

Energetické požadavky na osvětlení podle ČSN EN 15193

Ing. Karel Dvořáček

Úvod

Směrnice EC zaměřená na spotřebu energie v budovách 2002/91/EC předepisuje kromě jiného i hodnocení energie spotřebované osvětlením. Česká republika jako členský stát EU a člen CEN byla povinná tuto směrnici převzít a zapracovat ji do svých legislativních předpisů, což se stalo zapracováním do zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a navazujících vyhlášek.

Evropská norma EN 15193 byla navržena pro zavedení dohod a postupů ke stanovení energetických požadavků na osvětlení v budovách a poskytnutí metody určení číselného ukazatele spotřeby energie v budovách. Také je vodítkem při zavádění národních limitů spotřeby energie pro osvětlení odvozených z referenčních schémat.

Mít správnou normu hodnocení energetické náročnosti osvětlení budov se považuje za svrchovaně důležité a v dohodách a postupech se předpokládá, že navržená a instalovaná soustava osvětlení odpovídá požadavkům na dobré osvětlení. Návrh nových instalací se vypracovává v souladu s ČSN EN 12464-1:2004 Světlo a osvětlení – Část 1: Vnitřní pracovní prostory (36 0450), pro obytné budovy (pro které tato původní norma sice nebyla určena, ale tuzemská legislativa rovněž vyžaduje stanovení hodnot) platí ČSN 73 4301:2004 Obytné budovy (Změna Z1:2005).

Tato evropská norma také obsahuje pokyny pro oddělené měření spotřeby energie osvětlením, což poskytuje správnou zpětnou vazbu na účinnost ovládaní osvětlení.

Metoda stanovení spotřeby energie nejen poskytuje hodnoty pro číselný energetický ukazatel, ale také stanovuje vliv vytápění a chlazení na kombinovanou celkovou spotřebu energie v ukazateli pro budovu.

Metoda a forma prezentace výsledků mají splňovat požadavky Směrnice EC pro spotřebu energie v budovách 2002/91/EC (viz požadavky na zpracování energetického auditu a energetického průkazu budovy).

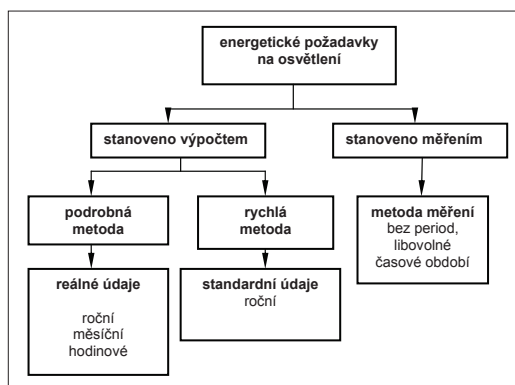
ČSN EN 15193:2008 (73 0327) Energetická náročnost budov – Energetické požadavky na osvětlení, do níž je EN 15193 zapracována, byla vydána 1. 6. 2008.

Upozornění:

Číselné hodnoty získané metodami popsanými v této normě mohou být využity pouze k posouzení energetické náročnosti jednotlivých budov a k jejich vzájemnému srovnání z hlediska energetické náročnosti. V žádném případě není přípustné tyto hodnoty používat při vypracovávání návrhu osvětlovací soustavy.

Základní možnosti stanovení spotřeby energie na osvětlení

Na obr. 1 jsou schematicky znázorněny způsoby stanovení energetických požadavků na osvětlení.



Obr. 1. Schéma znázorňující alternativní cesty pro stanovení využití energie

Účel normy

Tato norma specifikuje metodu výpočtu pro vyhodnocování množství energie na osvětlení v budovách a poskytuje odpovídající číselný ukazatel požadavků na energii používaný při certifikaci. Metoda může být použita v případech již existujících a při navrhování nových budov nebo při renovacích. Obsahuje také referenční schémata k plánování energie určené k osvětlení. Je v ní také uvedena metoda výpočtu okamžitého využití energie na osvětlení pro stanovení celkové spotřeby energie budovy. Parazitní příkony nezahrnuté do svítidel jsou vyloučeny.

Ve zmiňované normě jsou budovy klasifikovány v těchto kategoriích: budovy administrativní, budovy pro výchovu, nemocnice, hotely, restaurace, sportovní zařízení, velkoobchodní a maloobchodní služby a výrobní činnost.

