

Termomodernizacja szkół rozwiązuje stare problemy, ale często generuje nowe

Grzegorz MIZERA, Henryk KOWALSKI, Adam CENIAN

Na temat termomodernizacji napisano wiele artykułów i wydano dużo aktów prawnych. Jednak, czy wykonywane często dużym nakładem środków termomodernizacje szkół przyczyniają się do poprawy warunków „klimatycznych”, w jakich uczą się nasze dzieci? Pytanie to pojawiło się w trakcie wykonywania prac związanych z audytami energetycznymi szkół w Gdyni w ramach projektu Act NOW!, finansowanych przez Program Krajów Nadbałtyckich (Baltic Sea Region).

Wymogi dotyczące klimatu w pomieszczeniach szkolnych

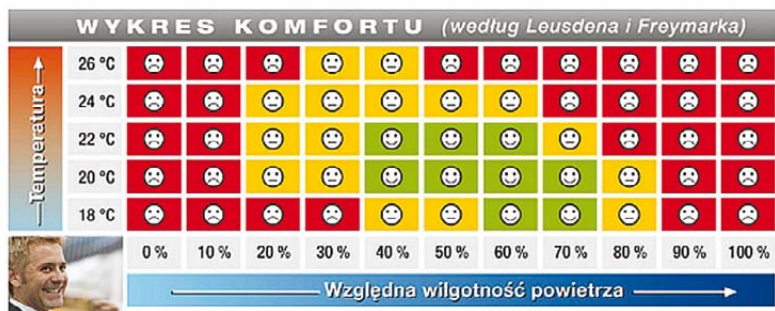
Na wstępie warto zdefiniować pojęcie warunki „klimatyczne” w klasie. Na potrzeby niniejszego opracowania odniesiono się do podstawowych parametrów, które łatwo zmierzyć ogólnodostępnymi przyrządami, takich jak: **temperatura, wilgotność względna i koncentracja CO₂**. Oczywiście analizu-

jąc bardziej całościowo parametry opisujące „klimat” w klasie trzeba by wziąć pod uwagę również **zanieczyszczenia pyłami: PM2.5 i PM10**, chemikaliami, mikroorganizmami (np. wirusami) czy związkami złownymi.

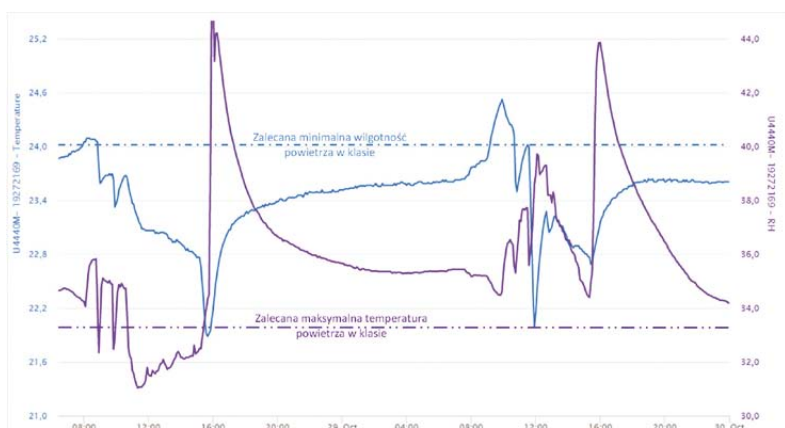
Zalecane temperatury i wilgotności względne powietrza w pomieszczeniach przedstawia rysunek 1. Za optymalne parametry dla uczniów należy uznać temperaturę powietrza: 20°C (+/- 2°C) i wilgotność: 50÷60 % (+/- 10 %). Rysunek 2. przedstawia temperatury i wilgotności powietrza w jednej z gdyńskich szkół pomierzone w okresie od 29.10 do 1.11. 2020. Wyniki pokazują tendencję do przegrzewania powietrza w klasach oraz obniżoną (w stosunku do komfortu) względną wilgotność powietrza, co może odbić się negatywnie na zdrowiu pracujących w takich warunkach nauczycieli (problemy ze strunami głosowymi) i powodować ich częste problemy zdrowotne.

