

# Denní osvětlení obytných místností

doc. Ing. Jan Kaňka, Ph.D., Stavební fakulta ČVUT v Praze

## Úvod

Denní světlo je důležitou fyziologickou a psychologickou potřebou lidského organismu a je v tomto smyslu pro člověka nenahraditelné. Člověk se vyvíjel v podmínkách denního světla a střídání dne a noci miliony let, a je proto dennímu světlu dokonale přizpůsoben. Přes značný technický pokrok umělého osvětlení je při dlouhodobém působení denního osvětlení pro člověka příznivější a rozdíly v účincích jsou mnohostranné: stimulační účinek dynamiky denního světla, barevné podání, regulace denních rytmů funkcí některých orgánů v lidském těle, psychologický význam vizuálního kontaktu člověka v interiéru s vnějším prostředím. Denní osvětlení představuje přímé využití sluneční energie bez potřeby její transformace nebo akumulace, a tudíž s minimálními ztrátami bez velkých nákladů a bez zatížení životního prostředí odpady. Optimálním využitím denního světla se omezuje potřeba a doba používání umělého osvětlení. Denní osvětlení má tak kromě svého nesporného významu pro lidské zdraví i jistý význam hospodářský a ekologický. Ty však nelze přeceňovat. Používání energeticky účinných světelných zdrojů se v současné době stává v Evropské unii povinným. Energetická spotřeba umělého osvětlení v bytech je při používání těchto zdrojů jen malou částí spotřeby elektrické energie budovy. Při navrhování denního osvětlení se tak i nadále bude přihlížet především k důvodům zdravotním, protože právě případné zhoršení zdravotního stavu uživatelů budov v důsledku jejich dlouhodobého pobývání v prostorech s nedostatečným osvětlením denním světlem může způsobit největší, a nejen hospodářské ztráty.

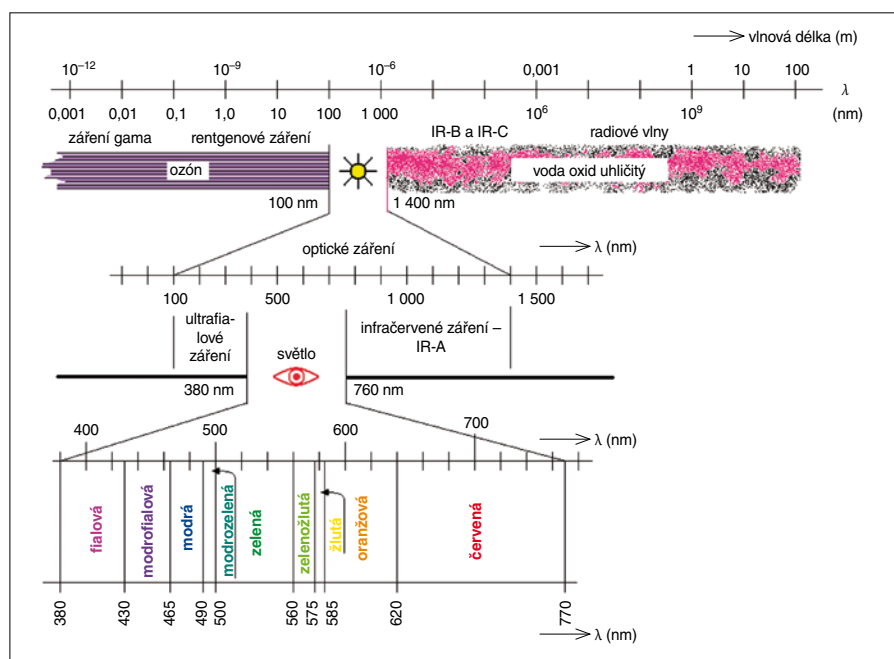
Námítka, že ekonomicky aktivní lidé tráví většinu dne mimo domov a v bytě se zdržují převážně ve večerních hodinách při umělém světle, neobstojí. V bytech tráví svůj čas také malé děti, zejména předškolního věku, staří lidé a také lidé nemocní. Denní osvětlení uživatelům bytů zajišťuje nejen pohodu zrakovou, ale je i součástí pohody psychické, která je nezbytnou podmínkou zdárného průběhu a léčení každé nemoci.

