Računarska grafika

JavaFX – materijal

Pojam materijala

- Na prikaz (izgled) površi objekta utiču:
  - njegova geometrija
  - položaj i orijentacija kamere
  - svetla kojima je obasjan
  - osobine materijala površi objekta
- JavaFX omogućava definisanje osobina materijala 3D objekata
  - apstraktna klasa `Material` apstrahuje osobine materijala
- Ako je definisan objekat `Shape3D obj` i materijal `Material mat` materijal objekta se može postaviti pozivom:

```
obj.setMaterial(mat);
```

- Materijali su deljivi između više čvorova tipa `Shape3D`

Fongov materijal

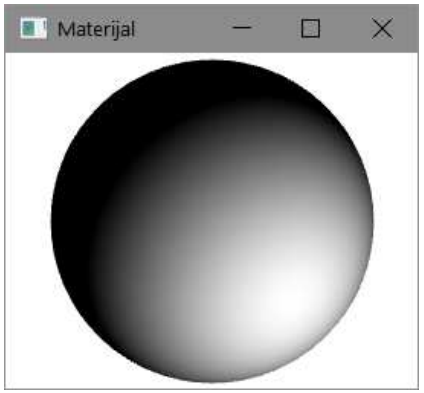
- U biblioteci JavaFX jedini konkretan materijal je `PhongMaterial`
  - klasa je izvedena iz klase `Material`
- Obe klase pripadaju paketu `javafx.scene.paint`
- Na material tipa `PhongMaterial` se primenjuje:
  - Fongov model osvetljenja (koji podržava i efekat refleksije materijala) i
  - Fongovo senčenje
- Fongov materijal ima i druga interesantna svojstva
  - lista je data na sledećem slajdu

Svojstva klase `PhongMaterial`

- Klasa `PhongMaterial` ima sledeća svojstva:
  - difuzna boja: `diffuseColor`
  - mapa difuzije (tekstura): `diffuseMap`
  - boja odsjaja: `specularColor`
  - snaga odsjaja: `specularPower`
  - mapa odsjaja: `specularMap`
  - mapa reljefa: `bumpMap`
  - mapa samo-osvetljenja: `selfIlluminationMap`

Primer

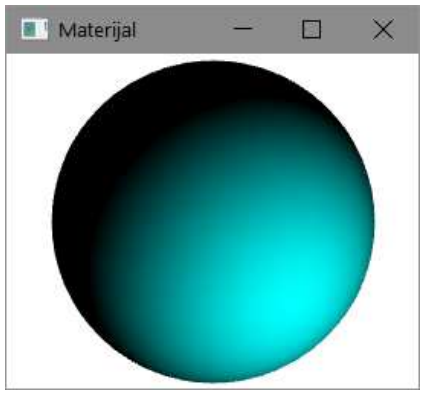
```
Sphere lopta = new Sphere(100);
// Pozicioniranje lopte
PhongMaterial mat = new PhongMaterial();
// Ovde će biti dodavan kod
// koji upravlja atributima materijala
lopta.setMaterial(mat);

PointLight svetlo = new PointLight();
// Pozicioniranje svetla
Group koren = new Group(lopta, svetlo);
```



Difuzna boja

- Difuzna boja (`DiffuseColor`)
  - boja materijala od kojeg se svetlo difuzno odbija
  - utiču i izvori ambijentalnog svetla i tačkasti izvori svetla
  - na svetlo od tačkastog izvora se primenjuje model difuznog osvetljenja
- Difuzna boja određuje boju komponente odbijene svetlosti kada je objekat obasjan samo belom svetlošću
- Ako se postavi samo ovo svojstvo materijala
  - objekat je monolitno obojen, uz odgovarajuće senčenje
- Primer:

