

INSTYTUT NA RZECZ EKOROZWOJU  
przy współpracy  
KRAJOWEJ AGENCJI POSZANOWANIA ENERGII S.A.

# DOM PASYWNY

Broszura wydana w ramach projektu „Z energetyką przyjazną środowisku za pan brat”  
przy wsparciu finansowym Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Autorzy:  
ARKADIUSZ WĘGLARZ  
RENATA STĘPIEŃ  
Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.

Reportaż i wywiad:  
KATARZYNA TEODORCZUK  
Instytut na rzecz Ekorozwoju

Warszawa, listopad 2011

# SPIS TREŚCI

Przedmowa	4
1. Wprowadzenie	5
2. Historia budownictwa pasywnego	6
3. Definicja budownictwa pasywnego	6
4. Kryteria domu pasywnego	8
5. Rozwiązania konstrukcyjne w domu pasywnym	9
5.1 Fundamenty, ściany piwnic i podłoga na gruncie	9
5.2 Ściany zewnętrzne	9
5.3 Dach lub stropodach	10
5.4 Okna i drzwi zewnętrzne	10
5.5 Mostki cieplne	12
6. Instalacje w domu pasywnym	12
6.1 Systemy grzewcze	12
6.2 Wentylacja	13
6.3 Przygotowanie ciepłej wody użytkowej	14
6.4 Zużycie energii elektrycznej	14
7. Nowe technologie budowy przegród zewnętrznych w domach pasywnych	15
8. Koszty i opłacalność budowy domu pasywnego	15
9. Znaczenie budownictwa pasywnego w aspekcie realizacji polityki energetycznej Polski i rosnących wymagań Unii Europejskiej	16
10. Przykład domu pasywnego w Polsce	18
10.1 Dom pasywny w Smolcu koło Wrocławia	18
11. Podsumowanie	20
Aneks – Próba odpowiedzi na wątpliwości inwestora	21
Literatura	24
Dom pasywny w Słomczynie – reportaż	<b>wkładka</b>

## SPIS TABEL



1. Porównanie cech budynków aktualnie wznoszonych z niskoenergetycznymi i pasywnymi	7
2. Kryteria domów pasywnych	8
3. Minimalna grubość izolacji cieplnej w domach pasywnych	15

## SPIS RYSUNKÓW

1. Przykłady budynków pasywnych	6
2. Docieplenie ściany zewnętrznej	9
3. Przykładowe drewniane okno dla domu pasywnego	11
4. Test szczelności w budynku pasywnym – Blower Door	13
5. Dom pasywny wybudowany w Smolcu pod Wrocławiem	18
6. Wykorzystanie izolacyjnych pustaków cokołowych do likwidacji pionowych mostków ciepła	19
7. Montaż prefabrykatów keramzytobetonowych	19
8. Folia paroszczelna przed przyklejeniem oraz próba ciśnieniowa	19

<b>AGD</b>	Artykuły gospodarstwa domowego	<b>KAPE</b>	Krajowa Agencja Poszanowania Energii S. A.	<b>Wykaz skrótów</b>
<b>BSO</b>	Bezpoinowy system ocieplania	<b>kWh</b>	Kilowatogodzina	
<b>c. w. u.</b>	Ciepła woda użytkowa	<b>PHPP</b>	Pakiet (programów komputerowych) do projektowania budynków pasywnych	
<b>EPBD</b>	<i>Energy Performance of Buildings Directive</i> (2002/91/EC) dyrektywa o charakterystyce energetycznej budynków	<b>PIBP</b>	Polski Instytut Budownictwa Pasywnego	
<b>GWC</b>	Gruntowy wymiennik ciepła	<b>PN</b>	Polskie normy	
<b>IEO</b>	Instytut Energetyki Odnawialnej	<b>RTV</b>	Sprzęt radiowo-telewizyjny	
<b>InE</b>	Instytut na rzecz Ekorozwoju	<b>U</b>	Współczynnik przenikania ciepła	
<b>ISO</b>	Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna	<b>W</b>	Watt	
<b>IT</b>	Sprzęt informatyczny	<b>WT</b>	Warunki techniczne	
<b>K</b>	Stopnie wg Kelvina	<b>Ψ</b>	Współczynnik charakteryzujący przenikalność cieplną dla liniowych mostków termicznych	

## Przedmowa

Oddajemy do Państwa rąk broszurę przygotowaną i wydaną w ramach projektu „Z energetyką przyjazną środowisku za pan brat”, którego celem jest poszerzenie lub utrwalenie wiedzy na temat energetyki przyjaznej środowisku, w szczególności produktów z nią związanych, oddziaływania energetyki na środowisko oraz zebranie i rozpowszechnienie informacji na temat lokalnych i regionalnych inicjatyw promujących energetykę przyjazną środowisku w Polsce. W ten sposób chcemy włączyć się w prowadzoną dyskusję na temat przyszłości energetyki w Polsce, z praktycznym ukierunkowaniem na potrzebę rozwoju energetyki przyjaznej środowisku. Mamy nadzieję, że przyczyni się to do zmiany zachowań użytkowników energii, wpłynie na wybory biznesowe, a także przyniesie ze sobą potrójne korzyści w postaci: ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko (zwłaszcza wzmocni ochronę klimatu), tworzenia miejsc pracy w skali lokalnej, a także uzyskania korzyści finansowych.

Projekt polega na: przeprowadzeniu i opracowaniu wyników badania socjologicznego, przygotowaniu i dystrybuowaniu materiałów informacyjnych (ulotki, broszury, płyta CD, plakaty) dotyczących różnych zagadnień związanych z energetyką i środowiskiem, a także przeprowadzeniu warsztatów regionalnych (z wykorzystaniem nowoczesnych metod aktywizowania uczestników) i konferencji końcowej. Szczególna rola przypadnie działaniom promocyjnym przedsięwzięć realizowanych w ramach projektu, a także ich wynikom. Prace te wykonuje zespół Instytutu na rzecz Ekorozwoju (InE) przy merytorycznym wsparciu Krajowej Agencji Poszanowania Energii S.A. (KAPE), Instytutu Energetyki Odnawialnej (IEO) oraz we współpracy z utworzonym specjalnie zespołem społecznych informatorów regionalnych (SIR). Projekt został sfinansowany głównie przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Niniejsza broszura jest jedną z jedenastu, które zostały przygotowane w ramach projektu. Każda broszura jest produktem edukacyjnym wykorzystującym wkład wiedzy fachowej partnerów projektu KAPE i IEO, oraz materiał o charakterze reportażowym, przygotowany przez ekspertów InE.

Broszury służyć mają przybliżeniu czytelnikowi danego produktu lub usługi opartej na innowacyjnych rozwiązaniach w zakresie energetyki przyjaznej środowisku, w sposób odpowiedni do jego poziomu wiedzy oraz zachęceniu go do dalszego interesowania się tym tematem lub aktywnego działania na rzecz skorzystania lub wdrożenia danych usług, ewentualnie wprowadzenia danego produktu na rynek Polski, także z pobudek ekologicznych. Każda broszura promuje nowy sposób myślenia o energetyce i środowisku, zgodny z założeniami zrównoważonego rozwoju, tzn. zwrócona jest w nich uwaga na ograniczenia środowiskowe w rozwoju i na stosowanie produktów oraz usług związanych z wykorzystaniem energetyki przyjaznej środowisku.

