

Tepelná zátěž od umělého osvětlení

Heat load caused by artificial lighting

Ing. Miloš LAIN,
ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav
techniky prostředí
Ing. Přemysl LIŠKA,
projektant a dodavatel osvětlení

Recenzent
Prof. Ing. Jiří Habel, DrSc.

Článek se zabývá umělým osvětlením kanceláří z pohledu projektanta klimatizace. Jsou zde shrnuty základní požadavky na umělé osvětlení kanceláří a popsány běžně v praxi k tomu účelu používané světelné zdroje a svítidla. Formou příkladů jsou prezentovány měrné tepelné zátěže kanceláří při použití různých variant umělého osvětlení.

Klíčová slova: umělé osvětlení, tepelná zátěž prostoru, zdroje světla

The article deals with artificial lighting of offices from the point of view of the air conditioning designer. The basic requirements concerning the artificial lighting of offices are here summed up and the light sources and lighting fittings usually used in practice for this purpose are described. In the form of examples the specific heat loads of offices are presented under use of different variations of artificial lighting.

Key words: artificial lighting, heat load of space, light sources

Při dimenzování klimatizačních zařízení stoupá význam vnitřních tepelných zisků. Tepelné zisky z vnějšího prostředí lze výrazně snížit používáním moderních materiálů s velmi nízkými součiniteli prostupu tepla a především stíněním oken nebo osazením skel s nízkou propustností radiace. Tepelné zisky od osob zůstávají stejné, ale výrazně rostou tepelné zisky od kancelářské techniky. Vzhledem k tomu, že okna jsou (zejména kvůli obrazovkám počítačů) často stíněna i během dne, stoupá i časový význam zisků od umělého osvětlení.

Řada projektantů v České republice počítá tepelnou zátěž klimatizovaných prostorů podle ČSN 73 0548 z roku 1984. Tato norma vychází z podrobného výpočtu sluneční geometrie a výpočet tepelných zisků radiací i prostupem je velmi přesný. I když je výpočet snížení tepelných zisků s ohledem na akumulaci vnitřních stěn a stropů poměrně jednoduchý, je pro běžné budovy s nižší akumulací dostačující.

Bohužel vzhledem k době svého vzniku tato norma úplně postrádá podklady pro výpočet tepelné zátěže od kancelářských strojů (především počítačů). Rovněž parametry svítidel se za posledních dvacet let výrazně změnily. Naproti tomu nová norma ČSN EN 832 se výpočtem tepelných zisků sice částečně zabývá, ale je určena především pro výpočet spotřeby energie pro vytápění. Tepelné zisky od vnitřních zdrojů jsou tudíž výrazně zjednodušeny.

Pokud bychom se chtěli inspirovat zahraničními vzory, lze tepelné zátěže počítat podle Německé normy VDI 2078. Ta se oproti ČSN výrazněji zabývá právě akumulací tepla. Případně je možné čerpat i z ASHRAE Fundamentals.

Tento článek nabízí právě analýzu údajů týkajících se tepelné zátěže od umělého osvětlení, a to s důrazem na kancelářské prostory, které se klimatizují nejčastěji.

POŽADAVKY NA OSVĚTLENÍ

Množství světla produkovaného svítidlem je dáno zejména světelným tokem (jednotka lm) instalovaných světelných zdrojů a dále je ovlivňováno i dalšími parametry – např. účinností svítidla, prostorovým rozložením jeho svítivosti, poklesem světelného toku vlivem stárnutí a znečištění světelných zdrojů a světelně činných částí svítidel. Požadavky na osvětlení se udávají požadovanou průměrnou hladinou osvětlenosti, jejíž jednotkou je 1 lx, definovaný jako světelný tok 1 lm dopadající na plochu 1 m². Nařízení vlády 178/2001 kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci se v otázce osvětlení odkazuje na požadavky technických norem. Nově platná harmonizovaná norma

ČSN EN 12464-1 – Osvětlení pracovních prostorů, část 1 vnitřní pracovní prostory udává v tabulkách podrobné požadavky na osvětlení pro jednotlivé druhy prací a činností. V tab. 1 je výtah z této normy pro kancelářské prostory. Požadavky uvedené ve VDI 2078, které vycházejí z DIN 5035 a údaje v ČSN 73 0548 se od požadavků daných ČSN EN 12464-1 příliš neliší. Pro běžné kancelářské prostory odpovídá požadovaná hladina osvětlení 500 luxům.

