

Kvalita vzduchu v panelákovém bytě v zimním období – část 1.

Miloš Bajgar

Príspevek autora, kromě posouzení naměřených hodnot kvality ovzduší v bytě, také ukazuje, že je v současné době již dostupné a možné si pořídit přístroje k domácímu měření a jednoduchými postupy si udržovat zdravější klima bydlení.

Recenzent: Vladimír Galád

Pokud bydlíte v panelákovém bytě a v zimním období se vám nedaří vyhnout běžným respiračním chorobám, nachlazením nebo chřipkám, pak by vás mohla zajímat jedna z možných příčin. Situace se rovněž týká bytů v rodinných domcích bez rekuperačního větrání.

Proč někteří z nás onemocní a jiní ne, i když se pohybují prakticky ve stejném, nebo obdobném prostředí? Na jedné straně to jistě závisí na našem více či méně odolném imunitním systému, na straně druhé je to i schopnost vyvarovat se nepříznivým vlivům, které na nás v bytech agresivně působí.

Především se jedná o vysokou koncentraci oxidu uhličitého CO_2 , nízkou relativní vlhkost vzduchu – pod 40 % a koncentraci těkavých organických sloučenin.

Lidé si často stěžují na kvalitu vzduchu, i když první dva ukazatele vykazují optimální úroveň. Kvalitu vzduchu uvnitř budov snižují totiž také zápachy: cigaretový kouř, výpary z vybavení interiérů, vaření na plynovém sporáku, osvěžovače vzduchu, vonné tyčinky atd. Ty spadají do skupiny těkavých organických sloučenin, které se označují pod zkratkou VOC – Volatile Organic Components. Koncentrace těchto látek může být až 100krát vyšší v interiéru než ve venkovním ovzduší. Zvláště nebezpečný je pak formaldehyd, benzen, a fenol. Vliv VOC se přepočítává na koncentraci CO_2 .

Mezi koncentrací VOC a CO_2 ve vzduchu v interiérech lze často pozorovat určitou korelaci, která je dána především přítomností lidí. Jak uvidíme z provedených měření, koncentrace obou těchto skupin stoupají po vyvětrání místnosti podobně.

Na měření kvality vnitřního vzduchu lze využít tři základní typy přístrojů.

Vlhkoměry nebo domácí meteorologické stanice k měření vlhkosti vzduchu, monitory CO_2 ke zjištění koncentrace CO_2 , monitory kvality vzduchu (AIR QUALITY MONITOR) na ostatní škodliviny.

Měření venkovní a vnitřní teploty + relativní vlhkost vzduchu

Dnešní moderní technika vytápění s termostatickými ventily umožňuje udržovat teplotu vnitřního vzduchu v místnosti v poměrně úzkém rozmezí nastavené hodnoty.

Ukázalo se, že udržování konstantní teploty není pro lidský organismus optimální. Za optimální se považuje stav, kdy vnitřní teplota kolísá ± 1 až 2°C kolem optimální teploty, kterou může každý člověk vnímat rozdílně s ohledem na věk nebo pohlaví. Častější krátké větrání zcela otevřeným oknem, při kterém dochází jen k mírnému a krátkodobému snížení teploty vzduchu v místnosti, není na škodu. Ba právě naopak.



▲ Obr. 1 ● Příklad meteostanice

Meteostanice neslouží jen jako venkovní teploměr. Učí nás vnímat i rozdíly mezi vnitřní a venkovní relativní vlhkostí vzduchu. Může nám přijít divné, proč při venkovní teplotě například -5°C je venkovní relativní vlhkost vzduchu 80 %, zatímco vnitřní jen 25 %, tedy hluboko pod optimální hodnotou. S klesající venkovní teplotou klesá i relativní vlhkost vnitřního vzduchu. Proč tomu tak je se dá vyčíst z h-x diagramu vlhkého vzduchu, to ale již přechází rámec tohoto článku.

Optimální relativní vlhkost vnitřního vzduchu se pohybuje v rozmezí 40 až 60 %.

Vzduch, jehož vlhkost klesá pod 40 %, častěji pod 35 % nebo i pod 25 % vysušuje nosní, krční i oční sliznice a zvyšuje tak riziko bakteriální nebo virové infekce.

Častější větrání má na jedné straně příznivý vliv na člověka tím, že snižuje koncentraci CO_2 a VOC, na druhé straně výrazně snižuje relativní vlhkost vnitřního vzduchu pod fyziologické hodnoty.

