

Ing. Otakar SMOLÍK

Zvýšení koncentrace škodlivin částečnou recirkulací vzduchu při větrání budovy

Increase of Pollutants in Indoor Environment Due to Partial Recirculation of the Returning Air from the Building

Recenzent
Ing. Zdeněk Lerl

V současné době usilují politici i vědci o zlepšení životního prostředí a snížení spotřeby energie. K celkovému zlepšení podmínek prostředí, které nás obklopuje, patří i čistý vzduch na pracovištích. Běžně se větší část vzduchu odváděného z větraného prostoru recirkuluje. Nejenže je recirkulace vzduchu energeticky nevhodná, ale zvyšuje též škodliviny v přiváděném vzduchu, což mohou být i bakterie. Tento nedostatek odstraní větrání venkovním vzduchem v krátkých intervalech bez recirkulace, přičemž se rovněž dosáhne nižší spotřeby energie.

Klíčová slova: zvyšování škodlivin recirkulací, šíření škodlivin, větrání v intervalech venkovním vzduchem, úspora energie

At present time politicians as well as scientists endeavour for improvements of environment and decreasing of energy consumption. The improved environment includes also clean air in a working place. Generally the larger part of the return air is recirculated. The recirculation of air is not economical and it contributes to increase of pollutants in the air supplied into the building. The pollutants can be also bacteria. These insufficiencies can be removed if the building is ventilated solely by outdoor air in short intervals which can also save energy.

Key words: decrease of pollutants due to recirculation, distribution of pollutants through the building, ventilation with solely outdoor air in short intervals, saving of energy

ÚVOD

Znečištěné ovzduší v kancelářích a školách má vliv na zdraví a únavu lidí. Proto se dnes v kancelářích i školách měří množství oxidu uhličitého, který je nasáván do budovy s venkovním vzduchem. Lidé jsou také zdrojem oxidu uhličitého, který vydechují. Oxid uhličitý společně s prachem a jinými škodlivinami, které mají původ uvnitř budovy, jsou nežádoucí příměsí ve vzduchu. Větší část těchto škodlivin se vrací zpět do budovy při recirkulaci vzduchu. Tím dochází během dne ke zvyšování koncentrace škodlivin ve větraném prostoru. Vzduch, kterým se budova větrá, je směsí vzduchu venkovního a vzduchu odváděného z budovy. Venkovní vzduch bývá znečištěn zvláště ve velkých městech. Tento znečištěný vzduch se mísí v určitém poměru se znečištěným vzduchem odváděným z budovy. Stupeň koncentrace škodlivin se zvýší ve větraném prostoru o škodliviny vzniklé v tomto prostoru. Bod, ve kterém se venkovní vzduch mísí v určitém poměru se vzduchem odváděným z budovy, můžeme nazvat počátkem cyklu. Když se vzduch po průchodu budovou vrátí zpět do tohoto bodu, uskuteční jeden cyklus. Při každém cyklu se stupeň škodlivin ve vzduchu, který prochází budovou, zvýší o škodliviny vzniklé v budově. Tím obsah škodlivin ve vzduchu neustále vzrůstá.

ZVÝŠENÍ KONCENTRACE ŠKODLIVIN PŘI ČÁSTEČNÉ RECIRCULACI VZDUCHU

Jak již bylo řečeno výše, vzduch, kterým se budova větrá, je směsí vzduchu venkovního a vzduchu odváděného z budovy. Množství venkovního vzduchu potřebného k větrání budov je určeno směnicemi. Venkovní vzduch, se kterým se vnitřní vzduch mísí, je již znečištěn. Zvláště ve velkých městech může být znečištění venkovního vzduchu značné. Směs vzduchu, kterou se budova větrá, přijímá další škodliviny při průchodu větraným prostorem. Škodliviny ve vzduchu se převážně udávají v mg/m^3 . Vyjádříme-li koncentraci škodlivin ve vzduchu v kg/kg , pak můžeme s výhodou použít následující rovnici (1), která udává rovnováhu hmot.

