

Alfa a omega normalizace denního osvětlení

doc. Ing. Jan Kaňka, Ph.D.

Úvod

Alfa a omega ($A\Omega$) je první a poslední písmeno klasické řecké abecedy. Písmena mohou znamenat počátek a konec, první a poslední, popř. i celek určitého děje, objektu nebo systému, podobně jako české „od A do Zet“, nebo něco, co je základní substancí, v daném celku i všech jeho částech vždy přítomnou, či podstatou, bez které by daný celek nemohl existovat nebo fungovat. Co je tedy alfou a omegou technické normalizace denního osvětlení?

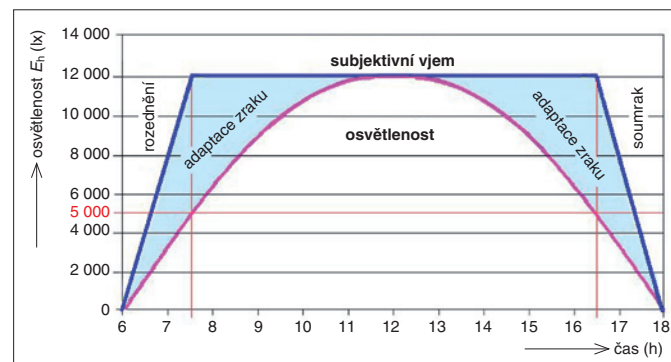
Vidění člověku zprostředkuje nejvíce informací o vnějším světě. Ať už tomu chceme, či nechceme, jestliže právě nespíme, od narození až do smrti, po celý svůj život konáme *zrakovou práci* (zrakovou činnost [1], [2]), resp. plníme zrakový úkol (visual task [3]). Zraková práce může být spojena se čtením nebo psaním, s prováděním vysoce jemných i hrubých ručních prací, s obsluhou rozličných strojů a přístrojů, s úklidem, udržováním čistoty nebo i s pouhou orientací při chůzi na chodbě či na schodišti. Obtížnost zrakové práce závisí na vzdálenosti viděného, na nejmenší sledované podrobnosti (na *kritickém detailu*) a na kontrastu jasů mezi pozorovaným detailem a jeho okolím.

1. Kvalita denního světla

Náš zrak je schopen přizpůsobit se široké škále jasů, resp. osvětleností, od zlomků kandel na metr čtvereční, resp. luxů, až po tisíce těchto jednotek. Jas, na který je zrak v určitém prostředí aktuálně adaptován, se nazývá *adaptační jas*. Přizpůsobení zraku ale není okamžité, protože je podmíněno chemickými reakcemi probíhajícími na sítnici oka, v důsledku kterých se nikoliv náhle, ale zvolna mění koncentrace sítnicových pigmentů. Rodopsin je nejvýznamnější představitel těchto látek. Adaptace na jas je spojena s jejich rozkladem, a proto trvá asi jen 1 min s následným doladěním v průběhu až 10 min. K adaptaci na tmou je nutná syntéza sítnicových pigmentů, a proto i delší čas. Při nízkých hladinách osvětlenosti může adaptace na tmou trvat i celou hodinu. Pomalost adaptace zraku je pro člověka významným hendikepem a je odpovědná za zhoršování vidění vlivem nesprávné *kvality osvětlení*. Sem patří závady v rovnoměrnosti osvětlení, v rozložení jasů ploch v zorném poli a ve směru

a směřování světelného toku. Důsledkem nesprávné kvality osvětlení může být siluetový efekt nebo i oslnění zraku. V praxi se nezřídká stává, že lidé si stěžují na nedostatek světla, ale měřením se ukáže, že závada nespočívá v množství osvětle-

příklad hodnocení rovnoměrnosti podle platné normy [1] poněkud kulhá, protože vychází jen z hodnot činitele denní osvětlenosti stanovených při rovnoměrně zatažené obloze v zimě. Jistou naději pro správné hodnocení kvality denního světla poskytuje



Obr. 1. Změny osvětlenosti při zatažené obloze během dne a vnímání těchto změn

ní, ale v jeho kvalitě. Pro dobré vidění je kvalita osvětlení důležitá a starost o ni nesmí chybět v žádném abecedním pořádku jakékoliv smysluplné legislativy o světlo. Ale, jak dále vysvětleno, kvalita denního osvětlení alfou a omegou normalizace není.

