



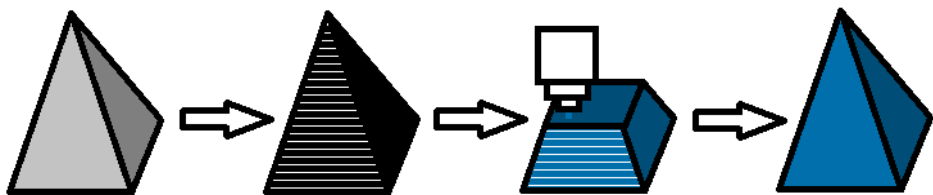
KATEDRA
INFORMATIKY
UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Modelování

KMI/3DT 3D tisk

Mgr. Markéta Trnečková, Ph.D.
www.marketa-trneckova.cz

3D tisk postup

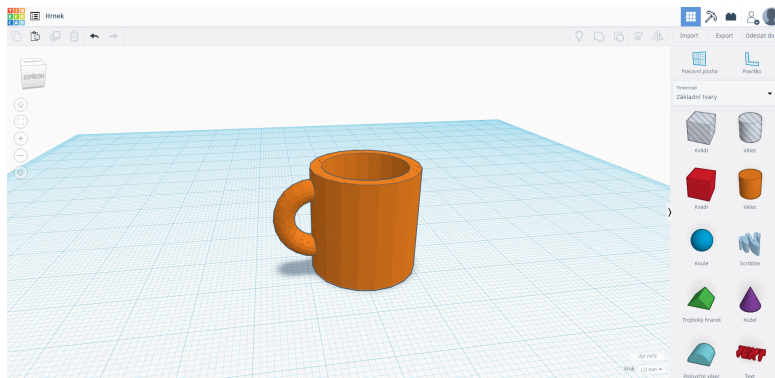


Výroba modelu

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

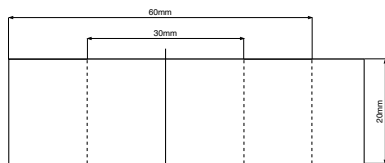
TinkerCAD

■ www.tinkercad.com

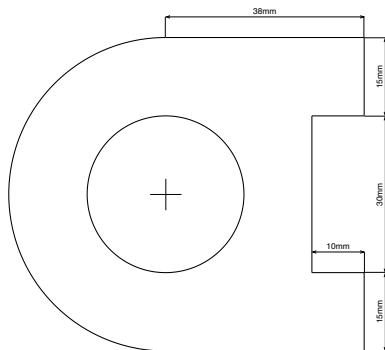


TinkerCAD

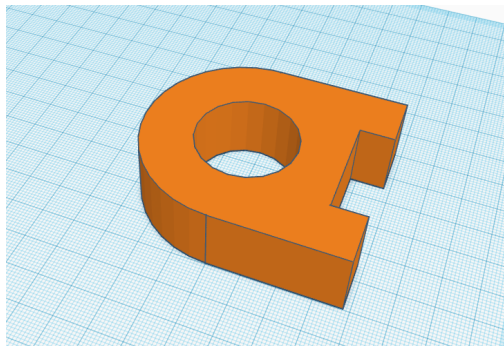
Příklad



pohled z boku

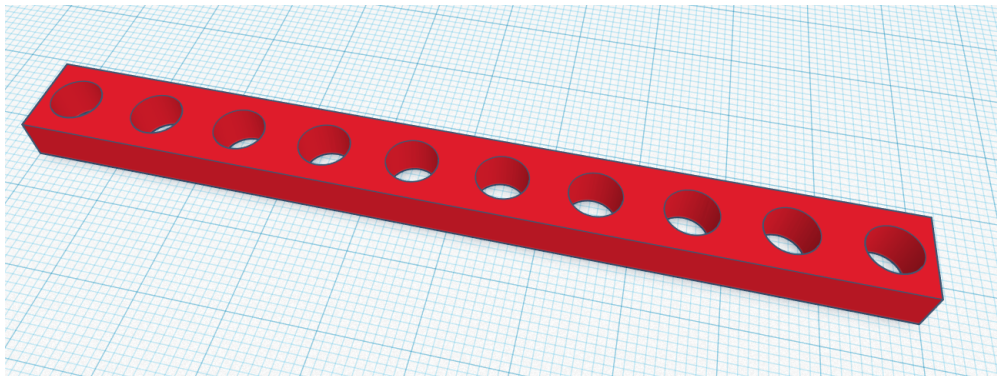


pohled ze shora



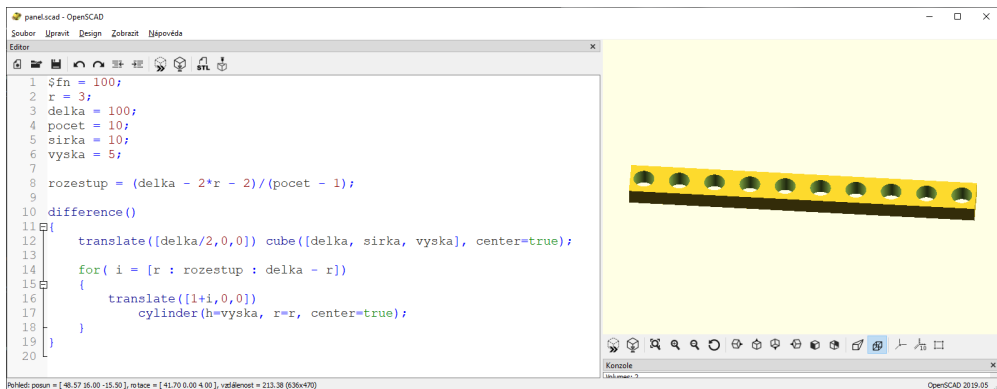
TinkerCAD

Destička



OpenSCAD

Destička

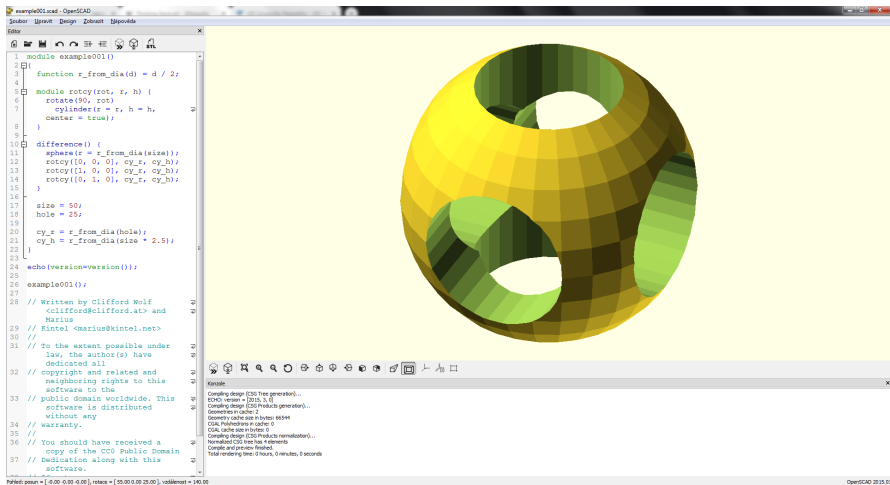


The screenshot displays the OpenSCAD software interface. On the left, the 'Editor' window contains the following code:

```
1 $fn = 100;  
2 r = 3;  
3 delka = 100;  
4 pocet = 10;  
5 sirka = 10;  
6 vyska = 5;  
7  
8 rozestup = (delka - 2*r - 2)/(pocet - 1);  
9  
10 difference()  
11 {  
12     translate([delka/2,0,0]) cube([delka, sirka, vyska], center=true);  
13  
14     for( i = [r : rozestup : delka - r])  
15     {  
16         translate([1+i,0,0])  
17             cylinder(h=vyska, r=r, center=true);  
18     }  
19 }  
20
```

On the right, the 3D view shows a yellow rectangular plate with ten circular holes arranged in a row. The plate is slightly tilted. The background is a light yellow color. At the bottom of the interface, there is a 'Konzole' (Console) window and a status bar showing 'OpenSCAD 2019.05'.

