

Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava rasvjete u zgradama

Energijski zahtjevi za rasvjetu

Autor:

Filip Prebeg, mag.ing.el.teh.

Ivan Horvat, mag. ing. mech.

Zagreb, svibanj 2017.



SADRŽAJ

UVOD

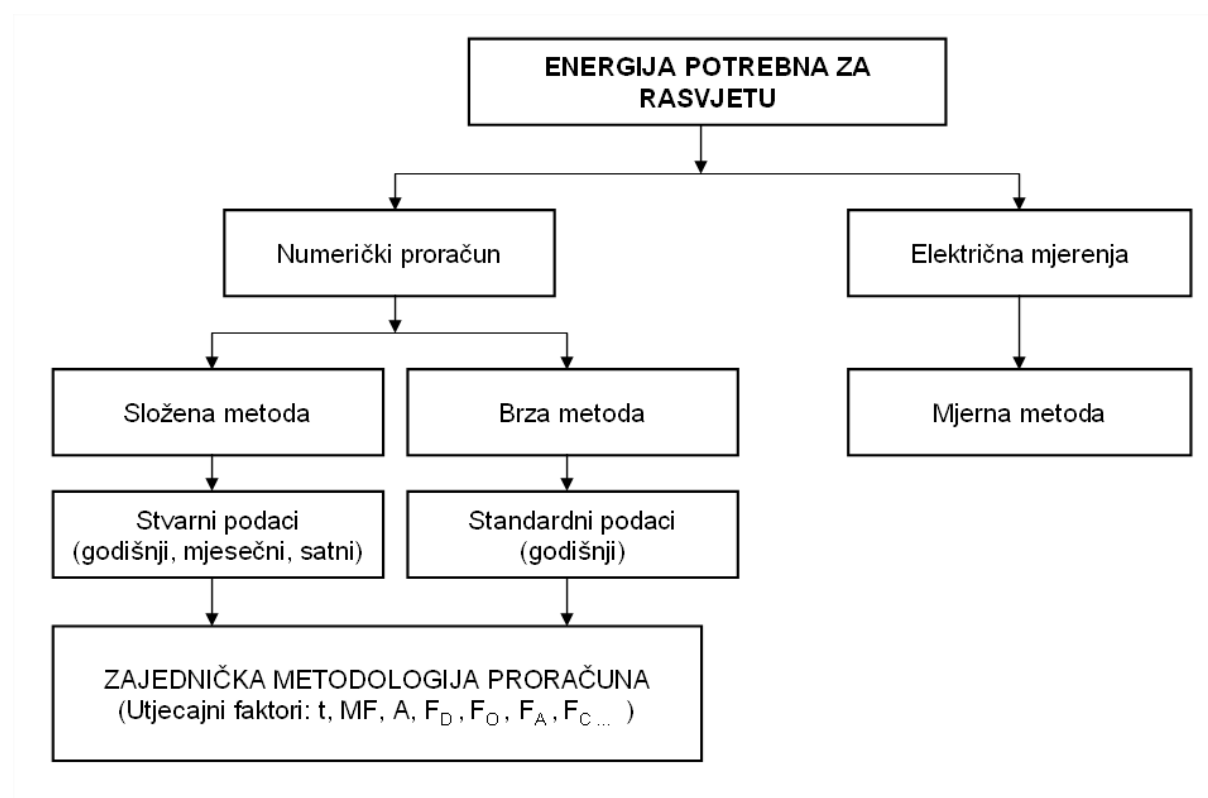
1. **HRN EN 15193:2008 Energijska svojstva zgrade – Energijski zahtjevi za rasvjetu**
2. **Proračun potrebne godišnje energije za rasvjetu - složena metoda**
3. **Proračun potrebne godišnje energije za rasvjetu - brza metoda**
4. Prilog 1: Primjer proračuna godišnje energije za rasvjetu za referentnu zgradu

UVOD

Algoritam za određivanje energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava rasvjete u zgradama se temelji na normi na koje upućuje pravilnik koji se odnosi na energetska certificiranje zgrada-norma HRN EN 15193:2008. Radi lakšeg povezivanja izraza u algoritmu s onima iz normi, pored svakog izraza preuzetog iz norme dan je broj odgovarajućeg izraza iz norme na kojoj se temelji predmetno poglavlje - npr. HRN EN (2), ili iz neke druge norme te isto vrijedi i za tablice. Za svaku pojedinu cjelinu proračuna, dan je popis onih ulaznih podataka koji se ne računaju u algoritmu, već se unose iz priloženih tablica, projektne dokumentacije, podataka proizvođača, izvješća o energetskom pregledu i dr. Slijed izraza je načelno takav da omogućuje kontinuirani izračun svake naredne veličine koristeći one prethodno izračunate. Proračunom se dobiva potrebna godišnja (električna) energija za rasvjetu zgrade. Ukupna godišnja *primarna* potrebna energija za rasvjetu ($E_{prim,L}$) - računski određena količina primarne energije koju treba dovesti zgradi tijekom jedne godine za rasvjetu – dobiva se da se odgovarajuća vrijednost E_L (električna godišnja energija potrebna za rasvjetu) množi sa konverzijskim faktorom primarne energije (f_p) koji za električnu energiju iznosi $f_p=1,614$.

HRN EN 15193:2008 Energijska svojstva zgrade – Energijski zahtjevi za rasvjetu**1. dio: Općenito/Uvod**

Norma HRN EN 15193:2008 daje procedure za računске i mjerne procjene energetskih zahtjeva za unutarnju rasvjetu u zgradama kao i metodologiju za proračun numeričkih indikatora rasvjete uz pretpostavku poštivanja konvencija i preporučenih projektantskih normi kao i dobrih inženjerskih praksi za postojeće zgrade uz poštivanja norme EN 12464-1 za nove instalacije rasvjete u radnim prostorima. Uz numeričke metode norma definira i metodologiju direktnog mjerenja potrošnje rasvjete koja neće biti razmatrana u ovom numeričkom modelu. Metodologija i dobiveni rezultati zadovoljavaju potrebe prema direktivi *Energy Performance of Buildings 2010/31/EU*.



Slika 1 (HRN EN C.1) Određivanje potrebne energije za rasvjetu – dijagram toka

Ova norma i opisane procedure ujedno daju podloge za izradu energetskog certifikata za postojeće i projektirane zgrade i to po kategorijama: uredske zgrade, obrazovne ustanove, bolnice, hoteli, restorani, sportske ustanove, maloprodajni i veleprodajni centri i tvornički pogoni.

Stanje rasvjete (izvedeno ili projektirano) može se kalsificirati u tri razreda s obzirom na ispunjenje standarda projektiranja i udobnosti: osnovno (*), dobro (**) i sveobuhvatno (**).

U proračune nisu uzeta pojedina parazitna opterećenja koja nisu direktno uključena u sustav unutarnje rasvjete zgrade. Naime na nekim lokacijama vanjska rasvjeta se može napajati iz zgrade (rasvjeta pročelja, fasade, dekorativnih profila, reklama, parkinga, prilaza i dr.) – ove grupe trošila i njihova opterećenja nisu uključena u kalkulaciju, a mogu imati signifikantnu potrošnju.

Reference/popis korištenih dodatnih normi:

HRN EN 1838:2008; Primjena rasvjete - Nužna rasvjeta;

HRN EN 12193:2008; Svjetlo i rasvjeta – Rasvjeta sportskih objekata;

HRN EN 12464 - 1:2002, Svjetlo i rasvjeta- Rasvjeta radnih mjesta – Prvi dio: Unutrašnji radni prostori;

HRN EN 60570:2009; *Electrical supply track systems for luminaires (IEC 60570:2003, MOD; EN 60570:2003)*;

HRN EN 60598:2008; *Luminaires* (Rasvjetna tijela);

HRN EN 61347:2008; *Lamp controlgear* (Kontrolni i upravljački sustavi rasvjete).