$$m_3 x_3 = m_1 x_1 + m_2 x_2 \quad (1)$$

kde

- m_1 [kg/s] hmotnost čistého venkovního vzduchu,
- m_2 [kg/s] hmotnost čistého vzduchu cirkulovaného z větraného prostoru,
- m_3 [kg/s] celková hmotnost čistého vzduchu dodávaného do větraného prostoru ventilátorem je určena vztahem $m_3 = m_1 + m_2$,
- x_1 [kg/kg] koncentrace škodlivin ve venkovním vzduchu je vyjádřen poměrem kg škodlivin/ kg čistého vzduchu,
- x_2 [kg/kg] koncentrace škodlivin ve vzduchu cirkulovaného z větraného prostoru je vyjádřen poměrem kg škodlivin/ kg čistého vzduchu cirkulovaného z větraného prostoru,
- x_3 [kg/kg] koncentrace škodlivin smíšeného vzduchu.

V následujících odvozených vztazích se počítá s hmotou vzduchu místo objemu. Odvozené vztahy jsou potom platné pro větrací systém instalovaný v jakékoliv nadmořské výšce. Výhodné je to, že hmota vzduchu zůstává konstantní při průtoku systémem. Je to také vhodné z toho hlediska, že teplota venkovního vzduchu se může pohybovat mezi extrémními hodnotami, aniž by odvozené vztahy ztratily platnost. Stupeň škodlivin smíšeného vzduchu x_3 se určí z následující rovnice

$$x_3 = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_3} \quad [\text{kg}/\text{kg}] \quad (2)$$

Rovnice (2) používaná běžně ve vzduchotechnice vyjadřuje měrnou vlhkost vzduchu po smíšení dvou vzduchových proudů o nestejných vlhkostech. Podobně se pomocí této rovnice určí koncentrace škodlivin x_3 po smíšení dvou vzduchových proudů o nestejném stupni znečištění. Jinými slovy, vzduch dodávaný do budovy má po smíšení koncentrace škodlivin x_3 . Výpočet koncentrace škodlivin x_3 se zjednoduší, jestliže se do rovnice (1) dosadí poměr $p = m_1/m_3$ za hmotnosti m_1 a m_3 . Poměr p určuje množství venkovního vzduchu k celkovému množství dodávaného vzduchu do budovy. Zavedením poměru p do rovnice (1) obdržíme vztah

$$m_3 x_3 = p m_3 x_1 + (1 - p) m_3 x_2 \quad (3)$$

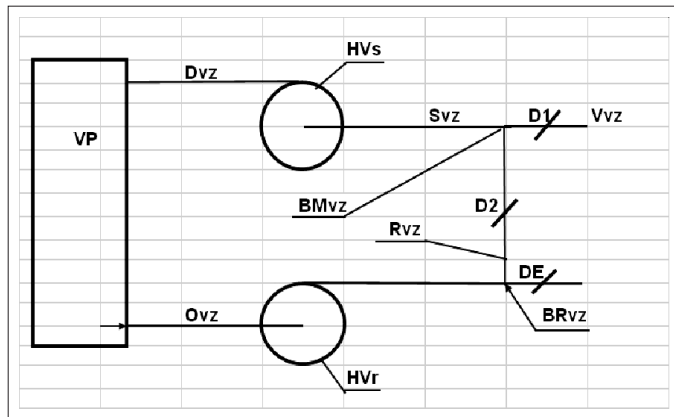
Vykrácením hmotnosti m_3 v rovnici (3) získáme zjednodušený vztah (4) pro výpočet koncentrace škodlivin x_3 po smíšení dvou nestejných množství vzduchu s nestejným obsahem škodlivin

