové plochy** - osa o daného šroubového pohybu na šroubové ploše neleží.



Poznámka:

Je-li šroubová plocha otevřená, existují na tvořící křivce k body, které jsou ze všech sousedních bodů křivky k k ose o šroubového pohybu nejbližší (nejdále); šroubovice vytvořená těmito body se nazývá **hrdelní (rovníková) šroubovice**.



Typy šroubových ploch podle tvořící křivky

Podle typu tvořící křivky k dělíme šroubové plochy na:

- **cyklické šroubové plochy** – tvořící křivkou k je kružnice
- **přímkové šroubové plochy** – tvořící křivkou k je přímka;
- **obalové šroubové plochy**

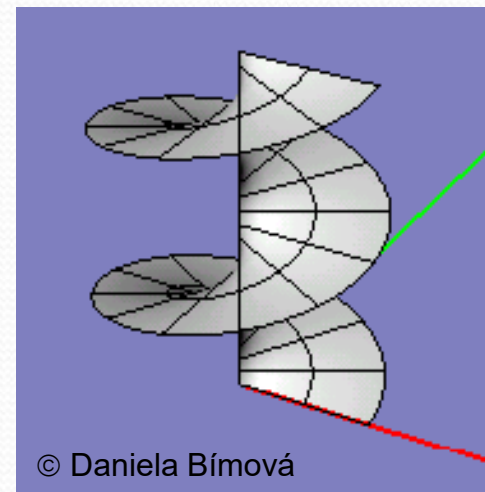
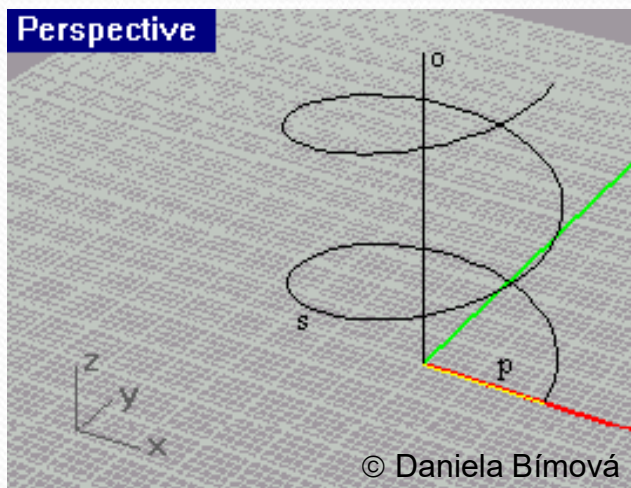
Přímkové šroubové plochy

Technicky nejdůležitější šroubové plochy vznikají šroubováním *přímky* p (anebo úsečky AB ležící na dané přímce p); příslušné šroubové plochy se nazývají **přímkové šroubové plochy**.

Dále dělíme přímkové šroubové plochy podle polohy tvořící přímky p vzhledem k ose o šroubové plochy na:

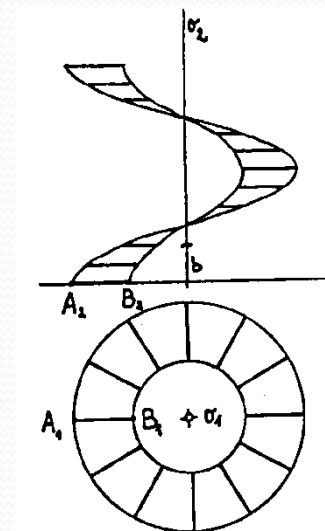
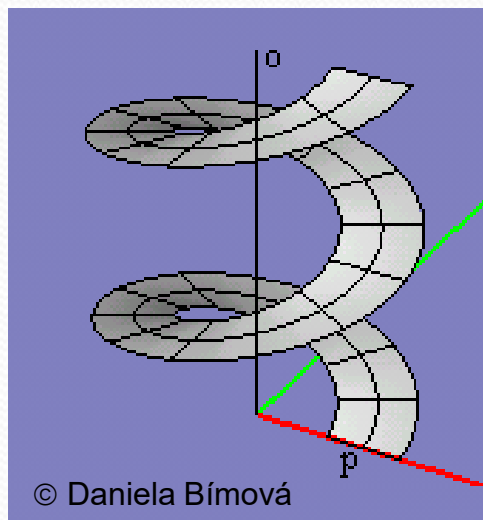
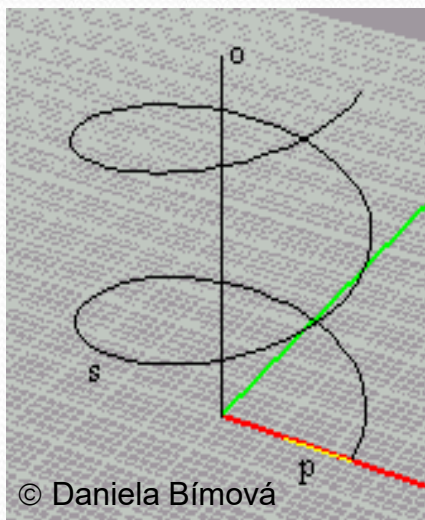
1. Pravoúhlé uzavřené přímkové šroubové plochy

Plochu vytvoříme šroubovým pohybem přímky p , která pravoúhle protíná osu o šroubového pohybu.



Na obr. je zobrazena pravoúhlá uzavřená přímková šroubová plocha tak, jak se vyskytuje v aplikacích. Hranici tvoří dvě úsečky a šroubovice krajních bodů šroubující se úsečky.

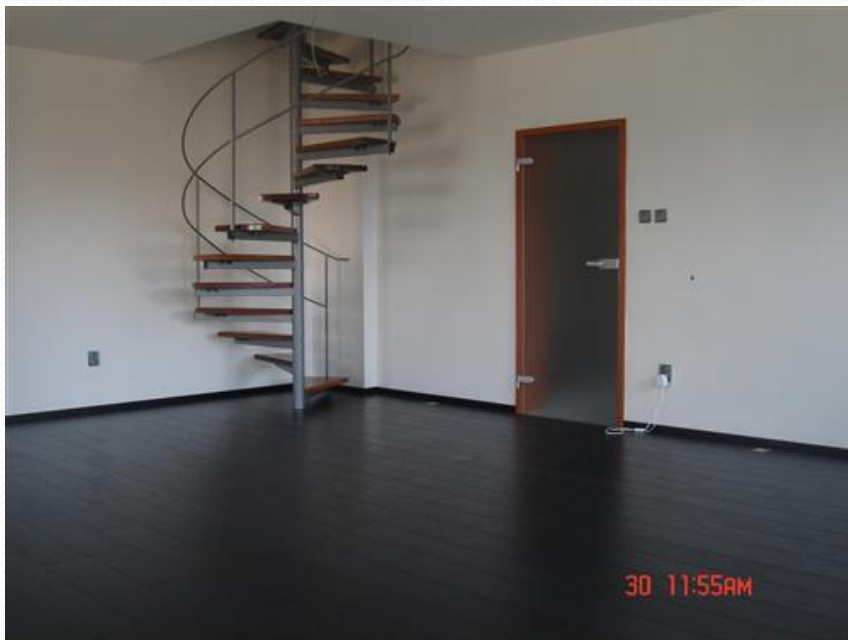
Na obrázku v perspektivě jsou zobrazeny dva závitů pravotočivé pravoúhlé uzavřené přímkové šroubové plochy a na obrázku v Mongeově promítání je zobrazen jeden závit pravoúhlé uzavřené přímkové šroubové plochy.



Užití v praxi

Ve strojní praxi má pravoúhlá uzavřená přímková šroubová plocha užití především u tzv. *šroubů s tupým závitem*, dále potom u *korunového vrtáku*, *listů jednoduchých ventilátorů*, *lícních ploch křídel jednoduchých vrtulí*, *ploch šroubového transportéru*, *pístového šoupátka*; v architektuře potom u *točitých schodů*.

