

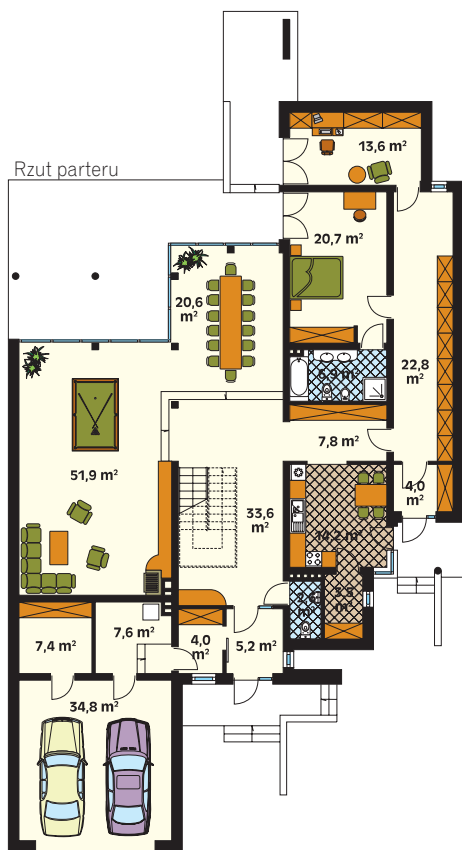
Rys. Pracownia Archipelag

Projekt domu energooszczędnego

Tadeusz Lipski

Szacuje się, że około 90% domów jednorodzinnych budowanych w Polsce powstaje na podstawie tanich projektów katalogowych. Czy kupując projekt katalogowy można zbudować dom energooszczędny? Tak. Podpowiadamy jak wybrać dobry projekt.

PATRONI CYKLU



Energooszczędność to nie tylko ciepłe ściany

Podstawowym zadaniem współczesnego budownictwa jest dążenie do ograniczenia ilości zużywanej w domu energii. Oczywiście, głównie chodzi o energię cieplną wykorzystywaną do ogrzewania budynku w okresie zimowym. Powszechnie uważa się, że do tego celu wystarczy zaprojektowanie i wykonanie odpowiednio grubych oraz dobrze izolowanych przegród zewnętrznych. Jednak to nie prawda. Takie podejście jest wystarczające w zwykłym domu spełniającym podstawowe kryteria (normy), ale nie w budynku energooszczędnym **1**, **2**. Warto zatem pamiętać, że zwiększenie w ścianach grubości warstwy termoizolacyjnej ze standardowych 10, czy 12 cm stosowanych w projektach katalogowych do np. 18–20 cm nie spowoduje, że budynek stanie się energooszczędny. Po tego typu przeróbce dom i tak nie uzyska odpowiedniej klasy energetycznej, ponieważ takie jednostronne działanie na pewno okaże się niewystarczające.

Zaprojektowanie wszystkich przegród zewnętrznych (w tym okien, drzwi, pod-

1 Projekt bardzo atrakcyjnego domu, który może być marzeniem wielu inwestorów. Jest duży, reprezentacyjny, piętrowy w modnym, modernistycznym stylu. Czego chcieć więcej? Jednak pomimo pozorów energooszczędności (pokoje skierowane na południe, duże przeszklenia od strony południowej, buforowy układ pomieszczeń) dom ten na pewno nie będzie energooszczędny. Ma bardzo rozbudowaną formę (20 narożników – w domu oszczędzającym energię 4–6), wiele mostków termicznych spowodowanych przez betonowe daszki i balkony, wentylację grawitacyjną czy kiepski stosunek powierzchni zewnętrznych do kubatury budynku

łóg na gruncie) o bardzo dobrych właściwościach termoizolacyjnych jest warunkiem koniecznym, ale nie wystarczającym. Nie mniej istotne jest wyeliminowanie wszystkich mostków termicznych, czy zapewnienie całkowitej szczelności budynku. Jednak podstawowym elementem gwarantującym największe zyski energetyczne jest system wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. Najważniejszą częścią tego układu jest oczywiście rekuperator o bardzo dużej sprawności (powyżej 75%, a zwykle 85–90%). Na dodatek w domach energooszczędnych urządzenie to zazwyczaj wspomagane jest przez gruntowy wymiennik ciepła.