V některých místech může být venkovní osvětlení napájeno proudem z budovy. Takovéto osvětlení lze využít pro osvětlení průčelí budovy, venkovních parkovišť, pro bezpečnostní osvětlení, osvětlení zahrady atd. Uvedené osvětlovací soustavy mohou spotřebovávat velké množství energie, přestože jsou napájeny z budovy; tento příkon se nezahrnuje do číselného ukazatele energie pro osvětlení nebo do hodnot používaných k odhadu příkonů vytápění a chlazení. Když se používá měření příkonu osvětlení, tyto příkony mohou být zahrnuty do měřené energie spotřebované osvětlením.

Nejdůležitější definice použité v normě

- *zabudovaná svítidla* – pevně instalovaná svítidla pro osvětlení budovy
- *předřadník* – elektrická zařízení potřebná pro provoz světelného zdroje (zdrojů)

elektrický výkon, příkon

- *příkon svítidla* (P_i) – elektrický příkon ve wattech odebraný z napájecí sítě pro provoz světelných zdrojů, předřadných přístrojů a řídicího obvodu (umístěných ve svítidle nebo k němu připojených), zahrnující veškeré ztráty při zapnutém svítidle

Poznámka: Započítávaný příkon svítidla (P_i) pro specifické svítidlo je možné získat od výrobce svítidel.

- *celkový instalovaný příkon pro osvětlení místnosti nebo zóny* (P_n) – příkon všech svítidel ve vnitřním prostoru nebo jeho části, měřený ve wattech

$$P_n = \sum_i P_i \quad (W)$$

- *ztrátový příkon svítidla* (P_{pi}) – elektrický příkon nabíjecího obvodu nouzových svítidel a příkon automatického ovládaní ve svítidlech v pohotovostním režimu odebraný ze sítě při světelných zdrojích mimo provoz, měřený ve wattech

$$P_{pi} = P_{ci} + P_{ci} \quad (W)$$

- *ztrátový příkon řídicího systému při zdrojích mimo provoz* (P_{ci}) – příkon každého

ovládacího zařízení v pohotovostních režimu a/nebo nabíjecí příkon baterií odebíraný soustavou nouzového osvětlení při světelných zdrojích mimo provoz, měřený ve wattch

- *nabíjecí příkon nouzového osvětlení* (P_{ci}) – příkon nabíjecího obvodu nouzových svítidel při světelných zdrojích mimo provoz, měřený ve wattch
- *celkový instalovaný ztrátový příkon ovládacích zařízení v místnosti nebo zóně* (P_{pc}) – příkon všech ovládacích zařízení ve svítidlech instalovaných v místnosti nebo zóně při světelných zdrojích mimo provoz, měřený ve wattch

$$P_{pc} = \sum_i P_{ci} \quad (\text{W})$$

- *celkový instalovaný nabíjecí příkon svítidel nouzového osvětlení v místnosti nebo zóně* (P_{em}) – nabíjecí příkon všech nouzových svítidel v místnosti nebo zóně, měřený ve wattch

$$P_{em} = \sum_i P_{ei} \quad (\text{W})$$

energie (W)

- *celková spotřeba elektrické energie na osvětlení* (W_L) – spotřeba elektrické energie všech svítidel při provozu světelných zdrojů za dobu t a ztráty elektrické energie při světelných zdrojích mimo provoz v rámci místnosti nebo zóny, měřené v kilowatthodinách (kW·h)
- *spotřeba elektrické energie pro osvětlování* ($W_{L,e}$) – spotřeba energie svítidly při provozu světelných zdrojů plnicích svůj účel a funkci osvětlení uvnitř objektu za dobu t , měřené v kilowatthodinách
- *ztrátová elektrická energie ve svítidlech* ($W_{P,e}$) – ztrátová energie nabíjecích obvodů nouzových svítidel a řídicích systémů pro ovládání svítidel v pohotovostním režimu při světelných zdrojích mimo provoz za dobu t , měřené v kilowatthodinách

doba

- *doba provozu* (t) – časový interval, ve kterém se stanovuje spotřeba elektrické energie, uváděný v hodinách (h)
- *roční doba provozu* (t_o) – počet provozních hodin světelných zdrojů a svítidel za rok při provozu světelných zdrojů

$$t_o = t_D + t_N \quad (\text{h})$$

Roční doba provozu se určuje v závislosti na využití budovy.

