

# 7. 6 SVETLOBNO TEHNIČNI IZRAČUN NOTRANJE RAZSVETLJAVE

- OSNOVE RAZSVETLJAVE
- FIZIKALNA NARAVA SVETLOBE
- FOTOMETRIJA
- NASTANEK UMETNE SVETLOBE

## 7.6.1 OSNOVE RAZSVETLJAVE

Pri načrtovanju razsvetljave moramo paziti na:

- Zadostno osvetljenost,
- Enakomernost,
- Ustrezno kontrastnost,
- Ustrezno in pravilno senčnost,
- Ustrezno barvo,
- Omejevanje bleščanja in
- Ekonomičnost.

## 7.6.2 FIZIKALNA NARAVA SVETLOBE

- **ULTRAVIJIČNO SEVANJE: 100 - 400 nm**
- UV – A sevanje: 315 - 400 nm
- UV – B sevanje: 280 - 315 nm
- UV – C sevanje: 100 - 280 nm
  
- **VIDNA SVETLOBA: 380 - 780 nm**
- VIJOLIČASTA 380 - 436 nm
- MODRA 436 - 495 nm
- ZELENA 495 - 566 nm
- RUMENA 566 - 589 nm
- ORANŽNA 589 - 627 nm
- RDEČA 627 - 780 nm
  
- **INFRARDEČE SEVANJE: 780 -  $10^6$  nm**
- IR – A sevanje: 780 - 1400 nm
- IR – B sevanje: 1400 - 3000 nm
- IR – C sevanje: 30000 -  $10^6$  nm

# ULTRAVIJOLIČNO SEVANJE

- UV – A sevanje: 315 - 400 nm
- UV – B sevanje: 280 - 315 nm
- UV – C sevanje: 100 - 280 nm

UV-A sevanje vzbuja luminiscenčne, fotobiološke in fotokemične učinke in ga uporabljamo v industriji in medicini. UV-A sevanje potemnjuje človeško kožo, vendar ne povzroča pordečenja.

UV-B sevanje povzroča pordečenje kože in z njim povezano porjavenje kože. Uporabljamo ga v medicini, predvsem pri terapevtskih postopkih (umetno sonce).

UV-C sevanje pordečuje kožo, vendar je škodljivo za človeške oči, ker povzroča vnetje očesne veznice. Pomembno je pri nekaterih svetlobnih virih na razelektrenje, kjer se s pomočjo fluorescenčnega prahu pretvori v vidno svetlobo. Za področje valovnih dolžin med 250 in 265 nm je značilno močno baktericidno delovanje; sevanje valovnih dolžin pod 20 nm pa ustvarja ozon.

# INFRA RDEČE SEVANJE

- IR – A sevanje: 780 - 1400 nm
- IR – B sevanje: 1400 - 3000 nm
- IR – C sevanje: 30000 -  $10^6$  nm

IR sevanja človeško oko ne zazna, koža pa ga občuti kot toploto. Ta vrsta sevanja prodira skozi vakuum ali čisti zrak skoraj brez zaznavnih energijskih izgub. Kolikor sevanje naleti na kak predmet, slednji energijo absorbira in spremeni v toploto.

IR-A ima najmočnejši toplotni učinek. Zato to vrsto sevanja izkoriščamo pri termičnih sevalih, ki jih uporabljamo v industrijske namene za

- Ogrevanje in žarjenje,
- Žganje lakov,
- Izparevanje in sušenje.

## 7.6.3 FOTOMETRIJA

- SVETLOBNI TOK (lm),
- SVETILNOST (cd),
- OSVETLJENOST (lx),
- SVETLOST ( $\text{cdm}^{-2}$ )

## 7.6.3.1 SVETLOBNI TOK (lm)

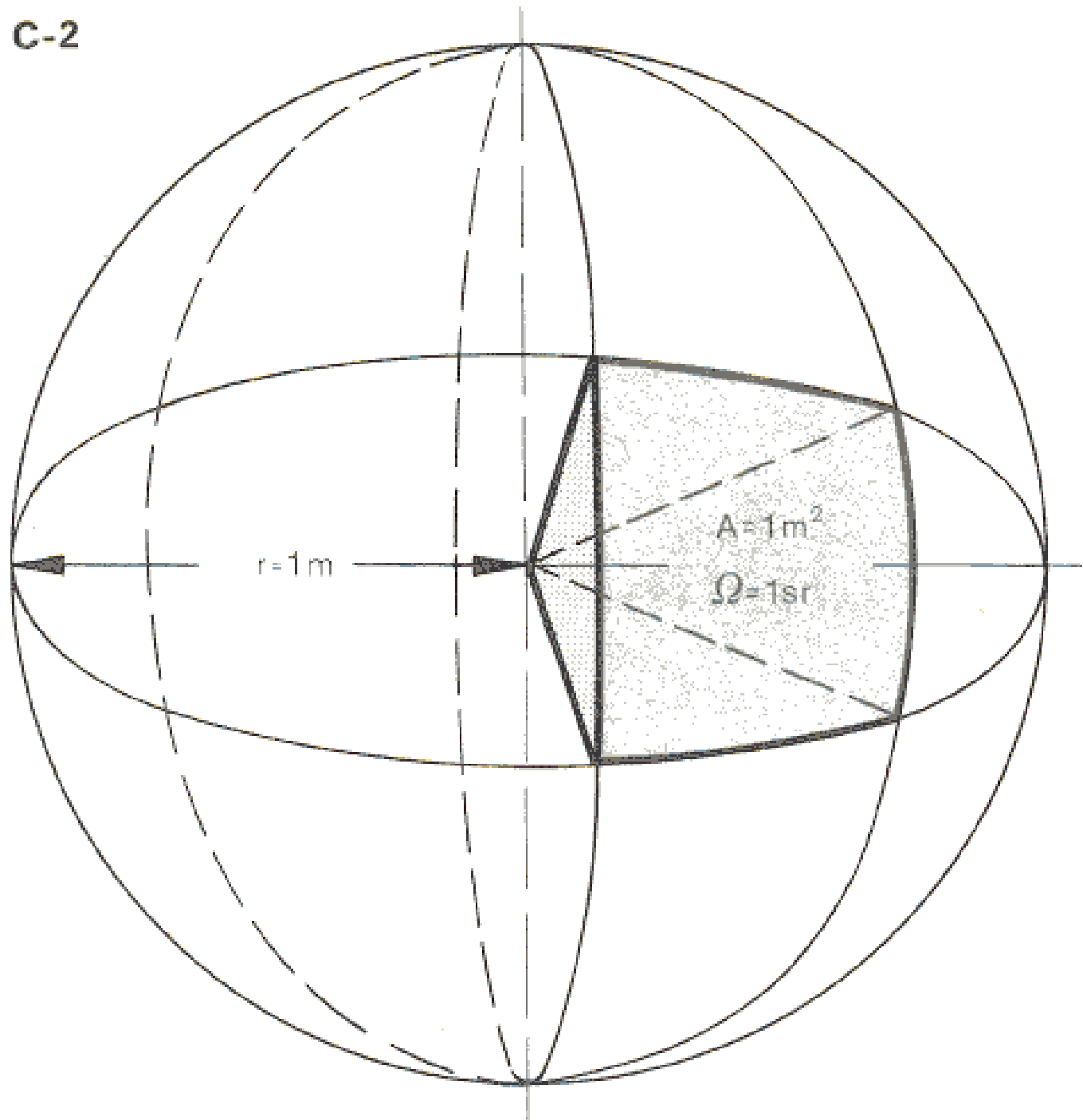
- SVETLOBNI TOK JE CELOTNA ODDANA MOČ SEVANJA SVETLOBNEGA VIRA, KI JO ČLOVEŠKO OKO VREDNOTI KOT SVETLOBO.