Bryła budynku

Wybierając dom z katalogu należy uważnie przeanalizować jego kształt oraz wielkość. Po prostu budynki energooszczędne zwy-

kłe charakteryzują się zwartą bryłą o niewielkiej powierzchni przegród zewnętrznych. Dzięki temu straty ciepła są mniejsze. Ważne jest również, aby kubatura domu była stosunkowo duża, bo wtedy ogrzane powietrze wolniej się oziębia.

Teoretycznie najlepszym rozwiązaniem byłyby domy w kształcie kuli (trudno je zrealizować) lub sześcianu, ponieważ bryły te mają najmniejszą powierzchnię w stosunku do swojej objętości.

Wniosek jest jasny – dom energooszczędny powinien być dość duży, zaprojektowany na planie kwadratu lub prostokąta. Wskazane, aby był piętrowy, najlepiej z dachem płaskim lub o małym kącie nachylenia **3**. Należy unikać projektów o rozbudowanej bryle z podcieniami, wykuszami, czy lukarnami. Po prostu elementy te niepotrzebnie zwiększają powierzchnię przegród zewnętrznych **4**.

Rzut parteru



Rzut piętra



Elewacja frontowa



2 ▲ Projekt domu typu dworcowego, który może urzeczywistnić tęsknoty wielu Polaków. Na dodatek w katalogu oznaczony jako dom, który może być energooszczędny. I wiele za tym przemawia, np. bardzo zwarta bryła budynku (4 narożniki), użytkowe poddasze pod mansardowym dachem, czy duże, przeszklone powierzchnie. Szkoda tylko, że jedyne, sensowne ustawienie tego budynku wypada na osi wschód–zachód, a wtedy na elewacji południowej znajdzie się tylko jedno okno oświetlające kottłownię lub łaźienkę. Oczywiście układ wentylacji grawitacyjnej (3 kominy) nie może być zastosowany w domu energooszczędnym



Elewacja wschodnia



Elewacja południowa

4 ▼ Projekt domu o bardzo rozbudowanej formie (zarówno ścian jak i dachu), w którym stosunek powierzchni zewnętrznych do kubatury nie jest zbyt korzystny

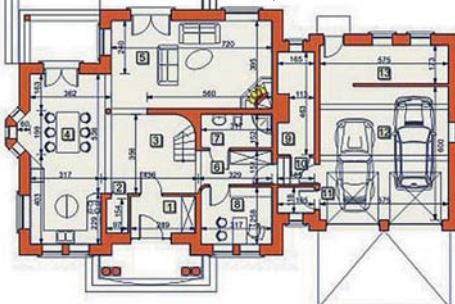
Elewacja frontowa



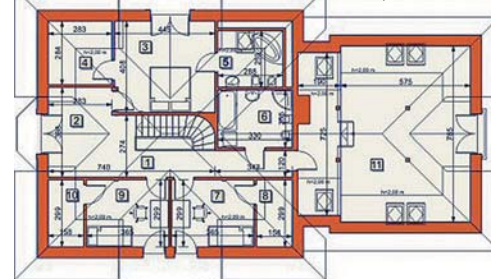
Elewacja ogrodowa



Rzut parteru



Rzut poddasza



Rzut poddasza



3 ▲ Niemal wzorcowy projekt domu energooszczędnego. Świadczy o tym bardzo prosta bryła budynku, duże przeszklone powierzchnie od strony południowej i wschodniej, buforowy układ pomieszczeń, prawdopodobnie mechaniczna wentylacja