Je tedy třeba znát limity, ve kterých se mají hodnoty v bytě pohybovat, a v jejich mezích se snažit byt udržovat.

Měření koncentrace CO_2

Obvyklá kvalita venkovního vzduchu obsahuje 360–400 ppm CO_2 , vydechovaný vzduch má koncentraci 35000–50000 ppm. Doporučená úroveň vzduchu v místnostech se udává 800–1000 ppm. Při koncentraci ≥ 1000 ppm lze již pozorovat příznaky únavy a sníženou schopnost soustředění.

Měřicí rozsah přístroje na obr. 2 je 0–3000 ppm. V uzavřené místnosti se dvěma osobami může být horní hranice přístroje překročena již po 4–5 hodinách.



▲ Obr. 2 ● Příklad monitoru CO₂

Měření koncentrace škodlivin



▲ Obr. 3 ● Příklad monitoru kvality vzduchu

Čidlo kvality vzduchu v těchto Air Quality Monitorech detekuje více než 5000 škodlivých látek v ovzduší. Naměřené hodnoty jsou zobrazovány v ekvivalentu ppm CO₂, při zachování kompatibility s větracími normami pro CO₂.

Vadou na kráse tohoto jinak kvalitního přístroje je, že mezi detekovatelnými škodlivinami není CO₂, což se v návodu bohužel nedočtete. Při jednoduchém pokusu se sifonovou lahví na CO₂ bombičky přístroj po vypuštění plynu z láhve ukazuje stále stejnou hodnotu, zatímco měřič CO₂ spustí okamžitě alarm (ppm ≥ 3000).

Měření

Měření je ovlivněno nejenom počátečním stavem venkovního a vnitřního vzduchu (teplota a vlhkost), ale samozřejmě i tím, zda jsou v místnosti otevřena okna a dveře. U oken hraje roli i to, zda je okno zcela otevřené, otevřené vyklopením nebo pootevřené na mikroventilaci.

Čas	t_e [°C]	f_e [%]	t_i [°C]	f_i [%]	ppm AQM	ppm ZG 106
1:00	–5,4	80	21,6	30	1100	902
1:02	–5,4	80	19,5	21	650	748
1:07	–5,4	80	19,5	21	800	835
6:00	–6,6	85	21,0	23	2100	3000

▲ Tab. 1 ● I. měření – zavřené okno i dveře

t_e [°C] – venkovní teplota, f_e [%] – venkovní relativní vlhkost, t_i [°C] – vnitřní teplota, f_i [%] – vnitřní relativní vlhkost, ppm AQM – údaj Air Quality Monitoru, ppm ZG 106 – koncentrace CO₂

Čas	t_e [°C]	f_e [%]	t_i [°C]	f_i [%]	ppm AQM	ppm ZG 106
6:50	–6,6	85	20,5	31	850	900
9:10	–6,1	85	19,3	26	550	814

▲ Tab. 2 ● II. měření – otevřené dveře, mikroventilace 4 mm u okna

Zatímco ve dne můžeme intenzitu větrání řídit podle údajů monitorovacích zařízení, během spánku tuto možnost nemáme. Následující měření bylo prováděno výše citovanými přístroji v noci v místnosti o ploše 12 m², s výškou 2,55 m a s objemem 30,6 m³. Při prvním měření bylo zavřené okno i dveře, měření trvalo 5 hodin. Vstupní hodnoty a výsledky jsou uvedeny v tab. 1.

Na počátku měření byla relativní vlhkost vzduchu $f_i = 30$ %. Po dvouminutovém větrání klesla na 21 %. Monitor AQM ukazuje 650 ppm, koncentrace CO₂ podle ZG 106 byla 748 ppm.

Po pěti hodinách se relativní vlhkost zvýšila o 2 %, kvalita ovzduší se zhoršila na 2100 ppm, tedy o 1100 ppm, tj. prakticky na dvojnásobek.

Ve stejném intervalu 5 h, při koncentraci CO₂ přesahující 3000 ppm, přístroj ZG 106 spustil alarm. Doporučená hodnota 1000 ppm se zvýšila trojnásobně! i když byla vnitřní relativní vlhkost vzduchu téměř poloviční oproti minimální doporučené hodnotě!

Pomůže nám mikroventilace okna?