$$\Phi = \frac{Q}{t} \text{ (lm)}$$

- Q... množina svetlobe (lm\*s)
- t...čas sevanja (s)

EN LUMEN JE SVETLOBNI TOK, KI GA SEVA ENAKOMEREN TOČKOVNI VIR SVETLOBE SVETILNOSTI 1cd V ENOTI PROSTORSKEGA KOTA 1sr!

SI. C-2



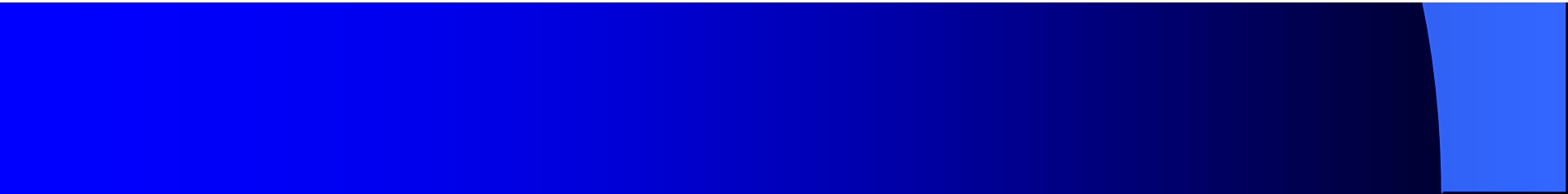


## 7.6.3.2 SVETILNOST (cd)

- SVETILNOST JE RAZMERJE MED SVETLOBNIM TOKOM, KI GA VIR V DANI SMERI SEVA V ELEMENT PROSTORKEGA KOTA IN ELEMENTOM PROSTORSKEGA KOTA!
- Svetilnost 1cd je svetilnost, ki jo seva sevalni vir v določeni smeri s frekvenco  $540 \cdot 10^{12} \text{Hz}$  in z jakostjo sevanja v smeri steridiana  $1/683 \text{W}$ !

$$I = \frac{\Phi}{\omega} (cd)$$

- $\Phi$ ... svetlobni tok (lm)
- $\omega$ ...prostorski kot (sr)



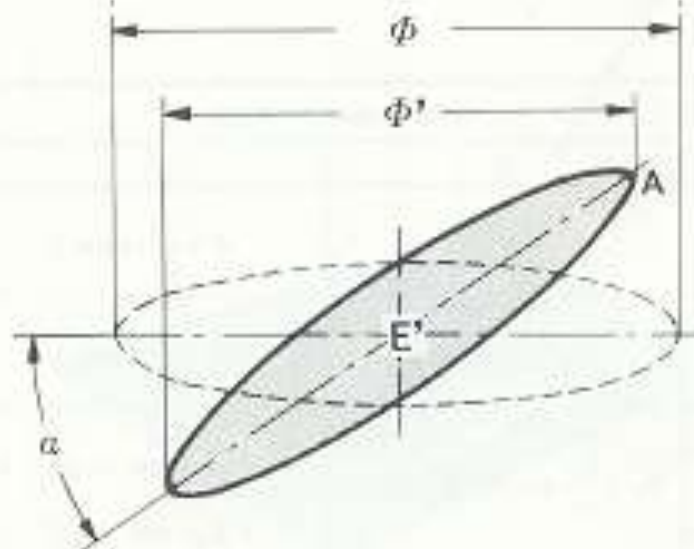
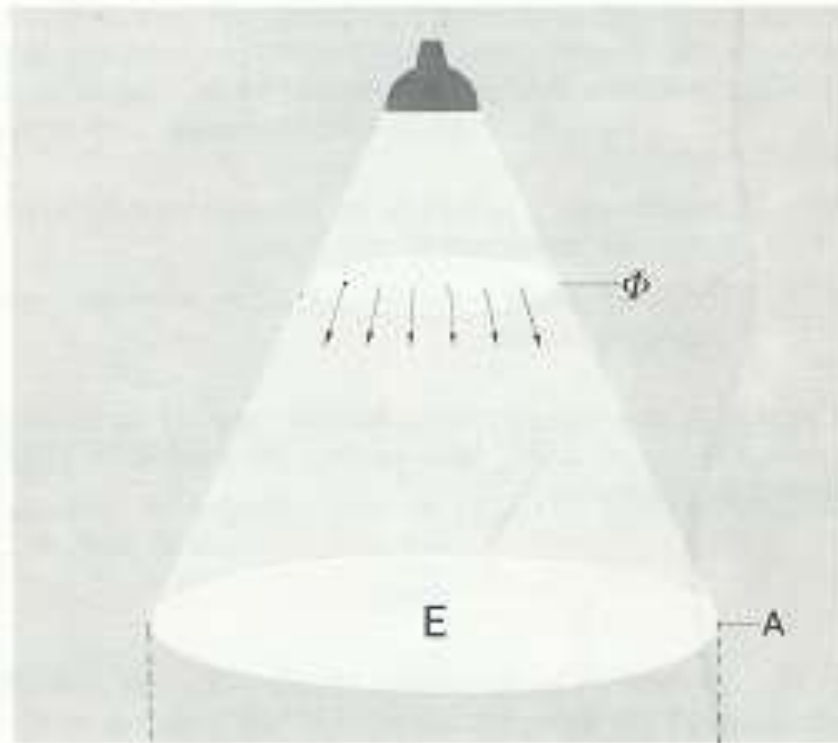
## 7.6.3.3 OSVETLJENOST

- OSVETLJENOST JE MERILO ZA INTENZIVNOST SVETLOBE, KI PADA NA DOLOČENO POVRŠINO. To je gostota svetlobnega toka, ki pada na ploskev.
- En lux je osvetljenost površine  $1\text{m}^2$ , na katero pada enakomerno porazdeljen svetlobni tok enega lumna!

