



# Budownictwo pasywne już w Polsce

Karol Boher

**P**otrzeba ochrony środowiska oraz wysokie koszty energii przyczyniają się do dynamicznego rozwoju budownictwa energooszczędnego na świecie. Najwięcej energii w tradycyjnym budownictwie jest zużywanej na ogrzewanie. Dlatego specjaliści od wielu lat pracują nad poprawieniem izolacyjności termicznej budynków oraz zmniejszeniem kosztów ogrzewania. Zapotrzebowanie na energię grzewczą w nowym budownictwie znacznie spadło, ale czy jest możliwe wybudowanie obiektu, który w klimacie środkowoeuropejskim nie wymagałby w ogóle dodatkowego ogrzewania?

Pod koniec lat 80. dr Wolfgang Feist wraz z zespołem specjalistów z niemieckiego Instytutu Mieszkalnictwa i Środowiska podjął prace nad praktycznym rozwiązaniem tego problemu. Opracował i jako pierwszy zrealizował standard budownictwa pasywnego.

W budynkach pasywnych straty ciepła są ograniczone tak znacząco, że do ich wyrównania wystarczają tzw. pasywne źródła energii, takie jak: energia słoneczna przenikająca przez okna, ciepło wytwarzane przez mieszkańców, czy energia emitowana ubocznie przez urządzenia gospodarstwa domowego. Tylko

Roczne zapotrzebowanie na energię grzewczą bliskie zeru. Zaledwie 1,5 m<sup>3</sup> gazu ziemnego wystarcza przez rok do ogrzania m<sup>2</sup> budynku. Do tego komfortowy mikroklimat pomieszczeń i optymalna temperatura przez cały rok. To jest standard w budownictwie pasywnym!

w okresie największych mrozów stosuje się dodatkowe ogrzewanie uzupełniające – najczęściej powietrzem nawiewanym przez instalację wentylacyjną.

## Oszczędność energii a komfort ciepły

Budownictwo pasywne oznacza ogromne oszczędności w wydatkach na energię i zmniejszenie obciążenia środowiska naturalnego. Dla porównania budynki budowane w Polsce do roku 1966 zużywają 240-350 kWh/(m<sup>2</sup>a) na ogrzewanie – czyli 16-23 razy więcej niż domy pasywne. Nowsze zasoby mieszkaniowe, które powstały w latach 1993-1997

muszą być ogrzewane energią o wartości 120-160 kWh/(m<sup>2</sup>a), czyli 8-10-krotnie większą. Nawet budynki uznawane za energooszczędne zużywają 5-krotnie więcej energii niż domy pasywne (rys.).

Należy podkreślić, że oszczędność energii grzewczej w żadnym stopniu nie powoduje dyskomfortu cieplnego. Temperatura jest przez cały rok utrzymywana na optymalnym poziomie, mimo tego, że nie ma specjalnych instalacji grzewczych ani klimatyzacyjnych. Budynek pasywny jest przyjazny dla mieszkańców, ponieważ przez cały rok w pomieszczeniach panuje bardzo dobry mikroklimat, wynikający z odczuwanego komfortu cieplnego oraz optymalnego przewietrzania. Znajduje to potwierdzenie w opiniach osób zamieszkujących domy pasywne. Dziś niemal każdy nowobudowany obiekt może być zrealizowany jako budynek pasywny – dotyczy to zarówno domów jednorodzinnych, jak i biurowców, budynków użyteczności publicznej czy hoteli. W tym standardzie wykonano już kilkadziesiąt obiektów w Europie Zachodniej – głównie w Niemczech. Budownictwo pasywne wkracza również do Polski. We współpracy z Polskim Instytutem Budownictwa Pasywnego powstaje obecnie w Gdańsku zespół takich budynków (fot. 1).

## Izolacja termiczna przegród zewnętrznych

Radykalne ograniczenie strat energii wymaga realizacji szczególnych zaleceń w zakresie projektowania i wykonania budynku. Rozwiązania techniczne służące temu celowi są znane i sprawdzone w praktyce. Doty-

czą one termoizolacji standardowych przegród zewnętrznych (dachów, ścian, stropów), ograniczenia mostków cieplnych, uszczelnienia powłoki budynku, zastosowania wentylacji z odzyskiem ciepła, wysokiej klasy stolarki okiennej czy instalacji hydraulicznej.

