

## 1 Področje uporabe

Ta evropski standard določa zahteve za razsvetljavo za ljudi na delovnih mestih v notranjih prostorih, ki zadoščajo potrebam po vidnem udobju in učinku za osebe z normalnimi vidnimi sposobnostmi. Upoštevane so vse običajne vidne naloge, vključno s slikovnimi zasloni (Display Screen Equipment, DSE).

Ta evropski standard določa količinske in kakovostne zahteve za izvedbe razsvetljave večine notranjih delovnih mest in z njimi povezanih področij. Navedena so tudi nekatera priporočila dobre prakse za razsvetljavo.

Ta evropski standard ne določa zahtev za razsvetljavo v zvezi z varnostjo in zdravjem delavcev na delovnih mestih in ni bil pripravljen za področje uporabe 153. člena Pogodbe o Evropski skupnosti, čeprav zahteve za razsvetljavo, kot so določene v tem standardu, ponavadi zadoščajo potrebam glede varnosti. Zahteve za razsvetljavo v zvezi z varnostjo pri delu in zdravjem delavcev na delovnem mestu so lahko navedene v direktivah na podlagi 153. člena Pogodbe o Evropski skupnosti, v nacionalni zakonodaji držav članic, ki uveljavljajo te direktive, ali v drugi nacionalni zakonodaji držav članic.

Ta evropski standard ne ponuja izrecnih rešitev, ne omejuje oblikovalske svobode pri uporabi novih tehnik, niti ne omejuje uporabe inovativnih sredstev. Osvetlitev se lahko zagotovi s pomočjo dnevne ali umetne svetlobe oziroma z njuno kombinacijo.

Ta evropski standard ni namenjen za razsvetljavo delovnih mest na prostem in za področje rudarstva niti za varnostno in zasilno razsvetljavo. Za razsvetljavo delovnih mest na prostem glej SIST EN 12464-2 in EN 1838 ter EN 13032-3 za zasilno razsvetljavo.

## 2 Zveze s standardi

Za uporabo tega dokumenta je nujno potrebno poznavanje naslednjih dokumentov, na katere se sklicuje v besedilu. Za datirana sklicevanja se uporablja le izdaja na katero se v dokumentu sklicuje. Pri nedatiranih sklicevanjih se uporablja zadnja izdaja publikacije, na katero se sklicuje (skupaj z dopolnili).

EN 12193, Svetloba in razsvetljava - Razsvetljava športnih objektov

EN 12464-2, Svetloba in razsvetljava – Razsvetljava na delovnem mestu – 2. del: Delovna mesta na prostem

EN 12665, Svetloba in razsvetljava – Osnovni izrazi in merila za specifikacijo zahtev za razsvetljavo

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

EN 13032-2, Svetloba in razsvetljava – Merjenje in podajanje fotometričnih podatkov svetlobnih virov in svetilk – 2. del: Podajanje podatkov za delovna mesta v notranjih prostorih in na prostem

EN 15193, Energijske lastnosti stavb - Energijske zahteve za osvetlitev

EN ISO 9241-307, Ergonomija medsebojnega vpliva človek-sistem - 307. del: Analize in metode preskušanja skladnosti elektronskih slikovnih zaslonov

EN ISO 9680:2007, Zobozdravstvo - Operacijska razsvetljava (ISO 9680:2007)

ISO 3864-1, Grafični simboli - Opozorilne barve in opozorilni znaki - 1. del: Načela načrtovanja opozorilnih znakov in opozorilnih oznak

### 3 Izrazi in definicije

Za namen tega evropskega standarda veljajo izrazi in definicije, kot so podani v EN 12665 in v nadaljevanju.

#### 3.1

##### **delokrog**

področje znotraj katerega se izvaja določena dejavnost

#### 3.2 površina ozadja

površina, ki meji na neposredno okolico

#### 3.3 slikovni zasloni (DSE)

alfanumerični ali grafični zasloni za prikazovanje informacij, ne glede na uporabljen postopek prikaza

OPOMBA: Privzeto iz 90/270/EEC

#### 3.4

##### **površina neposredne okolice**

pas v vidnem polju, ki obkroža delovno površino

#### 3.5

##### **strešno okno**

odprtina za dnevno svetlobo v strehi ali vodoravni površini na stavbi

#### 3.6

##### **kot zasenčenja**

kot med vodoravnico in smerjo pogleda, pod katero se najprej neposredno vidijo svetleči deli svetlobnega vira v svetilki

#### 3.7

##### **delovna površina**

tista površina na kateri se izvaja vidna naloga.

#### 3.8

##### **vidna naloga**

vidne sestavine dejavnosti, ki se izvaja

OPOMBA: Glavne vidne sestavine so velikost strukture (sestava), njena svetlost, njen kontrast nasproti ozadju in trajanje.

#### 3.9

##### **okno**

odprtina za dnevno svetlobo na navpični ali skoraj navpični površini, ki obdaja prostor

#### 3.10

##### **delovno področje**

prostor, namenjen za delovna mesta, v območju podjetja in/ali ustanove in katerikoli drug prostor na območju podjetja in/ali ustanove, na katerega ima delavec dostop v zvezi s svojo zaposlitvijo

OPOMBA: Privzeto iz 89/645/EEC

#### 3.11

##### **delovno mesto**

sestava in prostorska namestitvev delovne opreme, obkrožene z delovnim okoljem in pod pogoji, ki jih

določajo vrste dela

OPOMBA: Privzeto iz ISO 6385:2004

## 4 Merila za načrtovanje razsvetljave

### 4.1 Svetlobno okolje

Za izvedbo dobre razsvetljave morajo biti poleg zahtev po osvetljenosti izpolnjene še druge količinske in kakovostne zahteve.