2. dio: Proračun potrebne godišnje energije za rasvjetu - složena metoda

Prema definiciji u normi postoje dvije metode, složena metoda i brza metoda. *Složena metoda* koristi detaljnije i preciznije (stvarne) podatke kalkulirane/definirane na mjesečnoj/dnevnoj bazi, a *brza metoda* se temelji na proračunu uz pomoć standardnih godišnjih podataka. Za potrebe određivanja energetskog svojstva zgrada preporučuje se korištenje *složene metode*, te ukoliko se korištenje rasvjete pojedinih prostorija promatrane cjeline razlikuje preporuča je *zoniranje* prostora (vidi primjer).

Ulazne veličine:

W_t – ukupna energija potrebna za rasvjetu u prostoriji u određenom vremenskom periodu t (kWh);

$W_{L,t}$ – energija potrebna za rasvjetu u određenom vremenskom periodu t (kWh);

$W_{P,t}$ – energija potrebna za potrošnju parazitnih opterećenja u određenom vremenskom periodu t (kWh).

Ukupna energija potrebna za rasvjetu;

$$W_t = W_{L,t} + W_{P,t} \quad [\text{kWh}] \quad \text{HRN EN (6)} \quad (1)$$

Ulazne veličine:

P_n – ukupna instalirana snaga rasvjete u prostoriji/zoni $P_n = \sum_i P_i$ (W) – prema podacima iz

(a) energetskog pregleda ili (b) iz projektne dokumentacije ili (c) Tablice 6 - ukoliko se podaci ne mogu generirati iz (a) ili (b);

P_i – nazivna snaga rasvjetnog tijela (izvora svjetlosti) (W) – prema podacima iz (a) energetskog pregleda ili (b) iz projektne dokumentacije ili (c) Tablice 6 - ukoliko se podaci ne mogu generirati iz (a) ili (b);

F_O – faktor okupiranosti prostora (-) – prema izračunu (Jedn. 6; 7-9.) ili prema Tablici 6 (odnosno Tablici 9) ukoliko se vrijednosti ne mogu generirati iz jednadžbi;

F_D – faktor ovisnosti umjetne rasvjete o dnevnom osvjetljenju (-) – prema izračunu (Jedn. 5) ili prema Tablici 6 (odnosno Tablici 8) ukoliko se vrijednosti ne mogu generirati iz jednadžbe;

F_C – faktor konstantnosti osvjetljenosti (-) – prema izračunu (Jedn. 4) ili prema Tablici 6 ukoliko se vrijednosti ne mogu generirati iz jednadžbe;

t_D – radno vrijeme rasvjete za razdoblje dana (h) – iz energetskog pregleda (mjerjenja) ili prema Tablici 6 ukoliko se vrijednosti ne mogu generirati iz energetskog pregleda (mjerjenja);

t_N – radno vrijeme rasvjete za razdoblje noći (h) – iz energetskog pregleda (mjerjenja) ili prema Tablici 6 ukoliko se vrijednosti ne mogu generirati iz energetskog pregleda (mjerjenja);

t_o – godišnji rad rasvjete $t_o = t_D + t_N$ (h);

t_y – broj sati u godini (8760 h);

t – radno vrijeme (h);

P_{pc} – ukupno instalirano parazitno opterećenje (snaga) elemenata kontrole i upravljanja rasvjetom za prostoriju ili zonu (W);

$P_{pc} = \sum_i P_{ci}$ (W) - suma svih parazitnih opterećenja prema podacima iz energetskeg pregleda (mjerjenja);

P_{ci} - pojedinačno parazitno opterećenje upravljanja tijekom neaktivnog razdoblja (W), iz energetskeg pregleda (mjerjenja) ili prema Tablici 6;

P_{em} – ukupno instalirano opterećenje/snaga nužne/sigurnosne rasvjete u sobi ili zoni

$P_{em} = \sum_i P_{ei}$ (W) - suma svih opterećenja vezanih uz navedenu rasvjetu prema podacima iz energetskeg pregleda (mjerjenja);

P_{ei} - pojedinačno nazivno opterećenje punjenja baterija sigurnosne (panik) rasvjete prema podacima iz energetskeg pregleda (mjerjenja) ili prema Tablici 6.

$$W_{L,t} = \sum_i \{ (P_n \times F_C) \times [(t_D \times F_O \times F_D) + (t_N \times F_O)] \} / 1000 \quad [\text{kWh}] \quad \text{HRN EN (7)} \quad (2)$$

$$W_{P,t} = \sum_i \{ \{ P_{pc} \times [t_y - (t_D + t_N)] \} + (P_{em} \times t_e) \} / 1000 \quad [\text{kWh}] \quad \text{HRN EN (8)} \quad (3)$$

Vrijednosti korekcijskih faktora na godišnjoj razini računaju se prema:

$$F_C = (1 + MF) / 2 \quad [-] \quad \text{HRN EN (E.1)} \quad (4)$$

$$F_{D,n} = 1 - (F_{D,S,n} \times F_{D,C,n}) \quad [-] \quad \text{HRN EN (C.1)} \quad (5)$$

$$F_O = \min \{ 1 - [(1 - F_{OC}) \times F_A / 0,2]; (F_{OC} + 0,2 - F_A); [7 - (10 \times F_{OC})] \times (F_A - 1) \} \quad \text{HRN EN (D.4)} \quad (6)$$

[-]

Svi obračuni i termini su detaljno opisani u nastavku.

Napomena:

U postojećim zgradama, ukoliko snaga rasvjete (P_i) nije poznata, vrijednosti se mogu odrediti (procijeniti) na sljedeći način:

- (nominalna deklarirana snaga svjetiljke/izvora svjetlosti/žarulje) \times (broj svjetiljki) za izvore svjetlosti koje su spojene direktno na glavni priključak/el.mrežu (GRO, prekidač i sl.), svjetiljke sa integriranim predspojnim napravama i sl.;
- 1,2 \times (izvor svjetlosti) \times (broj izvora svjetlosti) za izvore koji se spajaju preko zasebnih predspojnih naprava, transformatora i sl. na glavni priključak/el.mrežu (GRO, prekidač i sl.),

Određivanje faktora ovisnosti o prirodnoj rasvjeti – $F_{D,n}$

Određivanje faktora $F_{D,n}$ za n -tu sobu ili zonu opisano je u dodatku C norme HRN EN 15193:2008 za godišnje i mjesečne vrijednosti (za mjesečnu razinu koristi se još koeficijent C_{DS}), a proračun na godišnjoj razini može se prikazati kao:

$$F_{D,n} = 1 - (F_{D,S,n} \times F_{D,C,n}) \quad [-] \quad \text{HRN EN (C.1)} \quad (5)$$

gdje je,

$F_{D,S,n}$ – faktor količine dnevne svjetlosti u prostoriji/zoni n (-). Predstavlja doprinos Sunčeve svjetlosti ukupnoj rasvjetljenosti prostora za određeni vremenski interval i za određenu zonu (opisano u C.3.1.3. i C.3.2.2. HRN EN 15193:2008);

$F_{D,C,n}$ – faktor kontrole iskorištenja dnevne svjetlosti u prostoriji/zoni n (-) koji se računa za kontrolne sustave dnevnog svjetla koji imaju mogućnost iskorištavanja dnevnog svjetla u pojedinoj prostoriji/zoni radi ušteda energije. (opisano u C.4. HRN EN 15193:2008);

n – oznaka svake prostorije ili zone (-).

