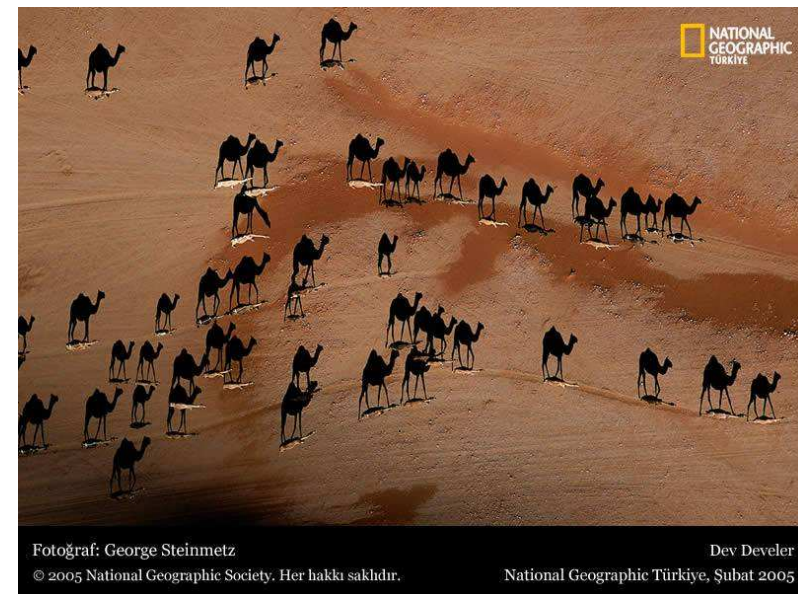
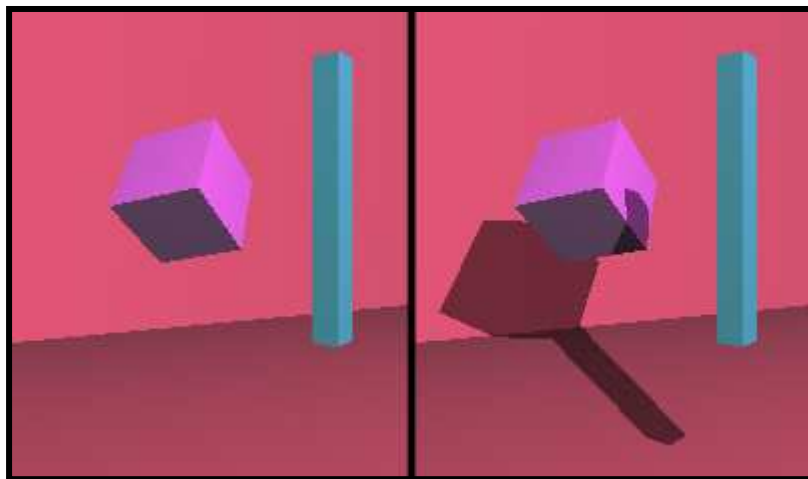


