

Hygienické požadavky na vnitřní prostředí staveb

Každý prostor, kde se zdržují lidé, musí být pro zajištění zdravotně nezávadného prostředí větratelný a dostatečně větraný. Naše předpisy, i když ne vždy hovoří stejně, nám poskytují dostatek podkladů pro řešení. Realita je ale občas zcela jiná.

1 Úvod

Vycházíme-li z hygienických požadavků, je kvalita vnitřního prostředí budov popsána souhrnem fyzikálních, chemických a biologických ukazatelů a měla by být zaručena dodržením stanovených limitů na jednotlivé faktory tak, aby bylo vyloučeno zdravotní riziko pro člověka, nebo vymezeno alespoň „přijatelné riziko“ tam, kde působení škodlivin je bezprahové a žádné „bezpečné limity“ stanovit nelze.

Opatření, které dodržení těchto limitů zajistí, je dostatečné větrání – vznikající „škodliviny“ jsou z prostředí odvedeny, nebo alespoň je jejich koncentrace snížena na přípustnou hodnotu nepoškozující zdraví člověka. Přestože větrání je opatření energeticky značně náročné a v současném trendu šetření energií se hledají všechny možné cesty úspor, je nutné zdůraznit, že hygienické a provozní požadavky (tedy i větrání) musí být vždy nadřazeny požadavkům energetickým.

2 Platné předpisy

Obecně vychází právně závazné hygienické požadavky na jednotlivé faktory prostředí a větrání ze zákonů:

- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) v platném znění.
- Zákon č. 20/1966 Sb., o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů – především zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce v platném znění.
- Zákon č. 309/2006 Sb., o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Některé jednotlivé požadavky vyplývají i z „atomového zákona“, „chemického zákona“, „zákona o odpadech“, „zákona o léčivech“ a řady dalších.

Podrobněji jsou „hygienické požadavky“ rozpracovány v prováděcích předpisech k těmto zákonům. K dispozici máme jednotlivá nařízení vlády a vyhlášky, nahrazující původní „hygienické předpisy“. V oblastech, které nejsou těmito předpisy pokryté, pomohou požadavky norem, které mohou být právně zezávněny odkazem na normové hodnoty v příslušném nařízení vlády nebo vyhlášce, jinak jsou pouze doporučením vycházejícím z dosažené úrovně poznání řešené problematiky.

Někdy je stanovení konkrétních požadavků na kvalitu vnitřního prostředí problematické, protože v předpisech nejsou požadavky na jednotlivé faktory vnitřního prostředí staveb vždy jednotné, nebo v posledních novelizacích předpisů zcela chybí – viz Tab. 1. Můžeme je hledat podle jednotlivých typů prostředí, ke kterým se vztahují – pracovní prostředí, školská a stravovací zařízení, bazény a sauny, pobytové prostory, příp. podle jednotlivých fyzikálních faktorů – hluk, vibrace, neionizující záření, radiační ochrana apod. Oblast bytů a bytových domů (s výjimkou hluku) je v současné době pokryta pouze stavebními předpisy, kde jsou u bytů požadavky na vnitřní prostředí řešeny odkazem na normové hodnoty.

Typ prostředí	Předpis	Existují limity pro:
pracovní	NV č. 361/2007 Sb., ve znění NV č. 93/2012 Sb.	MKL, chemické látky a prašnost, osvětlení, větrání
stravovací	vyhláška č. 137/2004 Sb. ve znění č. 602/2006 Sb.	žádné limity neexistují
školské	vyhláška č. 343/2009 Sb.	MKL, osvětlení, větrání
pobytové	vyhláška č. 6/2003 Sb.	MKL, chemické látky a prašnost, výskyt mikroorganismů, výskyt roztočů
bazény, sauny	vyhláška č. 238/2011 Sb.	MKL, osvětlení, větrání, mikrobiální kontaminaci vody
vnitřní prostředí staveb	vyhláška č. 20/2012 Sb.	větrání, koncentrace CO ₂
Pozn.: NV = nařízení vlády MKL = mikroklima (teploty, relativní vlhkost, rychlost proudění vzduchu)		