Tablica 1 (prema HRN EN C.2b) Određivanje faktora količine dnevne svjetlosti $F_{D,S}$ za vertikalne fasade

Zemljopisna širina	Faktor količine dnevne svjetlosti $F_{D,S}$								
	300 lx			500 lx			750 lx		
[°]	<i>slaba</i>	<i>srednja</i>	<i>jaka</i>	<i>slaba</i>	<i>srednja</i>	<i>jaka</i>	<i>slaba</i>	<i>srednja</i>	<i>jaka</i>
46	0,7	0,82	0,89	0,51	0,7	0,82	0,36	0,55	0,72

Napomena:

Faktor količine dnevne svjetlosti $F_{D,S}$ je ispravan za $800 \text{ h} < t_D < 1700 \text{ h}$. **Za dulja razdoblja rada tijekom dana, vrijednosti trebaju biti pomnožene s korekcijskim faktorom 0,7.**

Faktori *slaba*, *srednja*, *jaka* opisuju penetraciju dnevnog svjetla kao funkciju faktora količine dnevne svjetlosti – za naše uvjete se iz norme uzima geografska širina **46°** i status **srednja**, ukoliko drugačije nije specificirano.

Ukoliko uz fasadne otvore postoje i krovni otvori većih površina (više od 10% otvora), tada se za F_D za cijelu zgradu može koristiti i vrijednosti iz Tablice 6 odnosno Tablice 8.

Tablica 2 (HRN EN C.9) Određivanje faktora iskorištenja dnevne svjetlosti $F_{D,C,n}$

Kontrola umjetne rasvjete	$F_{D,C,n}$ kao funkcija penetracije dnevne svjetlosti		
	<i>slaba</i>	<i>srednja</i>	<i>jaka</i>
Manualna kontrola	0,20	0,30	0,40
Automatska kontrola u ovisnosti o dnevnom svjetlu	0,75	0,77	0,85

Za $F_{D,C,n}$ se iz norme uzima status **srednja**, ukoliko drugačije nije specificirano.

Procedura opisana u metodologiji norme (na slici C.1. HRN EN 15193:2008) opisuje slijedeće osnovne kao preduvjete za izračun:

- a) Segmentiranje zgrade na zone sa i bez prisutnosti dnevne rasvjete;
- b) Određivanje utjecaja građevinskih značajki zgrade: geometrija fasade, svjetli otvori, vanjske prepreke (svjetlosne barijere) i dr.;
- c) Određivanje potencijala uštede energije opisane sa $F_{D,S,n}$ kao funkcija lokalnih klimatoloških značajki, održavanja rasvjete, količine dnevnog svjetla i sl.;
- d) Određivanje iskoristivosti adekvatne dostupne količine dnevnog svjetla po tipu/profilu kontrole dnevnog svjetla prema $F_{D,C,n}$;
- e) Konverzija godišnjih vrijednosti $F_{D,C,n}$ na mjesečnu razinu (ukoliko je potrebno - koeficijent C_{DS});
- f) Ukoliko nije moguće napraviti gornje korake – koriste se vrijednosti iz Tablice 6/8.

Napomena:

Izračun faktora $F_{D,n}$ može biti na mjesečnoj i godišnjoj razini, stoga treba prilagoditi radno vrijeme (t_D) zadanim uvjetima rada. Za izračun E_L za certifikaciju zgrada dovoljna je godišnja razina podataka i proračuna. **U zonama/prostorijama bez doprinosa Sunčeve svjetlosti, $F_D=1$.**

Ovaj faktor ovisi o još velikom nizu čimbenika (opisanim u dodatku C u Normi) kao što su: tip, debljina i površina ostakljenja, zoniranje penetracije dnevnog svjetla, orijentacija zgrade, tražena količina rasvjetljenosti i svjetlosnog toka, zemljopisna pozicija, deklinacija Sunca (godišnje doba/mjesec), svjetli krovni otvori, refleksija i lom svjetlosti, tip i vrsta kontrole umjetne rasvjete (profil *daylight* kontrole) i sl.

Za jednostavniji proračun koriste se podaci iz dodatka F i G norme (Tablica 6 i 8.)

Određivanje faktora okupiranosti prostora – $F_{O,n}$

$F_{O,n}$ – faktor okupiranosti pojedinog prostora ili zone (-) – definira se prema metodologiji opisanoj u dodatku D norme HRN EN 15193:2008;

n – oznaka svake pojedine sobe ili zone (-).

U pojedinim slučajevima je F_O jednak 1,0 i tada daljnja analiza nije nužna:

- ukoliko se rasvjeta uključuje centralno npr. više od jedne prostorije ili zone odjednom (manualni ili „timer“ prekidač za cijelu zgradu ili kat i sl);
- ukoliko su pojedinačni osvijetljeni prostori/zone (bez obzira na regulaciju – manualno/automatski) veći od 30 m². Izuzeci su dvorane za sastanke i slični prostori.

 F_O je manji od 1,0 u slijedećim slučajevima:

- u dvoranama za sastanke (bez obzira da li je rasvjeta kontrolirana s jednim prekidačem ili senzorom) u slučaju kada nije kontrolirana „centralno“ zajedno s rasvjetom u drugim sobama;
- u ostalim prostorijama, bez obzira na kontrolu rasvjete – ukoliko je prostorija manja od 30 m² i ukoliko se sve svjetiljke u prostoriji kontroliraju nezavisno od rasvjete drugih prostorija. Dodatno, učinci sustava kontrole prisutnosti/odsutnosti (okupiranosti) trebaju se podudarati s učincima sustava kontrole rasvjete prostora.

Za oba slučaja treba ispuniti uvjete na vremensku bazu kontrole i razinu rasvjete (Ukoliko oba uvjeta nisu zadovoljena $F_O=1,0$)

Uz navedene uvjete F_O se definira kao:

Ukoliko je $0,0 \leq F_A < 0,2$, tada je

$$F_O = 1 - [(1 - F_{OC}) \times F_A / 0,2] \quad [-] \quad \text{HRN EN (D.1)} \quad (7)$$

Ukoliko je $0,2 \leq F_A \leq 0,9$, tada je

$$F_O = F_{OC} + 0,2 - F_A \quad [-] \quad \text{HRN EN (D.2)} \quad (8)$$

Ukoliko je $0,9 \leq F_A \leq 1,0$, tada je

$$F_O = [7 - (10 \times F_{OC})] \times (F_A - 1) \quad [-] \quad \text{HRN EN (D.3)} \quad (9)$$

gdje je F_A koeficijent vremena kada je prostor neokupiran.

Vrijednosti faktora F_{OC} su funkcija sustava kontrole rasvjete, a dani su u Tablici 3.

Tablica 3 (HRN EN D.1) Određivanje faktora ovisnosti kontrole upravljanja rasvjetom o okupiranosti prostora F_{OC}

Sustavi bez detekcije prisutnosti/odsutnosti*	F_{OC}
Manualna regulacija (uključiti/isključiti)	1,00
Manualna regulacija (uključiti/isključiti) + automatsko gašenje rasvjete	0,95
Sustavi sa detekcijom prisutnosti/odsutnosti*	F_{OC}
Automatska regulacija (uključiti/prigušeno)	0,95
Automatska regulacija (uključiti/isključiti)	0,90
Manualna regulacija (uključiti/prigušeno)	0,90
Manualna regulacija (uključiti/isključiti)	0,80

*Opisi rada svakog sustava nalaze se u normi HRN EN 15193:2008. (str 55,59 i 60.)

Vrijednosti faktora F_A se definiraju na razini pojedine prostorije i/ili zgrade a prikazani su u Tablici 4.