Zdrojem denního světla je naše nejbližší hvězda, Slunce, která vyzařuje spojitě elektromagnetické záření v širokém rozsahu vlnových délek od kosmického

záření  $\lambda = 10^{-13}$  m až po rádiové vlny  $\lambda = 10$  a více metrů. Podstatné části slunečního záření jsou však odkloněny magnetickým polem Země nebo pohlceny atmosférou. Magnetickým polem je odkloněno krátkovlnné ionizující záření, ionosféra po-

## Návrh denního osvětlení

Cílem návrhu denního osvětlení je umožnit do místnosti přístup slunečnímu světlu, které je rozptýleno v atmosféře, a pomoci tak dosáhnout stavu zrakové



Obr. 1. Sluneční záření

hlcuje ultrafialové a rentgenové záření, ozonoféra zachytí zbytek ultrafialového záření. V troposféře je vodními parami, oxidem uhličitým a prachem pohlcováno infračervené sluneční záření. Na zemský povrch pronikne jen část záření vysílaného Sluncem – optické záření vlnových délek 100 až 1 400 nm. Je přirozené, že zrak živých organismů včetně člověka se vyvíjel ve smyslu největší citlivosti k záření těchto vlnových délek. Viditelné světlo je však jen úzkou částí spektra optického záření mezi hodnotami vlnové délky 380 až 760 nm. Oko vnímá tuto vlnovou oblast jako spektrum barev od fialové, přes modrou, zelenou, žlutou, oranžovou až k červené. Viditelné světlo vyvolává zrakový vjem a je bezpodmínečně nutným prostředkem k získání zrakové informace o vnějším světě. Viditelné sluneční záření působí zpravidla příznivě na psychiku uživatelů interiéru. Zbývající části optického záření jsou záření ultrafialové (UV) vlnové délky 100 až 380 nm a záření infračervené (IR-A) vlnové délky 760 až 1 400 nm.

pohody pro uživatele interiéru, tj. zajistit vhodné světelné podmínky pro zrakové práce v interiéru.

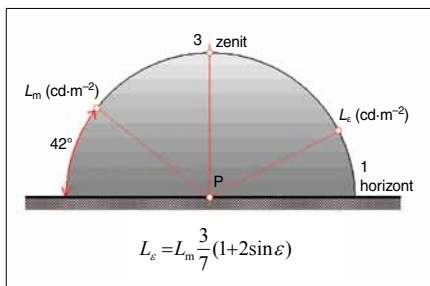
Návrh denního osvětlení není jen záležitostí volby velikosti okenního otvoru, ale souvisí i s proporcemi navrhované místnosti, se vzájemnými odstupy mezi budovami a s výškovou úrovní zástavby.

V nově navrhovaných budovách musí mít obytné místnosti vždy vyhovující denní osvětlení a jsou v tomto smyslu v našich normách jmenovány na prvním místě (norma [1] článek 4.2.2). Obytné budovy mají v oboru denního osvětlení dokonce svoji samostatnou normu [2]. Požadavky na denní osvětlení stanovené oběma těmito normami pro obytné místnosti (a nejen pro ně) jsou závazné, protože se na ně odvolává vyhláška [3].

