



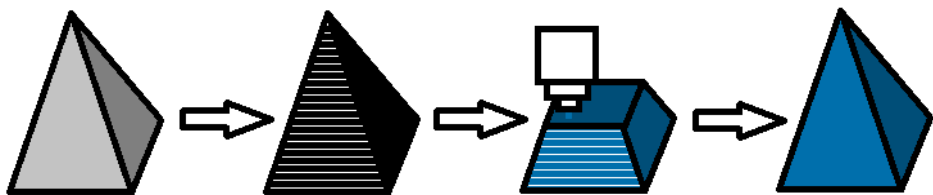
KATEDRA  
INFORMATIKY  
UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

# Reprezentace a modelování těles

## KMI/3DT 3D tisk

Mgr. Markéta Trnečková, Ph.D.  
[www.marketa-trneckova.cz](http://www.marketa-trneckova.cz)

## 3D tisk postup



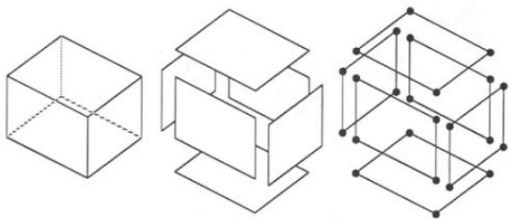
# Těleso

- Více o tomto tématu v předmětu 3D grafika
- **těleso**
- **těleso**
  - vnitřní body
  - hraniční body

## Otázka

Jsou úsečky tělesa? A co roviny nebo křivky?

# Hraniční reprezentace těles



## ■ manifold

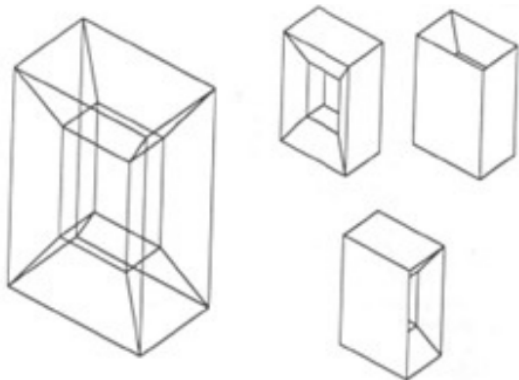


## ■ mnohostěn

- Eulerova formule  $F + V = E + 2$
- F (face), V (vertex), E (edge)

