Paweł Lachman

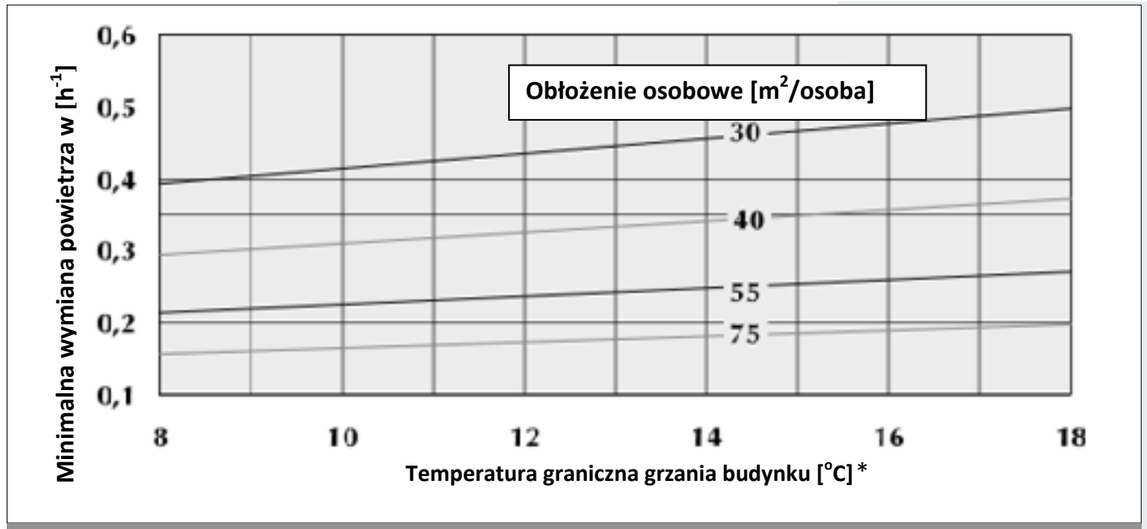
Szczelne budynki: niekontrolowana i kontrolowana wentylacja (cz. 2)

Jak wiadomo główne cele wentylacji w budynku to dostarczenie tlenu niezbędnego do oddychania ludzi, obniżenie zawartości wilgoci w powietrzu, obniżenie innych stężeń zanieczyszczeń gazowych i pyłowych emitowanych przez człowieka do akceptowalnych poziomów, a w niektórych przypadkach dostarczenie tlenu do zapewnienia prawidłowego przebiegu spalania do kotłów z otwartą komorą spalania.

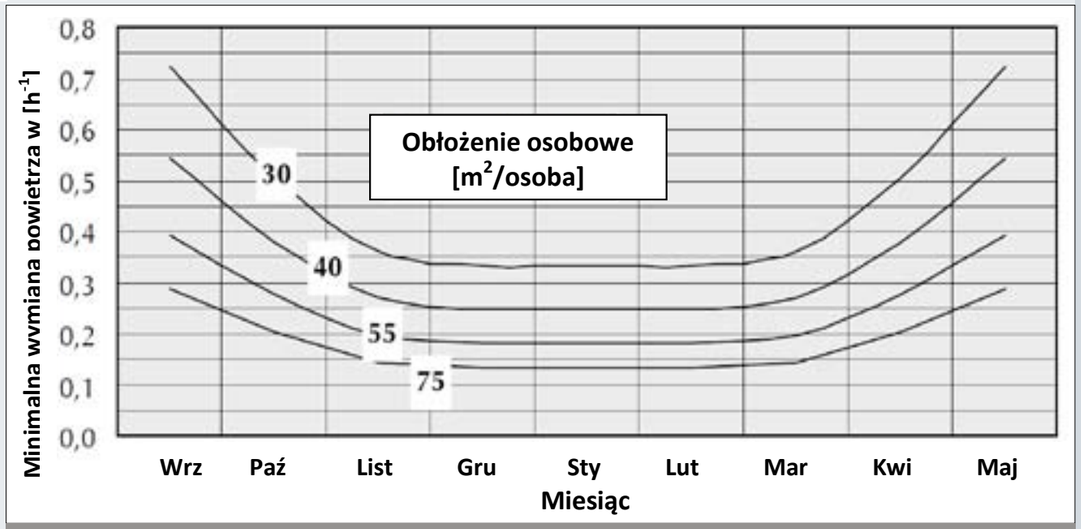
Zastosowanie wentylacji naturalnej (grawitacyjnej) w nowych budynkach w praktyce nie pozwala na pełne zrealizowanie założonych celów. Od wielu lat widoczna jest (już nieodwracalna) tendencja budowania coraz bardziej szczelnych budynków. Aby zminimalizować straty ciepła, stosuje się obecnie coraz bardziej szczelne okna, drzwi. Odbywa się kosztem realnego spadku