$$x_3 = \rho x_1 + (1 - \rho) x_2 \quad (4)$$

Proud vzduchu o hmotnosti m_3 přijímá při průchodu větraným prostorem škodliviny x_c , které vznikají v tomto prostoru. Tyto škodliviny x_c , zvyšují koncentrace znečištění vzduchu procházejícího tímto prostorem při každém průchodu neboli cyklu. Vzduch vstupující do prostoru má koncentraci škodlivin x_3 . Vzduch odcházející z prostoru má koncentraci škodlivin

$$x_2 = x_3 + x_c.$$

Vzduchový proud m_3 odcházející z větraného prostoru se před míšením s venkovním vzduchem rozdělí na dva proudy. Jeden proud $\rho m_3 x_3$, který se odvádí z budovy a druhý větší proud $(1 - \rho) m_3 x_3$, který se mísí s venkovním vzduchem. Počátek i konec cyklu je v bodě, kde dochází k míšení těchto dvou proudů, obr. 1. Koncentrace škodlivin x_3 je závislá na počtu cyklů uskutečněných za určitou dobu počítanou od začátku do konce větrání.



Obr. 1 Systém ventilace budovy nebo prostoru VP

Venkovní vzduch vstupuje do budovy klapkou D1. Množství venkovního vzduchu m_1 je předepsané normou pro ventilaci. Pak je $Vvz = \rho m_3 x_1$, kde $\rho = m_1/m_3$. Tento venkovní vzduch se mísí v bodě BMVz se vzduchem odváděným z větraného prostoru. Odváděný vzduch z větraného prostoru je rozdělén v bodě BRVz na dva proudy: jeden větší o množství $Rvz = (1 - \rho) (x_3 + x_c)$ a druhý o menším množství $\rho m_3 x_3$. Toto menší množství je stejné jako množství vzduchu vstupujícího do systému a vypouští se klapkou DE ze systému. Část vzduchového proudu Rvz odváděného z budovy se mísí s venkovním vzduchem v bodě BMVz. Oba vzduchové proudy obsahují určité množství škodlivin. Výsledné množství škodlivin po smíšení je $x_2 = \rho x_1 + (1 - \rho) (x_3 + x_c)$, kde n značí počet cyklů. Během jednoho cyklu se vzduch smíšený v bodě BMVz vrátí opět do tohoto bodu po projití celým systémem. Vzduch po smíšení postupuje vzduchovodem Svz k ventilátoru HVs. Protože hmota venkovního vzduchu je m_1 a vzduchu cirkulovaného z budovy m_2 , pak hmota vzduchu dodávaného do prostoru VP je $m_3 = m_1 + m_2$. Vzduch o této hmotnosti obsahuje x_3 škodlivin. Potom vzduch dodávaný hlavním ventilátorem HVs do větraného prostoru VP vzduchovodem je $Dvz = m_3 x_3$. Koncentrace škodlivin ve vzduchu se zvýší při průchodu prostorem VP o škodliviny x_c vzniklé v prostoru VP. Vzduch odváděný z prostoru VP ventilátorem HVr vzduchovodem je $Ovz = m_3 (x_3 + x_c)$. D1, D2 a DE jsou klapky, které regulují požadované množství vzduchu.

Doba trvání jednoho cyklu je závislá na průřezu a na délce vzduchovodu, na objemu prostoru, kudy vzduch prochází, a na objemu dodávaného vzduchu. Postupné zvyšování koncentrace škodlivin při každém cyklu je popsáno následujícími rovnicemi (5), kde číslo vlevo nahoře označuje pořadí cyklu. Například 2x_3 je koncentrace škodlivin po druhém cyklu atd. Postupným řešením rovnic (5) pro dané podmínky dostaneme křivku, která vyjadřuje růst znečištění vzduchového proudu. Rychlost stoupání křivky je závislá nejen na stupni znečištění obou vzduchových proudů, ale také na poměru ρ . Křivka má stoupající charakter i pro úplně čistý venkovní vzduch. Znečištění vzduchu je potom způsobeno jen škodlivinami vznikajícími v budově. Na začátku ventilace může být ve vzduchovodu i v místnostech zbytkové znečištění z předešlého dne, které je v rovnici 1x_3 označeno x_2 .