3 Pracovní prostředí

3.1 Tepelně vlhkostní podmínky

Zde došlo k výrazným změnám v poslední novelizaci vlády č. 361/2007 Sb., která je uvedena pod číslem 93/2012 Sb. (předchozí novelizace měla číslo 68/2010 Sb.). Opakovaně byla upravena část řešící tepelnou zátěž zaměstnanců, došlo ke změně limitů i sledovaných teplotních veličin, zavedena byla i veličina nová – stereoteplota. Základní teplotní veličinou je stále změřená výsledná teplota kulového teploměru t_g , nebo vypočítaná teplota operativní t_o .

Třída práce	Energetický výdej M [W.m ⁻²]	$t_{o \min}$ nebo $t_{g \min}$ [°C]	$t_{o \max}$ nebo $t_{g \max}$ [°C]	Rychlost proudění v_a [m.s ⁻¹]	Relativní vlhkost Rh [%]
I	≤ 80	20	27	0,01 až 0,2	30 až 70
IIa	81 až 105	18	26		
IIb	106 až 130	14	32	0,05 až 0,3	
IIIa	131 až 160	10	30		
IIIb	161 až 200	10	26	0,1 až 0,5	
IVa	201 až 250	10	24		
IVb	251 až 300	10	20		
V	301 a více	10	20		

Dodržení přípustných teplot podle této tabulky se nevyžaduje za mimořádně teplého dne, kterým se rozumí den, kdy nejvyšší teplota venkovního vzduchu dosáhla hodnoty vyšší než 30 °C.

Zcela samostatně jsou dále řešena klimatizovaná pracoviště, kde klimatizace je použita nikoli z důvodů technologických požadavků na prostředí, ale k zajištění optimální pohody prostředí. Pracoviště jsou ještě rozdělena do tří kategorií (A, B, C), podle požadované kvality prostředí a náročnosti vykonávané činnosti:

Kategorie A platí pro klimatizovaná pracoviště s požadovanou vysokou kvalitou prostředí, na nichž je vykonávána práce náročná na pozornost a soustředění.

Kategorie B platí pro klimatizovaná pracoviště s požadovanou střední kvalitou prostředí při práci vyžadující průběžnou pozornost a soustředění.

Kategorie C platí pro ostatní klimatizovaná pracoviště – podrobně tab. 3.

Tab. 3 Přípustné hodnoty nastavení mikroklimatických podmínek pro klimatizované pracoviště třídy I a IIa								
Třída práce	Energetický výdej M [$W \cdot m^{-2}$]	Kategorie	Klimatizovaná pracoviště				Rychlost proudění vzduchu [$m \cdot s^{-1}$]	Relativní vlhkost Rh [%]
			Nastavení vytápění		Nastavení chlazení			
			Tepelný odpor oděvu 1,0 clo		Tepelný odpor oděvu 0,5 clo			
			$t_{o \min}$ ($t_{g \min}$) [$^{\circ}C$]	$t_{o \min}$ ($t_{g \min}$) [$^{\circ}C$]	$t_{o \min}$ ($t_{g \min}$) [$^{\circ}C$]	$t_{o \min}$ ($t_{g \min}$) [$^{\circ}C$]		
I	≤ 80	A	22	$\pm 1,0$	22	$\pm 1,0$	0,05 až 0,2	30 až 70
		B		$\pm 1,5$		$\pm 1,5$ $-1,0$		
		C		$+2,5$ $-2,0$		$+2,5$ $-2,0$		
IIa	81–105	A	20	$\pm 1,0$	20	$\pm 1,0$		
		B		$\pm 1,5$		$\pm 1,5$ $+1,0$		
		C		$+2,5$ $-2,0$		$+2,5$ $-2,0$		

Obdobným způsobem jsou v NV č. 93/2012 Sb. stanoveny i limity pro působení rozdílné horizontální tepelné zátěže na úrovni hlavy zaměstnance – působení teplých a chladných povrchů. Dále jsou uvedeny i limitní rozdíly výsledných teplot mezi hlavou a kotníky při dané teplotě v úrovni hlavy zaměstnance.