Tablica 4 (HRN EN D.2) Određivanje faktora F_A

Kalkulacija za cijelu zgradu		Proračun za pojedinačne prostore (room by room)		
Tip zgrade	F_A	Tip zgrade	Tip prostorije	F_A
Uredi	0,2	Uredi	Zatvoreni ured - 1 osoba	0,4
			Zatvoreni ured - 2-6 osoba	0,3
			Otvoreni ured > 6 osoba/30 m ²	0
			Otvoreni ured > 6 osoba/10 m ²	0,2
			Hodnik / koridor	0,4
			Ulazni hall	0
			Showroom/izložbeni prostor	0,6
			Kupaonica	0,9
			Sanitarni prostori	0,5
			Ostave/svlačionice	0,9
			Kotlovnica	0,98
			Kopiraona/server soba	0,5
			Konferencijska dvorana	0,5
			Arhiv	0,98
Obrazovne ustanove	0,2	Obrazovne ustanove	Učionica	0,25
			Prostorija za grupne aktivnosti	0,3
			Hodnik / koridor	0,6
			Zajednička prostorija	0,5
			Predavaonica	0,4
			Prostorija za osoblje	0,4
			Školska/sportska dvorana	0,3
			Blagovaonica	0,2
			Zbornica	0,4
			Kopiraona/ostava	0,4
			Kuhinja	0,2
			Knjižnica	0,4
			Bolnice	0
Ambulantna obrada/dijagnostika	0,4			
Predrađaona/operacijska soba	0,4			
Postoperativni oporavak	0			
Operacijska sala	0			
Hodnik / koridor	0			
Podzemni tehnički koridori	0,7			
Čekaonica	0			
Ulazni hall	0			
Dnevna soba	0,2			
Laboratorij	0,2			
Tvornički pogoni	0	Tvornički pogoni	Radni pogon/hala	0
			Radionica	0,2
			Zatvoreni skladišni prostor	0,4
			Otvoreni skladišni prostor	0,2
			Lakirnica/bojaonica	0,2
Hoteli i restorani	0	Hoteli i restorani	Ulazni hall/lobby	0
			Hodnik / koridor	0,4
			Hotelska soba	0,6
			Blagovaonica/restoran/bar	0
			Kuhinja	0
			Konferencijska dvorana	0,4
Veleprodajni i maloprodajni centri	0	Veleprodajni i maloprodajni centri	Kuhinja/spremište	0,5
			Prodajna zona	0
			Spremišta (lokalna)	0,2
			Skladišna zona/hangari	0,6
			Čekaonice	0
			Stepeništa/stubišta	0,2
			Kazališne dvorane i auditoriji	0
			Kongresne/izložbene hale	0,5
			Muzeji/izložbeni prostori	0
			Knjižnice/čitaonice	0
			Knjižnice/arhive	0,9
			Sportske dvorane	0,3
			Privatne garaže	0,95
			Javne garaže	0,8

Također, faktor F_O se može prikazati i kao funkcija od F_A za različite sustave kontrole rasvjete kao što je prikazano u Tablici 5.

Tablica 5 (HRN EN D.3) F_O kao funkcija od F_A za različite sustave kontrole

F_A	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Manualna regulacija (uključiti/isključiti)	1,000	1,000	1,000	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,000
Manualna regulacija (uključiti/isključiti) + automatsko gašenje rasvjete	1,000	0,975	0,950	0,850	0,750	0,650	0,550	0,450	0,350	0,250	0,000
Automatska regulacija (uključiti/prigušeno)	1,000	0,975	0,950	0,850	0,750	0,650	0,550	0,450	0,350	0,250	0,000
Automatska regulacija (uključiti/isključiti)	1,000	0,950	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,000
Manualna regulacija (uključiti/prigušeno)	1,000	0,950	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,000
Manualno uključivanje/automatsko isključivanje	1,000	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,100	0,000

Napomena

Vrijednost faktora F_O može biti u rasponu od 0 do 1. Faktor odsutnosti ovisi o dijelu operativnog vremena zgrade (t_D+t_N) kada prostor ili zgrada nisu u upotrebi. Vrijeme spavanja (npr. hoteli, bolnice, domovi) se može tretirati kao odsutnost. Kada će zgrada ili prostor biti u potpunosti okupirani F_A će biti 0. S druge strane, ukoliko se prostor iznimno rijetko koristi F_A će biti blizu 1,0. Gornja tablica daje samo neke teoretske vrijednosti za navedene sustave upravljanja rasvjetom i moguće ju je adaptirati za neke druge sustave koji nisu navedeni.

Realno F_O ne može nikada biti veći od $1-F_A$. Ovo implicira da F_{OC} može biti najmanje 0,80. U svrhu programiranja, gore navedene jednadžbe se mogu raspisati kao jedinstveni izraz:

$$F_O = \min\{1 - [(1 - F_{OC}) \times F_A / 0,2]; (F_{OC} + 0,2 - F_A); [7 - (10 \times F_{OC})] \times (F_A - 1)\} [-] \quad \text{HRN EN (D.4)} \\ (6)$$

Cilj korištenja F_O faktora je da se prikaže energijska učinkovitost sustava upravljanja rasvjetom. F_O ovisi o tipu sustava kontrole rasvjete i stupnju prisutnosti/odsutnosti korisnika prostora.

Za jednostavniji proračun koriste se podaci iz dodatka F i G norme (Tablica 6 i 9.)

Određivanje faktora konstantnosti osvjetljenosti – F_C

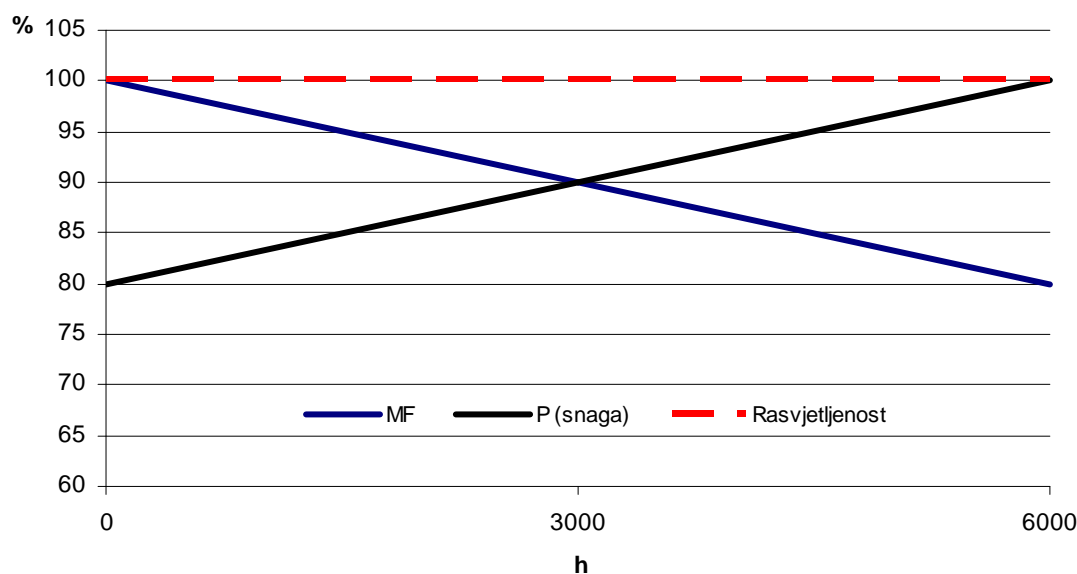
Određivanje faktora konstantnosti osvjetljenosti – F_C – izvodi se prema metodologiji opisanoj u dodatku E norme HRN EN 15193:2008.