### Przygotowano następujące broszury:

Mała biogazownia rolnicza

**Dom pasywny**

Energetyka rozproszona

Energia w gospodarstwie rolnym

Energia w obiekcie turystycznym

Energooszczędny dom i mieszkanie

Inteligentne systemy zarządzania użytkowaniem energii

Samochód elektryczny

Urządzenia konsumujące energię

Zielona energia

Zrównoważone miasto – zrównoważona energia



# 1. Wprowadzenie

W roku 2010 została przyjęta nowelizacja dyrektywy o charakterystyce energetycznej budynków – *Energy Performance of Buildings Directive (2002/91/EC)*, tzw. recast EPBD. Wymaga ona od krajów członkowskich sporządzenia wykazu aktualnych krajowych instrumentów i środków w tym zakresie oraz, w razie potrzeby, zaproponowania kolejnych do dnia 30 czerwca 2011 roku. Postanowienia dyrektywy powinny wejść w życie w państwach członkowskich najpóźniej do 9 stycznia 2013 roku, poza pewnymi wyjątkami, dotyczącymi budynków innych niż zajmowane przez władze publiczne, dla których postanowienia zaczną obowiązywać od 9 lipca 2013 roku. Największe praktyczne znaczenie tej dyrektywy ma system ocen energetycznych budynków, którego rezultatem są certyfikaty jakości energetycznej. Świadectwem energetycznym będzie musiał legitymować się prawie każdy budynek i lokal mieszkalny, budynek zamieszkania zbiorowego czy użyteczności publicznej, zarówno nowy jak i remontowany. Dyrektywa przedstawia też wymagania odnośnie opracowywania krajowych planów mających na celu zwiększenie liczby budynków o niemal zerowym zużyciu energii, a także ustanawiania niezależnych systemów kontroli świadectw charakterystyki energetycznej i sprawozdań z przeglądów. Zobowiązuje ona państwa członkowskie do doprowadzenia do tego, aby od 31 grudnia 2020 roku wszystkie nowo powstające budynki były obiektami „o niemal zerowym zużyciu energii”. W przypadku budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz stanowiących ich własność ma to nastąpić jeszcze wcześniej – od 31 grudnia 2018 roku. Państwa członkowskie powinny też opracować krajowe plany mające na celu zwiększenie liczby budynków „o niemal zerowym zużyciu energii”, które mają zawierać m. in. polityki i działania służące motywowaniu do przekształcania w budynki tego typu obiektów poddawanych renowacji. W warunkach polskich budynkiem energooszczędnym jest obiekt, dla którego wartość wskaźnika sezonowego zapotrzebowania energii na cele ogrzewania i wentylacji „E” jest na poziomie mniejszym niż 70 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Natomiast dla budynków projektowanych jeszcze w 2008 roku wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła na ogrzewanie budynku mieszkalnego spełniającego wymagania zawarte w obowiązujących wówczas przepisach, wynosi około 90-120 kWh/m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej na rok. Budynki energooszczędne najczęściej klasyfikuje się podając wartości progowe zużycia energii na m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej, np. w litrach oleju opałowego na m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewanej. Według tej klasyfikacji możemy wyróżnić:

## Budynki energooszczędne 7-litrowe

Charakteryzują się zapotrzebowaniem na energię ciepłą na poziomie ok. 70 kWh/m<sup>2</sup>/rok, czyli ok. 7 litrów oleju opałowego na m<sup>2</sup> ogrzewanej powierzchni na rok.

## Budynki energooszczędne 5-litrowe

Budynek 5-litrowy to taki, w którym na pokrycie strat ciepłych zużywa się 5 litrów oleju opałowego na m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewanej w skali roku – czyli cechuje go zapotrzebowanie na energię ciepłą rzędu 50 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Koszt wybudowania tego typu budynku jest o ponad 10% wyższy niż budynku referencyjnego budowanego według obowiązujących przepisów w Polsce, czyli zużywającego na ogrzewanie około 120 kWh energii na m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej na rok.

## Budynki niskoenergetyczne 3-litrowe

Budynek 3-litrowy to taki, w którym na pokrycie strat ciepłych zużywa się 3 litry oleju opałowego na m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewanej w skali roku – czyli cechuje go zapotrzebowanie na energię ciepłą rzędu 30 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Koszt tego typu budynku jest już o około 15% wyższy od budynku referencyjnego w Polsce (2-litrowego).

## Budynki pasywne

Ten typ budownictwa zapewnia wysoki komfort cieplny i ekstremalnie niskie zapotrzebowanie na energię ciepłą, wynoszące 15 kWh/m<sup>2</sup>/rok, czyli 1,5 litra oleju opałowego lub 1,5 m<sup>3</sup> gazu ziemnego na m<sup>2</sup> w skali roku.

## 2. Historia budownictwa pasywnego

Pierwsza koncepcja budynku pasywnego powstała w Instytucie Mieszkalnictwa i Środowiska (*Institut für Wohnen und Umwelt*) w Niemczech. Głównym twórcą był dr Wolfgang Feist, późniejszy założyciel Instytutu Domu Pasywnego w Darmstadt. Pierwszy budynek pasywny wybudowany został w Darmstadt. Był to zespół mieszkalny w zabudowie szeregowej. Zapotrzebowanie na energię każdego domu wynosiło 10 kWh/m<sup>2</sup>/rok. W roku 1998 idea domu pasywnego została wsparta przez Unię Europejską w ramach projektu CEPHEUS (*Cost Efficient Passive Houses as European Standards*). W roku 2003 istniało już ponad 3000 jednostek mieszkalnych zaprojektowanych według standardów domu pasywnego, głównie w Austrii, Szwecji i Niemczech. W roku 2005 liczbę obiektów w technologii pasywnej szacowano już na ponad 5000. Współczesne domy pasywne to nie tylko domy mieszkalne, ale biurowce, szkoły, a nawet kościoły. Na rysunku nr 1 przedstawiono przykłady budynków pasywnych zlokalizowanych głównie w Niemczech. Do tej pory wybudowano w Polsce kilkadziesiąt obiektów niskoenergetycznych i tylko kilka domów pasywnych (m. in. w Warszawie i okolicach). Jest to spowodowane głównie brakiem programów wspierających finansowo inwestorów indywidualnych budujących budynki pasywne.

## 3. Definicja budownictwa pasywnego

Dom pasywny jest budynkiem o bardzo niskim zapotrzebowaniu na energię do ogrzewania – 15 kWh/m<sup>2</sup>/rok, w którym komfort cieplny zapewniony jest dzięki wykorzystaniu pasywnych źródeł ciepła (mieszkańcy, urządzenia elektryczne, promieniowanie słoneczne) oraz radykalnemu zmniejszeniu strat ciepła związanego z przenikaniem przez ściany i na wentylację (odzysk ciepła w systemie wentylacji). Dzięki temu budynek nie potrzebuje konwencjonalnych grzejników a niezbędna ilość ciepła jest dostarczana przez dogrzewanie powietrza wentylacyjnego (wg dr W. Feista). W tabeli 1. porównano cechy budynków aktualnie wznoszonych z niskoenergetycznymi i pasywnymi.

Przykłady budynków pasywnych

Rysunek 1



## z energetyką przyjazną środowisku za pan brat

Porównanie cech budynków aktualnie wznoszonych z niskoenergetycznymi i pasywnymi			
Rodzaj budynku	Spełniający aktualne przepisy	Energooszczędny	Pasywny
Grubość warstwy izolacyjnej ścian zewnętrznych	Ok. 12 cm	Ok. 18 cm	Ok. 30 cm izolacji tradycyjnej (wełna mineralna, styropian)
Współczynnik przenikania ciepła U ścian zewnętrznych [W/(m <sup>2</sup> •K)]	0,30	Do 0,20	Do 0,10
Grubość warstwy izolacyjnej dachu lub stropodachu	Ok. 16 cm	Ok. 30 cm izolacji tradycyjnej (wełna mineralna, styropian)	Ok. 40 cm izolacji tradycyjnej (wełna mineralna, styropian)
Usytuowanie okien	Dowolne	Głównie na elewacji południowej (należy przewidzieć ochronę przed nadmiernym nasłonecznieniem latem)	Głównie na elewacji południowej (należy przewidzieć ochronę przed nadmiernym nasłonecznieniem latem)
Współczynnik przenikania ciepła U okien [W/(m <sup>2</sup> •K)]	Do 1,8	1,1-1,3	Do 0,8
Konstrukcja balkonów	Tradycyjna (płyta połączona ze stropem)	Elementy umożliwiające ciągłą izolację ścian lub balkony na własnej konstrukcji	Balkony na własnej konstrukcji (oddzielone od ściany zewnętrznej)
System wentylacji	Wentylacja naturalna grawitacyjna	Wentylacja hybrydowa lub mechaniczna z odzyskiem ciepła	Wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła i gruntowym wymiennikiem
System ogrzewania	Tradycyjny	Niskotemperaturowy	System grzejników wodnych nie istnieje, stosuje się dogrzewanie powietrza wentylacyjnego.
Wykorzystanie energii słonecznej	Nie występuje	Kolektory w systemie c.w.u.	Kolektory w systemie c.w.u.
Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania, wentylacji w kWh/m <sup>2</sup> /rok	90-120	30-70	Do 15