Trzecim z podstawowych parametrów opisującym „klimat” (jakość powietrza) w klasie jest koncentracja CO₂. Świeże powietrze na zewnątrz budynku zawiera koncentrację CO₂ na poziomie 400 ppm. Powietrze wydychane przez człowieka (16÷20 razy na minutę w ilości około 500 cm³) zawiera około 2÷3% CO₂ (20 000 – 30 000 ppm). W źle wentylowanym pomieszczeniu, w którym przebywa kilka osób, następuje szybki wzrost koncentracji CO₂, co może mieć zły wpływ na aktywność, problemy w nauce i zdrowie człowieka – patrz tabela 3.

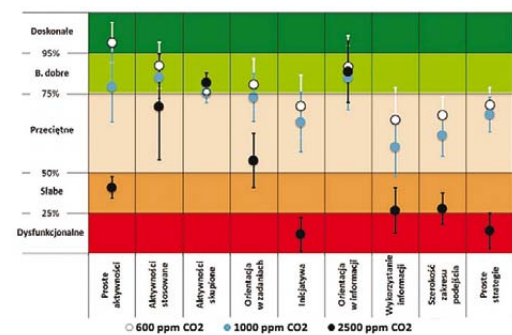
Z uwagi na negatywny wpływ wysokiej koncentracji CO₂ na efektywność pracy, procesu nauczania i zdrowie dzieci i nauczycieli w wielu krajach wprowadzono normy określające dopuszczalny jej poziom. Siły powietrzne US zalecają poziom poniżej 700 ppm, 100 ppm, więcej może panować w biurach stanu Kalifornia. Standard ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), jak również w Szwecji, Japonii i Kanadzie to 1000 ppm. We Włoszech i Finlandii maksymalna dopuszczalna koncentracja wynosi 1500 ppm. W hodowli zwierząt przekroczenie 3000 ppm powoduje interwencję służb weterynaryjnych. W polskich szkołach koncentracja przekracza czasem 4000 ppm – rysunek 4. przedstawia poziom zmierzony w jednej z gdyńskich szkół, która uczestniczyła w programie „Každy Wat na wagę złota”.



Rys. 1. Temperatury i wilgotności względne powietrza gwarantujące komfort (kolor zielony), poczucie dyskomfortu (czerwony) i odczucia obojętne (żółty) przebywających w pomieszczeniu osób (za Leusdenem i Freymarkiem) [1].



Rys. 2. Pomiar temperatury i wilgotności powietrza w jednej z klas szkolnych [2].



Rys. 3. Wpływ koncentracji CO₂ na aktywność człowieka [3]