Ukázky pravoúhlé uzavřené přímkové šroubové plochy v praxi



**mezonetový byt v bytové zástavbě
Zelené údolí v Liberci**



venkovní část Tipsport arény v Liberci

Točité schodiště na zřícenině hradu Trosky



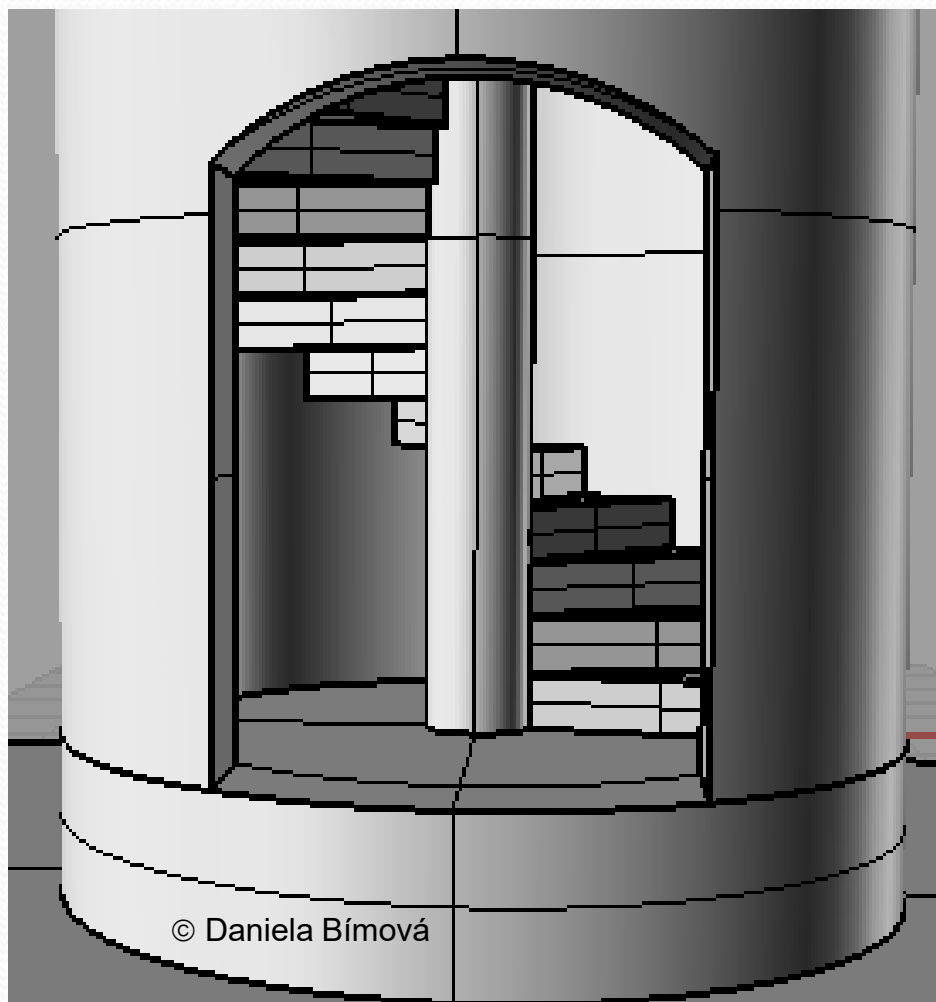
© Daniela Bímová



© Daniela Bímová



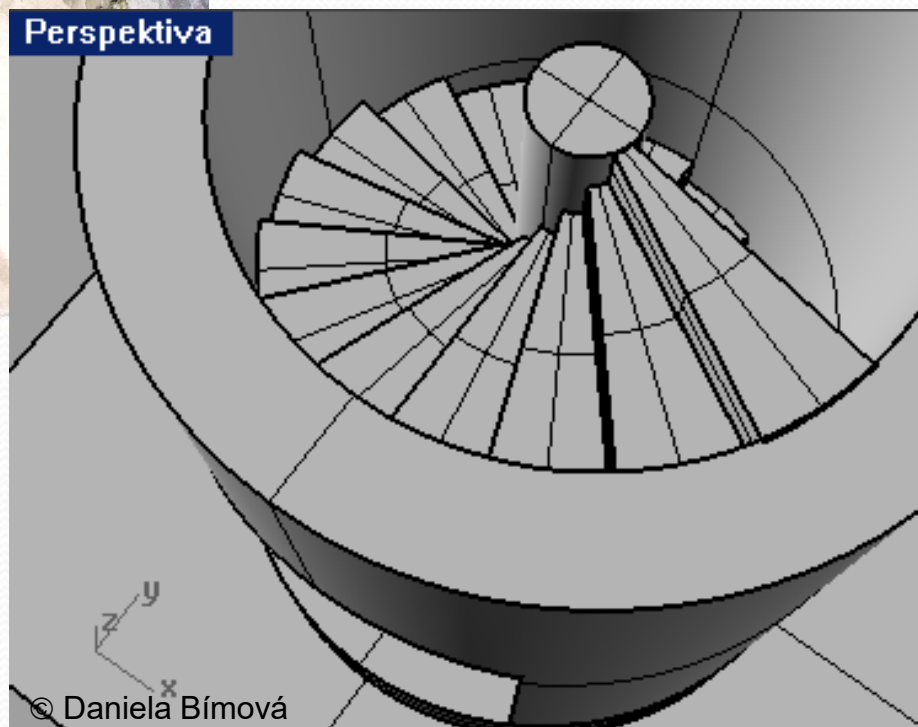
© Daniela Bímová



© Daniela Bímová



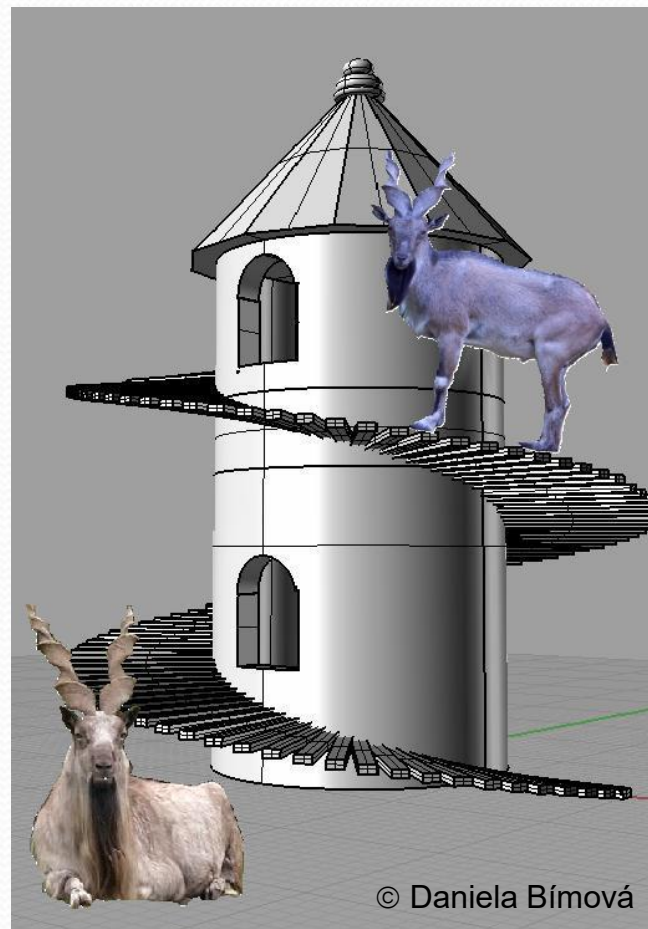
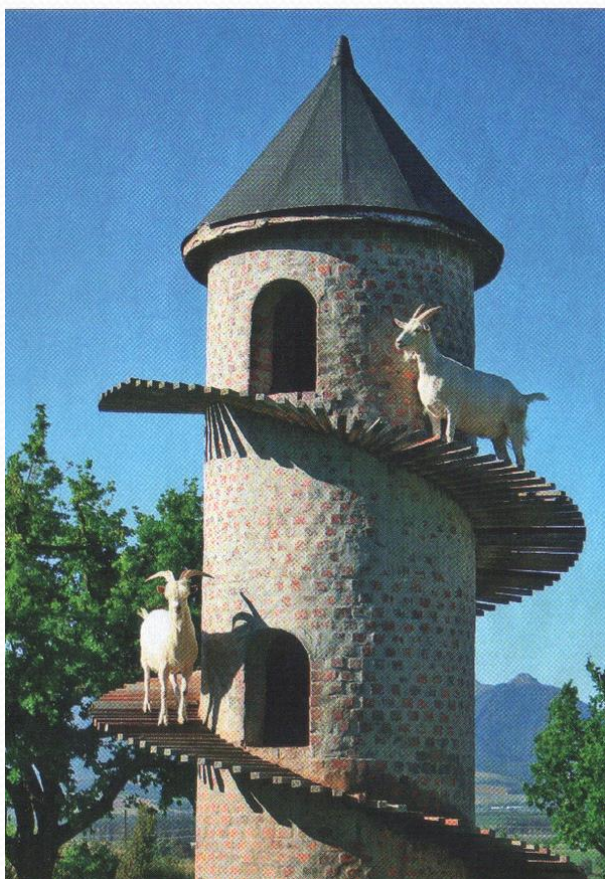
© Daniela Bímová



© Daniela Bímová

Rozhledna pro kozy

Na jihoafrickém statku Fairview chovají stádo 750 koz sánských. Aby se chytří rohatí tvorové nenudili, zbudovali jim krásnou vyhlídkovou věžičku! Kozy si ji přímo zamilovaly a některé prý na ni lezou i v noci.

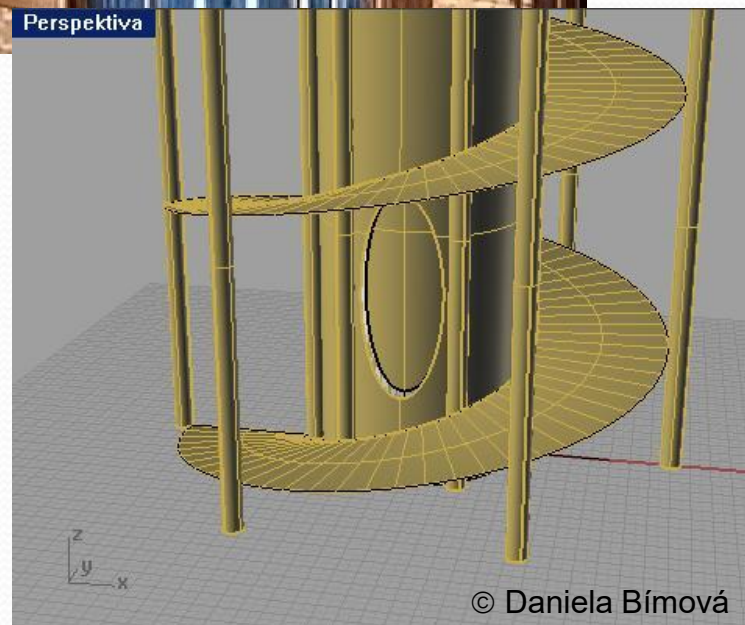


© Daniela Bímová

Úniková cesta z Fantomasova podzemního paláce



Perspektiva



šroubový transportér pro náklady



IQ Park Liberec →

listy stolního ventilátoru



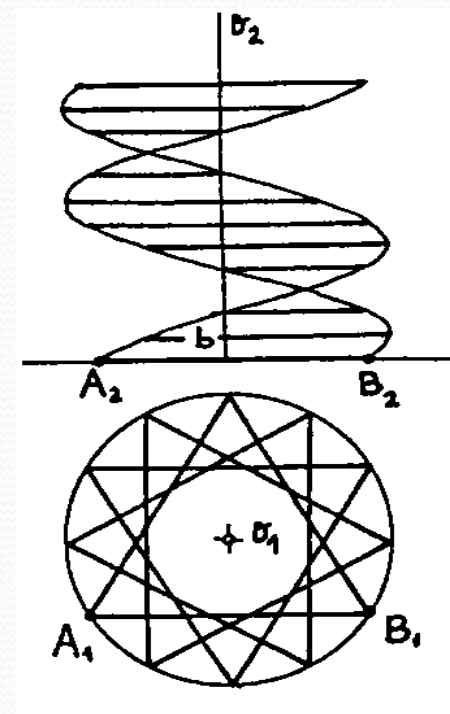
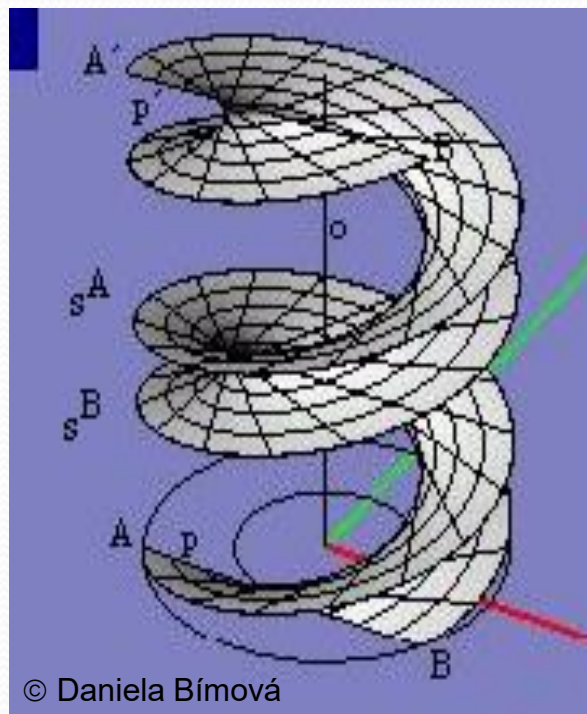
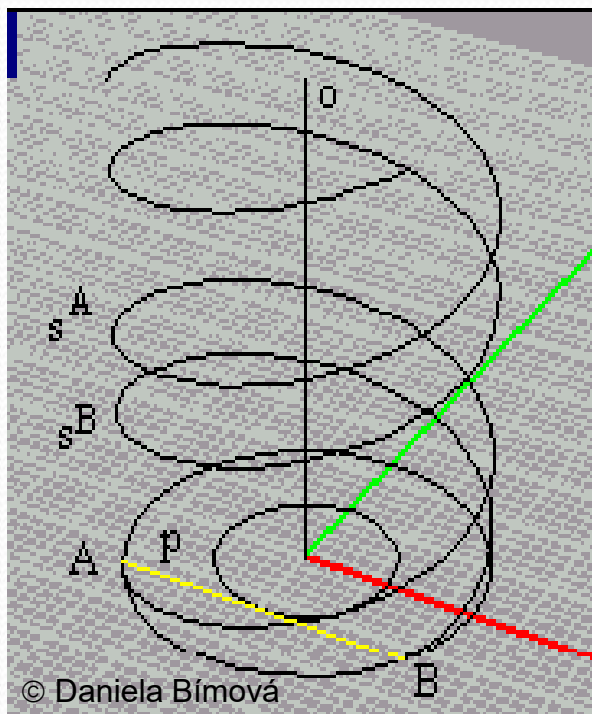
šrouby s tupým závitem



2. Pravoúhlé otevřené přímkové šroubové plochy

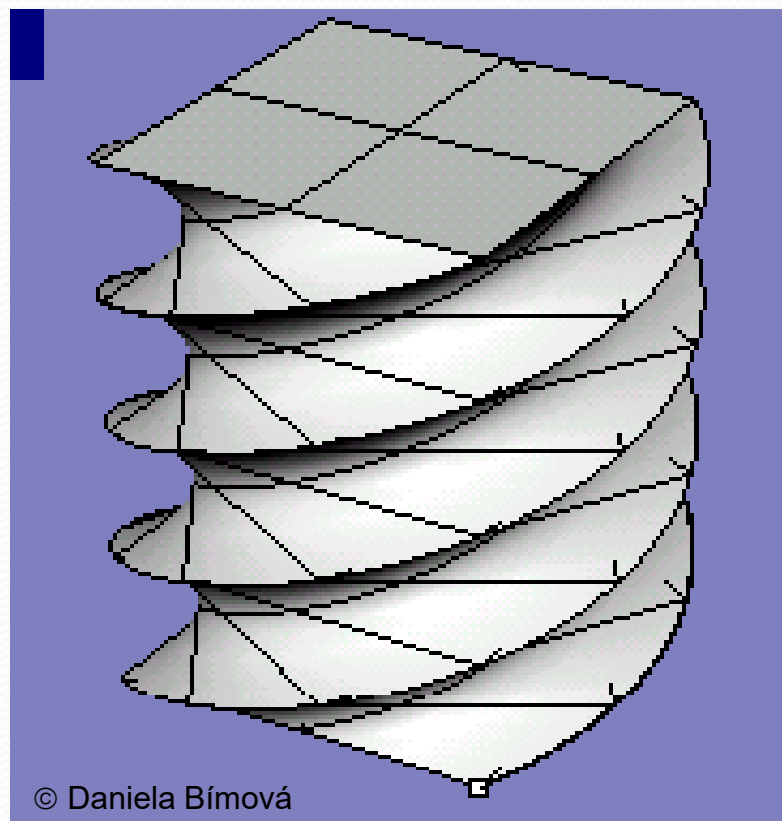
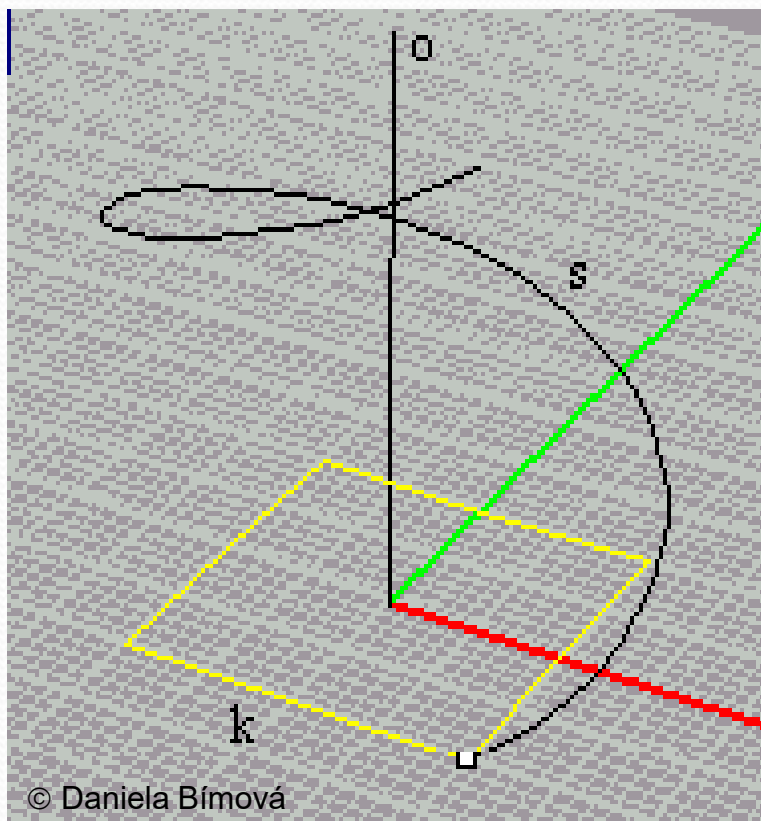
Plochu vytvoříme šroubovým pohybem přímky p , která je kolmá k ose o šroubového pohybu, ale která tuto osu neprotíná.