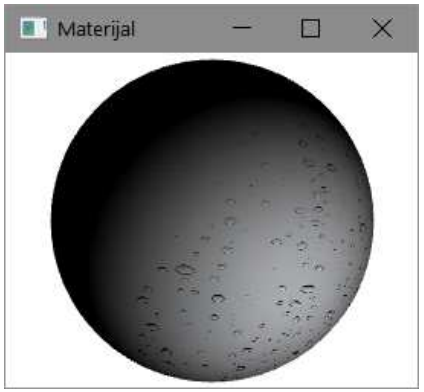
```
mat.setDiffuseColor(Color.CYAN);
```



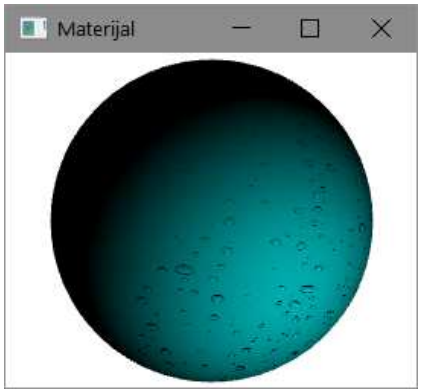
Mapa difuzije

- Mapa difuzije (`diffuseMap`)
  - pravougaona tekstura
  - može se formirati na osnovu učitane slike
  - slika se preslikava na trouglove mreže objekta

```
mat.setDiffuseMap(
new Image("kapi.jpg"));
```




```
mat.setDiffuseColor(Color.CYAN);
mat.setDiffuseMap(new Image("kapi.jpg"));
```



Odsjaj

- Komponenta odbijene svetlosti koja predstavlja odsjaj svetosnog izvora od površi objekta
- Refleksiona (spekularna) komponenta osvetljenja
- Računa se na osnovu Fongovog modela osvetljenja
- Komponenta odsjaja je opisana svojstvima:
  - boja odsjaja (`specularColor`)
  - snaga odsjaja (`specularPower`)
  - mapa odsjaja (`specularMap`)

Mapa odsjaja

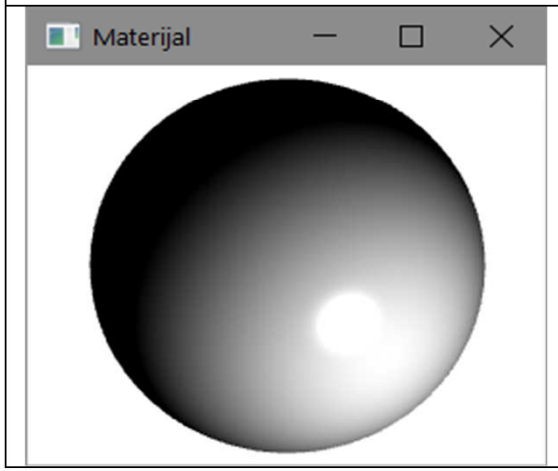
- Mapa odsjaja (`specularMap`) omogućava da različiti delovi površi objekta imaju različitu refleksionu moć
- Kao i za mapu difuzije, za mapu odsjaja se koristi tekstura formirana na osnovu učitane slike
- Boja piksela na mapi odsjaja utiče na boju piksela površi objekta
  - crna boja potpuno sprečava odsjaj
  - bela omogućava puni intenzitet odsjaja
- Mapa odsjaja se preslikava na trouglove koji čine mrežu objekta na isti način kao mapa difuzije