Kritériem denního osvětlení v budovách je veličina činitel denní osvětlenosti  $D$  (%). Je to poměr osvětlenosti  $E$  (lx) v interiéru na pracovní rovině k současné osvětlenosti  $E_H$  (lx) horizontální nestíněné roviny v exteriéru. Pro hodnocení se používá standardizovaný model za-

tažené oblohy v zimě, který působí jako plošný zdroj světla se stanoveným rozložením jasů. V tomto modelu je v zenitu jas třikrát vyšší než u horizontu. Model není závislý na poloze slunce, a není proto závislý na světových stranách. Požadavky stanovené normou [2] musí tedy splnit každá obytná místnost bez ohledu na orientaci oken. Hodnota činitele denní osvětlenosti ve dvou kontrolních bodech na vodorovné pracovní rovině ve výšce 850 mm nad podlahou obytné místnosti ve vzdálenosti 1 m od bočních stěn a uprostřed hloubky místnosti (nejdále však 3 m od stěny s oknem – viz obr. 3) musí být alespoň  $D_{min} = 0,7\%$  a zároveň průměrná hodnota z těchto dvou bodů musí být alespoň  $D_m = 0,9\%$ . Jsou-li okna ve více stěnách místnosti, postačí, je-li tento požadavek splněn jen u jedné z dvojic kontrolních bodů.

Požadavek normy [2] je mírnější v porovnání s požadavkem předchozí normy [4], platné do roku 2007, kde nebylo ustanovení o omezení vzdálenosti kontrolních bodů od okna na 3 m, u místností s okny ve více stěnách bylo nutné splnit zvýšený požadavek  $D_{min} = 1,0\%$  a posuzovaly se obě dvojice kontrolních bodů. Navíc pro obytné místnosti platilo, že hodnota činitele denní osvětlenosti nesměla v celé místnosti klesnout pod  $0,5\%$ . Zmírnění

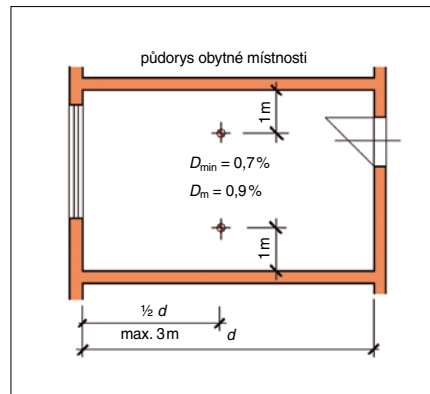


Obr. 2. Model zatažené oblohy v zimě

požadavků na denní osvětlení obytných místností má umožnit kladné posouzení prostorných místností s velkou hloubkou traktu zejména v bytech vzniklých rekonstrukcí bývalých průmyslových objektů. Nové trendy navrhování bytů totiž preferují obývací pokoje stále větších rozměrů (ty jsou nutné např. i ke sledování stále větších obrazovek televizorů a domácích kin) zpravidla s relativně malým kuchyňským koutem, často daleko od okna, relativně malé ložnice a větší koupelny. Tento směr stavění obytných budov je celosvětový, souvisí se změnou životního stylu nastupujících generací a v tomto smyslu mu nelze bránit. Proto bylo nutné se mu v požadavcích normy přizpůsobit.

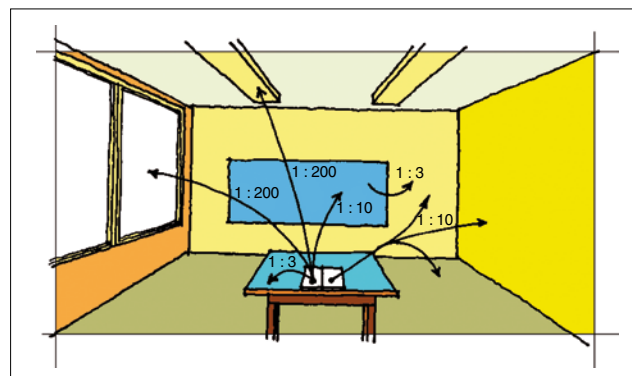
K zajištění zrakové pohody nestačí jen umožnit přístup světla v dostatečném množství, tj. dosáhnout v místě zrakové práce požadované hodnoty činitele den-

ní osvětlenosti. Světelný stav vnitřního prostředí musí splňovat i určitou kvalitu. *Rovnoměrnost denního osvětlení* je podíl nejmenší a největší hodnoty činitele denní osvětlenosti zjištěné na vodorovné pracovní rovině v interiéru nebo jeho funkčně vymezené části. *Rozložením světelného toku* se rozumí směr světelného toku a jeho difuzita či směrovost. Směr osvětlení musí být v souladu s pova-