Pory roku a minimalne krotności wymian powietrza

W okresach przejściowych (wiosna, jesień) ze względu na duża wilgotność powietrza istnieje potrzeba zwiekszenia krotności wymiany powietrza. Jeżeli w okresie zimowym dla obłożenia osobowego budynku na poziomie 50 m^2 powierzchni ogrzewanej na osobę minimalna krotność wymiany wynosi 0,2 h^{-1}, to w okresie np. kwietnia powinna ona wzrosnąć dwukrotnie (ok. 0,4 h^{-1}). W przypadku wentylacji grawitacyjnej oznacza to, że przy stosunkowo wysokiej temperaturze zewnętrznej (słaby efekt grawitacyjny) okna często są stale uchylone, co z kolei oznacza nadmierne zwiększenie strat ciepła wentylacji. Aby zapewnić wymianę powietrza w danym pomieszczeniu na poziomie 0,5 h^{-1} należałoby w odstępie dwóch godzin otwierać okno na oścież na okres 5 minut. Przy stale uchylonym oknie realna krotność wymiany powietrza pomieszczeń może przekroczyć wartość 2,0 h^{-1}, a przy mocniejszym wietrze osiągnąć nawet wartość 10,0 h^{-1}. Wentylacja grawitacyjna nie jest wentylacją w pełni regulowaną. Nowoczesne rozwiązania wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła opierają się o płynne regulowanie wydajnością wentylacji w oparciu o pomiary wilgotności lub CO_2 w powietrzu pobieranym z pomieszczeń. Takie rozwiązania pozwala na znaczne oszczędności ciepła i energii elektrycznej, gdyż wymiana powietrza przy niższej temperaturze może być wyraźnie zmniejszona do wymaganego minimum higienicznego (rys. 2).

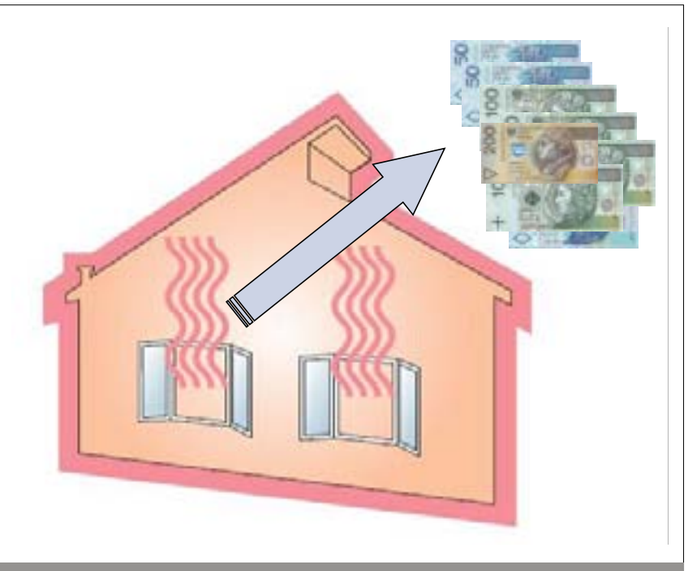


1 Wymogi minimalnej krotności wymiany powietrza w bilansie rocznym budynku uwzględniające emisję CO_2 i wilgoci



2 Wymogi min. krotności wymiany powietrza w poszczególnych miesiącach roku związane z usuwaniem wilgoci i CO_2 z pomieszczeń (źródło: literatura 1 i 2)

* przyjmuje się, że w budynkach pasywnych temperatura graniczna grzania wynosi ok. 10°C, a w budynkach energooszczędnych 12-14°C



3 Stale otwarte (uchylone) okna w pomieszczeniach mogą powodować przyrost kosztów ogrzewania nawet o ponad 100%

efektywności działania grawitacyjnego systemu wentylacyjnego i braku odpowiedniej wymiany powietrza, która jest niezbędna dla zdrowia i bezpieczeństwa. Nawet prawidłowo zaprojektowana wentylacja grawitacyjna nie działa prawidłowo przez znaczną część roku. Realna intensywność działania wentylacji grawitacyjnej zależy przede wszystkim od warunków pogodowych. W przypadku wentylacji grawitacyjnej realna krotność wymiany powietrza w budynku zależy od wpływów zewnętrznych czynników atmosferycznych, takich jak: temperatura powietrza otaczającego oraz prędkość wiatru. Gdy temperatura na zewnątrz maleje względem temperatury w budynku, w sposób liniowy rośnie intensywność wentylacji (tzn. trzykrotny wzrost różnicy pomiędzy temperaturą wewnętrzną i zewnętrzną budynku powoduje trzykrotny wzrost krotności wymiany powietrza). Gdy na zewnątrz wieje silny wiatr to intensywność wymiany powietrza rośnie w kwadracie zmiany prędkości wiatru, tzn. trzykrotny wzrost prędkości wiatru powoduje dziewięciokrotny wzrost krotności wymiany powietrza w budynku. Oznacza to, że przez długie okresy (w zasadzie większość roku) nie występuje wystarczająca wentylacja. Osoby przebywające w niedostatecznie wentylowanych pomieszczeniach mogą odczuwać bóle głowy, senność i często mają problemy z koncentracją. Zwykle jest to efekt zbyt dużej zawartości CO_2 w powietrzu. Drugim bardzo istotnym zagadnieniem jest konieczność odprowadzenia wilgoci i ryzyko powstania szkodliwej pleśni.