I při dokonale zatažené obloze se osvětlení během dne rychle mění. Díky adaptační schopnosti našeho zraku si tyto změny v plné míře ani neuvědomujeme (obr. 1). Proměnlivost denního světla je pro nás výhodou, protože ve fyziologicky přijatelném sledu nutí zrak k adaptaci a tím tuto jeho schopnost udržuje ve funkci. Z hlediska hodnocení osvětlení ale nestálost denního světla představuje problém, který se právě nejvíce týká hodnocení kvality. Ta totiž může být zhoršena při jakémkoliv stavu oblohy, a zejména při přímém slunečním světle. Na

ho světla poskytuje možnost využít standardizaci obloh [4]. Avšak připravit pro takové hodnocení příslušná kritéria a jejich limitní hodnoty není vůbec jednoduchý úkol. Přestože si význam rovnoměrnosti osvětlení velmi dobře uvědomovali už tvůrci prvních československých norm o denním svět-

le [5], není dodnes k dispozici uspokojivá exaktní metoda takového hodnocení. Proto zatím není možné postavit normalizaci denního osvětlení na hodnocení jeho kvality.

2. Kvantita (množství) denního světla

Kritériem množství denního světla je činitel denní osvětlenosti D (%) stanovený v podmínkách zatažené oblohy v zimě.

$$D = \frac{E}{E_h} 100 \% \quad (1)$$

kde

E je osvětlenost ve sledovaném místě na pracovní rovině (lx),

E_h osvětlenost venkovní vodorovné nezaštiněné roviny (lx).

Činitel denní osvětlenosti D (%) je veličinou poměrnou, a proto na rozdíl od samotné osvětlenosti E (lx) tolik

nepodléhá změnám jasů zatažené oblohy. Zatažená obloha v zimě je z hlediska množství světla ten nejméně příznivý stav. Bude-li dostatek světla při tomto stavu oblohy, bude dostatečné množství denního světla garantováno vždy. Relativní jednoduchost modelu zatažené oblohy v zimě a jeho nezávislost na poloze slunce, a tím i na orientaci ke světovým stranám umožňuje poměrně snadno hodnoty D (%)



Obr. 2. Simulace kontrastní citlivosti zraku při různých hodnotách osvětlenosti

předpovídat výpočtem a také zjišťovat měřením [6].

Kontrastní citlivost zraku se zvyšuje s adaptačním jasem. K dosažení adaptačního jasu potřebného pro zrakovou práci je zapotřebí určité množství (*kvantity*) světla (obr. 2). Při malém kritickém detailu a malém kontrastu jasu je třeba zvýšit kontrastní citlivost zraku tím, že se zvýší adaptační jas. To předpokládá přivedení většího množství světla do místa zrakové práce i do celého interiéru. Zjednodušeně řečeno: čím menší detail pozorujeme a čím menší je kontrast mezi pozorovaným detailem a jeho bezprostředním okolím, tím obtížnější zrakovou práci konáme, a tím více si musíme posvítit. Požadavky na množství denního světla jsou proto odstupňovány podle obtížnosti zrakové činnosti (zrakové práce či zrakového úkolu). Kritériem této obtížnosti je *poměrná pozorovací vzdálenost* P_v (-). Jde o poměr