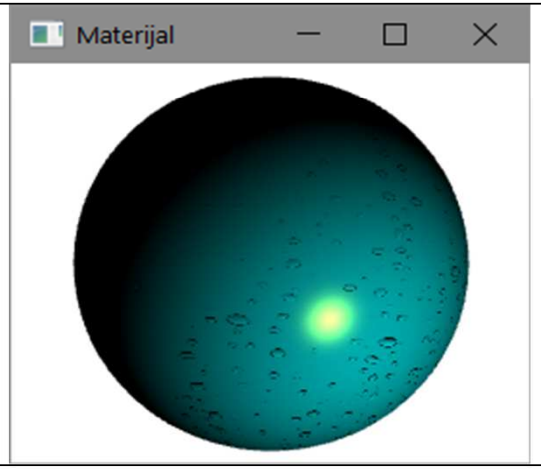
Boja i mapa odsjaja - primer

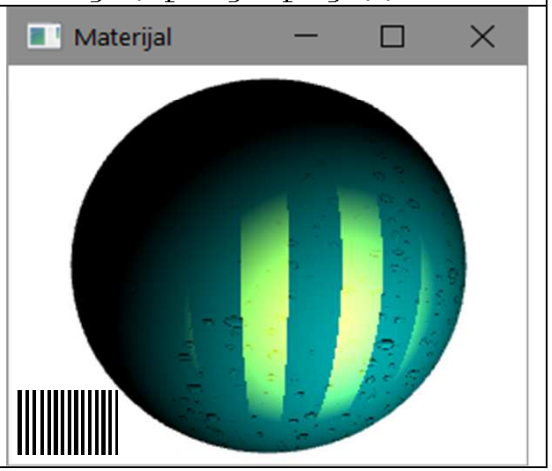
```
mat.setSpecularColor(
 Color.WHITE);
```

```
mat.setDiffuseColor(
 Color.CYAN);
mat.setDiffuseMap(new
 Image("kapi.jpg"));
mat.setSpecularColor(
 Color.YELLOW);
```

```
mat.setDiffuseColor(
 Color.CYAN);
mat.setDiffuseMap(new
 Image("kapi.jpg"));
mat.setSpecularColor(
 Color.YELLOW);
mat.setSpecularPower(1);
mat.setSpecularMap( new
 Image("pruge.png"));
```





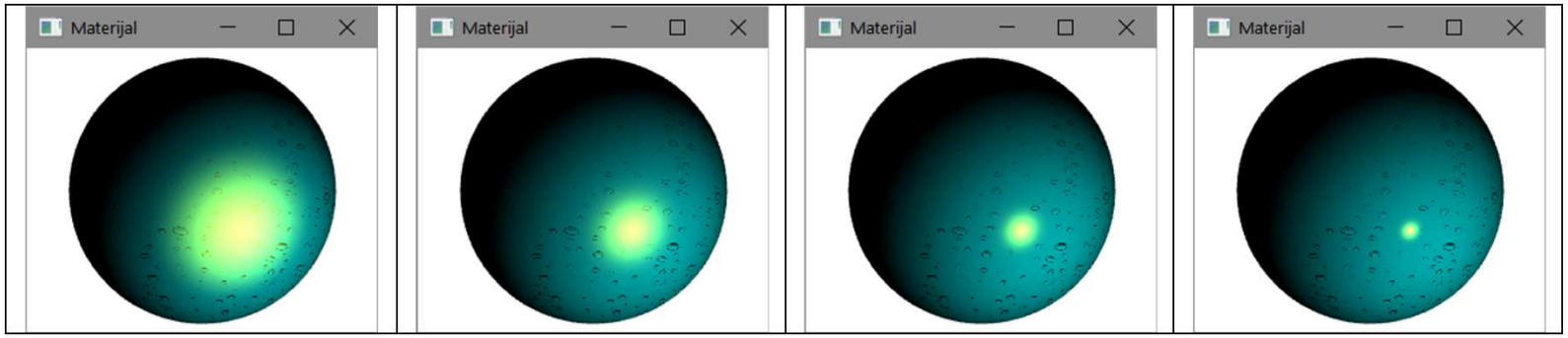


SP=32

SP=1

Snaga odsjaja

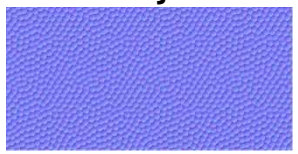
- Što veća snaga, to bolji fokus odsjaja
- U formuli za komponentu odsjaja $(R \bullet V)^n$:
  n=(`specularPower`*intenzitet(`specularMap`))
- Podrazumevana snaga odsjaja je SP=32