Na obrázku v perspektivě jsou zobrazeny dva závity pravotočivé pravoúhlé otevřené přímkové šroubové plochy a na obrázku v Mongeově promítání je zobrazen jeden závit pravoúhlé otevřené přímkové šroubové plochy.



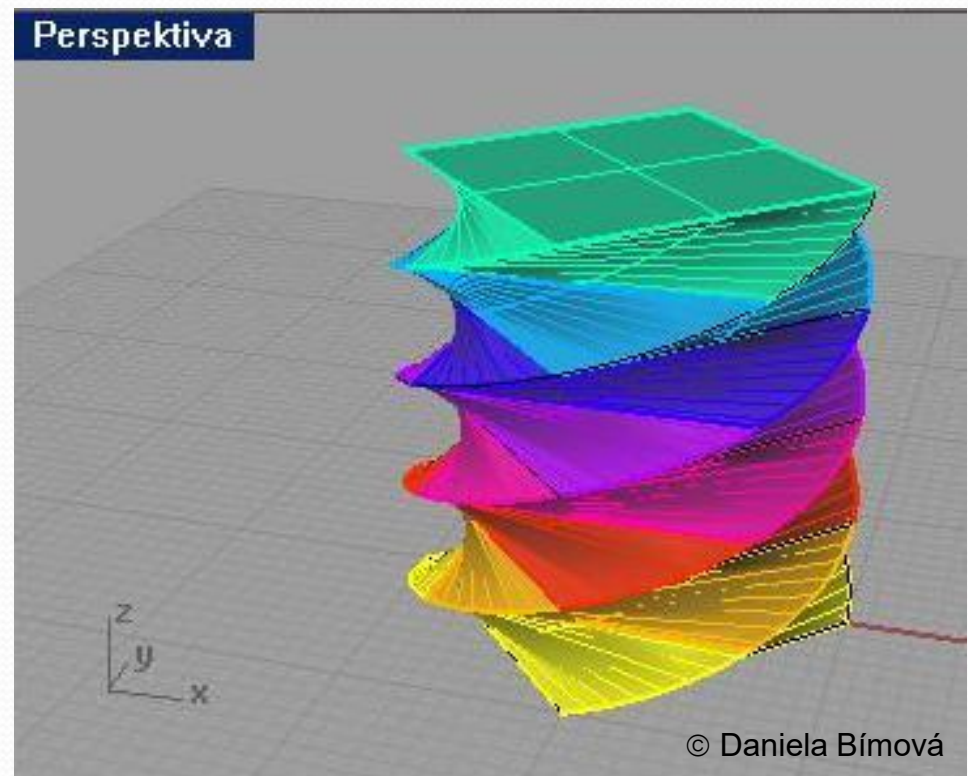
Užití v praxi

Pravoúhlá otevřená přímková šroubová plocha se vyskytuje např. u *svidříku* (viz obr. uprostřed; jeho normálním řezem je buď čtverec, nebo obdélník – viz obr. vlevo). Užívá se ale také u *nebozezů*, *vrtáků*, *šroubových dopravníků* a jinde.

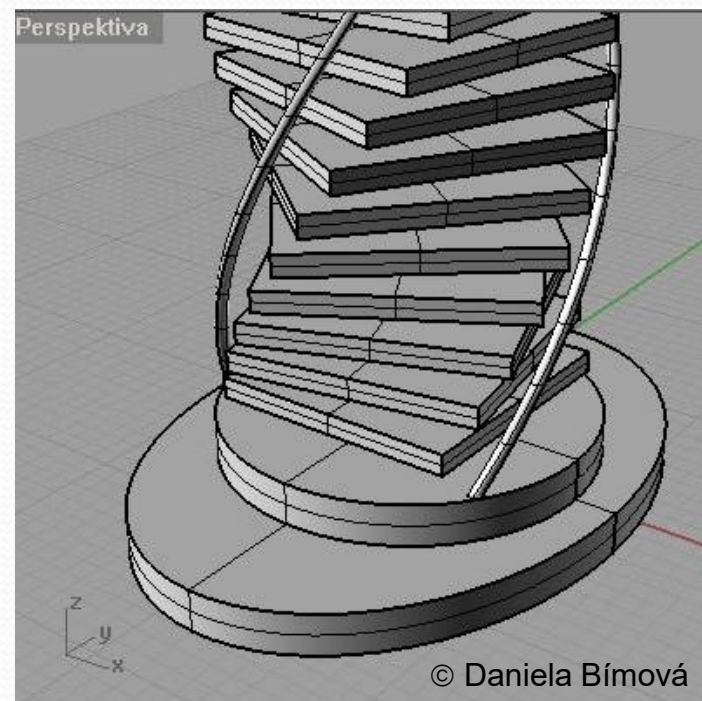
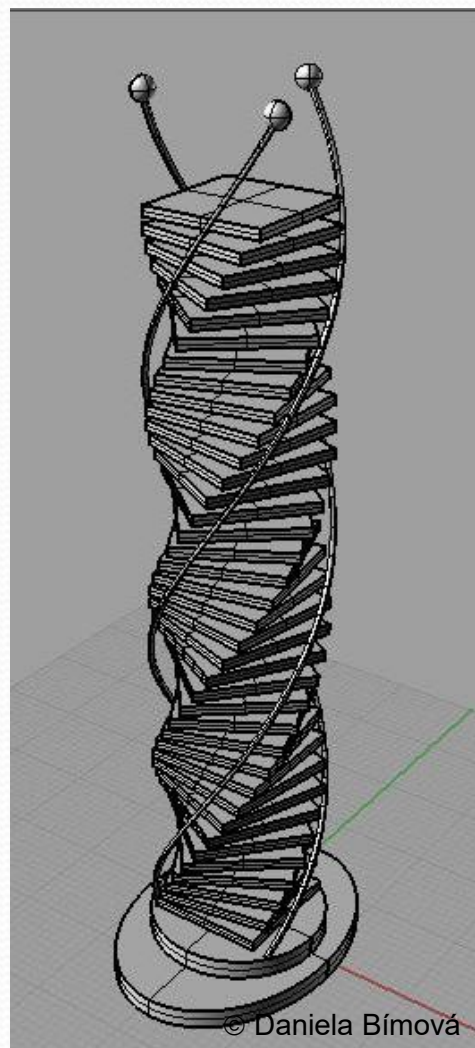
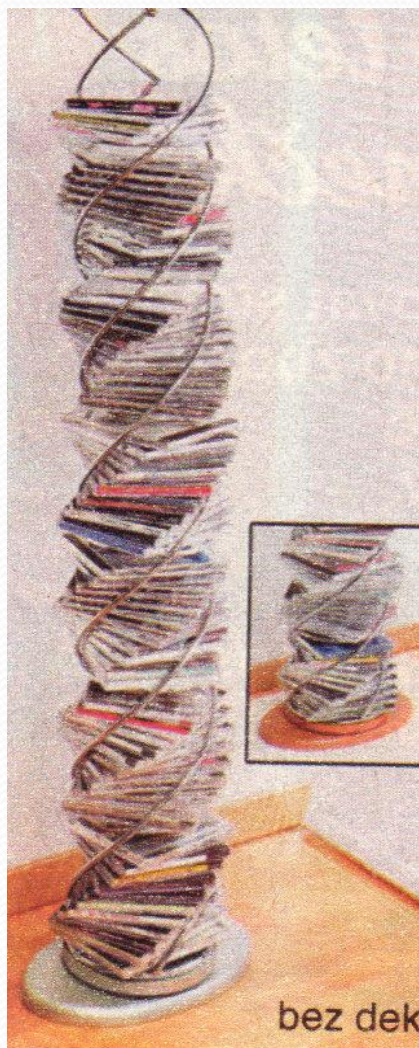


Ukázky pravoúhlé otevřené přímkové šroubové plochy v praxi

Poznámkový bloček



Kovový regál na CD



Podpěrný sloup restaurace nedaleko italského města Bibione



Mrakodrap Turning Torso v Malmö, Švédsko

Návrh: S. Calatrava

Šroubování krychle o $\frac{1}{4}$ závitu; po stranách otevřené pravoúhlé přímkové šroubové plochy (svidřík)

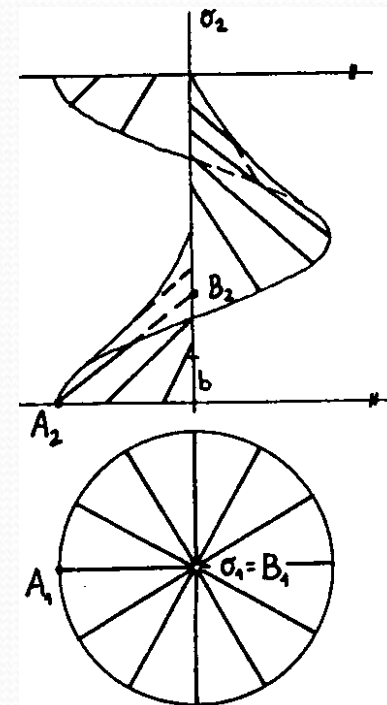
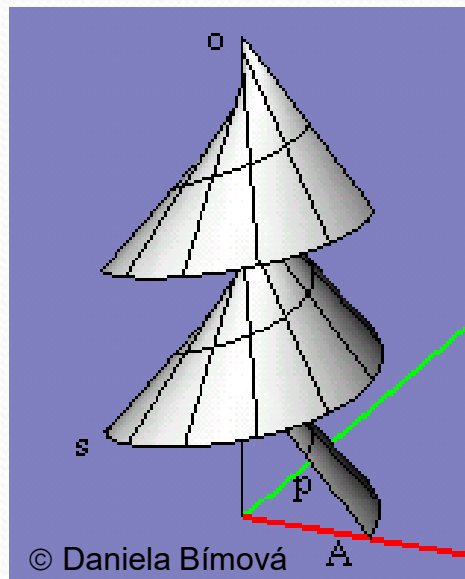
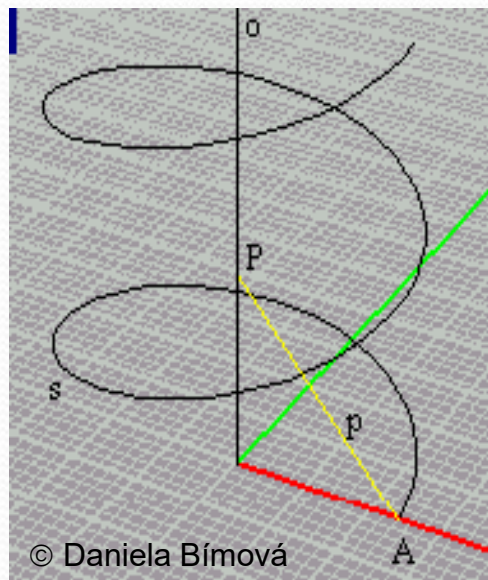


3. Kosoúhlé uzavřené přímkové šroubové plochy

Pro kosoúhlou uzavřenou přímkovou šroubovou plochu se také někdy používá názvu **vývrtková šroubová plocha** anebo **Archimédova šroubová plocha**.

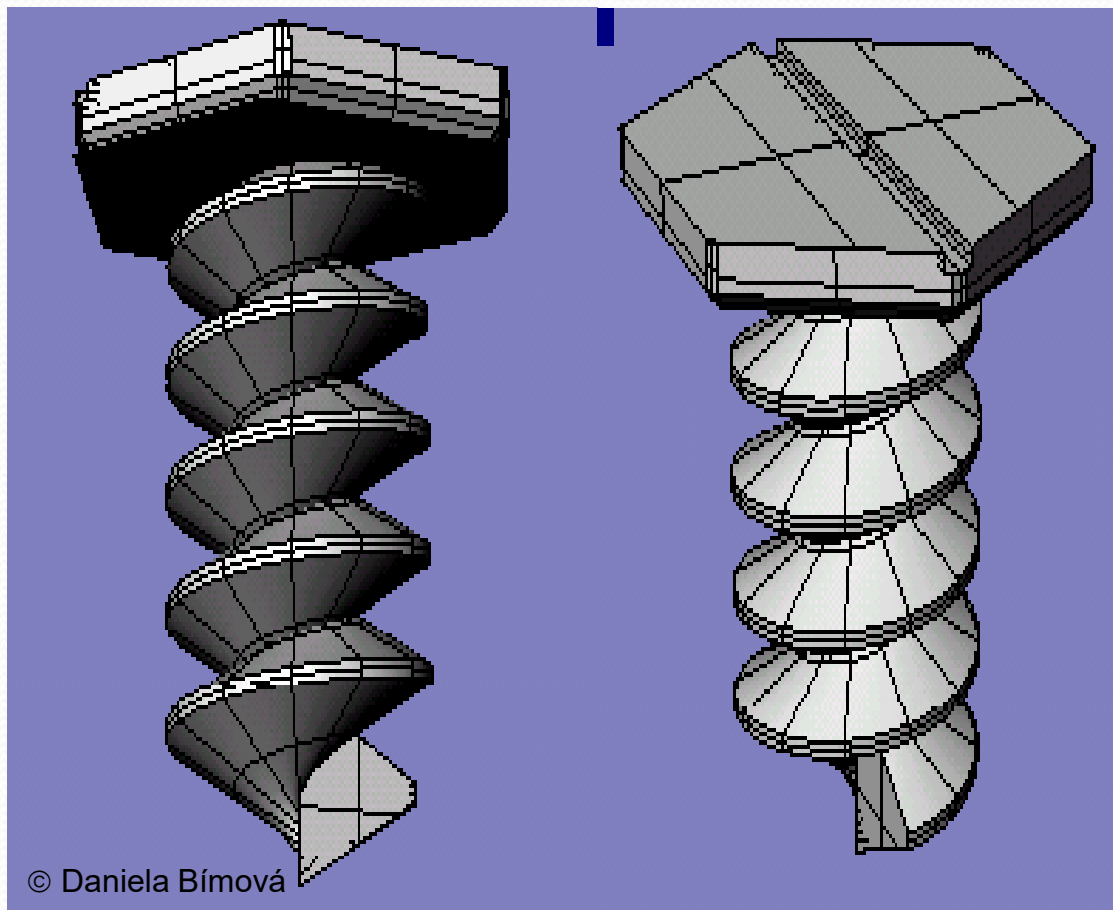
Plocha vzniká šroubovým pohybem tvořící přímky p , která protíná osu o šroubového pohybu a svírá s ní kosý úhel různý od pravého.