Rovnice vyjadřující růst škodlivin:

$${}^1x_3 = \rho x_1 + (1 - \rho) x_2 = \rho x_1 + (1 - \rho) (x_2 + x_c) \quad (5)$$

$${}^2x_3 = \rho x_1 + (1 - \rho) ({}^1x_3 + x_c)$$

$${}^3x_3 = \rho x_1 + (1 - \rho) ({}^2x_3 + x_c)$$

$${}^4x_3 = \rho x_1 + (1 - \rho) ({}^3x_3 + x_c)$$

$${}^nx_3 = \rho x_1 + (1 - \rho) ({}^{n-1}x_3 + x_c)$$

Podle rovnic (5) se určí zvýšení koncentrace škodlivin pro podmínky naměřené v budově a mimo budovu. V následujícím příkladě je uveden výpočet pro budovu s několika kanceláři. Pro jednoduchost jsou všechny kanceláře sloučeny a považovány za jeden velký prostor. Toto zjednodušení nemá významný vliv na konečný výsledek. Ve skutečnosti by se musel vzduch do kanceláří rozdělit podle počtu lidí, popřípadě podle množství škodlivin vzniklých v každém jednotlivém prostoru. V tomto případě se předpokládá, že člověk je jediným zdrojem škodlivin, tj. oxidu uhličitého. V příkladu, který je uveden později je předpokládáno, že jediným zdrojem znečištění je oxid uhličitý, který je vydechován lidmi. Podle USDA jedna osoba vydechne 445 litrů CO_2 za den, tj. 18,5 l/h.

URČENÍ DOBY JEDNOHO CYKLU

Vzduch, který větrá budovu, uskuteční jeden cyklus, když se vrátí znovu do bodu, kde dochází k míšení dvou vzduchových proudů, proudu venkovního vzduchu a proudu vzduchu odváděného z budovy. Tento bod je počátkem a koncem cyklu. Během jednoho cyklu prochází vzduch vzduchovody a místnostmi. Čas τ_d jednoho cyklu se rovná součtu časů τ_d a τ_s . Čas τ_d je doba, kterou vzduch potřebuje k tomu, aby prošel vzduchovodem. Místnostmi projde vzduch v čase τ_s . Doba nutná k tomu, aby vzduch prošel celým systémem a uskutečnil jeden cyklus, se rovná součtu doby potřebné k projití všemi vzduchovody a místnostmi. Čas trvání jednoho cyklu

$$\tau = \tau_d + \tau_s = LA/Q_3 + V/Q_3 = 1/Q_3 \Sigma(LA + V) \quad [s],$$

kde

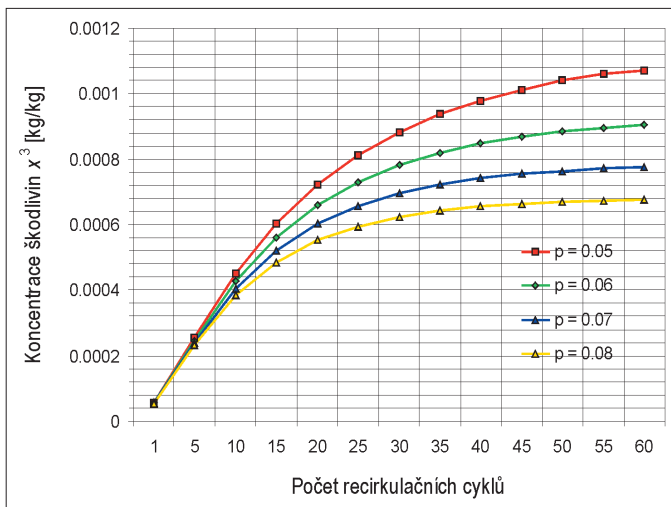
L (m)	délka vzduchovodu,
A (m^2)	průřez vzduchovodu,
V (m^3)	objem větraného prostoru,
Q_3 (m^3/s)	objem větracího vzduchu dodávaného ventilátorem.