Snahou při druhém měření bylo udržet nebo snížit koncentraci škodlivin i koncentraci CO₂ pootevřením okna na mikroventilaci.

U pokoje v panelákovém bytě se nechaly otevřené dveře, aby se při spuštění centrálního odvětrání v některém z bytů na stoupačce o něco zvýšil přívod venkovního vzduchu.

Z tab. 2 je vidět, že se podařilo udržet kvalitu vzduchu za cenu snížení vnitřní teploty a snížení vlhkosti o 5 %. Mikroventilace u plastových oken, bez možnosti nastavení šířky infiltrační štěrby, nemůže zajistit kvalitní noční větrání místnosti. V tomto případě by, s ohledem na koncentraci CO₂, stačila menší spára.



▲ Obr. 4 ● Mikroventilace 4 mm

▼ Obr. 5 ● Mikroventilace 1 mm



Přiblížit se k optimálnímu stavu znamená, snížit v noci intenzitu výměny vzduchu. Naměřená šířka infiltrační spáry plastového okna, při nastavení ovládací páky okna na mikroventilaci, byla 4 mm.

Menší šířku spáry je možné nastavit při uzavírání okna tak, že vložíme naskládané papíry tl. cca 0,8–2,0 mm, které se v mezeře musí volně pohybovat. V této poloze ponecháme ovládací páku okna a zopakujeme měření.

Koncentrace škodlivin je podle tab. 3 dlouhodobě pod hygienicky přípustným limitem, až na vlhkost vzduchu, které bude věnována následující kapitola. Počáteční nižší hodnota souvisí s předchozím větráním před začátkem měření. Samozřejmě se tloušťka infiltrační štěrbin může mírně měnit ručním zásahem v závislosti na venkovní teplotě a počtu osob v místnosti.

Připusťme, že by se dal vytvořit i jiný, dokonalejší způsob nočního větrání bez rekuperace, než je manipulace s ovládací klikou okna. Zanedbatelná není ani skutečnost, že při řízeném kontinuálním nočním větrání vniká do místnosti menší část prachu z venkovního vzduchu než při větrání mikroventilací.

Vlhčení vzduchu

Vzduch s nižším obsahem vlhkosti je pro mnoho lidí obtížněji dýchatelný, dostavuje se pocit podrážděných očí, suché nosní a krční sliznice. Dýchání suchého vzduchu může kromě potíží se spánkem zesilovat projevy alergií, astmatu a dalších problémů spojených s dýchací soustavou. V suchém vzduchu se daří bakteriím a virům. Nízká vlhkost může vést i k vysušování vlasů a pokožky.

Na obr. 6 je vidět vliv optimální relativní vlhkosti na redukcí škodlivých látek ze vzduchu. Obrázek ukazuje, z jakého důvodu je za optimální relativní vlhkost považována hodnota v rozmezí 40 až 60 %.

Zvýšit relativní vlhkost vzduchu v místnostech můžeme jen zvlhčovačem vzduchu. Zapomeňme, pro-

Čas	t_e [°C]	f_e [%]	t_i [°C]	f_i [%]	ppm AQM	ppm ZG 106
12:00	-2,7	57	20	25	650	900
18:00	-2,4	67	21,2	27	900	843

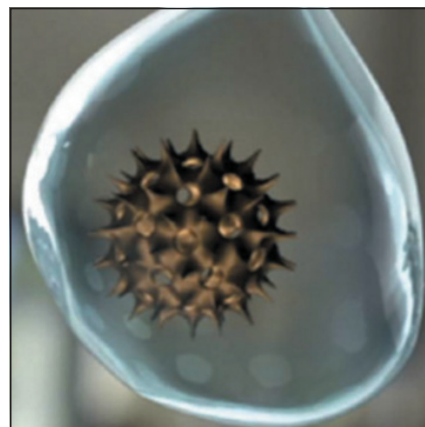
▲ Tab. 3 ● III. měření – otevřené dveře, mikroventilace zúžená na 1 mm, vlhčení

Čas	t_e [°C]	f_e [%]	t_i [°C]	f_i [%]	ppm AQM	ppm ZG 106	Voda [g]
0:20	-9,2	85	21,6	26	965	950	
0:22	-9,2	85	16,5	21	613	450	
5:22	-10,4	84	20,9	36	1210	1600	810