$$E = \frac{\Phi}{A} = \frac{I \cdot \omega}{r^2 \cdot \omega} = \frac{I}{r^2} \text{ (lx)}$$

V svetlobnotehnični praksi velja za osnovno ravnino običajna ravnina delovne površine (notranja razsvetljava) oziroma ravnina cestišča (zunanja razsvetljava). Osvetljenost v določeni točki T je mogoče glede na položaj osnovne ravnine izraziti kot horizontalno ali vertikalno osvetljenost ( $E_H$ ,  $E_V$ ). Osnovno izhodišče za načrtovanje je najpogosteje horizontalna osvetljenost  $E_H$ .

$$E_H = E \cdot \cos \gamma$$

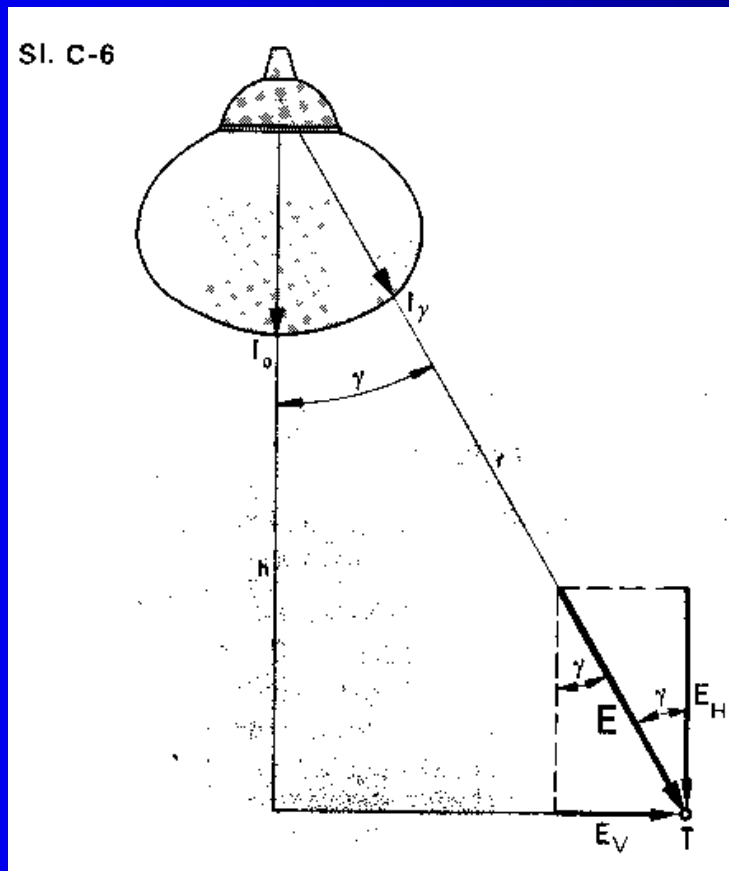


## 7.6.3.4 OSVETLJENOST V TOČKI

$$E_H = E \cdot \cos \gamma$$

$$r = \frac{h}{\cos \gamma} \Rightarrow E_H = \frac{I_\gamma \cdot \cos^3 \gamma}{h^2}$$

Človek potrebuje za posamezna opravila od 3 do 5000 lx.



## 7.6.3.5 OSVETLJENOST

Primer: Osvetljenost ploskve, ki jo osvetljuje točkasti vir svetlobe, oddaljen 1m, znaša 100lx. Kolikšna bo osvetljenost te ploskve, če točkasti vir svetlobe prestavimo na dvojno oddaljenost od ploskve?

$$I = E_1 \cdot r_1^2 = 100 \cdot 1^2 = 100cd$$

$$E_2 = \frac{I}{r_2^2} = \frac{100}{2^2} = 25lx$$

# 8. SVETLOBNO TEHNIČNI IZRAČUN NOTRANJE RAZSVETLJAVE

- S svetlobno tehničnim izračunom določamo potrebni svetlobni tok, ki mora padati na osvetljeno delovno površino, število potrebnih svetilk in njihovo pravilno razmestitev. Za izračunavanje srednje osvetljenosti prostora obstaja več metod, v zadnjem času pa vse bolj uporabljamo tudi računalniška programska in simulacijska orodja.
- Za izračun srednje osvetljenosti običajne razsvetljave največkrat uporabimo metodo izkoristka. Z njo izračunamo srednjo osvetljenost  $E_S$  horizontalne delovne ravnine (0,85m nad tlemi) v zaprtih prostorih. Upoštevati je potrebno značilnosti (izkoristek) prostora  $\eta_p$ , izkoristek svetilk  $\eta_s$  in izkoristek razsvetljave  $\eta_R$ . Na osnovi izračunane velikosti potrebnega skupnega toka v prostoru, izbranega svetlobnega vira in podatkov proizvajalca določimo optimalno število in razporeditev svetilk.

# 8.1 NIVO OSVETLJENOSTI

Želene nazivne srednje osvetljenosti	
Esr (lx)	Vrsta prostora oz. dejavnost
100	Skladišča, slačilnice, stopnišča, veže, straniščni prostori
200	Jedilnice, valjarne, težka montažna dela, livarne
300	Restavracije, sejne dvorane, učilnice, prodajalne, likalnice, pekarnice, mesnice, servisne delavnice, papirna in usnjarska proizvodnja
500	Laboratoriji, pisarne, kuhinje, frizerski saloni, lakirnice, strugarska in rezkalna dela, TV servisi, lahka montažna dela, papirna in usnjarska obdelovalna industrija
750	Projektivni biroji, velike pisarne, kozmetični saloni šivalnice, kontrolni prostori, meritve, ročni tisk, barvanje usnja
1000	Fino-montažna dela, litografija
1500	Urarski servisi, obdelava dragih kamnov, montaža mikroelektronskih komponent, barvna kontrola



## 8.2 ENAKOMERNOST OSVETLJENOSTI

Neenakomernost osvetljenosti v nekem prostoru, kjer se odvija delovni proces, povzroča slabšo vidljivost in prekomerno utrujenost. Ker osvetljenost v nekem prostoru ni nikoli enakomerna, priporočila za razsvetljavo zahtevajo, da razmerje med minimalno in povprečno osvetljenostjo na referenčni površini ne bo manjša od 0,8.