Na obrázku v perspektivě jsou zobrazeny dva závit pravotočivé kosoúhlé uzavřené přímkové šroubové plochy a na obrázku v Mongeově promítání je zobrazen jeden závit pravotočivé kosoúhlé uzavřené přímkové šroubové plochy.



Užití v praxi

Kosoúhlá uzavřená přímková šroubová plocha se užívá ve strojírenské praxi např. pro **povrch šroubů**, **vrtáky**.

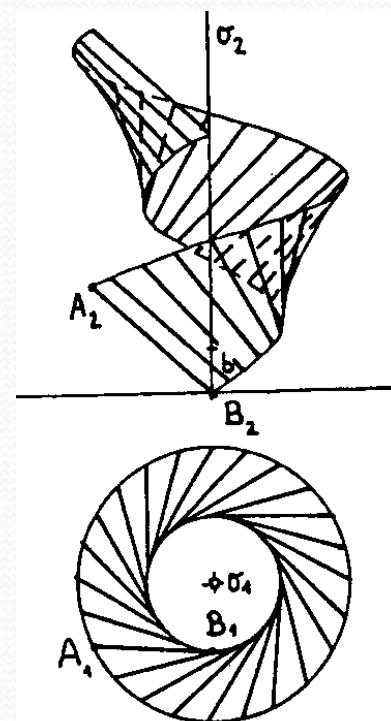
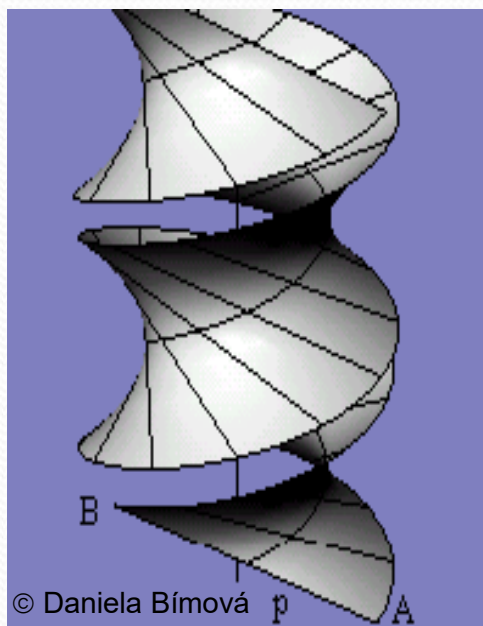
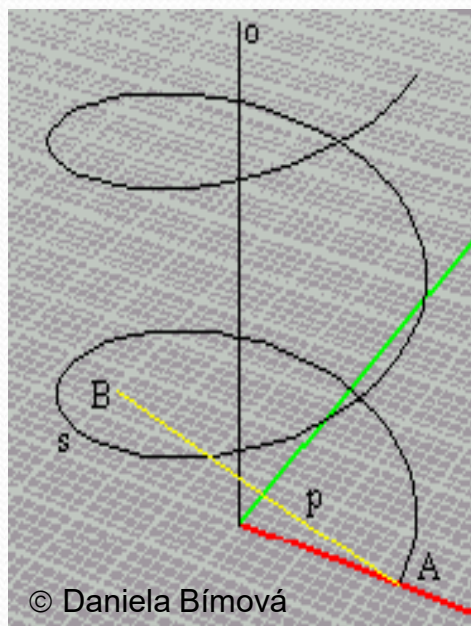


4. Kosoúhlé otevřené přímkové šroubové plochy

Pro kosoúhlou otevřenou přímkovou šroubovou plochu se také někdy používá názvu **konvolutní šroubová plocha**.

Plocha vzniká šroubovým pohybem tvořící přímky p , která neprotíná osu o šroubového pohybu a která s osou svírá kosý úhel různý od pravého. Tj. tvořící přímka p a osa o šroubového pohybu jsou mimoběžné přímky.

Na obrázku v perspektivě jsou zobrazeny dva závity pravotočivé kosoúhlé otevřené přímkové šroubové plochy a na obrázku v Mongeově promítání je zobrazen jeden závit pravotočivé kosoúhlé uzavřené přímkové šroubové plochy.



Ukázka kosoúhlé otevřené přímkové šroubové plochy v praxi

Koza šrouborohá

Koza šrouborohá je zástupce podčeledi koz a ovcí obývajících rozptýlené lesy Západních Himálají. Je též národním zvířetem Pákistánu.

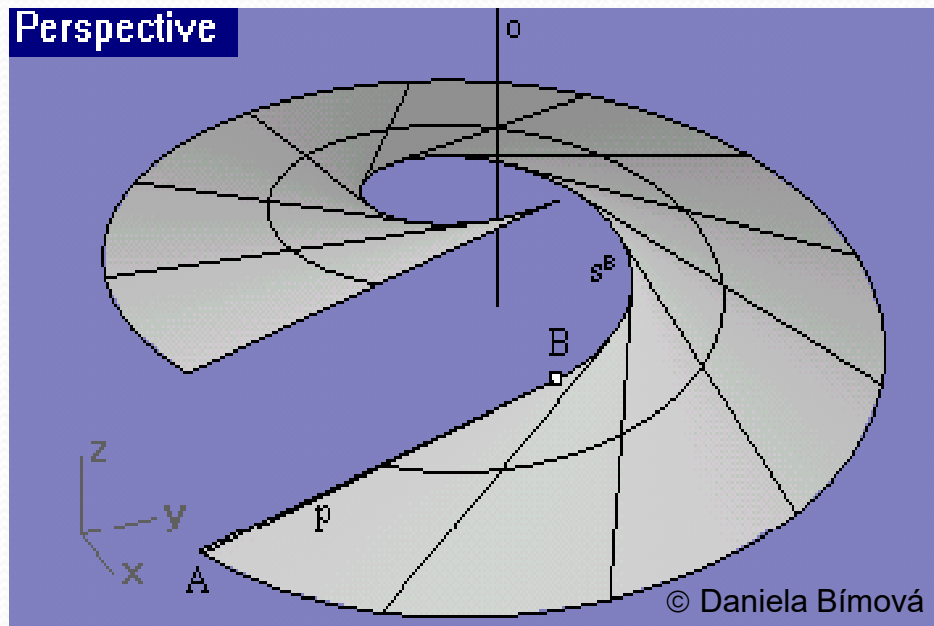
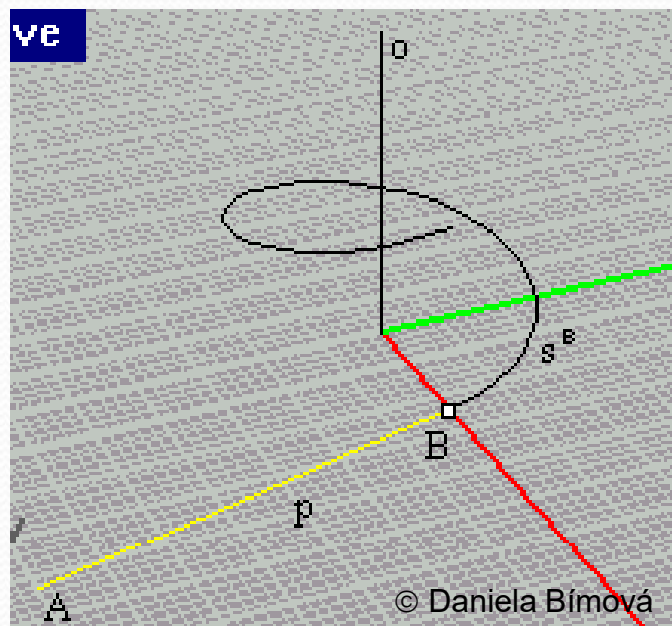
Rohy tohoto sudokopytníka jsou šroubovitě stočeny nahoru o půl až tři závity. U samců dosahují rohy až 160 cm, u samic většinou nepřesáhnou 25 cm. Způsob stáčení se liší podle jednotlivých zeměpisných ras.



Rozvinutelná šroubová plocha

Speciálním případem kosoúhlé otevřené přímkové šroubové plochy je **plocha tečen šroubovice**, která se také někdy nazývá **rozvinutelná šroubová plocha**.

Plocha vzniká šroubovým pohybem tvořící přímky p , která je tečnou hrdelní šroubovice kosoúhlé otevřené přímkové šroubové plochy.



Cyklické šroubové plochy

V technické praxi se kromě přímkových šroubových ploch užívají také tzv. **cyklické šroubové plochy**, přitom cyklické šroubové plochy vznikají šroubováním kružnice $k(S, r)$.

Podle polohy roviny, ve které tvořící kružnice $k(S, r)$ leží, rozlišujeme následující typy cyklických šroubových ploch:

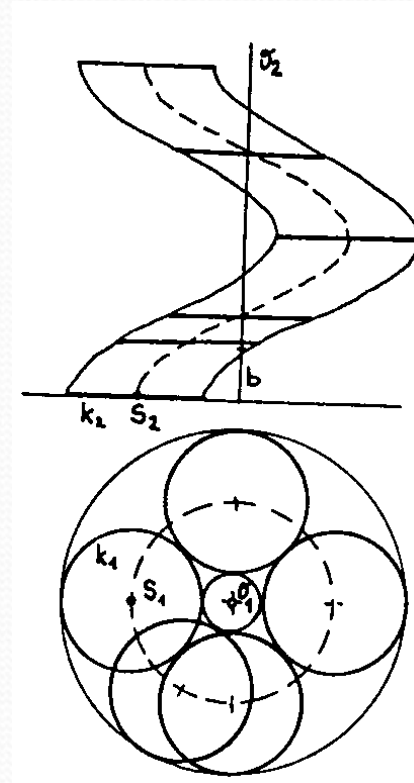
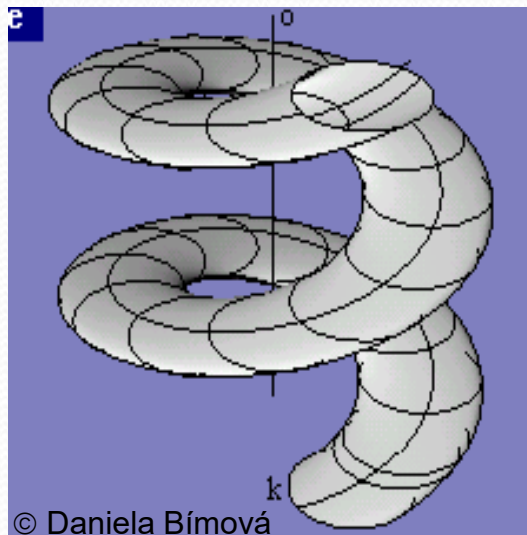
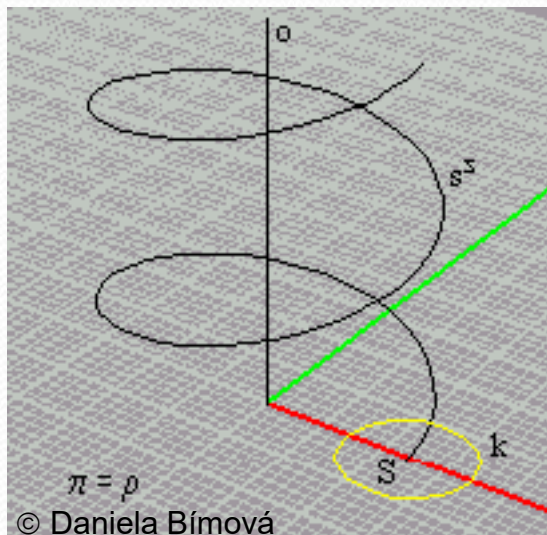
- **normální cyklické šroubové plochy** – tvořící křivkou k je kružnice ležící v rovině kolmé k ose o daného šroubového pohybu a přitom střed S tvořící kružnice neleží na ose o ;
- **osové cyklické šroubové plochy** – tvořící křivkou k je kružnice ležící v rovině procházející osou o daného šroubového pohybu a jejíž střed S neleží na ose o ;
- **Archimédovy serpentiny** – tvořící křivkou k je kružnice ležící v rovině kolmé k tečně t šroubovice s středem S kružnice k procházející osou o daného šroubového pohybu a jejíž střed S neleží na ose o .