Rzeczywiste zachowanie użytkowników budynków

Istotnym zagadnieniem jest rzeczywiste zachowanie użytkowników budynków w zakresie używania wentylacji. Warty podkreślenia jest fakt niewielkiego poziomu wiedzy użytkowników budynków na temat nadmiernego zużycia ciepła spowodowanego działaniem wentylacji grawitacyjnej. Za słaba wentylacja w pomieszczeniu – za mała wymiana powietrza przy cały czas zamkniętych oknach – może prowadzić do kosztownych szkód spowodowanych zbyt dużą wilgotnością np. wykwity grzyba pleśni na zimnych i wilgotnych powierzchniach ścian. Z kolei część mieszkańców w sezonie grzewczym ma uchylone na stałe okna. Takie zachowanie się mieszkańców, związane zapewne z dążeniem do zapewnienia prawidłowej wentylacji prowadzi do znacznego wzrostu zużycia ciepła. Niestety często zdarza się też mieszkańcom „regulowanie" temperatury pomieszczeń (gdy jest za wysoka temperatura pomieszczenia) poprzez otwieranie okien, a nie poprzez ustawienie prawidłowej tem-

REKLAMA

Viega. Liczy się pomysł! Systemy połączeń zaprasowywanych firmy Viega umożliwiają bezpieczne i dokładne łączenie rur wykonanych z różnych materiałów takich jak miedź, brąz, stal nierdzewna czy tworzywo sztuczne. Więcej informacji: Viega Sp. z o.o. telefon 58 66 24 999 · telefaks 58 66 24 990 · info@viega.pl · www.viega.pl

SC-Contur Viega

viega

peratury na termostacie grzejnikowym. Wzrost temperatury w pomieszczeniu o 2 K np. z 20°C do 22°C) powoduje przyrost kosztów ogrzewania o około 12%. W przypadku „regulowania" temperatury za pomocą stale uchylonego o okna, może powodować to wzrost kosztów ogrzewania nawet o ponad 100%.

Zbyt duże stężenia CO_2 w powietrzu w budynkach

Wiele badań naukowych wskazuje, że nad ranem w sypialni z zamkniętymi drzwiami i oknami, stężenie CO_2 w powietrzu gwałtownie przyrasta. (rys. 4). Stężenie CO_2 bywa nawet 6-8-krotnie większe w stosunku do średniej zawartości w powietrzu atmosferycznym (ok. 400 ppm CO_2). Szczególnie w dużych skupiskach ludzi następuje szybki przyrost stężenia CO_2. W klasach szkolnych z typową wentylacją grawitacyjną, po 30 minutach lekcji zawartość CO_2 wzrasta nawet 10-krotnie, przekraczając wartość 4000 ppm. Już wzrost zawartości CO_2 powyżej 1500 ppm powoduje szybki spadek koncentracji czy odczucie senności osób. Aby móc efektywnie prowadzić zajęcia lekcyjne, powinno się po każdej lekcji szeroko otworzyć okna, przynajmniej na parę minut.
Stężenie objętościowe CO_2 równe 600 ppm jest przeciętną granicą odczucia świeżego powietrza poza budynkiem. W przypadku sal pooperacyjnych wytyczne VDI zalecają nieprzekraczanie wartości 1000 ppm.
W czasie snu, gdy stężenia CO_2 w powietrzu sypialni nad ranem przekracza wartość 3000 ppm CO_2 (rys. 4) powoduje w konsekwencji odczucie braku wypoczynku i złe samopoczucie następnego dnia. Wg niektórych prac medycznych może się to również wiązać ze zjawiskiem bezdechu, bólami głowy oraz innymi poważnymi konsekwencjami medycznymi.

POBIERZ

Rysunek 4 Przykład wzrostu CO_2 w konkretnym pomieszczeniu mieszkalnym (pomiary własne autora)

POBIERZ

Tabela 1 Stężenie CO_2 a skutki oddziaływania na organizm ludzki

Jakie są wymagane strumienie powietrza, aby utrzymać stężenie CO_2 na poziomie 1000 ppm?

