

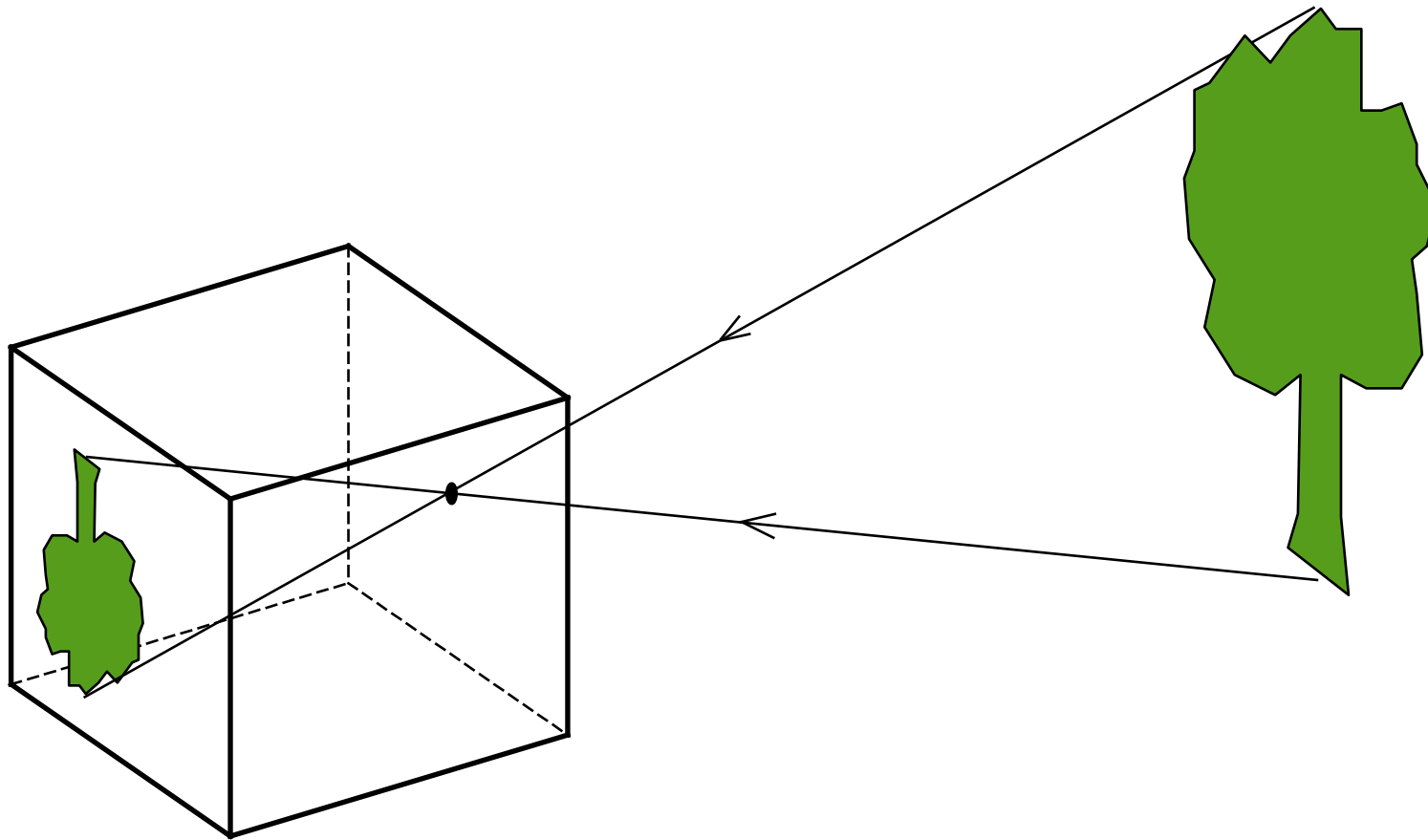
# Vrhání paprsku (CSG)

© 1996-2019 Josef Pelikán  
CGG MFF UK Praha

[pepca@cgg.mff.cuni.cz](mailto:pepca@cgg.mff.cuni.cz)  
<https://cgg.mff.cuni.cz/~pepca/>