1. Normální cyklická šroubová plocha

Pro normální cyklickou šroubovou plochu se také někdy používá názvu **vinutý sloupek**.

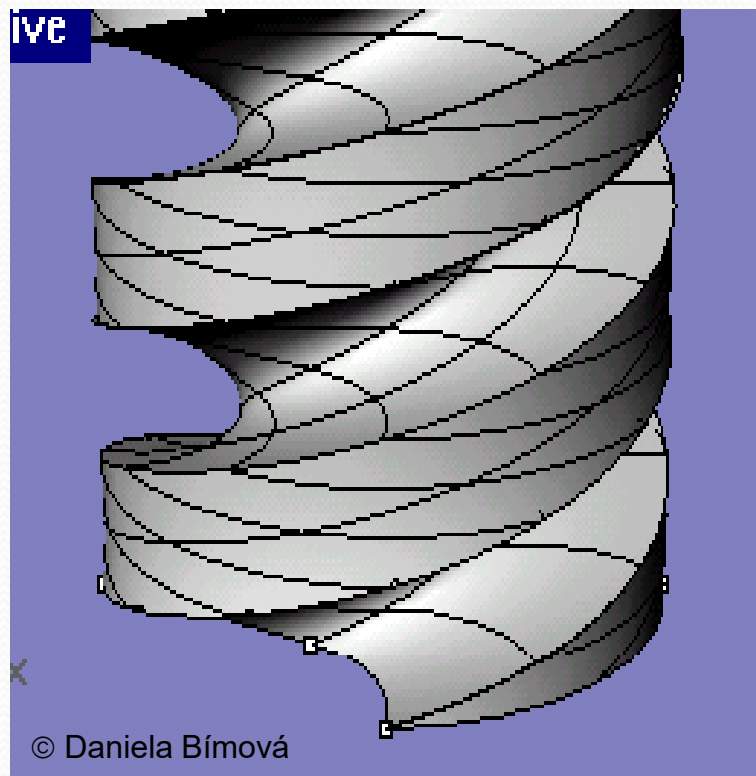
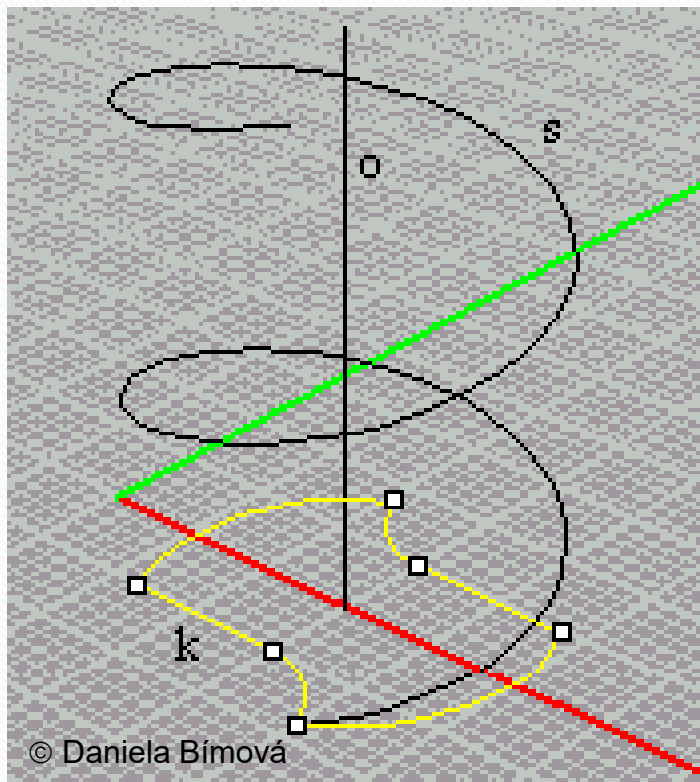
Plocha vzniká šroubováním tvořící kružnice k (S, r), která leží v rovině kolmé k ose o daného šroubového pohybu a jejíž střed S neleží na ose o .

Na obrázku v perspektivě jsou zobrazeny dva závit pravotočivé normální cyklické šroubové plochy a na obrázku v Mongeově promítání je zobrazen jeden závit pravotočivé normální cyklické šroubové plochy.

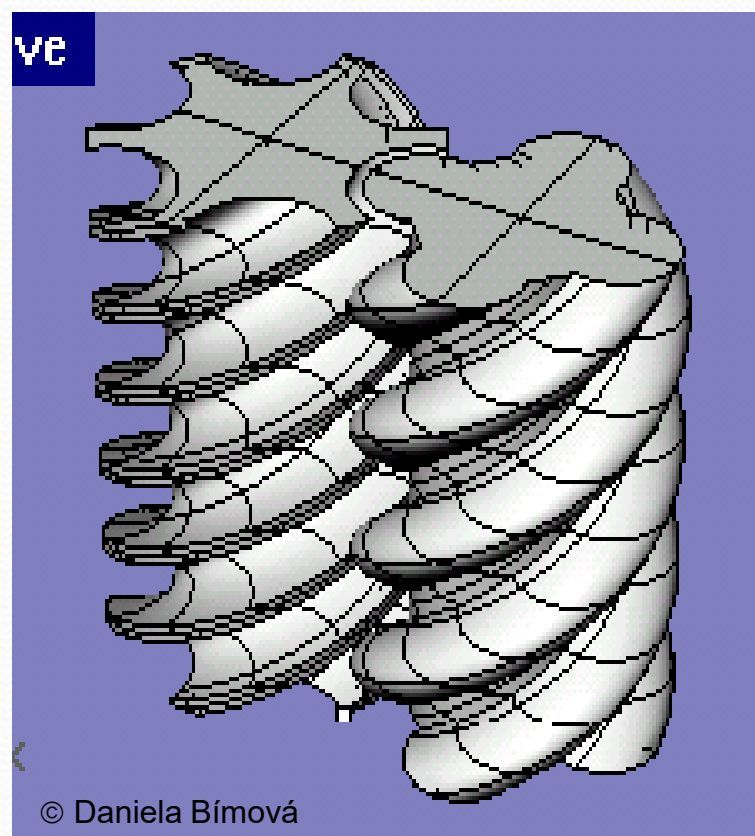
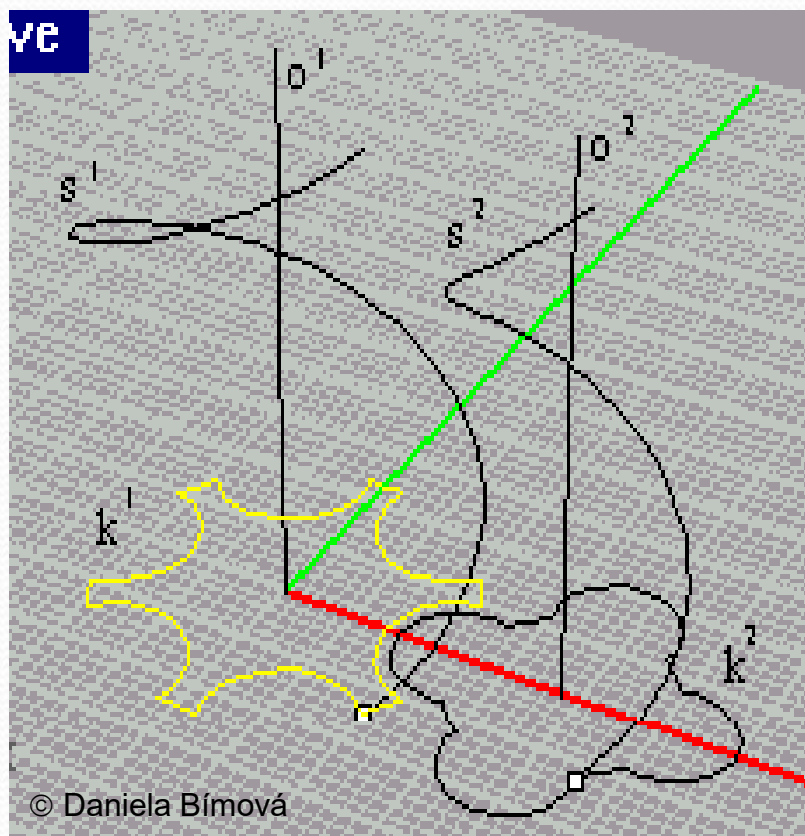


Užití v praxi

Ve strojírenské praxi se této plochy užívá jako **skluzu pro sypké materiály** (zpravidla zhotovené z plachtoviny a vyztužené kruhovými obručemi), dále jako **šroubových vrtáků** (viz obr. vpravo; na obr. vlevo viz příčný profil šroubovitého vrtáku, který je složen z úseček a oblouků kružnic),



nebo také jako **šroubových čerpadel** (viz obr. vpravo; jejich příčné profily jsou vesměs tvořeny oblouky kružnic - viz obr. vlevo)



V architektuře se normální cyklické šroubové plochy (vinutého sloupku) užívá na okrasných sloupech a užívá se pro něj speciálního názvu – tzv. *tordovaný dřík sloupu*.



Mariánský morový sloup na Dolním náměstí v Olomouci

Asi 4 závitů pravotočivé normálové cyklické šroubové plochy



Chrám Panny Marie Sněžné v Olomouci

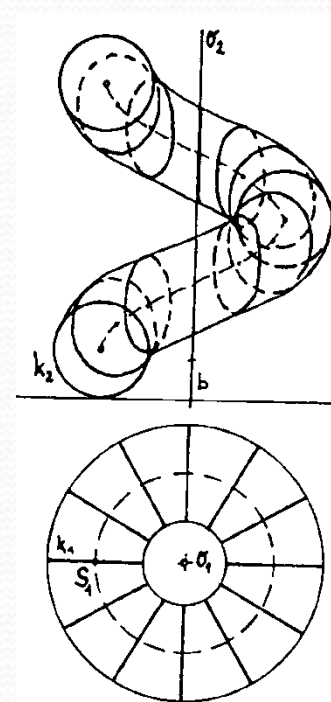
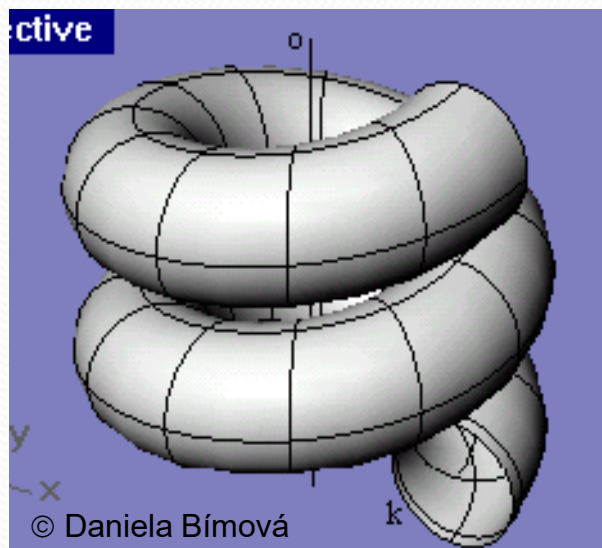
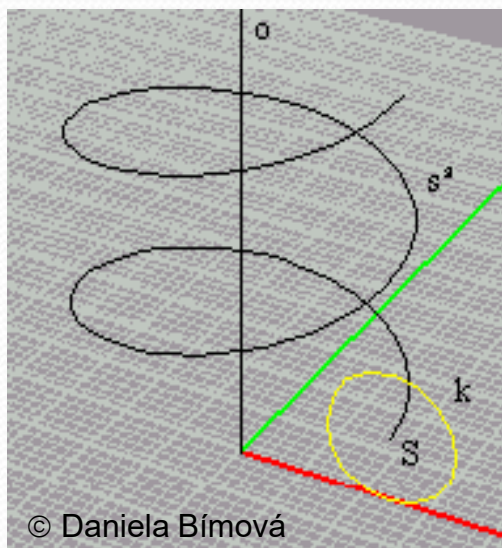
Pravotočivý i levotočivý vinutý sloupek u vstupu do chrámu

2. Osová cyklická šroubová plocha

Pro osovou cyklickou šroubovou plochu se také někdy používá názvu **plocha klenby sv. Jiljí**.

Plocha vzniká šroubováním tvořící kružnice k (S , r), která leží v rovině procházející osou o daného šroubového pohybu a jejíž střed S neleží na ose o .

Na obrázku v perspektivě jsou zobrazeny dva závit pravotočivé osové cyklické šroubové plochy a na obrázku v Mongeově promítání je zobrazen jeden závit pravotočivé osové cyklické šroubové plochy.