▲ Tab. 4 ● IV. měření zavřené okno

sím, na dřívě běžné odpařovače vody na radiátory. Jejich výkon není dostatečný k tomu, aby mohl vlhkost vzduchu v místnosti zvýšit na potřebnou úroveň. Na trhu je dnes velké množství přístrojů pracujících nejčastěji na ultrazvukovém principu. Ty mají jednu společnou nevýhodu. Ultrazvukem rozprášené kapky vody obsahují minerály, zejména vápník a hořčík. Kromě toho obsahují i bakterie. Když jsou kapky vody rozprášeny, voda se odpaří a na plochy zařízení bytu dopadne jemný bílý prášek, spolu s bakteriemi.

Modernější zvlhčovače pracující s technologií Nano Cloud, vytvářejí mnohem jemnější kapičky, které snižují přenos minerálů a bakterií. Ty zůstávají v nádržce na vodu, odkud se mohou snadno odstranit. Až 99 %

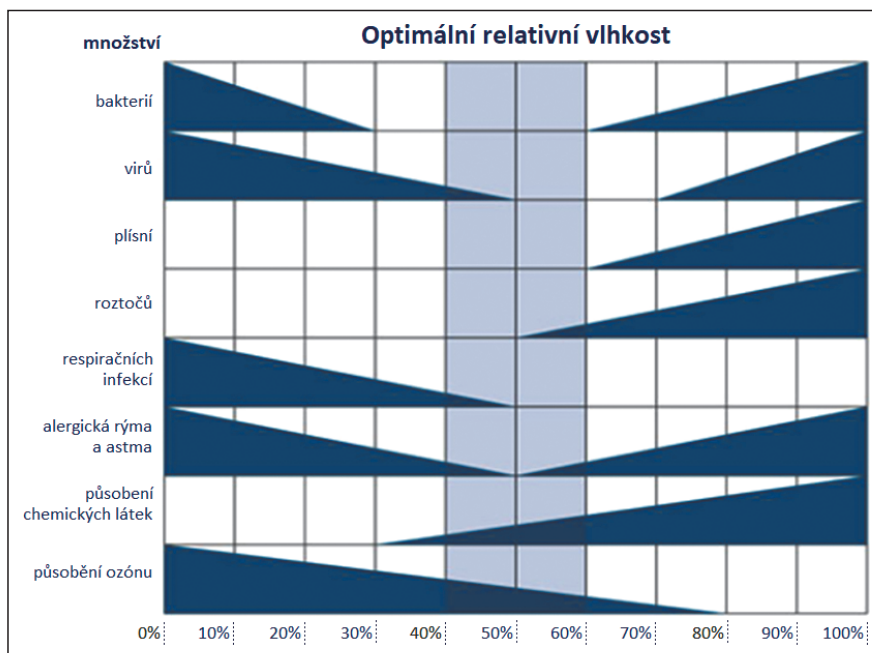


▲ Obr. 7 ● Bakterie v kapce vody

bakterií zachytí vestavěný filtr, který se má měnit po cca 3 měsících.

Čtvrté měření je zaměřeno na vlhčení. Účelem je orientačně zjistit, jaké množství odpařené vody dokáže zvýšit vlhkost vzduchu v místnosti a za jaký čas. Měření probíhalo ve stejné místnosti o objemu

▼ Obr. 6 ● Optimální úroveň relativní vlhkosti pro redukcí škodlivých látek





▲ Obr. 8 ● Zvlhčovač s technologií Nano Clout

30,6 m³. Množství přirozeně odpařené vody samozřejmě závisí i na venkovní a vnitřní teplotě a na relativní vlhkosti a také na tlaku vzduchu. Technické zvlhčování produkuje množství vlhkosti, které závisí na jeho výkonu, a proto musí být nepřekročení relativní vlhkosti hlídáno obsluhou, nebo automaticky.

Počáteční relativní vlhkost byla 26 %. Ta se po dvouminutovém větrání snížila na 21 %. Poté byl na 5 hodin zapnut ultrazvukový zvlhčovač vzduchu a vážením bylo zjištěno množství odpařené vody. Na zvýšení vlhkosti o 15 % bylo potřeba 810 g vody, tedy 162 g · h⁻¹. To jsou minimální hodnoty, které by měl zvlhčovač zvládat.