Tab. 1 – Požadované intenzity osvětlení dle ČSN EN 12464

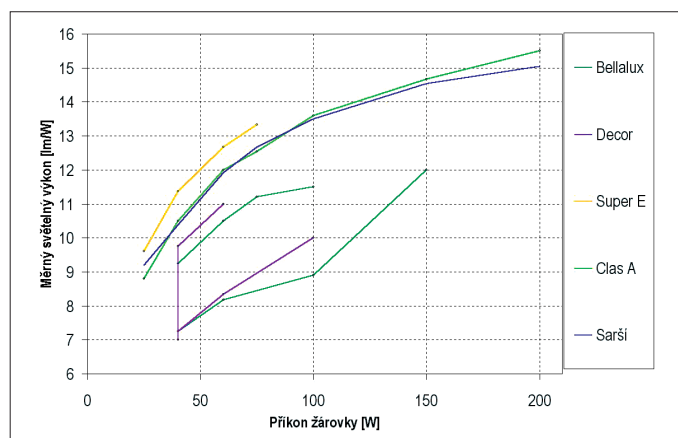
Kanceláře	lx
Kopírování, kompletace atd.	300
Psaní, čtení, zpracování dat	500
Technické kreslení	750
Pracovní stanice CAD	500
Konferenční a shromažďovací místnosti	500
Recepční stůl	300
Archiv	200

SVĚTELNÉ ZDROJE

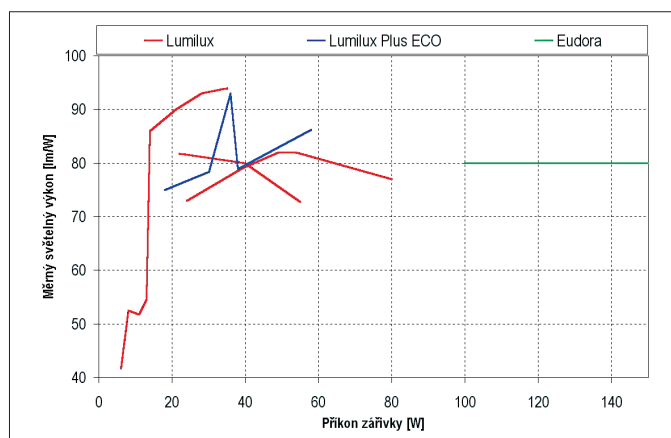
Pro porovnání tepelných výkonů bude používán měrný světelný výkon v lumenech na watt (dále jen η (lm/W)). Tento údaj, jak již jednotka napovídá, udává podíl množství produkovaného světla vzhledem k elektrickému příkonu světelného zdroje. Rostoucí hodnota znamená více světla při nižším příkonu, tj. nižší tepelné zisky.

Žárovky jsou tzv. teplotní zářiče. Pro svůj široký sortiment, malé nároky na instalaci a údržbu a minimální investiční náklady patří stále k nejrozšířenějším zdrojům světla (zejména v obytných prostorech – v kancelářích se používají jen zcela výjimečně). Mimoto žárovkám navíc nevadí časté spínání a nemají časovou prodlevu při sepnutí. Výhodou je rovněž snadná možnost regulace výkonu změnou napájecího napětí. Naproti tomu nevýhodou pak je nejhorší η ze všech světelných zdrojů a relativně krátká životnost. V grafu na obr. 1 je znázorněn měrný světelný výkon několika typů žárovek Osram.

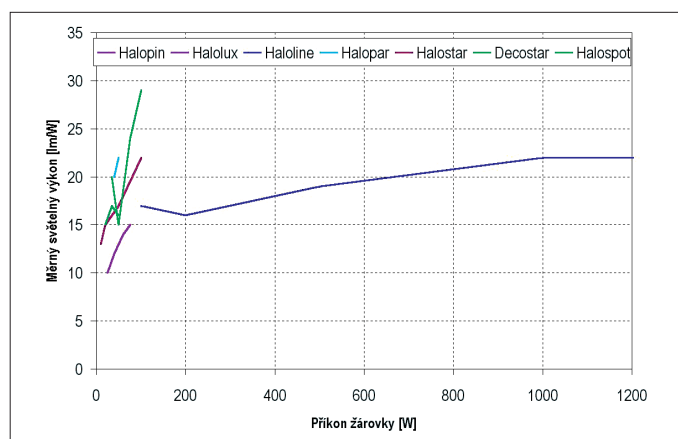
Halogenové žárovky jsou založeny na příměsí halogenů v inertním plynu žárovky. Příměs halogenů v plnicím plynu (obvykle jod, brom, chlor a jejich sloučeniny) omezuje zčernání baňky, a s tím spojený úbytek světelného toku. Baňka halogenové žárovky je výrazně zmenšena oproti „normální“ žárovce. Životnost halogenových žárovek udávají výrobci v rozmezí 1,5 až 2násobně přibližně dvakrát delší než u běžných žárovek, u některých speciálních typů pak dokonce až 4 000 h. Halogenové žárovky jsou o 50 % jasnější než konvenční žárovky.



