

# Fotometrija

## mersko vrednotenje svetlobe

### Svetloba kot del EM spektra

Pri fotometriji svetlobo obravnavamo kot del elektromagnetnega spektra, ki se nahaja med mikrovalovi in rentgenskimi žarki.

Ima pa tudi določene lastnosti toka delcev.

### Svetloba in vidna svetloba

Človeško oko zazna le del spektra svetlobe vidno svetlobo.

### Področja svetlobe

1.000.000 nm IB-C, 3.000 nm IR-B, 1.400 nm IR-A sevanje, 760-830 nm, 360-400 nm UV-A žarki Vidna svetloba, 315 nm UV-B, 280 nm UV-C 100 nm

### Fizikalno merjenje svetlobe

Veda, ki se v fiziki ukvarja z meritvami elektromagnetnih valovanj, torej tudi svetlobe, se imenuje: RADIOMETRIJA.

### Fizikalno merjenje svetlobe

Radiometrija pozna 4 glavne veličine:

- sevalni tok ali flux,
- jakost sevanja,
- obsevanost in
- sevalnost.

### Energija in moč, ki jo oddaja vir

Vir s sevanjem oddaja energijo in moč.

Govorimo o sevalnem toku ali fluksu (radiant flux), ki predstavlja energijo, ki jo vir izseva v enoti časa.

$\Phi_e$  sevalni tok (W)

### Jakost sevanja

Če vir ne seva energije v vse smeri enakomerno, lahko govorimo o jakosti sevanja (radiant intensity).

Jakost sevanja je definirana s pomočjo sevalnega toka v enoti prostorskega kota.

$$I_e = \Phi_e / \omega$$

jakost sevanja (W/sr)

### **Prostorski kot**

Prostorski kot je definiran kot razmerje med površino krogelnega izseka in polmerom krogle. Enota je steradian (sr).

Podobno je definiran tudi ravninski kot: kot razmerje med krožnim lokom in polmerom kroga. Enota je radian (rd).

$$\omega = A/r^2$$

### **Obsevanost**

Obsevanost (irradiance) je merilo za količino sevalnega toka, ki pada na neko ploskev oziroma ploskovno gostoto sevalnega toka.

Ee obsevanost (W/m<sup>2</sup>)

$$E_e = \Phi_e / A$$

### **Sevalnost**

S sevalnostjo (radiance) označimo jakost sevanja določene ploskve pod določenim kotom.

Le sevalnost (W/rd m<sup>2</sup>)

$$L_e = I_e / A \cdot \cos\theta$$

### **Medsebojna povezanost veličin**

**Napiši ročno**

### **Osnovna zakona "svetlobe"**

Zakon "1/r<sup>2</sup>" ali fotometrični zakon oddaljenosti

Energija, ki jo seva vir, je konstantna, ker pa površina z razdaljo od vira narašča z kvadratom razdalje, gostota energije na površino pada z kvadratom razdalje od vira.

Gostota energije je torej obratno sorazmerna kvadratu razdalje od vira.

### **Osnovna zakona "svetlobe"**

Zakon "1/r<sup>2</sup>" ali fotometrični zakon oddaljenosti

### **Osnovna zakona "svetlobe"**

"Kosinusni" zakon

Energija, ki pade na ploskev, ki ni pravokotna na smer sevanja je enaka energiji, ki bi končala na pravokotni ploskvi pomnoženi z kosinusom kota nagnjenosti:

$$E = E_0 \cdot \cos\theta$$

## Človeško oko -organ vida

Človeško oko je organ s katerim zaznavamo svetlobo.

### Fotoreceptorji v očesu

Fotoreceptorji v očesu vpadlo svetlobo pretvorijo v impulze, ki jih živci vodijo v možgane.

### Kako ločimo barve?

- Paličnice so bolj občutljive na svetlobo, vendar ne ločijo barv.
- Čepnice potrebujejo za delovanje več svetlobe, zato pa ločijo tudi barve.
- Vendar pa čepnice niso enako občutljive na vse barve.

### Svetloba, barve in človeške oči

Občutljivosti posamezne vrste čepnice za "svojo" barvo so različne.

### Za oči niso vsi "Watti" enaki

"Watti" z 555 nm valovne dolžine imajo večji učinek kot ostali "Watti". Zato je potrebno pri vrednotenju svetlobe upoštevati tudi valovno dolžino.