Pro přesnější odhad doby jednoho cyklu je nutno od objemu V odečíst objem zabíraný lidmi a nábytkem.

Závěr

Na konci tohoto článku jsou uvedeny čtyři příklady, obr. 2, 3, 4, které graficky znázorňují zvýšení koncentrace oxidu uhličitého způsobené recirkulací. Grafy ukazují, že lidé žijící v budově jsou sami hlavním zdrojem znečištění oxidem uhličitým. Dokonce i zvýšený objem venkovního vzduchu dostatečně nerozředí oxid uhličitý vzniklý v budově. Jinými slovy, koncentrace oxidu uhličitého se neustále zvyšuje. V obr. 2 je znázorněno, že zvýšení koncentrace oxidu uhličitého v budově následkem recirkulace nastane, i když je venkovní vzduch úplně čistý.

Protože ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.) je uznávána jako vedoucí organizace v oboru HVAC (Heating Ventilating and Air-Conditioning), následující tabulka je uvedena za účelem rychlého porovnání hodnot publikovaných v severoamerických časopisech s hodnotami používanými v Evropě.



Obr. 2 Zvýšení koncentrace škodlivin v důsledku recirkulace vzduchu
 Hodnoty jsou vypočteny pro škodliviny ve venkovním vzduchu $x_1 = 0$ kg/kg, škodliviny vzniklé ve větraném prostoru $x_c = 0,000059$ kg/kg.

Hodnoty p (podíl venkovního vzduchu) uvedené v článku se převedou na jednotky CFM (cubic feet per minute) používané v Severní Americe vynásobením m^3/h číslem 0,59523.

- $p = 0,08 = 36 m^3/h$ a osobu = 21 CFM /osobu
- $p = 0,07 = 32 m^3/h$ a osobu = 19 CFM /osobu
- $p = 0,06 = 27 m^3/h$ a osobu = 16 CFM /osobu
- $p = 0,05 = 22 m^3/h$ a osobu = 13 CFM /osobu.

VĚTRÁNÍ VENKOVNÍM VZDUCHEM V PŘEDEM ZVOLENÝCH INTERVALECH

Zvyšování stupně škodlivin ve vzduchu dodávaném do větraného prostoru během dne je důsledkem recirkulace vzduchu. Další nevýhodou recirkulace je možnost šíření bakterií a zápachu z jedné části budovy do celé budovy. Oba tyto nedostatky recirkulace je možno odstranit tím, že bude budova větrána ve zvolených intervalech pouze venkovním vzduchem bez recirkulace. Další výhodou tohoto způsobu větrání je možnost šetření elektrické energie vhodným zvolením průtoku vzduchu a tím velikosti ventilátoru. Při větrání venkovním vzduchem se určí nejvhodnější doba intervalu a jeho trvání během dne. Tyto intervaly se mohou zvolit v době, kdy znečištění venkovního vzduchu je nejmenší. Během trvání jednoho intervalu se několikrát vymění vzduch v celém větraném prostoru. Tento způsob větrání předpokládá použití lokálního vodního vytápění, popřípadě vlhčení vzduchu v zimě a lokální chladicí jednotky v létě tam, kde se chlazení vyžaduje. Tímto způsobem se potřebné nebo normou předepsané množství venkovního vzduchu dodá do prostoru v N intervalech. Celkové množství nebo objem venkovního vzduchu V_T , který se má za den dodat do budovy, musí odpovídat základnímu požadavku, který určuje potřebné množství vzduchu na osobu za jednotku času. Tento požadavek je vyjádřen následujícím vztahem

$$V_T = Q_p \cdot n \cdot T \cdot 3600 \text{ (m}^3/\text{den)} \quad (6)$$

Jedna vzduchová dávka V_b je N_a část celkového množství venkovního vzduchu V_T .