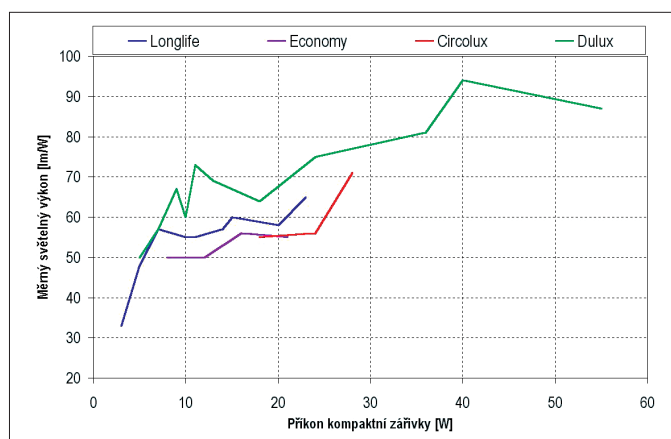
Obr. 1 – Měrný světelný výkon žárovek.



Obr. 3 – Měrný světelný výkon zářivek.



Obr. 2 – Měrný světelný výkon halogenových žárovek.



Obr. 4 – Měrný světelný výkon kompaktních zářivek.

Halogenové žárovky nalézají uplatnění zejména tam, kde je cílem vytvořit výrazné nebo zvýrazňující osvětlení objektů (prodávané zboží, předměty v galeriích, ale i místnosti, kde je žádoucí dosáhnout zajímavých světelných efektů – např. přijímací a jednací místnosti, dále pak velmi často i v obytných prostorech). Jedná se především o nízkonapěťové žárovky (12 V) opatřené reflektory s možností volby vyzařovacích úhlů v rozmezí 10 až 60°. Tyto žárovky se vyrábějí v dvojím provedení. Jedno vyzařuje převážnou část tepelného záření ve směru světelného toku, druhé naopak odvádí teplo opačným směrem, tedy dovnitř svítidla (v případě svítidla vestavěného do podhledu se tedy teplo odvádí převážně mimo osvětlovaný prostor). Z grafu na obr. 2 je patrné, že halogenové žárovky mají opravdu vyšší hodnoty měrného světelného výkonu než obyčejné žárovky. Především pro nižší příkony se však hodnoty η jednotlivých typů výrazně liší.

Zářivky jsou tzv. nízkotlaké rtuťové výbojky plynové se žhavenými elektrodami. Elektrickým výbojem mezi elektrodami vzniká UV záření, které je luminoforem na vnitřní straně trubice přeměněno na viditelné světlo. Ke startu a provozu potřebují všechny zářivky, tj. startér a tlumivku. V porovnání se žárovkami mají zářivky mnohem delší životnost (přibližně 10 000 až 15 000 h, žárovka vydrží cca 1000 hodin) a jsou vysoce hospodárné jak je patrné z grafu na obr. 3. Ačkoli se měrný světelný výkon liší podle typu a velikosti, jsou výrazně vyšší hodnoty oproti žárovkám jasně patrné.

Kompaktní zářivky vyrábějí světlo na stejném principu jako zářivky. Díky zahnutí trubice se však podařilo docílit podstatně menších rozměrů (velmi kompaktní formy), což umožňuje používání i v případech, kde by jinak bylo nutno užívat žárovky (zejména různá nástěnná svítidla a stropní svítidla kruhových tvarů apod.). Jak je patrné z grafu na obr. 4, jsou měrné světelné výkony kompaktních zářivek o něco nižší než zářivek lineárních, to je způsobeno především integrovaným elektronickým předřadníkem.

