

► Krzysztof Chmielewski

# Świeże powietrze w domu, szkole i pracy

## Jakość powietrza w budynkach a wentylacja powietrza

Powietrze w budynkach różni się składem od tego na zewnątrz. Choć niektórych substancji jest mniej, zasadą jest, że gromadzą się tam obce gazy, aerozole i cząstki stałe. Źródłem zanieczyszczeń w obiektach są głównie ludzie, chociaż w pewnych typach pomieszczeń, np. w palarniach, garażach lub salach szpitalnych istnieją też inne źródła emisji.

Warunki klimatyczne w pomieszczeniach zamkniętych zależą od typu pomieszczenia. Inną specyfiką pod tym względem charakteryzują się pomieszczenia mieszkalne, a inną biura czy szkoły. Prześledźmy, na co pod względem składników powietrza, narażeni są ludzie w mieście w swoim codziennym życiu, zakładając, że nie pracują w fabrykach i zakładach przemysłowych.

### Mieszkanie

W pomieszczeniach mieszkalnych najważniejszym źródłem emisji zanieczyszczeń jest człowiek, który podczas oddychania wytwarza dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>). W pomieszczeniach, w których przebywają ludzie, stężenie CO<sub>2</sub> szybko wzrasta do ok. 1000 ppm. W pomieszczeniach mieszkalnych może występować również tlenek węgla, jego źródłem mogą być piece węglowe, niespraw-

ne termy i kuchnie gazowe, kominki, a także dym papierosowy. Oczywiście, tlenek węgla rzadko kiedy osiąga w mieszkaniach poziom zagrażający wprost życiu. Istnieje jednak współzależność między poziomem dwutlenku węgla i toksycznym działaniem tlenku węgla. W pomieszczeniu zamkniętym, w którym gromadzi się CO<sub>2</sub> i jednocześnie występuje CO, intensywność oddechowca jest wzmagana, co prowadzi do szybszego wchłaniania toksycznego CO i kumulacji negatywnych dla zdrowia skutków. Częstym problemem w nowych obiektach jest podwyższony poziom dwutlenku węgla wydzielającego się ze ścian. Jest to związane z „dojrzewaniem” świeżych tynków i innych składników ścian, w wyniku którego dochodzi do powstawania CO<sub>2</sub>. Obserwuje się wtedy wysokie stężenie dwutlenku wynoszące nawet 2000 ppm w pomieszczeniach niewie-

trzonych i ok. 800 ppm w pomieszczeniach wietrzonych, nawet jeśli nie przebywają tam ludzie. Powietrze w pomieszczeniach mieszkalnych może też zawierać szkodliwe gazy, pochodzące np. z impregnatów stosowanych podczas produkcji mebli, powłok lakierniczych i farb itp. Jednak obecne normy dotyczące tych substancji są na tyle ostre, że ryzyko z nimi związane nie jest bardzo wysokie.

### Garaż podziemny

Nowoczesny silnik benzynowy wyposażony w katalizator wydziela 140 razy więcej dwutlenku węgla niż tlenku węgla. Dotyczy to jednak rozgrzanego silnika i sprawnego katalizatora pracującego w optymalnej temperaturze. Podczas rozruchu, zimny katalizator nie usuwa tlenku węgla wydajnie. W dodatku w garażach, obok samochodów z katalizatorami parkują również pojazdy starsze. Rzeczywiste pomiary wykonane w garażu podziemnym w Malme, Szwecja (Martin i Lindfors, Materiały Techniczne SenseAir, www.senseair.se), wykazały, że powietrze było tam bardzo zanieczyszczone przez wysoką emisję CO. Było to spowodowane zapewne urucha-

mianiem zimnych silników.

