
**Cestna razsvetljava – 3. del: Izračun lastnosti
(vključuje popravek AC:2007)**

Road lighting – Part 3: Calculation of performance

Eclairage public – Partie 3: Calcul des performances

Straßenbeleuchtung – Teil 3: Berechnung der Gütemerkmale

**iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)**

SIST EN 13201-3:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/42947187-629a-4c35-b34d-68d65cf4d173/sist-en-13201-3-2004>

NACIONALNI UVOD

Standard SIST EN 13201-3 (sl), Cestna razsvetljava – 3. del: Izračun lastnosti (vključno s popravkom AC:2007), 2004, ima status slovenskega standarda in je istoveten evropskemu standardu EN 13201-3 (en), Road lighting – Part 3: Calculation of performance, 2003, in popravku EN 13201-3:2003/AC:2007.

NACIONALNI PREDGOVOR

Evropski standard EN 13201-3:2003 in popravek AC:2007 je pripravil tehnični odbor Evropskega komiteja za standardizacijo CEN/TC 169 Razsvetljava, katerega tajništvo je v pristojnosti DIN.

Slovenski standard SIST EN 13201-3:2004 je prevod evropskega standarda EN 13201-3:2003 in popravka AC:2007. V primeru spora glede besedila slovenskega prevoda v tem standardu je odločilen izvorni evropski standard v angleškem jeziku. Slovensko izdajo standarda je pripravil tehnični odbor SIST/TC STV Staklo, svetloba in razsvetljava v gradbeništvu.

Odločitev za privzem tega standarda je 4. marca 2004 sprejel Strokovni svet SIST za splošno področje.

ZVEZE Z NACIONALNIMI STANDARDI

S privzemom tega evropskega standarda veljajo za omejeni namen referenčnih standardov vsi standardi, navedeni v izvorniku, razen tistih, ki so že sprejeti v nacionalno standardizacijo:

SIST EN 13201-2 Cestna razsvetljava – 2. del: Zahtevane lastnosti
SIST EN 13032-1 Svetloba in razsvetljava – Merjenje in podajanje fotometričnih podatkov svetlobnih virov in svetilk – 1. del: Merjenje in format podatkov

OSNOVA ZA IZDAJO STANDARDARDA

– Privzem standarda EN 13201-3:2003 [SIST EN 13201-3:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/42947187-629a-4c35-b34d-68d65cf4d173/sist-en-13201-3-2004)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/42947187-629a-4c35-b34d-68d65cf4d173/sist-en-13201-3-2004>

OPOMBE

- Povsod, kjer se v besedilu standarda uporablja izraz “evropski standard”, v SIST EN 13201-3:2004 to pomeni “slovenski standard”.
- Nacionalni uvod in nacionalni predgovor nista sestavni del standarda.
- Ta nacionalni dokument je istoveten EN 13201-3:2003 in popravku AC:2007 in je objavljen z dovoljenjem

CEN
Rue de Stassart 36
1050 Bruselj
Belgija

This national document is identical with EN 13201-3:2003 and Corrigendum AC:2007 is published with the permission of

CEN
Rue de Stassart, 36
1050 Bruxelles
Belgium

ICS: 93.080.40

Slovenska izdaja

Cestna razsvetljava – 3. del: Izračun lastnosti

Road lighting – Part 3:
Calculation of performance

Eclairage public – Partie 3:
Calcul des performances

Straßenbeleuchtung – Teil 3:
Berechnung der Gütemerkmale

Ta evropski standard je CEN sprejel 1. septembra 2003.

Člani CEN morajo izpolnjevati notranje predpise CEN/CENELEC, ki določajo pogoje, pod katerimi dobi ta evropski standard status nacionalnega standarda brez kakršnihkoli sprememb. Najnovejši sezname teh nacionalnih standardov in njihovi bibliografski podatki se na zahtevo lahko dobijo pri Upravnem centru ali kateremkoli članu CEN.

Ta evropski standard obstaja v treh uradnih izdajah (angleški, francoski in nemški). Izdaje v drugih jezikih, ki jih člani CEN na lastno odgovornost prevedejo in izdajo ter prijavijo pri Upravnem centru, veljajo kot uradne izdaje.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/42947187-629a-4c35-b34d-6805c14d1758t-6f1320132013-3>

Člani CEN so nacionalni organi za standarde Avstrije, Belgije, Češke republike, Danske, Finske, Francije, Grčije, Islandije, Irske, Italije, Luksemburga, Madžarske, Malte, Nemčije, Nizozemske, Norveške, Portugalske, Slovaške, Španije, Švedske, Švice in Združenega kraljestva.