W budownictwie pasywnym dąży się do ograniczenia powierzchni zewnętrznych, przez które następują straty ciepła. Preferowane są budynki o zwartej bryle, z korzystnym stosunkiem powierzchni zewnętrznej do kubatury obiektu. Na etapie projektowania musi być określona zamknięta powłoka termiczna, obejmująca całą przestrzeń komfortu cieplnego. Powłoka ta musi wykazywać bardzo wysoką izolacyjność. Minimalna grubość ocieplenia wynosi 25 cm, a współczynnik przenikania ciepła  $U=0,15$  W/(m<sup>2</sup>K). Często stosowane jest jeszcze lepsze ocieplenie jak we wspomnianym budynku pasywnym w Gdańsku Osowej. Zastosowano tam srebrnoszare płyty styropianowe Termo-Lambda z dodatkiem grafitu (fot. 2). Grubość ocieplenia wynosi 34 cm, a współczynnik izolacyjności termicznej ściany  $U=0,09$  W/(m<sup>2</sup>K).

Jest wiele propozycji konstrukcyjnych do wyboru dla ścian zewnętrznych i ciągle pojawiają się nowe. Wykorzystywana jest zarówno popularna metoda ocieplania lekka-mokra, jak i mniej znane techniki, takie jak budownictwo z bel słomy, czy zaawansowana technologicznie izolacja próżniowa. Technologia jest zasadniczo dowolna, pod warunkiem uzyskania celu, jakim jest izolacja na wymaganym dla budownictwa pasywnego poziomie.

Budownictwo pasywne wkracza do Polski. We współpracy z Polskim Instytutem Budownictwa Pasywnego powstaje obecnie w Gdańsku Osowej zespół takich budynków. Jako ocieplenie zastosowano srebrnoszare płyty styropianowe Termo-Lambda wyprodukowane na bazie neoporu z dodatkiem grafitu (fot. 2). Grubość ocieplenia wynosi 34 cm, a współczynnik izolacyjności termicznej ściany  $U=0,09$  W/(m<sup>2</sup>K).



fot. 1 – Budowa domu pasywnego w Gdańsku Osowej  
 fot. 2 – Ściana ocieplona 34 cm styropianem Termo-Lambda. Drzwi ciepłochronne firmy Bertrand  
 fot. 3 – Test szczelności budynku pasywnego – tzw. „blower door test”  
 fot. 4 – Przekrój ramy i skrzydła okna Bertrand S 7000 IQ PASSIV

W drzwiach wejściowych lub oknie ustawia się urządzenie z dmuchawą, tzw. „blower door” (fot. 3). Urządzenie to wypompuje powietrze z wnętrza aż do uzyskania podciśnienia w wysokości 50 Pa. Wówczas mierzy się strumień powietrza przepływającego przez nieszczelności.

O szczelności domu pasywnego należy myśleć już na etapie projektowania. Wszystkie detale powinny być zaprojektowane tak, aby ich wykonanie było możliwie proste. Szczelne przegrody cieplne mają tak okalać ogrzewane pomieszczenia, aby tworzyły całkowicie zamknięte powierzchnie. Szczelności sprzyja stosowanie możliwie dużych elementów o dużych powierzchniach szczelnych. Należy unikać przebić na wylot przez przegrody. Tam, gdzie takie przebięcia są niezbędne (np. otwory okienne i drzwiowe) należy zastosować odpowiednie materiały uszczelniające (np. taśmy butylowe i taśmy rozprężne).

Określono, że za pasywny można uznać budynek, którego:

1. Specyficzne zapotrzebowanie na ciepło grzewcze nie przekracza  $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ,
2. Całkowite zapotrzebowanie na energię pierwotną, na wszystkie potrzeby związane z utrzymaniem budynku nie przekracza  $120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ .

## Wentylacja

Problem wentylacji w domach pasywnych został już na łamach „Kalejdoskopu Budowlanego” (nr 1/2005) szczegółowo omówiony, dlatego wspomnę tylko o najważniejszych jego elementach. Tradycyjna wentylacja grawitacyjna nie sprawdza się w budownictwie pasywnym. Tutaj potrzebną wymianę powietrza uzyskuje się poprzez wentylację mechaniczną. Ten sposób wentylacji wiąże się

## Zapewnienie szczelności

Poza prawidłową izolacją prostych ścian i dachu niezwykle istotne jest również unikanie mostków termicznych. Straty ciepła spowodowane mostkami termicznymi można jednakże w dużym stopniu ograniczyć poprzez staranne projektowanie i sumienne wykonanie budynku. Pozornie niewielkie błędy, do których nie przywiązuje się wagi w budownictwie tradycyjnym są nie do przyjęcia w budownictwie pasywnym. Tutaj ogromną uwagę przywiązuje się do detali, które

rzutują na całkowitą izolacyjność termiczną domu.