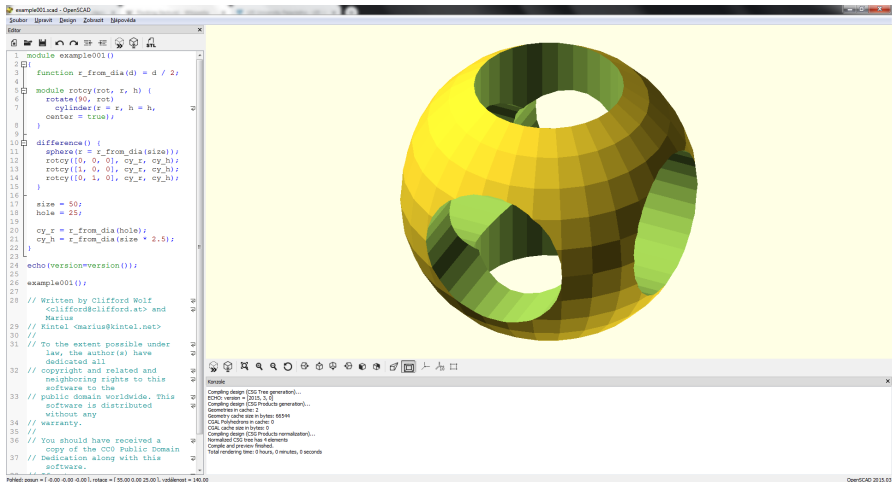
OpenSCAD



<https://www.openscad.org>

OpenSCAD

Prostředí



Editor, Menu, Náhledová oblast (viewing area), Konzole

Základy

Aplikace operace:

Příklad

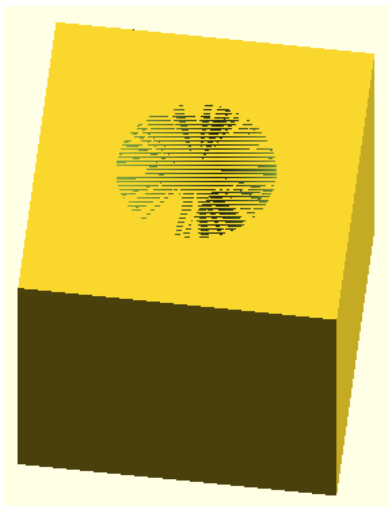
Otevřete vestavěný příklad `logo.csad`, který najdete v menu

Soubor → Příklady → Základy.

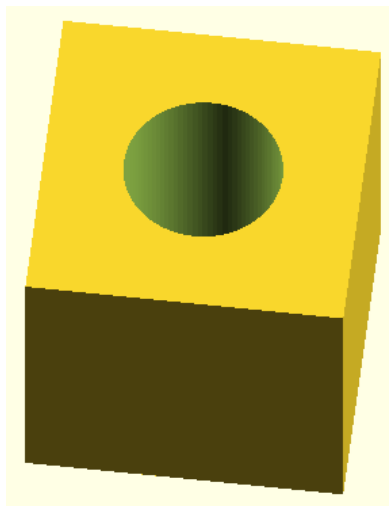
Vyzkoušejte si práci s vývojovým prostředím.