### Za oči niso vsi "Watti" enaki

"Wattom" v svetlobni tehniki pravimo "Lumni", povezava pa je določena s spektralno občutljivostjo očesa:

1W pri 400 nm je 0,000 lm

1W pri 500 nm je 220,609 lm

1W pri 600 nm je 430,973 lm

1W pri 700 nm je 2,732 lm

1W pri 800 nm je 0,000 lm

1W pri 555 nm je 683,000 lm

### Fotometrične enote

Na podlagi fizikalnih enot so bile določene fotometrične enote:

- Sevalni tok → Svetlobni tok
- Jakost sevanja → Svetilnost
- Obsevanost → Osvetljenost
- Sevalnost → Svetlost

### Prostorski kot

$$\omega = A/r^2$$

Najprej ponovimo, kako je definiran prostorski kot:

Prostorski kot je razmerje med površino krogelnega izseka in polmerom krogle.

Enota je steradian (sr).

### Svetlobni tok

Svetlobni tok (Luminous flux) je merilo za količino energije, ki jo vir seva v prostor. Je ekvivalent moči v "Wattih" vendar z upoštevanjem občutljivosti oči na svetlobo posameznih valovnih dolžin.

Φ lumen (lm)

## Svetlobni tok

Svetlobni tok dobimo iz izsevane moči preko formule:

Ročno napiši formulo

Kjer je  $K_m$  enak 683 lm/W in predstavlja svetlobni tok (v lm) pri 1W izsevane moči z valovno dolžino 555 nm

1 W svetlobe z 555 nm podnevi pomeni 683 lm

1W svetlobe z 507 nm ponoči pomeni 1700 lm

$\Phi$  lumen (lm)

## Svetlobni tok

$V(\lambda)$

Funkcija  $V(\lambda)$  predstavlja občutljivost človeških oči na različne valovne dolžine in je določena za standardnega opazovalca (CIE), torej je statistično povprečje.

## Svetlobni tok

Nekaj karakterističnih vrednosti:

- Navadna žarnica 100W 1300 lm
- Fluorescenčna svetilka 58 W 5200 lm
- Visokotlačna natrijeva sijalka 100W 10.000 lm
- Nizkotlačna natrijeva sijalka 90W 13.500 lm

## Svetilnost

Svetilnost (Luminous intensity) je merilo za svetlobni tok v določeni smeri. Vsota svetilnosti v vseh smereh je enaka svetlobnemu toku.

formula

I candela (cd)

## Svetilnost

formula

Candela (cd) je osnovna enota SI in je enaka svetilnosti, ki jo v izbrani smeri seva vir z močjo 1/683 W in valovno dolžino 555 nm (poenostavljena definicija).

## Svetilnost

Svetilnost je odvisna od izbrane smeri, zato jo podajamo v polarnih diagramih.

### **Svetilnost**

Nekaj karakterističnih vrednosti:

- Sveča 0,6 do 1,0 cd
- Navadna žarnica 100W 110 cd
- Natrijeva visokotlačna sijalka 70W 500 cd
- Sonce (zunaj atmosfere)  $3 \cdot 10^{27}$  cd

### **Osvetljenost**

Osvetljenost (Illuminance) je merilo za količino svetlobnega toka, ki pada na neko ploskev.

formula

E lux (lx)

### **Osvetljenost**

Osvetljenost je veličina, ki jo največkrat računamo ali merimo.

Tudi predpisi, ki obravnavajo razsvetljavo, podajajo potrebne osvetljenosti v prostorih.

### **Osvetljenost**

Poznamo več vrst osvetljenosti:

- horizontalno,
- vertikalno,
- prostorsko,
- cilindrično,
- vektorsko,
- ...

### **Osvetljenost**

formula

Oziroma pri ploskvi, ki je pravokotna na smer svetlobe:

formula

Osvetljenost lahko izračunamo tudi iz svetilnosti s pomočjo "1/r<sup>2</sup>" zakona oziroma fotometričnega zakona oddaljenosti.

### **Osvetljenost**

Nekaj karakterističnih vrednosti:

- Travnik ob jasnem poletnem dnevu ob 12:00 100.000 lx
- Travnik v senci drevesa 10.000 lx
- Namizna površina v pisarni 500 lx
- Žarnica moči 100W na razdalji 1m 110 lx
- Cesta razsvetljena s cestno razsvetljavo 3 lx
- Travnik v mesečini 0,05 lx

## Svetlost

Svetlost (luminance) je merilo za občutek, ki ga neka površina povzroča v naših očeh (temno -svetlo). Je edina svetlobno tehnična veličina, ki jo lahko ocenimo z očmi .