Tabela 1



## 4. Kryteria domu pasywnego

Projektowanie budynku pasywnego nie jest sprawą prostą i wymaga współpracy wielu osób. Architekt musi zdawać sobie sprawę z konieczności zachowania wielu parametrów, które mają wpływ na bilans energetyczny budynku. Bryła budynku musi być zwarta, tak aby stosunek kubatury do powierzchni przegród zewnętrznych zapewniał jak najmniejsze straty ciepła. Okna, tak jak i ogrody zimowe, powinny zostać zlokalizowane od południa. Warto przy tym zainstalować na oknach żaluzje lub markizy, które będą zapobiegały przegrzaniu pomieszczeń latem. Znaczenie ma również długość okapu okiennego – powinien być tak dopasowany, aby letnie słońce nie docierało do okien, natomiast słońce zimowe swobodnie dogrzewało pomieszczenia. Ściany północne nie powinny być zbyt przeszkłone, natomiast warto zlokalizować od tamtej strony nie ogrzewane, termicznie oddzielone pomieszczenia, np. garaż czy budynek gospodarczy, które ograniczą straty ciepła. Układ pomieszczeń w budynku powinien być taki, aby pomieszczenia o dużym zapotrzebowaniu energetycznym znajdowały się wewnątrz budynku (łazienka, ubikacja), natomiast od strony północnej lepiej umieścić np. klatkę schodową, gdzie nie muszą panować wysokie temperatury. Znaczenie ma również odpowiednie zaprojektowanie zieleni w otoczeniu domu. Drzewa liściaste sadzimy od południa. Latem będą ocieniały budynek, a zimą, gdy tracą liście, słońce będzie swobodnie docierało do pomieszczeń. Od północy lepiej sprawdzą się iglaki, które będą chroniły elewację przed zimnym wiatrem. Należy zaznaczyć, że utrzymanie tych standardów jest uzależnione od warunków zewnętrznych, czyli od miejsca usytuowania domu. Inaczej trzeba podejść do problemu, gdy dom stawiamy w strefie umiarkowanej, a inaczej, gdy np. w Skandynawii, gdzie warunki zewnętrzne są znacznie surowsze. Domy pasywne nie wprowadzają dodatkowych rozwiązań, wymagających pracy badawczej czy znacznych nakładów. Ich innowacyjność polega na wykorzystaniu istniejących już systemów i materiałów, polepszaniu parametrów izolacji i szczelności budynku, rozsądnym rozlokowaniu okien, pomieszczeń wewnątrz czy roślin na zewnątrz. Kryteria domu pasywnego ustalone przez dr. Wolfganga Feista w Instytucie Domu Pasywnego w Darmstadt zawiera tabela 2.

Kryteria domów pasywnych		
Tabela 2	1. Zapotrzebowanie na energię do ogrzania budynku	$\leq 15 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$
	2. Maksymalne zapotrzebowanie na moc do ogrzewania budynku	$\leq 10 \text{ W/m}^2$
	3. Współczynnik przenikania ciepła przegród zewnętrznych	$\leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ $\geq 50\text{-}60\%$
	4. Współczynnik przenikania ciepła przez okna przy współczynniku przepuszczalności energii słonecznej	$\leq 0,6 \text{ l/h}$
	5. Szczelność powietrzna budynku $n_{50}$	$\leq 0,6 \text{ l/h}$
	6. Sprawność rekuperatora <sup>1</sup> przy poborze energii elektrycznej oraz dopuszczalnym poziomie hałasu	$\geq 75\%$ $\leq 0,45 \text{ Wh/m}^3$ dostarczonej objętości powietrza wentylacyjnego $\geq 25 \text{ dB}$
	7. Zużycie energii pierwotnej do zaspokojenia wszystkich potrzeb energetycznych domu	$\leq 120 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$
	8. Brak mostków termicznych <sup>2</sup>	$\Psi \leq 0,01 \text{ W/m} \cdot \text{K}$



## Docieplenie ściany zewnętrznej



Rysunek 2



## 5. Rozwiązania konstrukcyjne w domu pasywnym

Poniżej opisano ogólne zasady budowy podstawowych elementów konstrukcji budynku stosowane w budownictwie pasywnym.

### 5.1 Fundamenty, ściany piwnic i podłoga na gruncie

Tradycyjne fundamenty w Polsce wykonywane są w postaci ław fundamentowych z ocieplonymi ścianami wychodzącymi ponad grunt, warstwa izolacji cieplnej podłogi na gruncie lub stropu nad nie ogrzewaną piwnicą to zazwyczaj 5 do 10 cm styropianu lub wełny mineralnej. Taka grubość izolacji oraz liczne mostki cieplne powstałe przy konstruowaniu i ocieplaniu tradycyjnych fundamentów nie pozwalają na osiągnięcie standardu domu pasywnego. Dlatego też projektując pasywny budynek zazwyczaj posadawiamy go na płycie fundamentowej ocieplonej 25 do 35 cm warstwą klasycznej izolacji cieplnej, połączonej z izolacją ścian fundamentowych o podobnej grubości (około 30 cm izolacji).

### 5.2 Ściany zewnętrzne

Zgodnie z zaleceniami Instytutu Budownictwa Pasywnego ściany budynków pasywnych powinny charakteryzować się dużą bezwładnością cieplną, która pozwala na stabilność temperatury we wnętrzu. Natomiast współczynnik przenikania ciepła ścian zewnętrznych nie powinien przekraczać wartości  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , co odpowiada grubości warstwy termoizolacyjnej w granicach 30 cm (rys. 2). Do wykonania takiego ocieplenia można zastosować technologię BSO, czyli bezspoinowy system ocieplania. Istota BSO polega na przymocowaniu do ściany systemu 3-warstwowego, który tworzą:

- materiał termoizolacyjny (okładziny z formatowanych płyt ze styropianu, wełny mineralnej – szklanej lub skalnej – bądź innych materiałów o wymaganej grubości),
- warstwa wzmacniająca system (elastyczna siatka – włókno szklane, względnie tworzywo sztuczne),
- warstwa zewnętrzna (cienkowarstwowa wyprawa tynkarska i farba elewacyjna).

Wymagane grubości materiałów izolacyjnych i łączniki mechaniczne o odpowiedniej długości można nabyć na rynku polskim. Są one oferowane przez większość producentów materiałów izolacyjnych lub firmy dostarczające systemy dociepleń. Długość łączników mechanicznych nie musi odpowiadać grubości materiału. Krótsze łączniki są mocowane we wcześniej wyfrezowanych otworach a następnie zakrywane za pomocą zatyczek z materiału izolacyjnego. W przypadku wykorzystania do ocieplenia wełny mineralnej, grubość warstwy izolacji może przekraczać 40 cm. Wówczas do docieplania budynków grubymi warstwami izolacji może być wykorzystana metoda lekka-sucha. Ocieplenie tą metodą nie wymaga stosowania jakichkolwiek klejów, zapraw, czy innych materiałów zawierających wodę. Warstwy izolacji są mocowane jedynie mechanicznie, przy użyciu kotew. Układa się je na ścianach domu, pomiędzy listwami rusztu konstrukcyjnego, do którego mocowana jest następnie warstwa elewacyjna. Ruszt konstrukcyjny może być wykonany z drewnianych belek dwuteowych w celu ograniczenia mostków cieplnych i podwyższenia jakości izolacji. Przy budowie domów pasywnych stosowane są również niekonwencjonalne rozwiązania w postaci np. prefabrykowanych elementów fasadowych. Ocieplenie polega w tym przypadku na zamocowaniu do ścian zewnętrznych lekkich elementów z zamontowanymi już oknami.

Godną polecenia technologią budowy domów pasywnych (szczególnie jednorodzinnych) jest lekki szkielet drewniany. Podstawowym materiałem konstrukcyjnym w tej technologii są deski z drewna sosnowego, zwykle o grubości 38 mm i o szerokości zależnej od potrzeb wytrzymałościowych, w rozstawie osiowym wynoszącym 40 lub 60 cm. Budowa konstrukcji domu sprowadza się do montażu elementów, łączonych na gwoździe i metalowe łączniki; niepotrzebne są przerwy technologiczne, co znacznie skraca czas budowy. Ściany i dach w całej swojej grubości są praktycznie izolacją cieplną. Jest tylko jeden warunek sukcesu w tej technologii – jakość wykonania i materiały do budowy muszą być najwyższej jakości, co w Polsce jest często problemem.

### 5.3 Dach lub stropodach

W klasycznym domu mieszkalnym straty ciepła przez konstrukcję dachu lub stropodachu stanowią do 25% całkowitych strat ciepła. Źle zaizolowany dach, szczególnie w budynkach jednorodzinnych z użytkowym poddaszem, powoduje również problemy w lecie z przegrzewaniem pomieszczeń i z tym samym samopoczuciem mieszkańców. Aby uniknąć wszystkich wyżej wymienionych problemów i zachować standard domu pasywnego, konstrukcja dachu, lub stropodachu musi pozwalać na zastosowanie klasycznej izolacji cieplnej (z wełny mineralnej lub styropianu) o grubości co najmniej 40 cm.

Poza prawidłową izolacją prostych ścian i dachu, niezwykle istotne jest unikanie występowania mostków cieplnych. Straty ciepła nimi powodowane można jednakże w dużym stopniu ograniczyć poprzez staranne zaprojektowanie i sumienne wykonanie budynku. Pozornie drobne usterki, do których nie przywiązuje się wagi w budownictwie tradycyjnym, są nie do przyjęcia w pasywnym. Tutaj ogromne znaczenie mają detale, które rzutują na całkowitą izolacyjność termiczną domu.

W przypadku dachów o lekkiej konstrukcji drewnianej, wykonanie ocieplenia jest możliwe na wiele sposobów. Warstwa izolacji może znajdować się pomiędzy, nad lub pod krokiewiami, albo w kilku tych przestrzeniach jednocześnie. Często ocieplenie wykonuje się w systemie dwuwarstwowym. Pierwsza warstwa znajduje się między krokiewiami, a druga jest dobita od spodu. Ruszt, na którym będzie mocowana izolacja, jak również sposób jej ułożenia, powinien chronić przed powstaniem mostków cieplnych, np. maty izolacyjne poszczególnych warstw powinny być ułożone prostopadle. Do ocieplenia konstrukcji dachowych można stosować różnego rodzaju materiały izolacyjne, np. kształtki styropianowe układane na krokwiach.