$$P_v = \frac{d}{d_{cr}} \quad (2)$$

kde

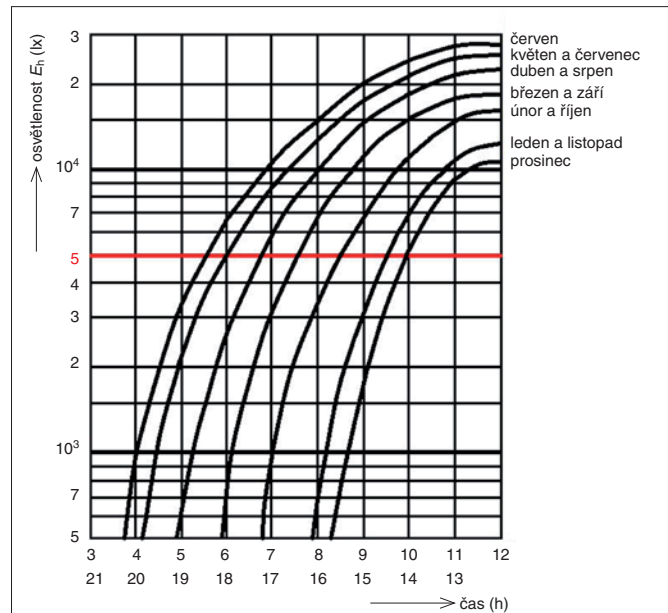
d_{cr} je velikost kritického detailu (m),
 d jeho vzdálenost od oka pozorovatele (m).

Jestliže pozorovaný předmět držíme v rukou (např. při čtení), je $d = 0,25$ m *konvenční zraková vzdálenost*. Podle poměrné pozorovací vzdálenosti jsou zrakové činnosti v normách o denním a sdruženém osvětlení [1], [2] rozděleny do sedmi tříd. Jednotlivým třídám jsou přiděleny nejnižší požadované hodnoty činitele denní osvětlosti. Z těchto požadavků jsou též odvozeny i požadavky v dalších normách [7], [8] a [9]. Například v [7] jsou požadované hodnoty D (%) stanoveny tak, aby byl u okna obytné místnosti zajištěn dostatečně velký prostor pro vykonávání činnosti IV. třídy zrakové činnosti (např. čtení).

Tab. 1. Třídy zrakové činnosti (ČSN 73 0580-1)

Třída	Název	P_v (-)	Příklad	Kritický detail d_{cr} (mm) při	
				$d = 0,25$ m	$d = 10$ m
I.	mimořádně přesná	>3 330	nejpřesnější činnost s omezenou možností použití zvětšení	<0,075	<3
II.	velmi přesná	3 330 až 1 670	ruční rytí, velmi jemné umělecké práce	0,075 až 0,15	3 až 6
III.	přesná	1 670 až 1 000	obtížné laboratorní práce, náročné vyšetření, jemné šití, vyšívání	0,15 až 0,25	6 až 10
IV.	středně přesná	1 000 až 500	čtení, psaní, obsluha strojů, šití, příprava jídel, žehlení, sport	0,25 až 0,5	10 až 20
V.	hrubší	500 až 100	manipulace s předměty, konzumace jídla, čekání	0,5 až 2,5	20 až 100
VI.	velmi hrubá	<100	udržování čistoty, mytí, převlékání, chůze v neznámém prostoru	>2,5	>100
VII.	celková orientace	-	chůze ve známém prostoru, celkový dohled	-	-

Pro poznání principů a cílů normalizace denního osvětlení v České republice a na Slovensku je rozhodující ČSN 36 0035 *Denní osvětlení budov* z roku 1968 [10], která u nás zavedla hodnocení pomocí modelu zatažené oblohy CIE 1 : 3



Obr. 3. Hodnoty osvětlosti E_h (lx) vodorovné nestíněné roviny zataženou oblohou během dne i roku [10]

a poprvé použila k hodnocení obtížnosti zrakové práce poměrnou pozorovací vzdálenost. Také stanovila požadavky na denní osvětlení, z nichž většina je platná dodnes. Potřebné množství světla pro jednotlivé zrakové činnosti bylo tehdy stanoveno tak, aby při hodnotě venkovní osvětlosti $E_h = 5 000$ lx bylo osvětlení interiéru dostatečné pro danou zrakovou činnost. V této normě lze rovněž nalézt diagram zde uvedený na obr. 3. Z diagramu je možné určit hodnotu E_h (lx) v její proměnnosti během dne i v průběhu roku. Kritická hodnota srovnávací

osvětlosti $E_h = 5 000$ lx je na obrázku vyznačena červeně. Z diagramu lze např. vyčíst, že při splnění požadovaných hodnot činitele denní osvětlosti na pracovním místě bude zde možné v březnu vykonávat danou zrakovou činnost při za-

tažené obloze bez přisvětlení umělým světlem zhruba od 7.30 do 16.30 h.