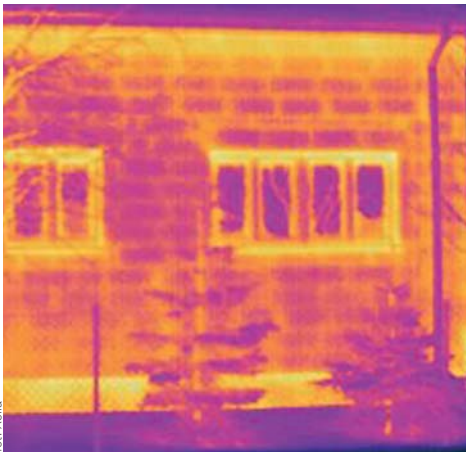


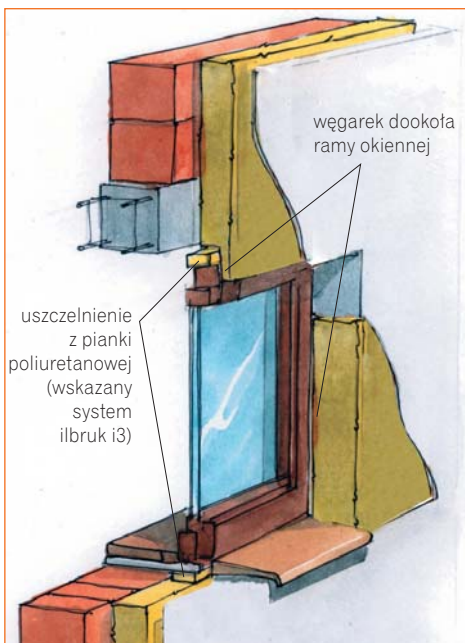
foto: Xella

5 Zdjęcie wykonane kamerą termowizyjną. Widoczne mostki termiczne (kolor żółty) dookoła okien, w rejonie wieńca stropowego, cokołu oraz między pustakami lub bloczkami betonu komórkowego

Przegrody zewnętrzne

Projektowanie ścian, dachów, czy podłóg na gruncie o odpowiedniej izolacyjności cieplnej wydaje się zadaniem łatwym. Jednak w domach energooszczędnych nie polega to tylko na zastosowaniu odpowiednio grubej warstwy materiału termoizolacyjnego (min. 15 cm, częściej 18–20 cm). Bardzo ważne jest rozrysowanie wszystkich detali np. nadproży, wieńców stropowych, podciągów, więźby dachowej, a także połączeń wszelkich elementów konstrukcyjnych, jak

6 Poprawny sposób osadzenia okna w domu energooszczędnym – w grubości warstwy termoizolacyjnej



Porównanie termoizolacyjności przegród zewnętrznych we współcześnie budowanych domach jednorodzinnych

Rodzaj przegrody	Maks. wartość współczynnika przenikania ciepła U [W/m ² K]*		
	Dom zgodny z normami	Dom energooszczędny	Dom pasywny
Ściany zewnętrzne	0,30 (0,25)	0,15–0,20	0,15 (0,10)
Okna	2,00 (1,30)	0,80–1,00	0,80 (0,60)
Drzwi zewnętrzne	2,60 (2,00)	0,80–1,00	0,80 (0,60)
Dach lub stropodach	0,30 (0,20)	0,15–0,20	0,15 (0,10)
Podłoga na gruncie	0,60 (0,33)	0,15–0,20	0,15 (0,10)
Strop nad piwnicą	0,60 (0,33)	0,20–0,30	0,15

* w nawiasach podano wartości uznawane za najbardziej racjonalne

okien i drzwi ze ścianami, ścian fundamentowych z podłogą na gruncie itd. **5**. Po prostu w tych newralgicznych miejscach nie mogą powstać mostki termiczne, które zwykle dyskwalifikują całe przedsięwzięcie.

Z tego powodu zanim kupi się projekt katalogowy warto przyrzeć się detalom (jeśli w ogóle są narysowane) i choćby **sprawdzić czy zachowana jest stała grubość oraz ciągłość izolacji termicznej w każdym punkcie przegród zewnętrznych, czy stolarka jest osadzona w grubości warstwy termoizolacyjnej, czy ramy osłonięte są węgiarkami itd.** **6**. Jeśli nie – trudno wtedy mówić o projekcie domu energooszczędnego.

W tego typu budynkach bardzo ważna jest również szczelność przegród zewnętrznych, dzięki którym zapobiega się przedo-

stawianiu niekontrolowanego, zimnego powietrza do wnętrza domu.