3.2 Chemické látky a prašnost

V NV jsou uvedeny seznamy většiny v pracovním prostředí se vyskytujících látek a typů prachů a jsou pro ně stanoveny limitní hodnoty:

- Pro chemické látky přípustné expoziční limity (PEL), tj. celosměnově vážené průměry a nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P), tj. časově vážený průměr po dobu nejvýše 15 min.
- Pro prašnost přípustné expoziční limity (PEL).

V obou těchto oblastech došlo k doplnění a zpřesnění limitů pro nově uváděné i starší látky.

3.3 Osvětlení

Požadavky jsou stanoveny odkazem na normy: ČSN 73 0580 Denní osvětlení budov, ČSN 36 0020 Sdružené osvětlení a ČSN EN 12464-1 Světlo a osvětlení. Novelizace norem na osvětlení je předmětem dalšího sdělení.

3.4 Větrání

Množství vyměňovaného vzduchu se určuje s ohledem na vykonávanou práci a její fyzickou náročnost. Minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště musí být:

- $25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd práce I nebo IIa na pracovišti bez přítomnosti chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění (to je nově uvedená dávka vzduchu, která je v souladu s minimálními požadavky stavební vyhlášky),
- $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd práce I nebo IIa na pracovišti s přítomností chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění,
- $70 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd práce IIb až IIIa,
- $90 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd práce IVa až V.

Pokud je na pracovišti povoleno kouření, zvyšuje se dávka vzduchu o $10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Je-li na pracoviště přístup veřejnosti (např. supermarkety apod.), zvyšuje se množství přiváděného venkovního vzduchu úměrně předpokládané zátěži 0,2 až 0,3 osoby/ m^2 nezastavěné podlahové plochy.

4 Školská zařízení

Požadavky na jednotlivé faktory vnitřního prostředí jsou řešeny vyhláškou č. 410/2005 Sb. ve znění vyhlášky č. 343/2009 Sb.

Jsou zde uvedeny požadavky na mikroklimatické podmínky a větrání, chemické látky a prašnost se řeší podle vyhlášky č. 6/2003 Sb. pro pobytové prostory. Bohužel chybí limit pro koncentrace CO_2 , jehož nárůst v utěsněných a nedostatečně větraných školských budovách je v současnosti vysoký a má za následek nadměrnou únavu, nesoustředěnost i drobné zdravotní obtíže žáků i učitelů.

Uváděné dávky vzduchu jsou označeny jako „intenzita větrání čerstvým vzduchem“ – viz tab. 4. Osvětlení je opět řešeno odkazem na normové hodnoty.

Tab. 4 Intenzita větrání čerstvým vzduchem v zařízení a provozovnách pro výchovu a vzdělávání

Typ prostoru	Výměna vzduchu [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]
Učebny	20 až 30 na 1 žáka
Tělocvičny	20 až 90 na 1 žáka *
Šatny	20 na 1 žáka
Umývárny	30 na 1 umyvadlo
Sprchy	150–200 na 1 sprchu
Záchody	50 na 1 kabinu 25 na 1 pisoár

* s ohledem na využití tělocvičny

Tab. 5 Celoročně přípustné parametry mikroklimatických podmínek

Typ prostoru	Výsledná teplota			Rychlost proudění v_a [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]	Relativní vlhkost Rh [%]
	$t_{g \text{ min}}$ [$^{\circ}\text{C}$]	$t_{g \text{ opt}}$ [$^{\circ}\text{C}$]	$t_{g \text{ max}}$ [$^{\circ}\text{C}$]		
Učebny	20	22 ± 2	28	0,1 až 0,2	30 až 65
Tělocvičny	18	20 ± 2	28	0,1 až 0,2	30 až 65
Umývárny	20	22 ± 2	28	–	–
Sprchy	24	–	–	0,1 až 0,2	30 až 65
Záchody	18	–	–	0,1 až 0,2	30 až 65
Chodby	18	–	–	0,1 až 0,2	30 až 65