Zahteve za razsvetljavo so določene s tremi osnovnimi človeškimi potrebami:

- z vidnim udobjem, ki daje delavcu občutek ugodja; kar posredno viša produktivnost in kakovost opravljenega dela,
- z vidno učinkovitostjo, ki omogoča delavcem izvedbo vidnih nalog tudi v težavnih okoliščinah in v daljših časovnih obdobjih,
- z varnostjo.

Glavni parametri s katerimi umetna in dnevna svetloba določata svetlobno okolje so:

- porazdelitev svetlosti,
- osvetljenost,
- usmerjenost svetlobe in razsvetljave v notranjih prostorih,
- spremenljivost svetlobe (nivojev in barve svetlobe),
- barvni videz in barva svetlobe,
- omejevanje bleščanja,
- migotanje (fliker).

Zahteve za srednjo vzdrževano osvetljenost in njeno enakomernost, neugodno bleščanje in indeks barvnega videza so številčno opredeljeni v točki 5. Za druge parametre so zahteve opisane v točki 4.

OPOMBA: Razen razsvetljave obstajajo tudi drugi vizualni ergonomski parametri, ki vplivajo na vidno učinkovitost, kot npr.:

- osnovne lastnosti naloge (velikost, oblika, pozicija, barvne in refleksijske lastnosti podrobnosti in ozadja),
- očesna zmožnost osebe (ostrina vida, globinski vid, barvno zaznavanje),
- namerno izboljšano in oblikovano svetlobno okolje, osvetlitev brez bleščanja, dober barvni videz, visokokontrastne oznake ter optični ali otipljivi sistemi vodenja lahko izboljšajo vidljivost in občutek za smer ter prostor. Glej tudi Priporočila CIE za dostopnost: Smernice za vidljivost in razsvetljavo za starostnike in invalide.

Z upoštevanjem teh dejavnikov lahko izboljšamo vidno učinkovitost brez višanja nivoja osvetljenosti.

## 4.2 Porazdelitev svetlosti

### 4.2.1 Splošno

Porazdelitev svetlosti v vidnem polju vpliva na adaptacijo očesa in s tem tudi na vidnost delovne naloge.

Uravnotežena adaptacijska svetlost je potrebna zaradi izboljšanja:

- ostrine vida;
- kontrastne občutljivosti (razločevanja majhnih relativnih razlik svetlosti);
- učinkovitega delovanja očesa (kot so akomodacija, usmerjenost pogleda, prilagoditev zenice, gibanje očesa itd.).

Porazdelitev svetlosti v vidnem polju vpliva tudi na vidno udobje. Izogibati se je treba:

- previsokim svetlostim (zaradi možnosti bleščanja);
- prevelikim kontrastom, ki zaradi neprestane adaptacije povzročajo utrujenost očesa;
- prenizkim svetlostim in svetlobnim kontrastom, ki povzročajo dolgočasno in nestimulativno delovno okolje.

Za dobro uravnoteženo porazdelitev svetlosti moramo upoštevati svetlosti vseh površin, ki se določijo s pomočjo osvetljenosti površin in njihovih refleksijskih lastnosti (odsevnosti). Zelo zaželene so svetle barve površin v notranjosti, posebej sten in stropov, s čimer preprečimo mrakobnost in povečamo adaptacijske svetlosti in udobje ljudi v prostoru.

Oblikovalec razsvetljave mora upoštevati in izbrati ustrezne vrednosti refleksij in osvetljenosti površin v prostorih glede na naslednja priporočila.

### 4.2.2 Refleksijski koeficienti površin

Priporočene vrednosti refleksijskih koeficientov velikih difuznih površin v notranjih prostorih so:

- strop: 0,7 do 0,9;
- stene: 0,5 do 0,8;
- tla: 0,2 do 0,4.

OPOMBA Refleksijski koeficienti večjih objektov (pohištvo, stroji itd.) naj bodo med 0,2 in 0,7.

### 4.2.3 Osvetljenost površin

Pomembne površine v vseh zaprtih prostorih naj imajo naslednje vrednosti vzdrževane osvetljenosti:

- $\bar{E}_{vz} > 50 \text{ lx}$  z  $U_o \geq 0,10$  na stenah in
- $\bar{E}_{vz} > 30 \text{ lx}$  z  $U_o \geq 0,10$  na stropu.

OPOMBA 1 Znano je, da v nekaterih prostorih kot so regalna skladišča, železarne, železniški terminali itd, zaradi velikosti, kompleksnosti in operativnih omejitev, ni možno dosegati želenih vrednosti osvetljenosti. V takšnih prostorih je sprejemljivo zmanjšanje priporočenih vrednosti.

OPOMBA 2 V nekaterih notranjih prostorih kot so pisarne, prostori za zdravstveno oskrbo in splošne površine (vhodi, hodniki itd.) morajo biti stene in stropi svetlejši. V teh prostorih so priporočene naslednje vrednosti vzdrževane osvetljenosti velikih površin:  $\bar{E}_{vz} > 75 \text{ lx}$  z  $U_o \geq 0,10$  na stenah in  $\bar{E}_{vz} > 50 \text{ lx}$  z  $U_o \geq 0,10$  na stropu.

