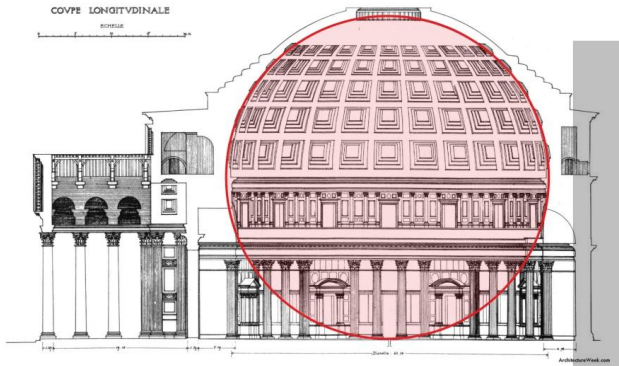
Geometrie v architektuře

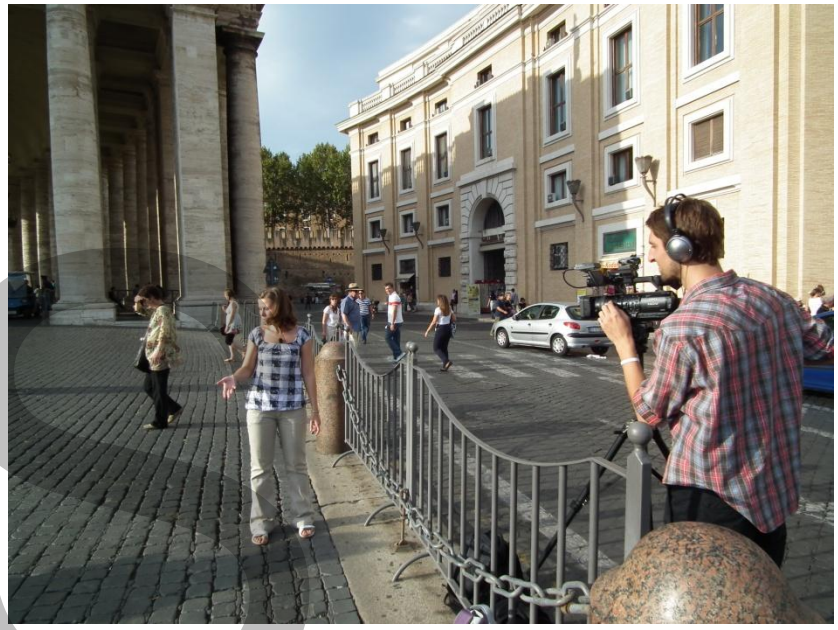
Petra Surynková
Univerzita Karlova
Matematicko-fyzikální fakulta

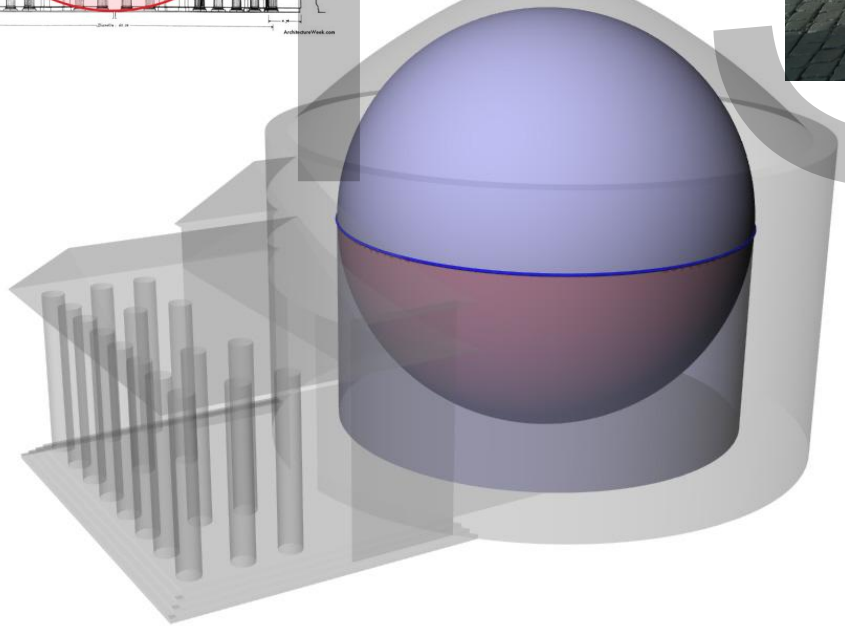
petra.surynkova@mff.cuni.cz
http://surynkova.info

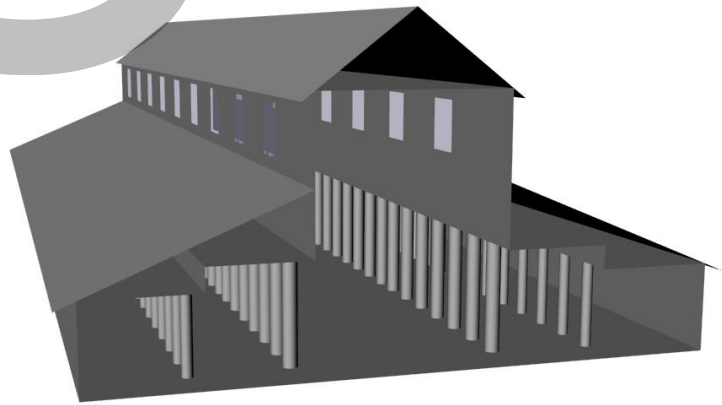
Architektura v dobách minulých

- řecká, římská architektura
- starokřesťanské baziliky



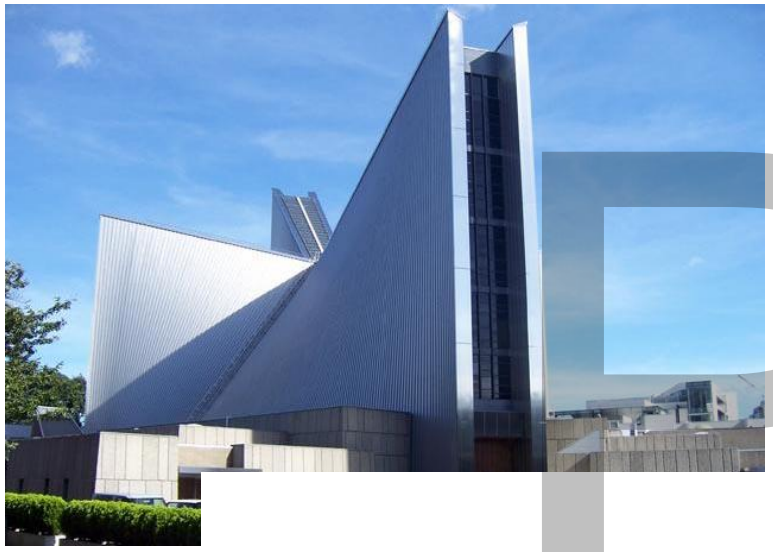


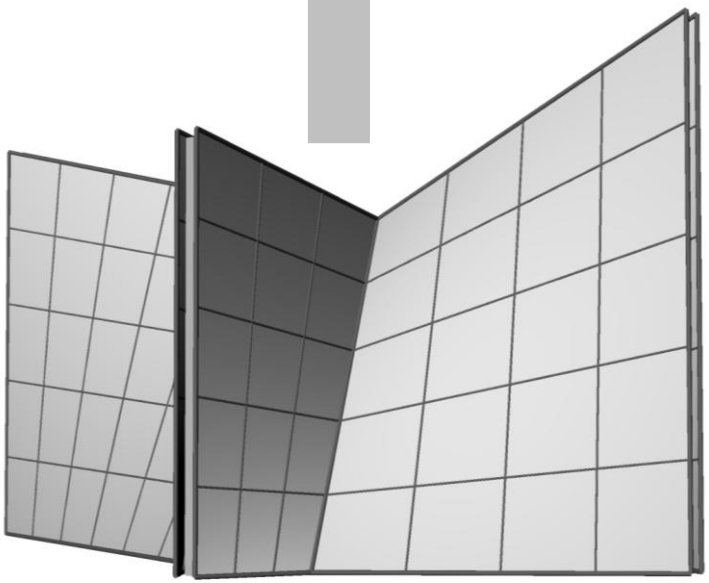




Moderní architektura

- plochy stavební praxe





Moderní architektura

- plochy stavební praxe

Křivka a plocha

- **Křivka**
  - označuje v matematice a fyzice jednorozměrný geometrický útvar
  - příkladem křivek jsou – **přímka**, **kružnice**, **kuželosečky**, …
  - **geometricky lze na křivku nahlížet**
    - jako na trajektorii bodu při pohybu v rovině či v prostoru
- **Plocha**
  - označuje v matematice a fyzice dvojrozměrný geometrický útvar
  - příkladem ploch jsou **rovina**, **kulová plocha**, **povrch válce či kužele**, …
  - **geometricky lze na plochu nahlížet**
    - jako na výsledek spojitého pohybu **tvořicí křivky** (každý bod křivky vykresluje svou dráhu) podél zadané **trajektorie**
    - lze obohatit **o možnost spojitých změn** tvaru tvořicí křivky v průběhu pohybu podél trajektorie

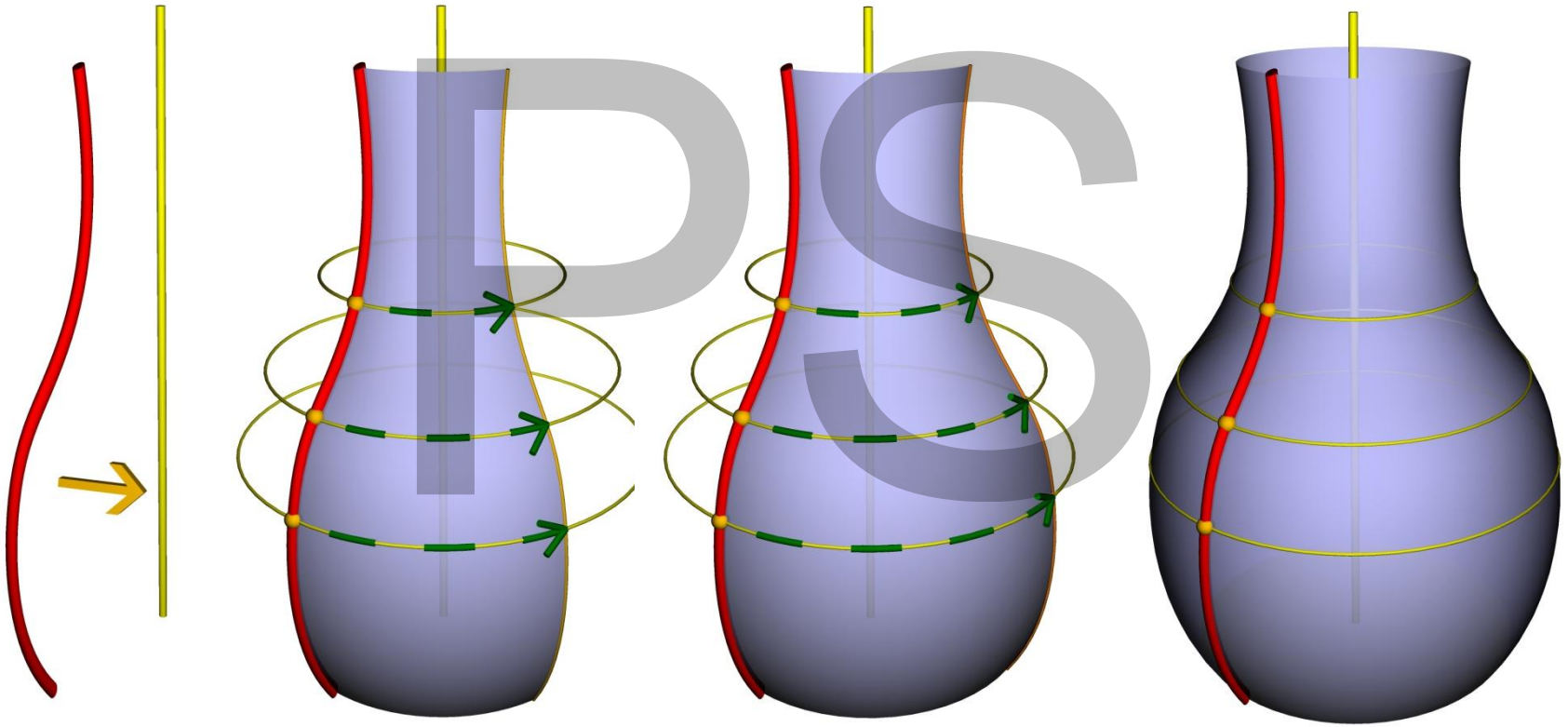
X

- **Těleso**
  - ohraničená část prostoru – i vnitřek je součást tělesa

PS

Plochy stavební praxe

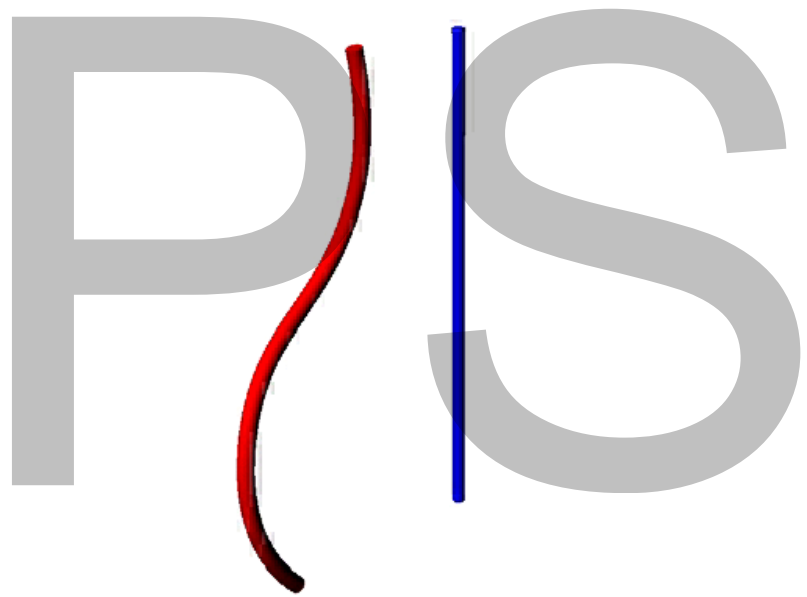
- **Rotační plochy**
  - tvořicí křivka je podrobena rotačnímu pohybu