## 6.4. OSTVARIVANJE SJENA

### ULOGA SJENE U PERCEPCIJI (realističniji prikaz scene)

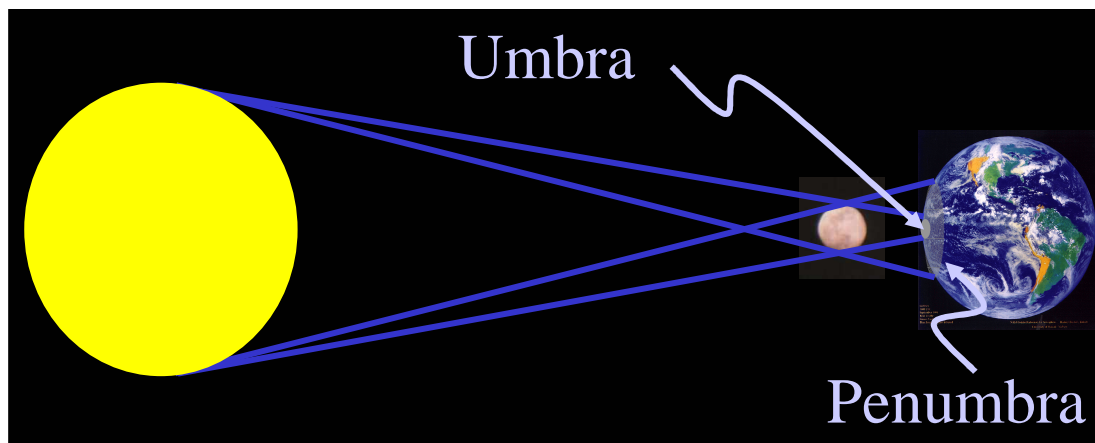
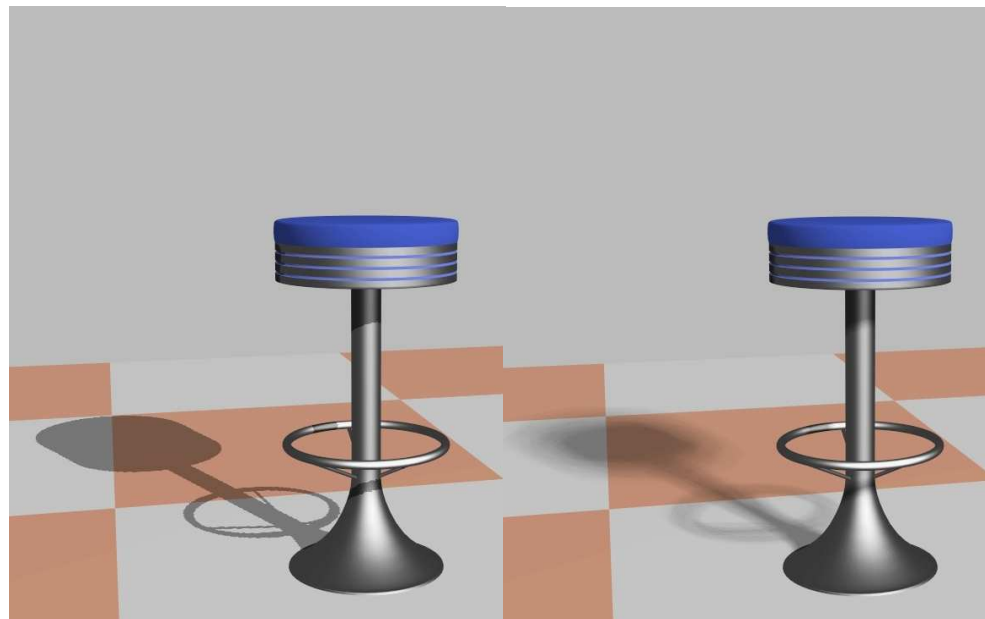
- informacije o položaju objekta u sceni
  - položaj objekta prema podlozi
- oblik objekta
- položaj izvora svjetlosti

[http://www.sandlotscience.com/Distortions/Ball\\_and\\_Shadow.htm](http://www.sandlotscience.com/Distortions/Ball_and_Shadow.htm)



## VRSTE SJENE

- umbra
  - penumbra
- utjecaj više izvora  
izvori koji nisu točkasti



<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/viewtopic.php?t=59>

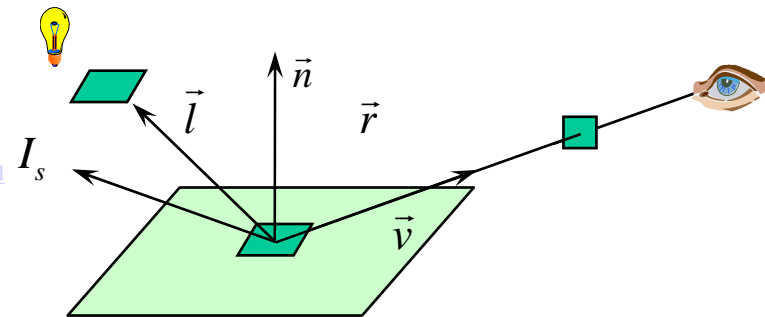
## PODJELA ALGORITAMA

- fizikalno korektno ostvarivanje sjena – važna kvaliteta prikaza
  - postupak praćenja zrake
  - postupak isijavanja - globalni postupci osvjetljavanja
- ostvarivost sjena u stvarnom vremenu – simulacija sjena
  - odvajanje postupka određivanja sjena od postupka osvjetljavanja
  - aproksimacija geometrijskim postupcima
    - lažne sjene
    - projicirane sjene
    - mape sjene
    - volumen sjene

- **POSTUPAK PRAĆENJA ZRAKE**

sam postupak uzima u obzir prepreke prema izvoru

<http://www.gris.uni-tuebingen.de/grisalt/projects/grdev/doc/html/Overview.html>



- **POSTUPAK ISIJAVANJA**

prilikom izračunavanja faktora utjecaja

prepreke su uzete u obzir ( $V_{ij}$ )