Obr. 3. Požadavky na denní osvětlení obytné místnosti

hou zrakové činnosti a musí být volen tak, aby nedocházelo ke stínění osobou pozorovatele nebo zařízením interiéru. Většinou se dává přednost osvětlení zleva nebo zleva a zepředu. Převládající směr osvětlení by měl být doplněn přímým nebo odraženým světlem z jiných směrů. Pro rozlišení plošných detailů je výhodnější rozptýlené (difuzní) osvětlení, zatímco směrované světlo podporuje prostorové vidění. Požadavek na *rozložení jasu ploch v zorném poli* souvisí s vlastností zrakového orgánu – fototropickým reflexem, při kterém se zrak nevědomě snaží obracet



Obr. 4. Doporučené poměry jasů v zorném poli

na nejvíce jasné a nejvíce kontrastní místo v zorném poli. Vyloučením rušivých jasů a rušivých kontrastů v zorném poli lze tento reflex využít k soustředění pozorovatele na předmět zrakové práce. Pro namáhavou zrakovou činnost je důležité zajistit dostatečný kontrast mezi pozorovaným detailem a jeho blízkým poza-

dím. Aby nevznikal rušivý kontrast mezi světlou plochou osvětlovacího otvoru s jeho okolím, doporučují se světlé nátěry konstrukce okna i světlý nátěr celé okenní stěny (s činitelem odrazu nejméně  $0,75$ ). *Oslnění* je nepříznivý stav zraku, který ruší zrakovou pohodu nebo zhoršuje až znemožňuje vidění. Oslnění je rušivější, působí-li blíže osy zorného pole nebo působí-li zdola (odrazem od lesklé plochy stolu nebo podlahy). Zejména se zdroj oslnění nesmí nacházet v zorném kuželi pozorovatele. Osa zorného kužele je totožná se spojnicí pozorovaného místa a oka. Úhel mezi osou a pláštěm kužele je  $30^\circ$ . Uživatelé interiéru mají být chráněni proti oslnění nejen při zatažené obloze, ale zejména při přímém slunečním světle. V případech, kdy by přímé sluneční světlo zhoršovalo zrakovou pohodu, je třeba interiéru chránit orientací osvětlovacích otvorů (nevyžaduje-li se proslunění místnosti) nebo pomocí pevných či pohyblivých zařízení k regulaci přístupu přímého slunečního světla (rolety, žaluzie, slunolamy apod.)

Prodejnost nového bytu významně ovlivňuje přítomnost balkonu či lodžie. Funkce těchto konstrukcí ve vztahu k podmínkám denního osvětlení obytných místností je velmi problematická. Balkony a podobné visuté konstrukce jsou významným stínícím prvkem oblohového světla. Spodní plocha těchto konstrukcí je velmi tmavá, protože je osvětlena jen světlem odraženým od terénu. Při návrhu balkonu nelze přejímat řešení známá ze středomořské oblasti, kde podnebí umožňuje využít tuto konstrukci k bydlení po větší část roku. Domnívám se, že v našich podmínkách by se vyložení balkonů, popř. zapuštění lodžii, nemělo navrhovat

větší než 900 mm, což stačí např. k umístění dětského kočárku. Vliv vyložení balkonu na denní osvětlení obývacího pokoje s hlubokým traktem naznačuje obr. 5. Ve 4. NP přímé světlo z oblohy dopadá do kontrolních bodů v polovině hloubky místnosti. Lze téměř s jistotou očekávat, že požadavek normy [2] zde bude splněn. V nižších podlažích již balkony brání