## 4.3 Osvetljenost

### 4.3.1 Splošno

Osvetljenost in njena porazdelitev na delovni površini ter na površini neposredne okolice zelo vpliva na hitrost, varnost in udobnost zaznave in izvedbe delovne naloge.

Vse vrednosti osvetljenosti, ki so navedene v tem Evropskem standardu, so vzdrževane vrednosti osvetljenosti in izpolnjujejo potrebe po vidnem udobju in za izvajanje delovnih nalog.

Vrednosti vzdrževanih osvetljenosti in njenih enakomernosti temeljijo na izbrani mreži točk izračuna (glej točko 4.4)

### 4.3.2 Lestvica osvetljenosti

Skladno z EN 12665 so priporočeni koraki naraščanja osvetljenosti (v lx), s katerimi se zagotovimo opazno razliko:

20 – 30 – 50 – 75 – 100 – 150 – 200 – 300 – 500 – 750 – 1000 – 1500 – 2000 – 3000 – 5000

### 4.3.1 Osvetljenosti na delovni površini

Vrednosti, podane v 5. točki, so vzdrževane vrednosti osvetljenosti na delovni površini. Referenčna površina je lahko vodoravna, navpična ali nagnjena. Ne glede na starost in stanje naprav ne sme srednja vrednost osvetljenosti pasti pod vrednosti, podane v 5. točki. Vrednosti so veljavne za običajne vidne razmere in upoštevajo naslednje dejavnike:

- psiho-fiziološki dejavniki, kot sta vidno udobje in dobro počutje;
- zahteve za vidne naloge;
- vidna ergonomija;
- praktične izkušnje;
- prispevek k uporabni varnosti;
- gospodarnost.

Če se vidne razmere razlikujejo od običajno predpostavljenih, se lahko vrednosti osvetljenosti prilagodijo za najmanj eno stopnjo na lestvici osvetljenosti iz točke 4.3.2.

Zahtevana vzdrževana osvetljenost naj se poveča, kadar:

- je vidna naloga zelo pomembna;
- so posledice napak zelo drage;
- je natančnost, večja storilnost ali povečana zbranost zelo pomembna;
- so podrobnosti naloge neobičajno male ali s slabimi kontrasti;
- traja delo neobičajno dolgo časa;
- je vidna sposobnost delavcev manjša kot običajno.

Zahtevana vzdrževana osvetljenost se lahko zniža, kadar:

- so podrobnosti vidne naloge neobičajno velike ali z velikimi kontrasti,
- traja delo neobičajno kratek čas.

OPOMBA Za slabovidne so lahko potrebne zahteve glede osvetljenosti in kontrastov drugačne.

Ugotovljena velikost in lega delovne površine naj bo zavedena.

Za delovna mesta, kjer velikost in/ali lega delovne površine ali površin nista določena lahko:

- za delovno površino upoštevamo celotno področje ali
- celotno področje enakomerno ( $U_0 \geq 0,40$ ) osvetlimo na nivo osvetljenosti, ki ga določi načrtovalec. Če delovna površina postane določena, moramo sistem razsvetljave prilagoditi tako, da zagotavlja zahtevane osvetljenosti.

Kadar vrsta dela/naloge ni znana, mora načrtovalec predpostaviti verjetna dela in navesti ustrezne zahteve.

Slika 1 – Najmanjše mere površin neposredne okolice in ozadja

Legenda

- 1 delovna površina
- 2 neposredna okolica (pas v vidnem polju okrog delovne površine, širok vsaj 0,5 m)
- 3 površina ozadja (tik ob neposredni okolici, široka vsaj 3 m in omejena s prostorom)

#### 4.3.4 Osvetljenost neposredne okolice

Velike razlike v osvetljenosti prostora okrog delovne površine lahko povzročijo naprezanje vida in neugodje.

Osvetljenost površin v neposredni okolici mora biti usklajena z osvetljenostjo delovne površine, tako da zagotavlja uravnoteženo porazdelitev svetlosti v vidnem polju. Neposredna okolica naj bi bila pas v vidnem polju okrog delovne površine, širok vsaj 0,5 m.

Osvetljenost površine neposredne okolice je lahko nižja, kot je tista za delovno površino, vendar ne manjša od vrednosti, podanih v preglednici 1.

Poleg osvetljenosti delovne površine mora razsvetljava, skladno z zahtevami iz poglavja točke 4.2, zagotoviti tudi ustrezno adaptacijsko svetlost.

Ugotovljena velikost in lega površine neposredne okolice naj bo zavedena.

Preglednica 1: Osvetljenost površine neposredne okolice glede na osvetljenost delovne površine

Osvetljenost delovne površine $E_{delovna}$ (lx)	Osvetljenost neposredne okolice (lx)
$\geq 750$	500
500	300
300	200
200	150
150	$E_{delovna}$
100	$E_{delovna}$
$\leq 50$	$E_{delovna}$
enakomernost: $\geq 0,7$	enakomernost: $\geq 0,5$

Na sliki 1 so prikazane najmanjše mere površine neposredne okolice glede na delovno površino.

#### 4.3.5 Osvetljenost ozadja

Na notranjih delovnih mestih, še posebej tistih brez dnevne svetlobe, mora biti osvetljen še velik del območja, ki obkroža zasedeno delovno mesto. »Površina ozadja« (vsaj 3 m širok pas tik ob površini neposredne okolice in omejen s prostorom) mora biti osvetljena z vzdrževano osvetljenostjo vsaj 1/3 vrednosti zahtevane za osvetljenost neposredne okolice.