Vysokotlaké výbojky se vyznačují především tím, že jsou velmi hospodárné a že vyrábějí extrémní množství světla na malém prostoru. Funkce těchto zdrojů je založena na obloukovém výboji. Mezi elektrodami vznikne „trvalý záblesk“, který vybudí různé plnicí látky ke svícení. Také vysokotlaké výbojky vyžadují ke svému startu a provozu vhodné předřadné přístroje. Výbojky se v široké míře uplatňují zejména např. ve výstavnictví, při osvětlování prodejen, autosalonů, pro venkovní osvětlení budov atd. Pro osvětlování kancelářských prostor se používají zcela výjimečně, a to výhradně jako nepřímé osvětlení (odrazem světla od stropu).

Z tab. 2 a z předchozích grafů jsou patrné rozsahy měrných světelných výkonů jednotlivých zdrojů světla. Největší roli hraje fyzikální princip zdroje světla, dále potom výkon (s rostoucím výkonem roste i měrný světelný výkon) a konstrukční řešení. Pro klimatizované kancelářské prostory, jimiž se tento článek především zabývá, se téměř výhradně používají zářivkové svítidla. Jiné světelné zdroje se objevují zřídka převážně ve speciálních případech

Tab. 2 – Měrné světelné výkony zdrojů η

Světelný zdroj	η [lm/W]		η běžné pro kanceláře
	od	do	
Žárovky	6	15	10
Halogenové žárovky	10	28	20
Lineární zářivky (bez předřadníku)	42	95	80
Kompaktní zářivky (s integrovaným předřadníkem)	33	75	60
Vysokotlaké výbojky	62	145	

(např. vnitřní komunikace v kancelářích, jednací a jiné reprezentativní místnosti apod.).

SVÍTIDLA

V současné době je možné vybírat z nepřeberného množství typů a provedení svítidel. Na trhu působí řada tuzemských výrobců, a navíc je zde široká nabídka zahraničních firem (zejména italských a německých, ale i z mnoha dalších zemí, včetně Asie). Škála zahrnuje jak špičkové výrobky, tak výrobky nižší úrovně, které jsou pro investory zajímavé hlavně pořizovací cenou. Jak lze náročně vidět v příkladech uváděných v další části tohoto článku, volba svítidla (přestože použijeme vždy zářivku jako světelný zdroj) hraje při určování elektrického příkonu, a tím zároveň i přírůstku tepelné zátěže, zcela zásadní roli.

Obecně lze říci, že čím více světelného toku je nasměrováno na pracovní plochu, tedy tam kde je potřeba, tím nižší tepelné zátěže je dosahováno. Za tímto účelem byla vyvinuta svítidla s mřížkami, které světelný tok usměrňují. Mřížky jsou vyráběny v mnoha provedeních – ploché bílé lamely, hliníkové lamely, parabolický reflektor pouze v podélném směru (vztaženo k zářivkové trubici), a nejvyšším a neúčinnějším stupněm jsou pak mřížky parabolické jak v podélném tak i příčném směru. Musíme dodat, že tyto mřížky plní ještě jednu, v dnešní době ještě důležitější funkci – zamezují vyzařování světelného toku v nežádoucích směrech. Tím se odstraňují nežádoucí odlesky na monitorech počítačů, tzv. „prasátka“, která jsou při sledování obrazovky velmi nepříjemná a při dlouhodobé práci mohou vést až ke zdravotním problémům pracovníků. Extrémem při použití těchto svítidel se zcela usměrněným světelným tokem pak jsou místnosti, kde je horní část téměř tmavá, přičemž na pracovní ploše je dosaženo požadované úrovně osvětlení. Velmi populární jsou v dnešní době i svítidla, která svítí nepřímě, avšak s vysokou účinností odrazné plochy. Dále se někdy používají kruhová vestavná svítidla na kompaktní zářivky, tzv. „downlight“. Také s těmito typy lze dosáhnout velmi dobrých parametrů osvětlovací soustavy.

Pokud jsou světelné zdroje zakryty mléčným sklem, znamená to ztrátu na vyzařování světelném toku okolo 30 % (jakákoli tmavší barva skla zastíňuje světelný tok téměř úplně).

K další výrazné ztrátě dochází, pokud světelný tok není nasměrován požadovaným směrem, ale je rozptýlován a k pracovní ploše se dostává po odrazech. Příkladem spojení těchto dvou faktorů je výpočet uvedený dále ve variantě č. 5, kde výsledná tepelná zátěž je téměř dvojnásobná v porovnání s optimální variantou.