- *standardní roční doba* (t_o) – počet hodin během jednoho běžného roku, stanovený na 8 760 h
- *doba využití denního světla* (t_D) – doba provozu s denním světlem, měřená v hodinách
- *doba využití bez denního světla* (t_N) – doba provozu bez denního světla, měřená v hodinách

- *doba nabíjení nouzového osvětlení* (t_{em}) – doba provozu, během níž jsou nabíjeny baterie nouzového osvětlení, měřené v hodinách
- *doba provozu ve scénickém režimu* (t_s) – doba provozu ovládacích zařízení k nastavení scén, měřená v hodinách
- *využitelná plocha* (A) – podlahová plocha uvnitř vnějších stěn s vyloučením nevyužitelných sklepů a neosvětlených prostorů, měřená v metrech čtverečných (m²)

činitele závislosti

- *činitel závislosti na denním světle* (F_D) – činitel vztahující využití celkového instalovaného příkonu osvětlení k dostupnosti denního světla v místnosti nebo zóně
- *činitel závislosti na obsazení* (F_O) – činitel vztahující využití celkového instalovaného příkonu osvětlení k době obsazení místnosti nebo zóny
- *činitel nepřítomnosti* (F_A) – činitel vztahující se k době nepřítomnosti uživatelů
- *činitel konstantní osvětlenosti* (F_C) – činitel související s celkovým použitým instalovaným příkonem v osvětlovací soustavě řízené na konstantní osvětlenost v místnosti nebo zóně
- *udržovací činitel* (MF) – podíl průměrné osvětlenosti na pracovní rovině po určité době používání osvětlovací soustavy k průměrné osvětlenosti na počátku při stejných podmínkách soustavy
- *číselný ukazatel energie pro osvětlení* ($LENI$ – *Lighting Energy Numeric Indicator*) – číselný ukazatel celkové roční energie spotřebované osvětlením požadovaným v budově a uvedené v kilowatthodinách na metr čtverečný za rok (kW·h/m²·rok)
Ukazatel $LENI$ lze využít k přímému porovnání energetické náročnosti osvětlení v budovách se stejným účelem, ale rozdílnými rozměry a uspořádáním.

Měření spotřeby elektřiny pro umělé osvětlení

Spotřebu elektrické energie pro osvětlení je nutné stanovit samostatně použitím jedné z těchto metod:

1. elektroměry v elektrickém rozvodu na okruzích určených pro napájení osvětlení,
2. místními wattmetry, které jsou spojeny s regulátory osvětlení v řídicích systémech nebo do nich integrovány,
3. řídicím systémem osvětlení, který umožňuje vypočítat místní spotřebu energie a předat tuto informaci systému řízení budovy (BMS),

4. řídicím systémem osvětlení, který umožňuje vypočítat spotřebovanou energii v jednotlivých částech budovy a předat tuto informaci v exportovatelném (výstupním) tvaru, např. v rozšířené tabulkové podobě,
5. řídicím systémem osvětlení, který znamená dobu provozu (provozní hodiny), proporcionalitu (úroveň stmívání) a hodnoty dává do souvislosti s vnitřní databází instalované zátěže.

Oddělení zátěže

Okruh řídicího systému osvětlení BMS musí zajistit stejné oddělení (rozlišení) zátěže, jako je tomu v elektrickém silovém rozvodu.

Dálkové měření

Dálkové měření se doporučuje pro budovy mající úplně oddělené systémy elektrických rozvodů jednotlivých typů odběru.

Dálkové měření k získání údajů lze také použít v budovách se systémy s vyšší inteligencí řízení osvětlení.

Výpočet energie použité k osvětlení

Instalovaný příkon osvětlení

Instalovaný příkon osvětlení v budovách tvoří příkon svítidel a ztrátový příkon.

Příkon svítidel je určen k zajištění normálního osvětlení, které musí splňovat požadavky ČSN EN 12193:2000 Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť, (36 0454), která se v současnosti novelizuje, a ČSN EN 12464-1 pro osvětlení vnitřních pracovních prostorů.