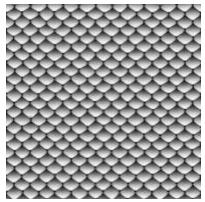


SP=2 SP=8 SP=32 SP=128

Mapa reljefa (neravnina)

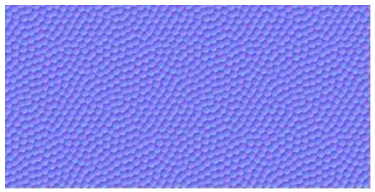
- Mapa reljefa (`bumpMap`) se koristi
  za vizuelni efekat neravne površi objekta
- Sadrži matricu normala, da bi se efektom osvetljenja
  proizveo vizelni efekat udubljenja/ispupčenja na površi objekta
- Kao i prethodne mape i ova se može formirati od učitane slike
  - RGB vredosti piksela → komponente jediničnih vektora normale
    u datoj tački posle preslikavanja mape na trougaonu mrežu objekta
  - slika je u plavičastim nijansama
- Druga varijanta mape reljefa (JavaFX ne podržava):
  - vertikalno odstupanje tačke od horizontalne provrši
  - slika je u skali sive: bela – maks. ispupčenje,
    crna – maks. udubjenje





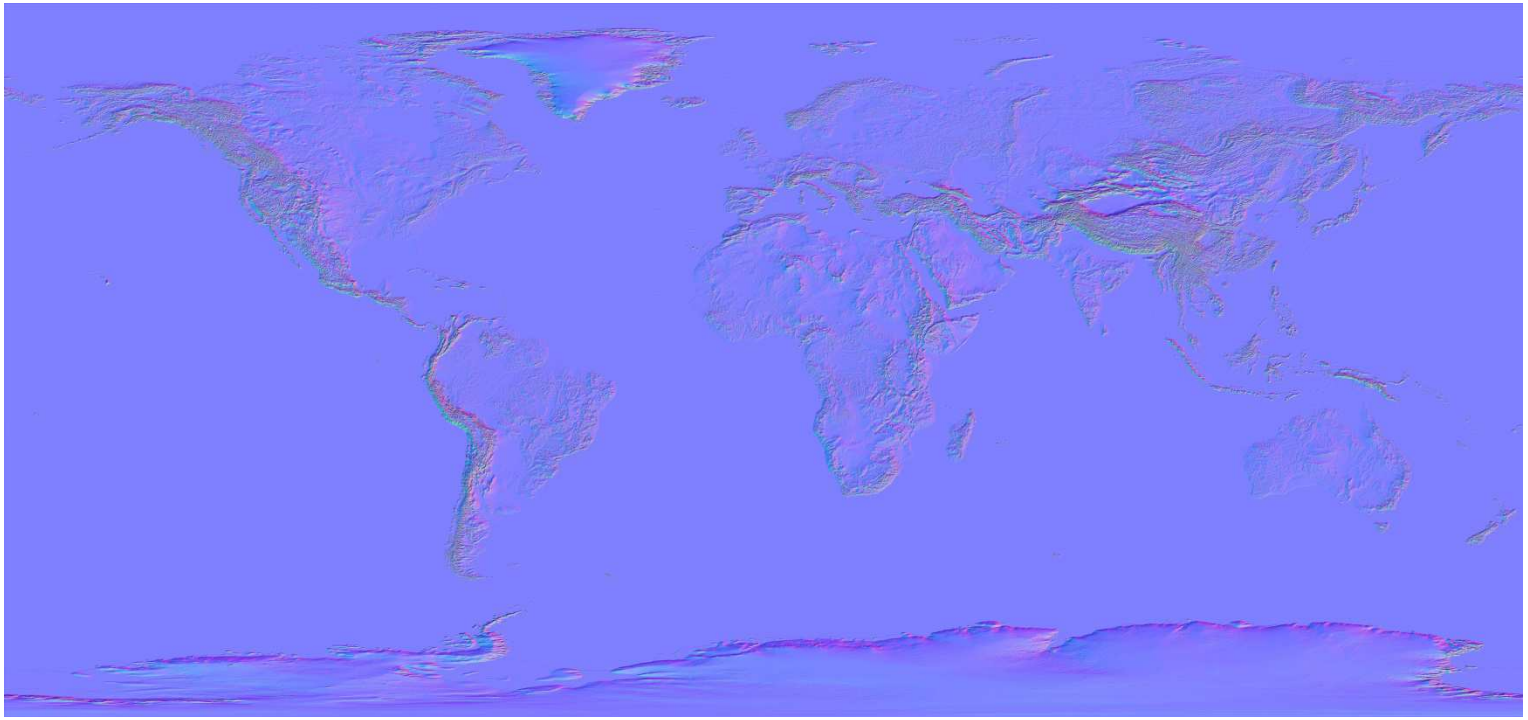
Mapa reljefa zadatog normalama