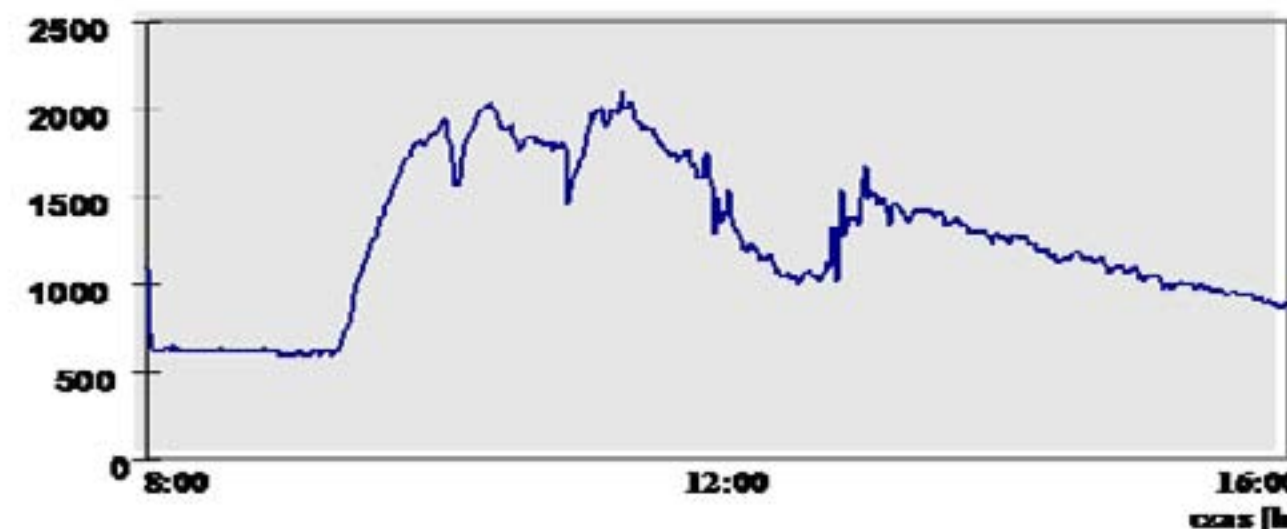
Z kolei samochody z silnikami wysokoprężnymi (diesla) nie wytwarzają praktycznie tlenku węgla, za to tworzą sadze i tlenki azotu.

### Szkoły

Jak wygląda rzeczywistość związana z wentylacją w szkołach świadczy wykres zmian stężenia dwutlenku węgla zmierzonych podczas lekcji. W klasie, w której powietrze z zewnątrz dostarczane jest poprzez system wentylacji grawitacyjnej szybko przybywa dwutlenku węgla, nawet do poziomu 2000 ppm, co świadczy o bardzo złej jakości powietrza. W szkołach z wentylacją grawitacyjną sytuacja nie zmienia nawet wietrzenie klas podczas przerw, co widoczne jest na zamieszczonym wykresie **1**.

Jakość powietrza wewnętrznego w wielu szkołach pogorszyła się ostatnio drastycznie z powodu, co paradoksalne, przeprowadzanych tam remontów związanych z wymianą okien. Bowiem nowe, szczelne framugi, zapewniając dobrą izolację cieplną, bronią jednocześnie dostępu świeżego powietrza z zewnątrz.

stężenie CO<sub>2</sub> [ppm]



**1** Zmiany stężenia dwutlenku węgla w klasie szkolnej w czasie lekcji. Lekcje (nauczanie początkowe – klasy 1-3) trwały od 8:55 do 11:30 (pierwsza zmiana) i od 12:40 do 15:20 (druga zmiana). W klasie przebywało 20-25 uczniów. Wentylacja naturalna wspomagana przez otwieranie okien (w czasie przerw i po południu)

### Biura i inne obiekty użyteczności publicznej

Nowoczesne biurowce są zazwyczaj wyposażone w wentylację mechaniczną. Jej rolą jest stałe dostarczanie świeżego powietrza spoza budynku. Zazwyczaj wydajność systemu wentylacyjnego obliczana jest tak, aby zapewnić dostawę powietrza wentylacyjnego dla z góry określonej liczby osób. W Polsce, często jednak ta wydajność wentylacji w budynkach użyteczności publicznej jest za mała, co jest spowodowane wysokimi kosztami eksploatacji systemów wentylacyjnych.