Otevřením dveří pokoje do bytu se zvýší objem prostor, kde se bude měnit vlhkost vzduchu. K dosažení stejné vlhkosti bude potřeba větší množství odpařené vody. Měření mimo jiné ukazuje na nepoužitelnost odpařovačů na radiátory. Odpařené množství vody je minimální, naopak se v nich množí bakterie, viry a plísně.

Čas	t_e [°C]	f_e [%]	t_i [°C]	f_i [%]	ppm AQM	ppm ZG 106
0:22	-2,4	85	16,5	21	613	450
8:30	-1,8	87	21,2	36	950	997

▲ Tab. 5 ● V. měření – otevřené dveře, okno na mikroventilaci (4 mm), vlhčení

Jaký by měl být ideální zvlhčovač? Měl by mít zásobník alespoň na 2 l vody, nebo více, s výkonem jemně rozptýlené vody minimálně 200 g · h⁻¹. Zvlhčovač s bakteriálním filtrem a jemné kapičky rozptýlované vodní mlhy značně snižují přenos minerálů a bakterií do prostoru. Plnit by se měl studenou pitnou vodou s nízkou koncentrací bakterií. Přístroj by měl mít nastavitelnou relativní vlhkost, kterou dokáže sám udržovat.

Poslední měření se týká nočního měření koncentrace CO₂ a VOC při nastavení optimální infiltrační spáry a při současném vlhčení vzduchu. K tab. 5 lze poznamenat a doporučit, aby se minimální relativní vlhkost vzduchu cca 40 % dosáhlo již před spaním. Zvlhčovač vzduchu by měl udržovat tuto koncentraci automaticky po celou noc.

Až do tohoto okamžiku jsme se věnovali převážně nočnímu větrání (s výjimkou hodnot v tab. 2 a 3, které byly měřeny ve dne) a způsobu, jakým se dá koncentrace škodlivin udržet na optimální úrovni.

Jednu až dvě třetiny dne člověk ovlivňuje koncentraci škodlivin v bytě vlastním, vědomým zásahem. Podrobněji o tom bude pojednávat druhá část článku – Jak větrat byt v průběhu dne.

Literatura

- 1) DOLEŽÍLKOVÁ, H.: *Bytové větrání ve vztahu k produkci CO₂, vlhkosti a škod-*

livin (II), Katedra TZB, Fakulta stavební, ČVUT v Praze 2006.

- 2) Požadavky na větrání obytných budov dle ČSN EN 15 665/Z1
- 3) ČSN EN 15665 *Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov*. Úřad pro normalizaci, měření a státní zkušebnictví. Praha 2009.
- 4) JOKL, V. M.: *Optimální a přípustné mikroklimatické podmínky pro obytné prostředí*. Směrnice STP-OS 04/č.1-2005.
- 5) ZMRHAL, V., DRKAL, F., MATHAUEROVÁ, Z., ŠTÁVOVÁ, P. *Zpracování národní přílohy k ČSN EN 15665 – rozbor požadavků na větrání v obytných budovách*

Autor: **Ing. Miloš Bajgar,**
Vytápění – znalecká a projektová kancelář, Praha;
člen redakční rady Topenářství instalace

Recenzent: **Ing. Vladimír Galád,**
autorizovaný inženýr pro techniku prostředí,
samostatný projektant, Praha;
člen redakční rady Topenářství instalace

Winter and indoor air quality in a block of flats – part 1.

The author's contribution, in addition to the assessment of measured air quality in the apartment, also shows that currently it is already available and possible to get devices for domestic measurement and within simple procedures to maintain a healthier indoor climate.

Keywords: Air quality, measurement, ventilation, carbon dioxide, relative humidity, Volatile Organic Components

Zimní období a kvalita vzduchu v panelákovém bytě – část 2.

Miloš Bajgar

Větrání obytných prostorů je poměrně hodně potlačováno, kromě jiného, i vyvíjeným tlakem na úspory tepla, například soutěžení o vykázanou nejmenší spotřebu tepla na jednotku vytápěné plochy. Omezení, či až „likvidace“ větrání (ne zařízení) je nejméně nákladnou metodou, jak toho docílit, jelikož se podíl tepelných ztrát větráním zvyšuje a podíl tepelných ztrát prostupy tepla klesá i významně v souvislosti se zateplováním budov. Tím více je třeba se větrání věnovat a lze jen ocenit, že jedna taková soutěž (energetická liga na úspory tepla) prý končí.