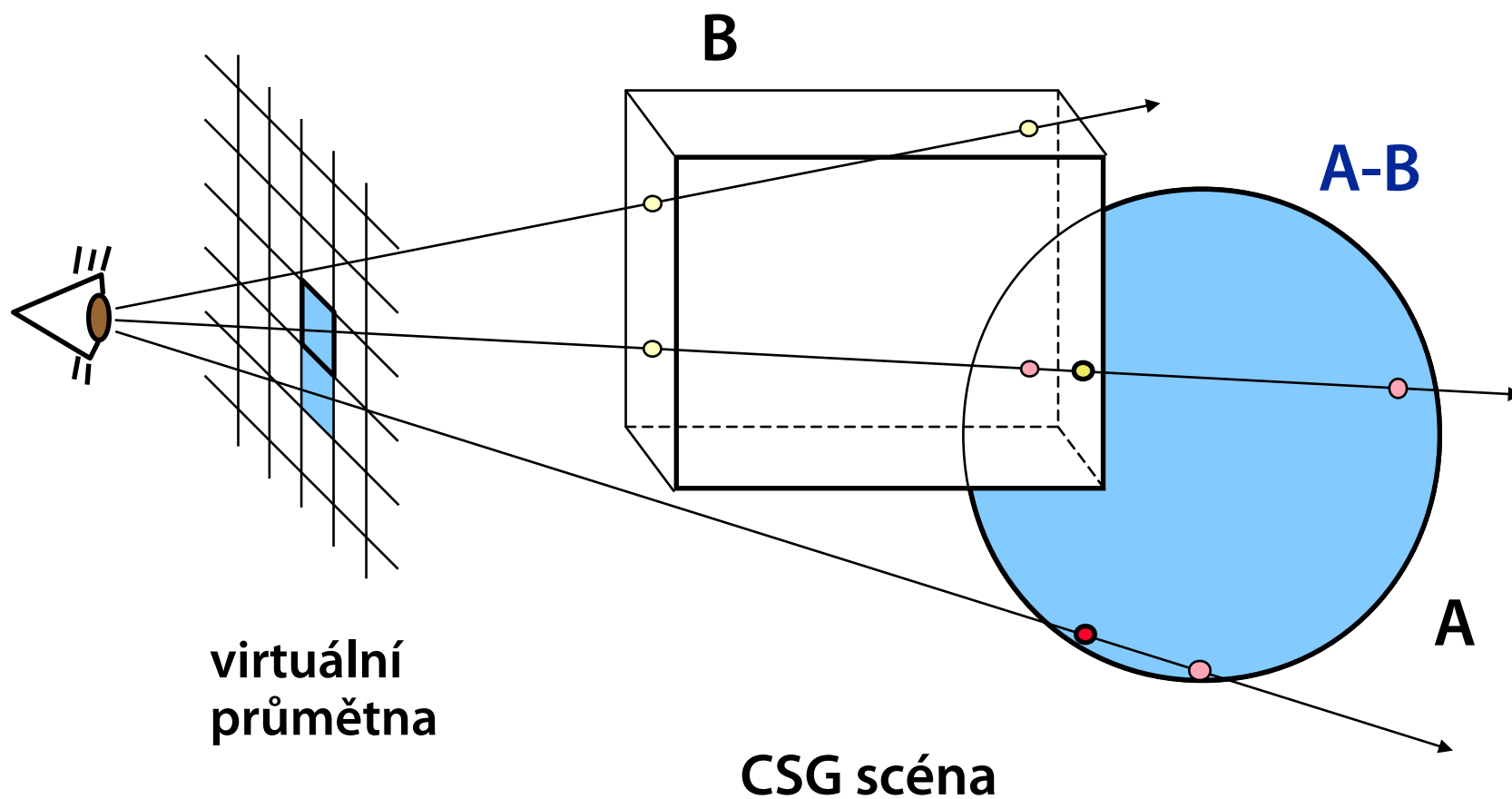


# Model dírkové kamery