L (cd/m<sup>2</sup>)

## Svetlost

Svetlost je definirana s sledečo enačbo:

formula

Pri tem je  $d\Phi$  del svetlobnega toka v prostorskem kotu  $d\Omega$ .  $dA$  je del površine tega snopa, ki vsebuje izbrano točko in  $\gamma$  kot med normalo te ploskve in smerjo snopa.

## Svetlost

Enačba se da preoblikovati v:

formula

kadar je opazovana točka del ploskve, ki sveti s podano svetilnostjo;

formula

kadar je opazovana točka del ploskve, ki je osvetljena.

## Svetlost

Nekaj karakterističnih vrednosti:

- Sonce 1.600.000 kcd/m<sup>2</sup>
- Navadna žarnica (prozoren balon) 15.000 kcd/m<sup>2</sup>
- Fluorescenčna sijalka 10 kcd/m<sup>2</sup>
- Sveča 8 kcd/m<sup>2</sup>
- Luna 2,5 kcd/m<sup>2</sup>
- Stena sobe osvetljena z električno razsvetljavo 0,04 kcd/m<sup>2</sup>

## Medsebojna povezanost fotometričnih veličin

Nariši na roke

## **Kaj, kako in s čim merimo**

- SI sistem enot definira enoto za svetilnost I (cd)
- Veličino predstavimo z normalo.
- Merilnike se umerja tako, da jih primerjamo z normalo enote.

### **Candela**

Definicija candele

1 candela (cd) je svetilnost v določeni smeri vira z monokromatsko svetlobo frekvence  $540 \times 10^{12}$  Hz, ki ima jakost sevanja v tej smeri  $1/683$  W.

### **Fotometrične normale -candela**

Prve normale za candelo so bile sveče. Ime candela namreč izvira iz besede candle (sveča).

### **Fotometrične normale -candela**

Ker je svečo težko vsakič narediti enako, so se kasneje odločili za "petrolejko" imenovano Hefnerjeva svetilka (Hefner-Alteneck 1884).

### **Fotometrične normale -candela**

Naslednji korak so bile električne žarnice. Ker pa tudi te niso bile popolnoma zanesljive, so se odločili za normalo, temelječo na sevanju črnega telesa.

### **Fotometrične normale -candela**

Leta 1933 so se dogovorili, da bo nova normala temeljila na svetlobnem sevanju črnega telesa pri temperaturi strjevanja platine (2045 K)

B ... črno telo (Thorijev oksid)

Pt ... platina

K ... talilna posoda (Th. oksid)

### **Fotometrične normale -candela**

Danes se take normale, temelječe na viru sevanja (črnem telesu) le redko še uporabljajo. Uveljavile so se normale, temelječe na merilniku. Kot merilni element se lahko uporablja silicijeva fotodioda in pa kriogenski radiometer.

### **Fotometrične normale -candela**

V "slabše" opremljenih laboratorijih se kot normale za svetilnost uporabljajo posebne žarnice, ki so na eni strani prebarvane črno barvo, da se zmanjšajo odsevi.

### **Fotometrične normale -Lumen**

Večina normal za svetlobni tok je danes izvedenih kot posebne žarnice ali fluorescentne cevi. Pri slednjih je potrebno uporabljati ustrezno umerjeno predstikalno napravo

### **Fotometrične normale -lux**

Posebne normale za osvetljenost ni.

Uporabljajo se ustrezno umerjeni precizijski merilniki osvetljenosti (lux-metri)

### **Fotometrične normale -cd/m<sup>2</sup>**

Normala za svetlost je narejena iz krogle v kateri je posebna žarnica. En del plašča krogle je nadomeščen s posebno, za svetlobo ustrezno prepustno, snovjo.

Definirana svetlost je nanaša na sredinski del tega "okenca"

### **S čim merimo (smo merili) svetlobo**

Včasih so se fotometrične meritve izvajale na fotometrični klopi ...

### **S čim merimo (smo merili) svetlobo**

...pri čemer so bile za "fotometer" uporabljene oči merilca.