### Stosowanie wentylacji mechanicznej

W konkluzji można stwierdzić, że jakość powietrza w pomieszczeniach zamkniętych jest problemem. Jedynym rozwiązaniem tych problemów jest stosowanie wentylacji mechanicznej. Jest ona z reguły obecna w budynkach użyteczności publicznej, włączając w to

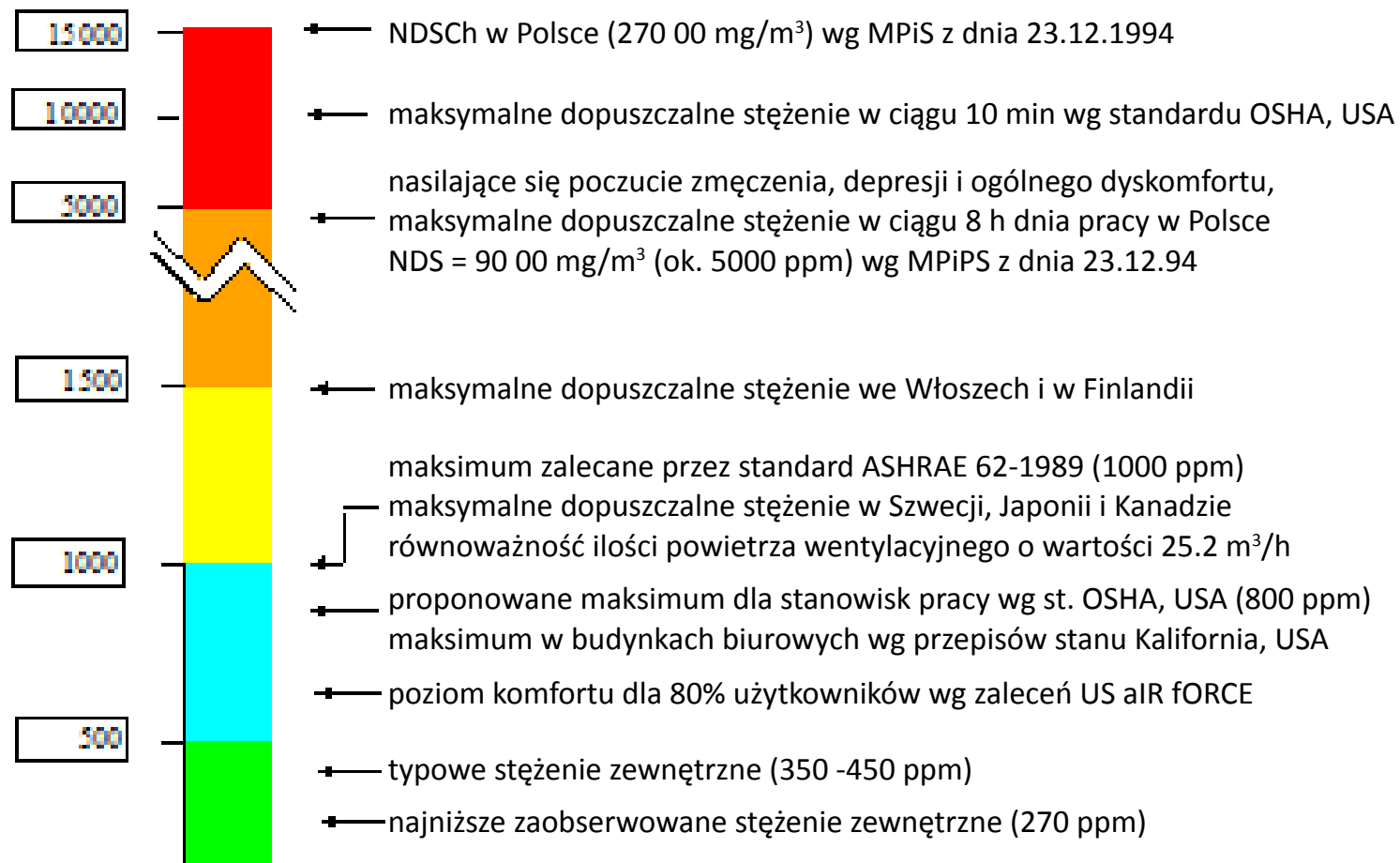
oprócz biurowców, również kina, restauracje i duże obiekty handlowe. Powinna być stosowana w garażach podziemnych, gdyż regulują to przepisy prawne (rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r., DzU 2002, Nr. 75, poz. 690; nowelizacja z dn. 12 kwietnia 2009, DzU Nr 56 poz. 461). Najgorzej jest pod tym względem w szkołach i domach mieszkalnych. Jednak również w nich zdrowy rozsądek nakazywałby stosowanie wentylacji wymuszonej. Powstaje jednak pytanie, jak ograniczać koszty eksploatacji wentylacji mechanicznej. Rozwiązaniem jest taki sposób regulacji systemów wentylacyjnych, aby dostarczały jedynie taką ilość powietrza, jaka jest aktualnie potrzebna dla ludzi. Określany jest on „sterowaniem wentylacją zgodnie z zapotrzebowaniem” (ang. demand control ventilation). Taki rodzaj sterowania zapewnia największy komfort klimatyczny przy najniższych kosztach eksploatacji.