OpenSCAD

Prostředí



Zobrazit (Klávesová zkratka F5)

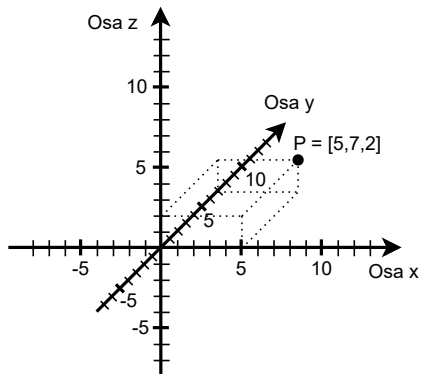


Vyrenderovat (Klávesová zkratka F6)

OpenSCAD

Prostředí

- Kartézská soustava souřadnic
- Posun plochy – pravé tlačítko myši
- Přiblížení/oddálení – kolečko myši
- Otočení – levé tlačítko myši



OpenSCAD

- Hodnoty, výrazy, příkazy
- Oddělení příkazů ;
- Proměnné, konstrukce pro řízení toku dat (cykly a větvení), možnost tvorby vlastních funkcí, knihoven ...
- objekty
- akce (vytvoření objektu, přiřazení hodnot proměnným,...)
- operace (transformace, množinové operace, změna vzhladu, ...) { }
- komentář //, /* */

Základy

Vytvoření objektu:

Příklad

```
objekt ( parametry );
```

Aplikace transformace:

Příklad

```
transformace ( parametry_transformace ) objekt ( parametry );
```

Základy

Aplikace operace:

Příklad

```
operace(){  
    objekt_1 ( parametry_1 );  
    ...  
    objekt_n ( parametry_n );  
}
```

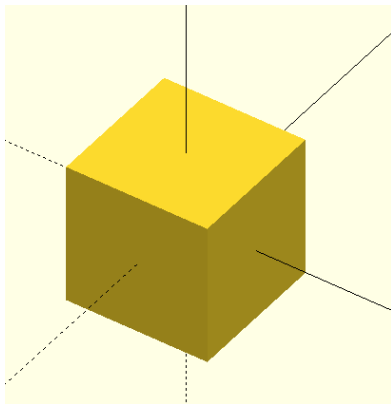
Vytváření objektů

- 3D objekty
- 2D objekty + extruze

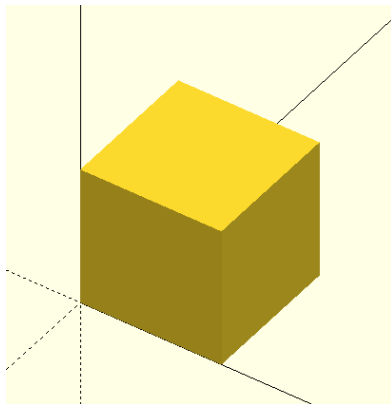
3D objekty

Krychle

- `cube`
- `size, 1`
- `center, false`
- `cube(size = 5, center = true);`



`center=true`



`center=false`

3D objekty

Krychle

- `cube`
- `size = a`
- `size = [x,y,z]`

3D objekty

Krychle

Příklad

```
cube(size = 5, center = true);
```

```
cube(5, true);
```

```
cube(5);
```