Detale są istotne także dla uzyskania odpowiedniej szczelności. Szczelność jest jedną z charakterystycznych cech domu pasywnego. Praktycy budownictwa pasywnego nie zgadzają się z powszechnie panującym przekonaniem, że szczeliny w budynku są pożyteczne i wystarczające dla niezbędnej wentylacji pomieszczeń. Ilość powietrza przedostającego się do wnętrza przez nieszczelności jest zależna od siły wiatru. Przy dużej różnicy ciśnień wymiana powietrza

jest zbyt gwałtowna natomiast przy słabym wietrze najczęściej niewystarczająca. Poza tym ciepłe powietrze przedostając się przez nieszczelności na zewnątrz ochładza się, przekracza punkt rosy i doprowadza do wewnętrznego zawilgocenia ścian. Wilgoć wnika przez nieszczelności również podczas deszczu, szczególnie przy silnym wietrze. Obecność wody powoduje pogorszenie izolacyjności termicznej i akustycznej przegrody oraz ryzyko powstania pleśni. W budownictwie pasywnym szczelność sprawdza się specjalnym testem.

ze zużyciem energii na prace wentylatorów, jednak koszty te są rekompensowane poprzez odzysk energii cieplnej. Obligatoryjnym elementem systemu wentylacyjnego w domu pasywnym jest wymiennik ciepła (rekuperator), w którym ciepłe powietrze wyciągane ogrzewa powietrze nawiewane. W procesie rekuperacji wymiana ciepła następuje poprzez powierzchnie oddzielające zimne i ciepłe strumienie powietrza. Powietrze przepływa wzdłuż wspólnych przegród. Przy przekroczeniu punktu rosy, z wilgotnego powietrza wydziela się wilgoć i dodatkowo przenoszona jest ciepła utajona. W budownictwie pasywnym odzysk ciepła z wentylacji jest większy niż 75%. Dodatkowo elementem systemu wentylacji w domu pasywnym jest ziemny wymiennik powietrza, w postaci systemu kanałów zainstalowanych pod warstwą ziemi. Zimą temperatura podłoża jest wyższa niż temperatura powietrza zatem wymiennik ziemny służy jako źródło ogrzewania. Latem jest na odwrót – schłodzone powietrze obchodzi specjalnym bajpasem rekuperator i ochładza pomieszczenia działając jak klimatyzacja.

Niezwykle istotnym i niewralgicznym elementem domu pasywnego są okna. Tematyka okien do budownictwa pasywnego zostanie szerzej omówiona w następnym wydaniu „Kalejdoskopu Budowlanego”.

W tym miejscu tylko sygnalizuję problem. Przeszklenia w domach pasywnych spełniają niezwykle istotną rolę, ponieważ działają jak kolektory słoneczne: pasywnie uzyskana energia słoneczna ma znaczący udział w wyrównywaniu strat ciepła.

Mają one jednak gorszą izolacyjność termiczną niż ściany. Dla uzyskania korzystnego bilansu energetycznego niezbędne jest stosowanie okien najwyższej jakości, z bardzo dobrym współczynnikiem izolacyjności termicznej (fot. 4). Takie okna wyposażone są w potrójne szyby ciepłochronne o współczynniku  $U=0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , a nawet  $U=0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Współczynnik izolacyjności średnio na okno nie może być w budownictwie pasywnym wyższy niż  $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

### Całkowity bilans energetyczny

Budownictwo pasywne wiąże się nie tylko z oszczędnością energii grzewczej. Ważną pozycję w bilansie energetycznym zajmuje energia związana z przygotowaniem ciepłej wody użytkowej. Przeciętna rodzina na potrzeby ciepłej wody użytkowej zużywa od 1500 do 5000 kWh/a. Dodatkowe straty związane z przechowywaniem, przewodami, cyrkulacją i przewodami spustowymi mogą wynieść od 1000 do 3000 kWh/a. Straty te w domach pasywnych ogranicza się wieloma sposobami,

m.in. poprzez odpowiednie prowadzenie przewodów c.w.u., ograniczanie ich długości, zmniejszanie ilości zużywanej wody czy stosowanie kolektorów słonecznych do jej nagrzewania. Straty ciepła można również ograniczać w instalacji wody zimnej. Zimna woda wpływająca do budynku ma zwykle temperaturę nie wyższą niż  $10^\circ \text{C}$ , po czym ogrzewa się w rurach i innych zasobnikach znajdujących się w budynku (np. komorze spluczki toalety). Powoduje to straty energii, dlatego w budownictwie pasywnym zwraca się szczególną uwagę na ograniczenie długości instalacji zimnej wody, jej dobrą izolację oraz oszczędną armaturę.