### Ocena powietrza wg poziomu CO<sub>2</sub>

Istnieje kilka sposobów oceny, jakie jest bieżące zapotrzebowanie na świeże powietrze. Wśród nich, ocena oparta o poziom CO<sub>2</sub> w powietrzu wydaje się optymalną. W oparciu o normy stężenia CO<sub>2</sub> w pomieszczeniach, w których przebywają ludzie (rys. 2), przyjęto progi służące do sterowania wydajnością wentylacji.

Jeśli w pomieszczeniu stężenie CO<sub>2</sub> jest niższe od 600 ppm, wentylacja pracuje z małą wydajnością, stanowiącą ok. 20% maksymalnej wartości. W niektórych systemach wentylacyjnych możliwe jest w takiej sytuacji całkowite wyłączenie wentylacji mechanicznej, a podstawową wymianę powietrza w pomieszczeniu zapewnia wentylacja naturalna. Gdy w pomieszczeniu pojawiają się ludzie, w wyniku ich oddychania, stężenie CO<sub>2</sub> szybko się podnosi. Przekroczenie poziomu stężenia CO<sub>2</sub> wynoszącego 800 ppm powoduje

zwiększenie wydajności wentylacji, co prowadzi do obniżenia stężenia dwutlenku węgla poniżej górnego progu komfortu. Jako kolejne progi zwiększania wydajności wentylacji przyjmuje się 1000 ppm (włączenie wentylacji z wydajnością ok. 80%), a następnie 1400 ppm (włączenie wentylacji z maksymalną wydajnością). Sterowanie wentylacją zgodnie z zapotrzebowaniem może odbywać się płynnie lub skokowo. W pierwszym przypadku zmiana wydajności wentylacji jest realizowana przez falownik regulujący obroty wentylatora, w drugim przez włączanie wentylatora (ewentualnie wentylatora z regulacją skokową). Na świecie, sterowanie systemami wentylacyjnymi jest stosowane dość powszechnie, bowiem przynosi wymierne korzyści. Ten typ kontroli wentylacji można spotkać w biurowcach, szkołach, centrach handlowych itp. (przykłady zastosowań na stronie: [www.senseair.se/case\\_airports.php](http://www.senseair.se/case_airports.php)). ■



### Ekonomiczny kontroler AirTECH eko

W Polsce, jeszcze do niedawna stosowanie sterowania systemami wentylacyjnymi zgodnie z zapotrzebowaniem było ograniczone, w zasadzie wyłącznie, do obiektów o dużej kubaturze i takich, w których przebywa wielu ludzi np. kompleksach kinowych, salach gimnastycznych i hipermarketach. Przyczyną był dość wysoki koszt instalacji systemu sterowania. Dla przykładu, przy obecnej cenie energii elektrycznej, czas zwrotu nakładów na inwestycję w system sterowania wentylacją zgodnie z zapotrzebowaniem zainstalowany w sali kinowej dla 500 osób wynosił od 6 do 12 miesięcy. Obecnie pojawiły się jednak nowe, tańsze układy sterujące pozwalające na tyle znacząco obniżyć koszt systemów kontroli wentylacji, że opłaca się je stosować nawet w domach jednorodzinnych. Pierwszym dostawcą takich urządzeń na rynek polski jest firma GAZEX z Warszawy. Od 2010 roku, na rynku pojawił się produkt firmy GAZEX, AirTECH eko, ekonomiczny kontroler przeznaczony do sterowania wentylacją zgodnie z zapotrzebowaniem w pomieszczeniach biurowych, szkolnych, barach, restauracjach, budynkach użyteczności publicznej i budynkach mieszkalnych. Cena tego sterownika wynosi około 600 zł brutto. Istnieją również układy sterujące oparte o jednoczesny pomiar stężenia dwutlenku węgla i tlenu węgla. Są one stosowane do sterowania wentylacją w garażach podziemnych.