Příklad

```
cube(true, 5);
```

```
cube(center = true, size = 5);
```

3D objekty

Válec

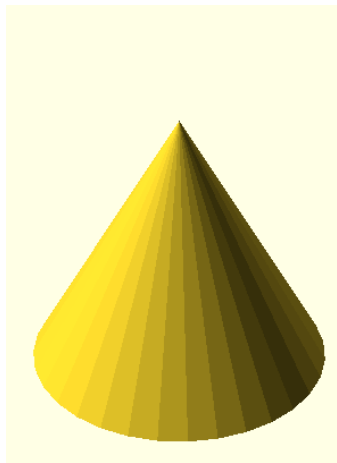
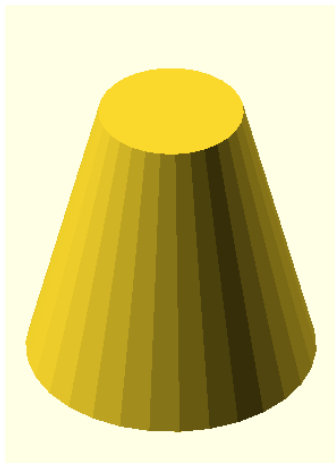
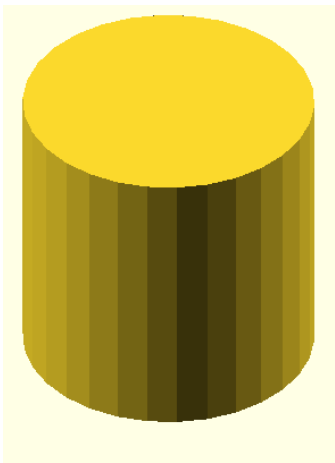
- `cylinder`
- `h, 1`
- `r, 1`
- `r1`
- `r2`
- `d`
- `d1`
- `d2`
- `center, false`
- `$fa, 12`
- `$fs`
- `$fn`

Příklad

Jak udělat pomocí `cylinder` kužel?

3D objekty

Válec



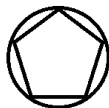
3D objekty

Válec

f_a = minimální úhel každého fragmentu

f_s = minimální délka oblouku

f_n = počet fragmentů v 360°



Příklad

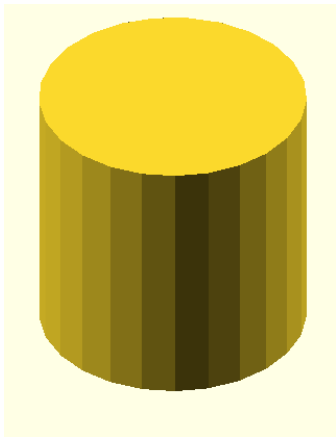
Co se stane, když zvolíme nízké f_n ?

Příklad

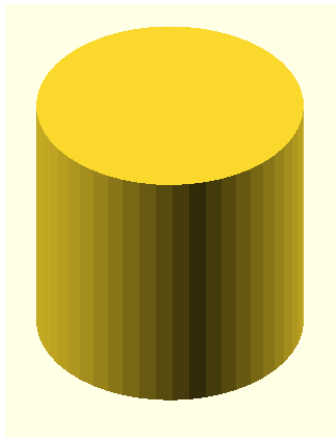
```
cylinder(h =5, d =10, $fn=3);
```

3D objekty

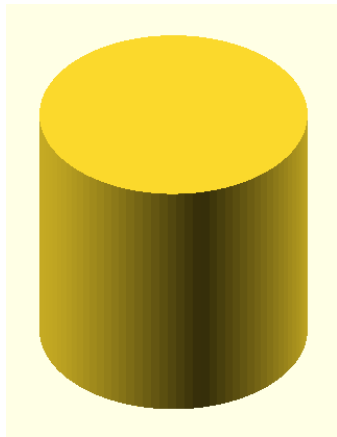
Válec



$fn=20$



$fn=50$



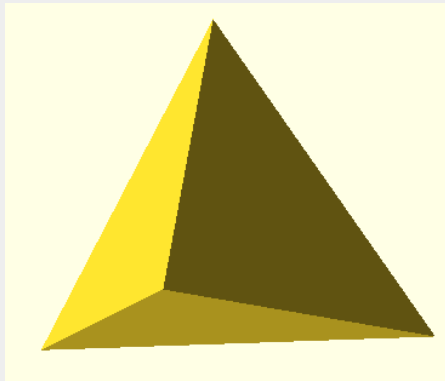
$fn=100$

3D objekty

Pravidelný čtyřstěn

Příklad

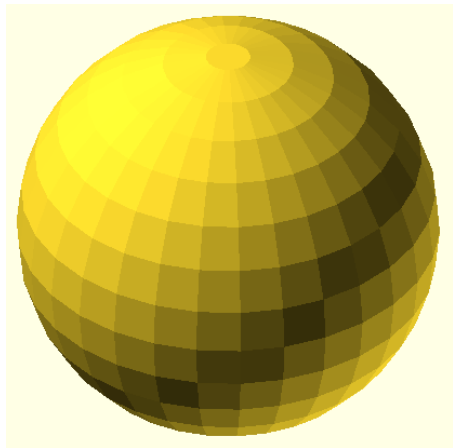
Vytvořte pravidelný čtyřstěn s délkou hrany 10 jednotek.