Learn & Build

www.szkozenia branzone.eu

Twoja platforma ze szkoleniami
i konferencjami technicznymi
dla profesjonalistów

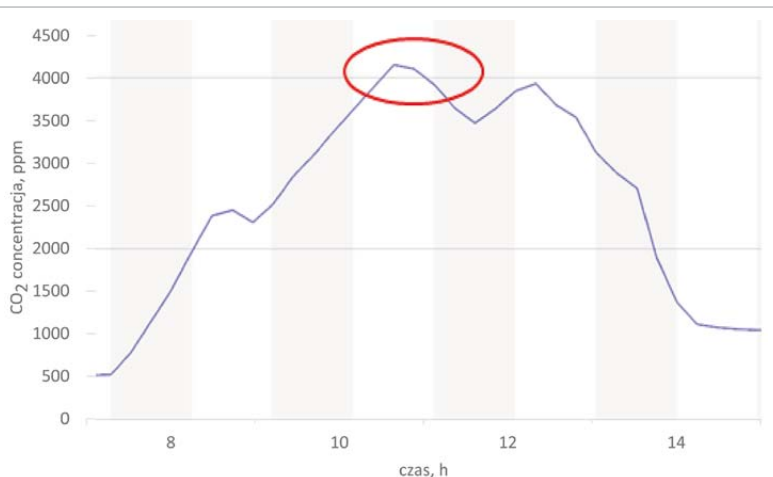
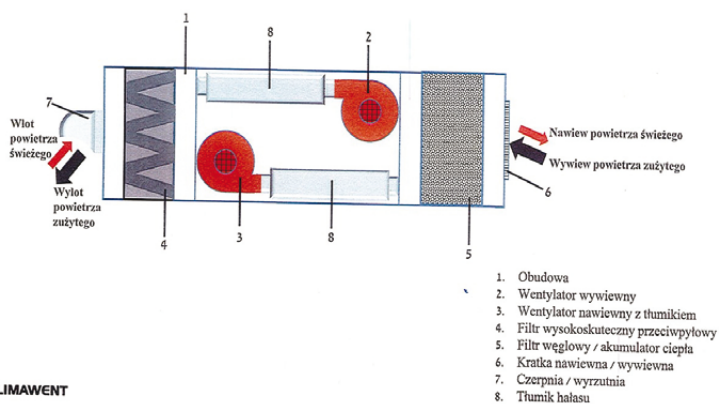
Polecają redakcje:

 Chłodnictwo
& Klimatyzacja

 POLSKI
instalator

 ŚWIAT
szkła

 OCHRONA
i BEZPIECZENSTWO
OBIEKTÓW I BIZNESU

Rys. 4. Pomiar koncentracji CO₂ dnia 14.05.2019 w jednej z gdyńskich szkół [2].

Rys. 5. Autonomiczny nawiewowo/wywiewny układ z rekuperatorem [4]

O ile zmodernizowanie systemu grzewczego jest stosunkowo prostym zadaniem inżynierskim, o tyle zapewnienie właściwej wentylacji pomieszczeń to duży problem

Jaki wpływ na wyniki miało ograniczenie otwierania okien nie jest do końca jasne. Ostatecznie należy podkreślić, że wszelkie normy są przekraczane, a jakość powietrza praktycznie szkodliwa dla zdrowia, co przyczynia się do jakości procesu nauczania. Wydaje się, że konieczne jest zainstalowanie odpowiednich mierników wraz z sygnalizacją, która ostrzegałaby przebywających w pomieszczeniu o przekroczeniu ustalonego przez Wojewódzkie Wydziały Edukacji poziomu koncentracji CO₂.

Wyposażenie instalacji grzewczej w nowoczesne termostaty grzewcze o programowalnych temperaturach pomieszczeń w zależności od ich użytkowania, to nie tylko poprawa „klimatu”, ale również znaczne oszczędności

Analiza przyczyn „złego klimatu”.

Termomodernizacje w ostatnich czasach są wykonywane z myślą o uzyskaniu oszczędności energii przeznaczonej na ogrzewanie pomieszczeń. Ponadto, ocena efektywności termomodernizacji jest wykonywana na podstawie czasu zwrotu poniesionych na termomodernizację nakładów w wyniku zrealizowanych oszczędności w zakresie ogrzewania. W praktyce proces termomodernizacji ogranicza się do wykonania dodatkowej izolacji budynku oraz do wymiany okien i drzwi o lepszej izolacyjności i szczelności. Jeżeli prace te zostały właściwie zaprojektowane, to oczekiwane oszczędności na ogrzewanie zostają osiągnięte – a często nawet efekty przekraczają założenia.