Wymagane strumienie powietrza wentylacyjnego dla osób w budynku zależą przede wszystkim od ilości wydychanego dwutlenku węgla (aktywności człowieka), ale także od zawartości CO_2 w powietrzu atmosferycznym i dopuszczalnego maksymalnego stężenia CO_2 w powietrzu.
Dobrym przykładem wpływu opisanych czynników są poniższe obliczenia.
Założono, że dopuszczalne stężenie CO_2 w powietrzu w pomieszczeniu wynosi 1000 ppm. Ilość wydychanego CO_2 w zależności od czynności osób podano w tabeli 2.
Jeżeli przyjmiemy, że powietrze atmosferycz-

Rodzaj czynności	Ilość wydychanego CO_2
Odpoczynek w pozycji leżącej	10-12 l/h
Pozycja siedząca	12-15 l/h
Lekka praca biurowa	19-24 l/h
Praca średniociężka, gimnastyka	33-43 l/h

Tabela 2 Ilość wydychanego CO_2 w zależności od rodzaju czynności człowieka

REKLAMA

Bez względu na to, czy mamy dużą czy małą łazienkę, odpowiednio dopasowany grzejnik łazienkowy rozwiąże problemy ze skutecznym jej ogrzaniem. Purmo oferuje swoim klientom grzejniki łazienkowe wyróżniające się nie tylko funkcjonalnością, ale również bogactwem wzorów i kolorów.
Instalatorom natomiast Purmo proponuje udział w konkursie **„Sztuka ogrzewania"**, którego przedmiotem są grzejniki łazienkowe. Więcej o konkursie na **www.purmo.pl**

°CLEVER LOW TEMPERATURE RADIATORS

PURMO clever heating solutions

Rettig Heating Sp. z o.o. Tel.: (22) 544 10 00 purmow@purmo.pl www.purmo.pl

ne zawiera stężenie objętościowe CO_2 na poziomie ok. 400 ppm (obszar poza dużymi miastami), to dla ilości wydychanego CO_2 12 l/h dla okresu snu, obliczenia zapotrzebowania strumienia powietrza wygląda następująco :
0,012 [m³/h na osobę]/(0,001-0,0004 [m³/m³]) **= 20 m³/h na osobę.**
W przypadku lekkiej pracy biurowej (24 l CO_2 na godzinę) wynosi ono:
0,024 [m³/h na osobę]/(0,001-0,0004 [m³/m³]) **= 40 m³/h na osobę.**
W dużych miastach np. Warszawie czy Krakowie odnotowuje się wzrost stężenia dwutlenku węgla w świeżym powietrzu na poziomie 450-600 ppm. Przyjmując wartość stężenia CO_2 równą 600 ppm i po ponownym wykonaniu obliczenia przy niezmienionych założeniach, otrzymujemy:
0,012 [m³/h na osobę]/(0,001-0,0006 [m³/m³]) **= 30 m³/h na osobę oraz**
0,024 [m³/h na osobę]/(0,001-0,0006 [m³/m³]) **= 60 m³/h na osobę.**
Zapewnienie tak znacznych strumieni powietrza wentylacyjnego w budynkach z wentylacją grawitacyjną w sposób ciągły i w pełni kontrolowany jest zdaniem autora w praktyce nie do osiągnięcia.
Gdy realny strumień powietrza wentylacyjnego w pomieszczeniu wynosi np. 10 m³/h, to w przypadku osoby śpiącej stężenie objętościowe CO_2 w pomieszczeniu wzrośnie do 1900 ppm (zakładając, że w powietrzu atmosferycznym wynosi ona 400 ppm – poza miastami) i do 2100 ppm (analogicznie 600 ppm – duże miasto).

POBIERZ
Arkusz obliczeniowy strumieni powietrza i stężenia CO_2 dla różnej aktywności osób

Już w XIX wieku szwedzki profesor higieny Elias Heyman (1829-1889) z Instytutu Karolinska ze Sztokholmu, po przeprowadzeniu badań nad realnym działaniem wentylacji w domach i szkołach twierdził, że **wentylacja grawitacyjna nie jest w stanie zapewnić odpowiedniej jakości powietrza wewnątrz budynków.**
Trzeba przyznać, że w przypadku nowych budynków z instalacjami grawitacyjnymi istnieją już efektywniejsze rozwiązania. Powietrze wentylacyjne w nowych budynkach ze szczelnymi oknami doprowadzane jest przez nawiewniki powietrza z funkcją automatycznej regulacji nawiewu, np. nawiewniki higrosterowalne. Również kratki wywiewne mogą wyposażone być w takie układy regulacji, dzięki czemu efektywność wentylacji wzrasta, a zapotrzebowanie na energię wyraźnie maleje.
To rozwiązanie nie zapewnia jednak w sposób ciągły stałej wymaganej jakości powietrza (np. poziomu stężenia CO_2 w pomieszczeniach).

Ciągle brak klas energetycznych budynków…

W projekcie rozporządzenia z 25.09.2013 w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynków... zapowiedziano wprowadzenie klas energetycznych budynków. Miały one zależeć od wartości wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP dla c.o. i c.w.u. [kWh/(m²rok)]. Aby dom jednorodzinny mógł uzyskać klasę energetyczną A miał zużywać mniej niż 60 kWh/(m²rok) energii pierwotnej na jednostkę powierzchni ogrzewanej rocznie. W przypadku obiektu z instalacją chłodzenia zużycie to miało być mniejsze od 70 kWh/(m²rok).

