

Prosklené kanceláře s PC z hlediska faktorů prostředí

Ing. Žuzana Mathauserová, NRL SZÚ Praha,
Ing. Jana Lepší, ZÚ se sídlem v Plzni

Kvalita vnitřního prostředí v budovách je obecně charakterizována souborem fyzikálních, chemických i biologických faktorů. Následující text je věnován fyzikálním faktorům – osvětlení a mikroklimatickým podmínkám na pracovištích.

Úvod

V současné době stále přibývá administrativních budov, jejichž obvodový plášť z velké části tvoří sklo. Často jsou oceňovány jako architektonické skvosty, ale přesto přichází mnoho stížností na kvalitu prostředí od zaměstnanců těchto pracovišť.

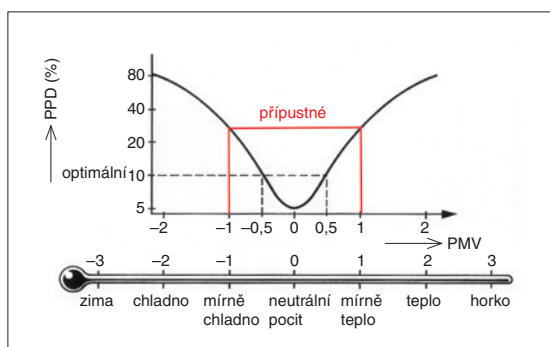
Z hlediska osvětlení jde o místa s dlouhodobým pobytem s náročnou zrakovou činností, kdy je vždy nutné řešit denní osvětlení v budovách s proskleným obvodovým pláštěm, popř. ještě prosklenou střechou, jako kompromis mezi potřebou denního světla a energetickými požadavky na úpravu tepelného stavu prostředí – způsob větrání, chlazení v létě jako eliminace nadměrných tepelných zisků ze sluneční radiace a vytápění v zimě s ohledem na velké chladné prosklené plochy.

Současně budovaná tzv. office centra jsou známa jako nové administrativní budovy, většinou plně klimatizované, s mnoha kancelářemi typu „open space“, ale i technickým a technologickým zázemím, školicími a výukovými prostory, recepce i vlastním stravovacím zařízením.

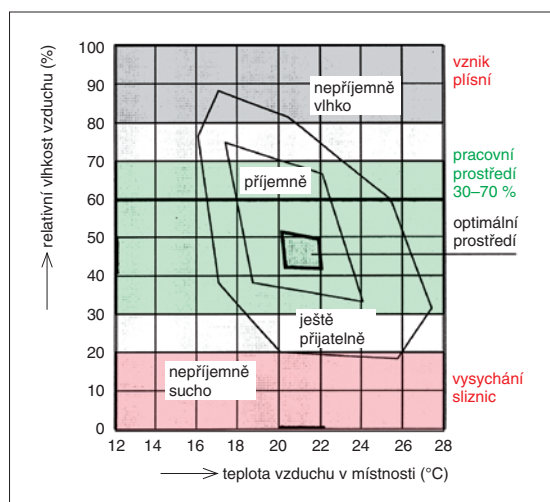
Úplná klimatizace a velkoplošné kanceláře vyvolávají kritiku, neboť obě tyto skutečnosti mají významný vliv na individuální spokojenost zaměstnanců s faktory prostředí na pracovišti. Jde-li o pracoviště přirozeně větraná, je třeba zhodnotit těsnost konstrukce budovy ve vztahu k požadavkům na dostatečné větrání pracovišť.

Nově budované prostory umožňují zvolit nejmodernější přístrojové vybavení a ergonomické uspořádání dobře osvětlených pracovních míst. Požadovanou kvalitu přiváděného vzduchu a dodržení všech hygienických limitů pro mikroklimatické podmínky i případné chemické látky v ovzduší zajistí správně dimenzovaná a provozovaná klimatizace, která splňuje odlišné požadavky v jednotlivých prostorách podle jejich využití, orientace fasády ke světovým stranám, minimální hluková zátěž prostoru apod. Taková je teorie – a praxe?