3. Alfa a omega

Podstatou a cílem normalizace denního osvětlení u nás a na Slovensku od počátku bylo, a dosud je, alespoň po část dne zajistit dostatečné množství denního světla pro zrakovou práci, kterou uživatelé budov v interiérech vykonávají. Zjednodušeně řečeno: naší starostí je, aby lidé při denním světle dobře viděli na to, co musí (nebo chtějí) v interiérech budov dělat. O nic více, ale také o nic méně nám nejde. V této souvislosti jsou deklarace o zrakové pohodě a o příznivém dojmu z dobře osvětleného prostoru nadbytečné. Jestliže lidé při denním světle uvidí dobře předmět své činnosti, budou jejich dojmy a jejich pohoda ve vztahu k dennímu světle optimální. Ale nebudou-li mít v místnostech, kde trvale pobývají, dostatek denního světla pro svou konkrétní zrakovou práci, zraková pohoda a příznivý dojem z dobře osvětleného prostoru se nedostaví.

teriierech budov dělat. O nic více, ale také o nic méně nám nejde. V této souvislosti jsou deklarace o zrakové pohodě a o příznivém dojmu z dobře osvětleného prostoru nadbytečné. Jestliže lidé při denním světle uvidí dobře předmět své činnosti, budou jejich dojmy a jejich pohoda ve vztahu k dennímu světle optimální. Ale nebudou-li mít v místnostech, kde trvale pobývají, dostatek denního světla pro svou konkrétní zrakovou práci, zraková pohoda a příznivý dojem z dobře osvětleného prostoru se nedostaví.

Literatura:

- [1] ČSN 73 0580-1. *Denní osvětlení budov – základní požadavky*. 2007.
- [2] ČSN 360020. *Sdružené osvětlení*. 2015.
- [3] ČSN EN 12464-1. *Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory*. 2004.
- [4] KITTLER, R. – R. PEREZ a S. DARULA. *A set of standard skies characterizing daylight conditions for computer and energy conscious design*. US SK 92 052 Final Report, ICA SAS Bratislava, Bratislava: Polygrafia, 1998.
- [5] ČSN ESČ 70-1949. *Osvětlování domovů*. Březen 1949.
- [6] ČSN 360011-2. *Měření denního osvětlení*. 2014.
- [7] ČSN 73 0580-2. *Denní osvětlení budov – denní osvětlení obytných budov*. 2007.
- [8] ČSN 73 0580-3. *Denní osvětlení budov – denní osvětlení škol*.
- [9] ČSN 73 0580-4. *Denní osvětlení budov – denní osvětlení průmyslových prostorů*.
- [10] ČSN 36 0035. *Denní osvětlení budov*. 1968.

Využití a regulace denního světla k osvětlení kanceláře

Ing. Jiří Pavloušek, Ing. Marek Bálský, Ph.D.,
Ing. Žuzana Panská, Ing. Jan Žalášák,
FEL, ČVUT v Praze

Článek se zabývá kompletní analýzou osvětlení skutečné místnosti s venkovními žaluziemi, tj. měřením osvětlení umělého, denního při zatažené obloze a denního při jasné obloze, kde je navíc analyzován vliv různého nastavení venkovních žaluzií. Současně s tímto měřením je vytvořen model místnosti v programu Dialux a porovnány naměřené a vypočtené hodnoty světelnotechnických veličin s cílem vyhodnotit přesnost výpočtu pro různé stavy denního osvětlení.