- Svaka komponenta jediničnog vektora → vrednost u rasponu [-1, 1]
- Odgovarajuće komponente boje (r,g,b), u rasponu [0, 1]:
  r=(x+1)/2, g=(y+1)/2, b=(z+1)/2
- Vektor koji je normalan na XoY površ ima vrednost (0, 0, 1)
  - vrednosti RGB boje za njega: (0.5, 0.5 , 1)
  - piksel odgovarajuće slike ima najintenzivniju plavu komponentu
- Vektori svih normala, osim u tačkama gde postoje neravnine u odnosu na geometrijsku površ, treba da budu (0, 0, 1),
  - razlog zašto su slike koje predstavljaju mape neravnina zadate normalama u plavičastim nijansama



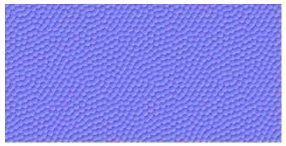
Primer – mapa reljefa Zemlje

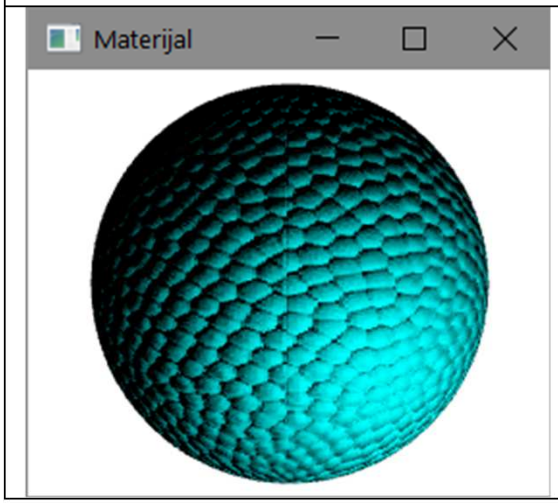
(0.5,0.5,1) (0.5,1,0.5) (1,0.5,0.5)



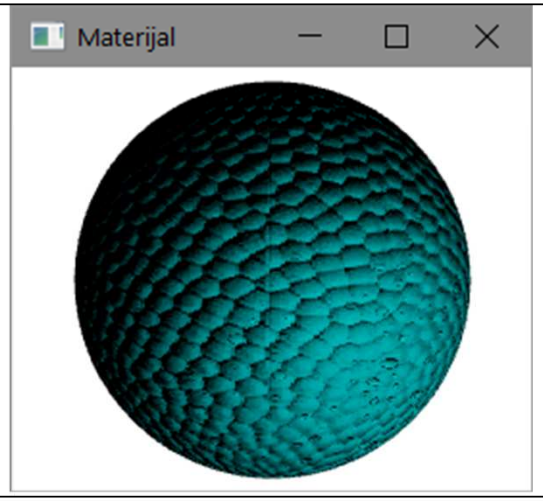
Mapa reljefa – primer

```
mat.setDiffuseColor(
 Color.CYAN);
mat.setBumpMap(new
 Image("normale.jpg"));
```