Ugotovljena velikost in lega površine ozadja naj bo zavedena.

Na sliki 1 so prikazane najmanjše mere površine ozadja glede na delovno površino.

#### 4.3.6 Enakomernost osvetljenosti

Enakomernosti osvetljenosti na delovni površini ne smejo biti manjše od vrednosti podanih v preglednicah v točki 5.

Za umetno razsvetljava ali razsvetljava s strešnimi okni mora biti enakomernost osvetljenosti:

- na površini neposredne okolice  $U_o \geq 0,40$ ;
- na površini ozadja  $U_o \geq 0,10$ .

Za razsvetljava zaradi oken:



– na večjih območjih, delokrogih in površinah ozadja dnevna svetloba hitro upada z oddaljenostjo od oken. Dodatne prednosti uporabe dnevne svetlobe (glej 4.12) lahko nadomestijo pomanjkanje enakomernosti.

#### 4.4 Mreža izračuna osvetljenosti

Vrednosti osvetljenosti na delovnih površinah, površinah neposredne okolice in površinah ozadja se izračunavajo in preverjajo v točkah, ki tvorijo enakomerno mrežo.

Zaželene so mreže s približno kvadratnimi elementi, pri podolgovatih mora razmerje med dolžino in širino elementa ostati med 0,5 in 2 (glej tudi EN 12193 in EN 12464-2). Največja dovoljena dolžina elementa mreže je:

$$p = 0,2 \times 5^{\log_{10}(d)} \quad (1)$$

kjer je:

$$p \leq 10 \text{ m}$$

$d$  daljša dimenzija površine izračuna (m), če je razmerje med daljšo in krajšo strani manj kakor 2, drugače je  $d$  krajša stranica, in

$p$  največja velikost elementa mreže (m).

Število točk v ustrezni smeri mreže je dano z najbližjim celim številom razmerja  $d/p$ .

Dobljen razmik med točkami mreže se uporabi za izračun števila točk v drugi dimenziji. Na ta način bo razmerje med dolžino in širino elementa mreže blizu 1.

Pas širine 0,5 m od stene je izvzet iz površine računanja razen, če je ta pas del delovne površine.

Primerni razmiki med točkami mreže se uporabijo tudi na steni in stropu. Lahko se uporabi tudi pas 0,5 m.

OPOMBA 1 Razmiki med točkami izračuna naj ne sovpadajo z razmiki med svetilkami.

OPOMBA 2 Enačba (1) (CIE x005-1992) je bila izpeljana ob predpostavki, da je  $p$  sorazmerna  $\log(d)$ , kjer je:

$$p = 0,2 \text{ m za } d = 1 \text{ m;}$$

$$p = 1 \text{ m za } d = 10 \text{ m;}$$

$$p = 5 \text{ m za } d = 100 \text{ m.}$$

OPOMBA 3 Tipični razmiki med točkami v mreži izračuna so podani v preglednici A.1.

#### 4.5 Bleščanje

##### 4.5.1 Splošno

Bleščanje je občutek, ki nastane zaradi svetlih površin v vidnem polju, kot so osvetljene površine, deli svetilk, oken in/ali svetlobnikov. Bleščanje omejujemo, da se izognemo napakam, utrujenosti in nesrečam. Bleščanje se lahko občuti kot neugodno (psihološko) ali kot moteče (fiziološko). V notranjih



prostorih je uspešna omejitev neugodnega bleščanja običajno dovolj tudi za preprečitev motečega bleščanja

Bleščanje zaradi odsevov svetlobe na zrcalnih ali lesketavih površinah lahko povzroča zastirajoče ali refleksno bleščanje.

OPOMBA: Omejevanju bleščanja je treba posvetiti posebno pozornost, kadar je smer pogleda nad vodoravnico.

#### 4.5.2 Neugodno bleščanje

Trenutno še ni standardizirane metode za oceno neugodnega bleščanja, ki ga povzroča svetloba iz oken.

Ocena neugodnega bleščanja v notranjih prostorih, ki nastane neposredno zaradi uporabljenih svetilk, se določa s pomočjo preglednic po metodi poenotenega indeksa bleščanja (*UGR*). Metoda temelji na enačbi:

$$UGR = 8 \log_{10} \left( \frac{0,25}{L_B} \sum \frac{L^2 \omega}{p^2} \right) \quad (2)$$

kjer so:

$L_B$  svetlost ozadja, izračunana kot  $E_{ind} \pi^{-1}$ , kjer je  $E_{ind}$  vertikalna indirektna osvetljenost na ravnini očesa opazovalca, v  $cd \cdot m^{-2}$

$L$  svetlost svetlečega dela vsake svetilke v smeri oči opazovalca v  $cd \cdot m^{-2}$

$\omega$  prostorski kot v steradianih, ki ga svetleči deli vsake svetilke zajemajo v očeh opazovalca

$p$  indeks položaja po Guthu za vsako posamezno svetilko glede na njen odmik od linije pogleda

Vse predpostavke oziroma poenostavitve, narejene pri določitvi vrednosti *UGR*, je treba navesti v ustreznem načrtu. Vrednost *UGR* za razsvetljavno napravo ne sme presegati mejne vrednosti podane v točki 5.