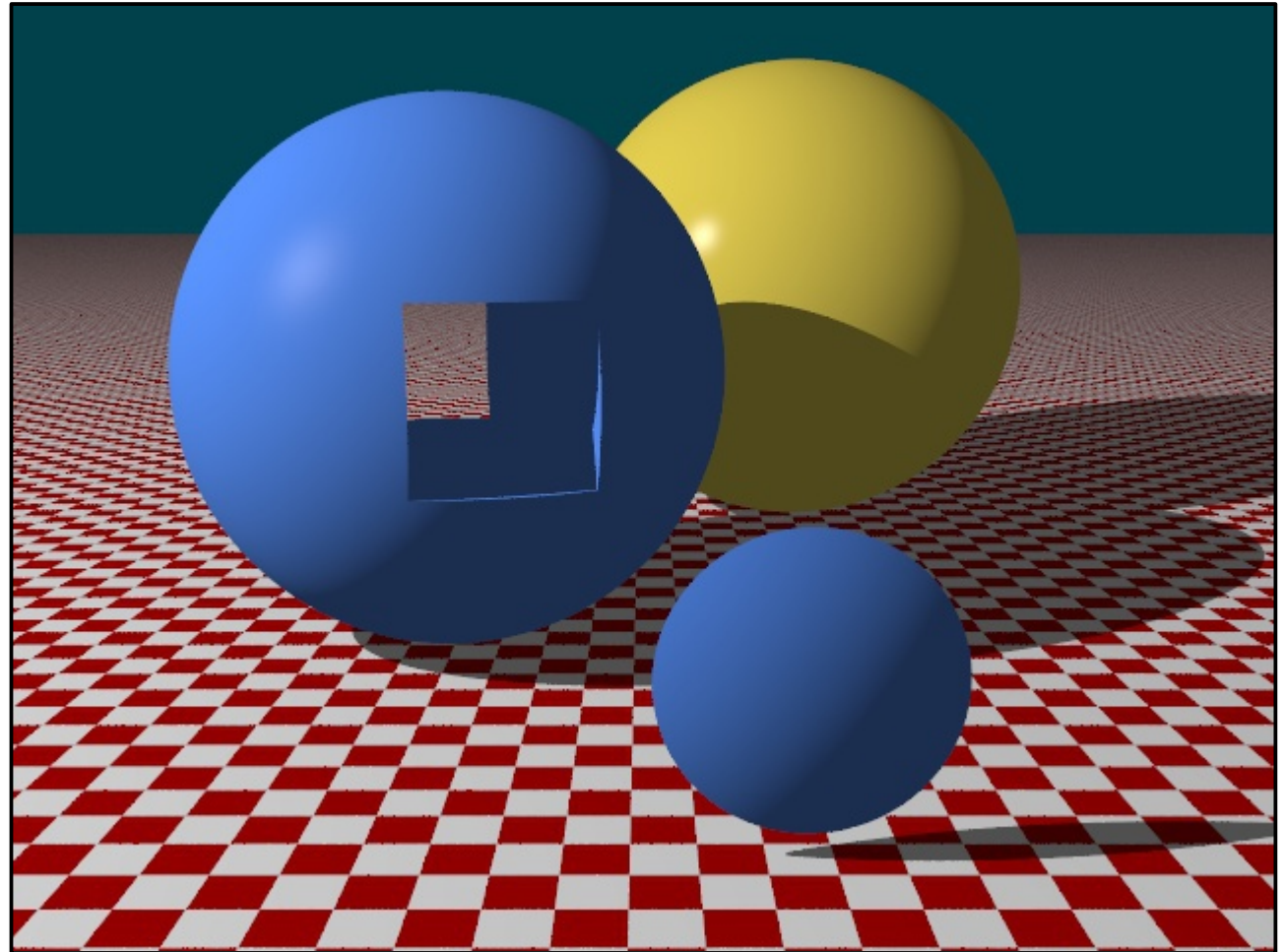
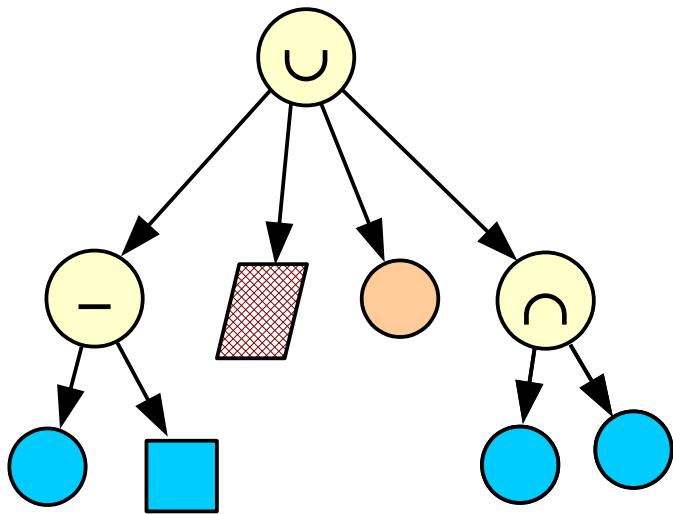