Vidna zahteva	Enakomernost osvetljenosti $E_{\min} : E_{\text{sr}}$
Zelo majhna	1 : 6 do 1 : 3
Majhna	1 : 3
Srednja	1 : 2,5
Velika	1 : 1,5
Zelo velika	1 : 1,25
Izredno velika	1 : 1,25

## 8.3 IZKORISTEK RAZSVETLJAVE IN PORAZDELITEV SVETLOSTI

- Izkoristek razsvetljave je odvisna od prostorskega izkoristka in izkoristka svetilke

$$\eta_{razs} = \eta_p \cdot \eta_s =$$

- $\eta_{razs}$ ...izkoristek razsvetljave
- $\eta_p$ ...izkoristek prostora
- $\eta_s$ ...izkoristek svetilke

Izkoristek prostora je odvisen od naslednjih dejavnikov:

- Odsevnosti stropa, sten in tal,
- Razmerja med dimenzijami v prostoru in od višine svetilk nad delovno ravnino,
- Načina razsvetljave oziroma porazdelitve svetlobnega toka svetilke (direktna, pretežno direktna, enakomerna,...).

Svetle površine (npr. bela) imajo bistveno večji odsevnostni oziroma refleksijski faktor kot temne barve, ki svetlobo bolj absorbirajo.

### Odsevnostni faktorji ( $\rho$ ) različnih barv in materialov

Barva	$\rho$ (%)	Barva	$\rho$ (%)	Barva	$\rho$ (%)	Barva	$\rho$ (%)	Barva	$\rho$ (%)
Bela	80	Sv. Bela	40	Črna	4	Javor	50	Svetel Hrast	30
Svetlo rumena	60	Bež	30	Beli marmor	70	breza	50	oreh	20

Barva površine	Refleksijski faktor ( $\rho$ )
Bele ali zelo svetle barve	0,70
Svetle barve	0,50
Temnejše barve	0,30
Temne barve	0,10

## 8.4 IZRAČUN PROSTORSKEGA INDEKSA

DIMENZIJE PROSTORA:

- a...dolžina prostora (m)
- b...širina prostora
- h...višina prostora od tal do stropa

$$h_k = h - h_d - h_v =$$

$h_k$  - koristna višina (m)

$h$  - višina od tal do stropa (m)

$h_d$  - višina delovne površine (običajno 0,85m)

$h_v$  - višina obešanja (m)

$$k = \frac{a \cdot b}{h_k \cdot (a + b)} = \frac{S}{h_k \cdot (a + b)}$$

## 8.4 IZRAČUN IZKORISTKA RAZSVETLJAVE

V primeru indirektne razsvetljave se mora prostorski indeks pomnožiti z faktorjem 1,5.

	Odbojno oziroma odsevni faktor								
Stropi	0,8				0,5				0,3
Stene	0,5		0,3		0,5		0,3		0,3
Tla	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1
Prostorski indeks k	Izkoristek razsvetljave v %								
0,6	37	35	32	31	35	34	32	31	31
1,0	48	45	44	41	46	44	42	41	40
1,5	57	52	53	49	54	50	50	48	47
2,0	61	55	58	52	57	53	55	52	50
3,0	67	58	64	57	62	57	59	55	55
5,0	71	61	69	60	65	59	64	58	58

## 8.5 DOLOČITEV FAKTORJA ODBOJA $\rho$ V PROSTORU (STOPNJA REFLEKSIJE)

- $\rho_S$  – odboj stropa (priporočeni faktor  $\rho_1 = 0,7$  (večji od 0,6))
- $\rho_Z$  – odboj zidu-sten (priporočeni faktor  $\rho_2 = 0,5$  (faktor med 0,3 in 0,7))
- $\rho_T$  – odboj tal (priporočeni faktor  $\rho_3 = 0,2$  (faktor med 0,1 in 0,3))
- – odbojne faktorje je potrebno izbrati tako, da velja pogoj zadostne svetlosti delovnega prostora:

$$\frac{L_{del.prost.}}{L_{okolice}} \leq 3$$

$$L = \frac{\Phi}{\Omega \cdot A \cdot \cos \varphi} \left[ \frac{cd}{m^2} \right]$$

$\Phi$  ... svetlobni tok [lm]

$\Omega$  ... prostorski kot [srd]

$A \cdot \cos \varphi$  ... projekcija površine na opazovani smeri

## 8.6 DOLOČITEV FAKTORJA PLANIRANJA P (KOEFIICIENT ZAPRAŠITVE SVETILK)

- - vrednosti:  $p = 1,25$  – normalno
  - $p = 1,43$  – povišano
  - $p = 1,67$  – močno
- Srednja osvetljenost se s časom in umazanijo niža, zato je potrebno upoštevati faktor planiranja – dolžina objekta (m)
- V normalnih in običajnih prostorih upoštevamo za faktor planiranja  $p = 1,25$

## 8.7 IZRACUN POTREBNEGA SKUPNEGA SVETLOBNEGA TOKA IN POTREBNEGA ŠTEVILA SVETILK

$$E_S = \frac{\Phi \cdot \eta_R}{S \cdot p} (lx) \Rightarrow \Phi = \frac{E_S \cdot S \cdot p}{\eta_R} (lm)$$

- Potrebni svetlobni tok določimo iz enačbe za srednjo osvetljenost:
- $E_S(lx)$ ...srednja osvetljenost prostora (določena po standardu DIN 5035)
- $\phi(lm)$ ...svetlobni tok vseh svetlobnih virov v prostoru
- $\eta_R$ ...izkoristek razsvetljave (svetilk in prostora)
- $p$ ...faktor planiranja – zaprašitev (staranje) svetilk – zmanjšanje svetilnosti
- $S(m^2)$ ...površina prostora

$$n = \frac{\Phi_{celotni}}{\Phi_{svetilke}}$$



## 8.8 DOLOČANJE RAZMESTITVE SVETILK

- – razdalja med svetilkami:  $L = (1 \div 1,5) * (h_k - c)$ ;  $c$  – oddaljenost svetilk od stropa
- – največji razmak med svetilkami za pretežno direktno razsvetljavo:  $L = 1,2 * (h_k + c)$ ;
- – Razdalja svetilk od sten:  $L = 1/2$  do  $1/3$
- – Pri indirektni razsvetljavi je oddaljenost obešenih svetilk od stropa:  $c = L/3$  do  $L/5$