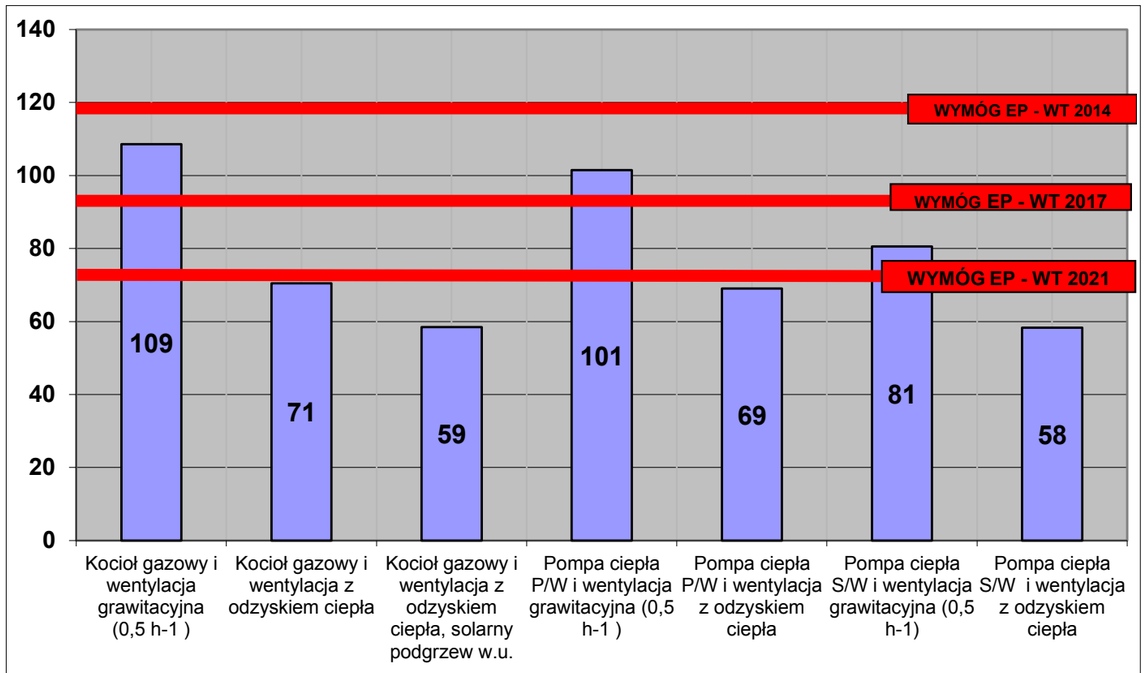
Przykładowe (proponowane pierwotnie i ostatecznie niewprowadzone!) klasy energetyczne dla budynku jednorodzinnego, wyposażonego w system grzewczy, wentylacyjny i przygotowania ciepłej wody użytkowej podane są w tabeli 3.
Niestety w najnowszym projekcie rozporządzenia ze stycznia 2014 r. Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju wycofało się (na razie) z pomysłu wprowadzenia klas energetycznych budynków. Można by sądzić, że wprowadzenie klas energetycznych spowodowałoby to, że klienci zainteresowani budową nowych obiektów jeszcze mocniej zwracaliby uwagę na energooszczędne budownictwo.

Wymogi EP w 2014, 2017 i 2021 r. dla nowych budynków w Polsce

Nowe warunki techniczne budynków, które weszły w życie 1 stycznia 2014 roku, przewidują dalsze zmniejszanie zapotrzebowania nowych domów na energię pierwotną (EP – energia pozyskiwana bezpośrednio z zasobów nieodnawialnych, potrzebna do ogrzania obiektu i do przygotowania ciepłej wody). Od 2014 roku zapotrzebowanie na EP w nowych budynkach jednorodzinnych nie może być większe niż 120 kWh/(m²rok). Na rok

Planowana klasa energetyczna budynku jednorodzinnego	Wartości wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną EP c.o. i c.w.u. [kWh/(m²rok)]
A	EP<60
B	60≤EP<120

Tabela 3 Zapowiedziane w pierwszym projekcie rozporządzenia i ostateczne niewprowadzone polskie klasy energetyczne budynków jednorodzinnych (bez chłodzenia) w oparciu o zużytą energię pierwotną



5 Porównanie maksymalnych wskaźników EP (c.o. + c.w.u.) dla różnych technologii grzewczych i rodzajów wentylacji w referencyjnym budynku