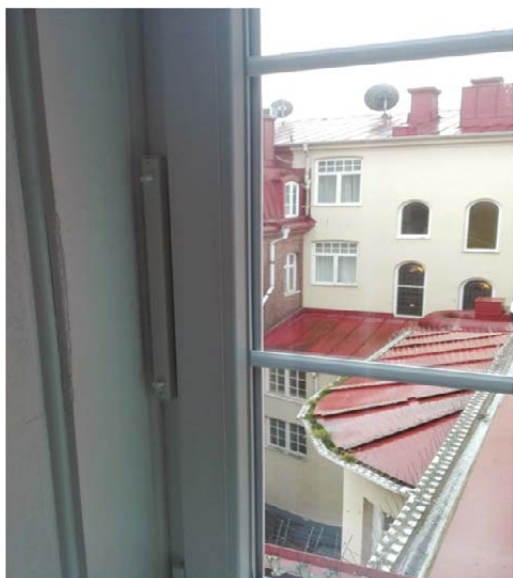
Jednak termomodernizacja polegająca na wymianie okien i drzwi często radykalnie ogranicza samowentylację pomieszczeń. Mniejsza wentylacja oznacza mniejsze obciążenie cieplne, ale z drugiej strony powoduje ponadnormatywny wzrost koncentracji CO₂. Stosowane w ramach okiennych szczeliny wentylacyjne umieszczone w górnych partiach okien w praktyce nie dają przewidzianego efektu i są nagminnie zatykane.

Ponadto, projektanci oraz administratorzy budynków nie uwzględniają faktu obniżenia globalnego zapotrzebowania na ciepło po wykonanej termomodernizacji. Ograniczenie zapotrzebowania cieplnego, przy zachowaniu temperatur zasilania sieci wewnętrznej budynku, powoduje ograniczenie strumienia wody w przewodach. Obniżenie szybkości przepływu przez instalację i znaczne pogorszenie współczynników wymiany ciepła na wymiennikach często powoduje ich „zamulanie”. Dlatego zawsze po wykonaniu prac termomodernizacyjnych należy dostosować do zmienionych warunków węzeł cieplny oraz instalację grzewczą poprzez obniżenie temperatury medium grzewczego. Wyposażenie instalacji grzewczej w nowoczesne termostaty grzewcze o programowalnych temperaturach pomieszczeń w zależności od ich użytkowania, to nie tylko poprawa „klimatu” ale również znaczne oszczędności.

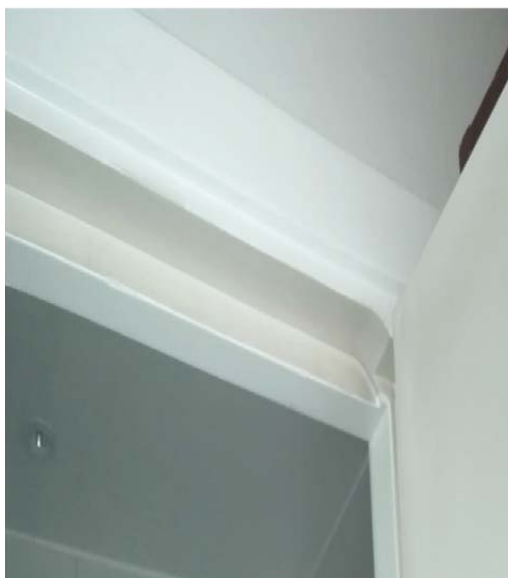
O ile takie „zmodernizowanie” systemu grzewczego jest stosunkowo prostym zadaniem inżynierskim, o tyle zapewnienie właściwej wentylacji pomieszczeń to duży problem. Wykonanie centralnych instalacji wentylacyjnych w termomodernizowanych obiektach jest w praktyce niemożliwe ze względu na zakres prac oraz ich koszty. Czasami instalacje wentylacyjne umieszcza się na dachach czy też wyprowadza na zewnątrz budynków. Na takie rozwiązania nie zawsze się godzą władze lokalne. Stąd zastosowanie autonomicznych układów wentylacji z rekuperatorami w każdej klasie może rozwiązać problem. Separacja układu wentylacji jest szczególnie istotna w okresie pandemii. Innowacyjne (zgłoszone do Urzędu Patentowego) rozwiązanie firmy Klimawent, zaprojektowane we współpracy z IMP PAN, przedstawiono na rysunku 5.