- **LAŽNE SJENE (engl. fake shadows)**

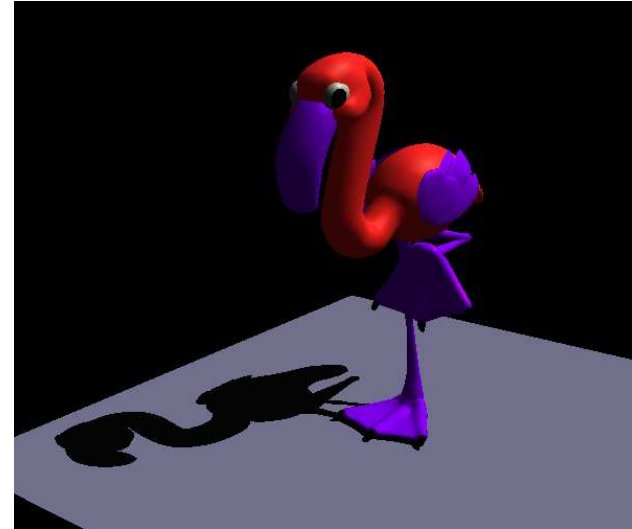
projekcije jednostavnih poligona



©Eidos Interactive

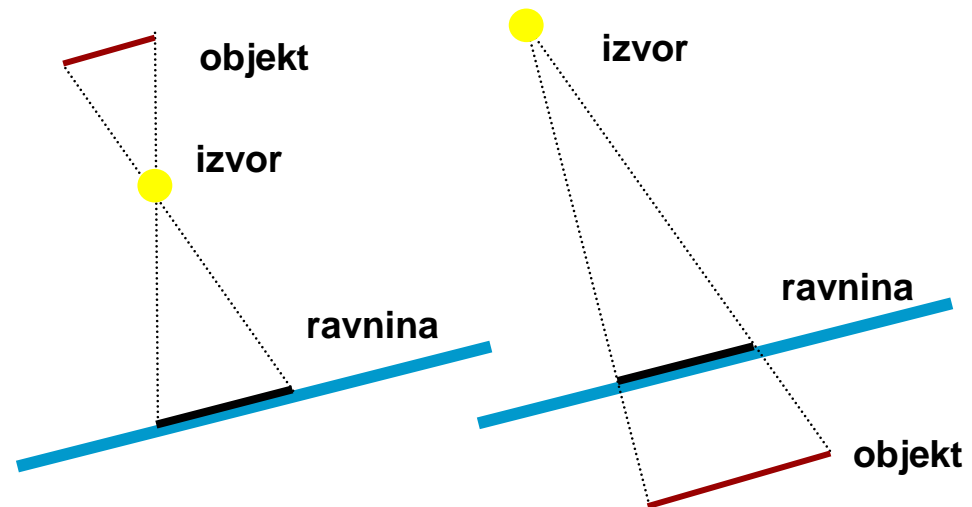
- **PROJICIRANE SJENE (Blinn '88)**  
(engl. planar projected shadows)

- geometrija objekta se projicira na ravninu iz izvora svjetla
- objekt na koji se projicira sjena često nije ravnina – problemi s odsijecanjem
- objekt iza ravnine
- objekt iza izvora



(scena s izvorom u sredini)

- test u z-spremniku
- greške (bias)



## MAPE SJENE (Williams '78)

(engl. shadow maps)