Úvod

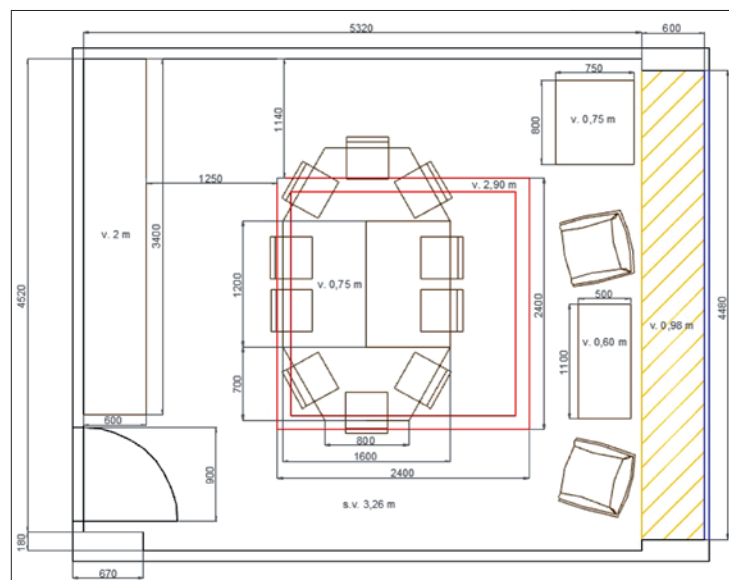
Pro zajištění odpovídajících světelných podmínek v interiéru je nutné docílit požadované hladiny osvětlenosti současně při zajištění dostatečné kvality osvětlení spočívající v udržení dostatečné rovnoměrnosti a především v dostatečném omezení oslnění. Pro snížení nákladů a vytvoření odpovídající světelné pohody je vhodné v co největší možné míře využít denní světlo. V současné době se u rekonstruovaných nebo nově stavěných staveb dbá na dostatek denního světla, což je spojené s nutností vypracovat návrh regulace denního osvětlení. Vliv denního světla je obvykle regulován za pomoci žaluzií. Základním principem je omezit oslnění denním světlem a zároveň zachovat maximální možný přírůstek denní osvětlenosti. Tento příspěvek popisuje analýzu kombinovaného osvětlení ve zkušební místnosti za různých atmosférických podmínek, především za stavu zatažené oblohy a za stavu jasné či polojasné oblohy s přítomností přímého slunečního svitu.

Zkušební místnost

Za zkušební místnost byla vybrána zasedací a konzultační místnost T2:B3-355 katedry elektroenergetiky FEL ČVUT v Praze. Tato místnost byla zvolena z několika důvodů – především s ohledem na přítomnost relativně moderní osvětlovací i stínící soustavy tvořené vnějšími žaluziemi, které mají dostatečnou regulační schopnost, snadnou přístupnost pro měření a dále z hlediska orientace okenních otvorů a jejich minimálního zastínění okolními objekty. Orientace normály roviny okna vzhledem k severu je $A_V = 129^\circ$ (při uvažování rozsahu azimutů 0° až 360° , $A_{SEVER} = 0^\circ$). Tento azimut míří přibližně jihovýchodním směrem, tudíž vliv přímého slunečního světla lze ve zkušební místnosti pozorovat hlavně v dopoledních hodinách [1].

Místnost je osvětlena čtyřmi svítidly s bílou plastovou mřížkou (referenční typ Trevos MO 258) spojenými do tva-

ru čtverce a zavěšenými ve výšce 2,9 m. Každé svítidlo je osazeno dvěma zářivkami T8 (840, výrobce Philips) o příkonu 58 W. Před měřením byly ve svítidlech vyměněny všechny zářivky za nové, které byly náležitě zahoreny. Lepší představu o podobě a rozměrech místnosti lze získat z nákresu na obr. 1 a fotografie na obr. 2.