Szczelne muszą być nie tylko okna i drzwi, ale także ściany i dach. Z tego względu tak lubiane przez inwestorów i powszechnie stosowane technologie murowania tylko na spoiny poziome w domach energooszczędnych powinny być stosowane wyłącznie z obustronnym tynkowaniem. Koniecznie trzeba też zadbać o właściwe (bardzo staranne) uszczelnienie połączenia dachu. Dotyczy to zarówno zewnętrznej izolacji wiatrochronnej, jak i wewnętrznej paroizolacji. Po prostu wszystkie połączenia, miejsca wbicia gwoździ lub zszywek powinny być osłonięte taśmą samoprzylepną. A informacja o tym musi znajdować się w projekcie technicznym.

▶ Budynek energooszczędny

W uproszczeniu dom energooszczędny to taki, który zużywa o 30% mniej energii do ogrzewania niż budynek typowy. Do niedawna charakteryzował go obliczeniowy wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na energię cieplną E:

- E ≤ 140 kWh/m²rok – nieenergooszczędny;
- E ≤ 110 kWh/m²rok – dom standardowy;
- E ≤ 70 kWh/m²rok – dom energooszczędny;
- E ≤ 15 kWh/m²rok – dom pasywny.

Wartość wskaźnika E zależała nie tylko od stosunku A/V (staosunek wszystkich powierzchni zewnętrznych do kubatury), ale jeszcze od:

- izolacyjności termicznej ścian, okien, drzwi, dachu, podłogi na gruncie itp.;
- sposobu wentylowania pomieszczeń;
- wielkości powierzchni przeszklonych i ich usytuowania względem stron świata;
- ilości osób zamieszkujących w domu.

Niebawem będą obowiązywały klasy energetyczne budynków określone na podstawie zintegrowanej charakterystyki budynku EP. Ten bezwymiarowy wskaźnik obliczany będzie w zależności od: całkowitego zapotrzebowania na energię do ogrzewania i wentylacji; przygotowania ciepłej wody; klimatyzacji oraz oświetlenia budynku.

Dla budynku referencyjnego (stanowiącego punkt odniesienia) przyjęte zostanie EP=1 i klasa energetyczna budynku D. Pozostałe zależności mają wyglądać następująco:

- EP ≤ 0,25 – klasa A (pasywnie);
- 0,26 < EP ≤ 0,50 – klasa B (niskoenergetyczne);
- 0,51 < EP ≤ 0,75 – klasa C (energooszczędne);
- 0,75 < EP ≤ 1,00 – klasa D (standardowe);
- 1,01 < EP ≤ 1,25 – klasa E;
- 1,26 < EP ≤ 1,50 – klasa F;
- EP > 1,51 – klasa G.

Wykorzystanie energii słonecznej i ograniczenie strat ciepła

Wybierając dom energooszczędny z katalogu warto uważnie się przyjrzeć układowi pomieszczeń oraz usytuowaniu okien w zależności od stron świata. Podstawową zasadą jest umieszczenie pokoi i dużych powierzchni przeszklonych od strony południowej. Jednak w domach energooszczędnych z wielkością okien nie należy przesadzać. Po prostu każde okno (a nie tylko szyba) o współczynniku $U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ w ogólnym rozrachunku generuje jedynie straty energii cieplnej. Oczywiście mniejsze, gdy usytuowane jest od strony południowej i bardzo duże, jeśli znajduje się po stronie północnej. Należy pamiętać, że szklane elewacje są do zaakceptowania w domach pasywnych (choć też powodują wiele kłopotów), ale nie w budynkach energooszczędnych **7**. W tego typu budowlach o wiele bardziej opłaca się korzystać z energii słonecznej do prawie darmowego ogrzewania ciepłej wody użytkowej (przynajmniej od maja do października). Zatem instalacje z bateriami słonecznymi są bardzo wskazane i warto ich szukać w projektach katalogowych **8**. Równie przydatne mogą być ogrody zimowe, które nawet nie ogrzewane stanowią rodzaj bufora termicznego.

Z tego też powodu powinno się szukać domów zaprojektowanych z podziałem na wyrażne strefy termiczne:

- 18–22° – pokoje, głównie od strony południowej, kuchnia, najlepiej od wschodu;
- 12–15° – pomieszczenia gospodarcze, garderoby, pralnie z oknami od strony wschodniej lub zachodniej;
- 4–8° – garaż, magazyn narzędzi i sprzętu ogrodowego od strony północnej, jednak bez okien od tej strony.