algoritam

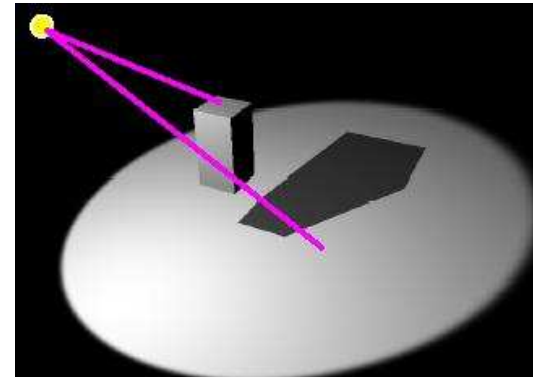
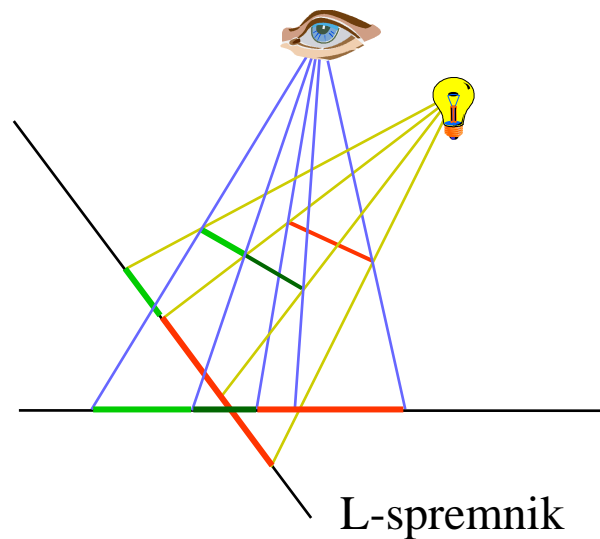
načini prikaz scene gledano iz izvora svjetla

pri tome spremi udaljenosti (L-spremnik)

načini prikaz scene gledano iz očišta

pri tome transformiraj koordinate u sustav izvora i provjeri udaljenost

ako je  $L$  (iz izvora - spremnik)  $<$   $L$  (promatrača) točka je u sjeni



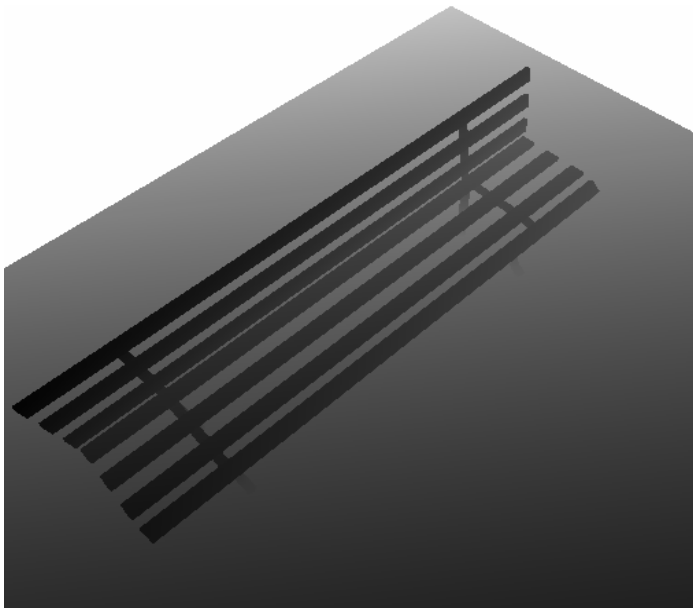
## MAPE SJENE

obično se koristi memorija teksture za L-spremnik, spremnik se transformira u sustav promatrača

nedostatak - zbog ponovljenoga uzorkovanja (veličine i dubine L-spremnika)

može doći do alias učinaka

<http://www.anlonchen.com/cs/CS263Applet/Renderer.html>



## VOLUMEN SJENE (Crow '77)

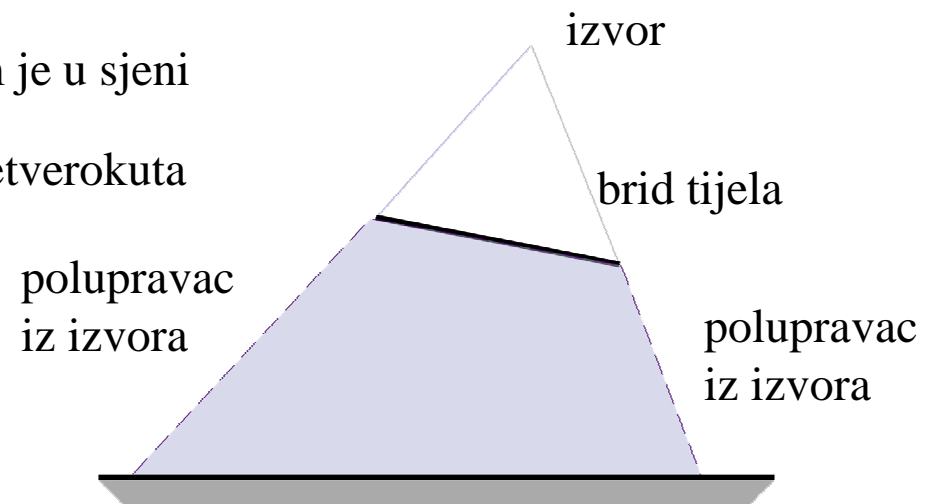
za svaki poligon određuje se poluotvoreni volumen sjene  
volumen sjene određuju poluotvoreni poligoni čiji je jedan kraj određen  
bridom tijela, dva ruba poligona određuju polupravci iz izvora, a  
četvrta stranica poligona je otvorena (obično se ograniči volumenom  
pogleda)