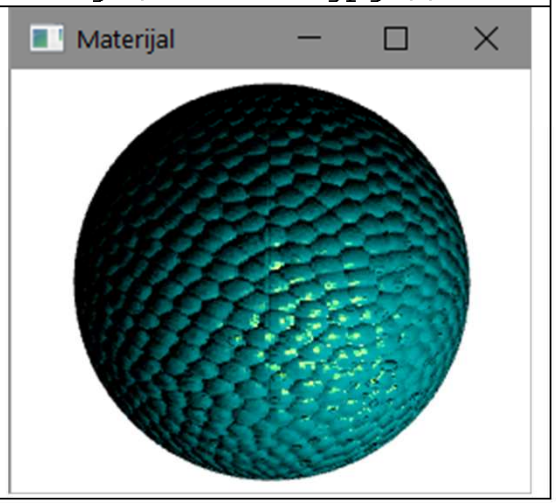





```
mat.setDiffuseColor(
 Color.CYAN);
mat.setDiffuseMap(new
 Image("kapi.jpg"));
mat.setBumpMap(new
 Image("normale.jpg"));
```

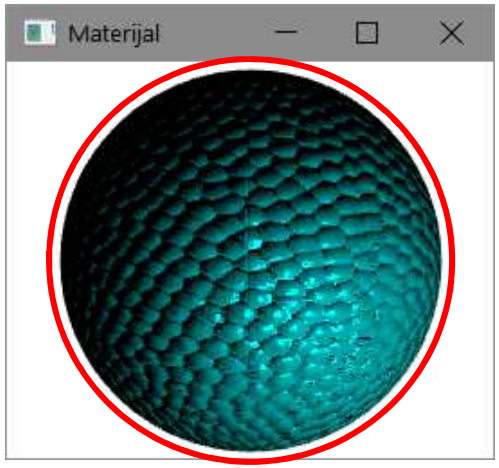



```
mat.setDiffuseColor(
 Color.CYAN);
mat.setDiffuseMap(new
 Image("kapi.jpg"));
mat.setSpecularColor(
 Color.YELLOW);
mat.setBumpMap(new
 Image("normale.jpg"));
```



Nedostatak mape neravnina

- Primenom mape neravnina ne menja se geometrija objekta
- Samo se postiže vizuelni efekat osvetljaja na njegovoj površi
- Da se ne menja geometrija se može uočiti posmatranjem konture
  - na njoj ne postoje neravnine u odnosu na model