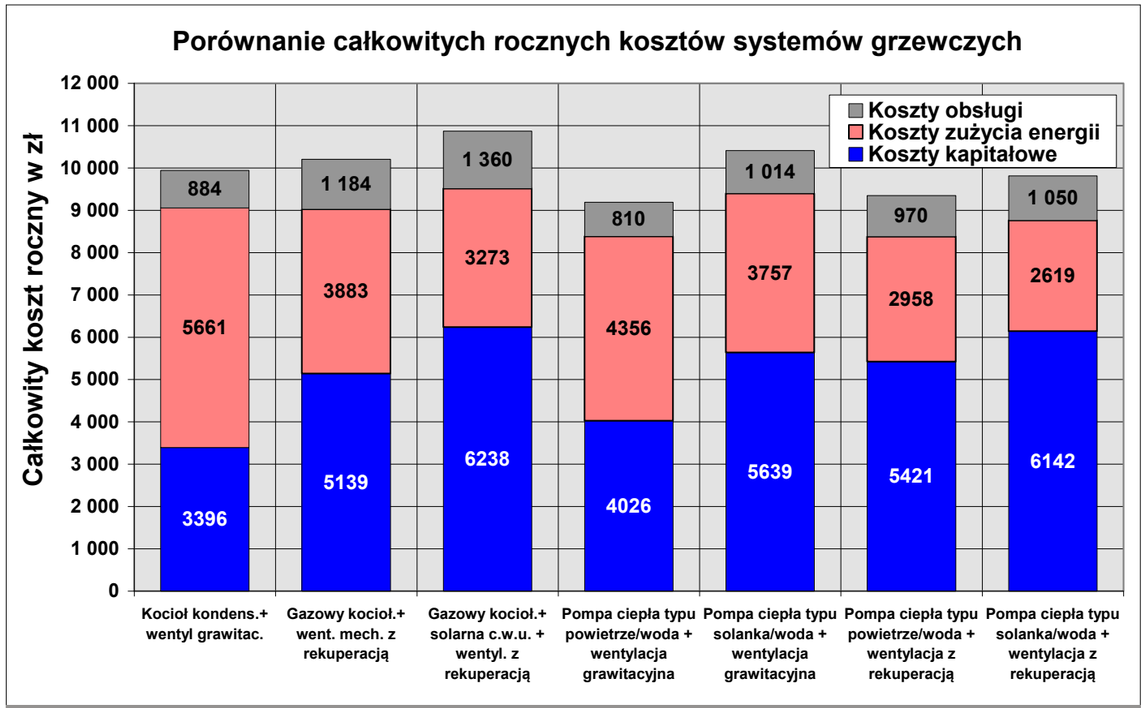
2017 przewiduje się obniżenie maksymalnego wskaźnika EP do wartości 95 kWh/(m²rok). W roku 2021 wartość EP będzie wynosić maksymalnie 70 kWh/m²rok.
Europejska Dyrektywa EPBD narzuca od 2021 r. konieczność budowy budynków (w tym domów jednorodzinnych) o tzw. o niemal zerowym zużyciu energii. Bardzo interesujące jest to, że polska definicja takich budynków jest związana z EP o wartości nie ok. 0 kWh/(m²rok), a aż 70 kWh/(m²rok) w 2021 roku.
Znaczenie rozwiązania wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła widać również przy porównaniu zużycia energii pierwotnej w budynku jednorodzinnym dla technologii grzewczych w przykładowym budynku referencyjnym (obliczenia wstępne bez 100% gwarancji poprawności).
Na rys. 5 pokazano porównanie wskaźników EP (c.o. + c.w.u.) dla różnych technologii grzewczych przy niezmienionych założeniach

- Budynek dwukondygnacyjny 10x12 m, dach dwuspadowy A/V = 0,67
- Lokalizacja Warszawa (temperatura projektowa zewnętrzna -20°C)
- Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego dla c.o. [39 kWh/m² rok] (w przypadku wentylacji grawitacyjnej wartość ta wynosi 74 [kWh/m²])]
- Współczynnik przenikania ciepła okien U = 0,9 [W/(m²K)]
- Współczynnik przenikania ciepła ścian zewnętrznych 0,2 [W/(m²K)]
- Współczynnik przenikania ciepła poddasza 0,15 [W/(m²K)]
- W przypadku zastosowania wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła założono, że infiltracja powietrza dla budynku wynosi 0,05 h^{-1} (założono, że wartość infiltracji wynosi 0,7 h^{-1} dla n50 w teście 50 Pa) oraz sprawność odzysku ciepła 80% (dla wentylacji mechanicznej)
- Roczny współczynnik wymiany powietrza 0,5 h^{-1} w przypadku zastosowania w budynku wentylacji grawitacyjnej.
- Współczynnik przenikania ciepła podłogi na gruncie 0,3 [W/(m²K)]
- Zapotrzebowanie c.w.u. ok. 4000 kWh/rok

W perspektywie kolejnych 5-7 lat należy spodziewać znacznego spadku współczynnika nakładu energii pierwotnej w_i dla energii elektrycznej. Tak się stało np. w Niemczech, gdzie wartość w_i w ciągu 10 lat obniży się z 3,0 do 1,8 (w 2016 roku). Autor jest przekonany że do roku 2020 w Polsce wartość w_i dla energii elektrycznej spadnie z 3,0 do ok. 2,4. Jest to związane z przewidywanym „zazielenieniem" się produkcji energii elektrycznej w Polsce. Obecnie, aby uzyskać 1 kWh energii elektrycznej należy zużyć 3 kWh energii pierwotnej. W przyszłości wartość ta spadnie do 2,4.
Oznaczałoby to, że pozycja sprężarkowych elektrycznych pomp ciepła pokazana na rys. 5 uległaby dalszemu polepszeniu się o 20%. W pokazanym przykładzie zarówno zastosowanie pompy ciepła typu solanka/woda (gruntowa), jak i typu powietrze/woda pozwoliłyby osiągnąć klasę energetyczną A budynku. Wg aktualnych analiz w ciągu najbliższych kliku lat nastąpi też zwiększenie efektywności pomp ciepła (COP, a w konsekwencji SCOP) o kolejne 10-15%.