poligoni volumena sjene nevidljivi su za promatrača

poligoni objekta (engl front cap) ovisno o algoritmu su uključeni u  
volumen sjene

prostor ograničen volumenom je u sjeni

npr. trokut će imati tri polu-četverokuta

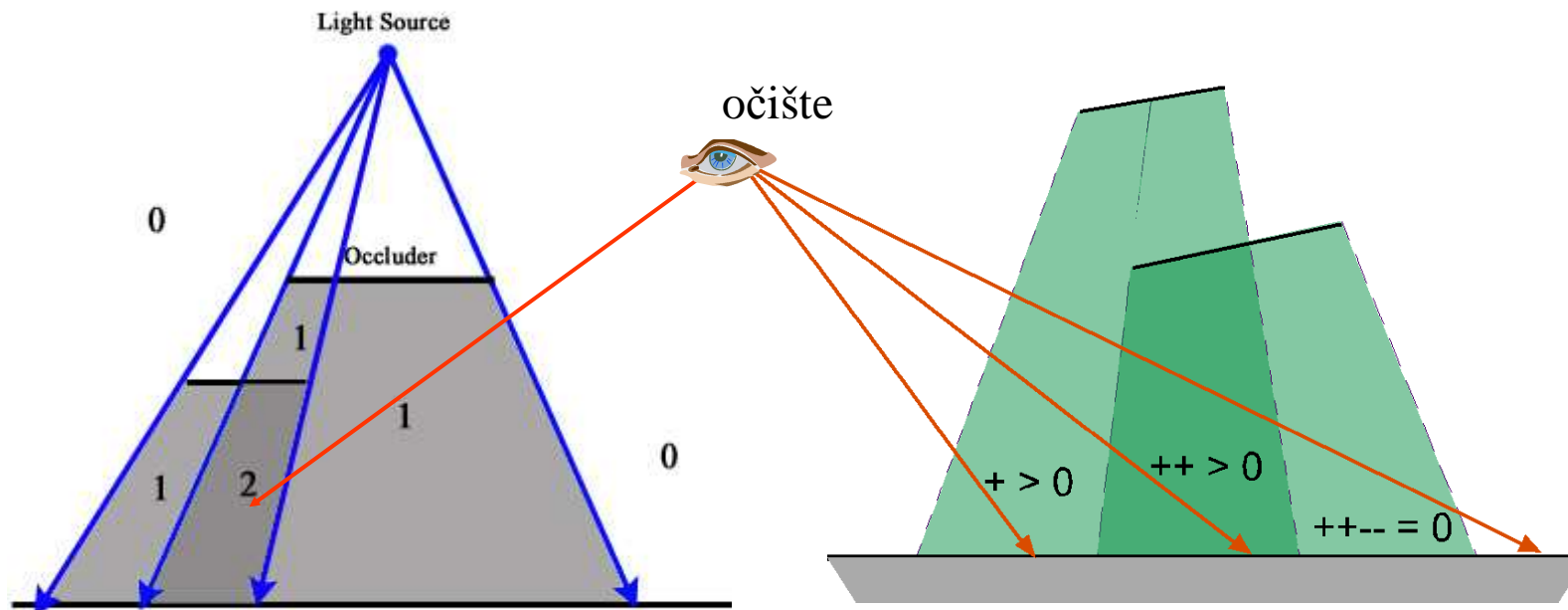




## dubina sjene (engl. depth count)

prolazak zrake iz očišta kroz svaki “prednji” poligon uvećava dubinu sjene (+1), a izlazak iz volumena sjene umanjuje dubinu sjene (-1) poništavajući učinak volumena sjene