Význam autorova článku je hlavně v tom, že konkrétními naměřenými hodnotami dokumentuje, jak se dá individuálně správně větrat i bez nadměrných investičních nákladů. A lze pouze dodat, že je velmi účinné tzv. příčné provětrání krátkodobě otevřenými okny v celém bytě.

Recenzent: Vladimír Galád

V předchozím článku (Topin 7/2017) jsem se zabýval kvalitou vzduchu v panelákovém bytě především v průběhu noci, kdy na ni nemohou uživatelé bytu adekvátně reagovat. Šlo zejména o problém vysoké koncentrace CO_2 a dalších cca 5000 škodlivin označovaných souhrnným názvem VOC – Volatile Organic Components. V tomto pokračování se zaměříme na to, jakým způsobem se mění koncentrace CO_2 v závislosti na formě větrání.

Jak větrat byt v průběhu dne

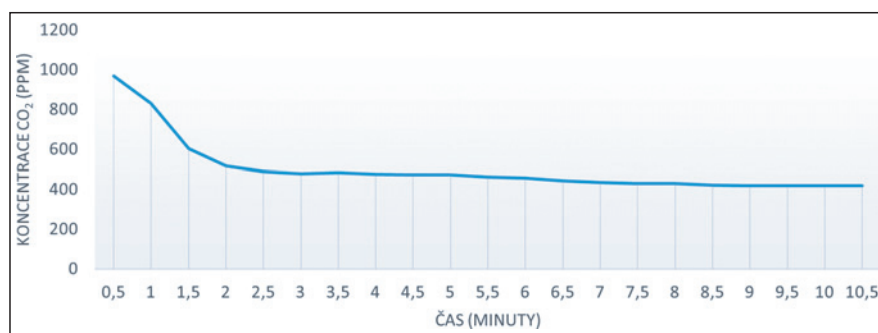
Podívejme se na fasádu běžného panelového domu s plastovými okny. Sledujme přitom, kolik místností je větráno plně otevřeným oknem nebo oknem vyklopeným. Většina oken bývá zpravidla uzavřena zcela, nebo jsou nastavena na mikroventilaci – obr. 9.

▼ Obr. 9 ●

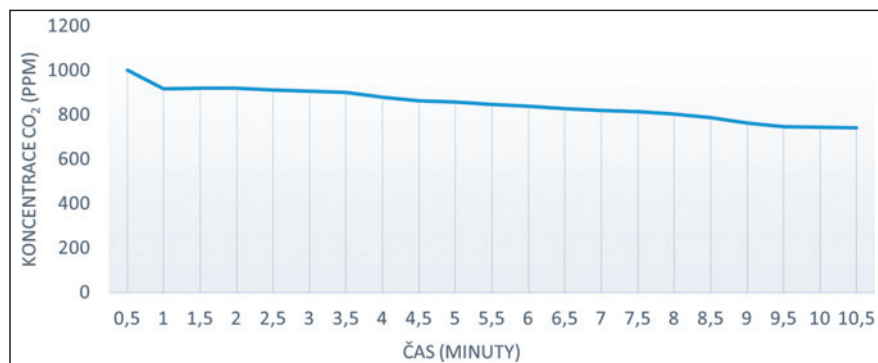


Udržet koncentraci škodlivin v místnostech na hygienicky doporučených hodnotách znamená větrat. Pod tímto pojmem si uživatelé bytů představují větrání mikroventilací, vyklopeným oknem a jen zřídka kdy oknem zcela otevřeným. Jaký je mezi těmito způsoby větrání rozdíl je vidět na následujících grafech. Měření probíhala při venkovní teplotě $+3^\circ\text{C}$, vnitřní teplota byla v rozmezí 20 až 22°C :

Na grafu 1 je zobrazen pokles koncentrace CO_2 při větrání plně otevřeným oknem. Z počáteční hodnoty koncentrace 1000 ppm dojde k dostatečnému provětrání místnosti, tj. k poklesu na koncentraci cca 450 ppm po 2 až 3 minutách. Delší větrání nemá smysl, pokles