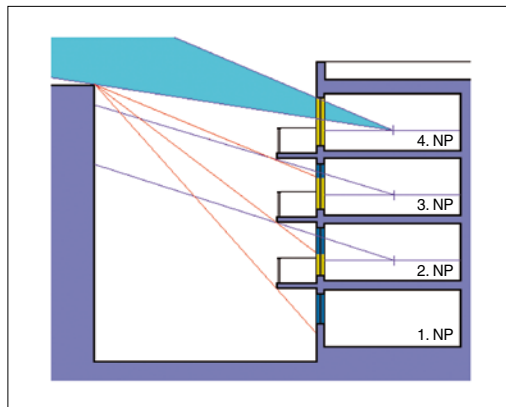
přístupu přímého světla z oblohy do kontrolních bodů. Osvětlení je v takovém případě závislé na světle odraženém od vnitřních povrchů (stropu a stěn) místnosti. A množství tohoto světla je úměrné ploše okna, která je oblohovým světlem osvětlena (znázorněno žlutě). Ve 3. NP snad bude tato plocha ještě dostatečná, ale ve 2. NP

je už méně než polovinou plochy celého okna. V této místnosti je proto možné očekávat jen zhruba poloviční hodnoty denního osvětlení oproti stavu, který by nastal bez stínění balkonem. Za katastrofální lze označit stav v 1. NP, kde přímé světlo z oblohy nejenže nesvítí do kontrolních bodů uvnitř místnosti, ale ani na okno samé. Navíc má okno v tomto podlaží celkově menší plochu, protože nemůže mít podle článku 5.1.3.3 normy [5] snížený parapet. Z uvedeného příkladu je snad dostatečně zřejmé, že k navrhování balkonů je třeba přistupovat velmi opatrně.

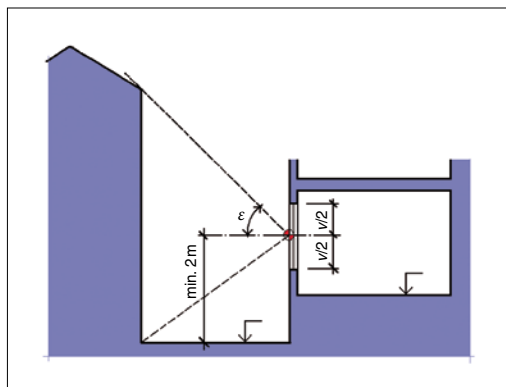
Okna v obytných místnostech také zajišťují vizuální spojení interiéru s exteriérem. Volný výhled z okna je důležitý pro dobrý stav mysli uživatelů vnitřních prostor budovy (psychologické hledisko) a je také nezbytný pro relaxaci zraku přerušování akomodačního úsilí pohledem do dálky. Proto mají být okna obytných místností opatřena průhledným nezkrslujícím materiálem. Jiné druhy skel než skla čirá jsou v podstatě v obytných místnostech zakázána. Lze je ale použít v místech, kde nebrání volnému výhledu z okna. Parapet oken obytných místností nemá být vyšší než 0,9 m, aby i sedící osoba měla volný výhled z okna ven. Pro osoby stojící se zase požaduje, aby nadpraží oken obytných místností nebylo níže než 2,2 m nad podlahou. Šířka okna nebo oken má být nejméně jednou polovinou šířky stěny. Jsou-li okna ve více stěnách obytné místnosti, stačí tuto zásadu dodržet jen u jedné stěny. Doporučuje se, aby se vzdálenost ostění okna od rohu obytné místnosti nenavrhovala větší, než 1,5 m, aby nevznikaly příliš tmavé kouty po stranách oken. Prostor pro vaření v bytě (kuchyňský kout) je možné používat s přísvětlením umělým světlem, protože nejde o místo trvalého pobytu.