vznik rotační plochy

Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy**

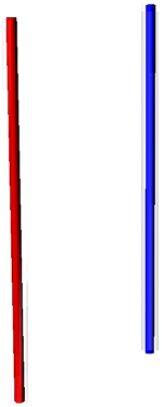


vznik rotační plochy

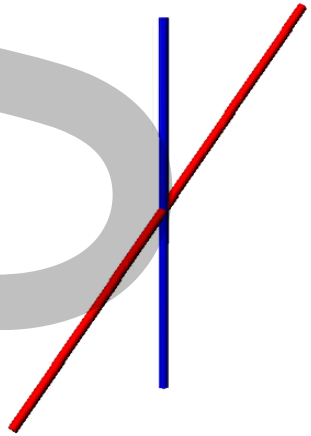
Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy**

válcová plocha



kuželová plocha

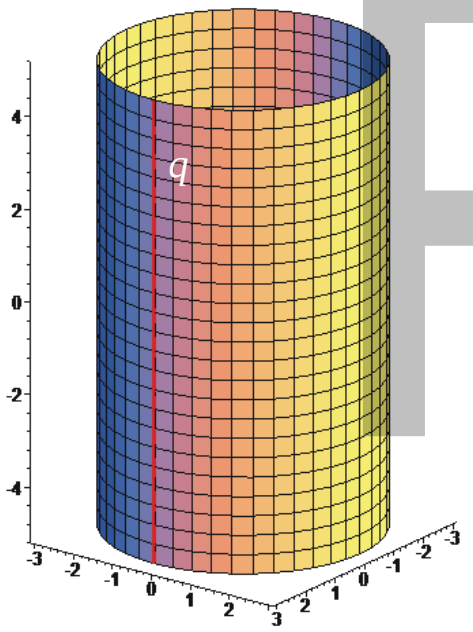


PS

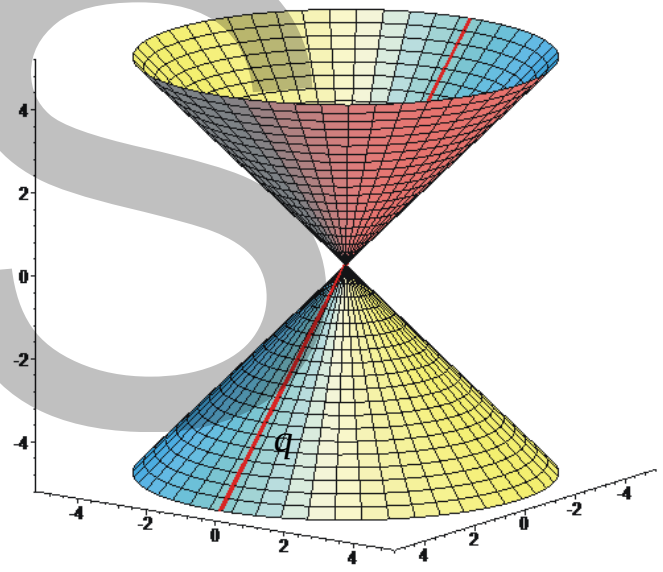
Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy**