CEN

Evropski komite za standardizacijo
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Upravni center: rue de Strassart, 36 B-1050 Bruselj

KAZALO	Stran
Predgovor	4
Uvod	5
1 Področje uporabe	5
2 Zveza s standardi	5
3 Izrazi, definicije, simboli in kratice	5
3.1 Izrazi in definicije	5
3.2 Seznam simbolov in kratic	7
4 Matematični dogovori	9
5 Fotometrični podatki	9
5.1 Splošno	9
5.2 Preglednica porazdelitve svetilnosti (<i>I</i> -preglednica)	9
5.3 Metode za interpolacijo vrednosti v <i>I</i> -preglednici	10
5.3.1 Splošno	10
5.3.2 Linearna interpolacija	10
5.3.3 Kvadratična interpolacija	11
5.3.4 Kvadratična interpolacija v bližini $C = 0^\circ$ ali $\gamma = 0^\circ$ ali 180°	13
5.4 Preglednica <i>r</i> -vrednosti (<i>r</i> -preglednica)	13
5.5 Interpolacija v <i>r</i> -preglednici	15
6 Izračun $I(C, \gamma)$	16
6.1 Splošno	16
6.2 Matematični dogovori za meritve razdalj na cestišču	16
6.3 Matematični dogovori za vrtenje	17
6.4 Izračun C in γ	18
7 Izračun fotometričnih veličin	19
7.1 Svetlost	19
7.1.1 Svetlost v točki	19
7.1.2 Skupna svetlost v točki	20
7.1.3 Področje računanja svetlosti	20
7.1.4 Položaj točk za izračun	21
7.1.5 Položaj opazovalca	22
7.1.6 Svetilke, upoštevane pri izračunu	24
7.2 Osvetljenost	24
7.2.1 Splošno	24
7.2.2 Horizontalna osvetljenost v točki	24
7.2.3 Polkrogelna osvetljenost v točki	25
7.2.4 Polcilindrična osvetljenost v točki	25
7.2.5 Vertikalna osvetljenost v točki	26
7.2.6 Skupna osvetljenost v točki	27
7.2.7 Področje računanja za osvetljenost	27

7.2.8 Položaj točk za izračun.....	27
7.2.9 Svetilke, upoštevane pri izračunu.....	28
7.2.10 Osvetljenost na površinah nepravilnih oblik.....	28
8 Izračun kakovostnih lastnosti razsvetljave.....	29
8.1 Splošno.....	29
8.2 Povprečna svetlost.....	29
8.3 Splošna enakomernost.....	29
8.4 Vzdolžna enakomernost.....	29
8.5 Relativni porast praga zaznavanja.....	29
8.6 Količnik svetlosti okolice.....	30
8.7 Merila za osvetljenost.....	32
8.7.1 Splošno.....	32
8.7.2 Povprečna osvetljenost.....	32
8.7.3 Najmanjša osvetljenost.....	32
8.7.4 Enakomernost osvetljenosti.....	32
9 Dodatni podatki.....	32
Literatura.....	33

iTeh STANDARD PREVIEW **(standards.iteh.ai)**

SIST EN 13201-3:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/42947187-629a-4c35-b34d-68d65cf4d173/sist-en-13201-3-2004>

Predgovor

Ta dokument (EN 13201-3:2003) je pripravil tehnični odbor CEN/TC 169 »Svetloba in razsvetljava«, katerega sekretariat vodi DIN.

Ta evropski standard mora z objavo istovetnega besedila ali z razglasitvijo dobiti status nacionalnega standarda najpozneje do maja 2004, nacionalne standarde, ki so v nasprotju s tem standardom, pa je treba umakniti najpozneje do maja 2004.

Ta evropski standard je pripravila skupna delovna skupina tehničnega odbora CEN/TC 169 »Svetloba in razsvetljava« in tehničnega odbora CEN/TC 226 »Cestna oprema«, katerega sekretariat vodi AFNOR.

Dokument vsebuje seznam literature.