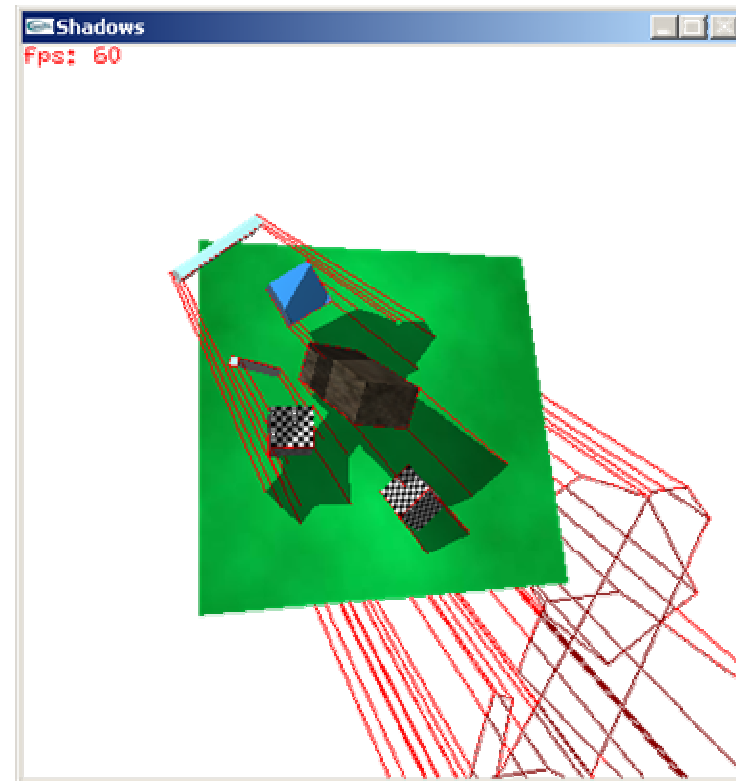
• izvor



## SVOJSTVA ALGORITMA

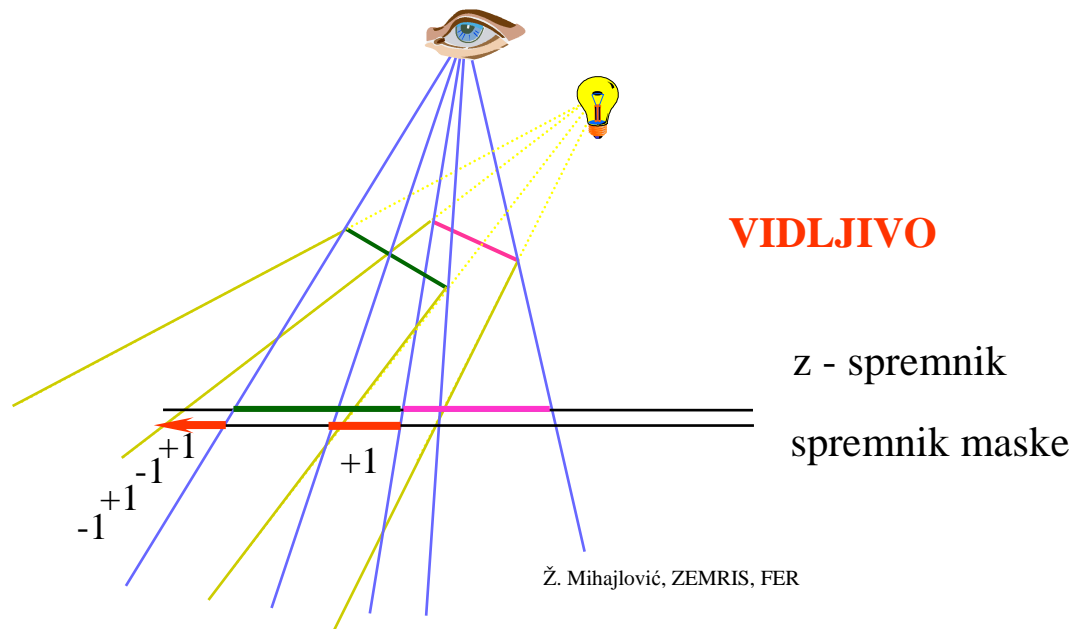
postupak radi u prostoru scene  
pseudo globalan

- objekti mogu međusobno jedan na drugog bacati sjene
  - objekt može sam na sebe bacati sjenu
  - ne uključuje refleksije objekata (pseudo)
- razlikuje jednostruke i višestruke sjene
- mogućnost ostvarivanja penumbre
- ukoliko je promatrač u sjeni
- treba korektna inicijalizacija



## SPREMNIK SJENA – obično se koristi spremnik maske (engl. stencil buffer)

- spremnik maske dodatni je spremnik i koristi se slično kao z-spremnik, samo što se u njega ne upisuju udaljenosti već služi kao brojač
- u spremnik maske se projiciraju prvo svi prednji poligoni volumena sjene, vrijednost se uvećava za 1, u drugom prolazu projiciraju se stražnji poligoni a vrijednosti u spremniku se umanjuju za 1 (# samo za vidljive dijelove)
- ako je vrijednost u spremniku  $\neq 0$ , dio scene je u sjeni
- uobičajeno je sklopovski podržan
- veličina je obično 8 bita – spremnik se može prepuniti !