Dopełnieniem domu pasywnego jest wyposażenie gospodarstwa domowego w energooszczędne oświetlenie, sprzęt RTV i AGD. Średnio w gospodarstwie domowym w Niemczech zużywa się  $32 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ . W pierwszym zbudowanym domu pasywnym w Darmstadt-Kranichstein zużycie energii elektrycznej zredukowano o ponad połowę. Było to możliwe dzięki zastosowaniu nowoczesnych, wysokosprawnych urządzeń. Zastosowanie energooszczędnych urządzeń elektrycznych jest podyktowane również ograniczeniem ciepła wytworzonego przez te urządzenia. W okresie od wiosny do jesieni ciepło to jest niepotrzebne i powoduje straty w bilansie energetycznym. Straty te nie są rekompensowane zyskami w okresie zimowym, który jest znacznie krótszy.

### Optymalność budownictwa pasywnego

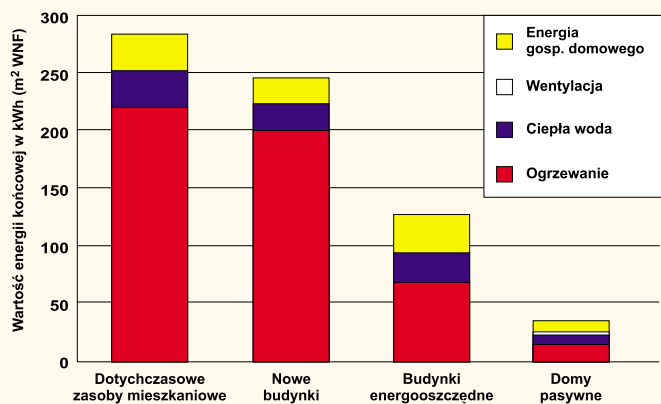
Wbrew pozorom, wybudowanie domu pasywnego nie jest dużo droższe od kosztów tradycyjnej budowy. W Europie Zachodniej budownictwo pasywne jest droższe o około 8-15%. W Polsce dodatkowe koszty są szacowane na 15-30% w zależności od rodzaju budynku, jego przeznaczenia, dodatkowego wyposażenia i wielu innych czynników. Dom pasywny wymaga większych nakła-

dów na ocieplenie, specjalną stolarkę okienną czy system wentylacji. Oszczędza się natomiast na osobnym systemie ogrzewania, którego w domu pasywnym po prostu nie ma lub jest bardzo mocno ograniczony. Ocieplenie ścian, okna i wentylacja są potrzebne w każdym budynku. Dom pasywny wymaga tylko komponentów bardziej zaawansowanych, zoptymalizowanych pod kątem oszczędności energii. Rosnąca popularność budownictwa pasywnego sprawia, że komponenty te stają się coraz bardziej dostępne, trafiają do masowej produkcji a przez to są tańsze. Ciągłe trwają prace nad obniżaniem kosztów budownictwa pasywnego tak, aby stało się ono bardziej dostępne. Różnice między kosztem budowy domu tradycyjnego a domu pasywnego z biegiem czasu z pewnością będą malały. Zyski, jakie osiąga się podczas eksploatacji są natomiast ogromne i zważywszy na rosnące koszty energii będą się z biegiem czasu zwiększały.

Idea budownictwa pasywnego odnosi sukcesy w Europie Zachodniej i jest tylko kwestią czasu, kiedy domy pasywne staną się popularne w Polsce. Za budownictwem pasywnym przemawia kalkulacja ekonomiczna, wysoki komfort zamieszkiwania oraz ochrona środowiska. Nie ma żadnych poważnych przeszkód, które mogłyby zagrozić rozwojowi idei budownictwa pasywnego. Potrzebna jest tylko jego popularyzacja i zaistnienie w świadomości profesjonalistów branży budowlanej oraz tych, którzy w domach pasywnych zechcą, z korzyścią dla siebie, zamieszkać.

**Karol Bober**

Firma Bertrand  
zdjęcia archiwum firmy



Zużycie energii w różnych typach budynków

Więcej o budownictwie pasywnym:  
[www.passiv.de](http://www.passiv.de)  
[www.cephus.de](http://www.cephus.de)  
[www.bertrand.pl](http://www.bertrand.pl)