# Zobrazování vrháním paprsku





# Příklad CSG scény (i rozdíl a průnik)





# Průsečík paprsku s CSG

Pro **elementární tělesa** umím průsečíky spočítat

- začátek a konec průniku paprsku s tělesem pro konvexní tělesa

**Množinové operace** provádím na polopřímce paprsku

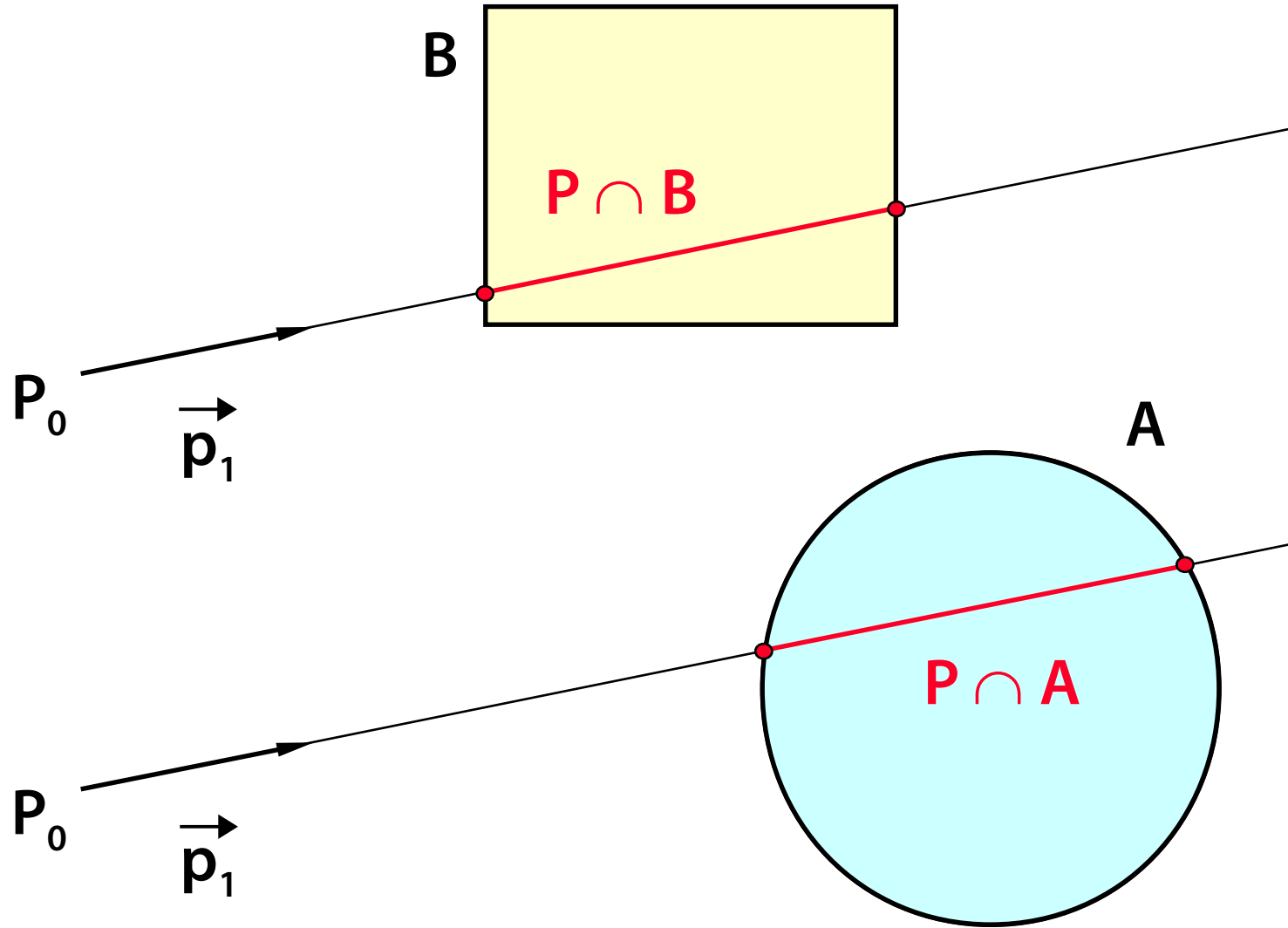
- distributivita:  $\mathbf{P} \cap (\mathbf{A} - \mathbf{B}) = (\mathbf{P} \cap \mathbf{A}) - (\mathbf{P} \cap \mathbf{B})$
- obecný průnik paprsku se scénou je množina intervalů