Ovaj faktor se određuje zbog fizikalne karakteristike raznoimenih izvora svjetlosti da sa radnim vijekom gube na specifičnoj snazi svjetlosnog toka i učinkovitosti što se opisuje faktorom održavanja MF (*maintenance factor*) prema IEC 97. Svi sustavi koji imaju mogućnost takvog upravljanja, u startu reduciraju svjetlosni tok (snagu sustava), kako bi mogli davati konstantnu rasvjetljenost horizontalne plohe za cijelo vrijeme eksploatacije sustava proporcionalno dižući snagu prema fiksno nominiranoj vrijednosti svjetlosnog toka. (*Controlled constant illuminance system*).

F_C – faktor konstantne rasvjetljenosti (-) – predstavlja omjer prosječne snage rasvjete s početnom snagom rasvjete tijekom jednog ciklusa održavanja, a ovisi o faktoru MF .

$$F_C = (1 + MF) / 2 \quad [-] \quad \text{HRN EN (E.1)} \quad (4)$$

MF se dobiva iz navedenog grafa, a može varirati ovisno od izvora svjetlosti i proizvođača.



Slika 2 (HRN EN E.1) Dijagram konstantne iluminacije – prikaz MF

Ukoliko ne postoji sustav konstantne iluminacije $F_C = 1$. Ukoliko F_C nije moguće odrediti uzima se vrijednost iz dodatka F norme (Tablica 6)

2. dio: Proračun potrebne godišnje energije za rasvjetu - brza metoda

U „brzoj metodi“ definirani su određeni koeficijenti i njihove standardne vrijednosti. Sve vrijednosti su definirane *LENI* indikatorom specifične godišnje potrošnje energije za rasvjetu po neto korisnoj površini.

$$LENI = W/A \text{ [kWh/m}^2\text{a]} \quad \text{HRN EN (10) (10)}$$

Gdje je

W – ukupna godišnja energija za rasvjetu (kWh/a);

A – korisna neto površina zgrade (m^2);

LENI – Energijski numerički indikator rasvjete (Lighting Energy Numeric Indicator) ($\text{kWh/m}^2\text{a}$).

Napomena:

U postojećim zgradama gdje potrošnja parazitnih tereta nije poznata, na godišnjoj razini se može pretpostaviti potrošnja od:

- **1 kWh/m²a** za sigurnosnu rasvjetu (*panik*-rasvjeta) i
- **5 kWh/m²a** za automatsku regulaciju rasvjete (ukoliko postoji).

Ukupni $W_p=6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

LENI indikator potrošnje se računa kao:

$$LENI = \left\{ (P_n \times F_C) \times [(t_D \times F_O \times F_D) + (t_N \times F_O)] \right\} / 1000 + \left\{ P_{pc} \times [t_y - (t_D + t_N)] + (P_{em} \times t_e) \right\} / 1000 \text{ [kWh/m}^2\text{a]} \quad \text{HRN EN (7+8) (11)}$$

Uz uvrštene gore navedene vrijednosti, brzi proračun je:

$$LENI = \left\{ (P_n \times F_C) \times [(t_D \times F_O \times F_D) + (t_N \times F_O)] \right\} / 1000 + 1 + \left\{ 5 / t_y \times [t_y - (t_D + t_N)] \right\} \text{ [kWh/m}^2\text{a]} \quad \text{HRN EN (F.1) (12)}$$

Vrijednosti se nalaze u Tablici 6.

Tablica 6 (HRN EN F.1) Vrijednosti energetskih pokazatelja i standarda opremljenosti za sustave rasvjete

	Opremljenost	P_{em} (kWh/m ² a)	P_{pc} (kWh/m ² a)	PN (W/m ²)	t_D (h)	t_N (h)	F _C		F _O		F _D		Bez CTE		Sa CTE	
							Bez CTE	Sa CTE	Manual	Auto	Manual	Auto	LENI	LENI	LENI	LENI
													Granične vrijednosti		Granične vrijednosti	
							Manual	Auto	Manual	Auto	Manual	Auto	(kWh/m ² a)		(kWh/m ² a)	
Ured	*	1	5	15	2250	250	1	0,9	1	0,9	1	0,9	42,1	35,3	38,3	32,2
	**	1	5	20	2250	250	1	0,9	1	0,9	1	0,9	54,6	45,5	49,6	41,4
	***	1	5	25	2250	250	1	0,9	1	0,9	1	0,9	67,1	55,8	60,8	50,6
Obrazovna ustanova	*	1	5	15	1800	200	1	0,9	1	0,9	1	0,8	34,9	27,0	31,9	24,8
	**	1	5	20	1800	200	1	0,9	1	0,9	1	0,8	44,9	34,4	40,9	31,4
	***	1	5	25	1800	200	1	0,9	1	0,9	1	0,8	54,9	41,8	49,9	38,1
Bolnica	*	1	5	15	3000	2000	1	0,9	0,9	0,8	1	0,8	70,6	55,9	63,9	50,7
	**	1	5	25	3000	2000	1	0,9	0,9	0,8	1	0,8	115,6	91,1	104,4	82,3
	***	1	5	35	3000	2000	1	0,9	0,9	0,8	1	0,8	160,6	126,3	144,9	114
Hotel	*	1	5	10	3000	2000	1	0,9	0,7	0,7	1	1	38,1	38,1	34,6	34,6
	**	1	5	20	3000	2000	1	0,9	0,7	0,7	1	1	72,1	72,1	65,1	65,1
	***	1	5	30	3000	2000	1	0,9	0,7	0,7	1	1	108,1	108,1	97,6	97,6
Restoran	*	1	5	10	1250	1250	1	0,9	1	1	1	x	29,6	x	27,1	x
	**	1	5	25	1250	1250	x	0,9	1	1	1	x	67,1	x	60,8	x
	***	1	5	35	1250	1250	1	0,9	1	1	1	x	92,1	x	83,3	x
Sportski objekt	*	1	5	10	2000	2000	1	0,9	1	1	1	0,9	43,7	41,7	39,7	37,9
	**	1	5	20	2000	2000	1	0,9	1	1	1	0,9	83,7	79,7	75,7	72,1
	***	1	5	30	2000	2000	1	0,9	1	1	1	0,9	123,7	117,7	111,7	106,3
Prodajni centar	*	1	5	15	3000	2000	1	0,9	1	1	1	x	78,1	x	70,6	x
	**	1	5	25	3000	2000	1	0,9	1	1	1	x	128,1	x	115,6	x
	***	1	5	35	3000	2000	1	0,9	1	1	1	x	178,1	x	160,6	x
Proizvodni pogon	*	1	5	10	2500	1500	1	0,9	1	1	1	0,9	43,7	41,2	39,7	37,5
	**	1	5	20	2500	1500	1	0,9	1	1	1	0,9	83,7	78,7	75,7	71,2
	***	1	5	30	2500	1500	1	0,9	1	1	1	0,9	123,7	116,2	111,7	105

PN – specifična nazivna snaga rasvjete (W/m²)

CTE – Sustav kontrole konstantne rasvjetljenosti(constant illuminance control system)

Manual – manualna kontrola rada rasvjete

Auto – automatska kontrola rada rasvjete

Prema razredima kvalitete opremljenosti (ispunjenje standarda i opremljenosti) razlikujemo tri standarda:

- * bazno ispunjavanje zahtjeva;
- ** dobro ispunjavanje zahtjeva;
- *** svebuhvatno ispunjavanje zahtjeva.

Razredi kvalitete opremljenosti rasvjetom su dodatno opisani u Tablici 7.