Porównanie kosztów rocznych opisanych rozwiązań

Aby móc poprawnie policzyć koszty finansowania i porównać alternatywne rozwiązania o różnych okresach użytkowania elementów instalacji, można użyć metody całkowitych równoważnych kosztów rocznych. Uznanym i powszechnie stosowanym w Niemczech narzędziem, używanym do analizy ekonomicznej całkowitych równoważnych kosztów rocznych dla porównania różnych technologii grzewczych są wytyczne Związku Inżynierów Niemieckich VDI 2067. Na całkowite koszty roczne składają się koszty zużycia energii, koszty kapitałowe (zakłada się wzięcie standardowo oprocentowanego kredytu) oraz koszty konserwacji (napraw, części zamiennych i przeglądów).
W kosztach kapitałowych ujęte są różne okresy użytkowania poszczególnych elementów instalacji np. pompa ciepła 20 lat, dolne źródło 50 lat, pomieszczenie kotłowni 40 lat itd. W tym celu nakłady inwestycyjne są przedstawiane w postaci stałych, rocznych kosztów kapitałowych. Koszty inwestycyjne mnoży się przez współczynnik równoważnych kosztów rocznych lub współczynnik opłaty rocznej, którego wartość zależy od okresu użytkowania określonego elementu inwestycji oraz od stopy procentowej i okresu kredytu.
W opisywanym przykładzie koszt roczny pomp ciepła typu solanka/woda wraz z wentylacją mechaniczną z odzyskiem ciepła jest porównywalny z rocznym kosztem kotła gazowego kondensacyjnego w budynku z wentylacją naturalną (rys. 6). Przy czym koszty inwestycyjne pompy ciepła (na początku inwestycji) są znacząco wyższe, koszty eksploatacji wyraźnie niższe (nawet o 45-50%). W inwestycji w gazowy kocioł kondensacyjny z instalacją z kolektorami słonecznymi do c.w.u. i rekuperacją roczne koszty znacznie przewyższają koszty roczne pomp ciepła z rekuperacją.
Najbardziej optymalnym rozwiązaniem jest zastosowanie pompy ciepła powietrze/woda