### 5.4 Okna i drzwi zewnętrzne

Ważną rolę w domu pasywnym odgrywają okna. Działają one jak kolektory słoneczne: pasywnie uzyskana energia słoneczna pokrywa straty ciepła. Istotniejsze od pozyskiwania energii słonecznej jest jednak utrzymanie niskiego zapotrzebowania na energię cieplną. W budynku pasywnym

## Przykładowe drewniane okno dla domu pasywnego



Rysunek 3



w warunkach polskich średni współczynnik przenikania ciepła ( $U$ ) dla ścian to około  $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , dla najlepszego okna  $U$  to zaledwie  $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Straty ciepła są tym większe, im większa powierzchnia okien. Do prawdziwych pasywnych zysków energii słonecznej przyczynia się stosowanie przeszkleń ciepłochronnych, np. okien trójszybowych, wypełnionych argonem lub kryptonem, zorientowanych na południe.

Z uwagi na konieczność zapewnienia wysokiej jakości środowiska wewnętrznego i ograniczenia strat ciepła przez przenikanie, okna i drzwi powinny charakteryzować się wysoką izolacyjnością cieplną. Wartość współczynnika przenikania ciepła dla całych okien lub drzwi podana w Aprobacie Technicznej lub policzona zgodnie z normą PN-EN ISO 10077-1 powinna być mniejsza niż  $0,8 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ . Aby spełnić powyższe wymaganie stosuje się specjalne konstrukcje szklenia i ram. Zestaw szybowy składa się nie z dwóch a z trzech szyb, a przestrzeń między nimi wypełniona są gazem szlachetnym np. argonem, ksenonem. Powierzchnie szyb mogą być pokryte powłoką niskoemisyjną, która poprawia właściwości termoizolacyjne. Stosowane są również nowe rozwiązania ramek dystansowych, tzw. ciepłe ramki, które zmniejszają straty ciepła na połączeniu ramy okiennej i szklenia. Wysokie wymaganie izolacyjności cieplnej dotyczą ramy. Wykorzystywane w budynkach pasywnych profile są znacznie szersze i ocieplone dodatkową warstwą izolacji. Odpowiednie konstrukcje są dostępne zarówno w technologii drewnianej (rys. 3) jak i plastikowej.

Wymagania stawiane stolarce okiennej i drzwiowej w budynkach pasywnych wynikają nie tylko z konieczności ograniczenia strat ciepła, ale również z konieczności zapewnienia wysokiej jakości środowiska wewnętrznego. Brak grzejników w domu pasywnym powoduje, że okna i drzwi muszą być bardzo dobrze zaizolowane, aby temperatura ich powierzchni nie była niższa niż  $3^\circ\text{K}$  od temperatury powietrza wewnętrznego.

Bardzo ważnym elementem jest prawidłowy montaż stolarki okiennej i drzwiowej. Wadliwie wykonane połączenie ścian zewnętrznych z oknami i drzwiami może doprowadzić do powstania dodatkowych strat ciepła przez mostki cieplne oraz pogorszyć szczelność powietrzną budynku. Aby do tego nie dopuścić, stosuje się specjalne systemy montażowe dostosowane do potrzeb budynków pasywnych. Zadaniem rozwiązań systemowych jest po pierwsze – wyeliminowanie mostka cieplnego na połączeniu okien i ścian zewnętrznych, a po drugie – zapewnienie trwale szczelnego połączenia. Eliminację mostka uzyskuje się dzięki zamontowaniu okna w warstwie izolacji, na specjalnie przeznaczonych do tego kotwach oraz wykonaniu węgarka<sup>3</sup> z izolacji zewnętrznej nachodzącego

3. Węgarek – pionowy element przy otworze okiennym lub drzwiowym otrzymany przez wysunięcie izolacji cieplnej lub cegieł dla ścian murowanych, albo dostawienie pionowych słupków dla ścian drewnianych lub kamiennych. Stanowi on oparcie dla ościeżnicy oraz uszczelnienie jej połączenia z murem.

na ramę okienną. Trwale szczelne połączenie zapewnia trójwarstwowy system, który składa się z taśmy chroniącej przed wpływem zewnętrznych warunków atmosferycznych, piany montażowej łączącej termicznie okno z izolacją i taśmy paroszczelnej lub listwy podtynkowej gwarantującej szczelne połączenie okna z ścianą.

## 5.5 Mostki cieplne

Mostek cieplny to fragment przegrody zewnętrznej budynku charakteryzujący się znacznie gorszą izolacyjnością termiczną niż sąsiadujące z nim elementy budowlane. Mostki cieplne w ścianach mogą podnosić nawet o 20% zapotrzebowanie domu na ciepło, czyli podnieść koszty ogrzewania domu. Przyczyną powstawania takich miejsc są najczęściej błędy projektowe i wykonawcze.

Mostki cieplne powodują duże straty ciepła, ponieważ prowadzą do punktowego wychłodzenia przegród budowlanych. Konsekwencją tego może być wykraplanie się pary wodnej w tych miejscach i zawilgocenie materiałów izolacyjnych oraz konstrukcyjnych, a nawet rozwój grzybów i pleśni. Miejsca występowania mostków termicznych to węzły konstrukcyjne oraz wszelkie połączenia elementów zewnętrznych wykonanych z różnych materiałów. Do miejsc tych najczęściej należą:

- połączenia podłogi na gruncie ze ścianą fundamentową,
- połączenia płyty fundamentowej ze ścianą zewnętrzną,
- miejsce osadzenia okien i drzwi,
- połączenie dachu ze ścianą kolankową,
- płyty balkonowe,
- podciągi wystające ze ścian zewnętrznych,
- konstrukcje wsporcze np. miejsca zamocowania stalowych balustrad, wsporników, anten satelitarnych, a nawet aluminiowe listwy startowe stosowane w metodzie lekkiej-mokrej.

Eliminacja istniejących mostków cieplnych jest bardzo skomplikowana i musi być rozpatrywana w większości przypadków indywidualnie. Domy pasywne projektuje się tak, aby przynajmniej teoretycznie wyeliminować mostki cieplne.

# 6. Instalacje w domu pasywnym

## 6.1 Systemy grzewcze

Przy niewielkim zapotrzebowaniu na ciepło budynek pasywny nie musi być wyposażony w tradycyjną instalację grzewczą. Do utrzymania w pomieszczeniach komfortowej temperatury, nawet w czasie ostrej zimy, powinno wystarczyć jedynie podgrzewanie świeżego powietrza nawiewanego do pomieszczeń przez system wentylacji mechanicznej. Ciepło do podgrzewania powietrza nawiewanego może pochodzić z systemu podgrzewania c.w.u., gdzie szczytowe obciążenie jest kilkakrotnie wyższe. Źródłem ciepła mogą być również połączone systemy wykorzystujące kocioł kondensacyjny oraz pompę ciepła wspomaganą kolektorami słonecznymi, służące jednocześnie do ogrzewania, wytwarzania c.w.u. oraz wentylacji. Instalacje wentylacyjne w budynkach pasywnych charakteryzują się wysokimi sprawnościami i jakością wykonania. Jest to niezbędne ze względu na bardzo wysokie wymagania energetyczne stawiane rozwiązaniom. Dodatkowo kryterium ograniczające całkowite zużycie energii pierwotnej przez budynek zmusza do wykorzystania rozwiązań o niskim zużyciu energii. Specjalnie dla domów pasywnych są oferowane kompaktowe centrale grzewcze, które w jednej obudowie kryją wszystkie niezbędne urządzenia grzewcze i wentylacyjne. Wykorzystanie popularnych

» Ciąg dalszy na s. 13

# Dom pasywny w Słomczynie



Dom państwa Kwiatkowskich znajduje się w Słomczynie przy ulicy Wilanowskiej. Prosta bryła budynku jednym przypomina stodołę, a innym kojarzy się z nowoczesną architekturą. Ponieważ stoi tu od niedawna, nie ma jeszcze regularnego adresu. Mimo to wzbudza wzmożone zainteresowanie. Dom jest prawie pasywny. Oznacza to, że wszystko co znajduje się w domu i emituje ciepło jest maksymalnie wykorzystane do ogrzania wnętrza: światło słoneczne, wszelkie urządzenia elektryczne, a nawet ludzie. By było to możliwe, ściany, okna i drzwi budynku muszą zapewniać domowi bardzo dobrą izolacyjność cieplną oraz szczelność.