Priporočene mejne vrednosti *UGR* tvorijo niz, katerega korak predstavlja opazno razliko bleščanja.

Mejne vrednosti *UGR* so: 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28.

OPOMBA 1: Variacije vrednosti *UGR* po prostoru se lahko določijo z uporabo razširjenih preglednic za različne položaje opazovalca, kot je natančneje opisano v CIE 117-1995.

OPOMBA 2: Če največje vrednosti *UGR* v prostoru presegajo mejne vrednosti, podane v 5. točki, se morajo dovoljeni položaji delovnih mest omejiti.

OPOMBA 3: Če metoda s preglednicami ni uporabna, poznamo pa mesto opazovalca in smer pogleda, lahko *UGR* izračunamo po enačbi, vendar je praktična uporaba obstoječih mejnih vrednosti še v fazi raziskav. Mejne vrednosti za te pogoje so še v pripravi.

#### 4.5.3 Zasenčenje pred bleščanjem

Viri svetlobe lahko s svojo visoko svetlostjo povzročijo bleščanje in zmanjšajo vidnost objektov. Temu se je treba izogniti s primernimi ukrepi, kot npr. z zasenčenjem svetlobnih virov in svetlobnikov ali primernim zastiranjem močne dnevne svetlobe iz oken.

V preglednici 2 so podani najmanjši koti zasenčenja (glej sliko 2) za svetilke v vidnem polju, ki jih je treba uporabiti glede na svetlosti svetlobnih virov.

OPOMBA: Vrednosti iz preglednice 2 ne veljajo za navzgor sevajoče svetilke ali izključno navzdol sevajoče svetilke, nameščene pod običajno višino opazovalca.

Preglednica 2: Najmanjši koti zasenčenja pri navedenih svetlostih svetlobnih virov

Svetlost svetlobnega vira $\text{kcd}\cdot\text{m}^{-2}$	Najmanjši kot zasenčenja $\alpha$
20 do < 50	15°
50 do < 500	20°
$\geq 500$	30°

Slika 2 – Kot zasenčenja  $\alpha$

#### 4.5.4 Zastirajoče in refleksno bleščanje

Refleksije z visoko svetlostjo v področju vidne naloge lahko spremenijo njeno vidnost. Običajno je učinek škodljiv in zato neželjen. Zastirajoče in refleksno bleščanje se lahko zmanjša ali prepreči z naslednjimi ukrepi:

- prilagoditev položajev delovnih mest glede na svetilke, okna in svetlobnike;
- obdelava površin (matirane površine);
- omejitev svetlosti svetilk, oken in svetlobnikov;
- svetli stropi in stene.

#### 4.6 Razsvetljava v notranjih prostorih

##### 4.6.1 Splošno

Osvetljen mora biti celoten prostor v katerem se nahajajo ljudje, ne samo delovna naloga. To je potrebno, da se poudarijo objekti, razkrijejo teksture in izboljša pojavnost oziroma vidnost oseb v prostoru. To vlogo razsvetljave opisujejo izrazi »srednja cilindrična osvetljenost«, »modeliranje« in »usmerjenost razsvetljave«.

##### 4.6.2 Zahteve za srednjo cilindrično osvetljenost v delovnem prostoru

Dobra vidna komunikacija in prepoznavanje objektov v prostoru zahtevata, da je celoten prostor, v katerem se ljudje gibajo ali delajo osvetljen. To zahtevo izpolnimo s primerno srednjo cilindrično osvetljenostjo  $\bar{E}_c$  v prostoru.

Vzdrževana srednja cilindrična osvetljenost (povprečna vrednost osvetljenosti navpičnih ravnin) v delokrogih in notranjih območjih naj bo najmanj 50 lx z enakomernostjo  $U_o \geq 0,10$  na vodoravni površini pri določeni višini, npr. 1,2 m za sedeče in 1,6 m nad tlemi za stoječe osebe.

OPOMBA na območjih, kjer je pomembna dobra vidna komunikacija, še posebej v pisarnah, sejnih sobah in prostorih za poučevanje, naj bo  $\bar{E}_c$  najmanj 150 lx in  $U_o \geq 0,10$ .

### 4.6.3 Modeliranje

Splošen vtis notranjosti se lahko izboljša, če so posebnosti struktur, osebe in objekti v prostoru osvetljeni tako, da se razločno in na prijeten način opazita njihova oblika in zgradba.

Če bo svetloba preveč usmerjena, bodo sence preostre, če bo preveč difuzna, pa se bo efekt senčenja povsem izgubil in prostor bo svetlobno medel. Izogibati se je treba večkratnim sencam, ki nastanejo z usmerjenim osvetljevanjem iz različnih smeri, saj lahko na ta način zbegamo opazovalce.

Modeliranje je iskanje pravega ravnovesja med difuzno in usmerjeno svetlobo in bi se moralo upoštevati.

OPOMBA 1 Kazalec modeliranja je razmerje med cilindrično in horizontalno osvetljenostjo v dani točki. Točke v mrežah izračuna cilindrične in horizontalne osvetljenosti naj sovpadajo.

OPOMBA 2 Za enakomerne razporeditve svetilk ali svetlobnikov so za dobro modeliranje ustrezne vrednosti med 0,30 in 0,60.

OPOMBA 3 Dnevna svetloba se iz oken širi predvsem v vodoravni smeri. Dodatne prednosti uporabe dnevne svetlobe (glej 4.12) lahko nadomestijo njen negativni vpliv na modeliranje, zato lahko območje sprejemljivih vrednosti kazalcev razširimo.