Ta standard, EN 13201 *Cestna razsvetljava*, je sestavljen iz treh delov. Ta dokument je:

3. del: Izračun lastnosti

Druga dva dela standarda EN 13201 sta:

2. del: Zahtevane lastnosti

4. del: Metode za merjenje lastnosti razsvetljave

V skladu z notranjimi predpisi CEN/CENELEC morajo ta evropski standard obvezno uvesti nacionalne organizacije za standarde naslednjih držav: Avstrije, Belgije, Češke republike, Danske, Finske, Francije, Nemčije, Grčije, Madžarske, Islandije, Irske, Italije, Luksemburga, Malte, Nizozemske, Norveške, Portugalske, Slovaške, Španije, Švedske, Švice in Združenega kraljestva.

[SIST EN 13201-3:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/42947187-629a-4c35-b34d-68d65cf4d173/sist-en-13201-3-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/42947187-629a-4c35-b34d-68d65cf4d173/sist-en-13201-3-2004>

Uvod

Računske metode, opisane v tem delu tega evropskega standarda, omogočajo izračun svetlobnotehničnih lastnosti cestne razsvetljave z dogovorjenimi postopki, tako da je zagotovljena primerljivost izračunov, ki imajo različne izvore vhodnih podatkov.

1 Področje uporabe

Ta evropski standard opredeljuje in opisuje dogovore in matematične postopke, ki se uporabljajo pri izračunu fotometričnih lastnosti inštalacij cestne razsvetljave, ki so bile projektirane v skladu s standardom SIST EN 13201-2.

2 Zveza s standardi

Ta evropski standard vsebuje z datiranim ali nedatiranim sklicevanjem določila iz drugih publikacij. Ta sklicevanja na standarde so navedena na ustreznih mestih v besedilu, publikacije pa so naštetje spodaj. Pri datiranih sklicevanjih se pri uporabi tega evropskega standarda upoštevajo poznejša dopolnila ali spremembe katerekoli od teh publikacij le, če so z dopolnilom ali spremembo vključene vanj. Pri nedatiranih sklicevanjih pa se uporablja zadnja izdaja publikacije, na katero se sklicuje (vključno z dopolnili).

prEN 13032-1 Svetloba in razsvetljava – Merjenje in podajanje fotometričnih podatkov svetlobnih virov in svetilk – 1. del: Merjenje in format podatkov

EN 13201-2 Cestna razsvetljava – 2. del: Zahtevane lastnosti

3 Izrazi, definicije, simboli in kratice

3.1 Izrazi in definicije

V tem evropskem standardu se uporabljajo naslednji izrazi in definicije:

3.1.1

vertikalni fotometrični kot (svetlobnega žarka) (γ)

kot med svetlobnim žarkom in osnovno fotometrično osjo svetilke

OPOMBA 1: Enota ° (stopinje).

OPOMBA 2: Glej sliko 1.

3.1.2

azimut (svetlobnega žarka) (C)

kot med navpično polravnino svetlobnega žarka in referenčno polravnino skozi osnovno fotometrično os svetilke; azimut je določen, tudi če je svetilka pri meritvi nagnjena

OPOMBA 1: Enota ° (stopinje).

OPOMBA 2: Glej sliko 1.

3.1.3

vpadni kot (svetlobnega žarka v točki na površini) (δ)

kot med svetlobnim žarkom in normalo na površino

OPOMBA 1: Enota ° (stopinje).

OPOMBA 2: Glej slike 4, 13 in 14.

3.1.4**kot odklona (glede na koeficient svetlosti) (β)**

suplementarni kot med navpično ravnino skozi svetilko in opazovano točko ter navpično ravnino skozi opazovalca in opazovano točko

OPOMBA 1: Enota ° (stopinje).

OPOMBA 2: Glej sliko 4.

3.1.5**koeficient svetlosti (na elementu površine, v dani smeri, pod določenimi pogoji osvetljevanja) (q)**
razmerje med svetlostjo elementa površine v dani smeri in osvetljenostjo te površine

OPOMBA 1: Enota: sr^{-1} .

$$\text{OPOMBA 2: } q = \frac{L}{E} \quad (1)$$

kjer so:

q koeficient svetlosti, v sr^{-1}

L svetlost, v cd/m^2

E osvetljenost, v lx

3.1.6**reducirani koeficient svetlosti (v točki površine) (r)**

koeficient svetlosti, pomnožen s tretjo potenco kosinusa vpadnega kota svetlobe v točko

OPOMBA 1: Enota sr^{-1} .

$$\text{OPOMBA 2: } \text{Opiše se lahko z izrazom: } r = q \cos^3 \varepsilon \quad (2)$$

kjer sta:

q koeficient svetlosti, v sr^{-1}

ε vpadni kot svetlobe, v stopinjah

OPOMBA 3: Kot opazovanja α (slika 4) vpliva na vrednost r . Za izračune cestne razsvetljave se po dogovoru upošteva kot opazovanja 1° . Za kote α med $0,5^\circ$ in $1,5^\circ$, ki so zahtevani za izračune svetlosti, se lahko privzame, da je vrednost r konstantna.