Na rysunku 6. przedstawiono jak indywidualną wentylację w termomodernizowanym obiekcie wykonano w 200 letnim hotelu w Kalmar (Szwecja). Otóż w ramie okiennej zainstalowano regulowaną ręcznie czerpnię świeżego powietrza. Czerpnia ta w prosty sposób ogranicza wentylację, gdy nikt nie używa pomieszczenia. Wylot zużytego powietrza w pomieszczeniu „mokrym” (toaletcie) odbywa się tradycyjnie poprzez czerpnię wylotową podłączoną do centralnej wentylacji mechanicznej. Przepływ powietrza przez zamknięte drzwi zapewnia ciekawie wyprofilowana ościeżnica drzwiowa (rys. 7).

Jednym z pomysłów na pilne rozwiązanie problemu nadmiernego wzrostu koncentracji CO₂ w pomieszczeniach klasowych jest uświadomienie nauczycielom konieczności intensywnego wietrzenia klas podczas przerw. W celu weryfikacji faktu odpowiedniego



Rys. 6. Czerpnia świeżego powietrza [2]



Rys. 7. Szczelina dla przepływu powietrza przez drzwi [2]

wietrzenia, zainstalowano w pilotowych klasach szkoły mierniki i rejestratory pomiaru jakości powietrza w klasach. Zainstalowany w klasie miernik, przedstawiony na rysunku 8., na bieżąco rejestruje i wyświetla temperaturę, stężenie CO₂ oraz wilgotność powietrza. Za pośrednictwem sieci GSM oraz Internetu umożliwia zdalne śledzenie oraz odczytanie historii wskazań.

Trzeba stwierdzić, że zainstalowanie tych mierników wpłynęło radykalnie na poprawę „klimatu” w klasach. Wniosek – ocena stężenia CO₂ na zasadzie indywidualnych odczuć jest sprawą subiektywną. Dlatego należy wyposażyć klasy szkolne w prosty, tani i ogólnie dostępny sygnalizator przekroczenia dopuszczalnego stężenia CO₂, który za pomocą czerwonej diody będzie sygnalizował o konieczności wietrzenia klasy.

Trzeba jednak zaznaczyć, że metoda ta nie zabezpieczy klasy przed smogiem. Jest to oddzielny problem, który koniecznie trzeba

rozwiązać, szczególnie gdy szkoły znajdują się w okolicy ulic o dużym nasileniu ruchu. Należy też poświęcić uwagę problemowi nawilżania powietrza oraz dezynfekcji pomieszczeń w przypadku pojawiających się zagrożeń epidemiologicznych. Jeżeli rozwiązanie ma być energooszczędne, trwałe, łatwe w serwisowaniu i umożliwiać zdalny nadzór wykonywany przez specjalistyczne firmy, to stanowi ono duże wyzwanie inżynierskie, produkcyjne i organizacyjne.

Konieczne są więc prace badawczo-rozwojowe poświęcone zagadnieniu praktycznego obniżenia kosztów ogrzewania i równoczesnego zapewnienia właściwego komfortu cieplnego i klimatycznego uczniom i nauczycielom. Instalowanie nowoczesnych bardzo złożonych technicznie urządzeń do poprawy klimatu w klasach oraz oszczędnego gospodarowania energią na cele grzewcze generuje problemy z zakresu prawidłowej eksploatacji i serwisowania dla użytkownika. Istniejące instalacje są praktycznie

Należy wyposażyć klasy szkolne w prosty, tani i ogólnie dostępny sygnalizator przekroczenia dopuszczalnego stężenia CO₂, który za pomocą czerwonej diody będzie sygnalizował o konieczności wietrzenia klasy