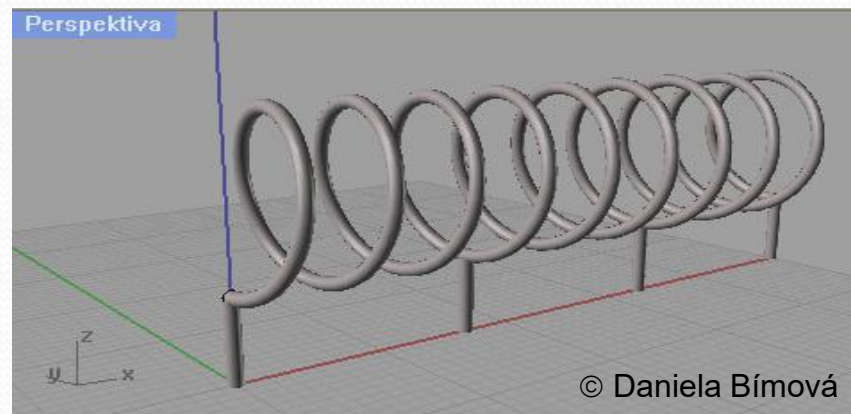
Užití v praxi

Osové cyklické šroubové plochy se užívá jako *plochy dopravních žlabů a skluzů*, nebo jako *metrických*, *Whitworthových* a *pilovitých závitů*, či jako *závitů objímek žárovek* (tzv. *Edisonův závit*).

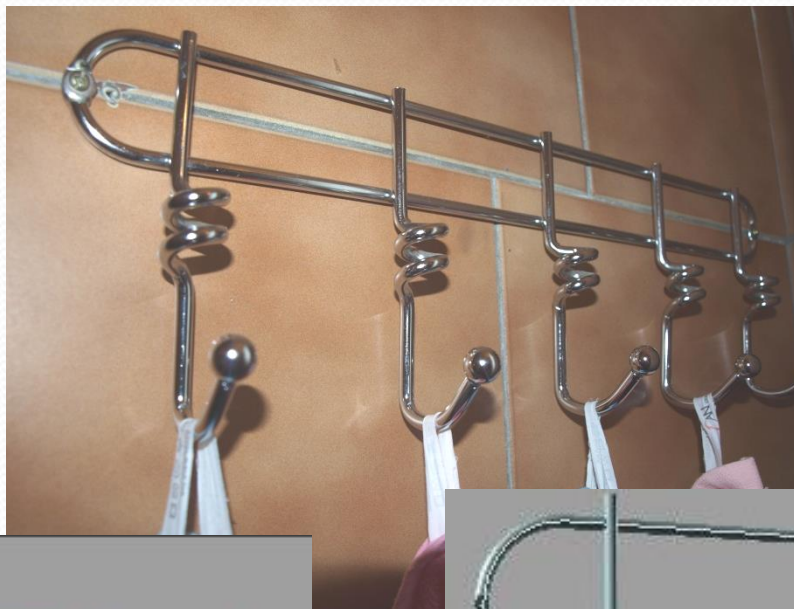


Ukázky osově cyklické šroubové plochy v praxi

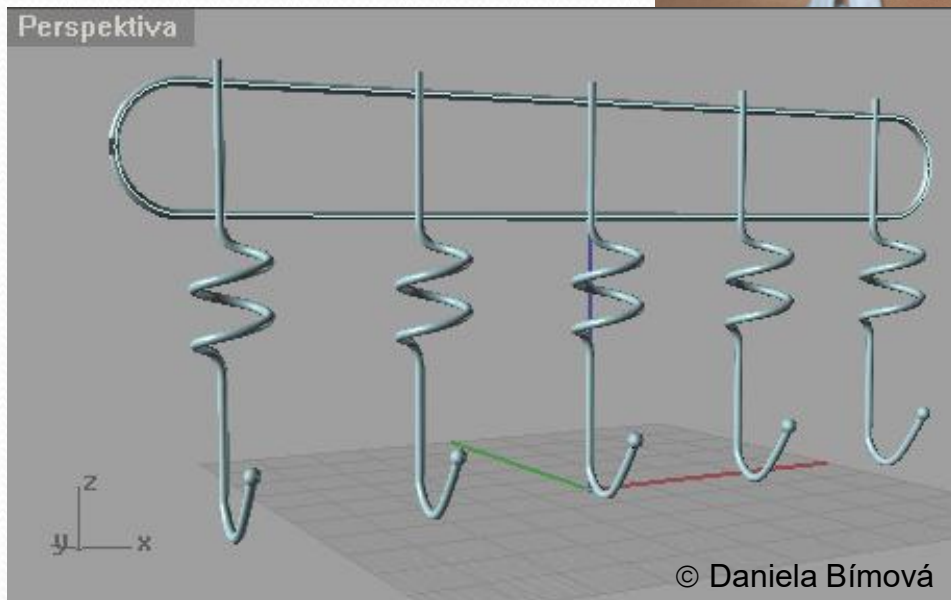
Stojan na kola



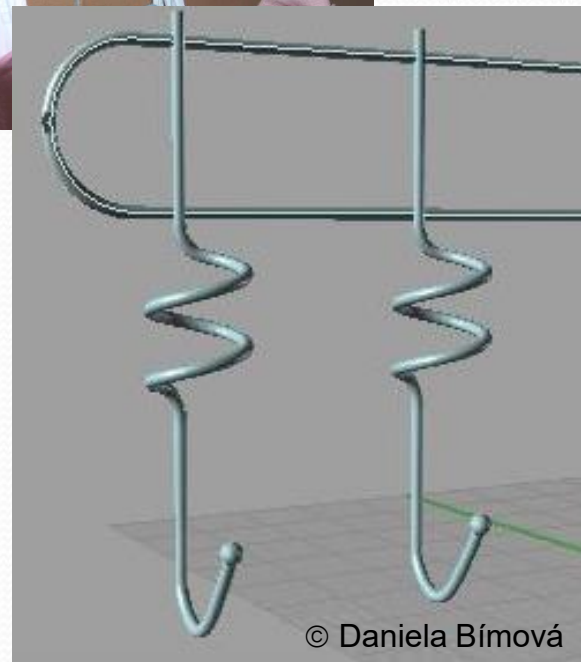
Věšák na ručníky



Perspektiva



© Daniela Bímová

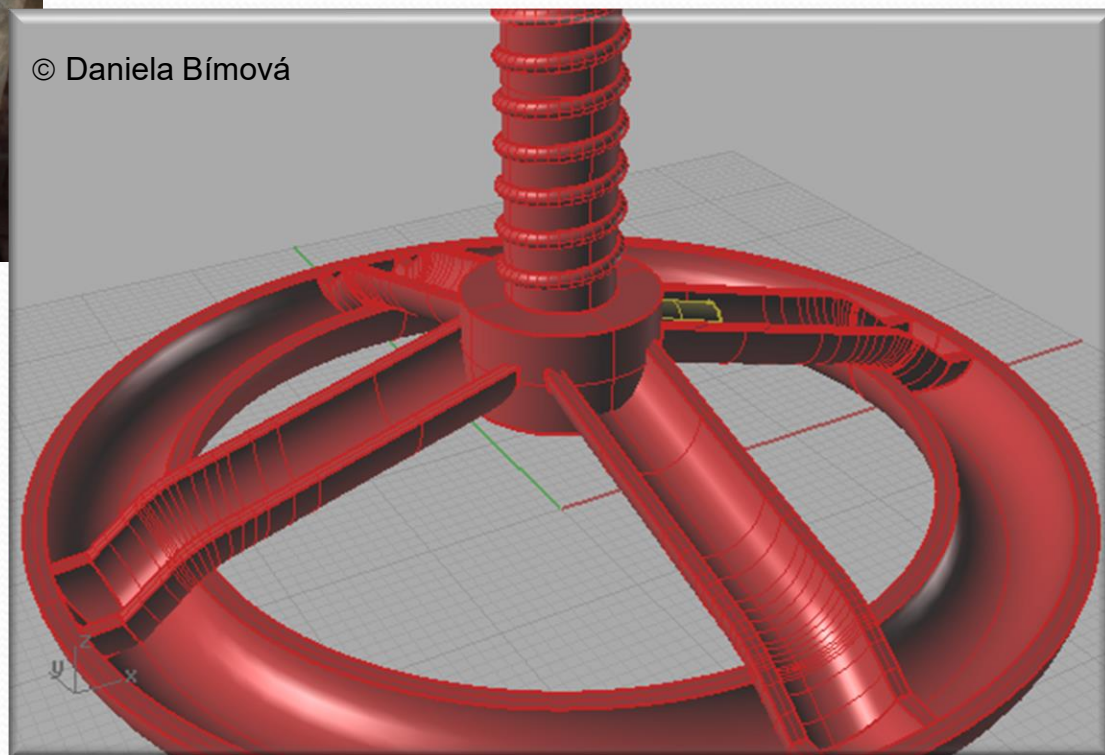


© Daniela Bímová

Detail šroubu v chemičce Kortan



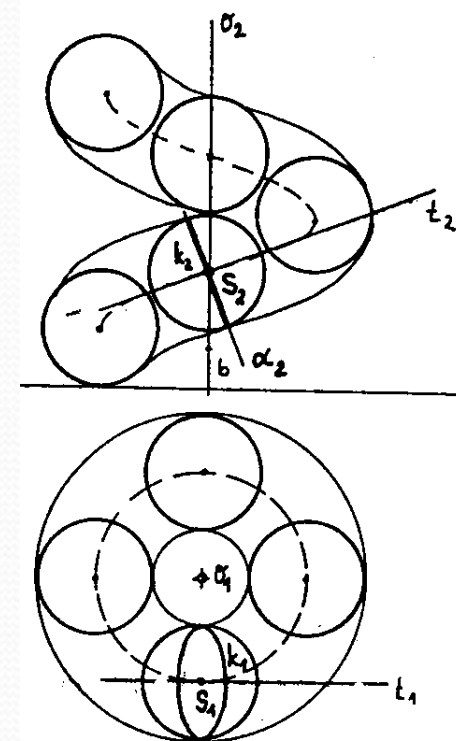
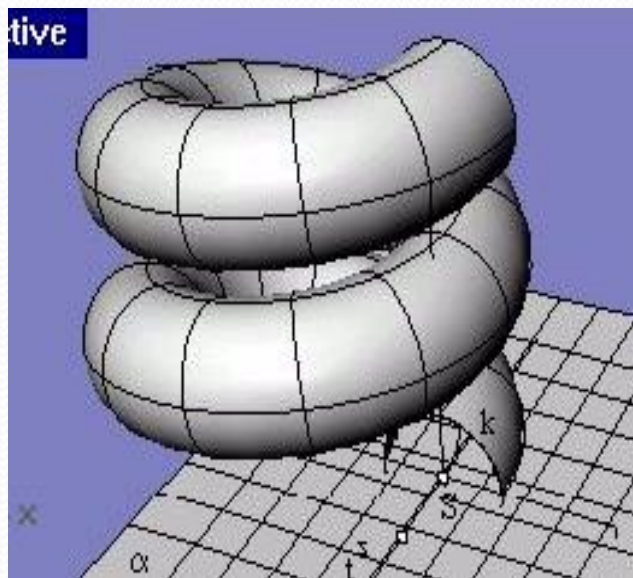
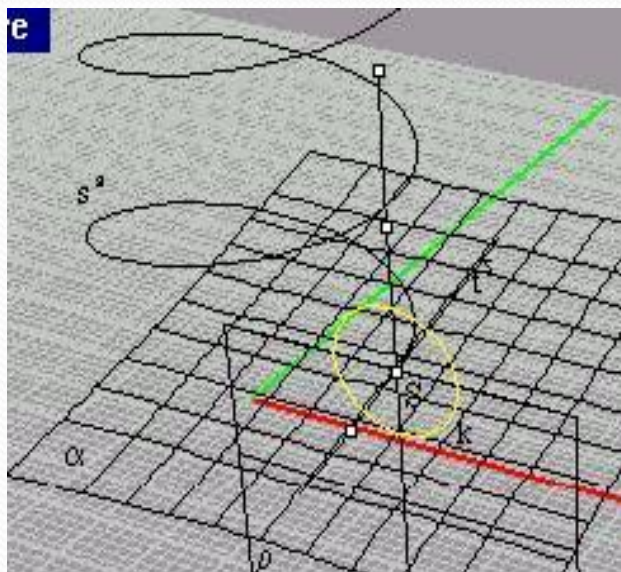
Animační videosoubor



3. Archimédova serpentina

Plocha vzniká šroubovým pohybem tvořící kružnice k (S, r), která leží v rovině kolmé k tečně t šroubovice s středem S procházející osou o daného šroubového pohybu a jejíž střed S neleží na ose o .

Na obrázku v perspektivě jsou zobrazeny dva závit pravotočivé Archimédovy serpentina a na obrázku v Mongeově promítání je zobrazen jeden závit Archimédovy serpentina.



Užití v praxi

Archimédovu serpentinu můžeme ve strojnictví využít u *šroubových pružin, šroubových kuličkových ložisek, kuličkových šroubů*. Jako rourové plochy se Archimédovy serpentiny užívá u *šroubových potrubí a skluzů pro dopravu pytlového zboží a sypkého materiálu, úsporné žárovky*.