3.1.7**nagib (svetilke) med meritvijo (θ_m)**

kot med podano osnovno osjo svetilke in vodoravnico, ko je svetilka nameščena za fotometrične meritve

OPOMBA 1: Enota ° (stopinje).

OPOMBA 2: Glej sliko 8.

OPOMBA 3: Podana osnovna os svetilke je lahko določena s katerokoli lastnostjo svetilke. Pri svetilkah za nasaditev na krak je osnovna os največkrat določena kot os nasadila. Pri svetilkah za natik na steber je merilna os praviloma določena z osjo pokrova.

3.1.8**nagib (svetilke) med obratovanjem (θ_i)**

kot med podano osnovno osjo svetilke in vodoravnico, ko je svetilka nameščena za dejansko uporabo

OPOMBA 1: Enota ° (stopinje).

OPOMBA 2: Glej slike 1 in 8.

OPOMBA 3: Podana osnovna os svetilke je lahko določena s katerokoli lastnostjo svetilke. Pri svetilkah za nasaditev na krak je osnovna os največkrat določena kot os nasadila. Pri svetilkah za natik na steber je merilna os praviloma določena z osjo pokrova.

3.1.9

usmerjenost (svetilke) (ν)

kot med izbrano referenčno smerjo in smerjo $C = 0^\circ$, $\gamma = 90^\circ$ pri meritvi svetilke, kadar je osnovna fotometrična os svetilke navpična

OPOMBA 1: Enota $^\circ$ (stopinje).

OPOMBA 2: Kadar je cesta ravna, je referenčna smer vzdolžna.

OPOMBA 3: Dogovorjene oznake so razvidne iz slike 7.

3.1.10

zasuk (svetilke) (ψ)

kot med osnovno fotometrično osjo svetilke in pravokotno projekcijo svetilke na tla (nadir), kadar je nagib med meritvijo enak nič

OPOMBA 1: Enota $^\circ$ (stopinje).

OPOMBA 2: Dogovorjene oznake so razvidne iz slike 7.

3.1.11

osnovna fotometrična os (svetilke, ko je merjena v koordinatnem sistemu (C, γ))

navpična os skozi fotometrično središče svetilke, ko je le-ta nagnjena za svoj kot pri meritvi

OPOMBA 1: Na tej osi ležita pola (C, γ) koordinatnega sistema. Glej sliko 1.

OPOMBA 2: Ta os je nagnjena, če svetilka ni nameščena pod enakim kotom, kot je bila pri meritvi.

3.1.12

vzdolžna smer

smer, vzdolžna z osjo ceste

3.1.13

prečna smer

smer, pravokotna na os ceste

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
SIST EN 13201-3:2004
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/42947187-629a-4c35-b34d-68d65cf4d173/sist-en-13201-3-2004>

OPOMBA: Prečna smer v zavoju je tista, ki leži na polmeru zavoja v točki, ki nas zanima.

3.1.14

azimut namestitve (glede na točko površine ceste in določeno svetilko v merilnem položaju) (φ)
kot, ki ga tvori izbrana referenčna smer (vzdolžna za ravno cesto) z navpično ravnino, ki jo določata izbrana točka in osnovna fotometrična os svetilke, kadar je svetilka v osnovnem merilnem položaju

OPOMBA 1: Enota $^\circ$ (stopinje).

OPOMBA 2: Glej sliko 4.

3.2 Seznam simbolov in kratic

Simboli in kratice, uporabljeni v tem standardu, so zbrani v preglednici 1.