NAZIV OBJEKTA: .....		Projektivni biro: .....		Št. projekta: .....		
NAZIV PROSTORA: .....		Projektiral: .....		List, št. ....		
VRSTA DEL: .....		Datum: .....				
Št. poz.	NAZIV POZICIJE	NAVODILA IN ENAČBE	VARIANTA			
			1	2	3	
<b>ZAHTEVANI FAKTORJI KVALITETE RAZSVETLJAVE</b>						
1	Minimalna srednja osvetljenost — JUS U.C9.100	$E_{sr\ min}$ (lx)	Tabela F-7, stolpec 2 (F-1.8)			
2	Nazivna osvetljenost — <i>Priporočila JKO</i>	$E_n$ (lx)	Tabela F-7, stolpec 3 (F-1.8)			
3	Barva svetlobe	Oznaka	Tabela F-7, stolpec 4 (F-1.8)			
		Barvna temperatura	Tabela F-4 (F-1.6.1)			
4	Stopnja barvne reprodukcije		Tabela F-7, stolpec 5 (F-1.8)			
5	Razred bleščanja		Tabela F-7, stolpec 6 (F-1.8)			
<b>RAČUNANJE DEJANSKE SREDNJE OSVETLJENOSTI</b>						
6	Dimenzije prostora	Dolžina	$a$ (m)	Tloris prostora		
		Širina	$b$ (m)	Tloris prostora		
		Višina	$h$ (m)	Karakteristični presek prostora		
7	Višina delovne površine (ravnine)	$h_d$ (m)	Karakteristični presek prostora (običajno 0,85 m)			
8	Višina obešanja svetilk	$h_v$ (m)	Karakteristični presek prostora			
9	Koristna višina	direktna montaže svetilk	$h_k$ (m)	$h_k = h - h_d$		
		indirektna montaže svetilk	$h_k$ (m)	$h_k = h - h_d - h_v$		
10	Indeks prostora	$k$	$k = \frac{a \cdot b}{h_k \cdot (a + b)}$			
11	Refleksijski faktorji	stropa	$\rho_s$	Tabela F-12 ali F-13 (F-4.3.1)		
		sten	$\rho_z$			
		poda	$\rho_p$			
12	Svetlobni viri	Tip	Katalog proizvajalca			
		Nazivni svetlobni tok	$\Phi_o$ (lm)	Katalog proizvajalca ali tabele (D-1 in D-2)		
13	Svetilke	Tip svetilke	Katalog Svetilke-Elektrovovina			
		Število virov v svetilki	$n_i$ (kom)	Katalog Svetilke-Elektrovovina		
14	Izkoristek razsvetljave	$\eta_R$	ANEKS 1.1			
15	Kategorija zaprašnosti in staranja svetilk	$K$	ANEKS 1.1			
16	Stopnja zaprašnosti		Oceniti			
17	Perioda čiščenja razsvetljave	(mesec)	Predvideti			
18	Faktor zaprašnosti	$f_1$	Diagram — sl. F-30 (F-4.3.1)			
19	Faktor staranja	$f_2$	Tabela F-14 (F-4.3.1)			
20	Faktor zaprašnosti in staranja	$f$	$f = f_1 \cdot f_2$			
21	Celotni potrebni svetlobni tok	$\Phi_{cel}$ (lm)	$\Phi_{cel} = \frac{(E_n \text{ ali } E_{sr\ min}) \cdot a \cdot b}{\eta_R \cdot f}$			
22	Potrebno število svetlobnih virov	$n_{cel}$ (kom)	$n_{cel} = \Phi_{cel} / \Phi_o$			
23	Potrebno število svetilk	$n'_{sv}$ (kom)	$n'_{sv} = n_{cel} / n_i$			
24	Dejansko število svetilk	$n_{sv}$ (kom)	Določiti			
25	Dejanska srednja osvetljenost	$E_{sr}$ (lx)	$E_{sr} = \frac{n_i \cdot n_{sv} \cdot \Phi_o \cdot \eta_R \cdot f}{a \cdot b}$			
<b>KONTROLA ENAKOMERNOSTI OSVETLJENOSTI</b>						
26	Poprečni razmik med svetilkami	Posamična razmestitev	$s$ (m)	$s = \sqrt{\frac{a \cdot b}{n_{sv}}}$		
		Linjska razmestitev	$s$ (m)	$s =$ razmik med nizi (linijami)		
27	Razmerje dejanskega razmika	$(s/h_k)$	$(s/h_k) = s/h_k$			
28	Razmerje maksimalno dopustnega razmika	$(S/H)$	ANEKS 1.1			
<b>RAČUNANJE INSTALIRANE MOČI RAZSVETLJAVE</b>						
29	Električna moč svetilke (svetlobni viri + predstikalne naprave)	$P_{sv}$ (W)	Katalog Svetilke-Elektrovovina			
30	Instalirana električna moč razsvetljave	$P_{in}$ (W)	$P_{in} = n_{sv} \cdot P_{sv}$			

## 9. SVETILKE

Svetilke so priprave, ki porazdeljujejo, filtrirajo in spreminjajo svetlobo virov ter vsebujejo potrebne dele za pritrnitev, nošenje in zaščito svetlobnih virov kakor tudi za njihovo priključitev na električno omrežje. Svetilke morajo v glavnem ustrezati:

- svetlobnotehničnim zahtevam,
- mehanskim zahtevam,
- električnim zahtevam,
- oblikovnim zahtevam.

# A. SVETLOBNOTEHNIČNE ZAHTEVE

Med svetlobnotehnične zahteve spadajo:

- ustrezna porazdelitev svetlobnega toka,
- ustrezna porazdelitev svetilnosti,
- omejitev bleščanja in
- dober izkoristek svetilke.

## B. MEHANSKE ZAHTEVE

Med mehanske zahteve spadajo:

- ustrežajoča mehanska trdnost,
- odpornost proti zagrevanju,
- odpornost proti koroziji,
- zaščita pred vdiranjem vlage in vode,
- zaščita pred zaprašitvijo notranjosti svetilke,
- enostavna konstrukcijska izvedba v pogledu lahke montaže in lahkega vzdrževanja (zamenjava svetlobnih virov in delov svetilk, čiščenje) in
- trajnost.

# C. ELEKTRIČNE ZAHTEVE

Med električne zahteve spadajo:

- obratovalna zanesljivost,
- zaščita pred previsoko napetostjo dotika,
- zaščita pred radijskimi motnjami,
- enostaven in zanesljiv električni priključek,
- preglednost notranjih električnih vezij,
- enostaven dostop do električnih delov ter
- dolga življenjska doba delov.

Med oblikovne zahteve spadajo:

- estetski oblikovni videz,
- estetska končna (finalna) obdelava in
- harmonična skladnost vklapljanja v določeno okolje.

# 9.1 ELEMENTI SVETILK

Osnovni elementi svetilk so:

- svetlobnotehnični elementi,
- mehanski elementi,
- električni elementi.

## 9.1.1 SVETLOBNOTEHNIČNI ELEMENTI

Svetlobnotehnični elementi svetilke so tisti deli svetilke, ki svetlobo usmerjeno ali razpršeno (difuzno) odsevajo ali prepuščajo in na ustrezen način omejujejo bleščanje.

Med svetlobnotehnične elemente svetilke spadajo:

reflektor (odsevník),

refraktor,

kapa ali raster.