### 4.5.2 Usmerjena razsvetljava vidnih nalog

Z osvetlitvijo iz določene smeri se lahko razkrijejo določene podrobnosti vidne naloge, poveča se njihova vidljivost in olajša izvedba naloge. Preprečiti je treba neželeno zastirajoče in refleksno bleščanje (glej točko 4.5.4).

Preostre sence lahko vplivajo na vidno nalogo in bi se jim bilo treba izogniti, vendar nekateri načini senčenja izboljšujejo vidljivost naloge.

## 4.7 Barvni vidiki

### 4.7.1 Splošno

Barvno kakovost svetlobnega vira (bele svetlobe) ali prepuščene dnevne svetlobe določata dve lastnosti:

- barva svetlobe kot take in
- sposobnost prikazovanja barv, ki vpliva na pravilni barvni videz predmetov in oseb.

Ti dve lastnosti je treba obravnavati ločeno.

### 4.7.1 Barva svetlobe

Z barvo svetlobe svetlobnega vira se označuje navidezna barva (barvnost) izsevane svetlobe. Meri se s podobno barvno temperaturo vira ( $T_{CP}$ ).

Barva dnevne svetlobe se čez dan spreminja.

Barva umetne svetlobe se lahko deli v skupine, kot je prikazano v preglednici 3.

**Preglednica 3 – Skupine barve svetlobe iz svetlobnih virov**

Barva svetlobe	Podobna barvna temperatura $T_{cp}$
topla	pod 3 300 K
srednja (nevtralna)	3 300 do 5 300 K
hladna	nad 5 300 K

Barva svetlobe se izbere na podlagi psiholoških pogledov, estetike in tako, da se zagotovi naraven izgled predmetov. Izbira je odvisna od nivoja osvetljenosti, barv prostora in pohištva, podnebnih pogojev in namena razsvetljave. V toplih podnebnih razmerah se v splošnem bolje obnese hladnejša barva svetlobe in obratno.

V točki 5 so, za nekatere načine uporabe, podana natančneje določena območja primerne barvne temperature, ki veljajo za razsvetljavo z dnevno in umetno svetlobo.

#### 4.7.3 Barvni videz

Za dobro vidljivost, občutek udobja in prijetnega bivanja naj bo barvni videz okolice, objektov in človeške kože, naraven in pravilen, tako da so ljudje prijetnega in zdravega videza.

Sposobnost prikazovanja pravilnega barvnega videza za posamezni svetlobni vir se objektivno opiše s pomočjo splošnega indeksa barvnega videza  $R_a$ . Največja vrednost indeksa  $R_a$  je 100.

V preglednicah 5.1 do 5.53 so podane najmanjše dovoljene vrednosti indeksa barvnega videza za različna območja, vidne naloge in dejavnosti.

Vedno mora biti omogočeno pravilno razpoznavanje varnostnih barv skladno z ISO 3864-1.

OPOMBA 1 Sposobnost svetlobe svetlobnih virov, da pravilno prikaže barvni videz, se lahko zmanjša zaradi optičnih sistemov, zasteklitve in obarvanih površin.

OPOMBA 2 Za doseganje pravilnega barvnega videza objektov in človeške kože bi se naj upošteval tudi ustrezen posamični indeks barvnega videza  $R_i$ .

#### 4.8 Migotanje svetlobe (fliker) in stroboskopski efekt

Migotanje svetlobe povzroča zmanjšanje koncentracije, lahko pa ima tudi fiziološke učinke, npr. glavobole.

Stroboskopski efekt lahko povzroči nevarnost, saj lahko zaradi njega rotirajoče ali izmenično odmikajoče se naprave navidezno mirujejo.

Pri načrtovanju razsvetljave naj bi se izognili možnosti pojava migotanja svetlobe ali stroboskopskega efekta.

## 4.9 Razsvetljava delovnih mest s slikovnimi zasloni (DSE)

### 4.9.1 Splošno

Razsvetljava delovnih mest s slikovnimi zasloni mora ustrezati vsem vrstam vidnih nalog, ki potekajo na delovnem mestu: branje z zaslona, branje tiskanega gradiva, pisanje na papir, tipkanje ipd.

Zahteve za kakovost razsvetljave in izbran način razsvetljave morajo glede na vrsto prostora, vidne naloge in dejavnosti v prostoru ustrezati vrednostim iz točke 5.

Odsev svetlobe na zaslonih in včasih tudi na tipkovnicah lahko povzroča moteče in tudi neugodno bleščanje. Zato se svetilke, njihova namestitve in ustrezne usmeritve izberejo tako, da se izogne možnim odsevom iz svetlečih se delov svetilk.

Načrtovalec razsvetljave mora določiti področja, kamor svetilk ni priporočeno nameščati, izbrati ustrezne svetilke in določiti montažna mesta tako, da ne prihaja do motečih odsevov.

### 4.9.2 Mejne vrednosti svetlosti za svetilke, ki sevajo navzdol

Svetloba lahko zmanjša kontrast prikaza na DSE zaradi :

- zastirajočih odsevov zaradi osvetljenosti na površini zaslona in
- odsevov svetlih delov svetilk ali svetlih površin na zaslonu.

Zahteve za vidno kakovost zaslonov glede neželenih odsevov so podane v EN ISO 9241-307.