Obr. 1. Zkušební místnost – půdorys (modře vyznačeno okno, červeně osvětlovací soustava)

násobení vypočteným udržovacím činitelem $z = 0,66$ [1] porovnány s hodnotami vypočtenými pro model zkušební místnosti v programu Dialux 4.12. Dále jsou ještě porovnány naměřené a vypočtené hodnoty pro kontrolní plochy za různých výpočtových předpokladů (index B – hodnoty na základě devatenácti výpočtových bodů totožných s body měření, index R – hodnoty na základě rastru Dialuxu):

Největší shoda panuje mezi naměřenými hodnotami (bez násobení udržovacím činitelem – v místnosti byla provedena údržba osvětlovací soustavy těsně

Analýza umělého osvětlení místnosti

Analýza umělého osvětlení byla provedena měřením osvětlenosti na pracovišti (na pracovním stole) a jeho okolí digitálním luxmetrem Krochmann Radiolux 111 [1]. Naměřené hodnoty osvětlenosti E_m a rovnoměrnosti U_0 v síti kontrolních bodů jsou vyhodnoceny v tab. 1 a po vy-

před měřením) a hodnotami vypočtenými v Dialuxu ve shodně umístěných bodech.

Analýza denního osvětlení

Analýza denního osvětlení je rozdělena do dvou částí, a to měření při zatažené obloze s azimutálně rovnoměrným rozložením jasu a gradací směrem k zenitu (typ oblo-

Tab. 1. Umělé osvětlení místnosti – porovnání vypočtených a naměřených hodnot

Plocha	E_m výpočet R (lx)	U_0 výpočet R (-)	E_m výpočet B (lx)	U_0 výpočet B (-)
celý prostor	635	0,29	753	0,59
pracoviště	887	0,75	852	0,81
okolí	698	0,60	616	0,72
	E_m měření (lx)	U_0 měření (-)	E_m měření $\cdot z$ (lx)	Výsledek
celý prostor	698	0,60	461	vyhovuje
pracoviště	791	0,84	522	vyhovuje
okolí	571	0,73	377	vyhovuje



Obr. 2. Zkušební místnost – fotografie skutečného stavu při měření

hy číslo 1 podle CIE, viz [2]) a poté při jasné obloze se slabým zákalem (typ 12 podle CIE, viz [2]). Již z tohoto vyplývá komplikovanost měření, které je náročné na vhodnost a stálost atmosférických podmínek. V souvislosti s měřením za jasné oblohy s přímým slunečním světlem byla také provedena analýza prostupu světla do místnosti při různém nastavení stínící soustavy [1].

Měření a výpočet denního osvětlení – zatažená obloha

Denní osvětlení bylo měřeno stejnými přístroji jako osvětlení umělé, pro záznam horizontální osvětlenosti byl navíc použit luxmetr Extech. Měřilo se při zatažené obloze, 31. března 2016 v dopoledních hodinách ve stejných výpočtových bodech jako při měření osvětlení umělého. Do výpočtu denního osvětlení nezasahuje udržovací činitel, naopak je pro posouzení nutné vypočítat z naměřených hodnot činitel denní osvětlenosti D_m . Pro vyhodnocení požadavků normy [3] je třeba zařadit místnost do příslušné třídy zřakové činnosti. V případě zasedací místnosti jde o středně přesnou zřakovou činnost, tedy třídu IV zřakové činnosti. Pro ni je vyhodnoceno denní osvětlení (jde o boční denní osvětlení – rozhodující je pouze minimální hodnota D_{min} činitele denní osvětlenosti) – tab. 2.

Z tab. 2 je patrné, že ve chvíli měření byl splněn požadavek na denní osvětlení daný normou [3], ale osvětlení pracoviště je nutné řešit dodatečným příspěvkem umělého osvětlení.

Výpočet denního osvětlení je proveden na stejném modelu jako výpočet osvětlení umělého [1]. Horizontální osvětlenost byla naměřena $E_H = 3\ 200\ lx$ a vypočtena v programu Dialux $E_{HV} = 3\ 017\ lx$. Rozdíl v naměřené a vypočtené horizontální osvětlenosti je asi 6 %, což je v případě měření denního osvětlení hodnota velmi přesná. Nejdůležitější naměřené i vypočtené hodnoty denního osvětlení při zatažené obloze (po korekci, tj. po vynásobení vypočtených hodnot koeficientem 1,06 – poměrem mezi E_H/E_{HV}), včetně výpočtu činitele denní osvětlenosti na ploše pracoviště a jeho okolí v rastru 16×16 bodů, jsou shrnuty v tab. 3.