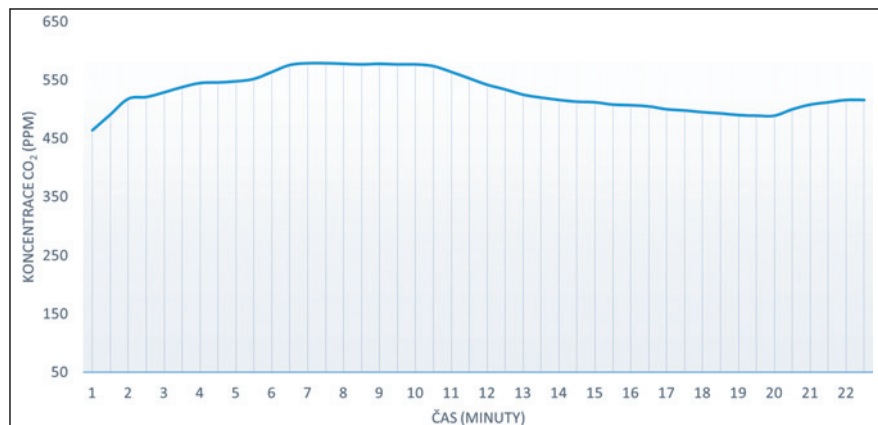


▲ Graf 1 ● Větrání plně otevřeným oknem – pokles koncentrace CO_2



▲ Graf 2 ● Větrání vyklopeným oknem – pokles koncentrace CO_2 z hodnoty 1000 ppm

▼ Graf 3 ● Větrání vyklopeným oknem – průběh koncentrace CO_2 z hodnoty 450 ppm



koncentrace CO_2 je minimální, energetické ztráty jsou naopak značné.

Pro větrání vyklopeným oknem jsou zobrazeny dva grafy. Jeden ukazuje pokles koncentrace CO_2 z hodnoty 1000 ppm, druhý graf pak průběh koncentrace z počáteční hodnoty cca 450 ppm, tedy pro vyvětranou místnost.

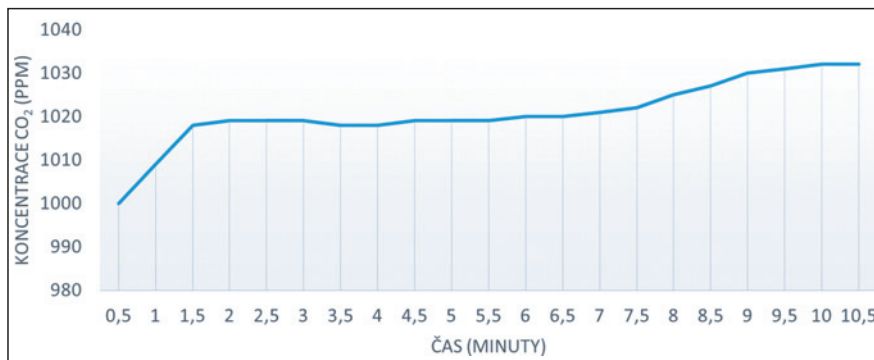
Během 10 minut klesla koncentrace jen o 120 ppm. Plyne z toho jednoznačný závěr. Vyklopeným oknem se nedá místnost v zimě účinně provětrat. Je určeno pro provoz mimo topnou sezonu. V zimě se nedá doporučit také vzhledem k navýšení spotřeby tepla pro vytápění.

Z grafu 3 vidíme, že pokud po vyvětrání zcela otevřeným oknem necháme okno ve vyklopené poloze, pak se nám, za cenu energetických ztrát, koncentrace prakticky nemění. Zvýšená koncentrace v první polovině grafu byla způsobena pohybem jedné osoby.

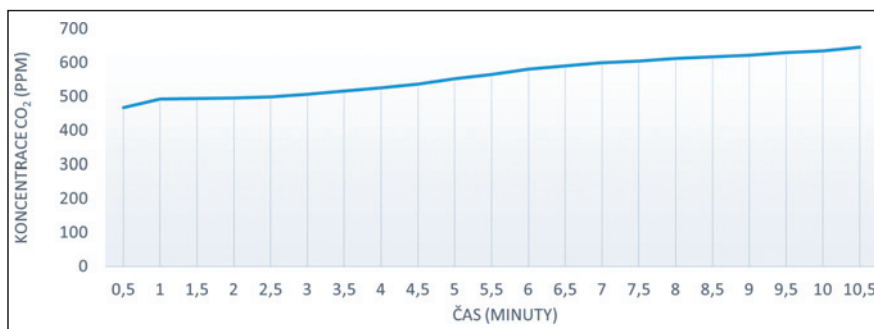
Na větrání mikroventilací v průběhu zimy spoléhá většina uživatelů bytů v panelových domech. Předpokládají, že bude jistým způsobem snižovat koncentraci CO_2 . Jak je to ve skutečnosti zobrazuje graf 4.