Rys. 8. Miernik i rejestrator COMET 4400M oraz jego współpraca z siecią GSM i internetem [5]

Przeprowadzenie modernizacji przez szkołę wymaga nie tylko czynności związanych ze zdobyciem środków finansowych na pokrycie kosztów modernizacji, ale też na zapewnienie jej profesjonalnej obsługi i nadzoru

LITERATURA:

- [1] <https://pl.trotec.com/produkty-i-uslugi/maszyny-homecomfort/osuszanie/praktyczne-informacje-osuszaczach-powietrza/podstawowe-informacje-dotyczace-wilgotnosci-powietrza/>.
- [2] Materiały autorów artykułu.
- [3] <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/homo-sapiens-w-swiecie-wysokich-sterzen-co2-57>
- [4] Materiał firmy KLIMAWENT.
- [5] Materiał firmy COMET.

bezobsługowe, ale wymagają bardzo specjalistycznego serwisu. Na pewno warto temu zagadnieniu przyjrzeć się z bliska. Na przykład wydatki poniesione na wyposażenie klas w termostaty programowalne ze zdalnym nadzorem oraz zawory regulacyjne na wymiennikach (kaloryferach) to nakład finansowy, ale spodziewane oszczędności – w wysokości 20% – powinny w ciągu dwóch sezonów grzewczych pokryć te koszty. Przeprowadzenie takiej modernizacji przez szkołę wymaga nie tylko czynności związanych ze „zdobyciem” środków finansowych na pokrycie kosztów modernizacji, ale też na zapewnienie jej profesjonalnej obsługi i nadzoru. W myśl przysłowia „lepsze jest wrogiem dobrego” taka modernizacja spowoduje powstanie nowych problemów. Ale jeżeli założymy, że szkoła podpisuje na okres na przykład 5 lat umowę z firmą, która gwarantuje nie tylko utrzymanie właściwych temperatur w klasach, ale i serwis za kwotę obecnie ponoszonych opłat, to taki „interes” może się opłacać wszystkim. Warunkiem jest oczywiście, by powstała w danym rejonie firma oraz by szkoły miały zielone światło na takie działania.

Wnioski końcowe

1. Przystępując do termomodernizacji szkół, warto zastanowić się nad zintegrowanym rozwiązaniem, które zapewni choćby podstawowe normy jakości powietrza w klasach, w tym właściwej temperatury i koncentracji CO₂ oraz wilgotność powietrza.
2. Należy przeanalizować celowość powołania firmy, która w ramach dotychczasowych kosztów ogrzewania szkół zajęłaby się modernizacją istniejących tam instalacji, aby te spełniały wymagania temperaturowe (a może i wilgotnościowe) oraz zapewniały ich profesjonalną późniejszą obsługę, nadzór i serwisowanie. ■

Praca była wspierana przez projekt ActNOW! finansowany przez Unię Europejską (European Regional Development Fund & European Neighbourhood Instrument) w ramach Programu Interreg Baltic Sea Region 2014-2020.



0 AUTORZE

Profesor dr hab. inż. Adam CENIAN
– Instytut Maszyn Przepływowych
Polskiej Akademii Nauk



0 AUTORZE

Mgr inż. Henryk KOWALSKI
– Instytut Maszyn Przepływowych
Polskiej Akademii Nauk, Starszy Specjalista



0 AUTORZE

dr inż. Grzegorz MIZERA
– Instytut Maszyn Przepływowych
im. Roberta Szwalskiego PAN



PRENUMERATA 2021!

START ZA DARMO!*

Zamów prenumeratę

POLSKI instalator

a otrzymasz dwa wydania

► wersja drukowana 128 zł

► wersja elektroniczna 99 zł



GRATIS!**

*Oferta dla nowych prenumeratorów
**Wydania gratisowe 10/2020 do 11-12/2020

Zamów prenumeratę: prenumerata@euro-media.pl, 22 535 32 27, www.e-czasopisma.net