Při navrhování nových budov (nejen obytných) je třeba se vyvarovat nadměrného stínění již stojícím budovám v okolí (rovněž nejen obytným). Při posuzování této věci je třeba odlišit, jakým dílem se na případném neuspokojivém stavu denního osvětlení podílí vnější stínění navrhovanou budovou a jakým dílem je způsobeno nevhodným stavem samotného stávajícího objektu (např. malými okny a velkou hloubkou traktu). Proto se při hodnocení vlivu navrhovaných budov na denní osvětlení budov v okolí postupuje podle přílohy B normy [1], kde kritériem je činitel denní osvětlenosti  $D_w$  (%) roviny zasklení zevnějšku okna – viz obr. 6. Kontrolní bod se umístí do vnějšího líce průčelí (v případě existence balkonů a obdobných vlastních stínících překážek do líce těchto konstrukcí – viz obr. 7) do poloviny výšky okna, ale nejméně 2 m nad úroveň přilehlého terénu. Na osvětlení kontrolního bodu se podílí přímé světlo oblohy a světlo odražené od stínících

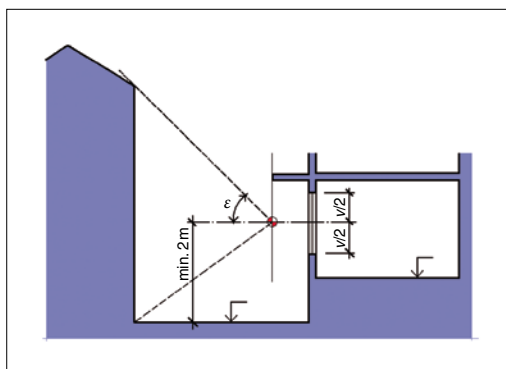
překážek a od terénu. Hodnota činitele denní osvětlenosti  $D_w$  (%) je tak ovlivněna jasnem stínících překážek a zejména terénu. Činitel jasu  $k$  (–) je definován jako poměr jasu  $L_p$  ( $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$ ) překážky nebo terénu k průměrnému jasu  $L_m$  ( $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$ ) ob-



Obr. 5. Vliv balkonů na denní osvětlení



Obr. 6. Činitel denní osvětlenosti roviny zasklení okna



Obr. 7. Posunutá rovina u balkonů

lohy. Pro překážky norma [1] uvádí hodnotu  $k = 0,1$  (jas překážky je desetinou jasu oblohy). Hodnota  $k$  (–) pro terén závisí na barevném odstínu jeho povrchu a na odstupu mezi budovami. Pro terén lze doporučit k použití hodnotu mírně vyšší, tj.  $k = 0,15$ . Z hlediska požadavků na hodnoty  $D_w$  (%) norma dělí lokality do čtyř kategorií. O zařazení do kategorie rozhodují oprávněné instituce obce, nejčastěji stavební úřad.

Jestliže se novou stavbou či přístavbou nebo nástavbou zastavuje proluka v souvislé zástavbě, posouzení denního osvětlení stávajících budov se posuzuje porovnáním se stavem, jako by byla proluka zastavěna. Fakticky to znamená, že v případě, kdy nová budova má charakter proluky (tj. nevybočuje půdorysně ani výškově z řady), nemusí se denní osvětlení stávajících budov posuzovat. Místnosti v nové budově však podléhají stejným požadavkům jako místnosti v jakékoliv jiné novostavbě. Světelný technik zpravidla nedisponuje podklady a znalostmi k tomu, aby rozhodl, zda projektovaná budova je zástavbou proluky. Proto norma [1] rozhodování o této věci ponechává v pravomoci oprávněných institucí obce, tedy opět stavebního úřadu.