Na grafu 4 vidíme, že oproti předpokladu se koncentrace CO_2 zvyšuje. Mikroventilace tak nemůže zajistit účinné větrání místnosti. Obdobného výsledku se dosáhne při mikroventilaci ve vyvětrané místnosti.

Z grafu 5 vidíme, že pokud po vyvětrání zcela otevřeným oknem necháme okno v poloze na mikroven-



▲ Graf 4 ● Větrání mikroventilací – koncentrace CO_2



▲ Graf 5 ● Větrání mikroventilací – vzestup koncentrace CO_2

tilaci, pak se nám bude koncentrace CO_2 rovněž zvyšovat.

Z výše uvedených grafů je patrné, že účinně větrat je možné jen zcela otevřeným oknem několikrát denně po dobu 2 až 4 minut. Čím je venkovní teplota nižší, tím větráme kratší dobu.

Doporučení na závěr

Pokud chceme žít v panelákovém bytě zdravě i v zimním období, pak musíme pro své zdraví učinit určitá opatření. Je nutné mít na paměti, že správně větrat pouze v průběhu dne zcela otevřeným oknem několikrát denně po dobu 2 až 4 minut nestačí. Největší nebezpečí na nás čeká v noci vlivem působení hned několik škodlivin najednou. Bolesti hlavy, závratě a únava jsou často důsledkem koncentrace těkavých látek z přírodních a umělých zdrojů emisí.

Shrňme si tedy škodliviny, které na nás v bytech primárně působí:

1. nízká relativní vlhkost vzduchu – pod 40 %
2. vysoká koncentrace CO_2 – nad 1000 ppm
3. dalších více jak 5000 škodlivin, například formaldehydy z dřevotřískových desek nábytku, le-

pidla, tmely, prach z koberců, lůžkovin, rozpouštědla, oxid uhelnatý, radon, metan, cigaretový kouř, vonné tyčinky, spory plísní a spousta dalších.

Řada uživatelů bytů v panelových domech se časem stěhuje do rodinných domků. Tam už se dá pořídit rekuperační větrání, které by mělo umět:

- filtraci venkovního větracího vzduchu,
- rekuperaci tepla z odváděného vzduchu za účelem předehřátí větracího vzduchu (úspora tepla na ohřev vzduchu),
- zpětné získávání vlhkosti z odváděného vzduchu,
- regulaci nízké relativní vlhkosti vnitřního vzduchu vlhčením, optimálně na 50 %,
- regulaci množství přírodního vzduchu podle koncentrace CO_2 a VOC.

Literatura

- [1] PETITJEAN Robert: *Total hydronic balancing. A handbook for design and troubleshooting of hydronic HVAC systems.* Tour & Andersson AB, 1994. 485 s.
- [2] Požadavky na větrání obytných budov dle ČSN EN 15 665/Z1.

▼ Obr. 10 ● Větrání vyklopeným oknem je určeno pro období mimo topnou sezonu



- [3] ČSN EN 15665 *Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov*. Úřad pro normalizaci, měření a státní zkušebnictví. Praha 2009.
- [4] JOKL, V. M.: *Optimální a přípustné mikroklimatické podmínky pro obytné prostředí*. Směrnice STP-OS 04/č.1–2005.

Autor: **Ing. Miloš Bajgar,**
Vytápění – znalecká a projektová kancelář, Praha;
člen redakční rady Topenářství instalace

Recenzent: **Ing. Vladimír Galád,**
autorizovaný inženýr
pro techniku prostředí,
samostatný projektant, Praha;
člen redakční rady Topenářství instalace

Winter and indoor environmental quality in a block of flats - part 2.

The ventilation of living areas is relatively suppressed, among other things by the press for heat saving. Limitation of venti-

lation even until its „disposal“ is the least costly method to achieve this. The author of the article documents via specifically measured values how to individually ventilate properly without excessive investment costs. And it can only be said that the so-called transverse ventilation by short-time open windows throughout the apartment is very effective.

Keywords: Air quality, measurement, ventilation, carbon dioxide, relative humidity, Volatile Organic Components