rotační válcová plocha



rotační kuželová plocha



Plochy stavební praxe

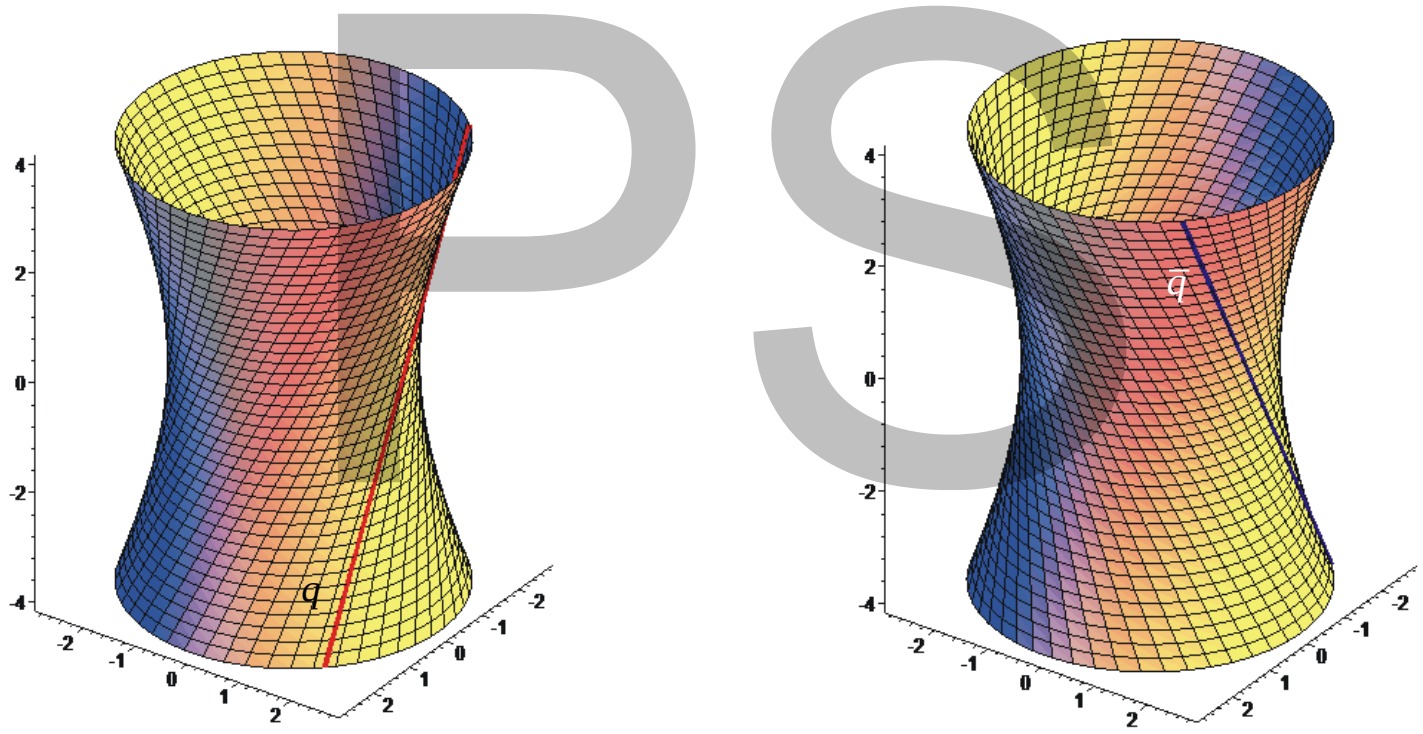
- **Rotační plochy**

  jednodílný rotační hyperboloid

Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy**

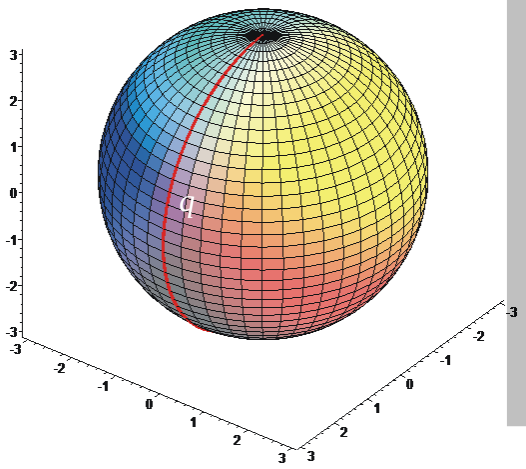
jednodílný rotační hyperboloid



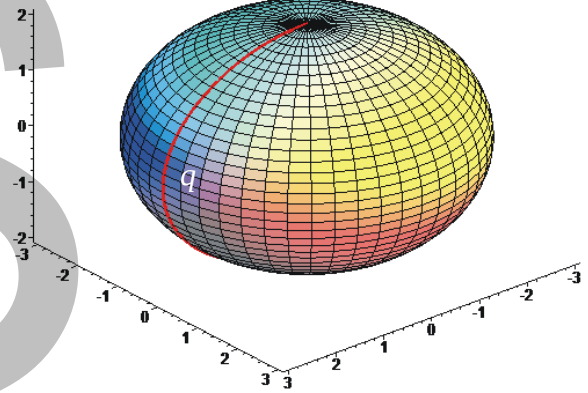
Plochy stavební praxe

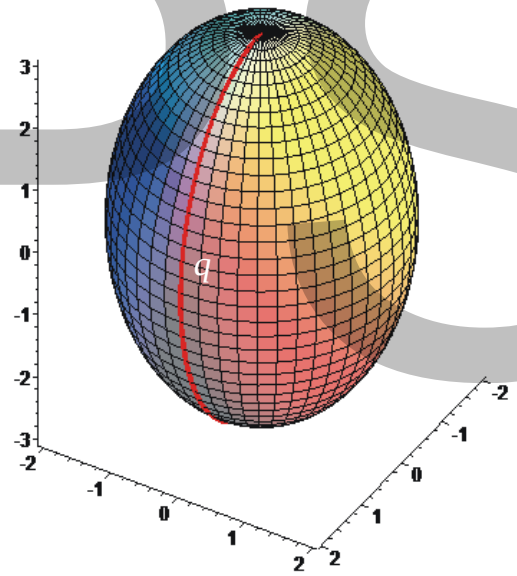
- **Rotační plochy**

kulová plocha



zploštělý rotační elipsoid



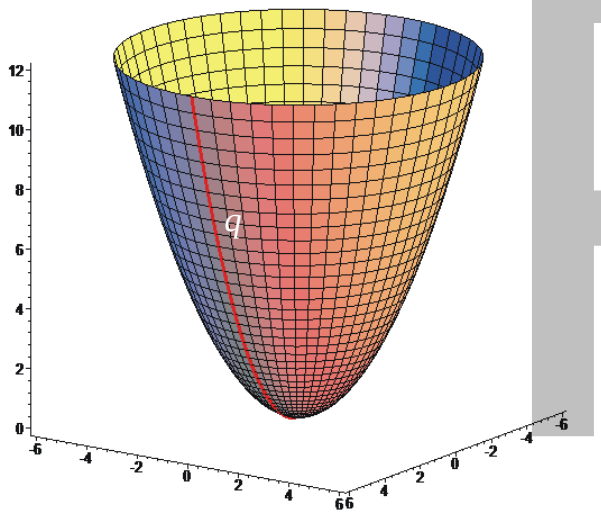


protáhlý rotační elipsoid

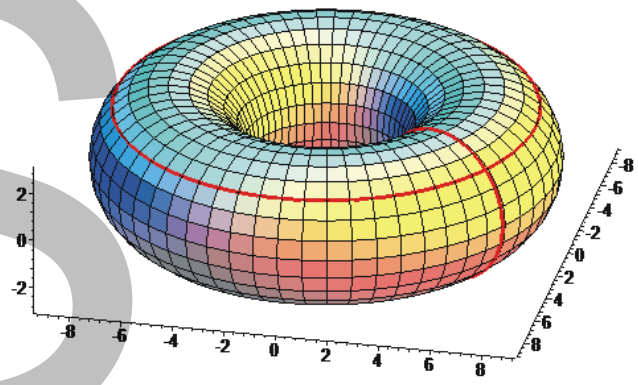
Plochy stavební praxe

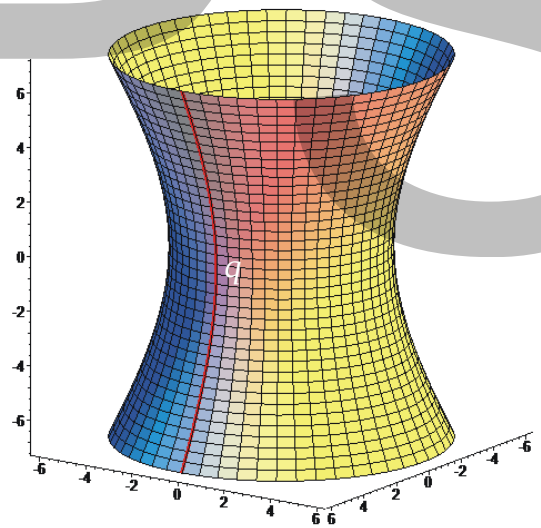
- **Rotační plochy**

rotační paraboloid



anuloid

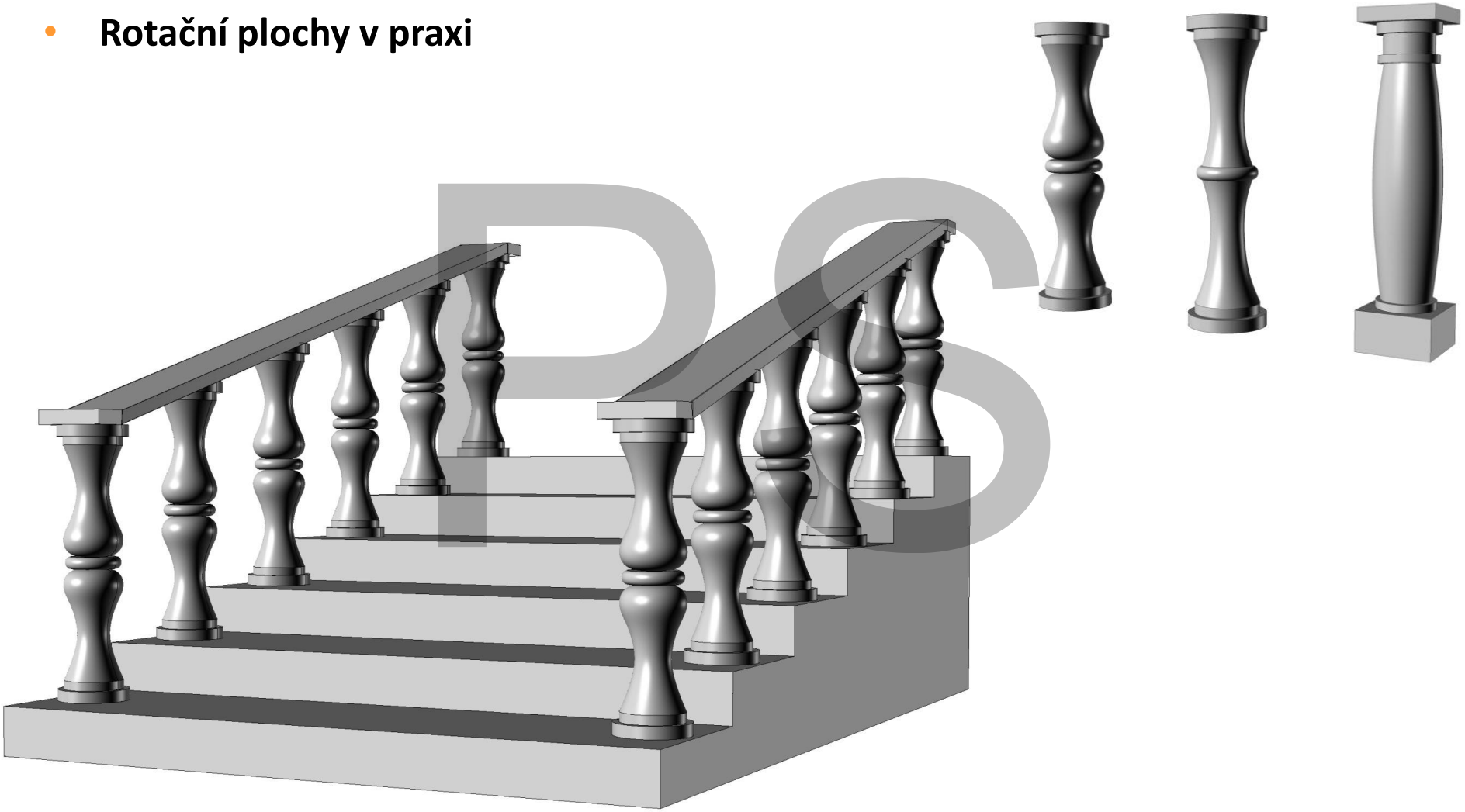




jednodílný rotační hyperboloid

Plochy stavební praxe

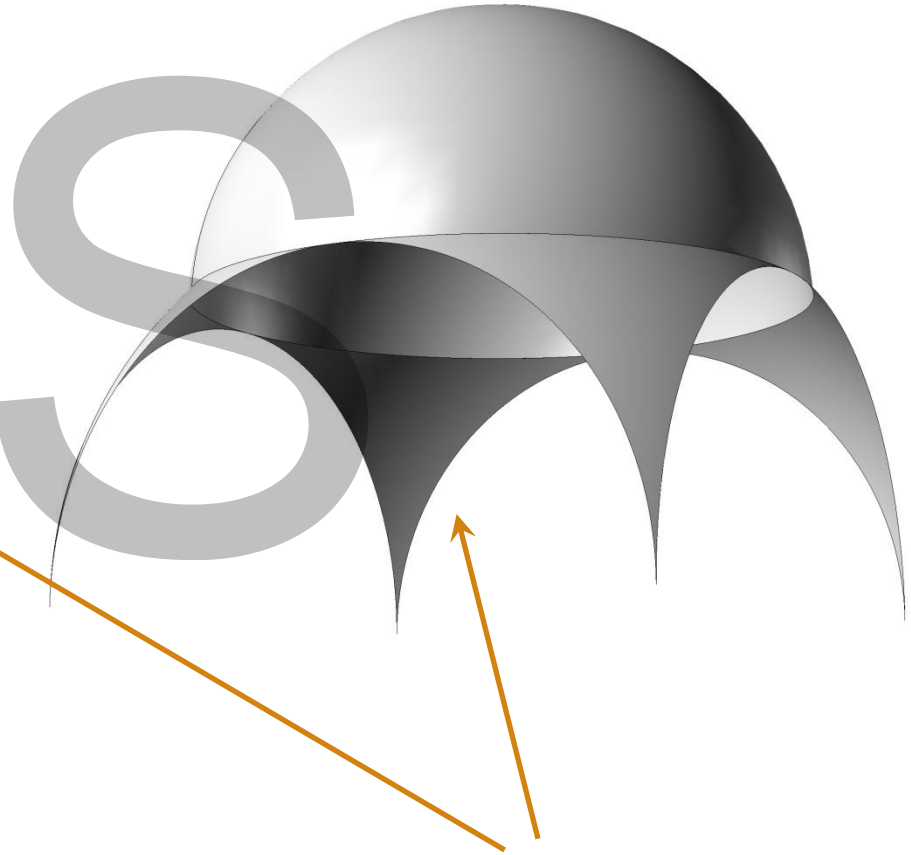
- **Rotační plochy v praxi**



Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

Model zaklenutí prostoru – **polovina kulové plochy** na čtyřech **pendentivech**



K **zaklenutí čtvercové** nebo polygonální **základny** se užívá tzv. **pendentivů** – sférických trojúhelníků tvořících přechod mezi kulovou plochou a prostorem pod ní

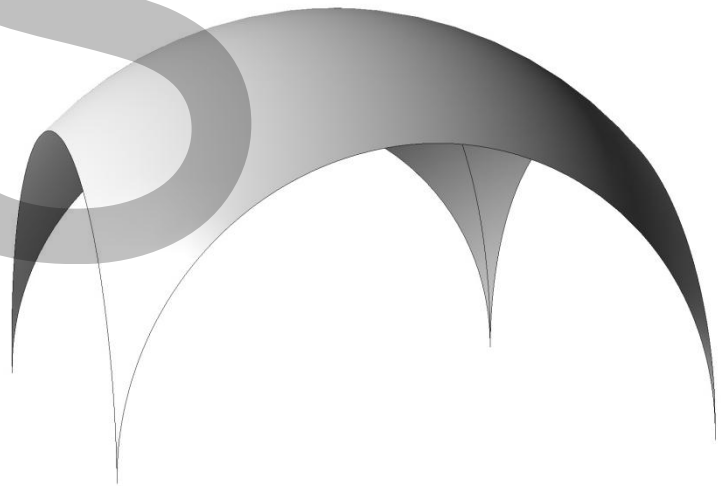
Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