Preglednica 1: Simboli in kratice

Veličina		
Simbol	Ime ali opis	Enota
C	Fotometrični azimut (slika 1)	° (stopinje)
D	Razdalja med točkami izračuna v vzdolžni smeri	m
d	Razdalja med točkami izračuna v prečni smeri	m
E	Osvetljenost	lx
H	Višina namestitve svetilke	m
j, m	Celoštevilska vrednost, ki označuje stolpec ali vrstico v preglednici	–
L	Svetlost	cd/m ²
I	Svetilnost, normirana na 1000 lm	cd/klm
L_p	Skupna svetlost v točki P	cd/m ²
MF	Produkt faktorja zaprašnosti svetilke in staranja svetlobnega vira (faktor vzdrževanja)	–
N	Število točk v vzdolžni smeri	–
n	Število svetilk, upoštevanih v izračunu	–
q	Koeficient svetlosti	sr ⁻¹
Q_0	Povprečni koeficient svetlosti	sr ⁻¹
r	Reducirani koeficient svetlosti	sr ⁻¹
S	Razdalja med svetilkami	m
TI	Relativni porast praga zaznavanja	%
L_v	Ekvivalentna zastirajoča svetlost	cd/m ²
W_L	Širina voznega pasu	m
W_r	Širina opazovane površine	m
W_s	Širina pasu	m
x	Abscisa v koordinatnem sistemu (x,y) (slika 6)	m
y	Ordinata v koordinatnem sistemu (x,y) (slika 6)	m
Φ	Svetlobni tok svetlobnega vira ali virov v svetilki	klm
α	Kot med svetlobnim žarkom in normalo na ravno površino polcilindra pri meritvi polcilindrične osvetljenosti (slika 13) ali označeno navpično ravnino pri meritvi vertikalne osvetljenosti (slika 14)	°(stopinje)
β	Kot odklona (slika 4)	°(stopinje)
γ	Vertikalni fotometrični kot (slika 1)	°(stopinje)
δ	Nagib svetilke za izračun (slika 8)	°(stopinje)
ε	Vpadni kot (slika 4)	°(stopinje)
θ_1	Nagib svetilke med obratovanjem (slika 8)	°(stopinje)
θ_m	Nagib svetilke pri meritvi (slika 8)	°(stopinje)
ν	Usmerjenost svetilke (slika 7)	°(stopinje)
σ	Kot opazovanja (slika 4)	°(stopinje)
φ	Azimut namestitve (slika 4)	°(stopinje)
ψ	Zasuk svetilke (slika 1)	°(stopinje)

4 Matematični dogovori

Osnovni dogovori za matematične postopke, opisani v tem standardu, so:

- svetilka se upošteva kot točkovni svetlobni vir;
- zanemari se svetloba, odsevana od okolice, in svetloba zaradi večkratnih odsevanj;
- zanemari se zastiranje svetlobe zaradi dreves in drugih objektov;
- absorpcija atmosfere je enaka nič;
- površina ceste je ravna in vodoravna in ima nespremenljive odsevne lastnosti po vsej upoštevani površini.

5 Fotometrični podatki

5.1 Splošno

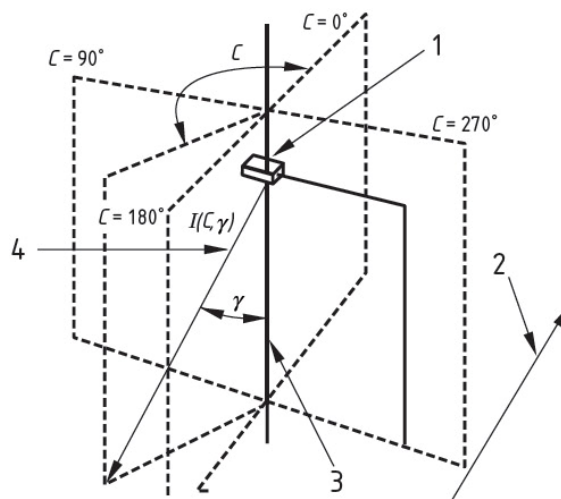
Za izračun kazalnikov kakovostne razsvetljave po tem standardu so potrebni fotometrični podatki za svetlobno porazdelitev svetilk, uporabljenih pri inštalaciji razsvetljave. Podatki so podani v obliki preglednice kotne porazdelitve svetilnosti (I -preglednica), ki navajajo podane vrednosti svetilnosti svetilk v vseh glavnih smereh. Za izračun svetlosti cestne površine so potrebni tudi fotometrični podatki odsevnosti cestne površine v obliki r -preglednice.

V preglednicah so podane vrednosti za določene kote. Vrednosti za kote, ki ležijo med podanimi koti, se izračunajo s pomočjo interpolacije.

5.2 Preglednica porazdelitve svetilnosti (I -preglednica)

Za izračune po tem standardu je potrebna preglednica kotne porazdelitve svetilnosti (I -preglednica), ki mora biti pripravljena skladno s standardom prEN 13032-1. Za cestne svetilke se uporablja koordinatni sistem (C, γ) , ki je prikazan na sliki 1. Za reflektorsko razsvetljavo se lahko uporablja tudi koordinatni sistem (B, β) . Na sliki je prikazana svetilka z nagibom pri meritvi.