Tablica 7 (HRN EN F.2) Razredi standarda opremljenosti za sustave rasvjete

	Kriteriji razreda projektiranja rasvjete		
	*	**	***
Održavanje rasvjetljenosti horizontalne plohe ($E_{m \text{ horizontal}}$)	(++)	(++)	(++)
Primjerena kontrola neugodnog blještanja (UGR)	(++)	(++)	(++)
Uklanjanje flickera i stroboskopskih efekata	(+)	(+)	(+)
Primjerena kontrola refleksija i reflektnog blještanja		(+)	(+)
Napredno renderiranje boja		(++)	(++)
Izbjegavanje grubih sjena ili isuviše difuzne rasvjete		(+)	(+)
Odgovarajuća distribucija svjetlosti u prostoru ($E_{vertical}$)		(+)	(+)
Posebna pozornost s naglaskom na vizualnu komunikaciju			(+)
Posebna pozornost s naglaskom na zdravstvene kriterije			(+)

(++) mora odgovarati traženim vrijednostima u Tablici 5.3 u EN 12464-1:2002

(+) mora odgovarati opisanim zahtjevima u EN 12464-1:2002

Standardne vrijednosti za utjecaj faktora penetracije dnevnog svjetla za zgrade s kontrolom umjetne rasvjete su prikazane u Tablici 8.

Tablica 8 (HRN EN G.2) Vrijednosti F_D – brza metoda

Utjecaj penetracije dnevnog svjetla		
Tip zgrade	Tip kontrole	F_D
Uredi, sportski objekti, proizvodni pogoni	Manualno	1,0
	Regulacija fotosenzorom s osjetnikom dnevnog svjetla	0,9
Restorani, prodajni centri, trgovine	Manualno	1,0
Obrazovne ustanove, bolnice	Manualno	1,0
	Regulacija fotosenzorom s osjetnikom dnevnog svjetla	0,8

Napomene:

Pretpostavlja se da najmanje 60% sustava rasvjete ima kontrolu rada s obzirom na penetraciju dnevnog svjetla.

Gdje je nužno moguća je supstitucija nacionalnim vrijednostima

Standardne vrijednosti za utjecaj faktora okupiranosti prostora za zgrade s kontrolom umjetne rasvjete su prikazane u Tablici 9.

Tablica 9 (HRN EN G.3) Vrijednosti F_o – brza metoda

Utjecaj okupiranosti prostora		
Tip zgrade	Tip kontrole	F_o
Uredi, Obrazovne ustanove	Manualno	1,0
	Automatsko >60% opterećanja	0,9
Restorani, prodajni centri, sportski centri, proizvodni pogoni	Manualno	1,0
Hoteli	Manualno	0,7
Bolnice	Manualno (mjestimično automatska kontrola)	0,8

Napomene:

Automatska kontrola prisutnosti mora biti prisutna u svakoj sobi, a u većim zonama jedna na svakih 30m².
Gdje je nužno moguća je supstitucija nacionalnim vrijednostima

Prilog 1.**Primjer proračuna godišnje energije za rasvjetu za stambeno-uredsku zgradu**

Stambeno-uredska zgrada je trokatnica, tlocrta 16×12 m, a sastoji se od sljedećih dijelova:

- 6 stanova po 87,5 m² (ukupno 525 m²);
- Poslovni prostor -175 m²;
- Stubište – 85 m²;
- Podrumski prostor – 175 m².

S aspekta opremljenosti postoje 4 različita sustava rasvjete koji mogu bit prepoznati energetske pregledom (A), projektnom dokumentacijom (B) ili normom (C):

- Stanovi (6) – Specifično opterećenje $PN=10 \text{ W/m}^2$ (A ili B); $t_D=500 \text{ h}$ (A) $t_N=1000 \text{ h}$ (A), bez sustava regulacije (A ili B); rasvjeta je izvedena kombinacijom fluokompaktnih žarulja i žarulja sa žarnom niti (A ili B); (svi podaci dobiveni su energetske pregledom ili iz projektantskih podloga);
- Poslovni prostor – uredi – standard opremljenosti III (C); sa regulacijom dnevnog svjetla i regulacijom konstantne osvijetljenosti na 80% sustava te sigurnosnom rasvjetom (utvrđivanje prisutnosti regulacije i sigurnosne rasvjete prema A ili B, a određivanje korekcijskih parametara i specifične potrošnje prema C); $t_D=2250 \text{ h}$ (C); $t_N=250 \text{ h}$ (C); $PN=25 \text{ W/m}^2$ (C). Rasvjeta izvedena s FC T5 cijevima i kombinacijom fluokompaktnih žarulja i žarulja sa žarnom niti (A ili B) (svi podaci dobiveni su iz norme, energetske pregledom ili iz projektantskih podloga);
- Stubište – $PN=4 \text{ W/m}^2$ (A ili B); Manualno uključivanje/Automatsko isključivanje, automatska regulacija s detekcijom prisutnosti i sigurnosna rasvjeta (C); izvedba ugradbenih svjetiljki s fluokompaktnim žaruljama (A ili B); $t_D=300 \text{ h}$ (A); $t_N=500 \text{ h}$ (A); (svi podaci dobiveni su iz norme, energetske pregledom ili iz projektantskih podloga);
- Podrumski prostor – $PN=5 \text{ W/m}^2$ (A ili B); $t_D=300 \text{ h}$ (A); $t_N=300 \text{ h}$ (A); bez sustava regulacije (A ili B); rasvjeta je izvedena žaruljama sa žarnom niti (A ili B); (podaci dobiveni energetske pregledom ili iz projektantskih podloga te iz norme).

Proračun E_L i $E_{prim,L}$

Proračun se temelji na zasebnom izračunu za svaku od 4 navedene zone. Zbog jednostavnosti modela, izuzete su debljine zidova, specifikacija pojedinih prostorija prema uporabi (kuhinja, spavaća soba, kupaona, boravak, radni prostori, hodnici, arhiva, WC i sl) razdvajanje regulacije (u modeliranom sustavu je regulacija na 80% sustava rasvjete). Specifična nazivna snaga rasvjete dobiva se ili energetske pregledom/projektantskim podlogama, ili podacima iz brze metode (Tablica 6 - F.1 HRN EN).

Prikazani proračun se temelji na kombinaciji složene i brze metode. Složena metoda se koristi ukoliko je moguće identificirati sve parametre potrebne za izračun, a ukoliko ne, isti se nadomještaju sa brzom metodom. Složena metoda daje preciznije i očekivano niže parametre potrošnje od brze metode jer uzima u obzir i specifična mjesta nižeg intenziteta potrošnje te realnije korekcijske faktore.