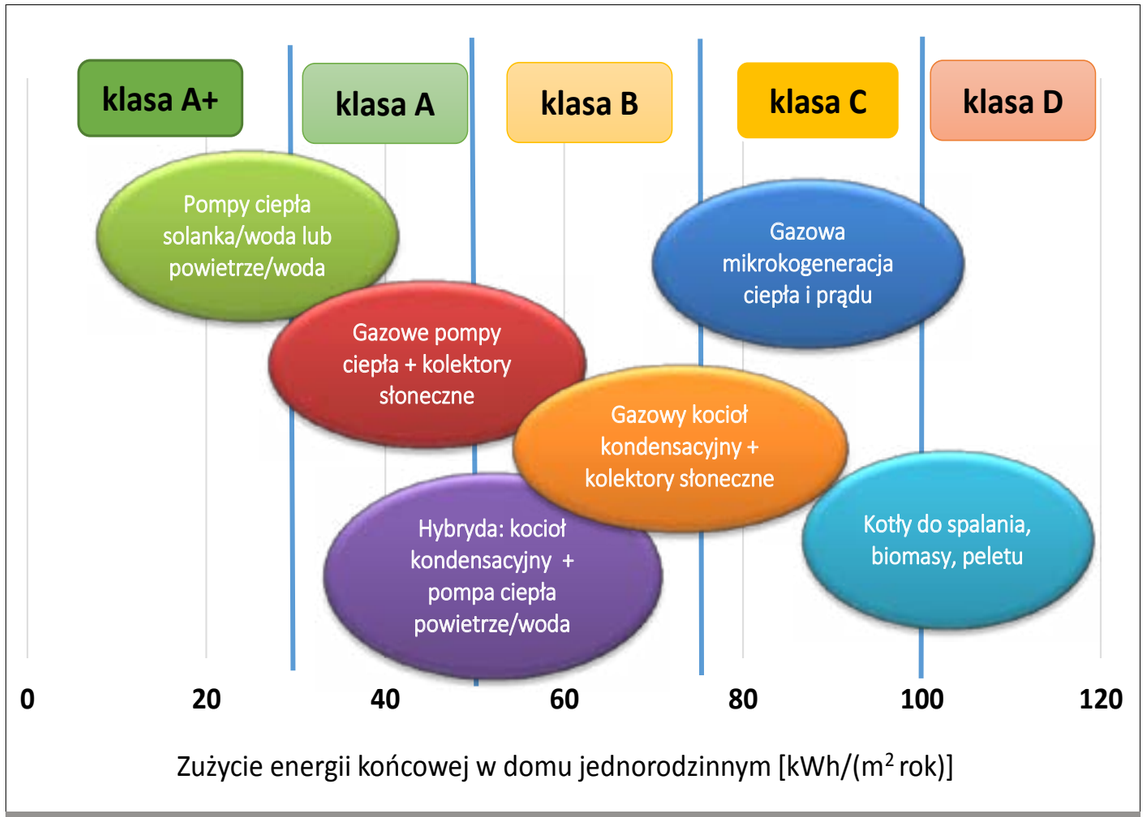


6 Porównanie całkowitych kosztów rocznych dla różnych technologii grzewczych i rodzajów wentylacji w referencyjnym budynku

z systemem wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła (rekuperacją).
Udział kosztów serwisu (napraw i części zamiennych i przeglądów) pomp ciepła pokazany na wykresie, bierze się z przyjętej metodologii wytycznych VDI 2067, która zakłada, że roczne koszty napraw (konserwacji) są na poziomie ok. 1-2% kosztów inwestycyjnych. Szwajcarskie badania pomp ciepła FAWA pokazują, że koszty roczne napraw i przeglądów dla pomp ciepła są wyraźnie niższe i nie przekraczają wartości 1% rocznie.

Klasy energetyczne budynku (energia pierwotna EP, czy użytkowa EU, a może energia końcowa EK?)

W projekcie rozporządzenia o certyfikacji energetycznej budynków z połowy 2013 roku zakładano, że klasy energetyczne będą opierać się o zużytą energię pierwotną na cele centralnego ogrzewania i ciepłej wody. Po wielu głosach krytyki ostatecznie MIR wycofało się z takiego pomysłu. Takie kryterium dla systemu etykiet energetycznych budynków byłoby kompletnie niezrozumiałe dla właścicieli budynków. Zdaniem autora jedynym w pełni zrozumiałym kryterium może być uzależnienie klas energetycznych budynków od zużytej energii końcowej EK. Przykład takiego rozwiązania wdrożonego na rynku niemieckim pokazany jest na rys. 7 wraz z odpowiednim zastosowaniem różnych technologii grzewczych. Charakterystyki energetyczne budynków i klasy energetyczne budynków w Niemczech od 2016 roku, będą opierać o zużytą energię końcową. Nowe świadectwa charakterystyki energetycznej budynków będą też zawierać klasy energetyczne budynków, podobnie jak sprzęt AGD czy inne urządzenia zużywające energię. Klasy energetyczne zaczynają się od klasy A+, a kończą na klasie H. Najwyższe klasy energetyczne A+ pozwoli osiągnąć zastosowanie sprężarkowych zasilanych elektrycznie pomp ciepła, w tym również sprężarkowych pomp ciepła typu powietrze/woda. Stosunkowo wysokie klasy energetyczne A pozwoli osiągnąć zastosowanie gazowych pomp ciepła i układów hybrydowych np. kocioł gazowy z pompą ciepła typu powietrze/woda. W przypadku pozostałych technologii, bez zastosowania wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła w budynku trudno będzie uzyskać wysokie klasy energetyczne budynku, takie jak A czy B. Należy mieć nadzieję, że również w Polsce wprowadzone zostaną klasy energetyczne budynków w oparciu o zużytą energię końcową. Również prowadzona dyskusja branżowa wskazuje, że to rozwiązanie jest też najbardziej prawdopodobne i optymalne do zastosowania w Polsce.



7 Przykładowe klasy energetyczne budynku w Niemczech, przy zastosowaniu różnych technologii grzewczych (zapotrzebowanie ciepła użytkowego na ogrzewanie i c.w.u. 60 kWh/m²rok w nowym budynku jednorodzinnym o powierzchni ogrzewanej 200 m²)

POBIERZ Literatura

Powstanie centrum budownictwa energooszczędnego w Białymstoku

21 lutego 2014 r. wmurowano kamień węgielny pod budowę innowacyjnego centrum dydaktyczno-badawczego alternatywnych źródeł energii, budownictwa energooszczędnego i ochrony środowiska Politechniki Białostockiej. Całkowity koszt inwestycji to ponad 88 mln zł, z czego ok. 74,5 mln zł stanowią fundusze Programu Infrastruktura i Środowisko.
Centrum INNO-EKO-TECH, choć powstaje przy Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska, umożliwi działalność dydaktyczną oraz prowadzenie badań naukowych także innym wydziałom uczelni, z zakresu rozwiązań i technologii innowacyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem minimalizacji kosztów technologii wytwarzania energii. W wyniku realizacji przedsięwzięcia powstanie nowocześnie wyposażony obiekt z 36 laboratoriami oraz pracowniami dydaktycznymi, a także z 673 stanowiskami badawczymi. Zakończenie realizacji inwestycji planowane jest na koniec I kwartału 2015 r.
Więcej