Ztrátový příkon je příkon řídicích systémů osvětlení a příkon pro nabíjení baterií nouzového osvětlení, které musí splňovat požadavky normy ČSN EN 1838:2000 Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení (36 0453).

Svítidlo

Svítidla a elektrické součásti svítidel musí být navrženy a vyrobeny v souladu s příslušnými částmi norem ČSN EN 60598 Svítidla – soubor norem, ČSN EN 60570:1998 Světelný přípojnicový rozvod pro svítidla (36 0611) a/nebo ČSN EN 61347 Ovládací zařízení pro světelné zdroje – soubor.

Příkon svítidla (P_i)

Celkový skutečný příkon (W) konkrétního svítidla by se měl stanovit komplexně – podle Přílohy B (uvedené v normě).

Ztrátové příkony (P_{ci} a P_{ei})

Ztrátový příkon by se měl stanovit komplexně – podle Přílohy B (uvedené v této normě).

Výpočetní metody

a) Rychlá metoda

Ke stanovení roční spotřeby elektrické energie na osvětlení u běžných typů budov rychlou metodou se použije vztah: $W = W_L + W_P$ (kW·h/rok), viz výše. 1. Pokud se požadavky na energii stanovují rychlou metodou, vycházejí výsledné hodnoty *LENI* vyšší než při použití přesnějších podrobných metod. 2. Pokud nejsou stanoveny v rámci národní legislativy hodnoty parametrů t_D , t_N , F_C , F_D , F_O a W_P , použijí se hodnoty uvedené v přílohách E, F a G.

b) Podrobná metoda

Podrobná metoda umožňuje přesněji stanovit odhad energie spotřebované osvětlením pro různá období, např. roční nebo měsíční. Při stanovování spotřeby elektrické energie na osvětlení podrobnou metodou se musí pro danou dobu t použít vztah:

$$W = W_{L,t} + W_{P,t} \text{ (kW·h)}$$

Poznámky:

1. činitel závislosti na denním světle (F_D) pro místnost nebo zónu lze stanovit podle popisu v Příloze C této normy,
2. činitel závislosti na obsazení (F_O) místnosti nebo zóny lze stanovit podle popisu v Příloze D této normy,
3. tuto metodu lze použít pro libovolné období a místo (polohu) za předpokladu, že je stanoven úplný odhad obsazení místnosti a dostupnosti denního světla.

Vývojový diagram znázorňující stanovení činitele závislosti na denním světle $F_{D,n}$ v zóně je na obr. 2.

Stanovení činitele závislosti na denním světle $F_{D,n}$

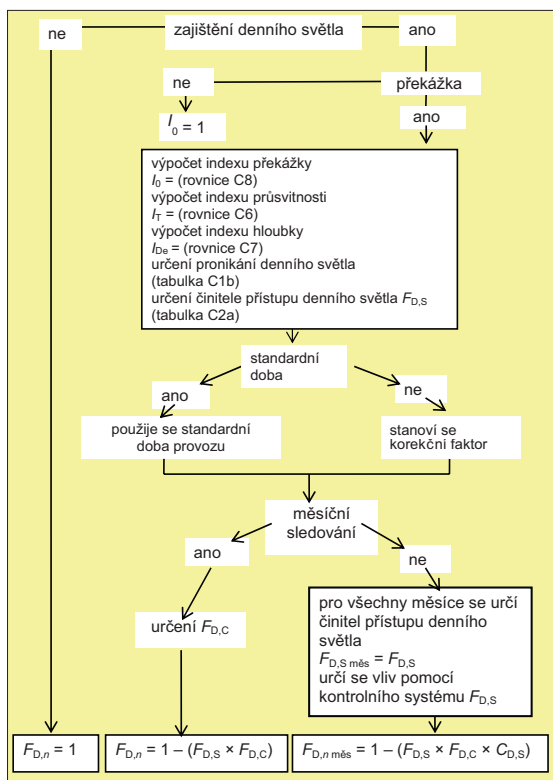
Činitel závislosti na denním světle $F_{D,n}$ v n -té místnosti nebo zóně pro roční a měsíční časové období by se měl stanovit s využitím metod uvedených v příloze C a podle postupu znázorněného ve vývojovém diagramu (obr. 2).