Ukázky Archimédovy serpentiny v praxi

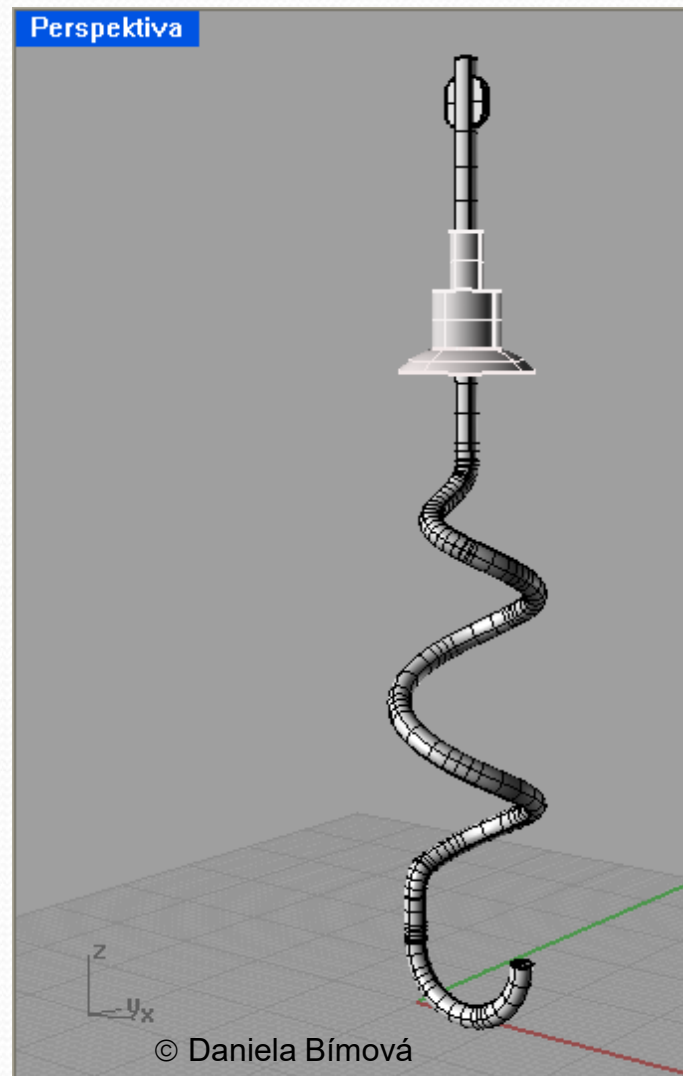
Šroubová pružina na dětské houpačce



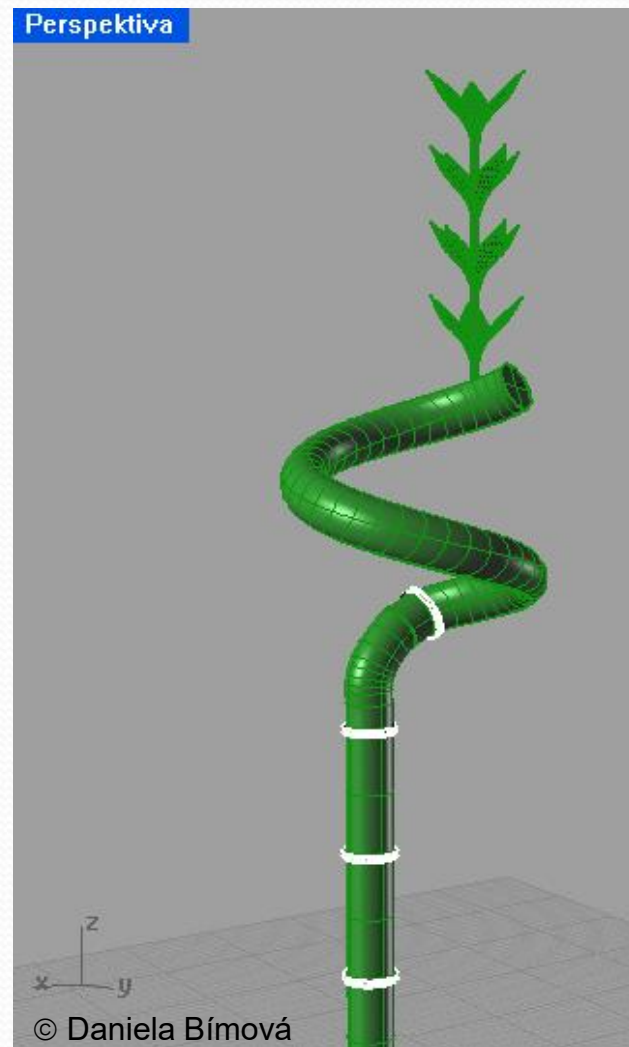
Skluzavka na dětském hřišti



Metly ručního mixéru



Bambus



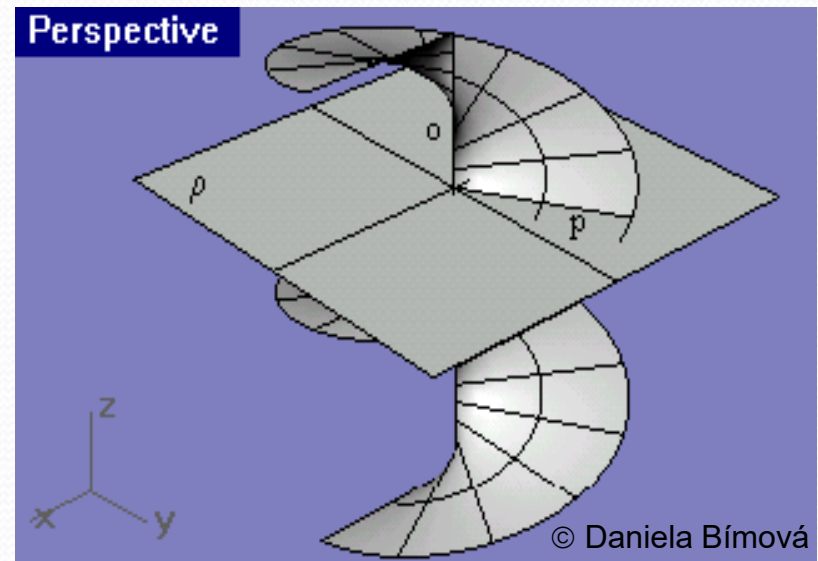
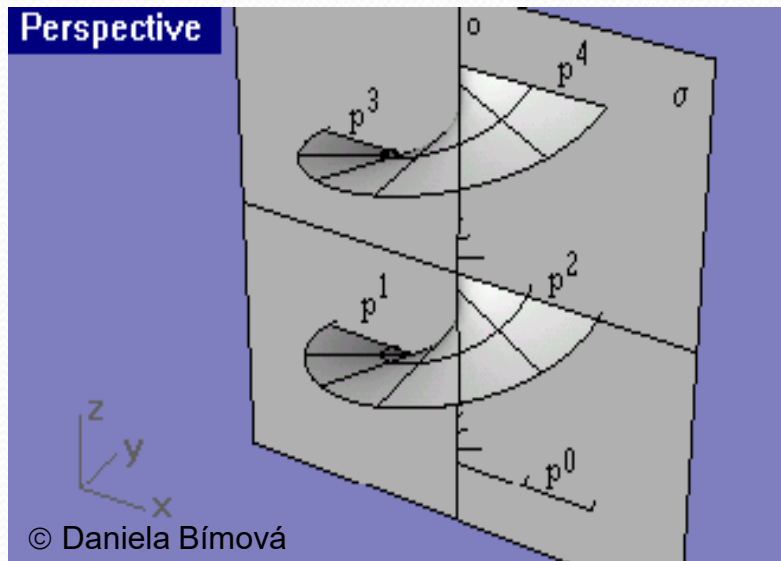
Obalové šroubové plochy

- Šroubová plocha může také vzniknout jako obalová plocha jednoparametrické soustavy ploch, která vzniká šroubovým pohybem dané plochy. Obalová šroubová plocha se dotýká každé tvořící plochy podél charakteristiky k , kterou můžeme považovat jako průnikovou křivku dvou soumezných poloh šroubující se plochy.
- Šroubováním kulové plochy vznikají obalové šroubové plochy známé pod názvem *rourové šroubové plochy*; nazývají se také *Archimédovy serpentiny*.

Rovinné řezy přímkových šroubových ploch

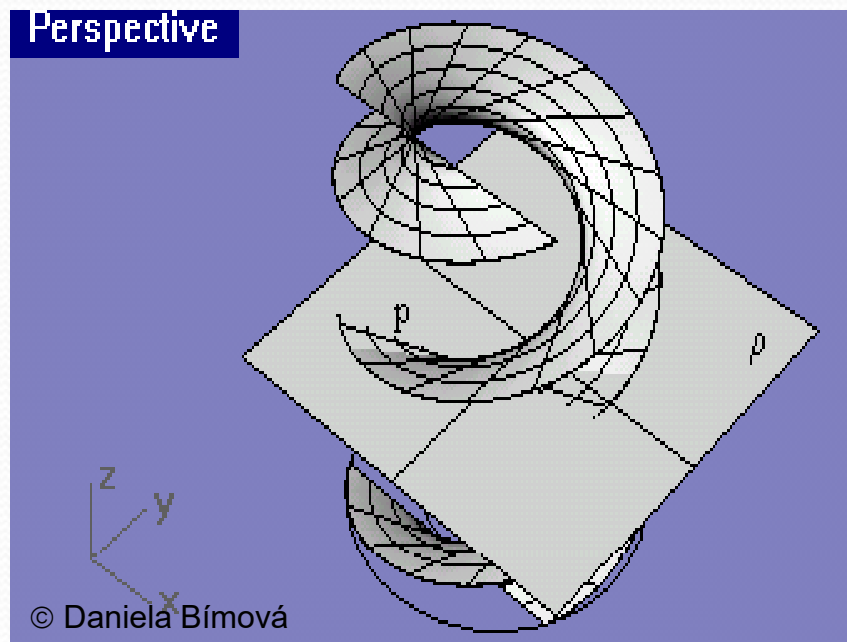
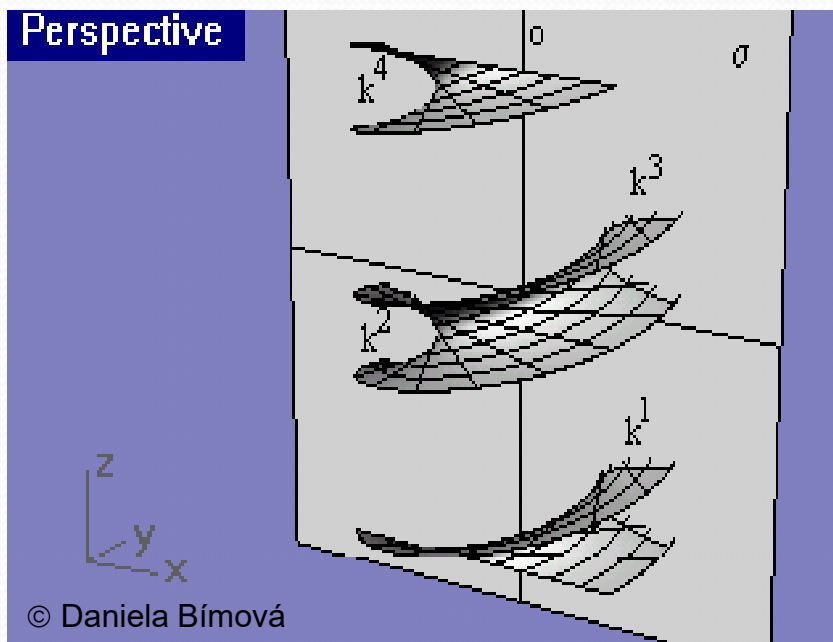
Pravoúhlá uzavřená přímková šroubová plocha

- ❑ Osovým řezem pravoúhlé uzavřené přímkové šroubové plochy je množina nekonečně mnoha přímek kolmých k ose o šroubového pohybu a vzdálených jedna od druhé o poloviční výšku závitu, viz obr. vlevo.
- ❑ Normálním řezem pravoúhlé uzavřené přímkové šroubové plochy je tvořící přímka p , viz obr. vpravo.



Pravoúhlá otevřená přímková šroubová plocha

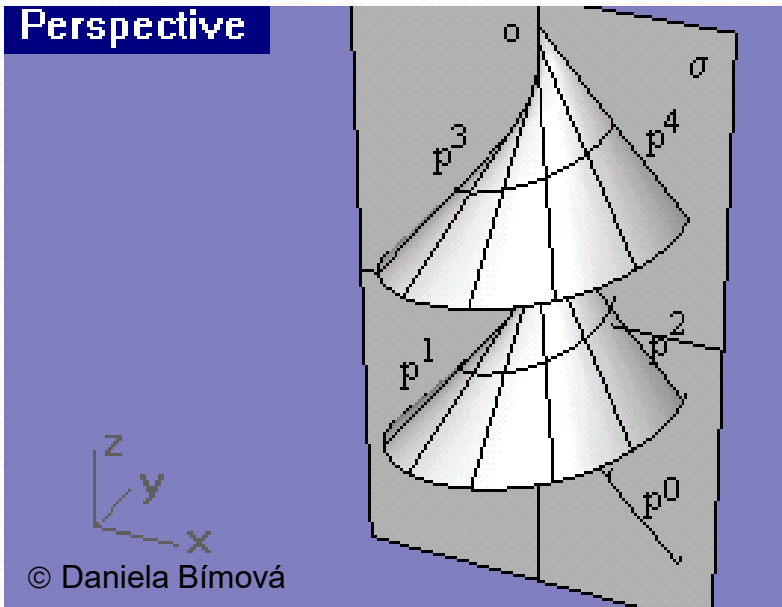
- ❑ Osovým řezem pravoúhlé otevřené přímkové šroubové plochy je transcendentní křivka k , viz obr. vlevo.
- ❑ Normálním řezem pravoúhlé otevřené přímkové šroubové plochy je tvořící přímka p , viz obr. vpravo.