Tato architektonická díla se pyšní cenami za architekturu, přesto se v nich zaměstnanci necítí dobře, stěžují si na nevhodné mikroklimatické podmínky a nedostatečné fungování klimatizace.



Obr. 1. Vnímání tepelného stavu prostředí vyjádřeného procentem osob nespokojených s daným tepelným stavem podle ČSN EN ISO 7730 (PPD – podíl nespokojených (%), PMV – střední tepelný pocit)



Obr. 2. Vnímání vlhkosti vzduchu v závislosti na teplotě v místnosti

Problémy, které se zde vyskytují (tj. problémy s kvalitou vnitřního prostředí budov vyjádřené jednotlivými fyzikálními a chemickými faktory prostředí), jsou obecné problémy všech nových plně klimatizovaných budov a velkoprostorových administrativních pracovišť. Je-li

ve velkém prostoru s mnoha pracovními místy (jejichž uspořádání omezuje pocit soukromí), strojním a přístrojovým vybavením a mnoha různými činnostmi třeba pro všechny přítomné zajistit optimální podmínky, bývá to velmi nesnadný úkol. Každý člověk má trochu jinou představu o optimálních podmínkách na svém pracovišti – subjektivní vnímání jednotlivých lidí nemusí vždy odpovídat požadavkům českých předpisů. Dalším problémem je vlastní konstrukce budov s průměrou skla, a tudíž velkých tepelných zisků ze sluneční radiace v létě a ochlazením účinkem prosklených ploch v zimě.

Fyzikální faktory prostředí

Teplota vzduchu

Asi největší a nejvíce pocítovaný vliv má teplota vzduchu. Je známo, že tepelné podmínky mají mnohem větší vliv na subjektivní pocit pohody člověka, míru odpočinku i skutečnou výkonnost než nežádoucí škodliviny či obtěžující hluk. Jak ale zajistit většímu počtu osob v jednom prostoru optimální teplotu? Vnímání teploty je velmi individuální záležitost, závisí na mnoha ukazatelích – stáří člověka, pohlaví, okamžitém zdravotním stavu, okamžitém psychickém stavu a na mnoha dalších. Vždy bude existovat část osob v daném prostoru, která bude s tepelně-vlhkostními podmínkami nespokojena – to ukazuje i ČSN EN ISO 7730 (obr. 1). Někdy se může lišit skutečná tepelná zátěž organismu a subjektivní pocit vnímání tepelného prostředí. PPD 10, tj. 10 % osob nespokojených s daným tepelným stavem prostředí, odpovídá hodnotám teplot, které jsou v platných předpisech a ČSN udávány jako optimální, PPD 20, tj. 20 % osob nespokojených s daným tepelným stavem prostředí, odpovídá hodnotám ještě při-



Obr. 3. Způsoby větrání kanceláří: a) nuceně větraná kancelář, b) přirozeně větraná kancelář

puštným – ty nemají u zdravého jedince vliv na jeho zdraví, ale mohou být pociťovány již jako tepelný diskomfort.

Člověk nedokáže ovlivnit zdroje tepla ve vnitřním prostředí, ale umí účinně zabránit vnější tepelné zátěži. Stínící prvky – předokenní rolety, markýzy, vnější žaluzie, donedávna považované za určitý nadstandard, musí být pro zachování vhodných vnitřních podmínek samozřejmostí. Ale právě tady může být jeden ze zdrojů stížností na nevhodné parametry vnitřního prostředí. Všichni mají právo na denní osvětlení – ačkoliv velkoprostorová pracoviště většinou nelze řešit bez osvětlení sdruženého. Pracovníci u oken obhajují zatažené žaluzie – z důvodu sluneční radiace, oslnění, ovlivnění kontrastu při práci s počítači apod. Pracovníci na opačném konci pracoviště se naopak dožadují alespoň trošky denního světla.

Na pocitu tepelné pohody se podílejí i další mikroklimatické faktory – rychlost proudění vzduchu a vlhkost vzduchu.