Činitel závislosti na denním světle $F_{D,n}$ v místnosti nebo zóně budovy je funkcí činitele přístupu denního světla $F_{D,S,n}$ a činitele ovládnání umělého osvětlení v závislosti na denním světle $F_{D,C,n}$ a stanovuje se ze vztahu:

$$F_{D,n} = 1 - (F_{D,S,n} F_{D,C,n})$$

kde

$F_{D,S,n}$ je činitel přístupu denního světla, který zohledňuje celkovou přístup-



Obr. 2. Vývojový diagram znázorňující stanovení činitele závislosti na denním světle $F_{D,n}$ v zóně (odkazy na rovnice jsou nahraditelné tabulovými hodnotami uvedenými v přílohách normy)

nost denního světla v zóně n . Tento činitel vyjadřuje, pro uvažovaný časový úsek, příspěvek denního světla v celkové požadované osvětlenosti v zóně n ,

$F_{D,C,n}$ činitel ovládnání umělého osvětlení, který vyjadřuje schopnost řídicího systému osvětlení využít přístup denního světla v zóně n ,

$F_{D,n}$ lze stanovit pro libovolný časový interval (rok, měsíc, hodinu). Činitel se musí přizpůsobit době provozu s denním světlem t_D .

V současné době existují další systémy určené k zajištění přístupu denního světla do budovy, které jsou založeny na zvýšení přírůstku nebo umožňují pronikání denního světla přes obvodové zóny budovy. Tyto systémy nejsou výslovně zahrnuty v této evropské normě, ale lze je zahrnout do výpočtu prostřednictvím činitele denní osvětlenosti nebo dalších metod pro výpočet F_D .

V zónách bez přístupu denního světla je $F_D = 1$.

Stanovení činitele závislosti na obsazení $F_{O,n}$

Činitel závislosti na obsazení $F_{O,n}$ pro vnitřní prostor nebo jeho část se stanovuje metodami popsanými v Příloze D.

Stanovení činitele konstantní osvětlenosti F_C

Činitel konstantní osvětlenosti F_C pro

místnost nebo zónu lze stanovit podle popisu uvedeného v Příloze E.

Referenční hodnoty spotřeby elektrické energie k osvětlení

Referenční hodnoty pro odhad celkové spotřeby elektrické energie k osvětlení při navrhování nových budov nebo v rekonstruovaných budovách se určují ze souboru hodnot uvedených v příloze F této normy. Údaje ukazují možný instalovaný měrný příkon (W/m^2) potřebný k osvětlení ve specifických typech budov. Hodnoty vycházejí ze splnění potřebných a požadovaných světelnotechnických kritérií používaných v budovách. Uvedené hodnoty jsou průměrné pro celou budovu a mohou se podstatně lišit pro různé místnosti a zóny v budově.

Návrh osvětlení a praxe

V návrzích osvětlení i v praxi probíhá neustálý vývoj, jehož výsledky mohou mít podstatný vliv na energetickou náročnost osvětlení. Mnoho faktorů, které tento vývoj ovlivňují, je popsáno v příloze H této normy pod těmito názvy:

- Individuální stmívání
- Biodynamické osvětlení
- Osvětlovací soustavy se světelnými scénami
- Vedení denního světla

Výsledný, matematický vztah pro *LENI*:

$$LENI = \left\{ \frac{F_C P_N}{1000} \left[(t_D F_D F_O) + (t_N F_O) \right] \right\} + 1 + \left\{ \frac{5}{t_y} [t_y - (t_D + t_N)] \right\} \quad (4)$$

kde:

P_N je celkový příkon svítidel ve vymezené části vnitřního prostoru,
 t_D doba využití za denního světla,
 t_N doba využití bez denního světla,
 t_y standardní roční doba (8 760 h),
 F_D činitel závislosti na denním světle,
 F_O činitel obsazení,
 F_C činitel konstantní osvětlenosti.

Závěr

S ohledem na vyžadovanou, relativně značnou náročnost orientace v této normě, danou již základem uvedeným v příslušné EN, byl ČNI dán návrh vypracovat stejnojmennou TNI, která by širší veřejnosti tuto problematiku zpřístupnila a zároveň by byla i jakýmsi návodem na výpočty nejběžněji se vyskytujícími budov.

☒