## Skąd pomysł na dom pasywny?

Rodzina miała zamiar zainwestować w dom energooszczędny. Budowy „zwykłego” domu w ogóle nie brała pod uwagę. Według polskich norm współczynnik przenikalności ciepła ścian budynku powinien wynosić  $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . – *Budowanie ścian z takim współczynnikiem oznacza konieczność obklepiania ich styropianem już po pierwszej zimie ze względu na bardzo wysokie rachunki za prąd, czy gaz* – twierdzi pan Piotr i dodaje, że nie ma sensu budowanie według polskich norm, bo wkrótce i tak zostaną podniesione przez Unię Europejską. Miał więc powstać dom energooszczędny. Właściciel firmy Dom Polski 2000 przekonał jednak inwestora do budowy domu pasywnego. Według pana Piotra firma chciała mieć taki dom w okolicach Warszawy, żeby móc się nim chwalić i dlatego zaproponowała mu bardzo korzystną cenę. Różnica między domem energooszczędnym i pasywnym wyniosła tylko 50 tysięcy złotych.

## Opłacalność inwestycji

Dom pasywny państwa Kwiatkowskich bez instalacji, ale wykończony od zewnątrz, kosztował 340 tysięcy złotych brutto. Rodzina zaoszczędziła jednak 30 tysięcy złotych na instalacji grzewczej, w domu zbędne jest ogrzewanie podłogowe i większość grzejników.

## Znacznemu obniżeniu ulegną rachunki za energię

Istotnym założeniem domu pasywnego jest to, że zużywa nie więcej niż 15 kWh energii na  $\text{m}^2$  rocznie na ogrzewanie. Powierzchnia domu państwa Kwiatkowskich wynosi  $162,5 \text{ m}^2$ . Żeby policzyć koszty, trzeba uwzględnić sprawność systemu grzewczego. W przypadku powietrznej pompy ciepła



Prosta bryła budynku jednym przypomina stodołę, a innym kojarzy się z nowoczesną architekturą.

będzie to około 1,8. A więc zapotrzebowanie na energię do ogrzewania to  $162,5 \cdot 15 = 2437,5$  kWh/rok. Zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania (z uwzględnieniem sprawności) to  $2437,5 / 1,8 = 1354$  kWh/rok. Cena energii elektrycznej około 53 gr/kWh, a więc koszt roczny ogrzewania to  $1354 \cdot 0,53 = 718$  złotych na rok. Oczywiście trzeba jeszcze sprawdzić powierzchnie. Ogrzewanie takiego samego domu, z tym samym systemem ogrzewania, zbudowanego zgodnie z WT2008 kosztowałoby około 5744 złotych na rok, czyli osiem razy więcej. Tak przedstawia się sytuacja przy ogrzewaniu elektrycznym, bo przy zastosowaniu prądu z alternatywnych źródeł energii, np. z paneli fotowoltaicznych, rachunki mogłyby być jeszcze niższe.

### Usytuowanie

Dom usytuowany jest w taki sposób, że największe przeszklenia budynku znajdują się od strony południowej. Z kolei od północy są tylko dwa niewielkie okna na piętrze. Takie rozwiązanie ma zapewnić możliwie najlepsze wykorzystanie ciepła słonecznego. Ciepło „łapanie” jest od strony południowej, natomiast od strony północnej gdzie wpada mniej słońca przeszklenia muszą być jak najmniejsze. – *Ponieważ głównym grzejnikiem domu pasywnego jest słońce, w pochmurny dzień czuć wyraźnie spadek temperatury i trzeba być bardziej uważnym na zamykanie drzwi i okien* – mówi pan Piotr.

### Budowanie

W połowie listopada 2009 roku rozpoczęły się prace nad płytą fundamentową, która w połowie grudnia uzyskała wytrzymałość pozwalającą na kontynuację prac konstrukcji domu. Fundamenty domów pasywnych są charakterystyczne. Nie ma tu łań fundamentowych i posadzki na gruncie. Jest płyta wylana na powierzchni całego domu. Jeszcze przed gwiazdką domek był zmontowany i można było rozpocząć zakładanie instalacji i wykańczać dom od zewnątrz. Do końca lutego był przestój związany z oczekiwaniem na kredyt i na instalacje. Potem trudność polegała na synchronizacji ekip. Czasem trwało to nawet 2 tygodnie zanim weszła kolejna ekipa. Rodzina wprowadziła się pod koniec sierpnia 2010 roku. Całe przedsięwzięcie trwało więc około 10 miesięcy i można powiedzieć, że ciągle jest w toku, ze względu na konieczność budowy tarasu i uporządkowania ogrodu. Ekipa producenta ścian Dom Polski 2000, która montowała ściany, miała wprawę w montowaniu domów prefabrykowanych. Pozostałe ekipy nie były wyspecjalizowane w domach pasywnych: hydraulik znalazł się po sąsiedzku, a elektryk przyjechał specjalnie z Radomia.



Dom usytuowany jest w taki sposób, że największe przeszklenia budynku znajdują się od strony południowej.



## Drzwi i okna

Drzwi i okna domu pasywnego są bardzo masywne i ciężkie. Drzwi ważą ok. 150 kg. Niezwykle istotną cechą jest ich wysoka szczelność i izolacyjność cieplna. W tym celu szyby w oknach pasywnych są zbudowane z trzech warstw szkła, a przestrzeń między nimi wypełniona gazem szlachetnym. Zarówno drzwi jak i okna w domu państwa Kwiatkowskich mają certyfikat pasywności.

## Konstrukcja

W domach pasywnych istotny jest stosunek kubatury do powierzchni ścian zewnętrznych. Im prostsza bryła, tym lepiej. Na słupkach, ustawionych od strony zachodniej, będzie rozpościerał się duży taras z pergolą. Taras będzie samonośną konstrukcją, ze względu na to, by uniknąć przerwania warstwy izolacyjnej ścian, co mogłoby doprowadzić do powstania mostków cieplnych.

## Serce budynku

Serce budynku pasywnego składa się z dwóch komór. Pierwszą stanowi gruntowy wymiennik ciepła. Przez charakterystyczny grzybek (czerpnia terenowa) pobierane jest z zewnątrz powietrze, które stąd przedostaje się przez przewody pod ziemią (pod ziemią ulega ociepleniu do temperatury gruntu) do budynku. Latem powietrze przepływające pod ziemią ulega ochłodzeniu, co zapewnia domowi naturalną klimatyzację. Drugą komorą jest specjalne urządzenie z pompą ciepła, którego zadaniem jest ogrzanie wody i nawiewanego powietrza oraz odzysk ciepła z powietrza wywiewanego. Ta jedna pompa ciepła, na której zasilanie potrzebne jest 500 W energii elektrycznej, czyli tyle co 5 żarówek „setek”, zapewnia ciepłą wodę i ogrzanie całego budynku. – *Póki co system się sprawdza – mówi pan Piotr – kiedy mieliśmy temperatury rzędu  $-2 \div -5^{\circ}\text{C}$  stopni system obywat się bez pozostałych urządzeń grzewczych, których zadaniem jest wspomaganie pracy pompy – dodaje.*

Wentylację całego budynku zapewnia system nawiewno-wywiewny, który nawiewa świeże powietrze do środka i wywiewa zużyte. W domu w Słomczynie w pokojach znajdują się charakterystyczne nawiewniki, a w kuchni i łazience wywiewniki. Taki układ zapewnia prawidłową cyrkulację powietrza w budynku. Należy jednak dodać, że pompa ciepła sprawdza się w tym domu ze względu na jego parametry pasywności: dużą izolacyjność ścian, dachu, stolarki okiennej i drzwiowej oraz wysoką szczelność powietrzną. Właściciele domów tradycyjnych, którzy wybraliby tę opcję ogrzewania swoich budynków nie byłiby zadowoleni. Aby ogrzać zwykły dom pompa musiałaby dmuchać znacznie większe ilości powietrza o temperaturze 50 – 60°C, a to mogłoby okazać się zupełnie nieoptyczne i mało komfortowe.



Drzwi i okna domu pasywnego są bardzo masywne i ciężkie. Drzwi ważą ok. 150 kg.

## Certyfikat

Dom państwa Kwiatkowskich nie ma certyfikatu pasywności. Podczas przeprowadzonej próby szczelności okazało się, że szczelność ścian nie spełnia wymagań dla budynku pasywnego. Dziś trudno stwierdzić, co było przyczyną: czy niedokładne wykonanie, czy zawodność materiałów. Warstwą, która ma uszczelniać ściany jest warstwa folii paroszczelnej na wewnętrznej stronie ściany. Problem powstaje wtedy, kiedy folia jest gdzieś przerwana albo nieudolnie połączona. Podczas próby było wyraźnie widać, że przez gniazda instalacji elektrycznej dmuchało powietrze, które musiało dostać się do wnętrza ścian. Instalacje były ponownie uszczelniane akrylem i silikonem. – *Kiedy wszystko wykończymy, zrobimy już ostateczną próbę szczelności* – mówi pan Piotr. Właściciele przewidują, że certyfikat mógłby im się przydać przy sprzedaży domu, ponieważ może mieć istotny wpływ na cenę.