3D objekty

Koule

- `sphere`
- `r, 1`
- `d`
- `$fa, 12`
- `$fs,`
- `$fn,`



3D objekty

Mnohostěn

- `polyhedron`
- `points`
- `triangles, faces`
- `convexity`

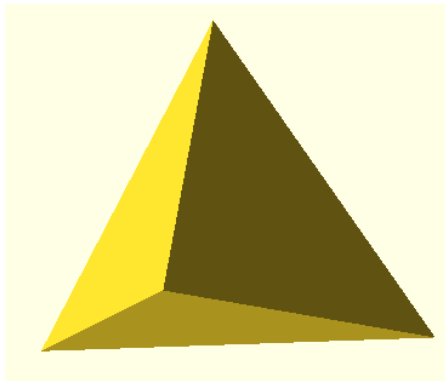
Příklad

```
polyhedron(  
    points = [[5, 5, 0], [5, -5, 0], [-5, -5, 0], [-5, 5, 0], [0, 0, 10]],  
    faces = [[0, 1, 4], [1, 2, 4], [2, 3, 4], [3, 0, 4], [1, 0, 3], [2, 1, 3]]  
);
```

3D objekty

Pravidelný čtyřstěn

Vytvořte pravidelný čtyřstěn s délkou hrany 10 jednotek pomocí mnohostěnu.



3D objekty

Pravidelný čtyřstěn

- **Pozor!**
- těleso musí být watertight
- orientace stěn (pravidlo pravé ruky)
- těleso musí být maifold

Příklad

Vytvořte pomocí `polyhedron()` těleso, které nesplňuje některou z výše uvedených vlastností.

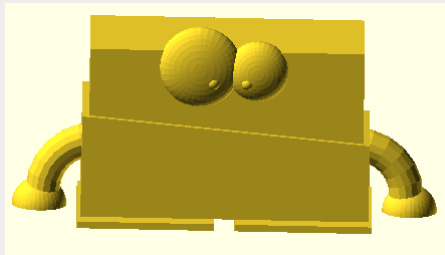
3D objekty

Importování objektů

- soubory s příponou .stl, v novějších verzích i .amf a .3mf
- `import(file="...")`

Příklad

```
import( file="robot.stl" );
```



3D objekty

Výšková mapa

- `surface()`
- `data`: `.txt` nebo `.png`
- `file`
- `center`
- `convexity`
- `invert`

Z obrazu

- `intenzita` = výška (parametr `invert`)
- barevný obraz – převeden do stupňů šedi

