

Stínovací algoritmy

© 1996-2019 Josef Pelikán
CGG MFF UK Praha

pepca@cgg.mff.cuni.cz

<http://cgg.mff.cuni.cz/~pepca/>



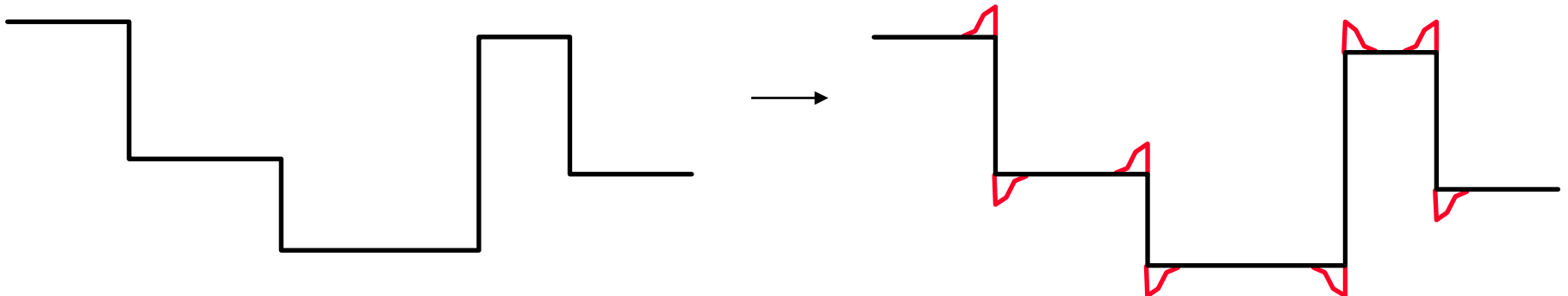
Stínovací algoritmy

- ◆ metody aplikace osvětlovacího modelu při zobrazování plošek (B-rep):
 - ➔ **konstantní stínování**
 - ➔ **spojité stínování**
 - Gouraudova interpolace barvy
 - Phongova interpolace normály



Konstantní stínování

- ◆ spočítám E jednou na každé plošce (např. v těžišti) a plošku vyplním **jednou barvou**
- funguje dobře u **hranatých těles**
- **křivé plochy** aproximované sítí plošek:
 - příliš se zvýrazní umělé hrany tělesa
 - tzv. **Machův efekt** (zrakový systém člověka)





Spojité stínování

- ◆ interpolace barvy - **Gouraudovo stínování**
 - rychlejší, vhodné především pro matné povrchy
 - HW implementace (Silicon Graphics, dnes i běžné grafické akcelerátory)
- ◆ interpolace normály - **Phongovo stínování**
 - pomalejší, realističtější, vhodné pro lesklá tělesa