## Oszczędzanie energii

Prawie cały sprzęt RTV i AGD w domu państwa Kwiatkowskich jest nowy, w związku z tym ma podwyższony standard energooszczędności. Właściciele nie poświęcają temu jednak wiele uwagi.

## Czy inwestycja się opłacała?

Dom miał powstać szybko. Państwo Kwiatkowscy zainteresowali się technologią domów prefabrykowanych i technologią domów szkieletowych, które z definicji są energooszczędne. Rodzina uznała, że postawienie raz szczelnych, ciepłych ścian opłaca się jej znacznie bardziej niż korzystanie z paneli słonecznych, które wymagają przeglądów i serwisu. – *Styropian w ścianach raz się włoży i on jest* – mówi pan Piotr – *myślę więc, że ze zwrotem z tej inwestycji nie będzie dużego problemu*. To, że inwestycja się zwróci nie ma wątpliwości. Kiedy? Zależy między innymi od wzrostu cen energii, której wartość wzrasta znacznie szybciej niż byśmy sobie tego życzyli.

## Hałas

Ściany budynku pasywnego doskonale chronią przed hałasem. Budynek stoi przy bardzo ruchliwej ulicy Wilanowskiej. Mimo to w środku panuje cisza i zupełnie nie słychać przejeżdżających aut. Jeśli chodzi o hałas pracy wentylatorów rekuperatora, to szumią one tylko na najwyższych obrotach, a zdarza się to bardzo rzadko. W trybie normalnej pracy są praktycznie niesłyszalne.

Ciepło „łapanie” jest od strony południowej, natomiast od strony północnej gdzie wpada mniej słońca przeszklenia muszą być jak najmniejsze.





## z energetyką przyjazną środowisku za pan brat



w ostatnich latach kominków i pieców na drewno lub biomasę rodzi problemy eksploatacyjne w budynkach pasywnych. Urządzenia zwykle charakteryzują się zbyt dużą mocą cieplną rzędu 2÷10 kW, co powoduje ryzyko przegrzania w dobrze izolowanym budynku pasywnym.

Doprowadzenie powietrza do zamkniętej komory spalania musi się odbywać poprzez kanał powietrza zewnętrznego, a odprowadzenie spalin przez układ kominowy (zalecany komin zewnętrzny). Przebieg obu kanałów przez powłokę budynku stanowi miejsce potencjalnych nieszczelności i mostków cieplnych. Kanały muszą być bardzo dobrze izolowane cieplnie, co zmniejsza powierzchnię użytkową mieszkań. Wskazane jest wykorzystywanie urządzeń, które umożliwiają przekazanie większej części ciepła (nawet do 80%) do układu przygotowania c.w.u.

Podstawowymi kryteriami decydującymi o wyborze dodatkowego źródła ciepła są:

- zużycie energii pierwotnej,
- koszty energii na rynku lokalnym (z uwagi na bardzo małe zużycie ciepła dużo większego znaczenia nabiera wysokość opłat stałych i abonamentu),
- dodatkowe koszty inwestycyjne danego źródła ciepła (np. komin),
- ograniczenia związane z koniecznością prowadzenia dodatkowych instalacji (doprowadzenie powietrza, odprowadzenie spalin, instalacja wodna, izolacja wewnętrznego komina, itd.),
- eksploatacja (np. dostarczanie opału do kotła, czyszczenie).

Spełnienie jednego z podstawowych kryteriów – obciążenia grzewczego na poziomie 10 W/m<sup>2</sup>, umożliwia zastosowanie wspólnego systemu powietrznego jako układu wentylacji i ogrzewania.

## 6.2 Wentylacja

Straty ciepła na wentylację mają duży udział w bilansie energetycznym budynków. Aby osiągnąć standard pasywny konieczne jest ich ograniczenie. W tym celu stosuje się wentylację mechaniczną nawiewno-wywiewną z odzyskiem ciepła zamiast wentylacji grawitacyjnej. Wentylacja mechaniczna nie tylko pozwala na ograniczenie strat ciepła, ale i zapewnienie stałej wymiany powietrza w budynku. Sercem tego systemu jest centrala wentylacyjna wyposażona w wymiennik ciepła (krzyżowy, przeciwprądowy lub obrotowy) potocznie zwana rekuperatorem, gdzie powietrze wywiewane z budynku oddaje ciepło powietrzu nawiewanemu do budynku.

Test szczelności w budynku pasywnym – Blower Door



Rysunek 4

Sprawność takiego urządzenia dochodzi nawet do 95%. Natomiast wielkość strat ciepła na wentylację zależy nie tylko od sprawności odzysku ciepła, ale i od stopnia szczelności budynku. Szczelność powłoki zewnętrznej sprawdza się za pomocą specjalnego testu. Blower Door<sup>4</sup> – (polska nazwa – drzwi nawiewne) czyli urządzenie z wentylatorem, ustawiane w drzwiach wejściowych lub oknie. Wypompowuje ono powietrze z wnętrza aż do uzyskania podciśnienia o wartości 50 Pa. Wówczas mierzy się strumień powietrza przepływającego przez nieszczelności. Strumień ten w domu pasywnym nie może być większy od 0,6 wymiany kubatury wewnętrznej wentylowanej na godzinę. Wytwarzając podciśnienie wewnątrz budynku, łatwo można wykryć i umiejscowić każdą nieszczelność, gdyż strumień napływającego powietrza jest wyczuwalny nawet po przyłożeniu dłoni. Za pomocą tego specjalistycznego testu jesteśmy w stanie sprawdzić jakość usług firmy wykonawczej. Badanie przeprowadza się w dwóch seriach: podciśnienia i nadciśnienia, natomiast szczelności budynku określa się na podstawie wyników średnich z dwóch serii. Efektem końcowym badania jest określenie wartości  $n_{50}$ . Na rysunku 4 pokazano działanie urządzenia – Blower Door. Zwiększenie efektywności systemu wentylacji można uzyskać stosując gruntowy wymiennik ciepła (GWC). Najczęściej gruntowy wymiennik ciepła to plastikowa lub ceramiczna rura umieszczona w ziemi poniżej granicy przemarzania. GWC służy do wstępnego podgrzewania powietrza wentylacyjnego (od cieplejszego niż powietrze zewnętrzne gruntu) dostarczanego do rekuperatora zimą i schładzania go latem.

### 6.3 Przygotowanie ciepłej wody użytkowej

Do przygotowania ciepłej wody użytkowej w domach pasywnych najczęściej używa się systemów solarnych, pomp ciepła wykorzystujących ciepło odpadowe z systemu wentylacji lub ścieków. W bilansie energetycznym budynku pasywnego zapotrzebowanie na energię do przygotowania ciepłej wody ma duży udział, dlatego też poświęca się szczególną uwagę ograniczeniu strat ciepła w systemie c.w.u. Oszczędności uzyskuje się poprzez właściwą izolację rur doprowadzających ciepłą wodę, sterowanie pompami cyrkulacyjnymi przy pomocy czasowych programatorów, szczelną armaturę z regulacją termostatyczną. Straty ciepła można również częściowo wyeliminować w instalacji wody zimnej. Zimna woda wpływająca do budynku ma zwykle temperaturę nie wyższą niż 10°C, po czym ogrzewa się w rurach i innych zasobnikach znajdujących się w budynku (np. komorze spłuczki 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. Stosuje się również urządzenie wykorzystujące *wodę szarą*<sup>5</sup> do spłukiwania muszli klozetowej oraz urządzenia do odzysku ciepła ze ścieków odprowadzanych z budynku.

### 6.4 Zużycie energii elektrycznej

Ważnym parametrem charakteryzującym pasywne budynki jest ilość energii pierwotnej zużywanej na m<sup>2</sup> ich powierzchni użytkowej w ciągu roku. Wielkość ta nie może przekroczyć 120 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Dlatego oprócz znacznej redukcji zapotrzebowania na energię cieplną potrzebne są działania ograniczające zużycie energii elektrycznej. Istotne stają się wyposażenie budynku w energooszczędne oświetlenie, sprzęt RTV i AGD, napędy wind, pomp itp. urządzenia. Mimo, że potrzeby oświetleniowe na ogół nie przekraczają 25% całej energii zużywanej przez budynek, to możliwości uzyskania oszczędności energetycznych w tej dziedzinie są znaczne, gdyż przez zastosowanie energooszczędnych źródeł światła można zaoszczędzić do 80 % energii zużywanej na oświetlenie.

4. Blower Door – urządzenie z wentylatorem, ustawiane w drzwiach wejściowych lub oknie. Wypompowuje ono powietrze z wnętrza aż do uzyskania podciśnienia o wartości 50 Pa. Wówczas mierzy się strumień powietrza przepływającego przez nieszczelności.