S jinými typy svítidel, zejména umístěnými na stěnách místo na stropě, se požadované úrovně osvětlení dosahuje velmi těžko, a to za cenu značného zvýšení elektrické/tepelné zátěže.

Naopak snížení tepelné zátěže umožňují moderní elektronické vysokofrekvenční předřadníky, které nahrazují klasické předřadníky elektromagnetické. Tyto předřadníky výrazně zvyšují elektrickou účinnost svítidel, ale mají i další podstatné výhody – prakticky okamžitý zápal bez prodlevy, odstranění tzv. stroboskopického jevu na obrazovkách a prodloužení životnosti zářivek.

NÁVRH SVÍTEL

Jak se dostaneme ze světelného výkonu (lm) na intenzitu osvětlení (lx)? Abychom zjistili teoretickou závislost tepelné zátěže na zadané požadované úrovni osvětlení, použijeme tzv. tokovou metodu výpočtu průměrné osvětlenosti. Zároveň vycházíme z předpokladu, že na teplo se přemění veškerá elektrická energie spotřebovaná svítilidly – tzn. tepelný výkon se rovná elektrickému příkonu svítidel (s uplatněním korekčních činitelů).

Při výpočtu vycházíme z obecného vztahu

(1)

$$\Phi_c = \frac{E_{PK} \cdot S}{\eta_E \cdot z}$$

kde

Φ_c celkový světelný tok zdrojů, který je třeba nainstalovat v uvažovaném prostoru [lm]

E_{PK} požadovaná průměrná osvětlenost (pro kanceláře obvykle 500 lx) – místně průměrná a časově minimální hodnota [lx]

S velikost osvětlované plochy [m²]

z udržovací činitel. Je to číslo v teoretickém rozsahu 0 až 1, které zohledňuje snižování celkové účinnosti osvětlovací soustavy vlivem znečištění svítidel i světelných zdrojů, stárnutí a poruchovosti zdrojů atd. [-]

η_E tzv. „činitel využití osvětlovací soustavy“, definovaný jako podíl celkového světelného toku, který dopadá na srovnávací rovinu po mnohonásobných odrazech k celkovému světelnému toku vyzařovanému všemi světelnými zdroji. Je to číslo v teoretickém rozsahu 0 až 1, které běžně dosahuje hodnot 0,3 až 0,7. Závisí na fotometrických vlastnostech svítidla, na rozměrech osvětlovaného prostoru a na odrazných vlastnostech světelně činných ploch – zvláště stěn, podlahy a stropu. [-]

Činitel odrazu se může teoreticky pohybovat v rozsahu 0 až 1. Velmi hrubě se dá říci, že nová bílá barva (nezaprášená) může mít činitel odrazu 0,75 až 0,85, zatímco tmavá barva okolo 0,1 až 0,2. Extrémem je např. černá matná látka, jejíž činitel odrazu je pouze 0,01 až 0,04.

V praxi se již ruční výpočet podle výše uvedených vzorců téměř nepoužívá. Výrobci namísto dat k jednotlivým svídlům distribuují přímo návrhové programy, ve kterých jsou již data od konkrétních svítidel zapracována.

Při detailních analýzách osvětlení se potom mohou používat simulační programy pracující na principu sledování odrazů jednotlivých světelných paprsků (ray tracing). Při dynamických simulacích lze vyhodnocovat i potřebu umělého osvětlení při kombinaci s osvětlením denním a posoudit např. úspory energie při automatické regulaci svítidel.

PŘÍKLAD VÝPOČTU

Osvětlení vybraného kancelářského prostoru bude navrženo a následně porovnáno v několika variantách, a to jak ručním výpočtem, tak vybraným programem. Zvolená referenční místnost má šířku 6 m, délku 10 m a výšku 2,6 m. Byla určena srovnávací hladina 0,85 m, která odpovídá výšce pracovní plochy (stolu) nad podlahou. Činitel odrazu (ρ) je 0,7 pro strop, 0,5 pro stěny a 0,2 pro podlahu. Udržovací činitel (z) byl zvolen 0,7. Požadovaná úroveň osvětlení (E_{PK}) odpovídá běžné kancelářské práci – tedy 500 lx.