Ti deli so lahko izdelani iz reflektirajočih (odsevnih) ali transmitirajočih (presevnih) materialov. Med reflektirajoče materiale spadajo: odsevne kovine (aluminij), lakirane površine, emajlirane površine, posrebrena plastika, reflektirajoča plastika. Med transmitirajoče materiale spadajo: steklo in umetne snovi (akrilati, polikarbonati, polistirol in podobno). Za reflektorje uporabljamo reflektirajoče materiale (površine), kape in reflektorji so izdelani iz transmitirajočih materialov, za rasterje pa uporabljamo obe vrsti materialov.

Življenjska doba zgoraj navedenih materialov v znatni meri zavisi od jakosti sevanja svetlobe, toplotne energije sevanja, konvekcije in mehanskih obremenitev.



## 9.1.2 MEHANSKI ELEMENTI

Mehanski elementi svetilk so namenjeni za nosilne dele svetlobnih virov in za svetlobnotehnične ter električne elemente svetilk, za posredno ter neposredno pritrnitev svetilk kakor tudi za zaščito svetlobnih virov.

Med mehanske elemente svetilk spadajo:

ohišje, osnovno telo (plošča), glava, nosilna konstrukcija, naprava za fokusiranje, nosilci, priprave za obešanje in pritrnitev, zglobovi, kraki, obešalni pribor, montažni pribor, zaščitna stekla in mreže.

Ker morajo materiali posameznih elementov ustrezati različnim zahtevam in tudi različnim obremenitvam, so pri mehanskih elementih svetilk uporabljeni naslednji materiali: jeklena pločevina, nerjaveče jeklo, nerjaveča jeklena pločevina, aluminijaska pločevina, silumin (antikorodivna legura), umetne snovi, guma, impregnirani filci, steklo, kovinske in jeklene cevi, aluminijske cevi, jeklena žica in podobno.

Kvaliteta mehanskih delov svetilk v veliki meri vpliva na trajnost svetilk.

## 9.1.3 ELEKTRIČNI ELEMENTI

Električni elementi svetilk so namenjeni za priključek svetilke in svetlobnih virov na omrežje, za njihovo medsebojno povezavo, za nošenje in obratovanje svetlobnih virov, za izboljšanje faktorja moči in za zaščito pred radijskimi motnjami.

Med električne elemente svetilk spadajo:

okovi, vodniki za notranje ožičenje, spojne in priključne sponke, dušilke, transformatorji, vžigne naprave (igniterji), starterji, kondenzatorji, vtičnice, stikala in podobno.

Nekateri izmed zgoraj navedenih delov so vgrajeni v vsaki svetilki, drugi pa le v posebnem primeru, in sicer če to zahtevajo: obratovanje svetlobnega vira, pogoji uporabe in zaščita pred radijskimi motnjami.

## 9.2 RAZDELITEV SVETILK

Svetilke je mogoče razdeliti na osnovi različnih kriterijev. Glede na to ločimo:

1. po vrsti svetlobnega vira:

- svetilke za žarnice z nitko,
- svetilke za fluorescenčne cevi,
- svetilke za druge svetlobne vire na razelektrenje;

2. po porazdelitvi svetlobnega toka:

- direktne svetilke,
- pretežno direktne svetilke,
- enakomerne svetilke,
- pretežno indirektne svetilke,
- indirektne svetilke;

### 3. po porazdelitvi svetilnosti:

- svetilke z ozkim sevanjem,
- svetilke s širokim sevanjem,
- svetilke s sevanjem na vse strani,
- svetilke s sevanjem navzgor,
- svetilke s sevanjem navzgor in navzdol,
- svetilke s poševnim sevanjem;

### 4. po področju uporabe:

- svetilke za notranjo razsvetljavo,
- svetilke za zunanjo razsvetljavo;

### 5. po izvedbi:

- odprte svetilke,
- zaprte svetilke,
- reflektorske svetilke,
- rastrske svetilke,
- svetilke s kapo,
- reflektorje;

## 6. po načinu montaže:

- vgradne stropne svetilke,
- nadgradne stropne svetilke,
- viseče svetilke,
- zidne svetilke,
- stoječe (talne) svetilke,
- prenosne svetilke,
- svetilke na podnožju,
- svetilke za montažo na ravni steber,
- svetilke za montažo na ločni krak ali na konzolo,
- svetilke za montažo z obešanjem;

## 7. po vrsti zaščite:

- električno zaščito,
- mehansko zaščito.

## 9.3 SVETLOBNOTEHNIČNE KARAKTERISTIKE SVETILK

Pri svetlobnotehničnem vrednotenju svetilk so najpomembnejše naslednje fotometrične karakteristike svetilk:

- porazdelitev svetlobnega toka,
- porazdelitev svetilnosti,
- porazdelitev svetlosti,
- izkoristek svetilke.

## 9.3.1 PORAZDELITEV SVETLOBNEGA TOKA

Glede na porazdelitev svetlobnega toka v prostor — in to v zgornji ter v spodnji polprostor — so svetilke razdeljene na 5 skupin (tabela 9.1).

Zgoraj navedena razdelitev svetilk je zlasti pomembna v notranji razsvetljavi; tu se namreč svetlobni tok svetilk v zgornji polprostor reflektira od stropa in zgornjega dela zidov prostora ter s tem v znatni meri prispeva k osvetljenosti na delovni ravnini.

Pri zunanji razsvetljavi pa ta razdelitev velja samo delno, ker pri tej vrsti pretežno indirektnih in indirektnih svetilk ne uporabljamo.

## 9.3.2 PORAZDELITEV SVETILNOSTI

Za prikazovanje porazdelitve svetilnosti uporabljamo v svetlobnotehnični praksi naslednji 2 vrsti diagramov:

- polarni diagram,
- izokandelni diagram.

Naziv svetilke	Svetlobni tok v spodnji polprostor $\Phi_{\downarrow}$ (%)	Svetlobni tok v zgornji polprostor $\Phi_{\uparrow}$ (%)
Direktna	90 – 100	10 - 0
Pretežno direktna	60 – 90	40 – 10
Enakomerna	40 – 60	60 – 40
Pretežno indirektna	10 – 40	90 – 60
Indirektna	0 - 10	100 – 90