$$V_b = V_T / N \text{ (m}^3) \quad (7)$$

Ventilátor, který má dodat potřebný venkovní vzduch během N intervalů, musí běžet v každém intervalu po dobu t (s). Tato doba musí být kratší než

jedna hodina. Vydělíme-li jednu hodinu vyjádřenou v sekundách časem t , obdržíme číslo $K = 3600/t$.

Číslo K slouží jako srovnávací parametr pro výpočet času t ze zadaných nebo zvolených následujících hodnot, jimiž jsou např. počet intervalů N , dávky vzduchu V_b (m^3) v jednom intervalu, celkové množství venkovního vzduchu V_T (m^3) a objemový průtok ventilátoru Q_3 (m^3/s). Potom bude

$$K = Q_3 \cdot t / V_b \quad (8)$$

Jestliže v rovnici (8) dosadíme za V_b poměr V_T/N , obdržíme následující vztah

$$K = \frac{Q_3 t' N}{V_T} \quad (9)$$

Pak platí

$$\frac{Q_3 t'}{V_b} = \frac{Q_3 t' N}{V_T} = \frac{3600}{t'}$$

Čas jednoho intervalu nebo čas, po který ventilátor běží, se určí z následujících vztahů

$$t' = \sqrt{\frac{3600 V_T}{Q_3 N}} \text{ (s)} \quad (10)$$

$$t' = \sqrt{\frac{3600 V_b}{Q_3}} \text{ (s)} \quad (11)$$

Je-li objem větraného prostoru V (m^3), pak objemový průtok Q_3 (m^3/s) vymění vzduch v tomto prostoru Z krát.

$$Z = \frac{Q_3 t'}{V} \quad (12)$$

Zje počet výměn vzduchu ve větraném prostoru v době t jednoho intervalu.

Příklad větrání ve zvolených intervalech

Prostory, které vyžadují nepřerušovanou dodávku větracího vzduchu, jako záchody, skladiště apod., musí být větrány jiným systémem.

Dané podmínky

- $Q_p = 0,0071 m^3/s = 25,6 m^3/h$ množství venkovního vzduchu na jednu osobu
- $T = 8 h$ doba, po kterou jsou lidé ve větraném prostoru
- $N_o = 876$ počet lidí ve větraném prostoru
- $V = 32\,952,93 m^3$ objem větraného prostoru
- $Q_3 = 109,72 m^3/s$ objemový průtok ventilátoru(ů)
- $N = 4$ zvolený počet intervalů.

Množství venkovního vzduchu, které se musí dodat do větraného prostoru za určitou dobu je

$$V_T = Q_p \cdot N_o \cdot T \cdot 3600 = 0,0071 \cdot 876 \cdot 8 \cdot 3600 = 179\,124,48 m^3/\text{den}.$$

Celkové množství vzduchu potřebné pro ventilaci se dodá do budovy během N intervalů. Během jednoho intervalu ventilátor dodá jednu dávku vzduchu do budovy. Tato dávka venkovního vzduchu je $V_b = V/N = 179\,124,48/4 = 44\,781,12 m^3$.

Doba t , po kterou ventilátor poběží, tj. doba jednoho intervalu bude

$$t = \sqrt{\frac{3600 \cdot V_T}{Q_3 \cdot N}} = \sqrt{\frac{3600 \cdot 179\,124,48}{109,72}} = 1212,18 s = 20,20 \text{ minut}$$

$$t = \sqrt{\frac{3600 \cdot V_b}{Q_3}} = \sqrt{\frac{3600 \cdot 44\,781,12}{109,72}} = 1212,18 \text{ s} = 20,20 \text{ minut}$$