Stan

$PN^1 = 10 \text{ W/m}^2$; $t_D^2 = 500 \text{ h}$; $t_N = 1000 \text{ h}$; (sve energetske pregled i/ili projektna dokumentacija) $F_C = 1$ (Tablica 6); $F_D = 1$ (Tablica 6);

$F_A = 0,5^3$ (Tablica 4); $F_{OC} = 1$ (manualna regulacija; Tablica 3);

$$F_O = F_{OC} + 0,2 - F_A$$

$$F_O = 0,7$$

$$LENI = \{(P_n \times F_C) \times [(t_D \times F_O \times F_D) + (t_N \times F_O)]\} / 1000 + \{P_{pc} \times [t_y - (t_D + t_N)]\} + (P_{em} \times t_e) / 1000$$

$$LENI = \{(10 \times 1) \times [(500 \times 0,7 \times 1) + (1000 \times 0,7)]\} / 1000$$

$$LENI = 10,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{L,6 \text{ stanova}} = 10,5 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 525 \text{ m}^2$$

$$E_{L,6 \text{ stanova}} = 5.512,5 \text{ kWh}_{el}/\text{a}$$

Poslovni prostor

$PN = 25 \text{ W/m}^2$; $t_D = 2250 \text{ h}$; $t_N = 250 \text{ h}$; $F_C = 0,9$; $P_{em} = 1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$; $P_{pc} = 5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (sve Tablica 6); 80% potrošnje sustava ima inteligentno upravljanje (energetski pregled i/ili projektna dokumentacija); 20% sustava bez inteligentne regulacije $F_D = 1$ (Tablica 6);

$F_A = 0,3$ (zatvoreni ured 2-6 osoba; Tablica 4); $F_{OC} = 1$ (manualna regulacija; Tablica 3);

$F_{D,S} = 0,7$ (Tablica 1); $F_{D,C} = 0,77$ (Tablica 2);

$$F_O = F_{OC} + 0,2 - F_A$$

$$F_O = 0,9$$

$$F_{D,n} = 1 - (F_{D,S,n} \times 0,7 \times F_{D,C,n})^4; F_{D,uredi} = 0,6227; F_{D,ostalo} = 1,0; F_{D,ukupno} = 0,7$$

$$F_D = 0,7$$

$$LENI = \{(P_n \times F_C) \times [(t_D \times F_O \times F_D) + (t_N \times F_O)]\} / 1000 + 1 + \{5 / t_y \times [t_y - (t_D + t_N)]\}$$

¹ PN – Specifična nazivna snaga rasvjete (W/m^2) dobiva se kao omjer instalirane rasvjete i specifične površine. Instalirana rasvjeta se može proračunati kao umnožak snage pojedinog izvora svjetlosti i količine pojedinog izvora (energetski pregled), mjerenjem (energetski pregled), prema projektnoj dokumentaciji ili prema normi (Tablica 6) ukoliko prethodno navedeni parametri i podaci nisu dostupni. Prema normi snaga rasvjete je jednaka:

a) (nominalna deklarirana snaga svjetiljke/izvora svjetlosti/žarulje) \times (broj svjetiljki) za izvore svjetlosti koje su spojene direktno na napon/el.mrežu (GRO, prekidač i sl.), svjetiljke sa integriranim predspojnim napravama i sl.

b) $1,2 \times$ (izvor svjetlosti) \times (broj izvora svjetlosti) za izvore koji se spajaju preko zasebnih predspojnih naprava, transformatora i sl. na glavni priključak/el.mrežu i sl.

² t_D i t_N se dobivaju iz upitnika (energetski pregled), mjerenjem (energetski pregled), prema projektnoj dokumentaciji ili prema normi (Tablica 6) ukoliko prethodno navedeni parametri i podaci nisu dostupni

³ Nije definirano u normi pa se uzima kao aritmetička sredina specifičnih prostora koje poznaje norma ili se procjenjuje u energetskom pregledu ili u projektantskim podlogama

⁴ Faktor količine dnevne svjetlosti $F_{D,S}$ je ispravan za $800 \text{ h} < t_D < 1700 \text{ h}$. Za dulja razdoblja rada tijekom dana, vrijednosti trebaju biti pomnožene s **korekcijskim faktorom 0,7**.

$$LENI = \{(25 \times 0,9) \times [(2250 \times 0,9 \times 0,7) + (250 \times 0,9)]\} / 1000 + 1 + \{5 / 8760 \times [8760 - (2250 + 250)]\}$$

$$LENI = 41,53 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{L,pp} = 41,53 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 175 \text{ m}^2$$

$$E_{L,pp} = 7.267,75 \text{ kWh}_{el}/\text{a}$$

Stubište

$P_N = 4 \text{ W/m}^2$; $t_D = 300 \text{ h}$; $t_N = 500 \text{ h}$; (sve energetski pregled i/ili projektna dokumentacija)

$F_C = 1$; $F_D = 1$; $P_{em} = 1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$; $P_{pc} = 5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (sve prema normi, Tablica 6)

$F_A = 0,2$ (Stepeništa/stubišta; Tablica 4); $F_{OC} = 0,8$ (Manual On/Auto Off; Tablica 3);

$$F_O = F_{OC} + 0,2 - F_A$$

$$F_O = 0,8$$

$$LENI = \{(P_n \times F_C) \times [(t_D \times F_O \times F_D) + (t_N \times F_O)]\} / 1000 + 1 + \{5 / t_y \times [t_y - (t_D + t_N)]\}$$

$$LENI = \{(4 \times 1) \times [(300 \times 0,8 \times 1) + (500 \times 0,8)]\} / 1000 + 1 + \{5 / 8760 \times [8760 - (300 + 500)]\}$$

$$LENI = 8,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{L,s} = 8,1 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 85 \text{ m}^2$$

$$E_{L,s} = 688,5 \text{ kWh}_{el}/\text{a}$$

Podrum

$P_N = 5 \text{ W/m}^2$; $t_D = 300 \text{ h}$; $t_N = 300 \text{ h}$; (sve energetski pregled i/ili projektna dokumentacija)

$F_C = 1$; $F_D = 1$ (sve prema normi, Tablica 6);

$F_A = 0,9$ (Arhiva/spremišta, Tablica 4); $F_{OC} = 1$ (Manualna kontrola, Tablica 3);

$$F_O = F_{OC} + 0,2 - F_A$$

$$F_O = 0,3$$

$$LENI = \{(P_n \times F_C) \times [(t_D \times F_O \times F_D) + (t_N \times F_O)]\} / 1000 + \{P_{pc} \times [t_y - (t_D + t_N)]\} + (P_{em} \times t_e) / 1000$$

$$LENI = \{(5 \times 1) \times [(300 \times 0,3 \times 1) + (300 \times 0,3)]\} / 1000$$

$$LENI = 0,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{L,po} = 0,9 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 175 \text{ m}^2$$

$$E_{L,po} = 157,5 \text{ kWh}_{el}/a$$

Ukupna električna energija potrebna za rasvjetu – $E_{L,ukupno}$ je suma svih pojedinačnih energija

$$E_{L,ukupno} = E_{L,6 \text{ stanova}} + E_{L,pp} + E_{L,s} + E_{L,po}$$

$$E_{L,ukupno} = 13.626,25 \text{ kWh}_{el}$$

Ukupna primarna energija potrebna za rasvjetu, uz konverzijski faktor primarne energije $f_p = 1,614$