5. Szara woda – Europejska Norma 12056-1 definiuje szarą wodę jako wolną od fekaliiów zabrudzoną wodę. W praktyce jest to nieprzemysłowa woda ściekowa wytwarzana w czasie domowych prac, takich jak mycie naczyń, kąpiel czy pranie, nadająca się w ograniczonym zakresie do powtórnego wykorzystania.

## 7. Nowe technologie budowy przegród zewnętrznych w domach pasywnych



W tabeli 3 przedstawiano zestawienie materiałów izolacyjnych uwzględniające grubość danego materiału niezbędną do uzyskania przegrody budowlanej o współczynniku przenikania ciepła na poziomie  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Wartość taka wymagana jest dla budownictwa pasywnego w przypadku przegród zewnętrznych, takich jak ściany, dachy czy podłogi na gruncie.

Z analizy tabeli 3 wynika, że tradycyjne rozwiązania techniczne, szczególnie w zakresie przegród zewnętrznych, spełniają wymagania stawiane domom pasywnym dopiero po dodaniu warstw konstrukcyjnych grubości przekraczającej 70 cm. Ten stan rzeczy sprawia, że trudno osiągnąć klasyczne, oparte na regionalnych tradycjach konstrukcje budynków, a szczególnie w Polsce, gdzie na każdym kroku widać „kostki” wybudowane w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych, a przysadziste prostopadłościanny budynków pasywnych, odstraszały inwestorów nawet o dużej świadomości ekologicznej. Dlatego też poszukuje się nowych materiałów i technologii, które można zastosować w budynkach pasywnych, tak aby osiągnąć ciekawe formy architektoniczne.

## 8. Koszty i opłacalność budowy domu pasywnego

Według analiz przeprowadzonych przez ekspertów w zakresie budownictwa pasywnego koszty budowy budynku pasywnego są w warunkach polskich wyższe o około 25% do 30% niż koszty domu wybudowanego według standardu energetycznego określonego w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Przyjmując koszt budowy pod klucz domu jednorodzinnego o powierzchni użytkowej około  $130 \text{ m}^2$  na poziomie 400 tys. złotych, dodatkowy koszt dla domu pasywnego to maksymalnie 120 tys. złotych.

Przy obecnych cenach energii prosty okres zwrotu dodatkowych nakładów na budowę domu pasywnego wynosi ponad 20 lat, czyli przewyższa techniczny czas zużycia większości urządzeń, w które jest wyposażony. Czy budowa takiego domu jest w takim razie opłacalna? Zwrócić trzeba uwagę, że koszty realizacji domów pasywnych ze względu na wzrastające wymagania Unii Europejskiej będą spadały, a ceny energii będą rosły. Tak więc nie można rozpatrywać budowy domu pasywnego jedynie z punktu widzenia dzisiejszych cen i kosztów.

Budownictwo pasywne oznacza ogromne oszczędności w wydatkach na energię i zmniejszenie obciążenia środowiska naturalnego. Dla porównania budynki budowane w Polsce do roku 1966

**Minimalna grubość izolacji cieplnej w domach pasywnych**

Lp.	Nazwa izolacji	Minimalna grubość w domu pasywnym
1.	Sprasowana słoma	55 cm
2.	Szkoło piankowe	52 cm
3.	Płyty korkowe	30 cm
4.	Wełna mineralna	28 cm
5.	Styropian	28 cm
6.	Polistyren ekstrudowany	23 cm

**Tabela 3**

Źródło: Feist W.: Einführung zur Passivhaus – Versorgungstechnik, Protokollband Nr. 20, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase II, Passivhaus – Versorgungstechnik, 1999.

zużywają 240-350 kWh/m<sup>2</sup>/rok na ogrzewanie – czyli 16-23 razy więcej niż domy pasywne. Nowsze mieszkania, które powstały w latach 1993-1997, muszą być ogrzewane energią o wartości 120-160 kWh/m<sup>2</sup>/rok, czyli 8-10-krotnie większą. Nawet budynki uznawane w Polsce za energooszczędne zużywają 5-krotnie więcej energii niż domy pasywne. 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. Niestety jest to wciąż technologia nowa i trudno jest znaleźć projektanta oraz wykonawcę, którzy stworzą budynek na poziomie pozwalającym uzyskać certyfikat domu pasywnego Instytutu w Darmstadt. Brak typowych rozwiązań, które wymuszają zamawianie projektów i materiałów indywidualnych, co zwiększa koszty i powoduje problemy logistyczne z organizacją budowy.

Kolejny istotny problem to jakość robót budowlanych. Bardzo wiele firm budowlanych, najczęściej tych, które działają w tzw. szarej strefie, oferuje wykonawstwo bardzo tanie, jednak o bardzo niskim stopniu fachowości oraz bez jakichkolwiek gwarancji dotyczących jakości wykonanych prac. Już na poziomie konstrukcji powstają błędy wykonawcze uniemożliwiające dotrzymanie parametrów dla domu pasywnego, szczególnie pod względem szczelności. Niewłaściwe użycie kleju do spoinowania i nie wypełnione do końca zaprawą spoiny są tu najlepszym przykładem wad konstrukcyjnych. Inny problem to izolacje i to zarówno cieplne jak i paroszczelne, źle wykonane połączenia, zakładki i ułożenie płyt oraz jakość i szczelność wykonanych izolacji ścian, stropów czy poddaszy. Dobre, dysponujące wykwalifikowanymi pracownikami firmy wykonawcze, oferują stawki nie do zaakceptowania przez wielu inwestorów. Pewien wpływ na rozwój budownictwa pasywnego ma też mała wiedza w tym zakresie typowych inwestorów i uleganie sugestiom wykonawców, co powoduje nieracjonalne rozwiązania i przeinwestowanie, takie jak np. stosowanie centralnego ogrzewania, czy pompy ciepła do pojedynczego niedużego domu pasywnego.

Zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło do ogrzania budynku pasywnego nie może się odbywać kosztem wzrostu zapotrzebowania na inne nośniki energii. Dlatego wprowadzono ograniczenie na całkowite zapotrzebowanie na energię pierwotną w domu pasywnym na poziomie nie przekraczającym 120 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Konsekwencją tych założeń jest konieczność wyposażenia domów pasywnych wyłącznie w energooszczędne oświetlenie i sprzęt RTV, IT i AGD. Powinny być stosowane więc urządzenia, które charakteryzują się niskim zapotrzebowaniem na energię elektryczną i wodę (wyłącznie klasa energetyczna A). W praktyce trudno zastosować również zasilane energią elektryczną urządzenia klimatyzacyjne, należy więc projektować dom pasywny w ten sposób, aby radykalnie ograniczyć zapotrzebowanie tego domu na chłód w lecie. Porównując koszty ogrzewania budynku pasywnego przy pomocy pompy ciepła zasilanej energią elektryczną, to koszt ten dla domu o powierzchni 120 m<sup>2</sup> zlokalizowanego w Warszawie wyniesie około 500 złotych rocznie, a w budynku zbudowanym według obowiązujących przepisów koszt ten wynosiłby ponad 3 000 złotych.

## 9. Znaczenie budownictwa pasywnego w aspekcie realizacji polityki energetycznej Polski i rosnących wymagań Unii Europejskiej

Ograniczenie zużycia energii na cele grzewcze jest niezwykle istotne. Dla nas zapewne najistotniejsze będą poczynione przy tej okazji oszczędności. Dla ochrony środowiska natomiast kluczowe będą ograniczenia emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Polska realizując

## z energetyką przyjazną środowisku za pan brat



zobowiązania wynikające z naszego członkostwa w Unii Europejskiej musi w ciągu najbliższych miesięcy i lat wprowadzić wiele działań w dziedzinie efektywności energetycznej czy ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Budownictwo (sektor komunalno-bytowy) konsumuje około 40% energii pierwotnej wytwarzanej w Polsce. Ze względu na wieloletnie zaniedbania, szczególnie w zakresie ochrony cieplnej budynków, sektor ten posiada olbrzymi potencjał oszczędności energii. Konieczne jest więc wskazanie optymalnych rozwiązań technicznych pozwalających na wykorzystanie potencjału oszczędności energii zarówno w nowo wznoszonych jak i modernizowanych budynkach. Wedle ogólnie znanej opinii ekspertów uzyskanie wzrostu efektywności powyżej 1% rocznie, wyłącznie na podstawie motywującego wpływu wzrostu cen, wydaje się nierealne (przy utrzymaniu społecznie akceptowalnej, umiarkowanej dynamiki wzrostu cen energii). Biorąc pod uwagę powyższe oraz doświadczenie wielu członków Unii Europejskiej, konieczne jest wprowadzenie nowych i nowelizacja istniejących uregulowań prawnych w zakresie efektywności energetycznej. Niedawno wprowadzonym, ale już wymagającym nowelizacji obowiązkiem, jest posiadanie przez właścicieli budynków w Polsce świadectwa charakterystyki energetycznej, czyli dokumentu wydanego przez upoważnionego eksperta zawierającego podstawowe dane i wskaźniki dotyczące ochrony cieplnej budynku i zużycia energii w budynku oraz ocenę poziomu jakości energetycznej budynku.