**Geometrické transformace**

- na paprsek aplikuji inverzní transformace

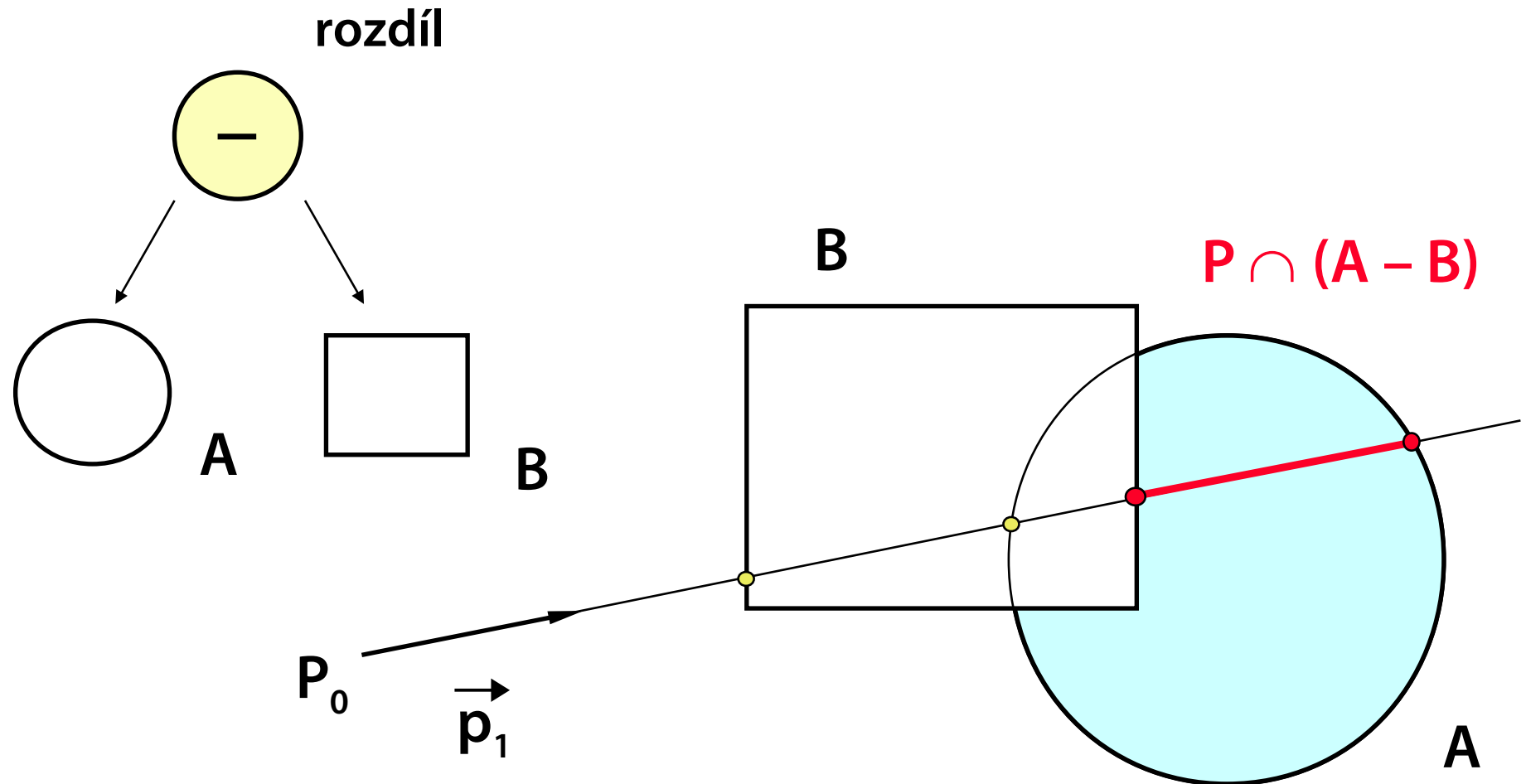


# Průsečíky $P \cap A$ , $P \cap B$





# Průsečík $P \cap (A - B)$





# Implementace

## Paprsek

- počáteční bod  $P_0$  a směrový vektor  $\vec{p}_1$
- transformuje se inverzními maticemi  $T_i^{-1}$