## Závěr

Účelem požadavků na denní osvětlení, které jsou stanoveny normami [1], [2] a vyhláškou [3], je regulovat výstavbu z hlediska zachování zrakové pohody a zdraví uživatelů budov. Avšak často se lze setkat se zneužitím těchto předpisů k prosazování jiných cílů, než je starost o zdraví a zrakovou pohodu. Majitelům mnohdy jde o výhled z oken jejich bytů či nemovitostí, a proto brání realizaci projektovaných staveb. Protože ale neexistují předpisy, které by stanovily, jaký výhled z okna má být při rozvoji města zachován, používají se k argumentaci světelnotechnické požadavky. Nabyvatelé nových bytů se snaží prokázat nedodržení požadovaných hodnot činitele denní osvětlenosti, přičemž cílem je získat dodatečnou slevu při koupi bytu. Při přípravě výstavby i při realizaci staveb tak denní osvětlení obytných místností nabylo nežádoucího významu. Důsledkem je dříve nebývalá potřeba světelnotechnických studií a výpočtů dokládáných při stavebních řízeních. S rostoucí variabilitou dispozičního a tvarového řešení obytných budov roste i složitost těchto studií.

Často už nestačí kladně posoudit byty v nejnižším nadzemním podlaží a z toho odvodit vyhovující stav v podlažích vyšších, protože rozdíly dispozice místností mezi jednotlivými podlažními i různost stínění balkony, lodžiemi, arkýři a dalšími prvky je velká. Potenciální či skutečná přítomnost sporů ve věcech denního osvětlení klade požadavek na velkou přesnost výpočtů a měření denního osvětlení. Ze samé podstaty denního osvětlení dané

jeho proměnlivosti však měření a výpočty často nemohou pro právní řešení sporu požadovanou přesnost na desetiny procenta poskytnout. Obloha jako zdroj denního světla je proměnlivá. Proměnlivé jsou i hodnoty odrazu světla v interiéru i propustnosti světla oknem. Po realizaci stavby a jejím obydlení nejsou hodnoty příslušných činitelů odrazu a propustnosti světla shodné s těmi, se kterými bylo počítáno ve světelnotechnické studii k projektu. Vždyť je přeci věcí každého uživatele, jakými odstíny barev si byt vymaluje a jak světle či tmavě si byt zařídí. Drobné nedostatky v denním osvětlení řádu de-

setin procenta činitele denní osvětlenosti, které uživatelé bytů při proměnlivosti světelných podmínek v exteriéru ani nemohou subjektivně registrovat, měření denního osvětlení není schopno odhalit a ani dostupné metody výpočtu nejsou tak přesné. Výpočty a měření denního osvětlení ale mohou poskytnout spolehlivé podklady pro hodnocení světelnotechnických podmínek z hlediska zrakové pohody a zdraví lidí užívajících budovu a mohou z tohoto hlediska zabránit nevhodným řešením. Požadavky na denní osvětlení obytných místností (a nejen jich), které stanovují platné české technic-

ké normy, jsou tak jedním z nezbytných nástrojů regulace výstavby našich sídel.

#### Literatura:

- [1] ČSN 730580-1 *Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky*. Červen 2007.
- [2] ČSN 730580-2 *Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov*. Červen 2007.
- [3] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.
- [4] ČSN 730580-2 *Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov*. Říjen 1992.
- [5] ČSN 734301 *Obytné budovy*. Červen 2004.

## Budova osvětlená výhradně diodami LED

Na celém světě se v současné době spotřebuje ročně více než 2 600 TW·h elektrického proudu k osvětlení ulic, budov a domácností. Je to asi 19 % celkové spotřeby elektřiny ve světě. Hlavní podíl na spotřebě má nízká energetická účinnost klasických žárovek, které jsou stále nejrozšířenějším a nejpoužívanějším světelným zdrojem. Přitom náhrada za ně již existuje – úsporné zářivky, světelné diody (LED) a výhledově i organické světelné diody (OLED). V poslední době se velké naděje vkládají zejména do světelných diod, které jsou nejenom energeticky úsporné, ale také ekologické (neobsahují rtuť ani olovo), snadno vyrobitelné a dlouhodobě použitelné.