# Hranová reprezentace

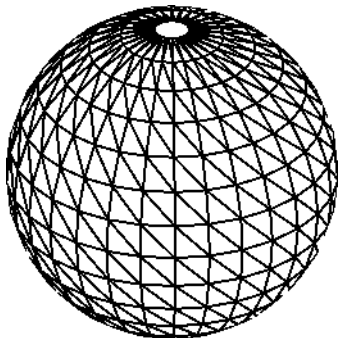
- drátový model tělesa



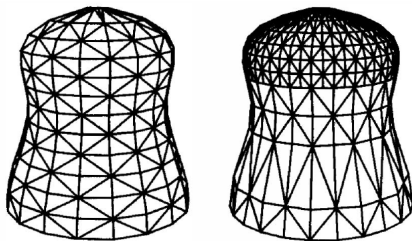
# Trojúhelníky a síť trojúhelníků

## ■ síť trojúhelníků (triangle mesh)

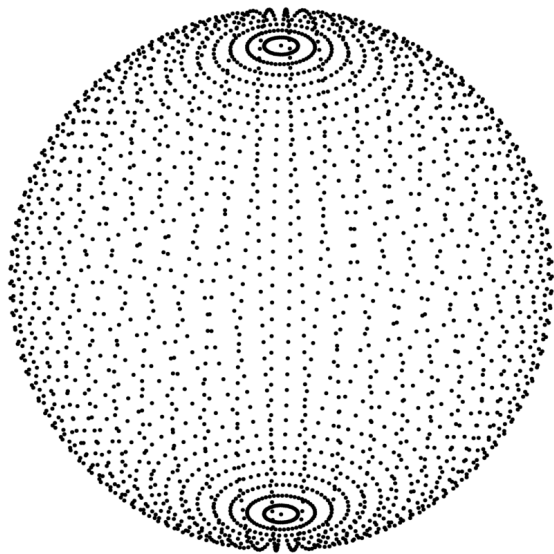
- geometrická část
- topologická část



## Trojúhelníky a síť trojúhelníků



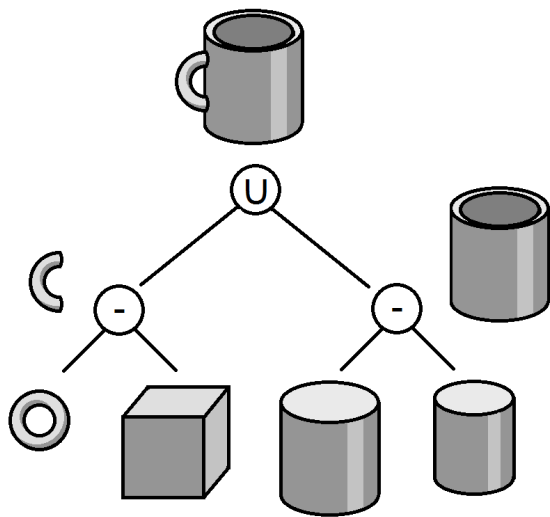
## Bodová reprezentace





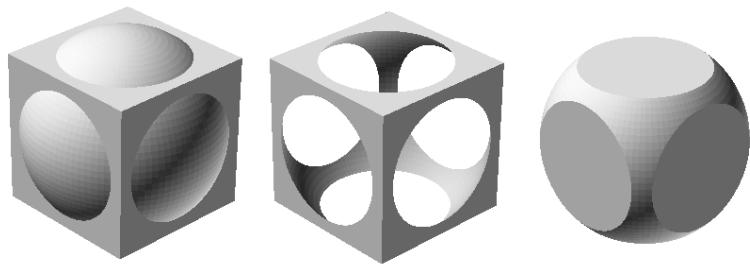
# Konstruktivní geometrie

- CSG constructive solid geometry



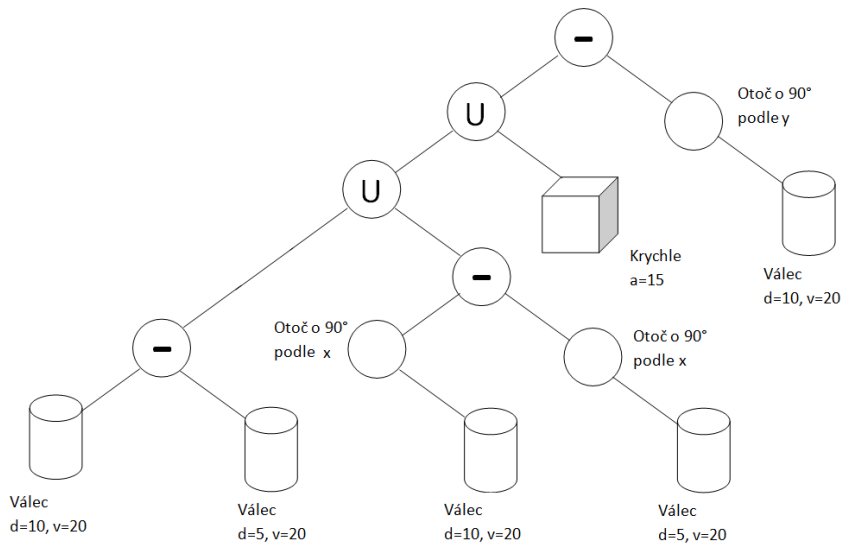
- CSG strom

## Množinové operace



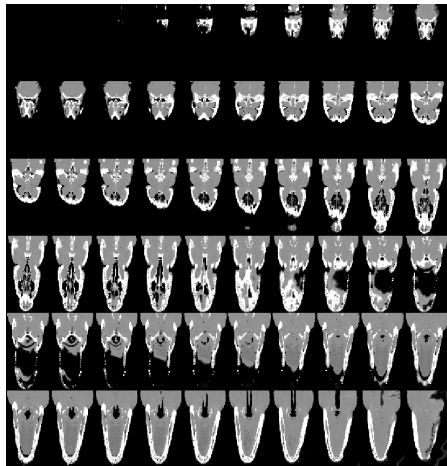
# Konstruktivní geometrie

Vytvořte těleso



# Objemová reprezentace

- Vzorky v diskrétní mřížce
- V našem případě se nehodí → převod do hraniční reprezentace

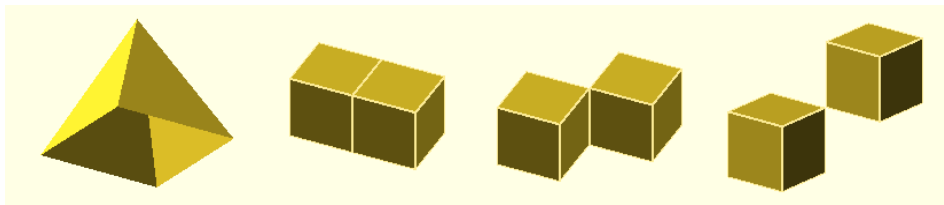


# Výroba modelu

- stáhnout již existující
- použít 3D skenner
- vytvořit vlastní model
  - CAD, 3D modelovací program
  - parametrický CAD