Přínosem novelizovaného znění vyhlášky je, že bere v úvahu utěšňování prostor novými okny a požaduje: „Přirozené větrání musí být v případě těsných oken zajištěno systémy mikroventilace nebo větracími štěrbinami“. A dalším požadavkem, který se v jiných předpisech nevyskytuje, je požadavek na čištění VZT, kdy vyhláška říká, že „úklid je třeba provádět i „pravidelnou údržbou nuceného větrání nebo klimatizace a čištěním vzduchotechnického zařízení ...“.

5 Pobytové prostory

Vyhláška č. 6/2003 Sb. - vůbec neřeší větrání, jen mikroklimatické podmínky, ale dost zmatečně – nerozlišuje např. u sportovních hal jejich využití – požaduje stejné teploty pro zimní stadiony i tenisové haly apod. Je zde uvedeno i několik limitů pro chemické látky a prach (chybí však základní limit pro CO_2) a mikrobiologické limity.

Tab. 6 Celoročně přípustné teploty v obytných prostorách podle vyhlášky č. 6/2003 Sb. při rychlosti proudění vzduchu 0,13 až 0,25 m.s⁻¹ a relativní vlhkosti 30 až 65 %

Typ obytné místnosti	výsledná teplota t_g [°C] období roku	
	teplé	chladné
Ubytovací zařízení	24,0 ± 2,0	22,0 ± 2,0
Zasedací místnost staveb pro shromažďování většího počtu osob	24,5 ± 1,5	22,0 ± 2,0
Haly kulturních a sportovních zařízení	24,5 ± 1,5	22,0 ± 2,0
Učebny	24,5 ± 1,5	22,0 ± 2,0
Ústavy sociální péče	24,0 ± 2,0	22,0 ± 2,0
Zdravotnická zařízení	24,0 ± 2,0	22,0 ± 2,0
Výstaviště	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,0
Stavby pro obchod	23,0 ± 2,0	19,0 ± 3,0

6 Obytné prostory, byty a bytové domy

Tentokrát ve stavební vyhlášce, tj. ve vyhlášce č. 20/2012 Sb. Tato novelizace předchází vyhlášky č. 268/2009 Sb. jednoznačně stanovuje požadavky na větrání, rozlišuje obytné místnosti a obytné místnosti.

6.1 Obytné místnosti

Jsou definované jako prostory, které svou polohou, velikostí a stavebním uspořádáním splňují požadavky, aby se v nich zdržovaly osoby. Je požadováno, aby v době pobytu osob bylo množství vyměňovaného venkovního vzduchu 25 m³/h na osobu, nebo minimální výměna vzduchu 0,5 h⁻¹. Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý CO₂, jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu 1500 ppm (což je požadavek značně změkčený, původní limit byl 1000 ppm). Je to jediný předpis, kde je CO₂ označen jako základní škodlivina. Přestože není cítit, velmi podstatně se podílí se pocitu pohody, únavě, nesoustředěnosti i drobných zdravotních potíží – viz tab. 7.

Tab. 7 Účinky CO ₂ na lidský organismus	
Koncentrace [ppm]	Účinky
cca 350	úroveň venkovního prostředí
do 1000	doporučená úroveň CO ₂ ve vnitřních prostorách
1200–1500	doporučená maximální úroveň CO ₂ ve vnitřních prostorách
1000–2000	nastávají příznaky únavy a snižování koncentrace
2000–5000	nastávají možné bolesti hlavy
5000	maximální bezpečná koncentrace bez zdravotních rizik
> 5000	nevolnost a zvýšený tep
> 15000	dýchací potíže
> 40000	možná ztráta vědomí

6.2 Obytné místnosti

Musí mít zajištěno dostatečné větrání venkovním vzduchem a vytápění v souladu s normovými hodnotami. Podrobné požadavky na větrání bytů a bytových domů včetně doporučených systémů větrání, celé koncepce větrání bytů a vzorových výpočtů uvádí ČSN EN 15665/Z1.