### **Mimogrede**

Izraz (fotometer) je splošen izraz za napravo, ki meri eno ali več svetlobnih veličin. Lahko je to merilnik sestavljen iz svetlobno-občutljivega sprejemnika, merilnega pretvornika in kazalnika (merilnik osvetljenosti, merilnik svetlosti).

Lahko pa je tudi precej večja naprava (naprava za merjenje svetilnosti ali svetlobnega toka).

### **Na primer: meritev svetilnosti**

Meritev svetilnosti neznanega vira se lahko izvede s pomočjo fotometrične klopi, vira z znano svetilnostjo in fotometra:

Neznana svetilnost se izračuna na podlagi fotometričnega zakona oddaljenosti ("1/r<sup>2</sup>" zakona) iz:

### **Formula**

### **S čim merimo svetlobo (danes)**

Danes se meritve ne izvajajo več s "prostim očesom", pač pa s fotoelektričnimi celicami.

Ločimo več vrst:

- fotocelica,
- fotopomnoževalka,
- fotoelement (foto-voltaična celica)

### **Fotocelica**

Fotocelica je sestavljena iz steklene bučke v kateri se nahajata anoda in katoda. Ko svetloba pade na katodo, iz nje izbije elektrone in če je med anodo in katodo električna napetost, začne teči tok.

### **Fotocelica**

Pri dovolj nizki napetosti med elektrodama (pri vakuumski fotocelici je to okoli 20V, je tok skozi fotocelico linearno odvisen od osvetljenosti.



### **Fotocelica**

Sedaj je potrebno le še z ustreznim merilnim vezjem izmeriti tok skozi fotocelico. Iz toka pa lahko izračunamo osvetljenost,

### **Fotopomnoževalka**

Fotopomnoževalka deluje podobno, le da ima še tretjo (lahko pa tudi več) elektrodo, s katero se ojači tok, tako da dobimo linearno karakteristiko toka tudi pri višjih napetostih.

### **Fotoelement**

Fotoelement ali foto-voltaična celica ali fotogeneratorska celica je polprevodniška struktura, na kateri se ob osvetljenosti pojavi električna napetost.

Svetloba izbije iz selena elektrone, ki jih zaporni pas polprevodniškega spoja loči, zaradi česar dobimo na kontaktih celice električno napetost.

### **Fotoelement**

Napetost na fotoelementu je odvisna od osvetljenosti, vendar žal ne linearno.

Poleg tega je napetost razmeroma majhna.

### **Fotoelement**

Če pa fotoelement kratko sklenemo oziroma vstavimo v vezje, bo skozi njega tekel tok, ki je pri majhni upornosti vezave linearno odvisen od osvetljenosti.

### **Fotoelement**

Izkoristek fotoelementa in s tem tudi tok skozenj je odvisen od kota, pod katerim svetloba vpada na fotoelement. Do kota  $50^\circ$  je skoraj izkoristek praktično linearen, potem pa začne padati.

### **Fotoelement**

Tok skozi fotoelement je odvisen tudi odbarve svetlobe. Žal ne enako kot človeške oči.

### **Fotoelement -luxmeter**

- Fotoelement meri količino svetlobnega toka (energije), ki pade na njegovo površino, torej osvetljenost.
- Velika prednost fotoelementa je to, da ne potrebuje dodatnega vira napajanja.
- Najbolj preprost merilnik osvetljenosti je tako zaporedna vezava fotoelementa in galvanometra oziroma občutljivega merilnika toka.

### **Fotoelement -luxmeter**

Zahteve za merilnik osvetljenosti: preprosta uporaba;

- linearna odvisnost toka od osvetljenosti;
- prilagojenost spektralni občutljivosti človeškega očesa;
- upoštevanje "kosinusnega zakona";
- temperaturno neodvisnost.

### **Fotoelement -spektralna občutljivost**

Za prilagoditev spektralni občutljivosti očesa lahko uporabimo:

- a) polni filter
- b) pasovni filter
- c) spektralno šablono

### **Fotoelement -spektralna občutljivost**

Najpogosteje se uporablja pasovni filter.

### **Fotoelement -spektralna občutljivost**

Največji pogrešek se pri merilnikih osvetljenosti pojavi ravno zaradi neprilagojenosti na  $V(\lambda)$

### **Fotoelement -spektralna občutljivost**

Podatki o izmerjeni prilagojenosti fotoelementa relativni spektralni občutljivosti

### **Fotoelement -kotna občutljivost**

Sam fotoelement ima že zaradi svoje zgradbe določeno kotno občutljivost, ki pa ne ustreza zahtevani "kosinusni" funkciji. Zato je potrebno fotoelement ustrezno prilagoditi.