Istotne jest to, żeby różnica temperatury pomiędzy sąsiadującymi pomieszczeniami nie przekraczała 8°C. Wtedy bowiem ściany działowe mogą być tanie i stosunkowo cienkie (12 cm, $U < 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ lepiej $U < 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$). W przeciwnym razie trzeba je ocieplić i projektować znacznie grubsze.

Wentylacja i ogrzewanie

Dom energooszczędny musi być wyposażony w wentylację mechaniczną nawiewno-wywiewną z odzyskiem



Elewacja południowa



7 Projekt nowoczesnego domu energooszczędnego. Architekt zadbał o buforowy układ pomieszczeń (garaż od strony pn.) i bierne pozyskanie energii cieplnej dzięki szklanej elewacji południowej. Warunkiem powodzenia jest jednak zastosowanie szyb trójwarstwowych o współczynniku $U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ oraz wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła (wyeliminowanie tradycyjnych kominów)

ciepła. A to oznacza, że oglądając projekty trzeba się przyjrzeć czy budynek posiada kominy. Zaznaczone na rzutach przewody wentylacji grawitacyjnej właściwie dyskwalifikują taki projekt. Oczywiście istnieją rozwiązania umożliwiające instalowanie kominków nawet w domach

pasywnych (z zamkniętą komorą spalania, z instalacją doprowadzającą powietrze zewnętrzne bezpośrednio do paleniska). Poza tym wyrzutnie powierza, ale także i czerpnie bywają umieszczane w kominach. Z tego względu jeden komin jeszcze nie „przekreśla” projektu.

8 Próżniowe kolektory słoneczne są wydajne, ale niestety drogie



Przykład 1

Rozważmy typową więźbę dachową, w której krokwie z drewnianych bali 5×20 cm ułożone są w rozstawie co 75 cm, a izolację termiczną stanowi 20-cm warstwa wełny mineralnej. Teoretycznie więc (tak podawane jest w projektach) współczynnik przenikania ciepła przez dach to $U=0,19$ W/m²K.

Zobaczmy jednak co się stanie, gdy krokwie nie zostaną osłonięte materiałem termoizolacyjnym (to dość częste postępowanie na budowach domów jednorodzinnych). Wtedy izolacyjność termiczna pomiędzy kro-

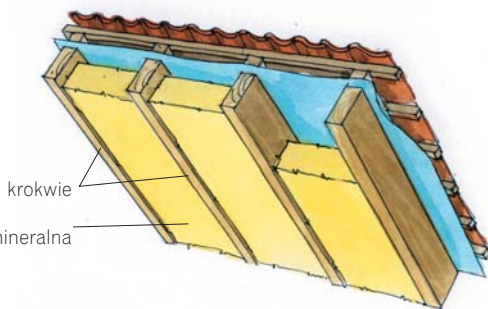
kiewiami rzeczywiście będzie na zakładanym poziomie, ale nie należy zapominać, że krokwie stanowiąc będą liniowe mostki termiczne ($U=0,71$ W/m²K). Zatem prawdziwa izolacyjność połaci dachowej znacznie się pogorszy i wyniesie $U=0,25$ W/m²K. To oznacza, że będzie, aż o 32% gorsza od przewidywanej. Wniosek – na pewno nie jest to przegroda spełniająca wymagania domu energooszczędnego.

Zobaczmy teraz co się stanie, jeżeli wełnę mineralną o założonej grubości ułoży się w 3 warstwach – 10 cm między krokiewiami oraz 2 razy po 5 cm pomiędzy wzajemnie prostopadłymi