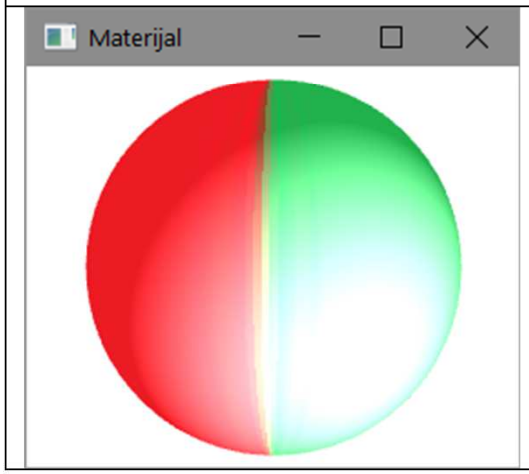


Samo-osvetljenje

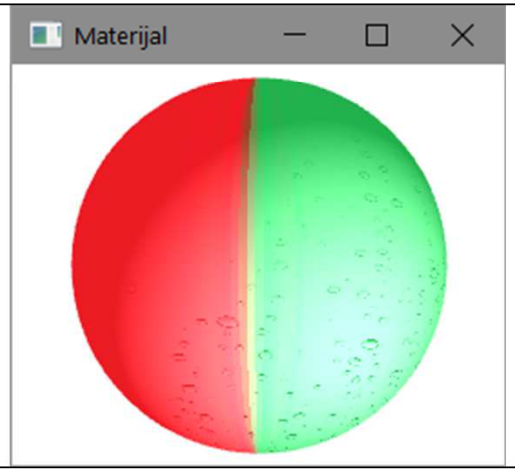
- Mapa samo-osvetljenja (`selfIlluminationMap`)
  - koristi se za objekte koji su iznutra osvetljeni, kao što su lampe
- Mapa određuje treću komponentu osvetljenosti tačke površi objekta (osim difuzne i komponente odsjaja)
- Difuzna i komp. odsjaja određuju boju na osnovu odbijene svetlosti
- Komp. samo-osvetljenja potiče od zračenja samog objekta
  - odnosno simulirane propuštene svetlosti iz unutrašnjosti objekta
- Koristi se slika čiji pikseli, posle preslikavanja na mrežu objekta, određuju boju i intenzitet samo-osvetljaja u datoj tački površi
- Tamnije nijanse isijavaju manje sopstvenog svetla

Samo-osvetljenje – primer

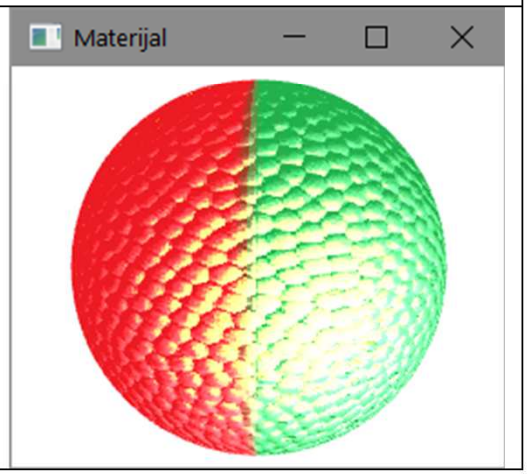
```
mat.setSelfIlluminationMap
(new Image("cr_zel.jpg"));
```




```
mat.setDiffuseMap(new
 Image("kapi.jpg"));
mat.setSelfIlluminationMap
(new Image("cr_zel.jpg"));
```




```
mat.setDiffuseMap(new
 Image("kapi.jpg"));
mat.setSpecularPower(1);
mat.setSpecularColor(
 Color.YELLOW);
mat.setBumpMap(new
 Image("normale.jpg"));
mat.setSelfIlluminationMap
(new Image("cr_zel.jpg"));
```



Osvetljenje – boja u tački

- Sledeći pseudo-kod predstavlja algoritam izračunavanja boje u tački

```
za svaki izvor i ambijentalnog svetla {
    ambient += lightColor[i]
}
za svaki izvor i tačkastog svetla {
    diffuse += (L[i] · N) * lightColor[i]
    specular += ((R[i] · V) ^
                 (specularPower * intensity(specularMap)))
                * lightColor[i]
}
color = (ambient + diffuse) * diffuseColor * diffuseMap
           + specular * specularColor * specularMap
           + selfIlluminationMap
```

Napomena

- Voditi računa da materijal nije modalni atribut
  - promena svojstava materijala se primenjuje i na objekte kojima je prethodno postavljen taj materijal
- Primer:

```
PhongMaterial mat = new PhongMaterial();
mat.setDiffuseMap( new Image("tekstura1.jpg"));
podloga.setMaterial(mat);
mat.setDiffuseMap( new Image("tekstura2.png"));
objekat.setMaterial(mat);
```

- Posledica:
  - i podloga i objekat će dobiti istu teksturu `tekstura2.png`