Svetilnost mora biti podana v kandelah na tisoč lumenov – kilolumen (cd/klm) vseh svetlobnih virov v svetilki.



Legenda:

- 1 svetilka z nagibom pri meritvi
- 2 vzdolžna smer
- 3 osnovna fotometrična os
- 4 smer svetilnosti

Slika 1: Usmerjenost koordinatnega sistema C, γ glede na vzdolžno smer cestišča

Za zagotovitev zadostne točnosti izračunov pri uporabi interpolacije so podani največji razmiki med podanimi koti.

Pri koordinatnem sistemu (C, γ) mora biti svetilnost podana pri spodaj naštetih kotih.

Razmiki za kote v navpični ravnini (γ) morajo biti za vse svetilke največ $2,5^\circ$ od 0° do 180° . Razmiki med azimuti C-ravnin se morajo spreminjati glede na simetrijo porazdelitve svetilnosti, kot je navedeno spodaj:

- svetilke brez simetrije glede na ravnino $C = 0^\circ$: razmiki med azimuti morajo biti največ 5° , z začetkom pri 0° , ko je svetilka v osnovnem položaju, do 355° ;
- svetilke s simetrijo glede na ravnino $C = 270^\circ - 90^\circ$: razmiki med azimuti morajo biti največ 5° , z začetkom pri 270° , ko je svetilka v osnovnem položaju, do 90° ;
- svetilke s simetrijo glede na ravnini $C = 270^\circ - 90^\circ$ in $C = 0^\circ - 180^\circ$: razmiki med azimuti morajo biti največ 5° , z začetkom pri 0° , ko je svetilka v osnovnem položaju, do 90° ;
- svetilke z enako kotno porazdelitvijo svetilnosti v vseh C-ravninah: potrebna je meritev samo ene C-ravnine.

OPOMBA: Razmiki med podanimi koti v I-preglednici, priporočeni v publikaciji CIE 140, so večji od zgoraj podanih in ne zagotavljajo ustrezne točnosti izračunov osvetljenosti.

5.3 Metode za interpolacijo vrednosti v I-preglednici

5.3.1 Splošno

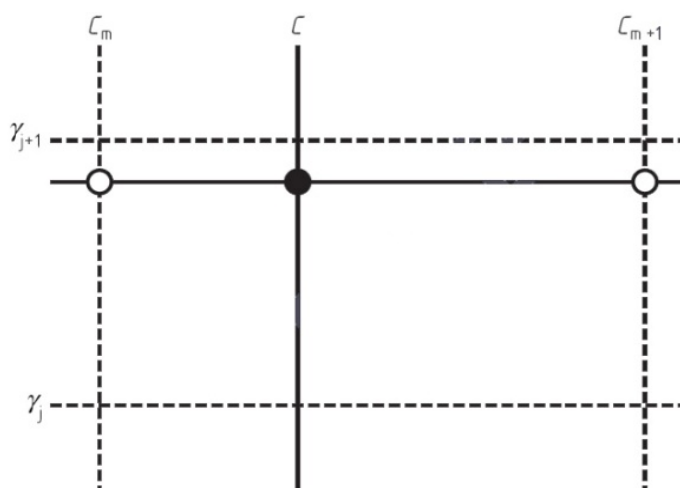
Kadar je za izračune potrebna svetilnost za smer, ki ni enaka eni od smeri, pri kateri so bile izvedene meritve, je treba uporabiti linearno ali kvadratično interpolacijo za določitev svetilnosti v željeni smeri. Linearna interpolacija je enostaven postopek in se lahko uporabi, če so podatki o kotni porazdelitvi svetilnosti podani skladno z zahtevami v točki 5.2. Če so razmiki med koti večji, je treba uporabiti kvadratično interpolacijo.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/42947187-629a-4c35-b34d-68d65cf4d173/sist-en-13201-3-2004>

5.3.2 Linearna interpolacija

[68d65cf4d173/sist-en-13201-3-2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/42947187-629a-4c35-b34d-68d65cf4d173/sist-en-13201-3-2004)

Za določitev vrednosti svetilnosti $I(C, \gamma)$ v smeri (C, γ) je treba interpolirati med štirimi vrednostmi svetilnosti, ki ležijo najbližje izbrani smeri, kot je prikazano na sliki 2.



Slika 2: Koti, potrebni za linearno interpolacijo svetilnosti