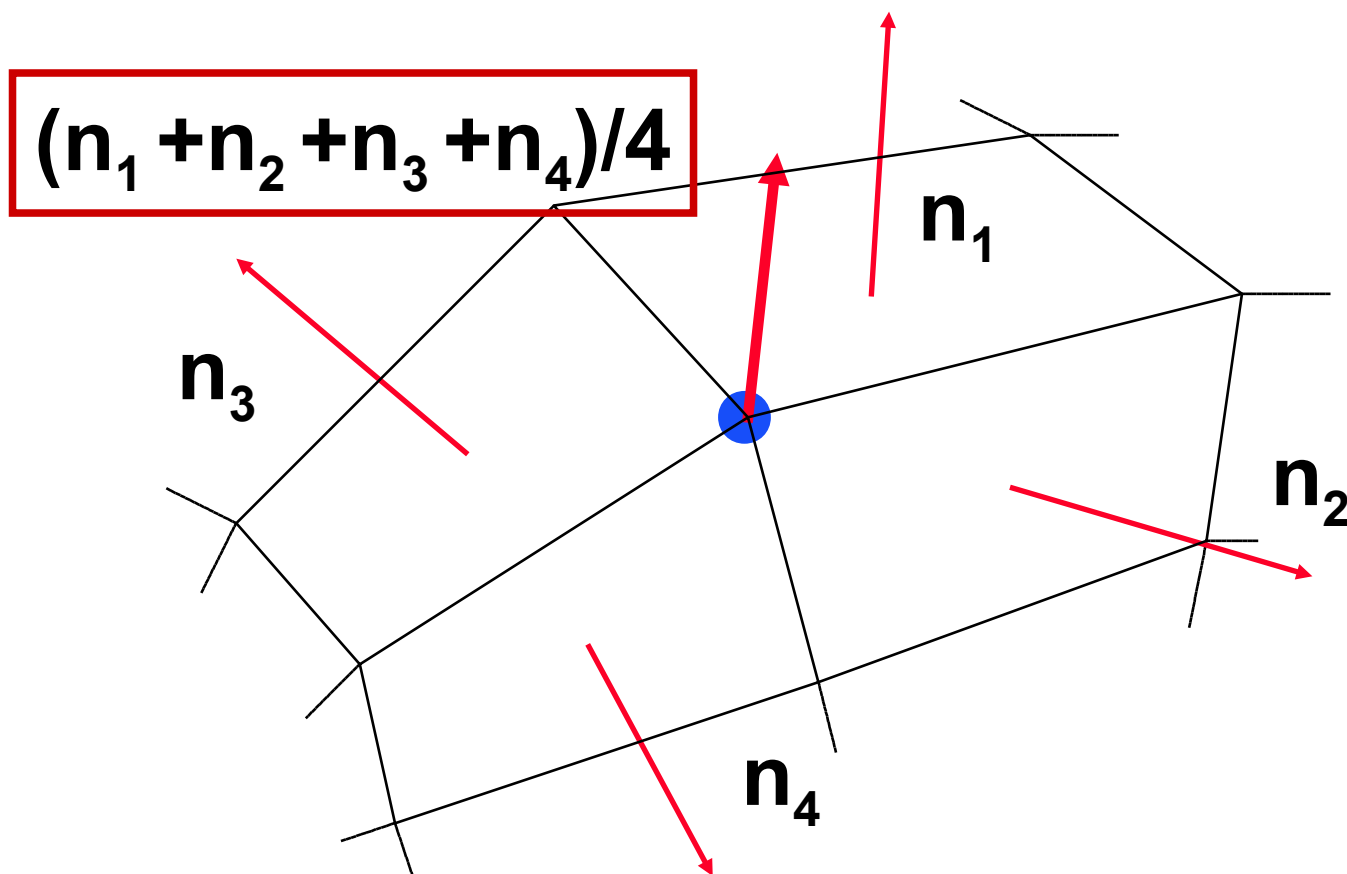
Gouraudovo stínování

- ♦ v **umělých vrcholech** tělesa spočítám **normálový vektor** a z něj **osvětlení** (barvu)
 - aplikace zvoleného modelu osvětlení
- ♦ **uvnitř stěn** počítám barvu **bilineární interpolací**
 - vyplňování řádkovým rozkladem