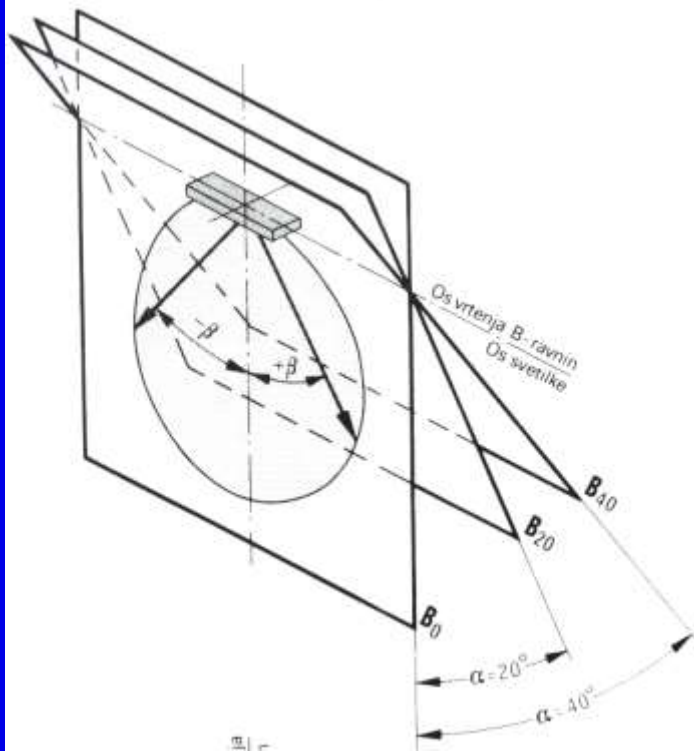
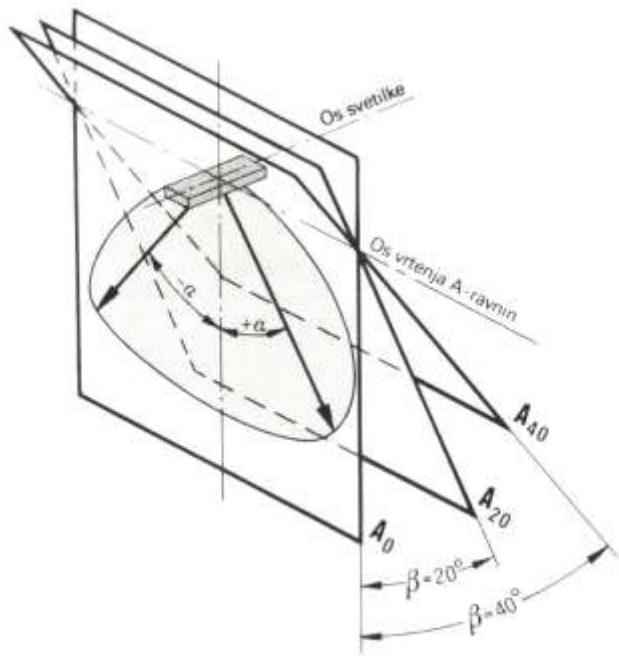
## 9.3.2.1 POLARNI DIAGRAM

Polarni diagram predstavlja najpogostejšo obliko prikaza porazdelitve svetilnosti. V rabi so 3 sistemi prikazovanja, in sicer: A-sistem ravnin (sl. E-1), B-sistem ravnin (sl. E-2) in C-sistem ravnin (sl. E-3). Med vsemi sistemi je najbolj razširjen mednarodno dogovorjeni C-sistem ravnin. Na osnovi tega sistema so izdelani tudi diagrami porazdelitve svetilnosti svetilk Elektrokovine. Posamezne polravnine C-sistema so označene glede na njihov kot vrtenja z  $0^\circ$  do  $360^\circ$  (sl. E-3 in sl. E-4).

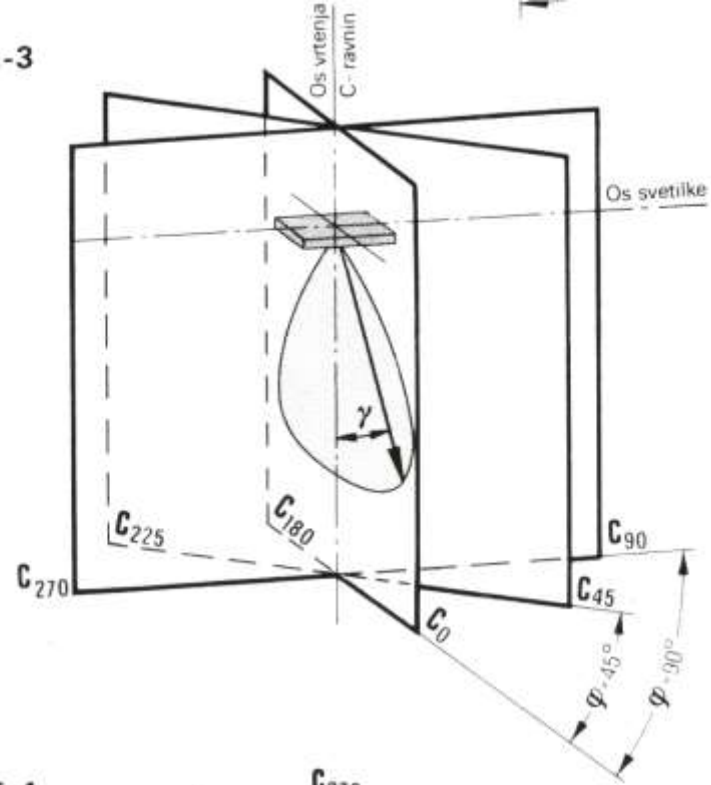
Porazdelitev svetilnosti svetilk je lahko:

- rotacijsko simetrična,
- rotacijsko asimetrična.

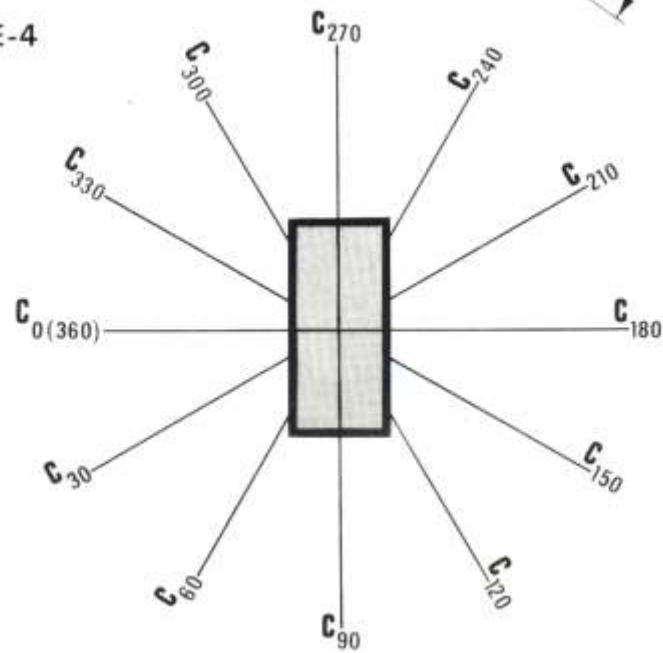
Pri prvi vrsti svetilk je diagram porazdelitve svetilnosti ponazorjen samo z eno krivuljo (sl. E-5); pri drugi vrsti svetilk pa diagram porazdelitve svetilnosti vsebuje več krivulj, pri čemer se vsaka krivulja nanaša na svojo karakteristično ravnino oziroma polravnino (sl. E-6). Pri svetilkah, pri katerih je porazdelitev svetilnosti simetrična glede na 2 glavni ravnini (npr. pri fluorescenčnih svetilkah), vsebuje diagram porazdelitve svetilnosti samo 2 krivulji, pri čemer se vsaka krivulja nanaša na eno glavno ravnino oziroma polravnino (sl. E-7). Vsi polarni diagrami porazdelitve svetilnosti so reducirani na svetlobni tok 1000lumnov. Na ta način je mogoče uporabiti enak diagram za svetlobne vire enakih dimenzij, toda različnih vrednosti svetlobnega toka.