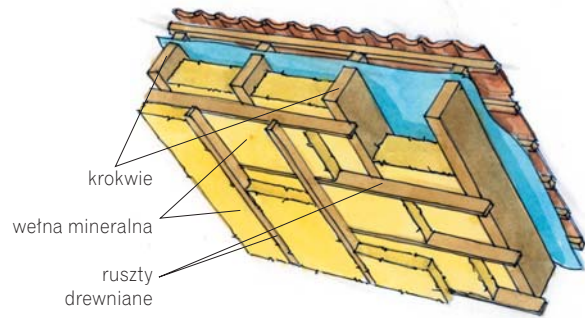
rusztami drewnianymi (z listew 5×5 cm). Wtedy wartość liniowych mostków termicznych w rejonie krokwi zmniejszy się do $U=0,28$ W/m²K, punktowe mostki termiczne na styku rusztów dystansowych wyniosą $U=0,30$ W/m²K, a na styku rusztu i krokwi $U=0,38$ W/m²K. W rezultacie rzeczywista termoizolacyjność połaci dachowej wyniesie $U=0,21$ W/m²K i będzie tylko o 10% gorsza od zakładanej.

Warto zatem zapamiętać, że minimalna grubość dodatkowych rusztów (i ułożonej izolacji termicznej) powinna mieć 8 cm. Dopiero wtedy wpływ liniowych i punktowych mostków termicznych będzie można uznać za pomijalny.

$$\begin{aligned} U_{\text{rzeczywiste}} &= 0,25 \text{ W/m}^2\text{K} \\ U_{\text{projektowane}} &= 0,19 \text{ W/m}^2\text{K} \end{aligned} \quad \text{32\% RÓŻNICY}$$

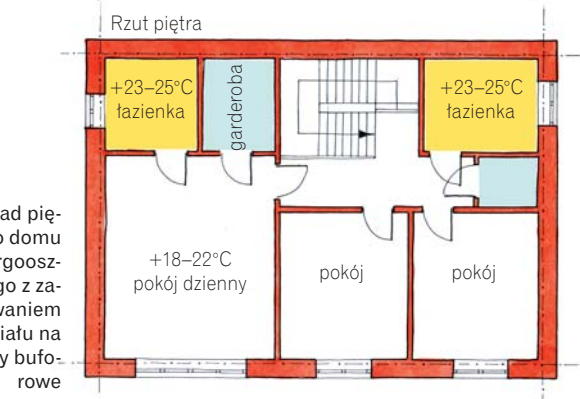
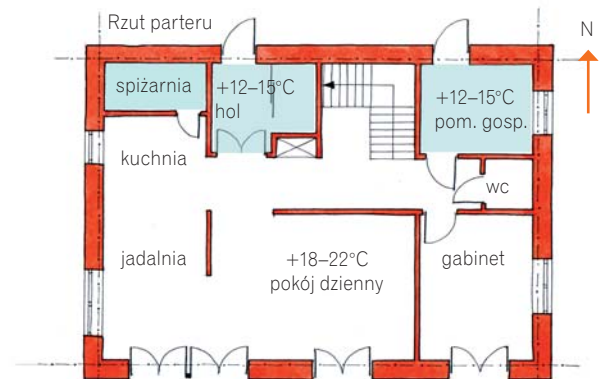
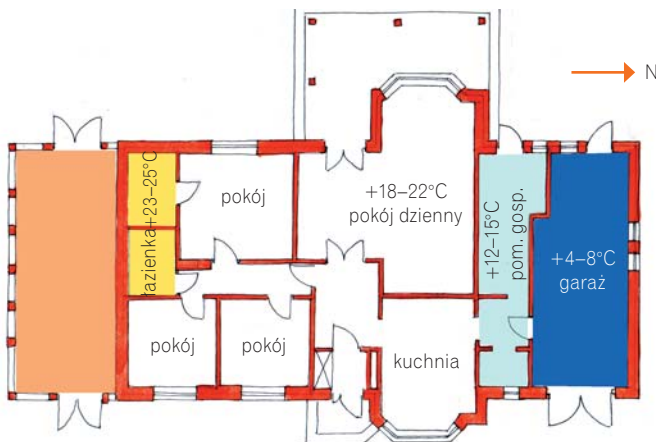


$$\begin{aligned} U_{\text{rzeczywiste}} &= 0,21 \text{ W/m}^2\text{K} \\ U_{\text{projektowane}} &= 0,19 \text{ W/m}^2\text{K} \end{aligned} \quad \text{10\% RÓŻNICY}$$