Vatikánská muzea

Model zaklenutí prostoru –
seříznutá kulová plocha

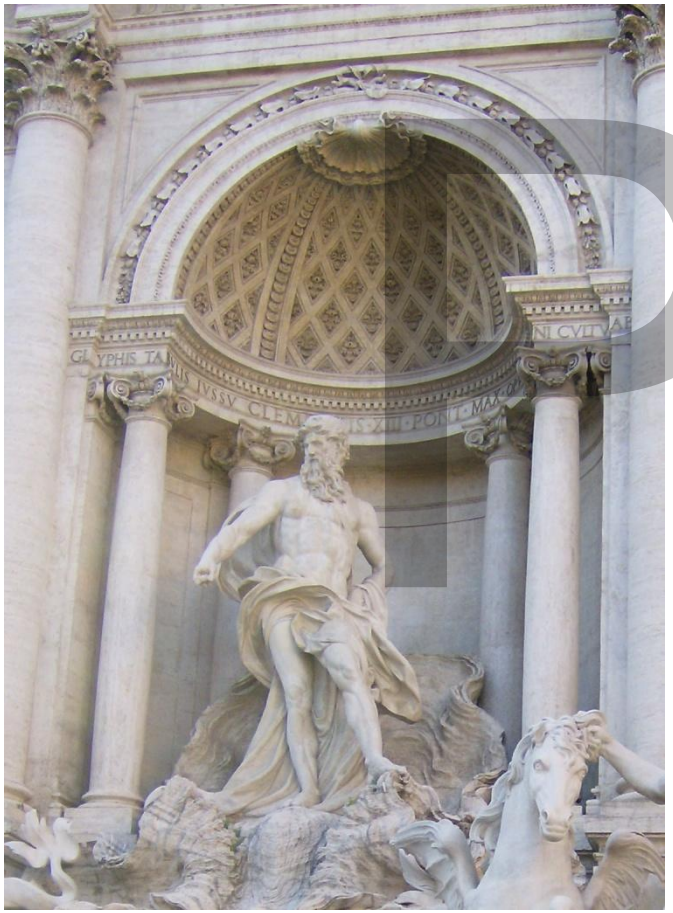
Placková klenba



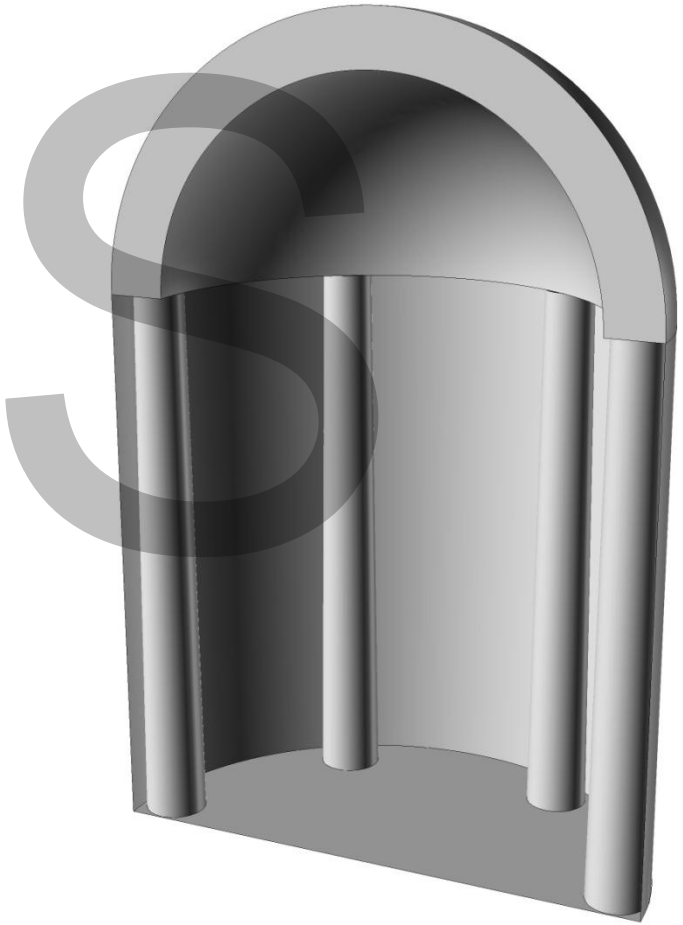
böhmische Kappe

Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

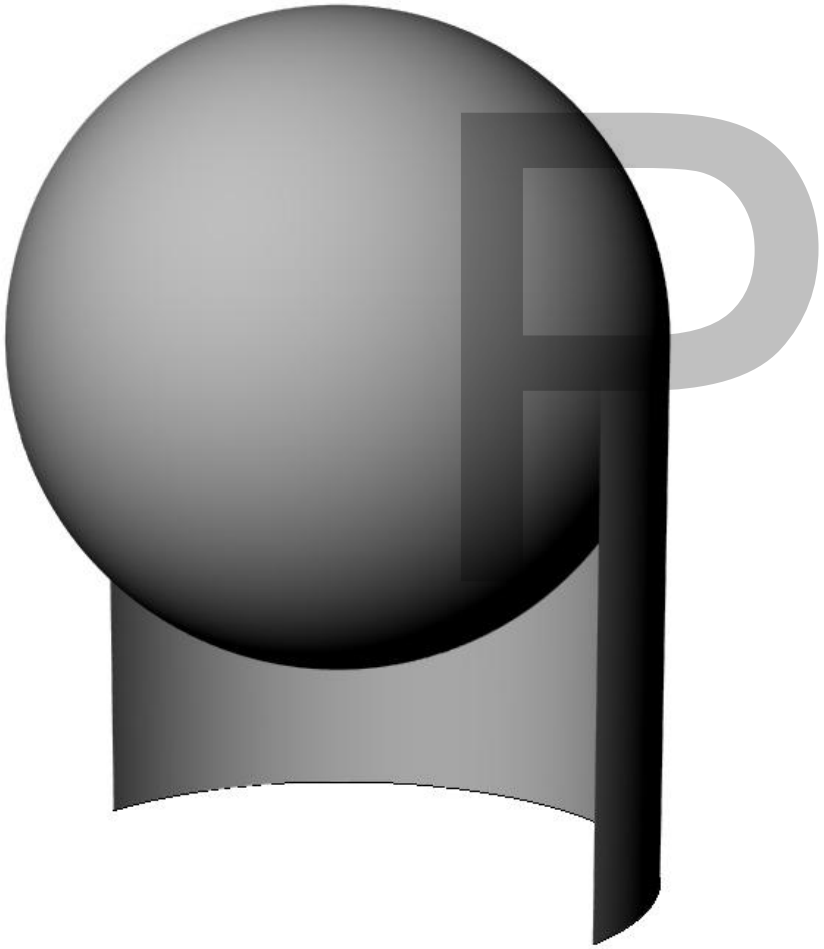


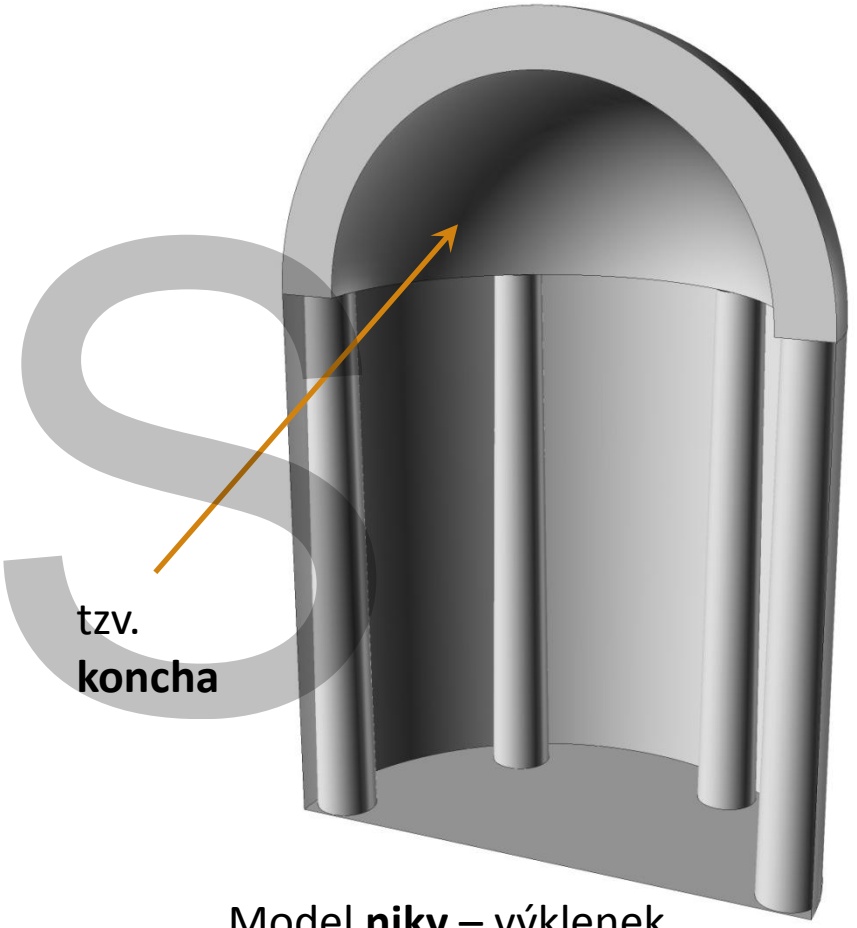
Nika u Fontana di Trevi – Řím, Itálie



Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

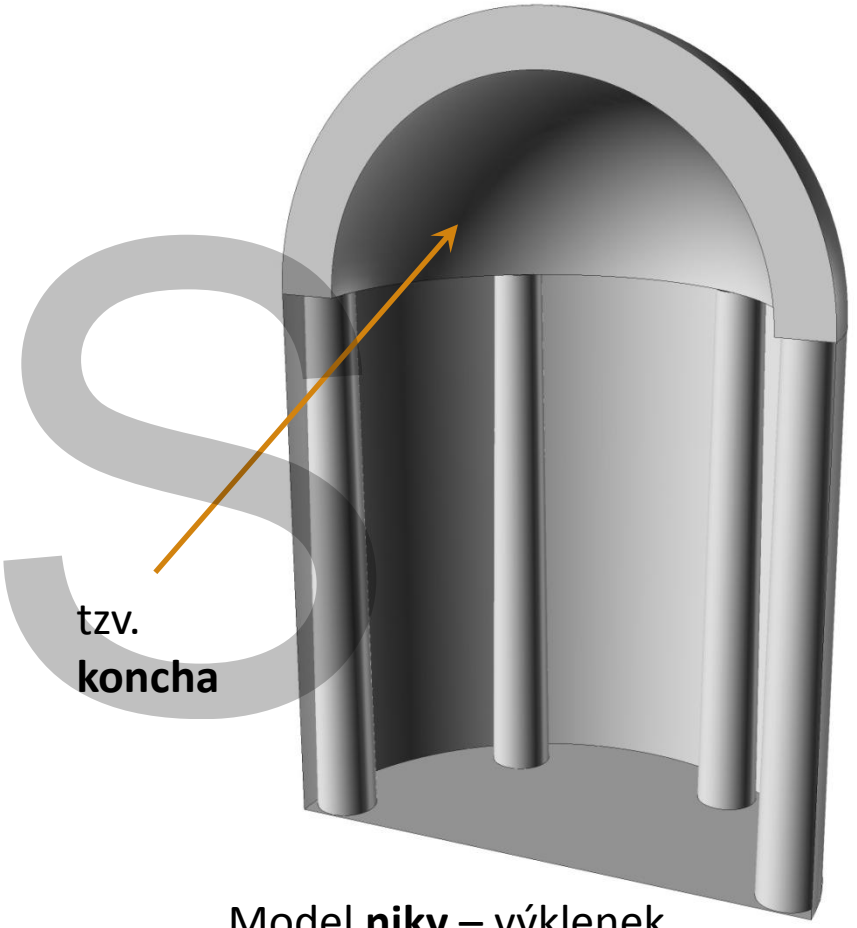




Model **niky** – výklenek poloválcového tvaru zakončený čtvrtinou kulové plochy

Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**



Model **niky** – výklenek poloválcového tvaru zakončený čtvrtinou kulové plochy

Plochy stavební praxe

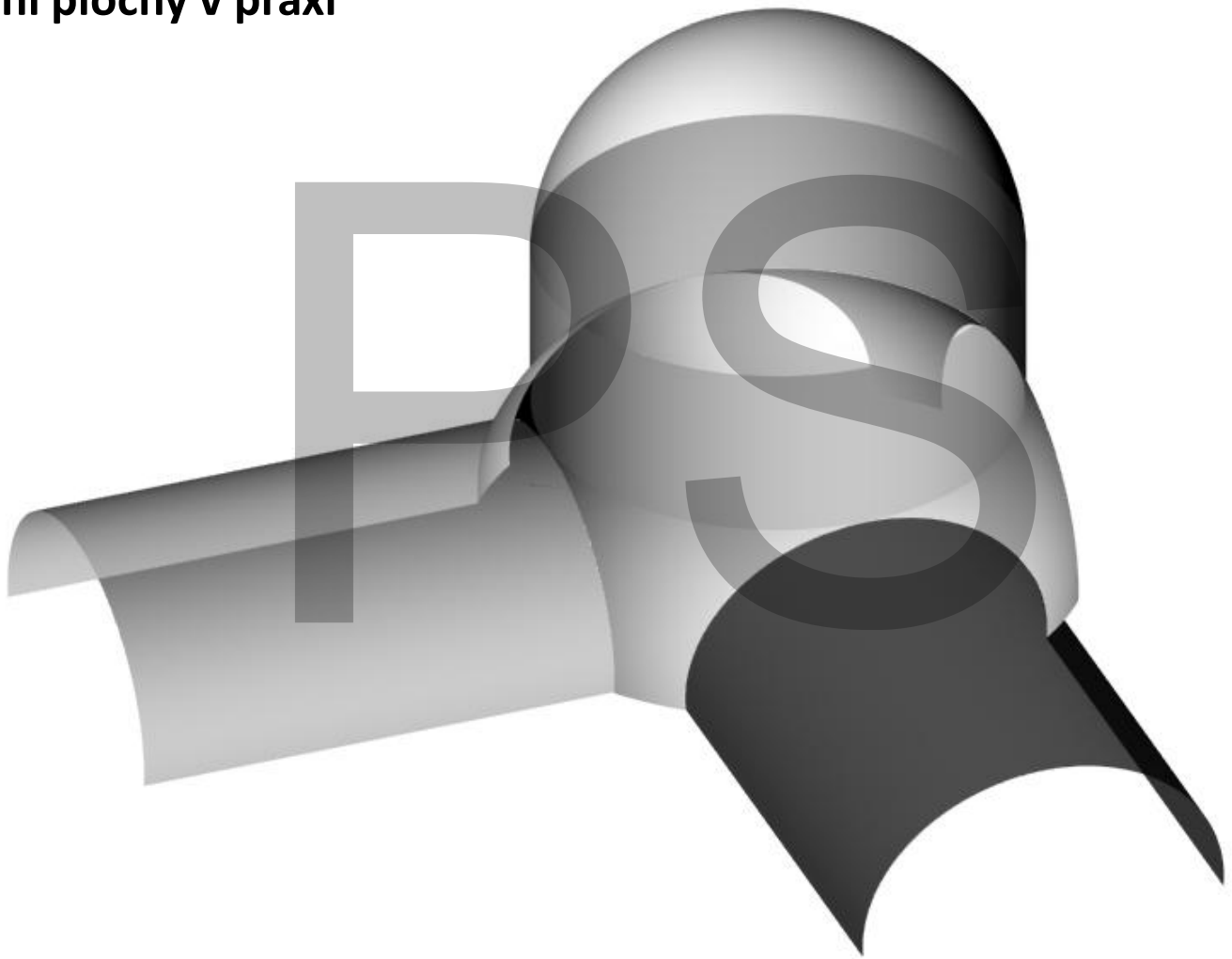
- **Rotační plochy v praxi**

Bazilika sv. Petra – Vatikán

Kulová plocha jako kupole

Plochy stavební praxe

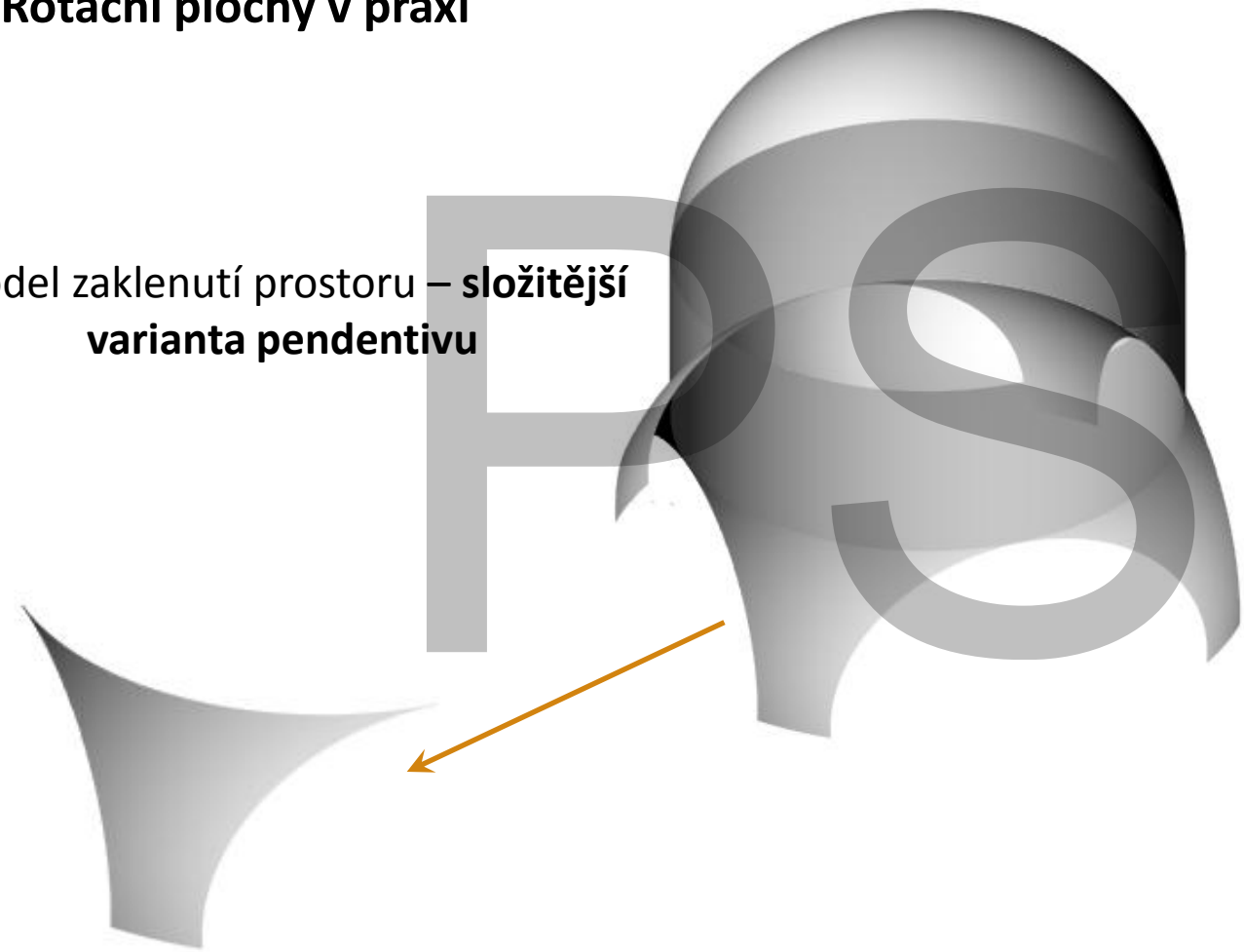
- **Rotační plochy v praxi**



Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

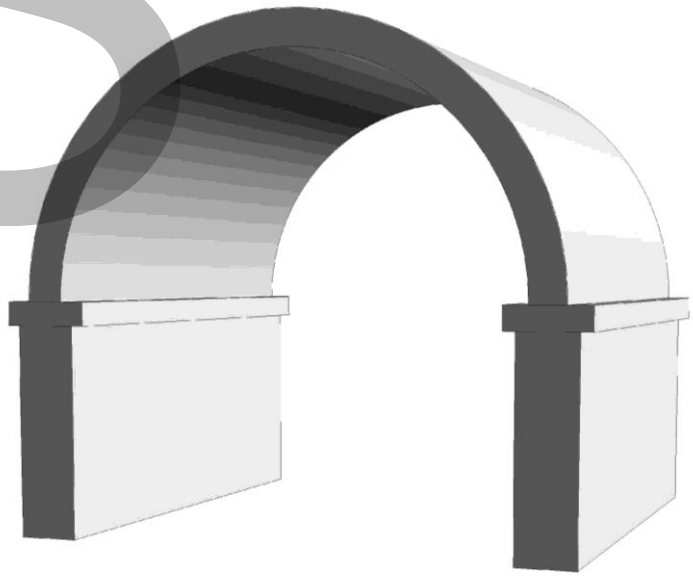
Model zaklenutí prostoru – **složitější varianta pendentivu**



Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

Valené klenby jsou tvořeny válcovými plochami



Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

Akvadukt Avre - Verneuil-sur-Avre, Francie
(http://www.trekearth.com)

Oblouky akvaduktů a viaduktů

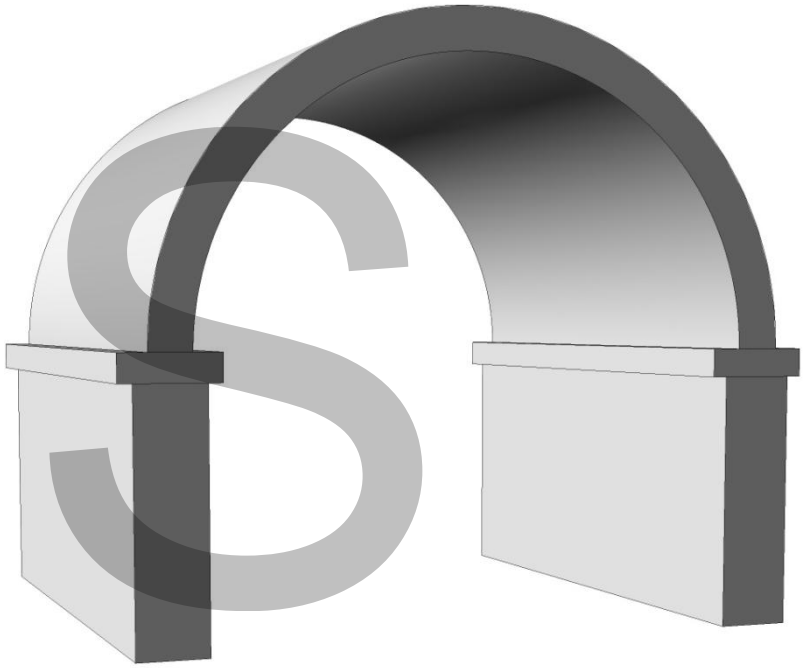
Akvadukt Pont du Gard - Francie
(http://www.trekearth.com)

Viadukt Ribble-Head – Hawes, Velká Británie
(http://www.trekearth.com)

Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

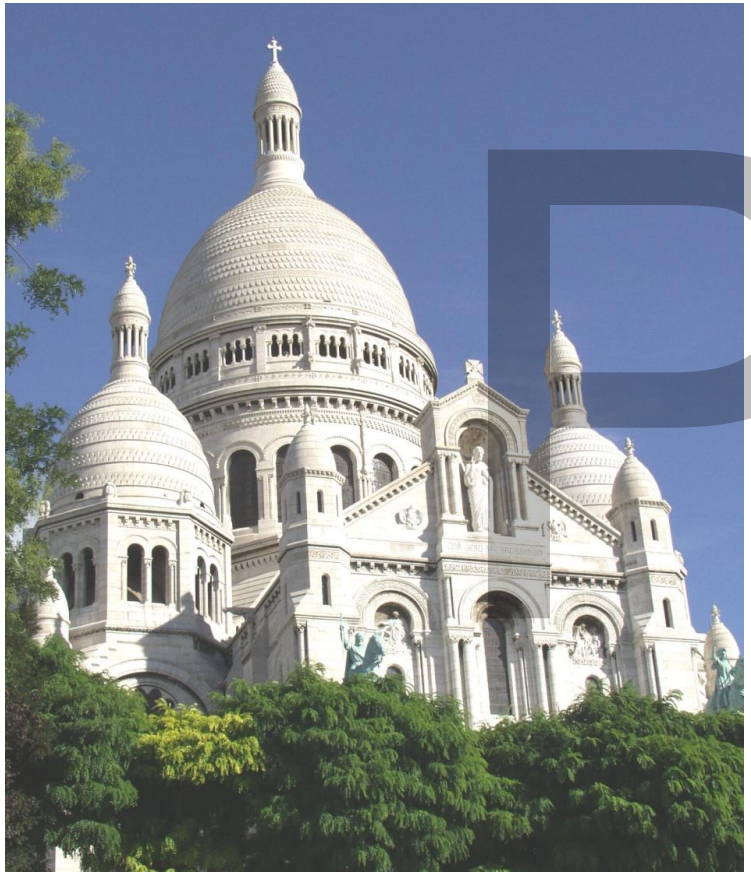
Valená klenba u **Negrelliho viaduktu** – Praha, ČR



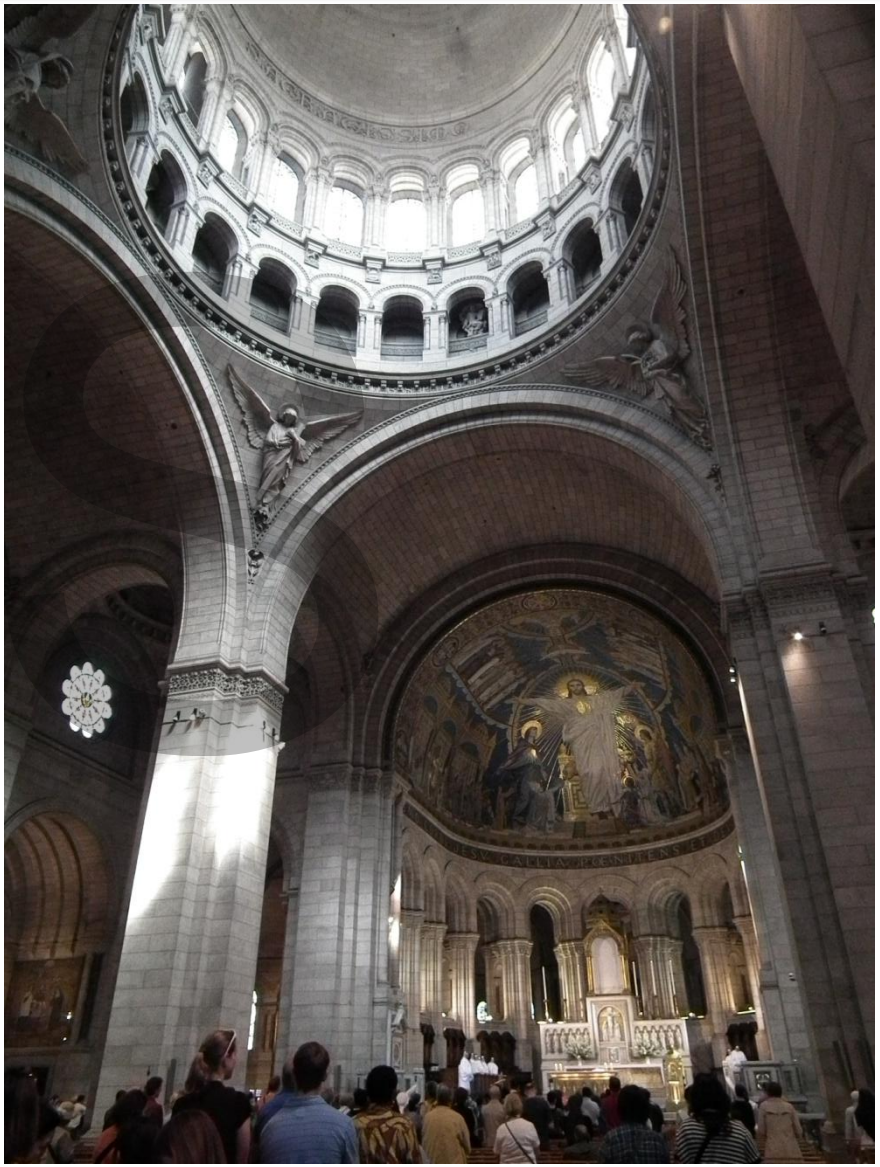
Válcová plocha jako klenba

Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**



Ukázka zastřešení rotačními plochami
Sacré-Coeur (kostel Nejsvětějšího srdce Ježíšova)
– Paříž, Francie