Je samozřejmě možné použít požadavky na větrání i z dalších norem (např. ČSN 73 0540-2), ale nikde nejsou tak komplexně zpracované, jako v ČSN EN 15665/Z1.

Požadavek	Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu)		Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)		
	Intenzita větrání [h ⁻¹]	Dávka venkovního vzduchu na osobu [m ³ /(h·os)]	Kuchyně [m ³ /h]	Koupelny [m ³ /h]	WC [m ³ /h]
Minimální hodnota	0,3	15	100	50	25
Doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50

V době, kdy obytné budovy nejsou dlouhodobě využívány, je možné snížit intenzitu větrání až na 0,1 h⁻¹. Norma upozorňuje na skutečnost, že větrání infiltrací spárami oken nelze pro budovy s těsnými okny použít, řeší i malou účinnost rotačních větracích hlavíc a větrání prostorů s plynovými spotřebiči typu A a B – odkazem na požadavky TPG 70401 Odběrná plynová zařízení a spotřebiče na plyná paliva v budovách. Tento odkaz je velmi důležitý, protože v utěsněných prostorách je potom užívání těchto spotřebičů velmi problematické:

1. Spotřebič typu A, např. sporák – bere si spalovací vzduch z prostředí a spaliny v prostředí zůstávají a musí se větráním odvést, zároveň musí být zajištěn dostatečný přívod spalovacího vzduchu. Není-li přívod vzduchu zajištěn, nemůže problém vyřešit sebevýkonnější digestoř. Nemá co odvádět, pouze vytvoří podtlak, při kterém může dojít až ke zhasnutí plamene a úniku plynu do prostoru s fatálními důsledky.

- Spotřebič typu B, např. plynový kotel na vytápění a ohřev vody umístěný v bytě – bere si spalovací vzduch z prostředí, spaliny jsou odváděny mimo prostor. Není-li zajištěn dostatečný přívod spalovacího vzduchu, dochází k problémům jako v předchozím případě, navíc použití digestoře v ostatní části utěsněného bytu může vytvořit takový podtlak, že obrátí komínový tah a spaliny se vrací zpět do bytu.

V současně době stále přibývá otrav oxidem uhelnatým, které jsou vyvolány právě touto popsanou situací. Při nuceném větrání bytů s plynovými spotřebiči musí chod vzduchotechniky vždy respektovat provoz plynových spotřebičů.

Pokud bychom chtěli řešit koncentraci CO₂ v bytech, máme k dispozici ČSN EN 15251, kde jsou limity rozděleny do kategorií podle požadavků na kvalitu prostředí a nejsou dány absolutní hodnotou, ale zvýšením nad koncentrací venkovní.

kategorie	CO ₂ [ppm]
I	350
II	500
III	800
IV	> 800

Pozn.:

- Kategorie I vysoká úroveň očekávání – používá se pro prostředí se speciálními požadavky, u zdravotně oslabených osob apod.
- Kategorie II normální prostředí – používá se pro nové a rekonstruované budovy
- Kategorie III přijatelné prostředí – pro staré budovy
- Kategorie IV má omezené použití, jen pro část roku