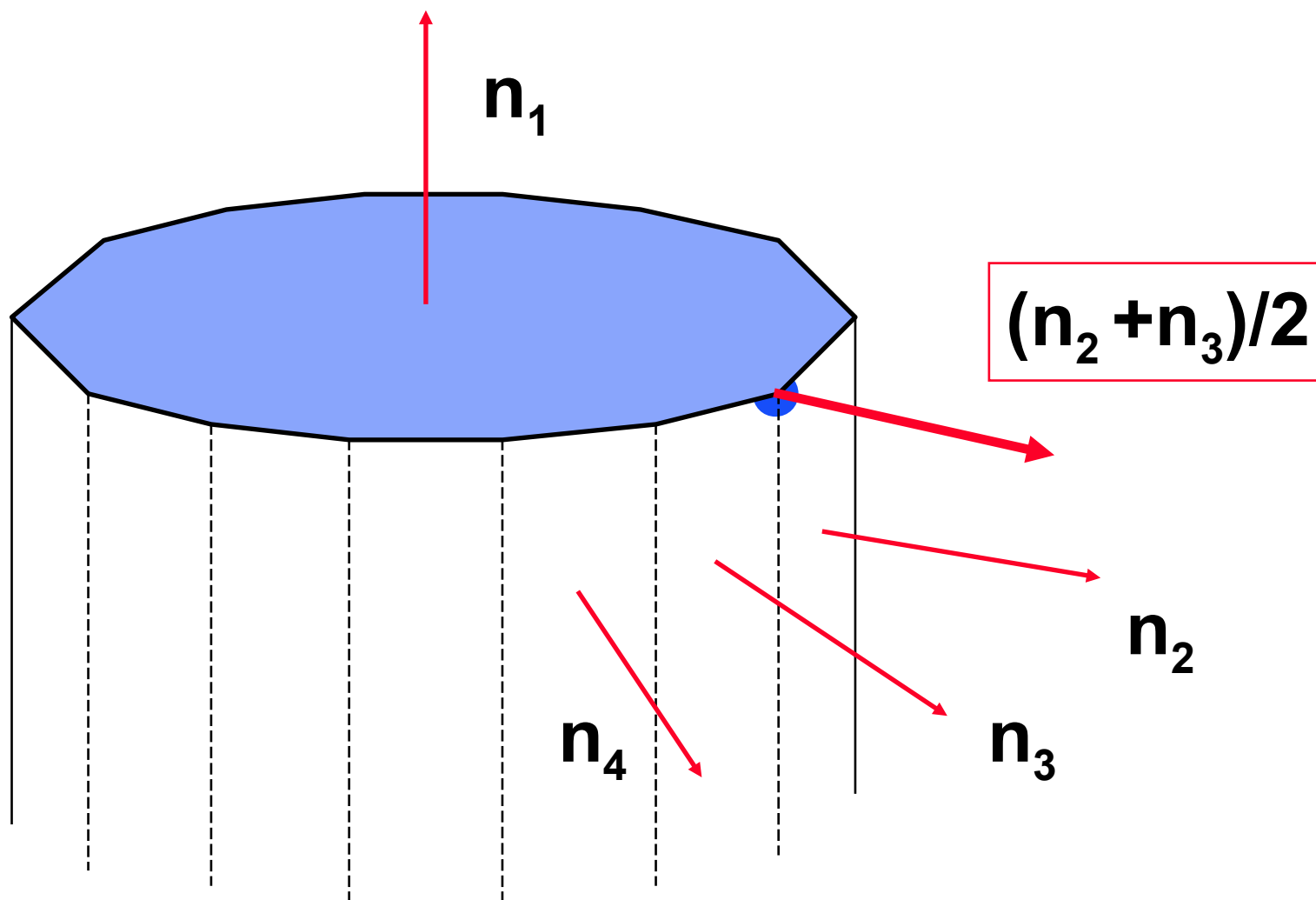
Výpočet normál ve vrcholech

- 1 analyticky - podle přesných vzorců plochy
- 2 aproximací normál sousedních stěn:



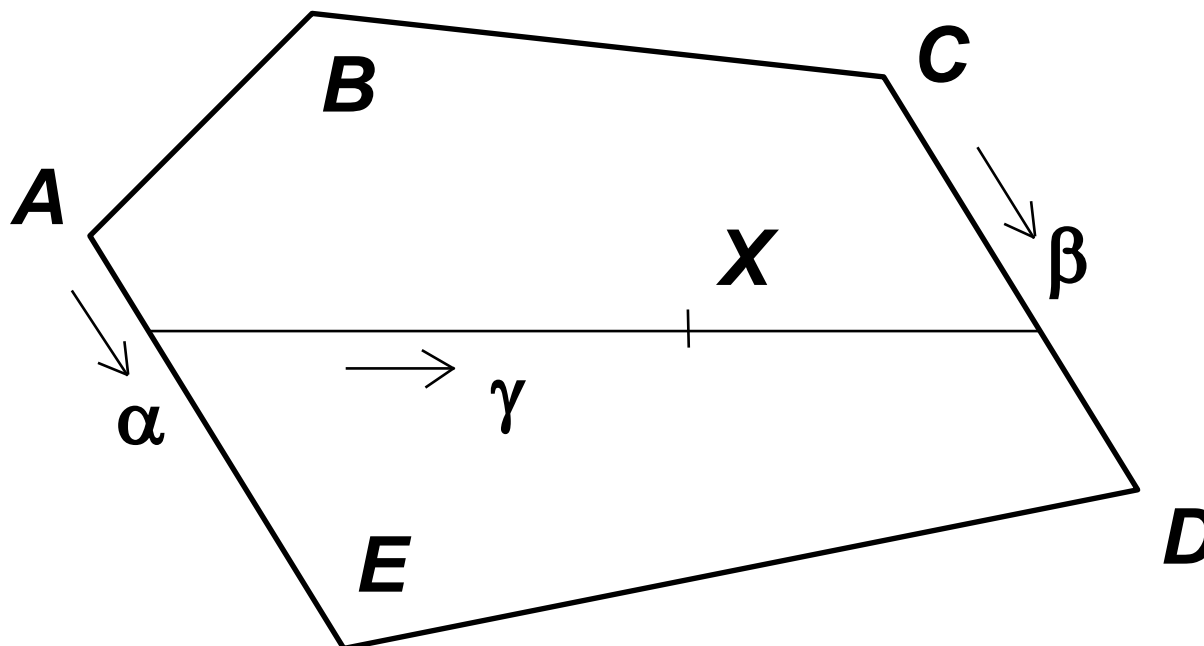


Skutečné a pomocné hrany





Bilineární interpolace

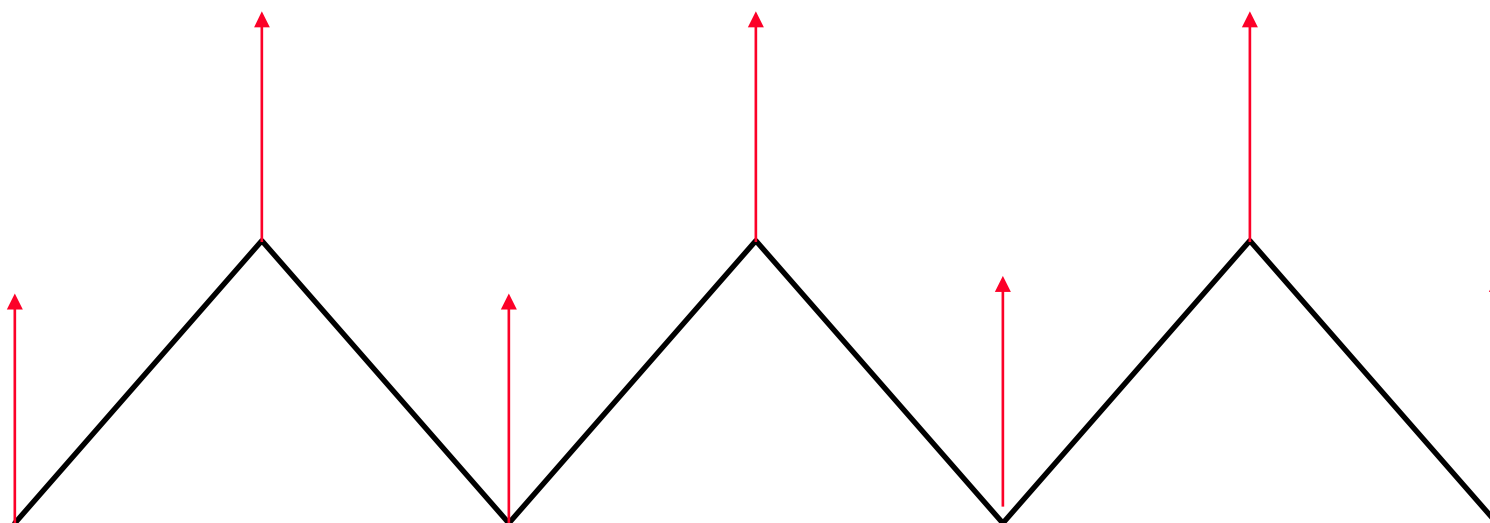


$$\mathbf{f}_X = (1-\gamma) \cdot [(1-\alpha) \cdot \mathbf{f}_A + \alpha \cdot \mathbf{f}_E] + \\ + \gamma \cdot [(1-\beta) \cdot \mathbf{f}_C + \beta \cdot \mathbf{f}_D]$$