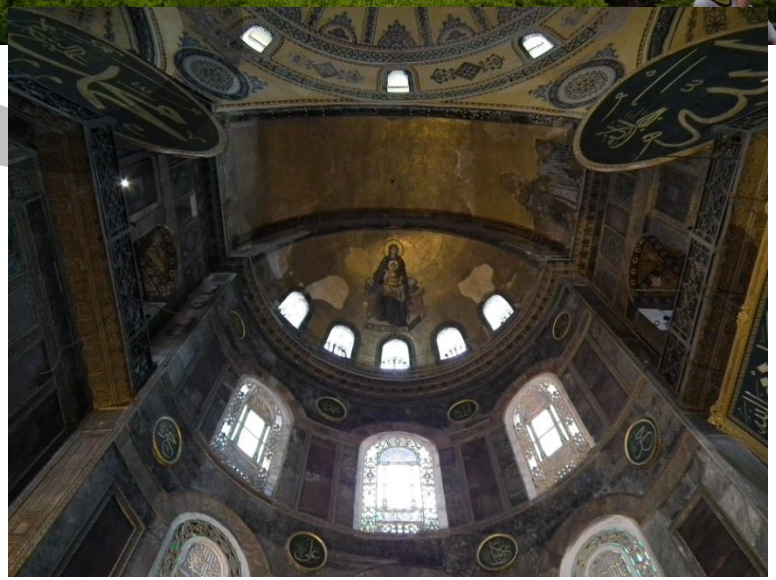
Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

Tádžmahal (pomník Mumtáz Mahal) – Agra, Indie
1632-1654

Plochy stavební praxe

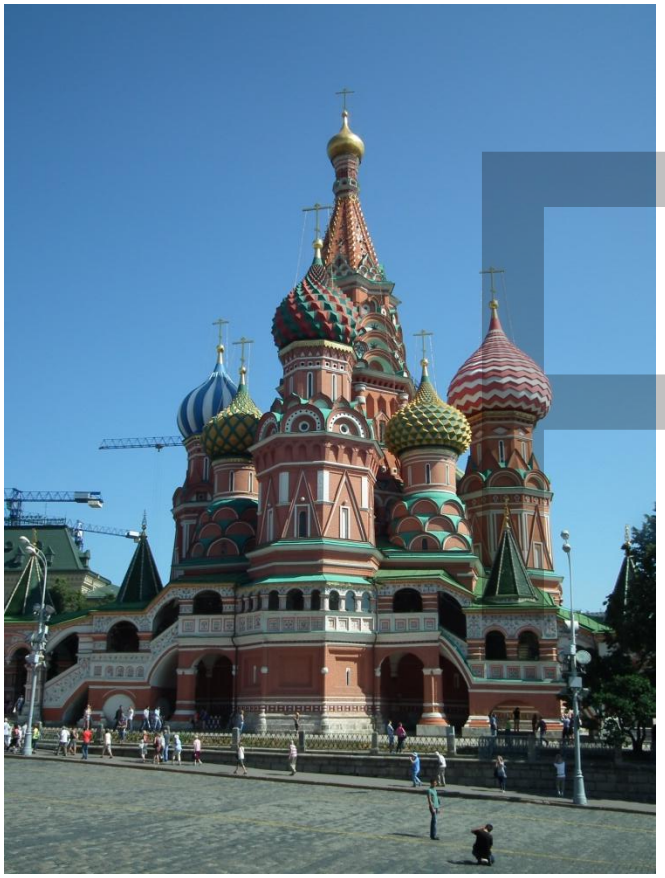
- **Rotační plochy v praxi**



Hagia Sofia – Istanbul, Turecko
chrám Boží Moudrosti, byzantský chrám z let 532-537

Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**



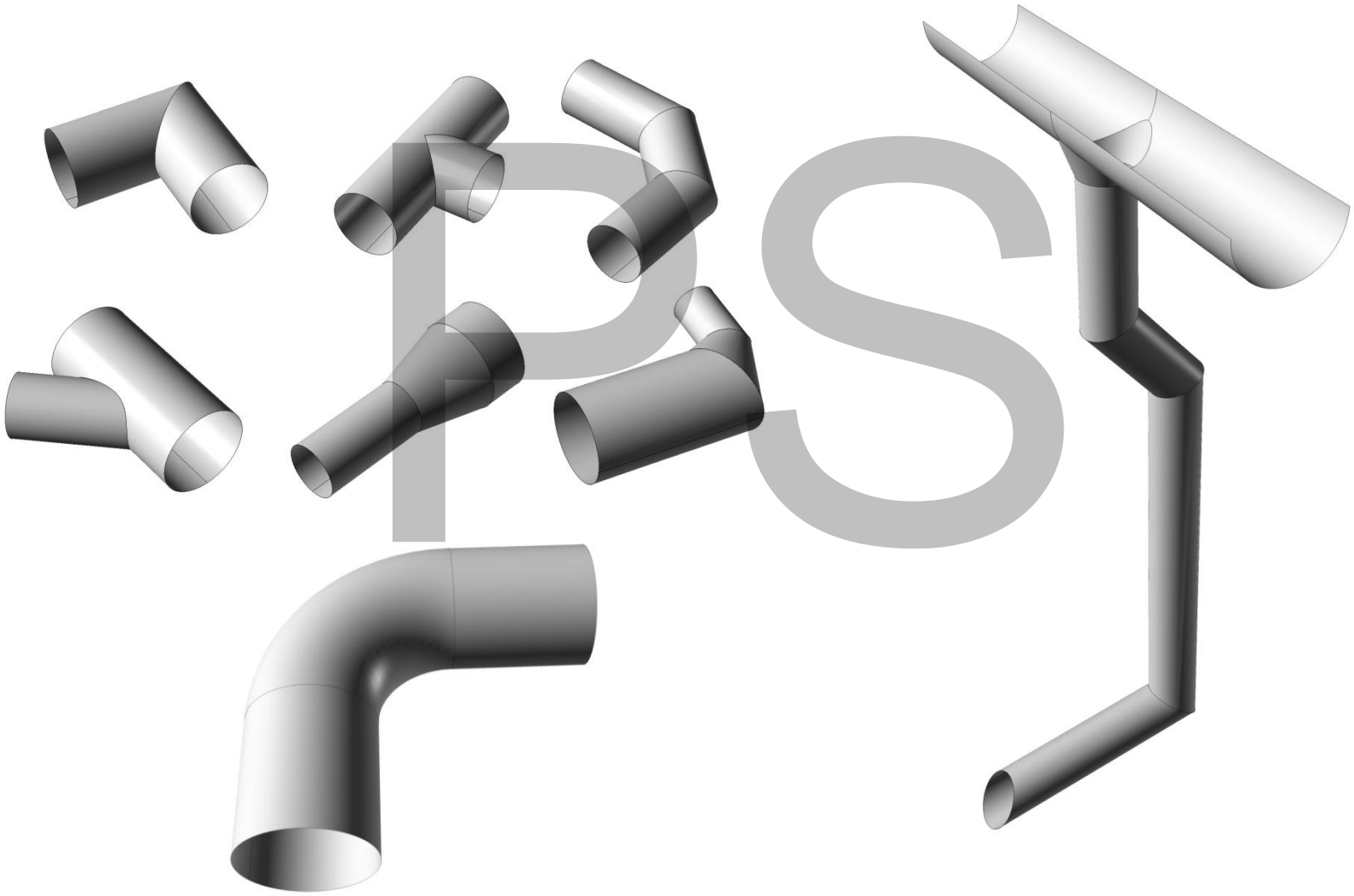
Chrám Vasila Blaženého – Moskva, Rusko
1555-1560

Katedrála - Helsinky, Finsko
(http://www.trekearth.com)

Chrám nebes –
Peking, Čína
(http://picasaweb.google.com)

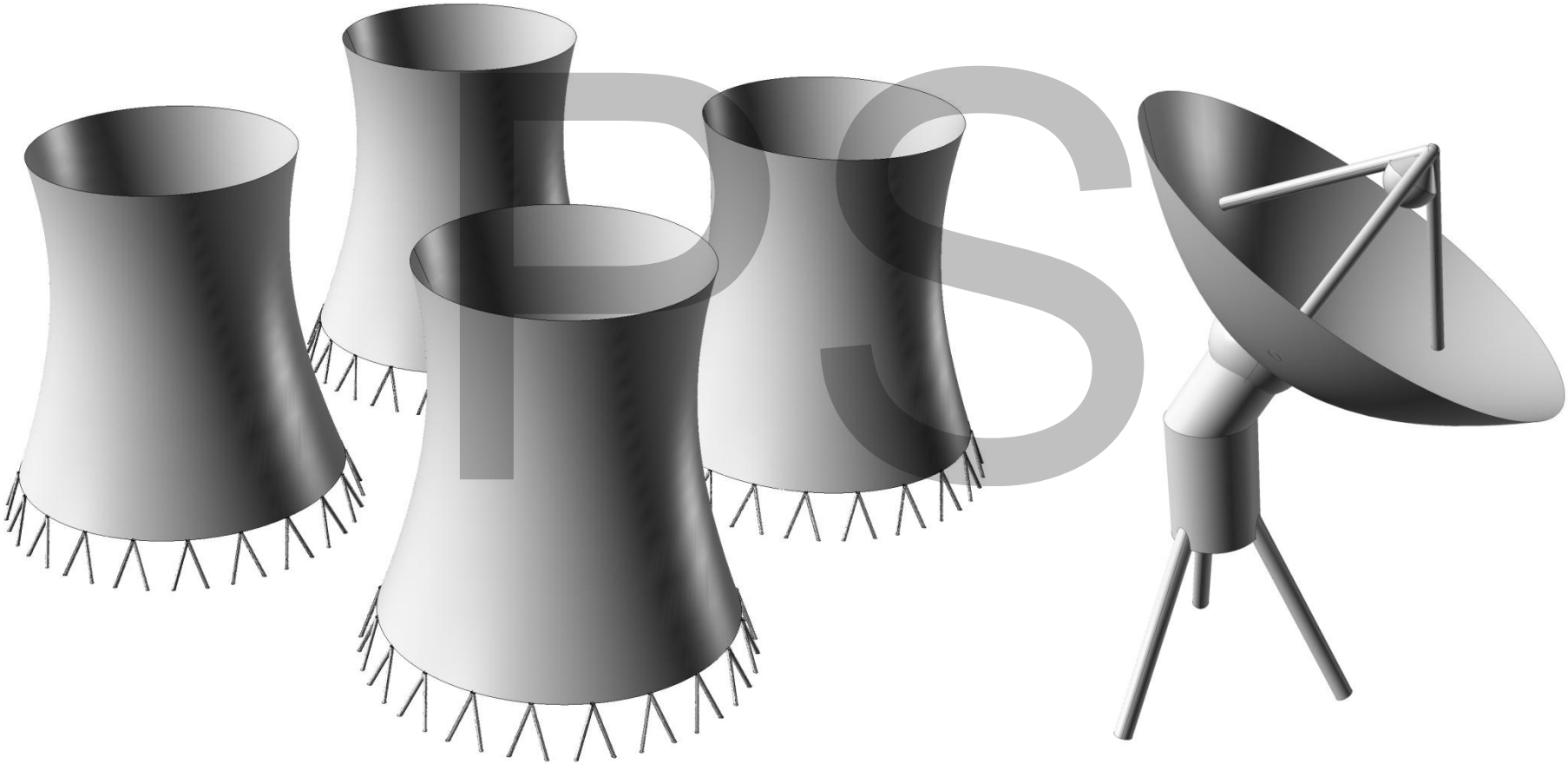
Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**



Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**



Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

Chladící věž tepelné elektrárny – **Nottinghamshire, Velká Británie**
(http://www.trekearth.com)