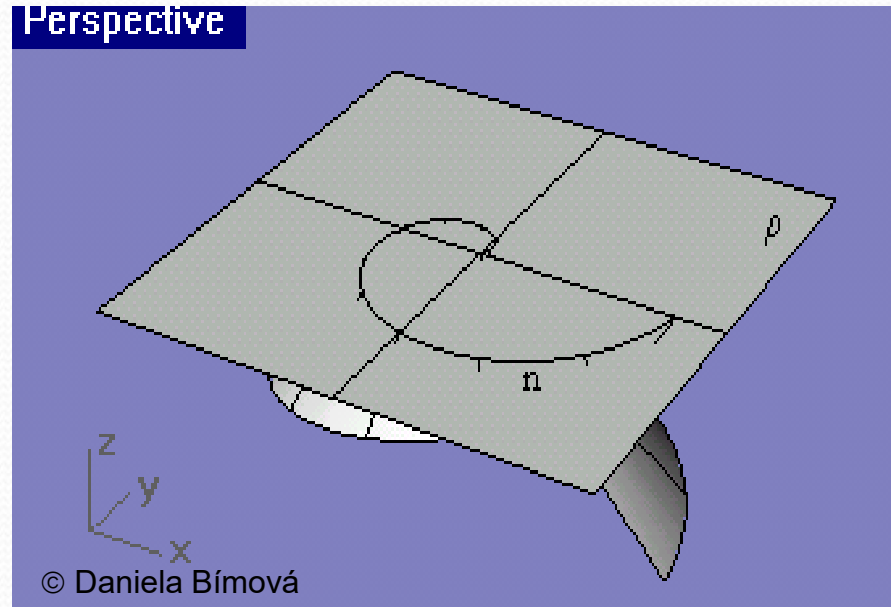
Kosoúhlá uzavřená přímková šroubová plocha

- ❑ Osovým řezem kosoúhlé uzavřené přímkové šroubové plochy (vyloučíme-li osu o plochy) je tvořící přímka p , viz obr. vlevo.
- ❑ Normálním řezem kosoúhlé uzavřené přímkové šroubové plochy je **Archimédova spirála** n (odtud také pochází název *Archimédova šroubová plocha* používaný v teorii ozubení); viz obr. vpravo.

Perspective

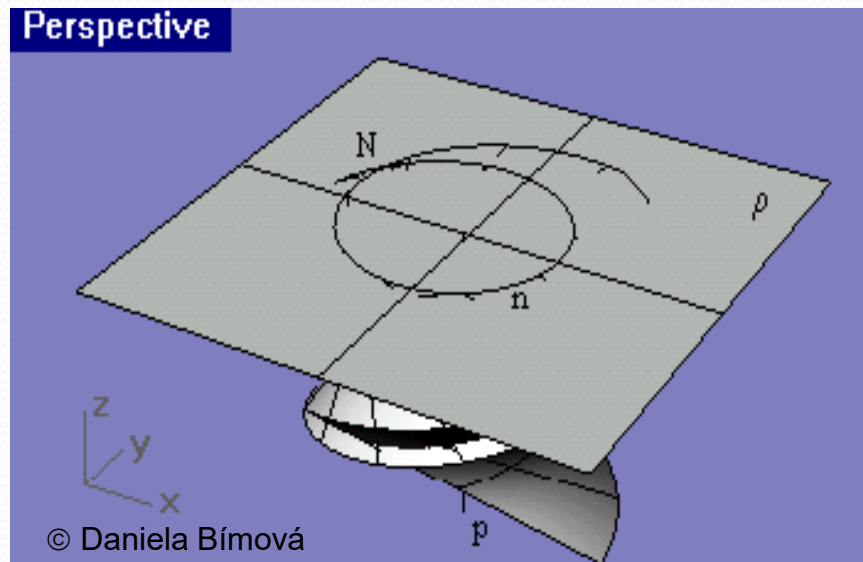
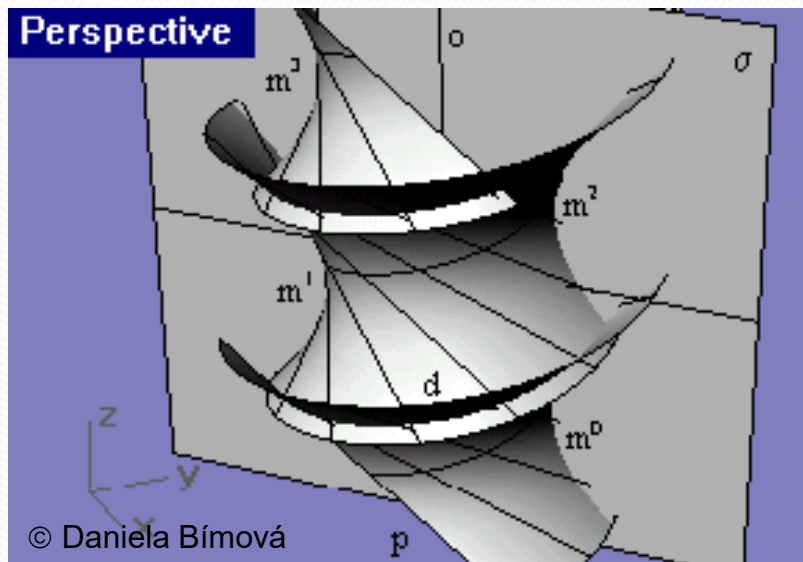


Perspective



Kosoúhlá otevřená přímková šroubová plocha

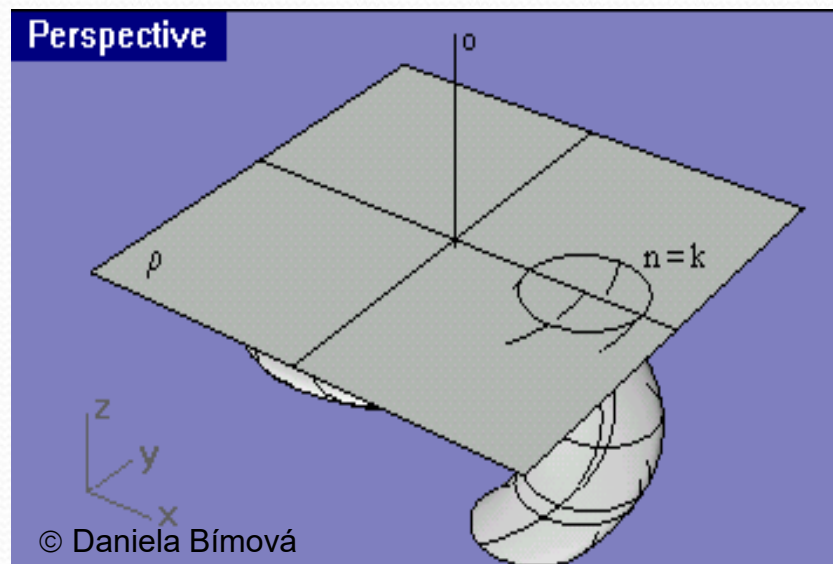
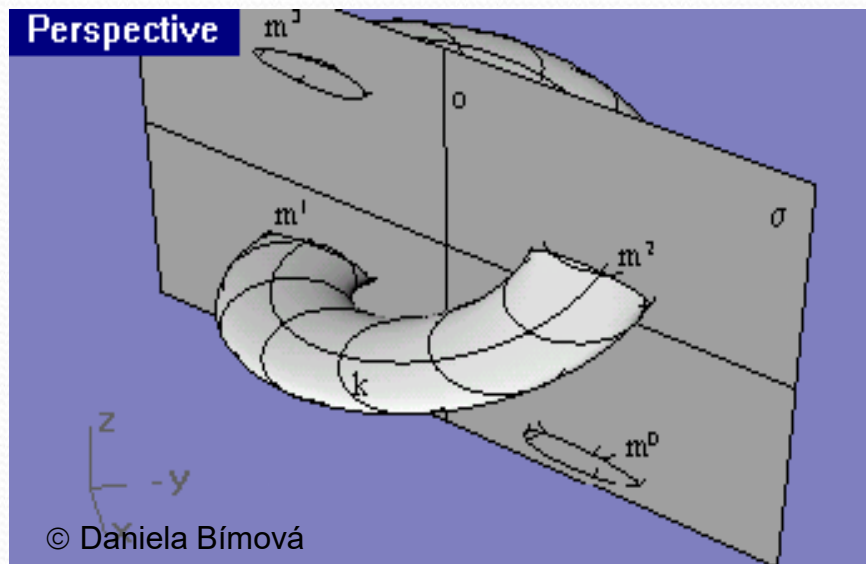
- ❑ Osovým řezem kosoúhlé otevřené přímkové šroubové plochy je transcendentní křivka m , která má nekonečně mnoho větví. Každá větev osového řezu má uzlový bod M , který leží na dvojné šroubovici d dané kosoúhlé otevřené přímkové šroubové plochy; viz obr. vlevo.
- ❑ Normálním řezem kosoúhlé otevřené přímkové šroubové plochy je **prodloužená evolventa** n , různá od Archimédovy spirály; viz obr. vpravo. Uzlový bod N prodloužené evolventy n leží na dvojné šroubovici d plochy.



Rovinné řezy cyklických šroubových ploch

Normální cyklická šroubová plocha

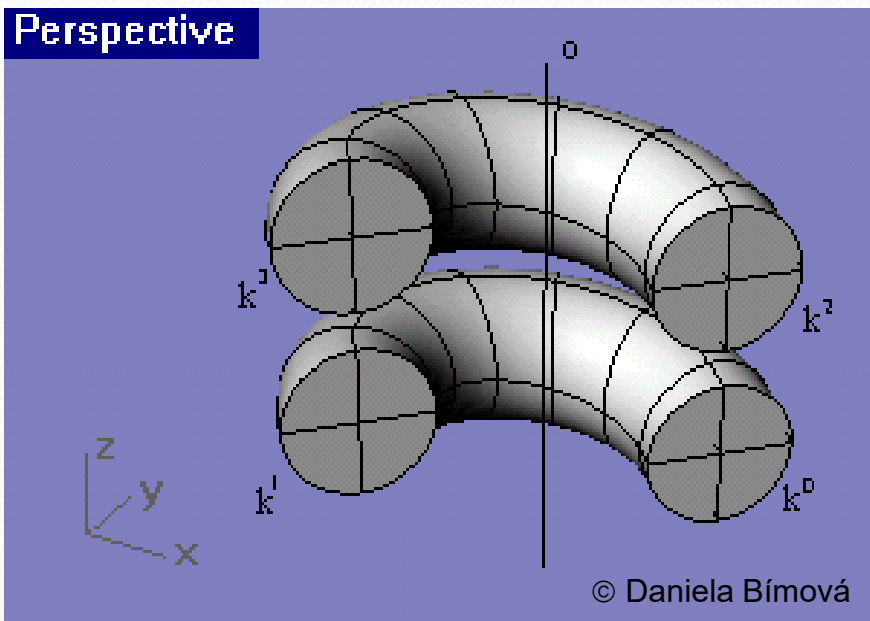
- ❑ Osovým řezem normální cyklické šroubové plochy je množina nekonečně mnoha transcendentních křivek m ; viz obr. vlevo.
- ❑ Normálním řezem normální cyklické šroubové plochy je množina nekonečně mnoha tvořících kružnic k , viz obr. vpravo.



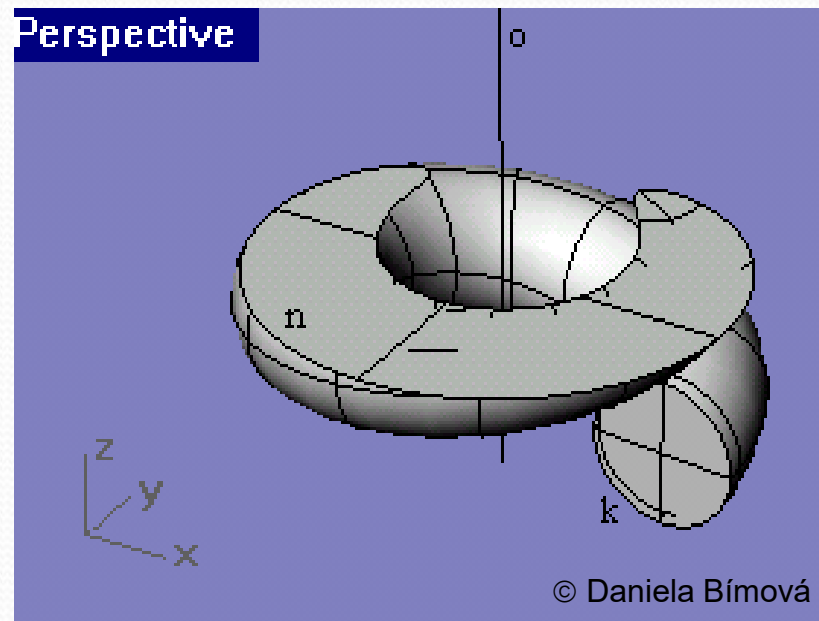
Osová cyklická šroubová plocha

- ❑ Osovým řezem osové cyklické šroubové plochy je množina nekonečně mnoha tvořících kružnic k ; viz obr. vlevo.
- ❑ Normálním řezem osové cyklické šroubové plochy je transcendentní křivka n , viz obr. vpravo.

Perspective



Perspective



Archimédova serpentina

- ❑ Osovým řezem Archimédovy serpentiny je množina nekonečně mnoha elips; viz obr. vlevo.
- ❑ Normálním řezem Archimédovy serpentiny je transcendentní křivka n , viz obr. vpravo.