### **Fotoelement -kotna občutljivost**

Z omenjenimi nastavki lahko bistveno zmanjšamo pogrešek, ki nastane zaradi vpada svetlobe pod določenim kotom.

### **Fotoelement -temperaturna odvisnost**

Fotoelementi so temperaturno odvisni:

- kadmijev-sulfid: 5%/K,
- selen: 0,5%/K,
- silicij: 0,1%/K.

**formule**

Referenčna temperatura pri umerjanju fotoelementov je 25°C. Da se izognemo pogreškom so fotoelementi lahko termostatzirani -zaprti v ohišje s konstantno temperaturo (običajno 30°C).

### **Pogrešek lux-metra**

Pogrešek lux-metra se izraža kot celotni pogrešek, ki pa je sestavljen iz večih pogreškov.

Največje vrednosti celotnega pogreška so:

- razred C:  $f_{cel} = 20\%$
- razred B:  $f_{cel} = 10\%$
- razred A:  $f_{cel} = 5\%$
- razred L:  $f_{cel} = 3\%$

### **Pogrešek lux-metra**

Celoten pogrešek je sestavljen iz:

- f1: pogrešek prilagoditve krivulji  $V(\lambda)$
- f2: pogrešek smerne odvisnosti
- f3: pogrešek linearnosti
- f4: pogrešek kazalnika
- f5: pogrešek utrujanja
- f6: pogrešek temperaturne odvisnosti
- f7: pogrešek časovno spremenljive svetlobe

### **Pogrešek lux-metra**

Celoten pogrešek je sestavljen iz:

f8: pogrešek polarizacije

f9: pogrešek neenakomerne osvetlitve

f11: pogrešek preklapljanja merilnih področij

občutljivost v UV področju

občutljivost v IR področju .....

### **Pogrešek lux-metra**

Standardi poleg največje dovoljene vrednosti celotnega pogreška za posamezen razred inštrumenta navajajo tudi največje dovoljene vrednosti posameznih pogreškov!

f1: C: 9%, B: 6%, A: 3%, L: 1,5%

f3: C: 5%, B: 2%, A: 1%, L: 0,2%

### **Fotometrične glave**

Danes so na voljo različne vrste fotoelementov ( fotometričnih glav, merilnih celic). Ločimo jih po velikosti merilne površine, korekciji glede na spektralno občutljivost oči, korekciji glede na smer vpada svetlobe (kosinusna korekcija), temperaturni stabiliziranosti in razredu točnosti.

### **Merilnik osvetljenosti**

Za merjenje osvetljenosti uporabljamo lux-meter. Sestavljen je iz merilne glave (fotocelice) in dela za prikaz izmerjene vrednosti.

### **Merilnik osvetljenosti**

Laboratorijski lux-meter omogoča uporabo različnim merilnih glav

### **Meritev ostalih fotometričnih veličin**

Za meritev ostalih fotometričnih veličin:

- svetilnost,
- svetlobni tok in
- svetlost

Uporabljamo merilne naprave, ki prav tako temeljijo na fotoelementu (torej meritvi osvetljenosti) ter na fizikalnih povezavah med veličinami.

### **Meritev svetilnosti**

Svetilnost neznanega vira merimo na fotometrični klopi, le da je namesto optičnega fotometra uporabljen fotoelement.

### **Meritev kotne porazdelitve svetilnosti**

Kotna porazdelitev svetilnosti se meri s posebnimi merilnimi napravami goniofotometri.

### **Meritev kotne porazdelitve svetilnosti**

Poznamo dve izvedbi goniofotometrov. Pri prvi merjeni vir miruje in merilna glava potuje okoli njega.

### **Merilnik svetilnosti**

Pri drugi miruje merilna glava, merjeni vir pa obračamo.

### **Merilnik svetilnosti**

Pri goniofotometru v principu merimo osvetljenost v posamezni točki prostora iz katere nato izračunamo svetilnost po formuli:

formula

### **Merilnik svetilnosti**

Pri meritvi svetilnosti preko osvetljenosti je potrebno upoštevati zakon fotometrične razdalje: merilna razdalja mora biti 5 do 10-krat večja od največje dimenzije merjenega vira. Zaradi tega so goniofotometri precej velike naprave.