Rychlost proudění vzduchu

Je-li nízká, tj. pod $0,05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, navozuje pocit „stojícího“ vzduchu a má minimální ochlazovací účinek (ale vždy záleží na způ-

sobu přívodu vzduchu do prostoru, např. při větrání zaplavováním, což však nebývá způsob větrání kanceláří, je dostatečná i rychlost proudění přibližně $0,02 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Důsledkem je, zvláště při vyšší teplotě vzduchu, rychlý nárůst únavy, nesoustředěnosti, chybovosti apod. Na pracovních místech, kde je nezbytná trvalá soustředěnost pracovníků, např. u operátorů, pracovníků velinů apod., je nutné vždy zajistit proudění vzduchu, ale tak, aby proudící vzduch pracovníky neobtěžoval. Rychlosti proudění nad $0,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ mohou někteří citlivější jedinci již vnímat rušivě – stěžují si na „průvan“. Ten může mít i negativní zdravotní důsledky. Působením proudícího vzduchu se odpařuje pot, a tím je tělo člověka ochlazováno. Je-li ochlazovací účinek velký, mohou části těla vystavené proudění prochládnout, přestože okolní teploty vzduchu jsou vysoké.

ného vzduchu nebo v proudě přiváděného vzduchu z výstky nad hlavou. Takto proudící vzduch přímo na pracovním místě vede i k velkému rozdílu vertikálního teplotního gradientu – liší se teplota vzduchu v místě hlavy a v místě kotníků pracovníka. (Rozdíl teplot mezi hlavou a kotníky by měl být menší než $3 \text{ }^\circ\text{C}$.) Náprava je zdánlivě jednoduchá – změnit umístění pracovního místa.

Ve vstupních recepcích je na ochranu pracovníků před proudícím chladným vzduchem a venkovním znečištěním nezbytné instalovat dveřní vzduchové clony nebo vybudovat zádveří. Potom již nejsou vnitřní mikroklimatické podmínky závislé na četnosti a době otevření vstupních dveří.

Vlhkost vzduchu

Vlhkost vzduchu bývá problémem při ohřevu vzduchu bez jeho dovlhčení. Relativní vlhkost vzduchu v zimním období by neměla klesnout pod 20 %. To je již problematické prostředí, ve kterém vysychají sliznice, tedy se ztrácí obranyschopnost organismu a následně vznikají zdravotní obtíže (nárůst respiračních onemocnění). Vnímání vlhkosti a její optimální hodnoty ve vnitřním prostředí budov jsou na obr. 2.

Jednoznačné požadavky na mikroklimatické podmínky na pracovištích – jako celoročně přípustné hodnoty, jsou uvedeny v nařízení vlády (dále NV) č. 68/2010 Sb., kterým se mění NV č. 361/2007 Sb., kterým se stanovují podmínky ochrany zdraví při práci – viz tab. 1.

Problémy s teplotami na administrativních pracovištích v letních měsících jsou též častým důvodem ke stížnostem.

Jestliže se při našich měřeních venkovní teploty vzduchu pohybovaly nad $28 \text{ }^\circ\text{C}$, setkali jsme se uvnitř budov na jednotlivých pracovištích (vícepodlažní administrativní budovy s jednoduchou i zdvojenou prosklenou fasádou) s těmito extrémny:

- pracoviště s přirozeným větráním – teploty přesahující $30 \text{ }^\circ\text{C}$ (teplota před fasádou $50 \text{ }^\circ\text{C}$),



Obr. 4. Sdružené osvětlení – svítící světlík

Ne vždy je ve fázi projektu známo přesné umístění pracovních míst. A tak se lze setkat i s tím, že pracovníci přímo sedí nad podlahovou výústku přivádě-

Tab. 1. Celoročně přípustné mikroklimatické podmínky na administrativních pracovištích (odpovídá vykonávané činnosti, resp. energetickému výdeji M , pro třídu práce I)

Třída práce	Energetický výdej M ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$)	Operativní teplota t_o ($^\circ\text{C}$) nebo výsledná teplota kulového teploměru t_g ($^\circ\text{C}$)		Rychlost proudění vzduchu v_a ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	Relativní vlhkost vzduchu rh (%)
		t_o min nebo t_g min	t_o max nebo t_g max		
I	≤ 80	20	28	0,1 až 0,2	30 až 70



Obr. 5. Jasově i barevně monotónní kancelář

- nuceně větraná pracoviště – teploty okolo 30 °C,
- klimatizovaná pracoviště – teploty okolo 28 °C.