Problémy interpolace (barvy)

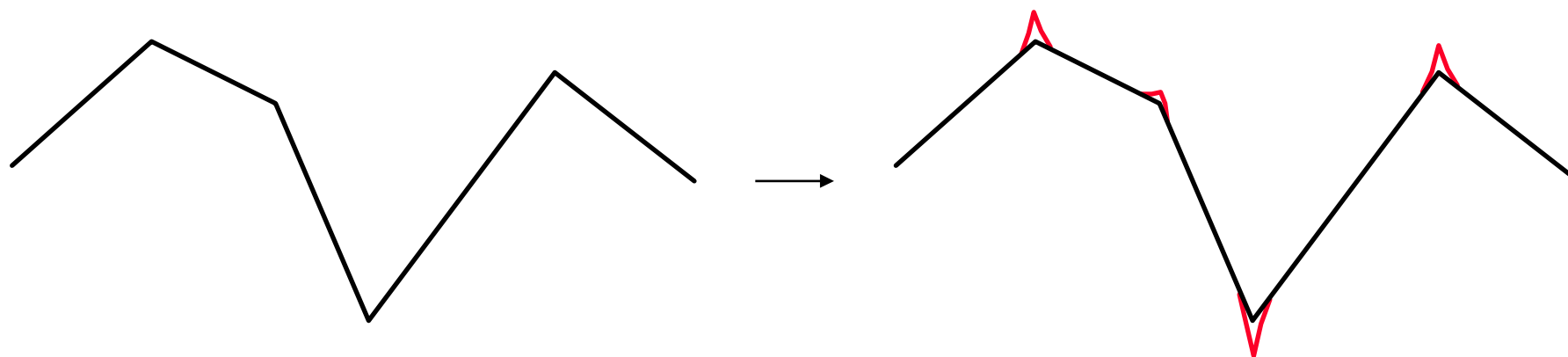
- ◆ špatně vystihuje **maximum odrazu** (zejména zrcadlového odlesku)
- ◆ není invariantní k **otočení!**
- ◆ pozor na **špatný výpočet normál!**





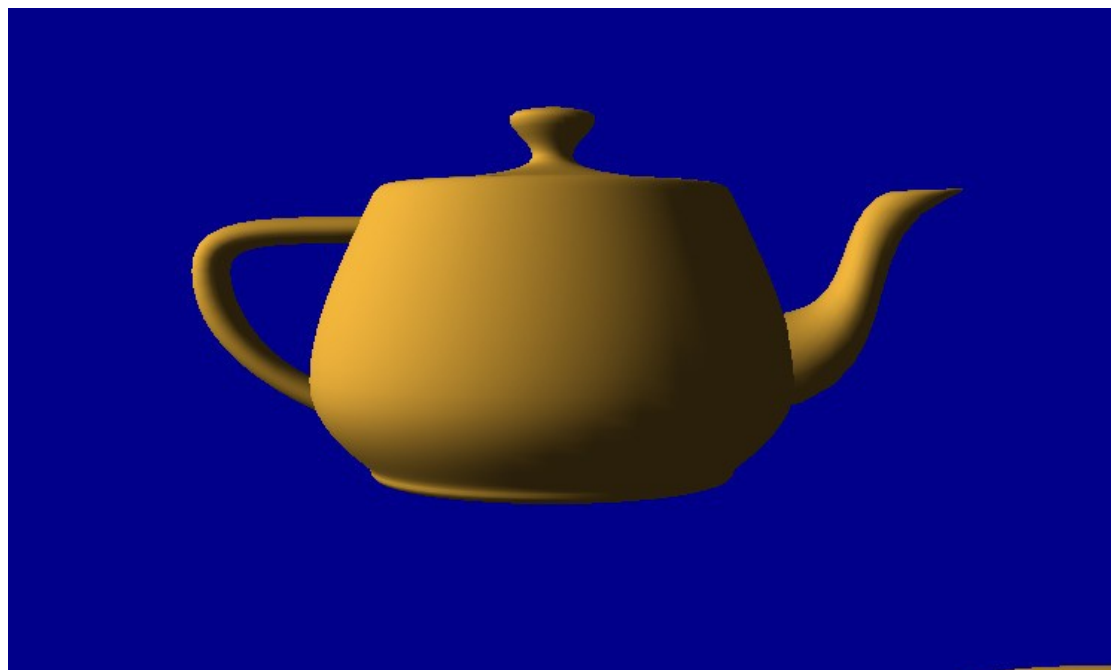
Machův efekt (1865)