Varianta 1

Dříve užívané svídlidlo Elektrosvit 231 3303 2x 40 W

– z tabulek udávaných výrobcem byla odečtena hodnota $\eta_E = 0,584$.

Použijeme vzorec

(1)

$$\Phi_c = \frac{500 \text{ lx} \cdot 60 \text{ m}^2}{0,7 \cdot 0,584}$$

Uvažované svídlidlo má celkový světelný tok $2 \times 2 \times 600 \text{ lm} = 5 \text{ 200 lm}$.

Z daného se vypočítá potřebný počet svítidel odpovídající 14ti kusům. Elektrický příkon jednoho svídlidla udávaný výrobcem je $P_1 = 98 \text{ W}$. Celkový instalovaný příkon je tedy 1372 W a měrný příkon 22,9 W/m².

Varianta 2

Pro porovnání uvádíme výpočet pro stejné zastaralé svídlidlo (tzn. stejný potřebný celkový světelný tok zdrojů Φ_c), pouze s předpokladem použití moder-

nějších zářivkových trubíc o průměru 26 mm (36 W; 3 350 lm). Počet svítidel je potom zjištěn na základě následujícího vzorce:

$$N = \frac{\Phi_c}{\Phi_1} \cdot \frac{73\,386 \text{ lm}}{6700 \text{ lm}} \approx 11 \text{ ks}$$

Teoretický el. příkon jednoho svítidla je přibližně 1,25násobek příkonu zářivky, tj. 90W. Celkový instalovaný příkon je následně 990 W a měrný příkon 16,5 W/m².

Varianta 3

Použijeme stejný světelný zdroj jako ve variantě 2 (trubice o průměru 26 mm), ale osazený v moderním svítidle s parabolickou mřížkou a konvenčním předřadníkem (typ SYLREC ERP 2 x 36 W). Viz obr. 6. Celkový instalovaný příkon je potom $P = 900 \text{ W}$ a měrný příkon 15 W/m².

Varianta 4

V této variantě je použito stejné svítidlo jako ve variantě 3, ale je osazeno zdrojem s elektronickým předřadníkem (SYLREC ERP 2 x 36 W s parabolickou mřížkou, elektronickým předřadníkem). Vypočítaný měrný příkon svítidla je potom pouze 12,8 W/m².

Varianta 5

Další variantou návrhu osvětlení je přisazené kruhové svítidlo s mléčným polykarbonátovým krytem. Instalované zdroje jsou 2 kompaktní zářivky 18 W. Toto svítidlo je vhodné pro osvětlení veřejných prostor především díky vysoké odolnosti proti vandalizmu, ale pro kanceláře se příliš nehodí, neboť jeho měrný příkon je 29,3 W/m².

Tab. 3 – Výsledky jednotlivých variant zářivkového osvětlení kanceláře porovnané s údaji norem

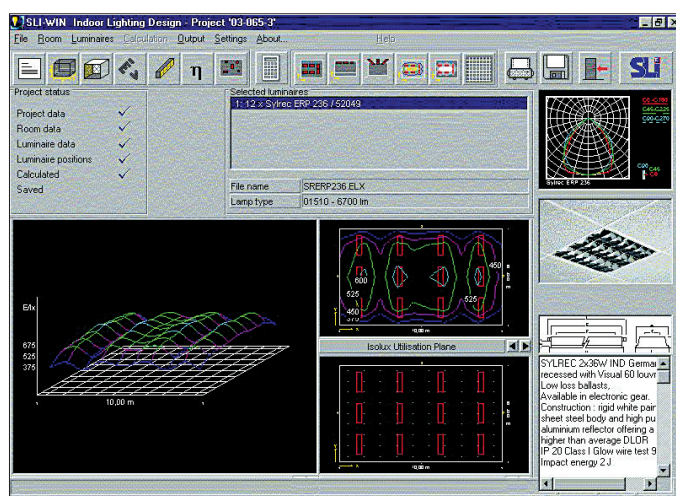
Varianta	Svítidlo	Měrný výkon zdroje	El. příkon	Měrný elektrický příkon
		[lm/W]		[W/m ²]
1	2313303	53	1 372	22,9
2	Trubice Ø 26	93	990	16,5
3	SYLREC ERP	93	900	15
4	SYLREC ERP		770	12,8
5	GIOTTO 335	67	1 760	29,3
ČSN 73 0548				25 až 35

Pro výpočty s moderními svítidly od výrobce SYLVANIA, (varianta 3, 4, 5) bylo použito návrhového programu výrobce. Ten umožňuje nejen určit počet a příkon svítidel, ale i rovnoměrnost osvětlení a další parametry důležité při návrhu osvětlení. Na obr. 5 uvádíme příklad obrazového výstupu z použitého programu.