Przykład 2

Przedstawiony projekt domu może nie jest idealny pod względem energooszczędności, ale dobrze ilustruje zasadę stref buforowych. W pomieszczeniach mieszkalnych, czyli w pokojach, kuchni, łazience przewidziano temperaturę na poziomie 18–22°. Natomiast w garażu i składziku narzędzi ogrodniczych najwyżej 4–8°. Gdyby te strefy bezpośrednio sąsiadowały ze sobą, to w domu energooszczędnym ściana pomiędzy nimi musiałaby się charakteryzować współczynnikiem $U=0,3$ W/m²K. Jednak dzięki oddzieleniu ich dodatkową strefą buforową – pomieszczeniem gospodarczym i spiżarnią, w których założona temperatura wynosi 12–15°C – można zastosować typowe ściany działowe.



Przykład piętrowego domu energooszczędnego z zastosowaniem podziału na strefy buforowe

Dlaczego to takie ważne? Co najmniej z dwóch powodów, ponieważ wentylacja grawitacyjna nie funkcjonuje w szczelnym domu (takie muszą być budynki energooszczędne), a także dlatego, że jej wydajność jest odpowiednia tylko w niewielkim zakresie temperatury (nieco powyżej 0°C). Latem, gdy temperatura powietrza zewnętrznego przekracza 12–14°C praktycznie przestaje funkcjonować i świeże powietrze trzeba uzupełniać otwierając okna. Z kolei w zimie jej sprawność jest za duża, często 3–4 razy większa od wymaganej. Przy tym nie należy zapominać, że wiatr także ma bardzo duże znaczenie dla funkcjonowania wentylacji grawitacyjnej. Oczywiście jest więc, że ten system jest nieodpowiedni, ponieważ powoduje ogromne, niekontrolowane straty energii cieplnej.

W szczelnym, doskonale izolowanym domu energooszczędnym musi być zainstalowany system wentylacji z rekuperatorem powietrza [9, 10]. Można wtedy odzyskać nawet 60–90% ciepła z powietrza wywiewanego (w zależności od sprawności urządzenia, różnicy temperatury, wielkości domu itp.) co jest równoznaczne ze zmniejszeniem kosztów ogrzewania średnio o 25–40%. I to przy zachowaniu optymalnej dla naszego zdrowia wilgotności i temperatury powietrza wewnętrznego, na dodatek niezależnie od warunków zewnętrznych.

Zastosowanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła (urządzeniem o dużej sprawności) ma jeszcze jedną zaletę. Powoduje, że można całkowicie zrezygnować z tradycyjnego, wodnego systemu ogrzewania zasilanego gazem, olejem opałowym,

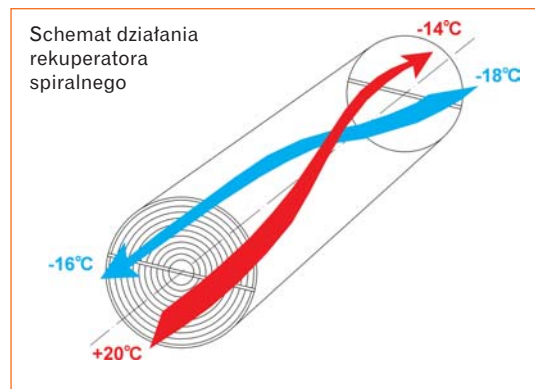


9 Nowoczesny rekuperator z wymiennikiem przeciwprądowym o sprawności 95%. Zalecany do instalowania w każdym dobrze ocieplonym domu, a nie tylko w energooszczędnym

czy węglem. Oczywiście pozwala to na zaoszczędzenie wielu wydatków (grzejniki, rury, kocioł itp.) Wystarczy, że układ wentylacyjny wyposaży się w dodatkowe urządzenie podgrzewające świeże powietrze. To bardzo ekonomiczne rozwiązanie, ponieważ dzięki wstępnemu ogrzaniu powietrza w rekuperatorze (czasami także w wymienniku gruntowym) jego temperaturę wystarczy podnieść o kilka, najwyżej kilkanaście stopni. Zwykle jest opłacalne nawet przy zasilaniu energią elektryczną.