Příklad



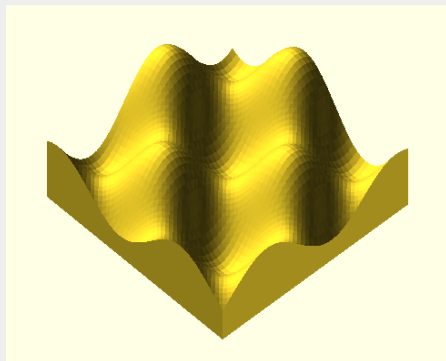
3D objekty

Výšková mapa

Z textového souboru

- Matice hodnot
- hodnoty = výška

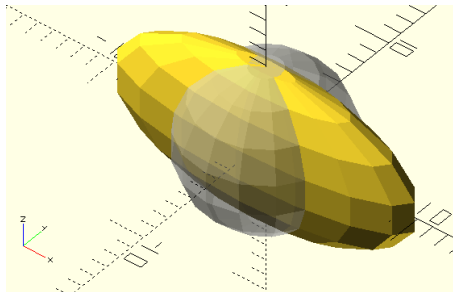
Příklad



Transformace

Změna velikosti

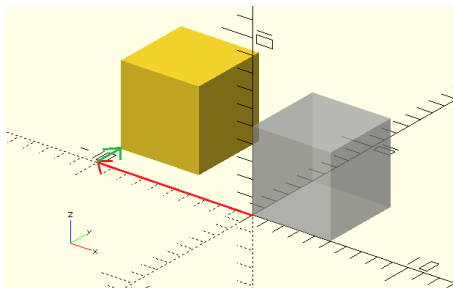
- `scale([x, y, z])`
- `resize([x, y, z], auto)`



Transformace

Posunutí

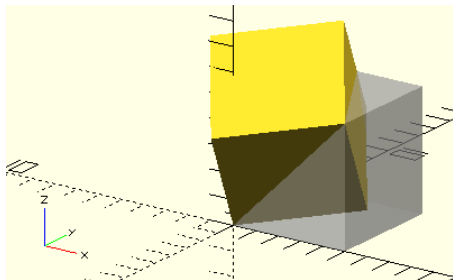
- `translate([x, y, z])`



Transformace

Otočení

- `rotate(a, [x, y, z])`,
`rotate([x, y, z])`
- otáčení dle pravidla pravé ruky



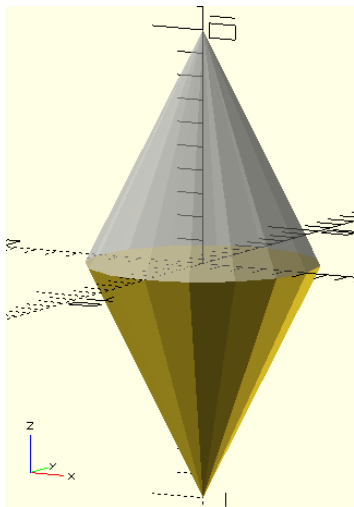
Příklad

Jak převrátit objekt?

Transformace

Zrcadlení

■ `mirror([x, y, z])`



Transformace

Afinní transformace

■ `multmatrix(m = [...])`

$$\begin{bmatrix} \text{scale X} & \text{scale X sheared along Y} & \text{scale X sheared along Z} & \text{translate X} \\ \text{scale Y sheared along X} & \text{scale Y} & \text{scale Y sheared along Z} & \text{translate Y} \\ \text{scale Z sheared along X} & \text{scale Z sheared along Y} & \text{scale Z} & \text{translate Z} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Příklad

Otočení objektu o 45 stupňů dle osy z a posun o [10,20,30]

$$\begin{bmatrix} \cos(45) & -\sin(45) & 0 & 10 \\ \sin(45) & \cos(45) & 0 & 20 \\ 0 & 0 & 1 & 30 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Transformace

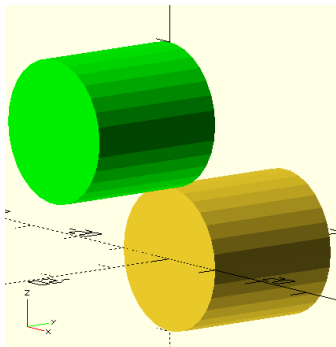
Skládání transformací

Příklad

V jakém pořadí se vykonají jednotlivé operace?

```
translate ([0 ,20 ,0]) rotate ([90 ,0 ,0]) cylinder (h=20,r=10);
```

```
rotate ([90 ,0 ,0]) translate ([0 ,20 ,0]) cylinder (h=20,r=10);
```



Transformace

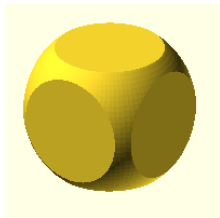
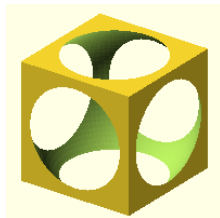
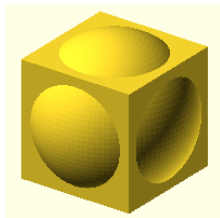
Aplikace transformací na více objektů