Provozní teplota uváděná u PC je 0 až 35 °C. Při vyšších teplotách venku se PC nestačí chladit.

Opravdu vysoké teploty jsou problémem, který je technicky řešitelný (otázkou je ekonomika provozu technického řešení). Naši pracovníci se ale v uvedených typech budov při řešení kvality prostředí na pracovišti setkávají i s problémem, který spíše souvisí s lidskou psychikou.

Zaměstnanci tvrdí, že při zastíněných neotevíratelných oknech nemohou na pracovišti dýchat, mají nedostatek vzduchu o vyhovující teplotě, přestože klimatizační jednotka zajišťuje přibližně pěti- až osminásobnou výměnu vzduchu a mikroklimatické podmínky odpovídající limitům v předpisech.

Jediným řešením je umožnit lidem „moci si otočit knoflíkem termoregulator“, vysvětlit jim dobu setrvačnosti systému a zajistit jim pocit, že si prostředí mohou přizpůsobit svým požadavkům. Setkali jsme se i s tím, že příliš hlučná klimatizace je vypínána. V době krize je to také jeden ze způsobů úspory energie. Pracovník se pak potí, hůře dýchá. Nemělo by se zapomínat ani na snížení produktivity práce (při 22 °C je 100%, při 27 °C poklesne o 25%, při 30 °C je pouze 50 %).

Z hlediska NV č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, je podle § 2 na pracovištích, na nichž se vykonává duševní práce náročná na pozornost a soustředění, a dále pro pracoviště určená pro tvůrčí práci, požadován hygienický limit hluku do 50 dB. Ve skutečnosti však bývá asi 65 dB.

Podívejme se na okna jako přívod vzduchu (obr. 3). Základní hygienickou výměnu vzduchu a přirozené větrání prostoru by měla zajistit infiltrace/exfiltrace, tedy průnik vzduchu netěsností oken (při občasném vyvětrání otevřením okna –

system přirozeného větrání je stále ještě základním způsobem větrání budov v našich klimatických podmínkách). Součinitel spárové průvzdušnosti okna (veličina, která je pro míru infiltrace rozhodující) byl u původních oken vysoký, např. u netěsného dřevěného jednoduchého okna byl $i = 1,9 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa}^{0,67}$ a zajistil až jednonásobnou (i větší, tj. z energetického hlediska příliš vysokou) výměnu vzduchu v prostorách s těmito okny. U současných těs-

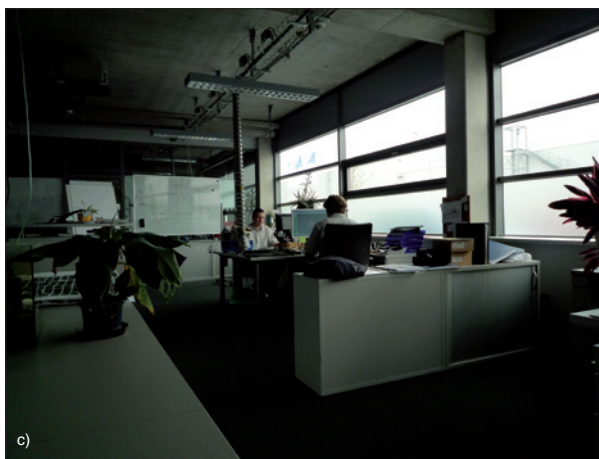
ných oken klesl na hodnoty o celý řád nižší, tedy $i = 0,1 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa}^{0,67}$, a tato okna jsou schopna zajistit výměnu vzduchu přibližně $0,04 \text{ h}^{-1}$ (požadovaná minimální hodnota je $0,5 \text{ h}^{-1}$, pro kanceláře optimální 1 až 3 h^{-1}).