V tomto případě ventilátor poběží 20,20 minut čtyřikrát za den, tj. 1,35 h; jinak by ventilátor běžel celý den. Množství venkovního vzduchu Q_3 dodaného do větraného prostoru za dobu t úplné výměny vzduch ve větraném prostoru venkovním vzduchem Z krát. Počet výměn vzduchu Z ve větraném prostoru během jednoho intervalu bude

$$Z = \frac{Q_3 \cdot t'}{V} = \frac{109,7 \cdot 1\,212,18}{32\,952,93} = 4,04 \text{ krát.}$$

Závěr

Účinnost tohoto způsobu větrání závisí na přívodu a odvodu vzduchu ve větraném prostoru. Výhoda tohoto způsobu větrání spočívá v tom, že existující systém je možno jednoduše přeměnit na systém větrání ve zvolených intervalech bez velkých nákladů. Pro větrání v zimě by se ve většině případů jednalo jen o změnu kontroly systému, popřípadě změnu otáček ventilátoru. Použitelnost tohoto systému v letním období závisí na tom, zda jsou prostory budovy v létě chlazeny vzduchem. Zavedení větrání v intervalech v budovách, které jsou chlazeny vzduchem, by vyžadovalo instalaci lokálních chladičích jednotek. Centrální chlazení vzduchem je provozně mnohem dražší než chlazení lokálními jednotkami. Ve většině případů ventilátor, který dodával vzduch do systému s recirkulací, může být použit pro dodávání vzduchu v intervalech. Ve výše uvedeném příkladu se pro jednoduchost uvažuje budova jako celek. Ve skutečnosti se řeší přívod do každé místnosti zvlášť. Větrání místností, které vyžadují kontinuální větrání, se musí řešit podle daných podmínek.

Příklad výpočtu koncentrace škodlivin v důsledku recirkulace vzduchu

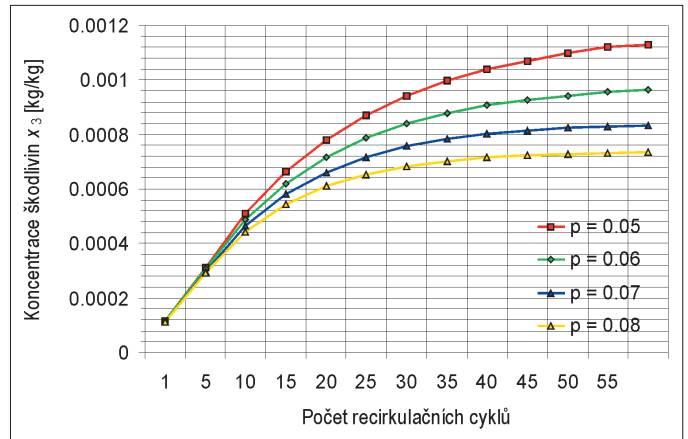
Následující grafy pro různé koncentrace škodlivin, jsou vypočteny pro budovu v nadmořské výšce 1060 m.

Oxid uhličitý vydechaný lidmi

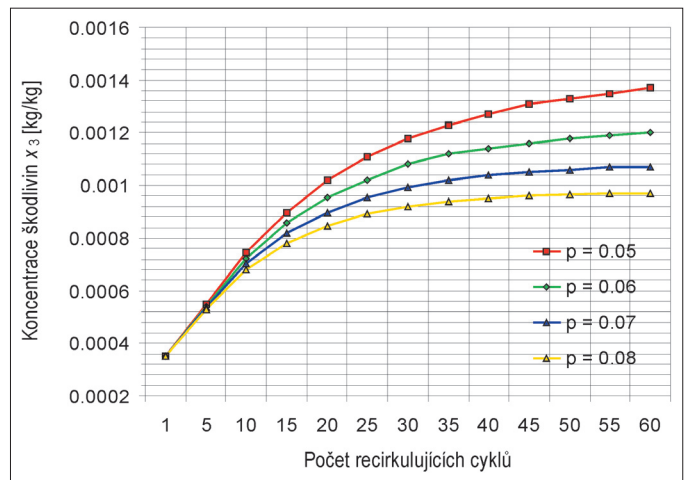
ρ = kg/m ³	výpočet hustoty oxidu uhličitého,
P = 89 216 Pa	atmosférický tlak v dané nadmořské výšce,
Ri = 188,9 Pa m ³ /(kg K)	individuální plynová konstanta oxidu uhličitého,
Q_u = 18,5 l/h	množství oxidu uhličitého vydechané jednou osobou (závisí na metabolismu),
t = 37 °C	průměrná teplota oxidu uhličitého vydechovaného lidmi,
T = 310,15 K	absolutní teplota oxidu uhličitého vydechovaného lidmi,
ρ = 1,52 kg/m ³	hustota oxidu uhličitého vydechovaného lidmi.