# Pojmy

- 3D počítačový model
- manifold
- watertight



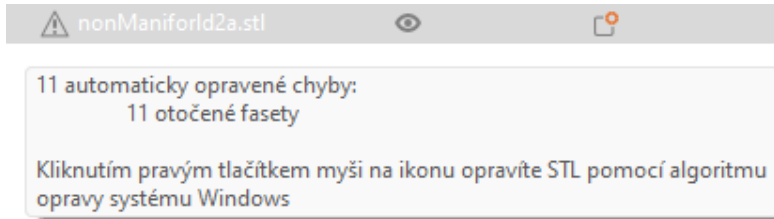
# Oprava poškozených modelů

- Oprava pomocí slicerů
- Externí nástroje pro opravu 3D modelů

# Oprava poškozených modelů

Pomocí PrusaSliceru

- Některé chyby opraví automaticky
- Někdy je potřeba použít API Microsoftu pro opravu 3D modelů Microsoft STL repair (dříve Netfabb)





# Oprava poškozených modelů

Pomocí jiných nástrojů

## ■ Zdarma:

- Online nástroj Aspose – <https://products.aspose.app/3d/repairing/stl>
- Online nástroj Formware – <https://www.formware.co/onlinestlrepair>
- Meshmixer – Auto-repair (ne vždy funguje) nebo Make solid (ztráta rozlišení)

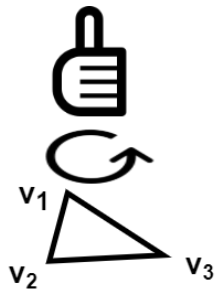
# Formát STL

- **STL** - STereoLitography, Surface Tessellation Language
- textová, nebo binární reprezentace

## Formát STL textový

```
solid jmeno
  facet normal  $n_i$   $n_j$   $n_k$ 
    outer loop
      vertex  $v1_x$   $v1_y$   $v1_z$ 
      vertex  $v2_x$   $v2_y$   $v2_z$ 
      vertex  $v3_x$   $v3_y$   $v3_z$ 
    end loop
  end facet
end solid jmeno
```

## Pravidlo pravé ruky



# Formát STL textový

## Příklad

Jak by vypadal soubor který by popisoval krychli o velikosti 1 jednotka?

## Formát STL binární

```
uint[80] hlavicka  
uint32 pocet trojuhelniku  
real32[3] normlovy vektor  
real32[3] vrchol 1  
real32[3] vrchol 2  
real32[3] vrchol 3  
uint16 attribute byte count
```

## Formát OBJ

- textová, nebo binární reprezentace
- informace o textuře a barvě - MTL (material template library)

- **geometrické vrcholy**

**v** x y z [w]

- **souřadnice textury**

**vt** u v [w]

- **normálové vektory**

**vn** x y z

- **vrcholy volných tvarů**

**vp** u [v] [w]

- **elementy stěn polygonů**

**f** v1 v2 v3 ...

**f** v1/vt1 v2/vt2 v3/vt3 ...

**f** v1/vt1/vn1 v2/vt2/vn2 v3/vt3/vn3 ...

- **lomené čáry**

**l** v1 v2 v3 ...

# Formát AMF, 3MF

- AMF 2011 STL 2.0
- Microsoft 3MF

## AMF

- XML formát
- objekt, materiál, textúra, konštalace, metadata

## 3MF

- XML formát



## Další formáty

- VRML
- X3D
- FBX
- IGES
- STEP

# Formáty

Cca 63 000 trojúhelníků

PLY	bin	1.1M
X3DB	bin	1.3M
OBJ	text	2M
PLY	text	2M
X3DB	text	2.1M
VRML	text	2.7M
STL	bin	3M
STL	text	11M

## Jaký vybrat formát?

- STL
- OBJ
- AFM
- 3MF

# Hotové modely

- repositáře (repositories)
- modelová tržiště (marketplace)
- vyhledávače (search engines)

- 3D Warehouse
- Thingiverse
- MyMiniFactory
- PrusaPrinters
- Cults
- Pinshape
- STL finder, Yeggi

## Hotové modely

Jaké jsou nevýhody již hotových modelů?

# Licence

- Copyright
- Registered Trademark
- Creative Commons
- GNU General Public Licence
- BSD License
- Standard Digital File License

# Licence

Creative commons

Licence	Co mohu	Pokud
Attribution	sdílet, upravovat, prodávat	uvedení autora
Attribution-ShareAlike	sdílet, upravovat, prodávat	uvedení autora a zachování licence
Attribution-NoDerivs	sdílet, prodávat	uvedení autora
Attribution-Noncommercial	sdílet, upravovat	uvedení autora
Attribution-Noncommercial-ShareAlike	sdílet, upravovat	uvedení autora a zachování licence
Attribution-Noncommercial-NoDerivs	sdílet	uvedení autora a zachování licence

# Prodej modelů

- Cults
- Pinshape
- Threeding
- Patreon