U stavebně těsných objektů již nelze infiltrace/exfiltrace zajistit přirozené větrání. Uvedená skutečnost je i v rozporu s požadavky předpisů: vyhláška o technických požadavcích na stavby č. 268/2009 Sb. požaduje minimální výměnu vzduchu v místnosti v době pobytu lidí $25 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobu (nebo násob-

nost výměny vzduchu $0,5 \text{ h}^{-1}$ při koncentraci CO_2 max. 1 000 ppm), NV č. 361/2007 Sb. udává v § 41 minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště pro třídu práce I – administrativní pracoviště, min. $50 \text{ m}^3/\text{h}$. (Dříve podle vyhlášky č. 137/1998 Sb. byly kanceláře řazeny mezi pobytové místnosti, dnes jsou hodnoceny podle NV č. 361/2007 Sb. jako pracoviště).

Jsou-li kanceláře větrané přirozeně a jde o utěsněné prostory, je třeba zajistit dostatečný přívod vzduchu jiným způsobem. K dispozici je množství různých větracích prvků pro přívod vzduchu, které mohou být i přímou součástí okna – ať již výplně otvoru, rámu nebo ostení, a velikost jejich otevření je možné řídit manuálně nebo za použití čidla vlhkosti, oxidu uhličitého apod. Hovoří se pak o řízeném přirozeném větrání. Jen je nutné systém přívodu vzduchu řešit vždy současně s utěsněním prostoru.

Na klimatizovaných administrativních pracovištích nebývá větrání – ve smyslu množství vzduchu – problémem; ten vzniká distribucí vzduchu v prostoru (zda je rovnoměrně provětráný celý prostor, není někde vyvolán „pocit průvanu“, jak proudění vzduchu přispívá k šíření pachů apod.).



Obr. 6. Posuzované pracoviště s PC: a) 2006 – ve dne, b) 2006 – v noci, c) 2010 – snížení jasů – ve dne s matovou dolní částí oken

Samostatnou kapitolou je tzv. SBS (Sick Building Syndrome, syndrom nezdravých budov), část citlivých jedinců klimatizované prostředí zcela nesnáší, objevují se nespecifické zdravotní problémy, které po opuštění klimatizované budovy odezní.

Osvětlení

Ze světelného hlediska mají prostory u oken vyhovující denní osvětlení. V polovině místnosti je často již sdružené osvětlení. To lze v některých případech zlepšit světélky, které jsou doplněny zářivkovými svítidly (obr. 4).

Do prostorů, které nesplňují ani požadavky na sdružené osvětlení, by měly být umístovány pouze skříně a regály. Při použití venkovních, popř. vnitřních žaluzií se však hladina denního osvětlení značně změní.

Podívejme se na prostory v těchto budovách z pohledu pracovníka, který sedí u PC. Z hlediska osvětlení jde o místa s dlouhodobým pobytem s náročnou zrakovou činností. Jaké jsou požadavky na osvětlení, stanovuje NV č. 361/2007 Sb., které se odvolává na technické normy. Jsou zde stanoveny i podmínky ochrany zdraví při práci se zobrazovacími jednotkami. Normy určují, co vše musí uvádět projektant.

V kancelářích je velmi často položen tmavý zatěžový koberec. Jestliže je černý či hodně tmavý, nesplňuje požadavky norem na denní osvětlení (ČSN 73 0580-1; doporučená odraznost 0,3) ani na umělé osvětlení (ČSN EN 12464-1; doporučená odraznost 0,1 až 0,5).

Ta samá situace nastává při použití černého podhledu (ČSN 73 0580-1; doporučený činitel odrazu 0,7, ČSN EN 12464-1; doporučený činitel odrazu 0,6 až 0,9).

Požadavky norem nesplňuje ani černý nábytek; v tomto případě jde i o jasové poměry (Národní příloha Z1 ČSN 12464-1; optimální poměr jasů místa zrakového úkolu : bezprostřednímu okolí úkolu : jasů pozadí prostoru je 10:4:3). Nesprávné je také příliš monotónní (šedé) vybavení kanceláře (viz obr. 5).