## SILUETA OBJAKTA (engl. silhouette)

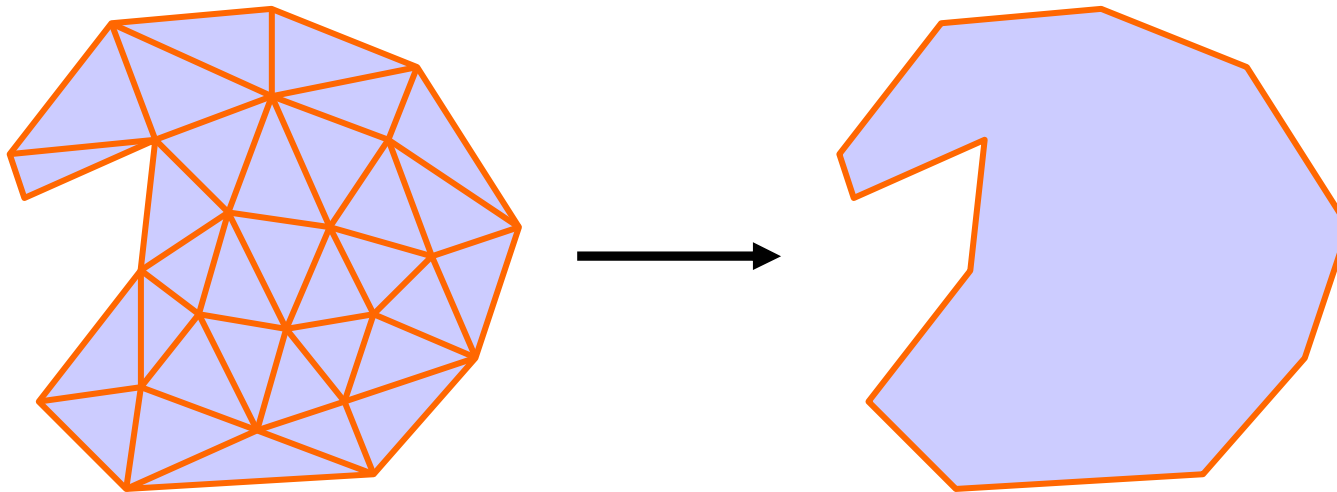
kako bi se umanjio broj poligona volumena objekta određuje se silueta objekta (rubni bridovi objekta prema svjetlu)

nije sklopovski podržano - CPU

algoritam A: (siluetu čine bridovi poligona koji se pojavljuju samo jedanput u popisu)

- za svaki poligon okrenut prema izvoru upiši bridove u list
- ukoliko se već nalaze u listi obriši ih

algoritam B: (siluetu čine bridovi poligona koji su suprotne orijentacije normala: jedan je vidljiv iz izvora, a drugi ne)



## ALGORITAM VOLUMENA SJENA UZ SPREMNIK MASKE

1. načini prikaz scene samo s ambijentnim osvjetljenjem i popuni se z-spremnik
2. za svaki izvor odredi područja koja su u sjeni (popuni spremnik maske)
  1. odredi volumen sjene
  2. popuni spremnik maske
3. iscrtavanje osvijetljenog dijela scene

## POPUNJAVANJE SPREMNIKA MASKE

algoritam Zpass : ako je točka koja se iscrtava vidljiva (z-buffer)

+1 za prednji poligon

-1 za stražnji poligon

u ovom algoritmu može doći do problema prilikom odsijecanja volumena sjene prednjom ravninom odsijecanja

algoritam Zfail : ako točka koja se iscrtava nije vidljiva (z-buffer)

+1 za stražnji poligon

-1 za prednji poligon

u poligone volumena sjene treba uključiti i stražnju kapu volumena sjene

## PROBLEM ODSIJECANJA VOLUMENOM POGLEDA