Naměřené hodnoty denního osvětlení uvedené v tab. 3 vycházejí mírně lépe než hodnoty vypočtené, což může být dáno nedokonalou shodou stavu oblohy nebo parametrů okenního otvoru s modelem. Také nelze vyloučit možnost, že výpočet v Dialuxu počítá blíže k méně „optimistické“ variantě, čímž vzniká určitá rezerva, aby byly požadavky dané normou [3] splněny vždy i reálně.

Měření a výpočet denního osvětlení – jasná obloha

Analýza denního osvětlení při jasné obloze není na rozdíl od údajů z měření při zatažené obloze součástí dokumentace nutné ke kolaudaci budovy (vyžaduje se pouze posouzení činitele denní osvětlenosti při zatažené obloze). Hlavním cílem měření je tedy získat podklady popisující vstup světla do místnosti při různém nastavení stínící soustavy venkovních žaluzií.

Měření bylo provedeno 18. února 2016 mezi 9:30 a 10:30 SEČ. Stav oblohy byl

pro měření ideální, bylo jasno s jasným slunečním zářením a minimálním rozptylem v atmosféře. Výsledky měření osvětlenosti, činitele denní osvětlenosti a teploty chromatičnosti světla vstupujícího do místnosti okenním otvorem pro různé stavy natočení venkovních horizontálních žaluzií (lamely vodorovně odpovídají 90°) jsou shrnuty v tab. 4. V případě měření s vytaženými žaluziemi lze naměřené hodnoty porovnat s hodnotami vypočtenými v Dialuxu (po nastavení jasné oblohy s přímým slunečním světlem – viz poslední dva sloupce v tab. 4).

V tab. 4 je ukázán postupný pokles osvětlenosti, činitele denní osvětlenosti i teploty chromatičnosti světla se současným nárůstem rovnoměrnosti osvětlení při natáčení (uzavírání) žaluzií. Dále je z tab. 4 patrný propastný rozdíl mezi vypočtenými a skutečně naměřenými hodnotami osvětlenosti a rovnoměrnosti pro situaci s vytaženými žaluziemi (poslední dva sloupce). Ukazuje se, že při přítomnosti přímé složky denní osvětlenosti nelze simulovat osvětlení místnosti s přesností dostatečnou pro další úvahy a výpočty. Problémy s přesností výpočtu byly v tomto případě očekávány, ale že odchylka vypočtených hodnot bude tak velká, bylo nepřijemným překvapením. Naproti tomu se tím potvrzuje obtížnost zapracování přímého slunečního světla do světelnotechnických výpočtů a zároveň se ukazuje, že metody hodnocení denního osvětlení předepsané normou [3] (a tedy založené na modelu zatažené oblohy) jsou z hlediska potřeby kontrol-

Tab. 2. Zatažená obloha – vyhodnocení měření

Veličina	Požadavek	Změřeno/vypočteno	Výsledek
D_m (%)	–	4,59	–
D_{min} (%)	1,50	2,22	vyhovuje
U_{0D} (-)	0,2	0,29	vyhovuje
$E_{m\ prac}$ (lx)	500	149	nevyhovuje
U_{0prac} (-)	0,6	0,70	vyhovuje
$E_{m\ okol}$ (lx)	300	143	nevyhovuje
U_{0okol} (-)	0,40	0,50	vyhovuje

Tab. 3. Vypočtené a naměřené hodnoty činitele denní osvětlenosti při zatažené obloze

Zdroj dat	D_m (%)	D_{min} (%)	D_{max} (%)	U_m (-)
měření – body	4,59	2,22	7,63	0,29
výpočet – body	3,59	1,88	6,72	0,28
výpočet – plocha	3,42	1,98	6,13	0,32

Tab. 4. Jasná obloha – porovnání vypočtených a naměřených hodnot osvětlenosti a činitele denní osvětlenosti při různém úhlu natočení žaluzií