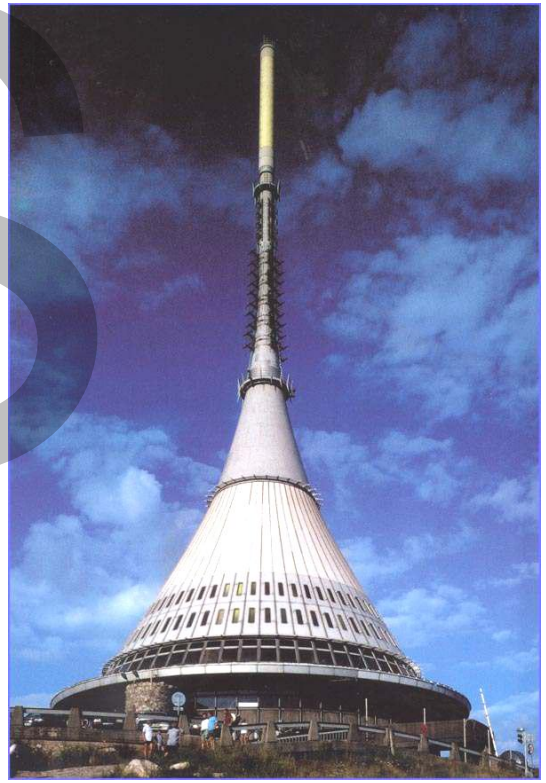
Chladící věže u jaderné elektrárny **Temelín** – ČR
(http://www.celysvet.cz/geometrie/3/chlad3.jpg)

Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

(http://cs.wikipedia.org)

Televizní vysílač **na Ještědu** - ČR



(http://www.zinger-travel.com/Jested.htm)

Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

Planetárium (zakladatel James S. McDonnell) – St. Louis, USA
(www.en.wikipedia.org)

Roy Thomson Hall – Toronto, Kanada

Rotační jednodílný hyperboloid

Katedrála Zjevení Panny Marie (architekt Oscar Niemeyer) – Brasília, Brazílie
(http://www.trekearth.com)

Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

Roy Thomson Hall – Toronto, Kanada

Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

City Hall – Toronto, Kanada

Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

Fuji Television Building in Odaiba
(architekt Kenzo Tange) – Tokyo, Japonsko

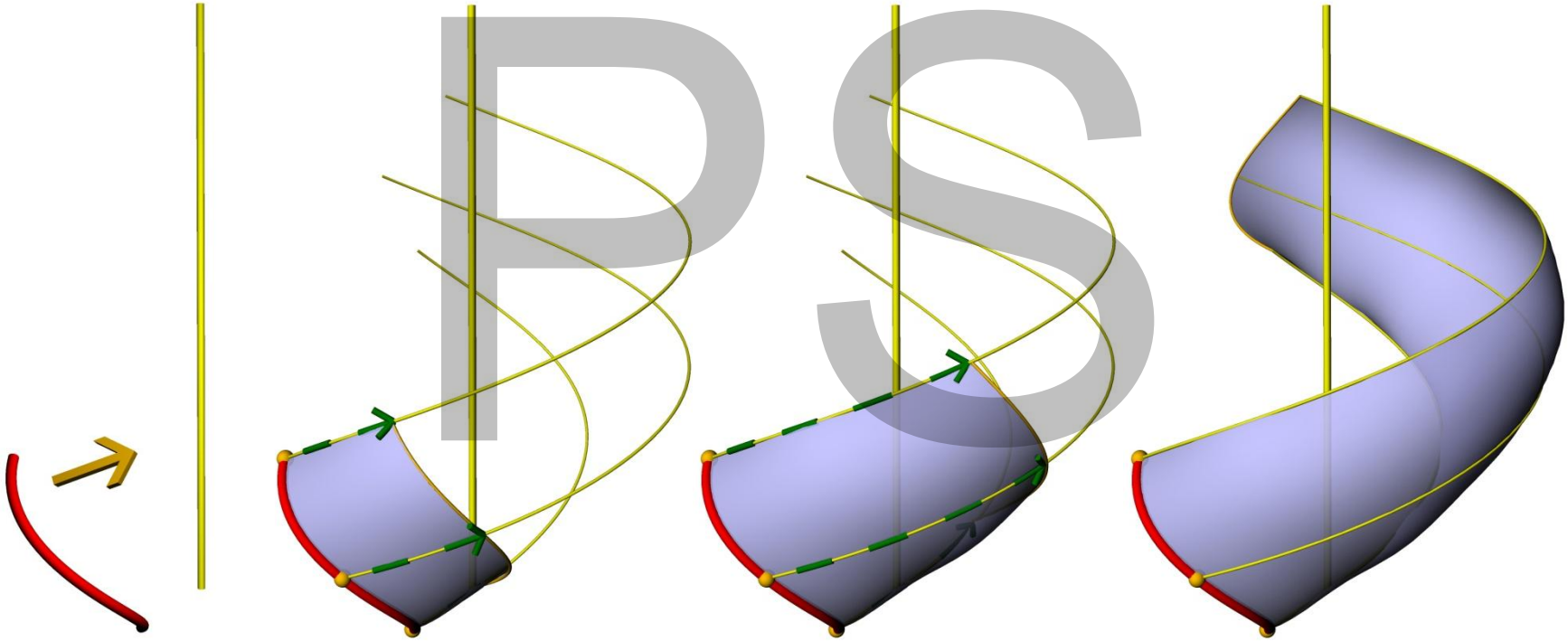
Plochy stavební praxe

- **Rotační plochy v praxi**

Zastřešení protáhlým rotačním elipsoidem Pavilon Indonéská džungle – ZOO Praha

Plochy stavební praxe

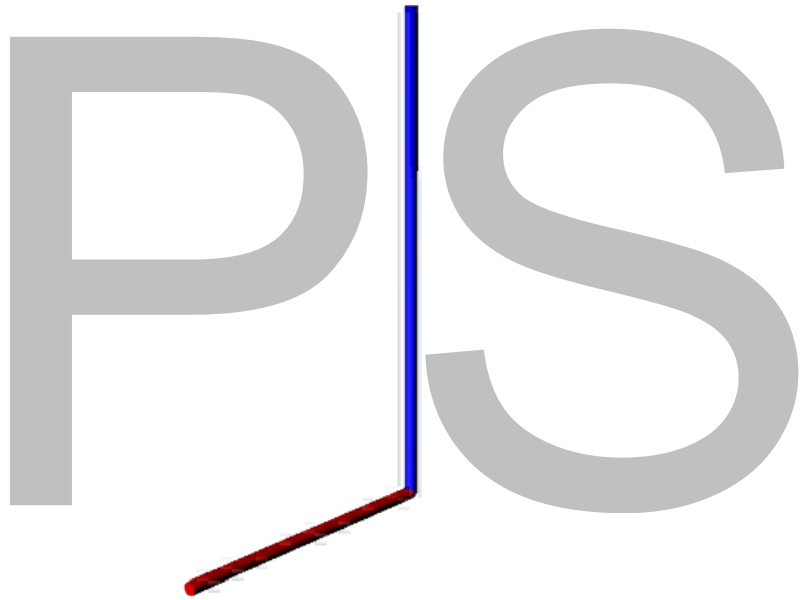
- **Šroubové plochy**
  - tvořicí křivka je podrobena šroubovému pohybu