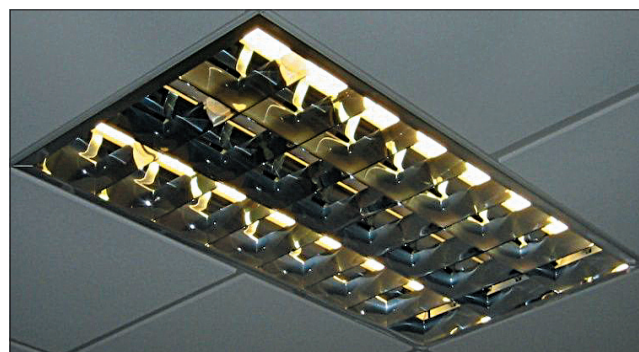
ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Z tab. 3 je patrné, že hodnoty měrné tepelné zátěže, které lze dosáhnout, se mohou pohybovat ve velmi širokém rozmezí. Míra tepelné zátěže závisí na použitém zdroji světla a typu svítidla. Obecně platí, že moderní svítidla určená k dané aplikaci mají nižší spotřeby energie (tepelný výkon). Uplatňuje se přitom více faktorů:

- světelný tok použitých světelných zdrojů;
- světelná účinnost zvolených svítidel. Tato hodnota se podle typu svítidla může pohybovat v širokém rozmezí, začínajícím někde na 0,3 pro starší svítidla. Dnes obvyklá kancelářská svítidla mají účinnost 0,8 až 0,9. Špičkové výrobky předních výrobců však dosahují hodnot účinnosti kolem 0,95;



Obr. 5 – Příklad výstupů programu pro návrh osvětlení



Obr. 6 – Zářivkové svítidlo s parabolickou mřížkou

- elektrická účinnost použitých svítidel, zejména jde o výrazné snížení ztrát při aplikaci elektronických předřadníků;
- výška umístění svítidel nad pracovní plochou. Čím jsou svítidla níže nad pracovní plochou, tím je hodnota osvětlení větší. Svítidla však není možné umísťovat velmi nízko, protože se pak uplatňují jiné negativní jevy, a to zejména zhoršující se rovnoměrnost osvětlení;
- odraznost stěn – při osvětlování prostorů s tmavými stěnami je třeba vyšších příkonů;
- změna účinnosti světelného zdroje – např. pro provoz na začátku doby životnosti, kdy je skutečná hodnota osvětlení výrazně vyšší než požadovaná, je možno instalovat regulaci pro omezení max. zátěže;
- moderní systémy „inteligentního“ řízení (svítí se jenom tam, kde skutečně někdo v tu chvíli pracuje a případně jen tolik kolik je potřeba).

Návrh svítidel ovlivňuje kromě výše uvedených i řada dalších faktorů, a to od estetického řešení přes možnosti osazení až po bezpečnostní aspekty. Značná omezení se týkají například rekonstrukcí historických objektů. Zde často nelze použít světelných zdrojů a svítidel s vysokou účinností ať již z architektonických důvodů (dříve obvyklé umísťování klasických zářivkových „hadů“ do barokních kleneb už se celkem rozumně přestává používat) či důvodů ryze technických (např. dřevěné stropy s nízkou nosností).

Odvod tepelné zátěže

Výpočtem tepelné zátěže je třeba se zabývat především při návrhu klimatizačních zařízení. Nicméně pro kancelářské prostory bez klimatizace může být návrh vhodného osvětlení paradoxně ještě důležitější, neboť osvětlení může výrazně přispívat k nárůstu teplot vzduchu v letních měsících. Tento problém nastává především v nově rekonstruovaných kancelářích v historických objektech. Při výpočtu tepelné zátěže od osvětlení podle ČSN 73 0549 se vychází ze vztahu

$$\dot{Q}_{sv} = \dot{P} \cdot c_1 \cdot c_2$$

kde představuje

$\dot{P}$ elektrický příkon svítidel,

c_1 součinitel využití svítidel (max. 1),

c_2 zbytkový součinitel respektující přímé odsávání tepla od svítidel. (max. 1).