## Průnik paprsku se scénou (částí scény)

- uspořádaný seznam hodnot parametru  $t$ :  $[t_1, t_2, t_3 \dots]$

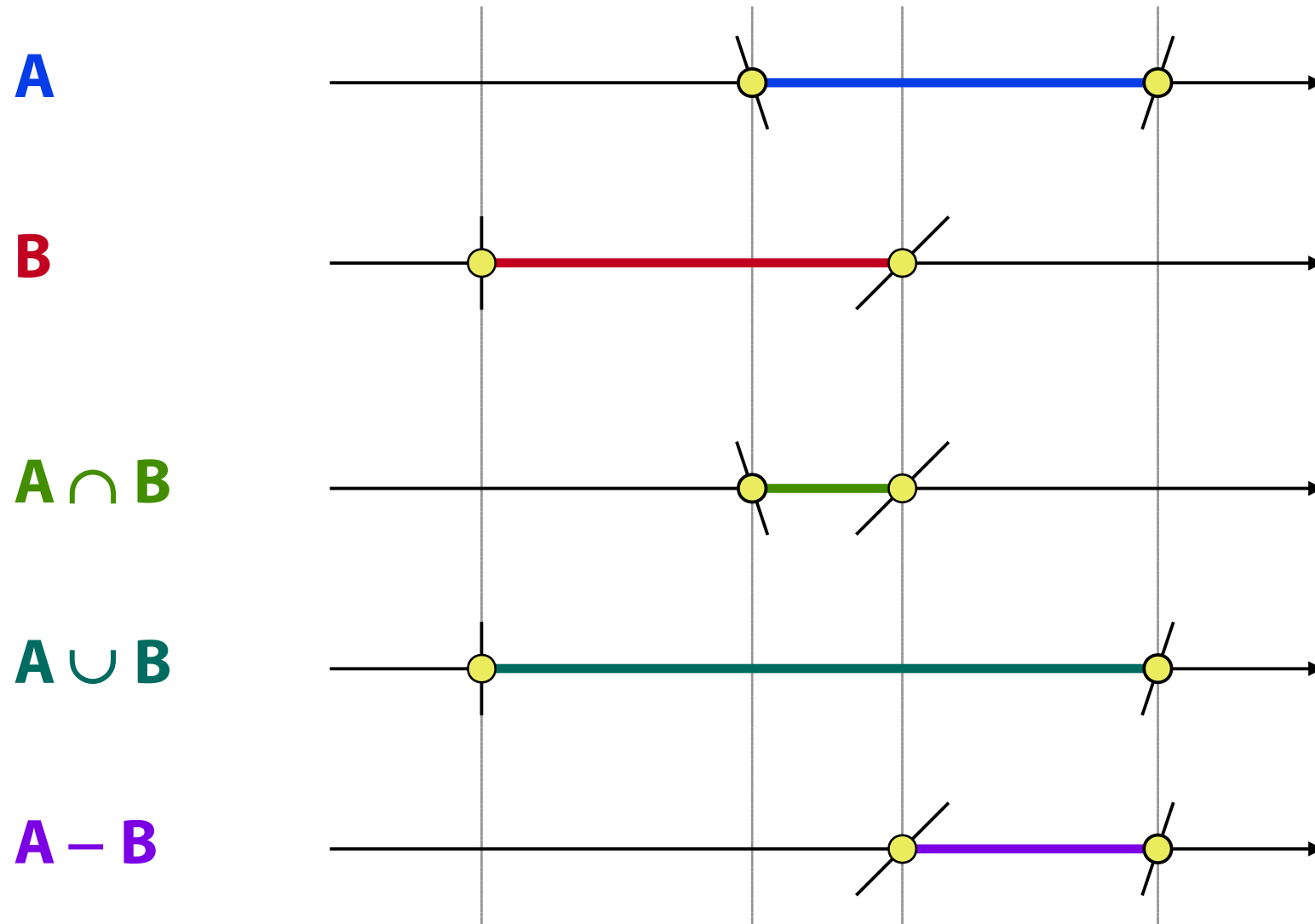
## Množinové operace

- zobecněné slévání vstupních seznamů – např.  $[t_1, t_2, t_3 \dots]$   
a  $[u_1, u_2, u_3 \dots]$
- viz seznam řádkových změn („X-transition list“)