žaluzie (°)	0	25	45	65	80	vytažené	vytažené – výpočet v Dialuxu
E_m (lx)	7 779	2 292	771	545	165	14 958	5 400
U_0 (-)	0,28	0,41	0,62	0,62	0,67	0,74	0,95
D_m (%)	21,44	6,06	1,92	1,26	0,38	44,05	–
D_{min} (%)	6,06	2,51	1,19	0,79	0,25	32,69	–
D_{max} (%)	39,13	20,63	2,73	1,92	0,57	51,53	–
T_c (K)	5 100	4 300	3 800	3 500	3 500	5 600	–
možný přímý pohled do Slunce	ano	ano	ano	ne	ne	ano	–

ního výpočtu s dostatečnou přesností nastaveny vhodně.

Dále je třeba zmínit, že přímé sluneční světlo při otevřených či vytažených žaluziích působilo vysoce oslňujícím dojmem a rovněž vedlo k růstu teploty v místnosti. Kdyby tedy měla být místnost využívána pro dlouhodobější činnost, je užití stínící soustavy v podstatě nezbytné.

Shrnutí výsledků analýzy denního a umělého osvětlení kanceláře se žaluziemi

Z měření a světelnotechnických výpočtů je patrné, že osvětlovací soustava ve zkušební místnosti splňuje požadavky kladené na umělé osvětlení a denní osvětlení je dostatečné pro třídu IV zrakové činnosti. Měření denního osvětlení

zkušební místnosti ukázalo, že při zatažené obloze nelze zajistit denním světlem dostatečné zrakové podmínky v místnosti a musí být využita i umělá osvětlovací soustava. Při jasné obloze je ale možné využít regulaci denního světla vnějšími žaluziemi a při jejich vhodném natočení (v případě zvolených podmínek při naklopení na asi 50°) lze docílit požadované osvětlenosti a rovnoměrnosti osvětlení v místnosti a zároveň zabránit oslnění přímým pohledem do slunce. Model pro simulaci osvětlení v programu Dialux 4.12 je dobře použitelný pro výpočet umělého osvětlení a denního osvětlení při zatažené obloze, ale tentýž model nelze použít pro výpočty za jasné oblohy s příspěvkem přímého slunečního záření, a to z důvodu velké odchylky mezi naměřenými a vypočtenými hodnotami.

Literatura:

- [1] PAVLOUSEK, Jiří. *Optimalizace kombinovaného osvětlení denním a umělým světlem*. Praha, 2016. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická.
- [2] PAVLOUSEK, Jiří. *Určení a využití horizontální osvětlenosti v průběhu roku*. Praha, 2014. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická.
- [3] ČSN 73 0580-1. *Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007.
- [4] Jiří HABEL – Karel DVOŘÁČEK – Vladimír DVOŘÁČEK – Petr ŽÁK. *Světlo a osvětlování 1*. Praha: FCC Public, 2013. 624 s. ISBN 978-80-86534-21-3.



Kniha FCC Public **Světlo a osvětlování**

Autoři: prof. Ing. Jiří Habel, DrSc., Ing. Karel Dvořáček, Ing. Vladimír Dvořáček, Ing. Petr Žák, Ph.D.

Kniha je určena světelným technikům, architektům, projektantům osvětlovacích soustav, studentům elektrotechnických a stavebních oborů, ale i oborů zaměřených na systémovou techniku budov, dále všem provozovatelům osvětlovacích soustav vnitřních a venkovních prostorů a rovněž i širšímu okruhu zájemců o kvalitní řešení osvětlení nejen v souladu s požadavkem dostatečného zrakového výkonu, ale i podle zásad potřebné zrakové pohody a bezpečnosti.

Praha, FCC Public s. r. o., 624 stran, formát A5, vazba V4, cena 644 Kč, Objednávky: public@fccgroup.cz, www.odbornecasopisy.cz

Zveme Vás k účasti a návštěvě
25. mezinárodního veletrhu elektrotechniky, elektroniky,
automatizace, komunikace, osvětlení a zabezpečení

2017
AMPER
future technologies

21. - 24. 3. 2017 | BRNO

www.amper.cz

pořádá  TERINVEST