$$E_{prim,L} = E_L \times f_p = 13.626,25 \text{ kWh}_{el} \times 1,614$$

$$E_{prim,L} = 21.992,78 \text{ kWh}$$

Popis simbola i termina iz HRN EN 15193:2008

A	– ukupna neto korisna površina (m²)
a_D	– dubina zone dnevne svjetlosti (m)
A_D	– ukupna površina horizontalne ravnine osvijetljene dnevnim svjetlom (m ²)
A_C	– površina svjetlih otvora pročelja (fasada) za promatrani prostor (m ²)
A_{Fs}	– površina osvijetljene zone krovnim otvorima (svjetlarnicama) (m ²)
A_{Dj}	– specificirana površina horizontalne plohe osvijetljene dnevnim svjetlom (m ²)
A_{RG}	– površina promatranog prostora (m ²)
A_{Rb}	– Površina svjetlih krovnih otvora (svjetlarnika) (m ²)
a_{Dj}	– maksimalna dubina sobe (m)
$a_{D,max}$	– maksimalna dubina zone dnevne svjetlosti (m)
b_D	– širina zone dnevne svjetlosti (m)
$b_{R,j}$	– širina prostorije (m)
$c_{D,S,i}$	– redistribucijski faktor za pojedini mjesec
D	– faktor dnevnog svjetla (<i>daylight factor</i>) za zonu (%)
D_C	– faktor dnevnog svjetla (<i>daylight factor</i>) za svjetle otvore pročelja (fasada) (%)
D_{ext}	– eksterni faktor dnevnog svjetla (<i>daylight factor</i>) (%)
D_j	– klasifikacija osvijetljenosti (opskrba dnevnim svjetlom) kao funkcije faktora dnevnog svjetla (<i>daylight factor</i>)
E_m	– prosječna održavana rasvijetljenost (lux)
E_F	– osvijetljenost vanjske površine krovnog prozora za vrijeme oblačnog vremena (lux)
E_{ext}	– horizontalna vanjska rasvijetljenost za vrijeme oblačnog vremena (lux)
F_A	– faktor odsutnosti (-)
F_C	– faktor konstantnosti rasvijetljenosti (-)
$F_{D,j}$	– površine unutar zone proračuna koje nisu osvijetljene prirodnom svjetlosti (-)
F_D	– faktor ovisnosti o dnevnoj svjetlosti (-)
$F_{D,n}$	– faktor ovisnosti o dnevnoj svjetlosti za prostoriju ili zonu (-)
$F_{D,C,n}$	– faktor ovisnosti kontrole upravljanja rasvjete o dnevnoj svjetlosti za prostoriju ili zonu n (-)
$F_{D,S,n}$	– faktor količine dnevne svjetlosti u prostoriji/zoni n (-)
$F_{S,n}$	– faktor količine dnevne svjetlosti za krovne otvore (-)
F_O	– faktor okupiranosti prostora (-)
F_{OC}	– faktor ovisnosti kontrole upravljanja rasvjete o okupiranosti prostora (-)
$F_{O,n}$	– faktor okupiranosti prostora za prostor/zonu n (-)
h_{At}	– visina unutarnjih dvorišta i ulaza (m)
h_{Li}	– visina nadvratnika (m)
h_R	– neto visina sobe (m)
I_{At}	– duljina unutarnjih dvorišta i ulaza (m)
I_{De}	– indeks dubine (geometrijski) (-)
I_O	– indeks smetnje (korekcijski faktor vanjskih geometrijskih smetnji/svjetlosnih barijera) (-)
$I_{O,CA}$	– korekcijski faktor za unutarnja dvorišta i ulaze (-)
$I_{O,OB}$	– korekcijski faktor (linearni) za prepreku u neposrednoj udaljenosti (-)
$I_{O,GDF}$	– korekcijski faktor za dvostruko ostakljenu fasadu (-)
$I_{O,OV}$	– korekcijski faktor za viseću prepreku (-)
$I_{O,VF}$	– korekcijski faktor za vertikalnu prepreku (-)
I_T	– indeks transparentnosti (prozirnosti) (-)
k	– indeks prostorije (-)

k_1	– faktor okvira sustava zasjenjivanja (tipična vrijednost 0,7) (-)
k_2	– faktor zaprljanja stakla (tipična vrijednost 0,8 uz automatsko čišćenje do 1,0) (-)
k_3	– faktor neoptimalnog kuta upada svjetlosti (tipična vrijednost 0,85) (-)
$k_{AT,1}$	– faktor okvira sustava zasjenjivanja staklenog krova unutarnjih dvorišta i ulaza (-)
$k_{AT,2}$	– faktor zaprljanja staklenog krova unutarnjih dvorišta i ulaza (-)
$k_{AT,3}$	– faktor neoptimalnog kuta upada svjetlosti na stakleni krov unutarnjih dvorišta i ulaza (-)
$k_{GDF,1}$	– faktor okvira sustava zasjenjivanja dvostrukih staklenih fasada (-)
$k_{GDF,2}$	– faktor zaprljanja dvostrukih staklenih fasada (-)
$k_{GDF,3}$	– faktor neoptimalnog kuta upada svjetlosti na dvostruke staklene fasade (-)
$k_{OBI,1}$	– faktor okvira sustava zasjenjivanja za krovne otvore (tipična vrijednost 0,80) (-)
$k_{OBI,2}$	– faktor zaprljanja za krovne otvore (tipična vrijednost 0,80) (-)
$k_{OBI,3}$	– faktor neoptimalnog kuta upada svjetlosti za krovne otvore (obično 0,85) (-)
LENI	– energijski numerički indikator rasvjete (kWh/m ² a).
LLMF	– faktor održavanja lumena izvora svjetlosti (-)
LSF	– faktor opstojnosti izvora svjetlosti (-)
LMF	– faktor održavanja svjetiljke (-)
MF	– faktor održavanja (-)
RSMF	– faktor održavanja površine prostorije (-)
η_R	– faktor korisnosti za krovne prozore (-)
n	– broj prostorija ili zona u zgradi (-)
P_i	– nazivna snaga rasvjetnog tijela (W)
P_n	– ukupno instalirana nazivna snaga rasvjete u prostoriji ili zoni n (W)
P_{ci}	– parazitno opterećenje upravljanja tijekom neaktivnog razdoblja (stand-by; kada je svjetlo ugašeno) (W)
P_{ei}	– parazitno opterećenje punjenja baterija sigurnosne (panik) rasvjete (W)
P_{pi}	– parazitno opterećenje rasvjetnog tijela (W)
P_{pc}	– ukupno instalirano parazitno opterećenje sustava kontrole rasvjete za prostoriju ili zonu (W)
P_{em}	– ukupno instalirano napajanje baterija sigurnosne rasvjete u prostoriji ili zoni (W)
T	– direktna hemisferna propusnost svjetlosti kroz sustav zasjenjivanja (-)
τ_{At}	– faktor propusnosti svjetlosti staklenog krova unutarnjih dvorišta i ulaza (-)
τ_{GDF}	– faktor propusnosti svjetlosti dvostruke staklene fasade (-)
τ_{D65}	– faktor propusnosti svjetlosti kod raspršenja na krovnom prozoru (-)
G	– faktor globalne propusnosti svjetlosti kod krovnog prozora (-)
\underline{U}	– toplinska provodljivost krovnih prozora (W/(m ² K))
t	– radno vrijeme (h)
t_D	– dnevni rad rasvjete (h)
t_e	– vrijeme potrebno za punjenje baterija sigurnosne rasvjete (h)
t_N	– noćni rad rasvjete (h)
t_o	– ukupni godišnji rad rasvjete (h)
t_p	– vrijeme rada parazitnih opterećenja (h)
t_s	– vrijeme utrošeno na podešavanje scena rasvjete (h)
t_y	– standardna godina (8760 h)
w_{At}	– širina unutarnjeg dvorišta i ulaza (m)
w_{Id}	– indeks dubine (m)
W	– ukupna godišnja energija potrebna za rasvjetu (kWh/god)
W_t	– ukupna energija potrebna za napajanje rasvjete ($W_t = W_{L,t} + W_{P,t}$) (kWh)
$W_{L,t}$	– energija potrebna za rasvjetu u vremenskom periodu (t) (kWh)
W_L	– godišnja energija potrebna za rasvjetna tijela (kWh)

W_p	– godišnja energija potrebna za parazitna opterećenja (kWh)
$W_{P,t}$	– energija potrebna za parazitna opterećenja (kWh)
$W_{settings}$	– ukupna snaga sustava rasvjete prema predviđenim podešenjima (scenama) (kW)
γ_{site}	– zemljopisna širina lokacije zgrade (°)
γ_W	– upadni kut u odnosu na horizont za krovne otvore (°)
γ_F	– upadni kut u odnosu na horizont za ostakljene krovne otvore (°)
$\gamma_{O,OB}$	– upadni kut s obzirom na horizontalnu prepreku (°)
$\gamma_{O,OF}$	– upadni kut s obzirom na vertikalnu prepreku (°)