### **Merilnik svetlosti**

Tudi svetlost se danes meri preko meritve osvetljenosti. Uporablja se posebne, kameri podobne, merilnike ki optičnim sistemom leč omejijo svetlobni snop, ki pade na merilno fotocelico.

### **Merilnik svetlosti**

- 1..objektiv
- 2..zaslonka
- 3..leča merilnega polja
- 4..zaslonka merilnega polja
- 5..nastavitev zaslonke
- 6.. $V(\lambda)$  filter
- 7..fotoelement
- 8..zrcalni sistem
- 9..notranji prikazovalnik
- 10..okular

### **Merilnik svetlosti**

Z merilnikom merimo povprečno svetlost predmetov, ki se nahajajo znotraj določenega prostorskega kota.

Merilni koti se podajajo v stopinjah projekcije prostorskega kota na vertikalno ali horizontalno ravnino.

Običajno se uporabljajo merilni koti:  $3^\circ$ ,  $1^\circ$ ,  $20'$  in  $6'$

### **Pogrešek merilnika svetlosti**

Podobno, kot so definirani pogreški pri merilniku osvetljenosti so definirani tudi za merilnik svetlosti.

Največje vrednosti celotnega pogreška so:

- razred C:  $f_{cel} = 20\%$
- razred B:  $f_{cel} = 10\%$
- razred A:  $f_{cel} = 7,5\%$
- razred L:  $f_{cel} = 5\%$

### **Merilnik svetlobnega toka**

Za merjenje svetlobnega toka uporabljamo fotometrične ali integracijske krogle. Merjeni vir zapremo v kroglo, katere notranje stene imajo znano odbojnost.

### **Merilnik svetlobnega toka**

Zaradi difuzijske odbojnosti notranjih sten je po celotni steni osvetljenost enaka. Na delu stene namestimo merilnik osvetljenosti in iz izmerjene vrednosti lahko sklepamo na celoten svetlobni tok. Merimo pa lahko tudi primerjalno.

### **Merilnik svetlobnega toka**

Svetlobni tok je možno izračunati tudi iz izmerjene kotne porazdelitve svetilnosti okoli vira oziroma iz izmerjene osvetljenosti na površini (namišljene) krogle okoli svetlobnega vira.

### **formula**

#### **Kaj danes merimo?**

Meritve osvetljenosti:

- meritve osvetljenosti notranjih prostorov
- meritve osvetljenosti delovnega mesta
- meritve osvetljenosti zunanjih površin
- meritve osvetljenosti z varnostno razsvetljavo

#### **Kaj danes merimo?**

Meritve svetlobnega toka:

- meritve svetlobnega toka svetlobnih virov (proizvajalci virov)
- meritve svetlobnega toka svetilk (proizvajalci svetilk)

#### **Kaj danes merimo?**

Meritve svetilnosti:

- meritve svetilnosti virov (proizvajalci virov)
- meritve kotne porazdelitve svetilnosti virov (proizvajalci virov)
- meritve kotne porazdelitve svetilnosti svetilk (proizvajalci svetilk)

#### **Kaj danes merimo?**

Meritve svetlosti:

- meritve svetlosti prometnih površin
- meritve svetlosti površin v notranjih prostorih (bleščanje)
- meritve svetlosti osvetljenih zunanjih površin (uredba o svetlobnem onesnaženju nočnega neba)

### **DIN 5032 -Svetlobno-tehnične meritve**

- 1. del: fotometrični postopki
- 2. del: obratovanje električnih svetlobnih virov in meritve pripadajočih veličin
- 3. del: merilni pogoji za plinske svetilke
- 4. del: meritve na svetilkah
- 6. del: fotometer; pojmi, lastnosti in značilnosti
- 7. del: razredi merilnikov osvetljenosti in svetlosti
- 8. del: podatki za merilnike osvetljenosti

**Za konec**

- Fotometrične veličine so določene pomočjo spektralne občutljivosti očesa.
- Poznamo 4 glavne fotometrične veličine: svetlobni tok, svetilnost, osvetljenost in svetlost.
- Meritev fotometričnih veličin temelji na uporabi foto-celice, ki pa mora biti ustrezno prilagojena spektralni občutljivosti človeškega očesa.

**...in še:**

Spet nič vprašanj?