V tem podpoglavju so podane mejne vrednosti svetlosti za svetilke, ki še lahko povzročajo odseve na slikovnih enotah ob običajnih smereh pogleda.

V preglednici 4 so podane mejne vrednosti povprečnih svetlosti svetilke nad kotom 65° od navpičnice, krožno radialno okrog svetilke. Mejne vrednosti veljajo za delovna mesta, kjer so zasloni nameščeni navpično ali nagnjeni za največ 15°.

**Preglednica 4: Mejne vrednosti povprečnih svetlosti svetilk, ki še lahko povzročajo odseve na zaslonih**

Svetlost vzbujenega zaslona	Zaslони z visokimi svetlostmi $L > 200 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$	Zaslони s srednjimi svetlostmi $L \leq 200 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$
Primer A  (pozitivna polarnost in normalne zahteve glede barv in podrobnosti prikazane informacije, kot se uporablja v pisarnah, izobraževanju itd)	$\leq 3\,000 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$	$\leq 1\,500 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$
Primer B  (negativna polarnost in/ali višje zahteve glede barv in podrobnosti prikazane informacije, kot je značilno za CAD, barvni nadzor itd.)	$\leq 1\,500 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$	$\leq 1\,000 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$
OPOMBA	Svetlost vzbujenega zaslona (glej EN ISO 9241-302) je največja svetlost	

belega dela zaslona. Vrednost poda proizvajalec zaslona.

Če je zaslon z visokimi svetlostmi namenjen za delovanje pri svetlostih pod  $200 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ , se upoštevajo pogoji za zaslone s srednjimi svetlostmi.

Nekatere naloge, dejavnosti ali tehnologije zaslonov, še posebej visokosijajni zasloni, zahtevajo drugačne postopke pri razsvetljavi (npr. nižje mejne vrednosti svetlosti, posebne senčnike, posamično krmiljenje svetilk itd.)

Na industrijskih ali obrtniških območjih so zasloni včasih opremljeni z zaščitnimi stekli. Neželeni odsevi na teh zaščitnih steklih se morajo zmanjšati z primernimi ukrepi (kot so: protirefleksijski premazi, nagib zaščitnega stekla ali uporaba zaslonk).

#### 4.10 Faktor vzdrževanja (MF)

Za načrtovanje razsvetljave naj se uporabi faktor vzdrževanja (MF), ki se izračuna glede na izbrane naprave za razsvetljavo, okolje, v katerem je prostor, in določen načrt vzdrževanja.

Priporočena osvetljenost za vsako vidno nalogo je podana kot vzdrževana osvetljenost. Faktor vzdrževanja je odvisen od ustreznih lastnosti izbranega svetlobnega vira s predstikalno (krmilno) napravo, svetilke, okolja in načrta vzdrževanja.

Načrt razsvetljave naj bo narejen na osnovi skupnega faktorja vzdrževanja (MF) za izbrane svetlobne vire, svetilke, okolje in načrt vzdrževanja.

Za izračune z dnevno svetlobo bi se naj upoštevalo zmanjšanje presevnosti zasteklitve zaradi nalaganja umazanije.

Načrtovalec mora:

- določiti faktor vzdrževanja MF in podati vse predpostavke, ki jih je uporabil pri določitvi,
- predpisati naprave za razsvetljavo, primerne za uporabo v zahtevanem okolju in
- pripraviti razumljiv in izčrpen program vzdrževanja, ki vsebuje: časovne intervale menjave svetlobnih virov, čiščenja (s postopki) svetilk, zasteklitve in prostorov.

Faktor vzdrževanja ima velik vpliv na energetske učinkovitost. Predpostavke narejene pri določitvi MF naj bodo izbrane tako, da vodijo k večji vrednosti MF. Smernice za določitev MF za umetno razsvetljavo so v CIE 97-2005.

#### 4.11 Zahteve za energijsko učinkovitost

Zahteve za dobro razsvetljavo izbrane naloge ali prostora naj bi se dosegle na energijsko učinkovit način, vendar ne na račun slabšanja vidnih pogojev ali izgleda. Zahteve po osvetljenosti, ki so navedene v tem evropskem standardu in jih je treba zagotoviti so najmanjše vzdrževane vrednosti osvetljenosti.



Energijska učinkovitost naj upošteva ustrezno izbiro vrste razsvetljave, opreme, nadzornih naprav in uporabe dnevne svetlobe, če je ta na voljo.

Prihranki pri porabi električne energije so dosegljivi s pomočjo izkoriščanja dnevne svetlobe, upoštevanjem časovnih vzorcev prisotnosti, izboljšavami pri vzdrževanju naprav in široki uporabi vodenja razsvetljave.

Razpoložljiva dnevna svetloba se čez dan spreminja in je odvisna od podnebnih razmer. Poleg tega v notranjih prostorih s stranskimi okni po globini hitro upada z oddaljenostjo od oken. Za doseganje zahtevanih osvetljenosti delovnih mest in uravnoteženje enakomernosti svetlosti v prostoru je zato potrebna dodatna razsvetljava. Usklajeno delovanje umetne razsvetljave z dnevno svetlobo se lahko zagotovi z uporabo ročnega ali avtomatskega vklopljanja in/ali krmiljenja svetlobnega toka svetilk.