- ♦ zvýraznění **nespojité intenzity** nebo její **derivace!**
- ♦ je způsoben **laterální inhibicí** fotoreceptorů (sousedních neuronů) na sítnici
 - aktivovaná buňka potlačuje citlivost sousedních buněk





Interpolace barvy vs. odlesk



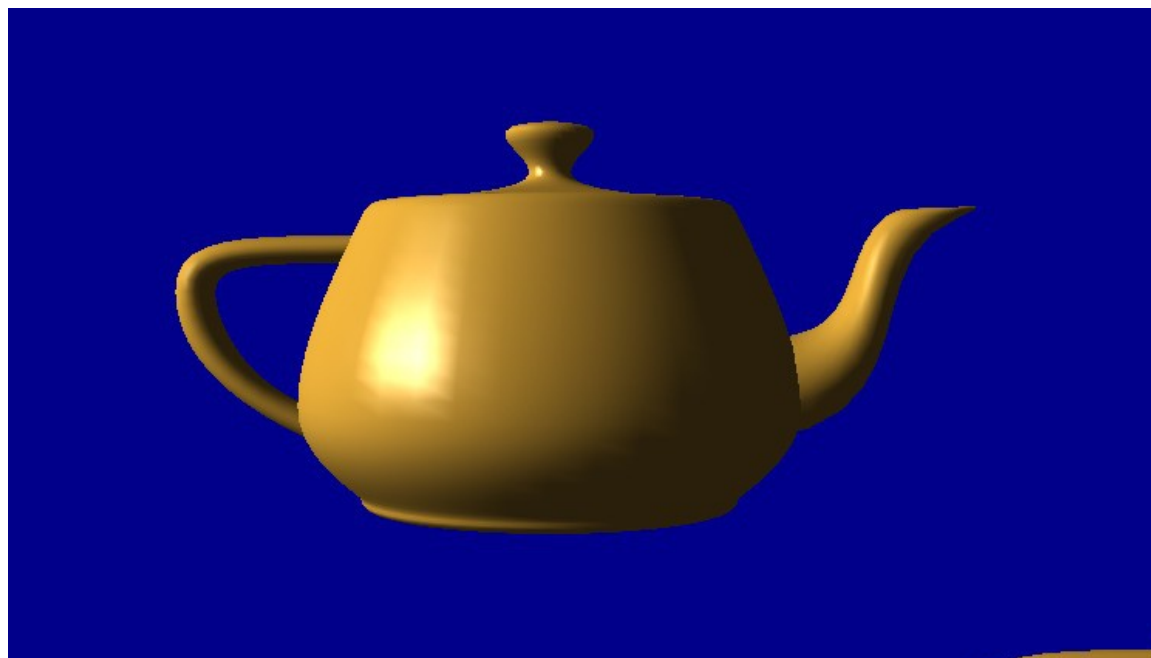


Phongovo stínování

- ♦ **v umělých vrcholech** tělesa spočítám **normálové vektory**
- ♦ **uvnitř stěn** dopočítávám normálu v každém pixelu **bilineární interpolací**
 - vyplňování řádkovým rozkladem
- ♦ **v každém vnitřním pixelu** plochy počítám **osvětlení (barvu)**
 - aplikace zvoleného modelu osvětlení



Interpolace barvy vs. normály





Větší výpočetní náročnost

- ♦ **normálu** dopočítávám **v každém pixelu**
 - bilineární interpolace a normalizace vektoru - výpočet **odmocniny**
 - existují přibližné metody interpolace bez odmocňování
- ♦ **v každém pixelu počítám model osvětlení**
 - skalární součiny, umocňování, dělení



Konec

Další informace:

- **J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes:**
Computer Graphics, Principles and Practice, 734-741
- **Jiří Žára a kol.:** *Počítačová grafika*, principy a algoritmy, 355-361