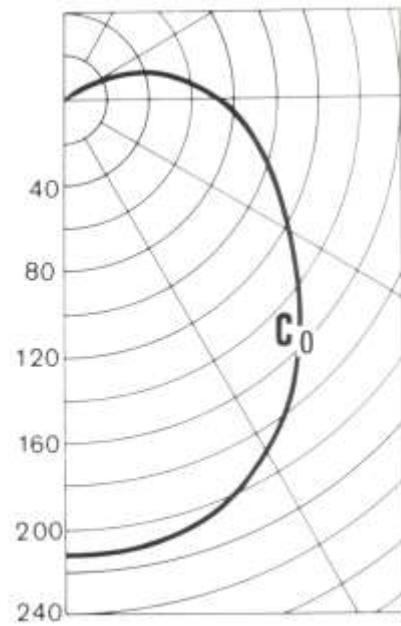


SI. E-3

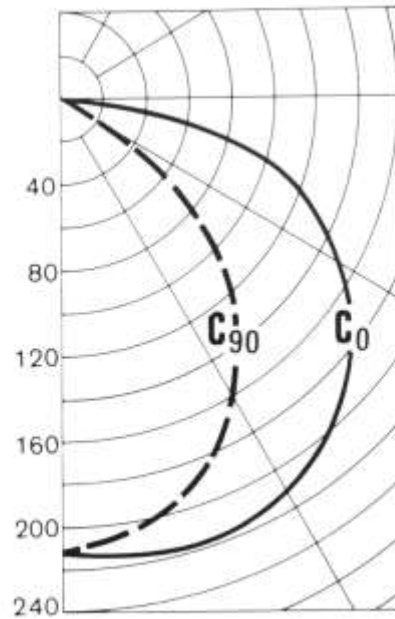


SI. E-4

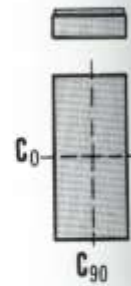




cd/1000 lm

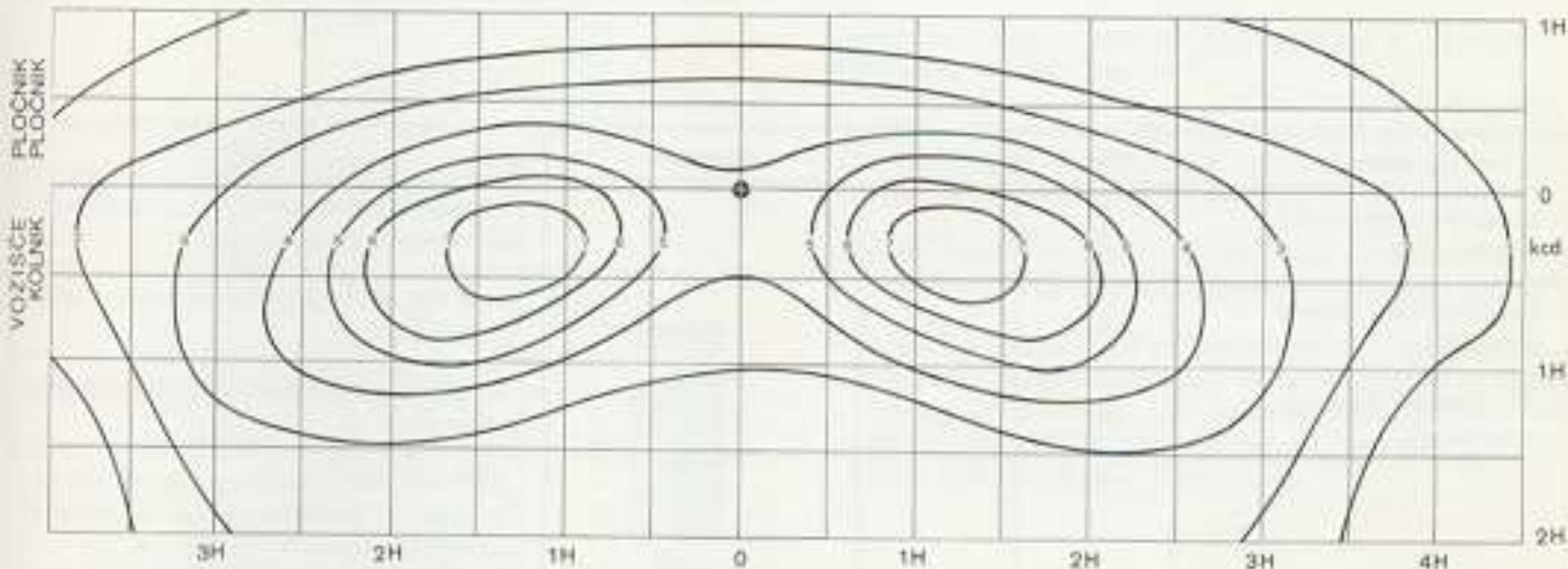


cd/1000 lm



## 9.3.2.2 IZOKANDELNI DIAGRAM

Izokandelni diagram (diagram enakih svetilnosti) predstavlja skupek krivulj enakih svetilnosti; ta diagram uporabljamo predvsem v tehniki zunanje razsvetljave, in sicer pri izračunavanju svetlosti na vozišču ali pa pri računanju osvetljenosti pri reflektorskem osvetljevanju. Za zgoraj navedena primera uporabe so izokandelni diagrami običajno podani v obliki ploščate projekcije (sl. E-8).



## 9.3.3 PORAZDELITEV SVETILNOSTI

Karakteristični podatek, ki ponazarja prostorsko porazdelitev svetlosti svetilke, je svetlost vidne svetleče površine svetilke. Pri velikih razlikah svetlosti znotraj vidne svetleče površine upoštevamo samo maksimalno vrednost svetlosti.

Pri svetilkah za notranjo razsvetljavo običajno prikazujemo porazdelitev svetlosti svetilke v obliki diagrama (sl. E-9). Slednji je namenjen za kontrolo znosnosti bleščanja svetilk po metodi mejnih krivulj svetlosti.