Hodnoty důležité pro výpočet následujících grafů (obr. 3, obr. 4)

N_o = 876	počet lidí ve větraném prostoru VP , celková plocha kanceláří 13 505,3 m ² ,
m_{oh} = 24,68 kg/h	celkové množství oxidu uhličitého vydechovaného počtem N_o lidí do prostoru VP za hodinu,
m_c = 0,0069 kg/s	celkové množství oxidu uhličitého vydechovaného počtem N_o lidí do prostoru VP za vteřinu,
Q_3 = 109,715 m ³ /s	objemové množství vzduchu dodávaného do prostoru VP ventilátorem,
ρ = 1,056 kg/m ³	hustota vzduchu při 20 °C a 30 % relativní vlhkosti,
m_3 = 115,95 kg/s	váhové množství vzduchu dodávaného do prostoru VP ventilátorem,
x_1 = kg/kg	proměnná koncentrace oxidu uhličitého ve venkovním vzduchu, který se mísí se vzduchem vracícím se z větraného prostoru VP ; hodnota x_1 závisí na venkovních podmínkách,



Obr. 3 Graf zvýšení koncentrace škodlivin v důsledku recirkulace vzduchu, $x_1 = 0,000059 \text{ kg/kg}$



Obr. 4 Graf zvýšení koncentrace škodlivin v důsledku recirkulace vzduchu, $x_1 = 0,0003 \text{ kg/kg}$

$x_c = 0,000059 \text{ kg/kg}$ koncentrace oxidu uhličitého vydechovaného počtem N lidí v daném prostoru VP
 $p = m_1/m_3$ zvolený poměr venkovního vzduchu k celkovému množství vzduchu dodávaného do větraného prostoru VP . ■

*Nový trend – multifunkční klimacentrály

V minulosti se klimatizační zařízení sestavovala z dodávek řady výrobců. To vedlo ke značným nárokům na koordinaci dodávek. Komplexní dodávky vytápění, větrání, klimatizace vedou ke značným úsporám a to jak časovým při montáži, tak energetickým, např. optimálním vyložení ventilátorové jednotky, integrovaným a vysoce účinným zpětným získáváním tepla při odvlhčování a vytápění, jakož i při výrobě chladu.

Je-li výroba chladu pro chlazení a odvlhčování venkovního vzduchu integrována do klimajednotky, je též možností připravovat studenou vodu pro chladičí stropy a jiné plošné chladičí systémy. Podle výkonu lze použít jeden okruh s nižší vypařovací teplotou k chlazení a odvlhčování venkovního vzduchu, zatímco druhý okruh je k dispozici pro studenou vodu pro chladičí stropy. Centrální zařízení mají dále možnost „přirozeným chlazením“ v přechodné době ušetřit energii pro chlazení využitím chladného venkovního vzduchu. K optimálnímu řízení celého systému pak slouží DDC regulace. Jako bezproblémová se jeví instalace otevřeného komunikačního protokolu, jako např. BACnet, LON nebo Modbus.