vznik šroubové plochy

Plochy stavební praxe

- **Šroubové plochy**

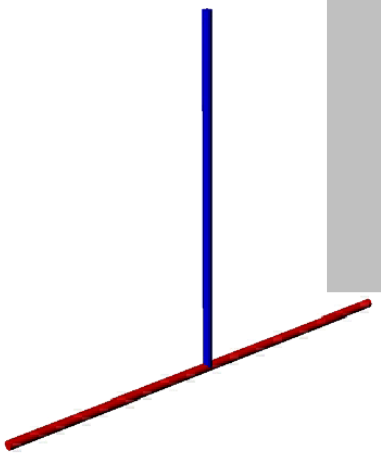


vznik šroubové plochy

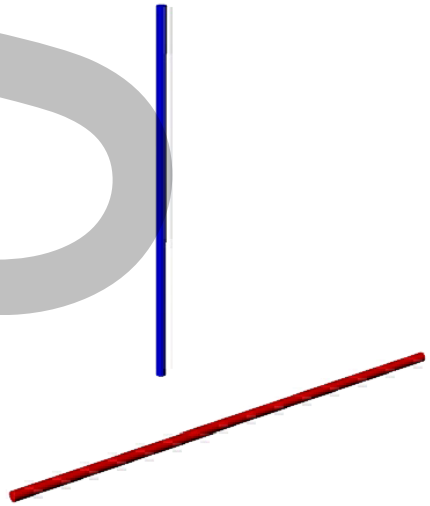
Plochy stavební praxe

- **Šroubové plochy**

přímá uzavřená přímková šroubová plocha



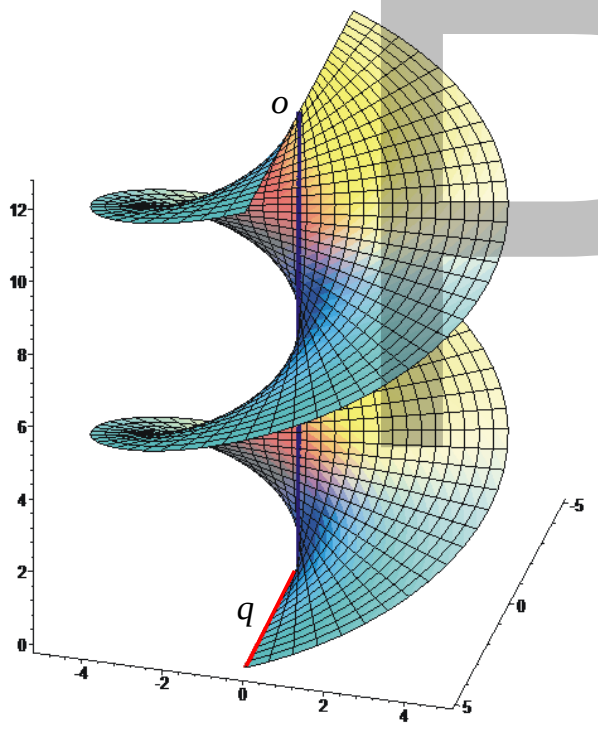
přímá otevřená přímková šroubová plocha



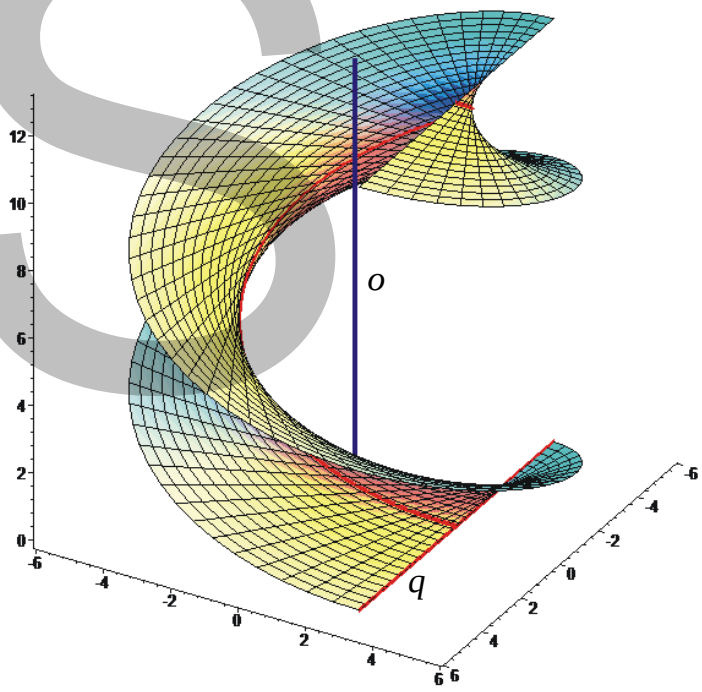
Plochy stavební praxe

- **Šroubové plochy**

přímá uzavřená přímková šroubová plocha



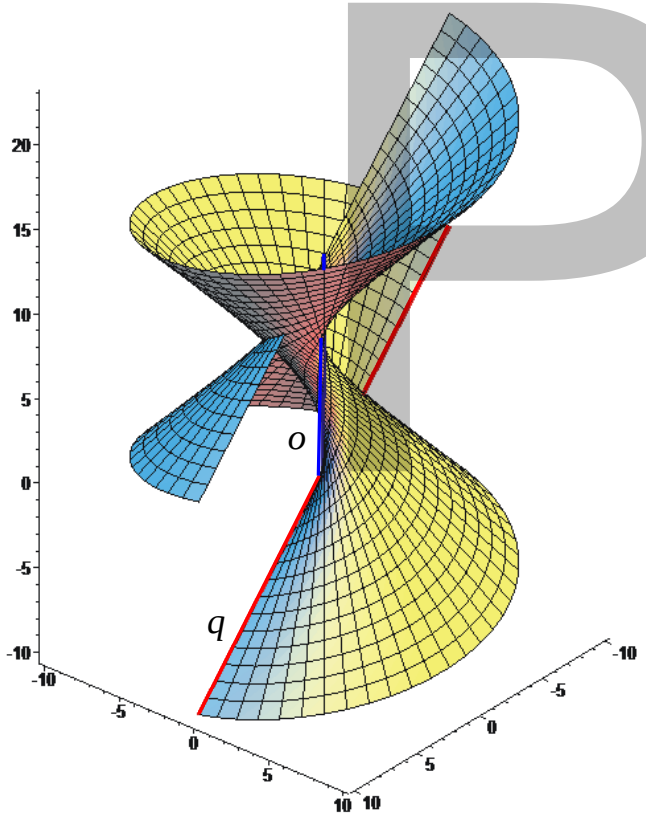
přímá otevřená přímková šroubová plocha



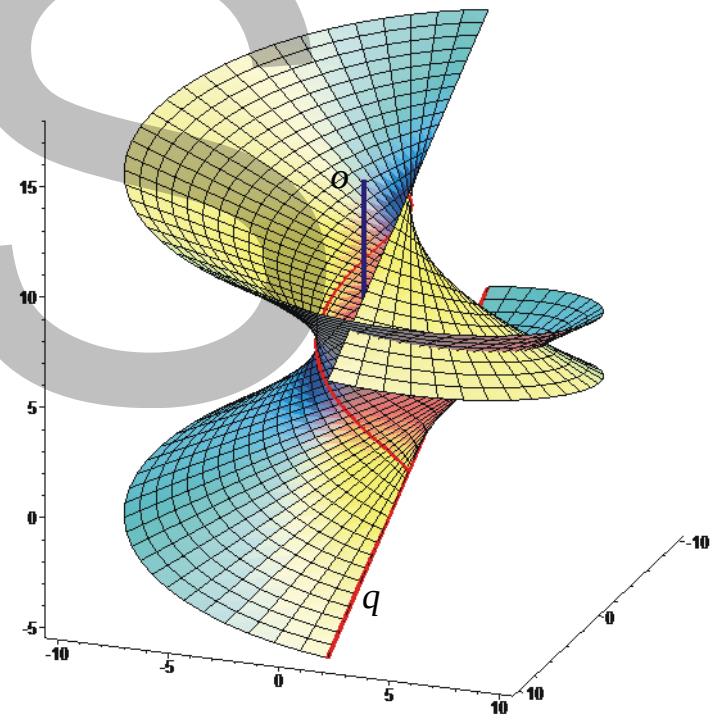
Plochy stavební praxe

- **Šroubové plochy**

kosoúhlá uzavřená přímková šroubová plocha



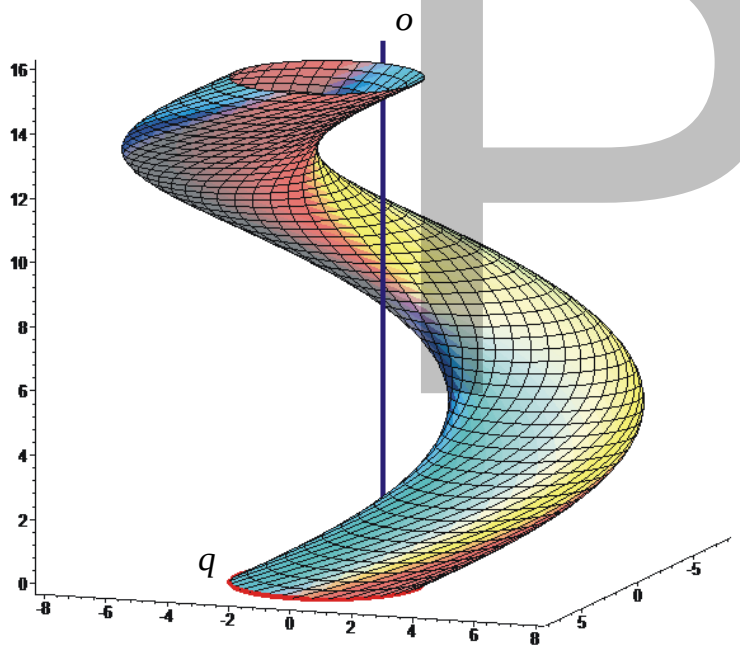
kosoúhlá otevřená přímková šroubová plocha



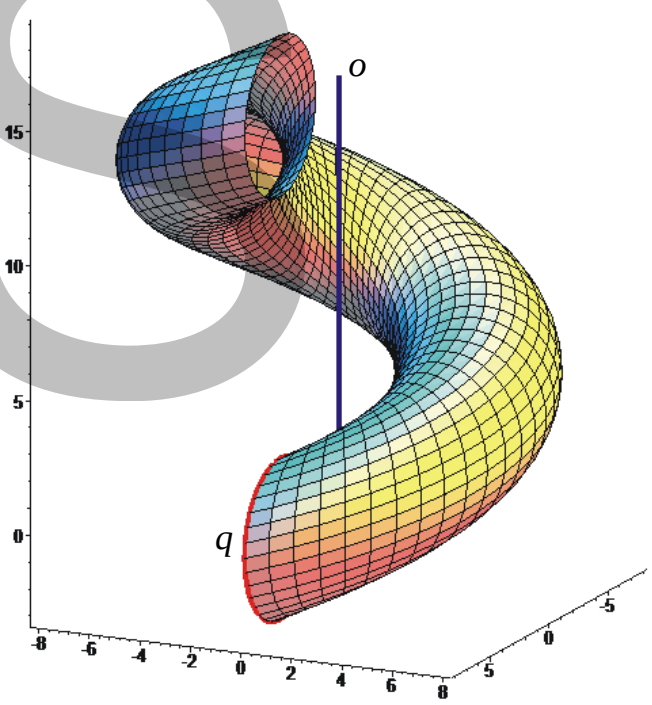
Plochy stavební praxe

- **Šroubové plochy**

normální cyklická šroubová plocha

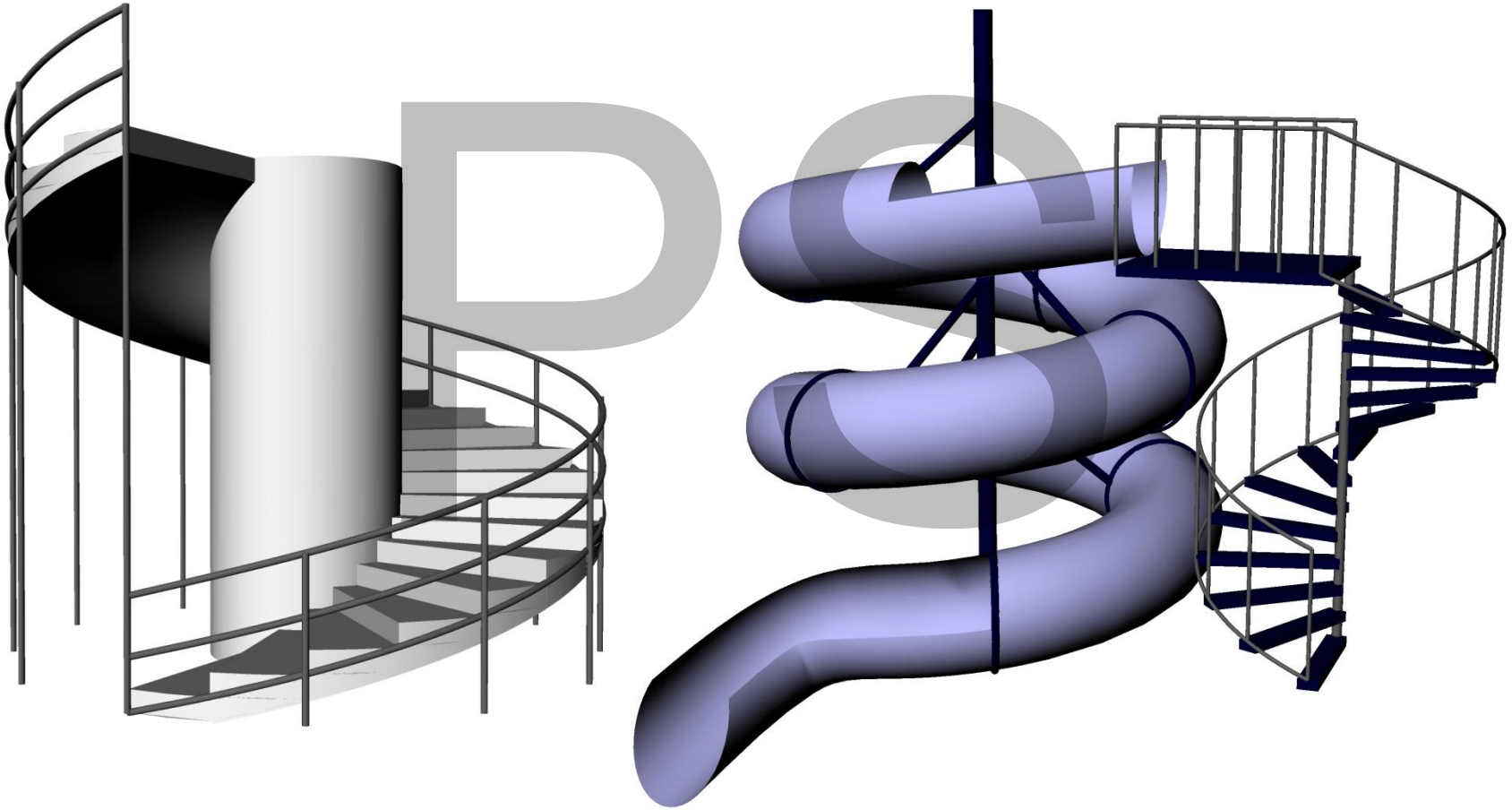


osová cyklická šroubová plocha



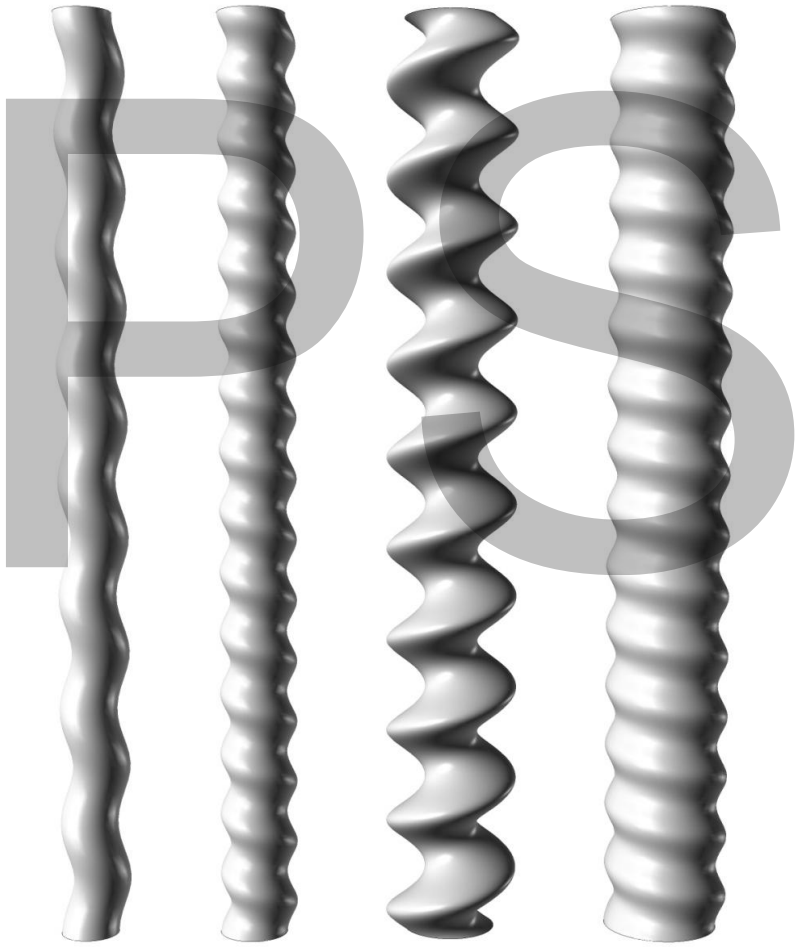
Plochy stavební praxe

- **Šroubové plochy v praxi**



Plochy stavební praxe

- **Šroubové plochy v praxi**



Plochy stavební praxe

- **Šroubové plochy v praxi**

Přímá uzavřená přímková šroubová plocha – Praha, ČR

Plochy stavební praxe

- **Šroubové plochy v praxi**

Točité schodiště ve **vatikánských muzeích** – Vatikán

Přímková šroubová plocha

Muzeum Louvre – Paříž, Francie

Plochy stavební praxe

- **Šroubové plochy v praxi**

Cyklická šroubová plocha

Zřejmě části Archimédovy serpentiny – Vlašim, ČR