### Osram jde příkladem

Nedávno dokončená vstupní a přijímací budova v areálu firmy OSRAM Opto Semiconductors v Regensburgu, jednoho z největších výrobců optoelektronických polovodičů pro osvětlení, sensoriku a vizualizaci na světě, je první budovou v Německu, která je zevnitř i zvenku osvětlena výhradně světelnými diodami (obr. 1). Více než 4 500 LED s bílým a barevným světlem se využívá pro dokonalé funkční osvětlení prostorů, dekorační osvětlení, světelné efekty a zvýraznění architektonických detailů budovy. Umožňují to nejnovější typy LED, které se vyznačují širokým spektrem barev světla, mimořádně velkým světelným výkonem a při jejich malých rozměrech je lze nenápadně začlenit i do nejmenších prostorů.

Osvětlením celé budovy výhradně světelnými diodami zvolila firma OSRAM Opto Semiconductors zajímavou formu prezentace svých produktů, při kte-

ré návštěvníkům a zákazníkům dokazuje, že osvětlovací technika s LED již není „odsouzena“ jen k použití v podřadných aplikacích.



Obr. 1. Nová vstupní budova firmy OSRAM Opto Semiconductors je osvětlena jen světelnými diodami (Foto: OSRAM)



Obr. 2. Velká světelná stěna v hale pro příjem návštěvníků (Foto: OSRAM)

### Designová rozmanitost

Moderní světelné diody nabízejí v oblasti všeobecného i dekoračního osvětlování téměř neomezené designérské možnosti. Návštěvníka zmíněné nové vstupní budovy na první pohled upoutá neobyčejná pestrost jejich použití. V hale pro příjem návštěvníků projektanti např. zcela upustili od klasických stropních

svítidel. O variabilní světelné poměry se zde stará velká světelná stěna s plochou 17 m<sup>2</sup> (obr. 2), tvořená vysoce elastickou průsvitnou fólií s tloušťkou jen 0,4 mm. V profilovém rámu fóliové stěny jsou umístěny lišty s diodami LED (*LI-EX-Profile*), které vyzářují světlo bočně, tedy rovnoběžně se stěnou. Profily na horní a dolní straně rámu fólie jsou osazeny světelnými diodami *Golden Dragon Plus* s teple a chladně bílým světlem, profily vpravo a vlevo barevnými světelnými diodami *Golden Dragon RGB*. S využitím promyšleného řídicího systému může světelná stěna dynamicky zobrazovat všechny barevné tóny mezi teple bílou a chladně bílou, ale také mícháním barevného světla z červených, zelených a modrých diod docílit plynulých barevných změn či jiných povytvářecích světelných efektů.

Lišty osazené červenými, zelenými a modrými světelnými diodami jsou také vestavěny za velkou skleněnou plochou (4 m<sup>2</sup>) prezentačního pultu a umožňují vytvářet zajímavé světelné scénérie. Za pultem světelné diody osvětlují pozadí monitorů a vytvářejí prostorové osvětlení splňující ergonomické podmínky pro práci bez pocitu únavy. Kromě světelné stěny a prezentačního pultu zvýrazňují LED z produkce firmy OSRAM Opto Semiconductors v celé budově různé funkční, dekorační a architektonické prvky. Světelné diody *Power TopLED* s bílým světlem jsou např. použity k osvětlení zrcadel a stropů na toaletách, ale také k nasvícení dveřních rámu a zdůraznění hran. Před budovou osvětlují LED přístupovou cestu a zábradlí.

[Tisková zpráva *Unendliche Designvielfalt trifft auf Energieeffizienz*, OSRAM Opto Semiconductors, 25. 8. 2009.]

Ing. Karel Kabeš