# Množinové operace na paprsku





# Určení barvy pixelu

## Průnik paprsku s CSG scénou je prázdný

- barva pozadí

## Průnik je neprázdný

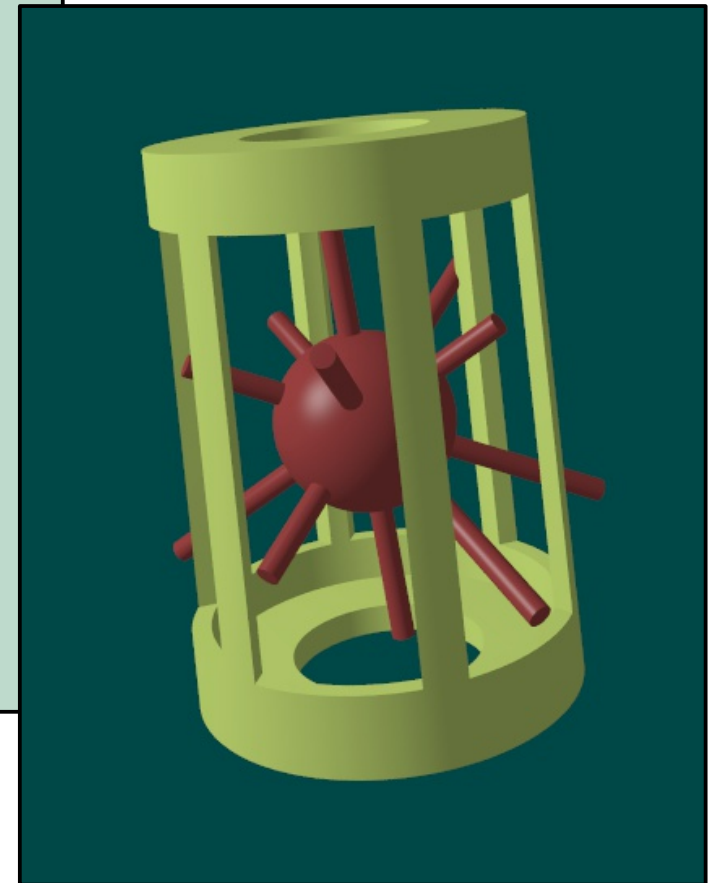
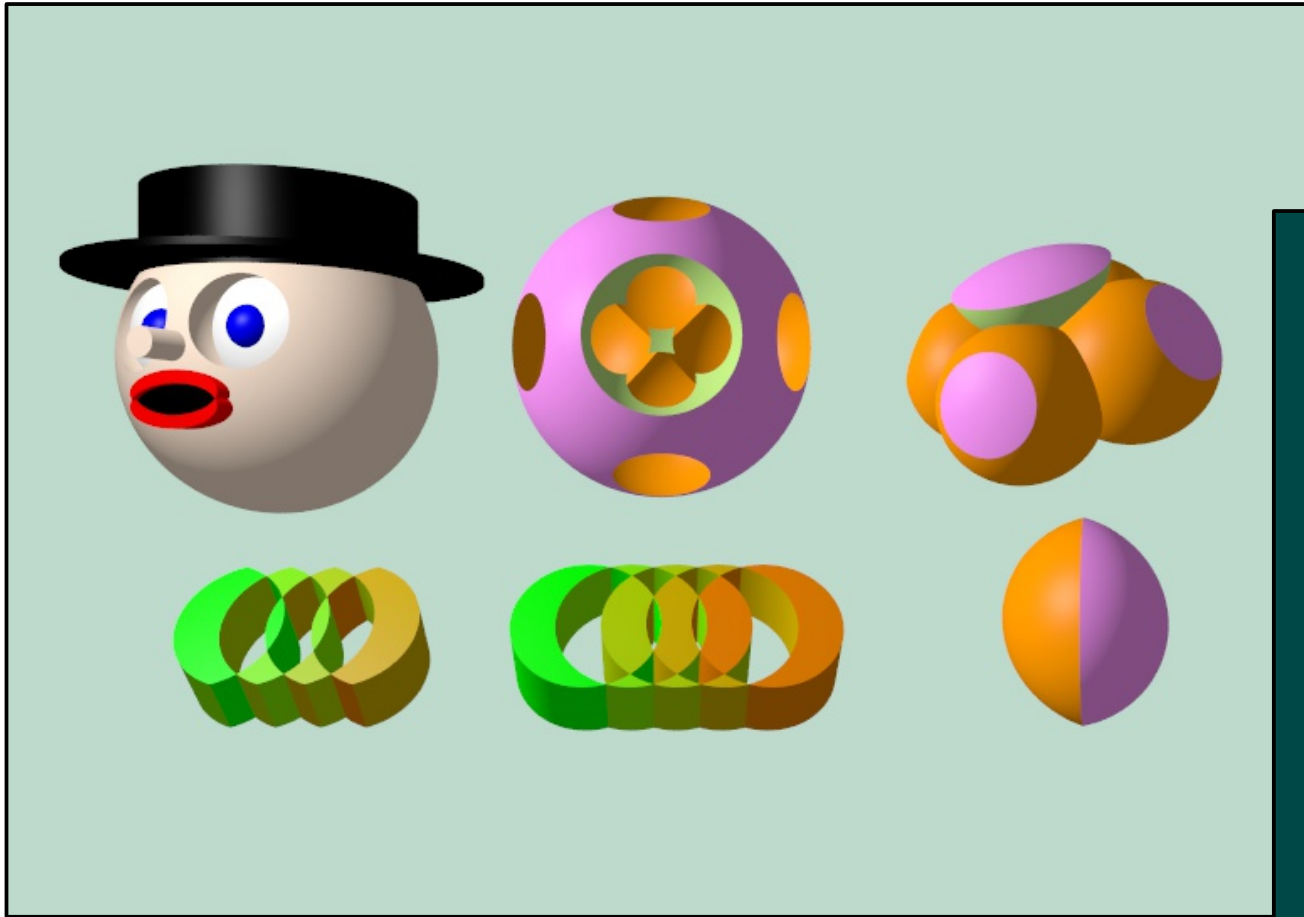
- barva tělesa (podle prvního záznamu –  $t_1$ )
- možnost stínování (normálový vektor v místě průsečíku)