Vztah používaný v ASHRAE je shodný a liší se pouze použitými symboly. Podle VDI 2078 se tepelná zátěž vypočte obdobně. Navíc je však doplněn koeficient zahrnující tepelnou akumulaci místnosti.

Skutečná tepelná zátěž od osvětlení není tedy dána pouze příkonem el. svítidel, ale ovlivňuje ji i využití svítidel během dne a podíl tepla odvedeného přímo od svítidla (zbytkový součinitel). Využití svítidel je dáno jak využitím vlastního kancelářského prostoru, tak podílem denního osvětlení a lze ho řešit dynamickými počítačovými simulacemi. Zbytkový součinitel je dán konstrukcí a umístěním svítidla a systémem větrání a klimatizace kanceláře. Německá VDI a ASHRAE standard věnují rozsáhlou část právě určení tohoto součinitele a věříme, že se podaří připravit samostatný článek věnující se právě této problematice.

ZÁVĚR

Tepelná zátěž osvětlení hraje výraznou roli při dimenzování klimatizačního zařízení zejména pro kanceláře. Hodnoty uvedené v ČSN 73 0548 (25 až

35 W/m²) odpovídají době vzniku této normy a pro nově budované nebo rekonstruované kanceláře jsou již zastaralé. Nyní lze s běžnými kancelářskými svítidly dosáhnout hodnot pod 20 W/m². Současně jak ukazuje například varianta 4 prezentovaného výpočtu měrný příkon může být i nižší než 13 W/m². Na druhé straně, nejsou-li svítidla volena s ohledem na el. spotřebu, je možné se i s moderními zářivkovými svítidly dostat na hodnoty blízké horní hranici dle ČSN.

Při detailním projektu by mělo dimenzování klimatizace vycházet z podrobného projektu osvětlení a naopak při návrhu osvětlení je třeba brát do úvahy i odvod tepelné zátěže z prostoru. U klimatizovaných prostorů v letním období se příkon svítidel projeví nejen přímo na el. spotřebě, ale i nepřímo na spotřebě a dimenzování chladicího zařízení. U prostorů bez strojního chlazení může kvalita světelného návrhu hrát opravdu významnou roli ve vztahu k tepelné pohodě zejména v letních měsících.

Použití zdroje:

- [1] CHYSKÝ, J., HEMZAL, K. a kol.: *Větrání a klimatizace, Technický průvodce*, 3. vydání, Bolit – B press, Brno, 1993
- [2] HABEL, J.: *Osvětlování, skriptum*, 2. vydání, ČVUT, Praha, 1998
- [3] HABEL, J.: *Světelná technika, skriptum*, ČVUT, Praha, 1990
- [4] VDI 2078, Düsseldorf 1996
- [5] ASHRAE Fundamentals Handbook 2001
- [6] Katalog výrobků firmy OSRAM GmbH
- [7] Katalog výrobků firmy Sylvanit.

* Tepelná aktivace stavebních dílů

Co bylo ještě asi před pěti léty novinkou, patří dnes v řadě projektů již ke standardu: tepelná aktivace stavebních dílů. V této době byla aktivace použita v řadě projektů, aniž by se ověřovalo, zda jsou k tomu vůbec vhodné okrajové podmínky, jak z hlediska stavební fyziky, tak i technických zařízení. Nyní jsou již k dispozici první provozní zkušenosti, podle kterých je třeba se ještě mnohem naučit a vyvarovat se dopuštěných chyb.

U tepelné aktivace stavebních dílů se pokládají vodovodní trubky do stavebních dílů schopných akumulace (zpravidla stropů) a aktivního ohřátí. Účelně se tak děje v noci, takže teplo přijaté stropem v důsledku konvekce a sálání do stropu a do vodního okruhu,

může být předáno např. přes zpětný chladič do chladného nočního vzduchu. Přes den, při vysokých venkovních teplotách se průtok vody vypne a aktivně vybíjené stavební díly jsou k dispozici jako potenciál chladu ke snižování teploty v místnostech.

Podle požadavku se pokládají vodovodní trubky např. do betonového stropu v roztečích od 7 do 30 cm, ve většině případů do středu tloušťky stropu. Jestliže však má být někde reakce systému zrychlena nebo jeho chladicí výkon při těžce výstupní teplotě zvýšen, pak je možno potrubí položit blíže k účinným plochám (podlaze či stropu).

CCI 12/2003

(Ku)