V Evropskem standardu EN 15193 je podan postopek za vrednotenje energetskih zahtev za razsvetljavo. Postopek določa metodologijo izračunavanja številčnega kazalca o porabi energije za razsvetljavo (LENI), ki predstavlja energetska učinkovitost razsvetljave v stavbah. Za posamezne prostore lahko ta kazalec uporabimo le kot primerjavo, saj so merila v EN 15193 nastavljena za celotno stavbo.

#### **4.12 Dodatne prednosti dnevne svetlobe**

Z dnevno svetlobo se lahko deloma ali v celoti zagotovi osvetlitev vidne naloge, kar predstavlja možen potencial za varčevanje z energijo. Poleg tega, se s časom spreminja njen nivo, usmeritev in spektralna sestava in s tem modeliranje in porazdelitev svetlosti v prostoru, kar ugodno vpliva na prisotne ljudi v delovnem okolju. Zaradi oskrbe z dnevno svetlobo in omogočanja stika z zunanjim svetom so okna na delovnih mestih zelo zaželeni, vendar je prav tako pomembno preprečiti morebitno vidne ali toplotne nevšečnosti ali izgube občutka zasebnosti.

#### **4.13 Spremenljivost svetlobe**

Svetloba je pomembna za zdravje in dobro počutje ljudi ter vpliva na njihovo razpoloženje, čustva in zbranost. Svetlobo lahko tudi vpliva na cirkadijski ritem in s tem na fiziološko in psihološko stanje ljudi. Dosedanje raziskave kažejo, da so za doseganje tega pojava, ob zahtevah za razsvetljavo, ki so definirane v EN 124664-1, potrebne tudi osvetljenosti in barvni videz svetlobe, ki niso povezane z vidno zaznavo. S časovnim spreminjanjem svetlobnih pogojev z višjimi nivoji osvetljenosti, porazdelitvijo svetlosti, večjim območjem barvnih temperatur kakor to zahteva ta evropski standard, lahko ljudi spodbujamo in izboljšamo njihovo počutje, tako z uporabo dnevne, kakor umetne razsvetljave. Priporočena območja sprememb so še v fazi raziskav.

## **6 Postopki preverjanja**

### **6.1 Splošno**

Zahteve za načrtovanje razsvetljave, ki so podane v tem Evropskem standardu se morajo preverjati po postopkih opisanih v nadaljevanju.

Načrtovanje, izračuni in meritve razsvetljave so narejeni ob določenih predpostavkah, vključno s predvidenimi pogoški. Vse te predpostavke je treba navesti.



Oprema, naprave in okolje se morajo preverjati glede na predpostavke ob načrtovanju.

## 6.2 Osvetljenost

Pri preverjanju skladnosti razsvetljave z zahtevami morajo merilne točke sovpadati s točkami ali mrežo, uporabljeno pri načrtovanju. Preverja se skladnost z zahtevami za ustrezne površine.

Pri naslednjih meritvah je treba uporabiti iste merilne točke.

Preverjanje skladnosti osvetljenosti, ki se nanaša na določeno nalogo, je treba vedno izvajati z meritvami na ravnini, kjer se naloga izvaja.

OPOMBA: Pri preverjanju osvetljenosti je treba paziti, da so luksmetri ustrezno kalibrirani, preveri se, ali so fotometrični podatki uporabljenih svetlobnih virov in svetilk skladni z zahtevanimi in ali so predpostavke glede refleksijskih lastnosti površine ipd., skladne z dejanskimi vrednostmi.

Iz izmerjenih vrednosti je treba izračunati srednjo vrednost osvetljenosti in enakomernosti, ki ne smejo biti manjše od navedenih.

## 6.2 Vrednosti poenotene indeksa bleščanja

Proizvajalec svetilk mora za postopek načrtovanja razsvetljave podati overjene podatke vrednosti UGR v obliki razširjene preglednice UGR. Za podane preglednice UGR mora biti naveden razmik med svetilkami.

## 6.3 Indeks barvnega videza in barva svetlobe

Proizvajalec svetlobnih virov mora podati overjene podatke o indeksu barvnega videza  $R_a$  in podobne barvne temperature  $T_{cp}$  v načrtu predvidenih svetlobnih virov. Preveriti je treba, ali so nameščeni svetlobni viri skladni z navedbami v projektu.

## 6.4 Svetlosti svetilk

Srednjo svetlost svetlečih delov svetilk je treba izmeriti in/ali izračunati v C-ravnini (azimutu) v razmikih po  $15^\circ$  z začetkom pri  $0^\circ$  in  $\gamma$ -ravnini pod koti:  $65^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $75^\circ$ ,  $80^\circ$  in  $85^\circ$ . Te podatke, za maksimalne vrednosti svetlobnega toka sijalk oz. svetilk, ponavadi poda proizvajalec svetilk (glej tudi EN 13032-1 in -2).

## 6.5 Načrt vzdrževanja

Predložen mora biti načrt (razpored) vzdrževanja, ki mora biti skladen s točko 4.10.

## Dodatek A

(informativni)

Tipične vrednosti razmikov točk v mreži izračuna

V preglednici A.1 so podane tipične vrednosti razmikov točk v mreži izračuna, izračunane na osnovi enačbe (1) iz točke 4.4.

Preglednica A.1 – priporočeno število točk v mreži

Dolžina območja m	Največji razmik med točkami mreže m	Najmanjše število točk v mreži
0,40	0,15	3
0,60	0,20	3
1,00	0,20	5
2,00	0,30	6
5,00	0,60	8
10,00	1,00	10
25,00	2,00	12
50,00	3,00	17
100,00	5,00	20