Zajištění dostatečného větrání není už v současné době možné v řadě případů řešit pouze přirozeným větráním, tj. infiltrací těsných oken, která se blíží nule. Řešením může být řízené přirozené větrání, tj. otevírání větracích elementů (ať už jsou součástí oken, nebo fasády) na základě údajů čidel vlhkosti, CO₂ i jiné škodliviny v prostředí vznikající, nebo větrání nucené, příp. klimatizace. Bez nuceného větrání se většinou neobejdou nízkoenergetické stavby. A tady vzniká otázka, jak to vypadá s údržbou a čištěním vzduchotechnických zařízení v bytech a rodinných domech. S „velkou vzduchotechnikou“ v průmyslu, hotelech, nemocnicích apod. s čištěním moc zkušeností není – předpisy tuto činnost nenařizují, jen požadují, že vzduchotechnika nesmí být zdrojem jakékoli kontaminace. Když se v rámci nějakého čištění podíváme, co všechno se po delším provozu usadí a naroste ve vzduchotechnických rozvodech, je otázka čistoty bytové vzduchotechniky dost aktuální. Mnoho podkladů zatím není. Pracoviště SZÚ Praha provedlo mikrobiální vyšetření vzduchotechniky ve dvou rodinných domech a jednom bytě s následujícími výsledky.

Tab. 10 Výsledky mikrobiologického rozboru		
Lokalita	Počet mikroorganismů / stěr	
Označení vzorku, místo odběru	Bakterie	Plísně
Lány		
Celkové množství vzduchu 130 m ³ /hod, průměrně na distribuční prvek 30–35 m ³ /hod, v provozu asi osm let, výměna filtrů každé 3–4 měsíce		
L1 – zemní kolektor	1875	988
L2 – obývací pokoj – podlaha u konvektoru	13	38
L3 – ložnice – vyústka strop	13	13
L4 – ložnice – vyústka strop přívod	25	50
L5 – ložnice – vyústka strop odtah	25	nd
Slaný		
Jednotka spíná dle CO ₂ , blower door test 0,4 – těsnost obálky, v provozu jeden rok – novostavba		
S1 – filtr ve VZT na straně přívodu vzduchu do místností	25	nd
S2 – ložnice – distribuční prvek 50 /200 mm (jinak potrubí kruhové)	nd	nd
S3 – filtr – odtah koupelna – výměna cca před 10 dny	500	nd
Praha-Milíčov		
Ukázkový byt, v provozu asi 15 měsíců – nárazově		
M1 – obývací pokoj – podlaha	13	88
M2 – obývací pokoj – podlaha vyústka + konvektor	75	63
M3 – filtr VZT	nd	13
M4 – ložnice	25	125

Detekované bakterie *Micrococcus luteus* a všechny izolované plísně převážně z rodu *Penicillium*, *Alternaria tenuissima*, *Cladosporium herbarum* a *Cladosporium cladosporioides* patří ke vzdušné mikroflóře, která nepředstavuje riziko ohrožení zdraví lidí. Bakterie a plísně izolované ze všech vyšetřovaných míst patří podle nařízení vlády č. 361/2007 Sb. ve znění mezi biologické činitele skupiny 1, u nichž není pravděpodobné, že by mohly způsobit onemocnění člověka.

V těchto případech se tedy neprokázal nějaký negativní vliv vzduchotechniky na zdraví jejich uživatelů, ale je jasné, že jde o technické zařízení, které bude dobrým služebníkem jen při správné údržbě a čištění.

7. Závěr

Každý prostor, kde se zdržují lidé, musí být pro zajištění zdravotně nezávadného prostředí větratelný a dostatečně větráný. Naše předpisy, i když ne vždy hovoří stejně, nám poskytují dostatek podkladů pro řešení. Realita je ale občas zcela jiná. Dochází masivně k výměně starých oken za okna nová, zcela těsná, která maximálně omezují přirozené větrání prostorů infiltrací, ale jiný systém větrání se při výměně oken již neřeší. Kvalita prostředí v současných utěsněných bytech, učebnách i výrobních prostorách je většinou velmi špatná, ať už se jedná o vysoké koncentrace oxidu uhličitého, řady chemických látek, vysokou vlhkost vzduchu doprovázenou růstem plísní a v neposlední řadě i o spaliny z plynových spotřebičů. Jediným důvodem je nedostatečné větrání utěsněných prostor.