## Obarvení podle **typu množinové operace**

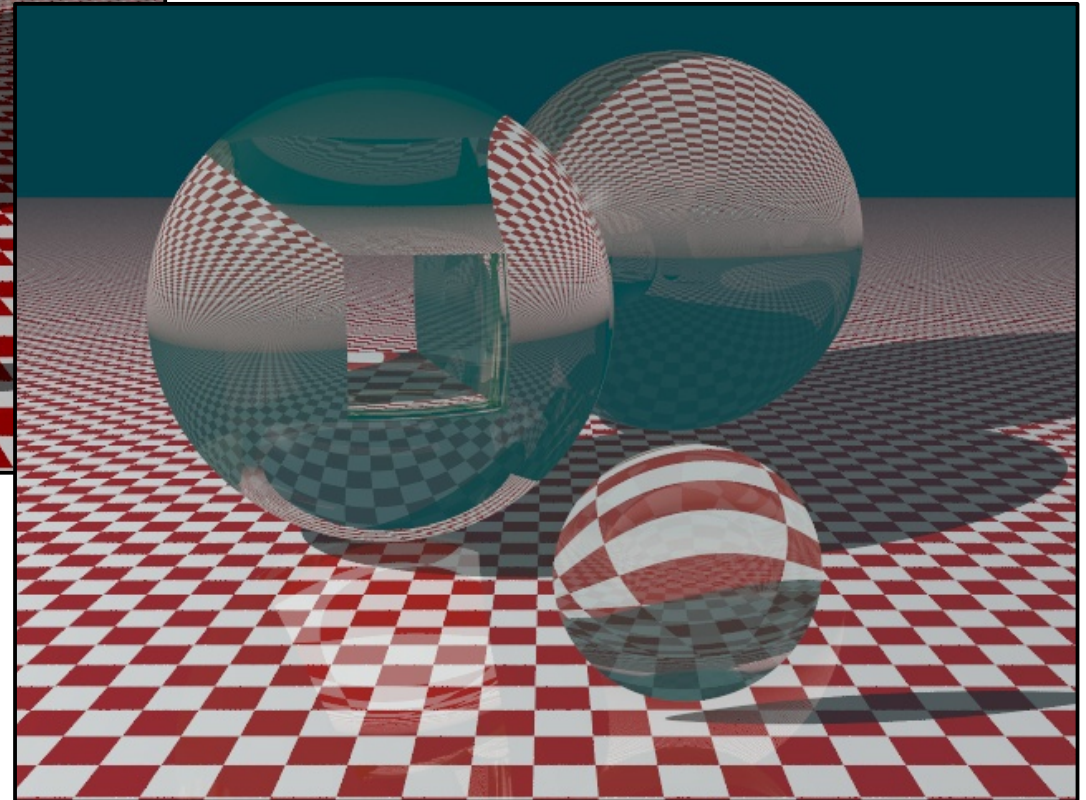
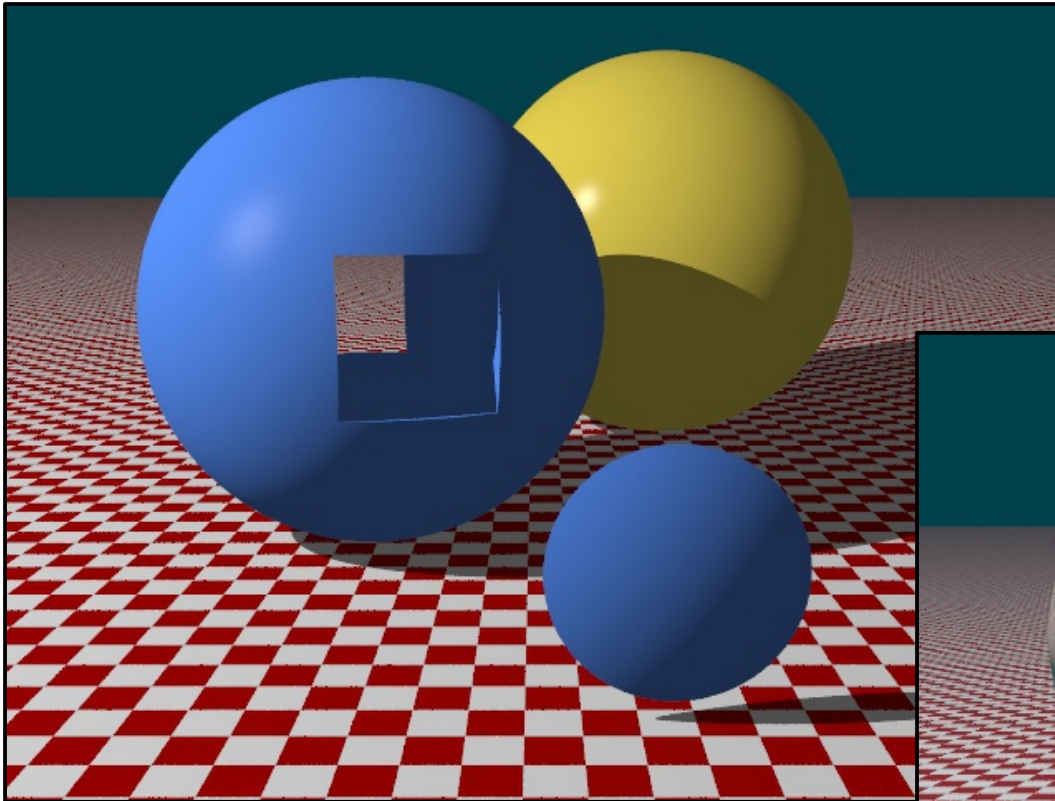
- složitější pravidla přenášení barev při výpočtu množinových operací
- např. speciální barva pro odečtenou část tělesa



# Další ukázky



# Ray tracing: více paprsků, odrazy, lomy...





# Literatura

---

**J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes: *Computer Graphics, Principles and Practice*, 712-714**