O czym jeszcze warto pamiętać?

Chcąc zbudować dom energooszczędny powinno się również uwzględnić liczbę przyszłych mieszkańców. To dlatego, że ważną częścią bilansu energetycznego jest tzw. ciepło bytowe, czyli wytwarzane przez ludzi, podczas gotowania, prania, korzystania z komputera itd. Oczywiście wynika z tego, że nie jest wskazane wybieranie zbyt dużego

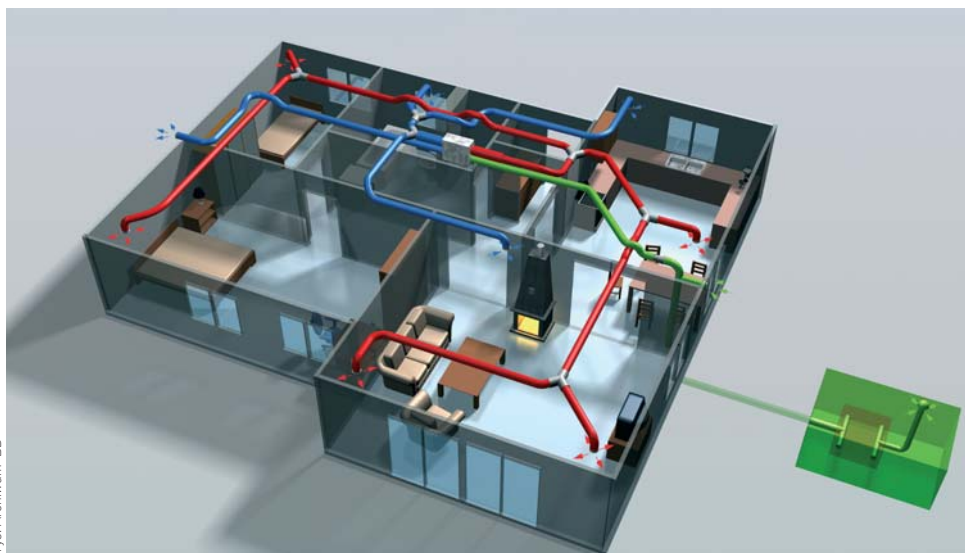


go domu. Oznacza to bowiem, że budynek zaprojektowany np. dla 6 osób, a zamieszkiwany przez 2 – w skrajnych przypadkach może nie osiągnąć statusu domu energooszczędnego.

Powinno się także zwrócić uwagę na to, żeby wszystkie zainstalowane w domu urządzenia zużywały jak najmniej energii elektrycznej. W równym stopniu dotyczy to oświetlenia (np. diodowe zamiast zwykłych żarówek), sprzętu AGD (najlepiej tylko klasy energetycznej A), czy zainstalowanych urządzeń (wentylatory, grzałki, pompy itd.).

Warto też pamiętać o takim zagospodarowaniu działki budowlanej, które sprzyja energooszczędności. To nie tylko bardzo precyzyjne zorientowanie budynku względem stron świata (standardowe odchylenie od założonych osi o 30° czasami może okazać się zbyt duże dla uzyskania certyfikatu pasywności lub energooszczędności budynku). Równie ważne jest wykorzystanie naturalnych warunków terenowych (nie obejmuje tego projekt katalogowy). Wszelkie zagłębienia, skarpy, nachylenia terenu, a także istniejące drzewa mogą i powinny być wykorzystane do oszczędzania energii. Niestety, jest to możliwe właściwie tylko w projektach wykonywanych na indywidualne zamówienie. To dobra wskazówka dla tych inwestorów, którzy dysponują nietypową działką. Po prostu, projekty katalogowe z założeniami są przeznaczone do wykorzystania w terenie płaskim, bez żadnych utrudnień w postaci dużego drzewa na środku, czy wysokiego poziomu wody gruntowej. ■

10 Schemat nowoczesnej instalacji wentylacyjnej zalecanej w domach energooszczędnych i pasywnych. Gruntowy wymiennik ciepła to zalecana opcja, ale rekuperator o wysokiej wydajności jest obowiązkowy



rys. Archiwum BD