Požadavek NV č. 361/2007 Sb. na jas obrazovky (nesmí být menší než 35 cd/m²) u dnes již kvalitních zobrazovacích jednotek bývá splněn.

Světlopropouštějící stěny nesmí způsobovat přímé oslnění a odrazy na obrazovkách. To všichni chápou, ale u prosklených stěn kanceláří splnění tohoto požadavku stále není samozřejmostí. Ne všechna okna jsou vybavena regulovatelnými žaluziemi k tlumení denního vnějšího světla, přestože to NV č. 361/2007 požaduje. Jestliže je osvětlovacím otvorem v zorném poli pracovníka celá pro-

sklená stěna, není splněn požadavek ČSN 730580-1 (při úhlu pohledu menším než 60° od obvyklého směru pohledu nemá poměr jasů pozorovaného předmětu a oblohy přesahovat hodnotu 1:200).

Poměr průměrných jasů v zorném poli pozorovatele mezi pozorovaným předmětem a:

- a) plochami bezprostředně jej obklopujícími (jeho pozadím) má být 1:1 až 3:1 (ve skutečnosti jas obrazovky : jas stěny = 1:22),
- b) vzdálenými tmavými plochami má být 1:1 až 10:1 (ve dne nejsou),



Obr. 7. Svítící budova v noci

- c) vzdálenými světlými plochami má být 1:1 až 1:10 (ve skutečnosti jas obrazovky : jas oblohy = 1:35).

Ve vyhlášce o technických požadavcích na stavby č. 268/2009 Sb. v § 16 – úspory energie a tepelná ochrana, jsou stanoveny tyto požadavky:

(1) Budovy musí být navrženy a provedeny tak, aby spotřeba energie na jejich vytápění, větrání, umělé osvětlení, popřípadě klimatizaci byla co nejnižší (obr. 7).

(2) Budovy s požadovaným stavem vnitřního prostředí musí být navrženy a provedeny tak, aby byly dlouhodobě po dobu jejich užívání zaručeny požadavky na jejich tepelnou ochranu splňující:

- a) tepelnou pohodu uživatelů,
- d) nízkou energetickou náročnost budov.

Položme si otázku: Jsou tyto budovy skutečně tak úsporné?

(3) Požadavky na tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov jsou dány normovými hodnotami.

Závěr

Velkoplošné prosklené kanceláře z mnoha hledisek nesplňují požadavky platných předpisů. Pro architektky předpisy zřejmě neplatí nebo jejich dodržování nikdo nekontroluje. Za architektonické skvosty dožívají ceny. Kam se ztratily potřeby zaměstnanců? Zřejmě by si měli páni architekti vyzkoušet v takové kanceláři sami pracovat. Neplnění předpisů již v projektu se nese s každou stavbou dále. Správné umístění více pracovišť s PC podle NV č. 361/2007 Sb. § 50 (aby nevznikaly refle-

xy ze svítidel či z jiných zdrojů, jako jsou okenní otvory, světlé stěny, nábytek apod.) v takovémto prostoru je často nemožné.

Literatura:

- [1] ČSN EN ISO 7730 – Ergonomie tepelného prostředí – Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního tepelného komfortu.
- [2] Nařízení vlády č. 68/2010 Sb., kterým se mění NV č. 361/2007 Sb.
- [3] Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
- [4] Vyhláška o technických požadavcích na stavby č. 268/2009 Sb.
- [5] ČSN 12464-1 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – část 1: Vnitřní pracovní prostory (3/2004) + změna Z1 (národní příloha 5/2005).
- [6] ČSN 36 0020 Sdružené osvětlení. 2/2007.
- [7] ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov – Část základní požadavky. 6/2007.
- [8] ČSN 73 0580-4 Denní osvětlení budov – Část 4: Denní osvětlení průmyslových budov. 9/1994.

Recenze: Ing. Pavel Stupka, ZÚ se sídlem v Plzni