Příklad

```
transformace (...){  
  objekt_1 (...);  
  objekt_2 (...);  
  ...  
}
```

Operace

- `union()`
- `difference()`
- `intersection()`



Příklad

```
union(){  
  translate([-10,0,0]) sphere(r=5);  
  rotate([0,90,0]) cylinder(r=2, h=20, center=true);  
}
```

Kombinace objektů

Minkovského operátor

Příklad

```
minkowski(){  
    cylinder(r=15, h=20);  
    sphere(4);  
}
```

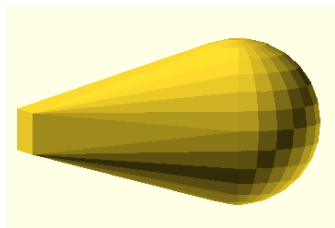


Kombinace objektů

Konvexní obal

Příklad

```
hull(){  
  translate([10,0,0]) sphere(8);  
  translate([-10, 0, 0]) cube(4, center=true);  
}
```



Ladění

- `color("red")`, `color([r,g,b])`, `color([r,g,b,a])`
- `#` (debug)
- `%` (background)
- `!` (root)
- `*` (disable)

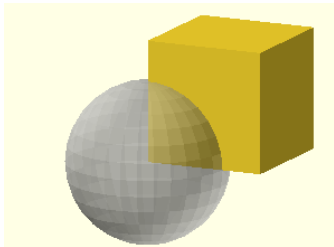
Ladění

Modifikátor %

- Část náhledu se zobrazí průhledně (při renderování vůbec)

Příklad

```
difference () {  
  cube (15);  
  %sphere (10);  
}
```



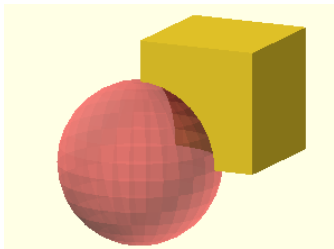
Ladění

Modifikátor

- Část náhledu se zobrazí červeně průhledně (při renderování normálně)

Příklad

```
difference () {  
    cube (15);  
    #sphere (10);  
}
```



Ladění

Modifikátor !

- Označená část se stane kořenem stromu a zbytek se ignoruje

Příklad

```
difference () {  
  cube (15);  
  ! union () {  
    sphere (10);  
    translate ([5, 5, 5]) sphere (5);  
  }  
}
```



Ladění

Modifikátor *

- Označená část stromu je z výpočtu odstraněna

Příklad

```
difference(){  
  cube(15);  
  * union(){  
    sphere(10);  
    translate([5,5,5]) sphere(5);  
  }  
}
```



Ladění

Změna barvy

- Pouze v náhledu
- Možné zadání:

Příklad

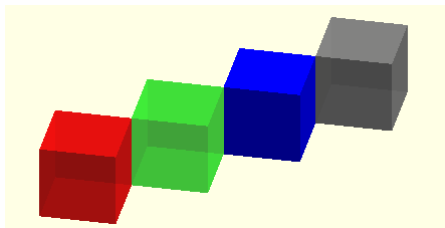
```
color( c = [r, g, b, a] ) { ... }  
color( c = [r, g, b], alpha = 1.0 ) { ... }  
color( "#hexhodnota" ) { ... }  
color( "nazev_barvy", 1.0 ) { ... }
```

Ladění

Změna barvy

Příklad

```
color(c=[1,0,0], alpha=0.75) cube(5);  
color(c=[0,1,0,0.5]) translate([5,5,0]) cube(5);  
color("Blue") translate([10,10,0]) cube(5);  
color("#888888e0") translate([15,15,0]) cube(5);
```



OpenSCAD - Příklad