Obowiązek obliczania charakterystyki energetycznej budynków spowodował w Europie zasadniczy wzrost zainteresowania projektantów problemem projektowania budynków o niskim zapotrzebowaniu na energię. System certyfikacji budynków miał również w Polsce wpłynąć na rozwój budownictwa energooszczędnego. Niestety nie spełnił on oczekiwań przed nim stawianych. Sposób prezentacji charakterystyki energetycznej budynku w formie tak zwanego suwaka nie jest przyjazny dla przeciętnego obywatela, a przyjęta metodologia pozwala na dość dużą tolerancję przy określaniu poziomu zużycia energii przez budynek. Dlatego w odczuciu społecznym certyfikacja budynków traktowana jest jako kolejna przeszkoda administracyjna i ukryty podatek, a nie instrument mający wpływ na ograniczenie zużycia energii i kosztów.

W Polityce energetycznej Polski do 2030 roku w zakresie działań na rzecz poprawy efektywności energetycznej wpisano między innymi: stosowanie obowiązkowych świadectw charakterystyki energetycznej dla budynków oraz mieszkań przy wprowadzaniu ich do obrotu oraz wynajmu i oznaczenie energochłonności urządzeń i produktów zużywających energię oraz wprowadzenie minimalnych standardów dla produktów zużywających energię.

Na mocy art. 9 znowelizowanej dyrektywy o charakterystyce energetycznej budynków (tzw. recast EPBD) państwa członkowskie są zobowiązane do aktywnego promowania na rynku budynków, których emisje dwutlenku węgla i zużycie energii pierwotnej są niskie lub równe zero. Zapisy w Polityce energetycznej Polski do 2030 roku oraz w dyrektywach Unii Europejskiej dają szansę na rozwój budownictwa pasywnego.

Koszty inwestycyjne związane z budową budynku pasywnego, wyższe w porównaniu z technologią tradycyjną, mogą zostać zredukowane do wartości standardowych po uwzględnieniu preferencyjnych kredytów, dotacji i subsydiów rządowych (dostępne w Niemczech, Austrii).

W krajach o porównywalnych warunkach klimatycznych, takich jak Dania, Niemcy, czy Austria przepisy nie dopuszczają możliwości budowy budynków mieszkalnych o zapotrzebowaniu na ciepło do celów grzewczych większym niż 40–50 kWh/m<sup>2</sup>/rok, a po 2011 roku wymagania będą jeszcze bardziej zaostrzone, nawet do poziomu 30–40 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Wydaje się, że Polska dostosowując się do wymagań Unii Europejskiej stawianych w pakiecie klimatyczno-energetycznym będzie musiała zmienić na znacznie ostrzejsze wymagania odnośnie efektywności energetycznej budynków i wówczas standard domu pasywnego stanie się ekonomicznie uzasadniony.

## 10. Przykład domu pasywnego w Polsce

### 10.1 Dom pasywny w Smolcu koło Wrocławia

Pierwszy dom pasywny w Polsce, którego pasywność została potwierdzona certyfikatem Instytutu Budynków Pasywnych w Darmstadt (twórcę idei pasywności), powstał w 2006 roku w Smolcu koło Wrocławia. Dom zrealizowany został przez autora projektu, biuro Projektowe Lipińscy Domy, jako obiekt pokazowy. Opracowano i zastosowano tu innowacyjną technologię, która w założeniu miała być możliwie prosta i tania w realizacji. Nad spełnieniem zasad pasywności czuwał specjalista z Instytutu Budynków Pasywnych przy Narodowej Agencji Poszanowania Energii S.A. W trakcie budowy zastosowano rozwiązania, które dały pozytywny efekt końcowy, a mianowicie:

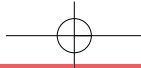
- w celu likwidacji pionowych mostków ciepła wykorzystano izolacyjne pustaki cokołowe,
- ściany wykonane z prefabrykatów keramzytobetonowych charakteryzują się dobrą wytrzymałością już przy niewielkich wymiarach (grubość ściany zewnętrznej 15 cm),
- wykorzystano izolacje przegród zewnętrznych,
- dokonano szczelnego połączenia ścian zewnętrznych ze stolarką okienną.

Na zakończenie dokonano próby ciśnieniowej, która wypadła korzystnie. Budynek osiągnął zamierzoną szczelność (rys. 5-8).

Rysunek 5

Dom pasywny wybudowany w Smolcu pod Wrocławiem





## z energią przyjazną środowisku za pan brat

Wykorzystanie izolacyjnych pustaków cokołowych do likwidacji pionowych mostków ciepła



Rysunek 6



Montaż prefabrykatów keramzytobetonowych

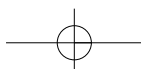


Rysunek 7

Folia paroszczelna przed przyklejeniem oraz próba ciśnieniowa



Rysunek 8



## 11. Podsumowanie

Pomimo, że w warunkach polskich budowa pasywnych domów wciąż budzi wątpliwości inwestorów i opory wielu wykonawców, dla których wykonanie izolacji o grubości większej niż 15 cm to przesada, przyszłość należeć będzie do tego typu budownictwa. Rosnące w szaleńczym tempie koszty zakupu nośników energii i wymagania Unii Europejskiej w aspekcie działań zapobiegających zmianom klimatu, wymuszają na nas stosowanie nowoczesnych technologii. Polska posiada olbrzymi potencjał oszczędności energii w sektorze mieszkaniowym i musi ten fakt wykorzystać dążąc do osiągnięcia poziomu życia członków starej Unii.

Na potrzeby budownictwa pasywnego zaadoptować można praktycznie wszystkie typy konstrukcji wykorzystywane w budownictwie tradycyjnym. Możliwe jest więc wzniesienie obiektów w technologii szkieletu drewnianego w konstrukcji murowanej, jak również żelbetowej monolitycznej lub wykonanej z prefabrykatów. Budynki pasywne mają trzy podstawowe zalety:

- są tanie w eksploatacji,
- przyjazne dla środowiska naturalnego,
- gwarantują swoim mieszkańcom wysoką jakość środowiska wewnętrznego.

Małe koszty eksploatacyjne wynikają z niewielkiego zużycia energii na cele grzewcze, przygotowania c.w.u. i pracy urządzeń pomocniczych. Kolejny aspekt to ochrona środowiska, czyli: mniejsze zużycie nieodnawialnych paliw kopalnych i ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, np. ciepło zmagazynowane w gruncie przez GWC oraz stosowanie przyjaznych dla środowiska materiałów budowlanych. Ostatni aspekt to komfort mieszkania w domu pasywnym. Domy te wyposażone są w mechaniczne systemy wentylacji, które gwarantują lepszą jakość powietrza wewnętrznego i mniejsze stężenia zanieczyszczeń. Bardzo dobrze zaizolowane ściany i okna zapewniają wysoką temperaturę, co wpływa pozytywnie na komfort cieplny. Nie bez znaczenia jest też komfort wizualny wewnątrz, który dają duże okna od strony południowej.

### Strony internetowe:

1. [www.drexel-weiss.de](http://www.drexel-weiss.de)
2. [www.ibp.com.pl](http://www.ibp.com.pl)
3. [www.btec-rosenheim.de](http://www.btec-rosenheim.de)
4. [www.cephus.de](http://www.cephus.de)
5. [www.bydynkipasywne.kres.org](http://www.bydynkipasywne.kres.org)
6. [www.rekuperatory.pl](http://www.rekuperatory.pl)
7. [www.viessmann.pl](http://www.viessmann.pl)
8. [www.passiv.de](http://www.passiv.de)
9. [www.dompasywny.com](http://www.dompasywny.com)
10. [www.zb.itb.pl](http://www.zb.itb.pl)
11. [www.dom-pasywny.pl](http://www.dom-pasywny.pl)
12. [www.budynkipasywne.pl](http://www.budynkipasywne.pl)



# Aneks – Próba odpowiedzi na wątpliwości inwestora



Potrzeba ochrony środowiska oraz wysokie koszty energii przyczyniają się do dynamicznego rozwoju budownictwa energooszczędnego i pasywnego na świecie. Szacuje się, że w Austrii wybudowano do tej pory ok. 6 tys. domów pasywnych, w Niemczech ok. 10 tys. Sporo buduje się też w Szwajcarii, Czechach i na Słowacji. W Polsce sytuacja nie wygląda jednak różowo. Na pytanie dlaczego tak się dzieje oraz na wątpliwości inwestorów próbują odpowiedzieć:\* Günter Schlagowski z Polskiego Instytutu Budownictwa Pasywnego (PIBP) oraz mgr inż. arch. Cezary Sankowski – Dyrektor Akademii Budownictwa Pasywnego przy PIBP.

## Komfort

Roczne zapotrzebowanie na energię grzewczą bliskie zeru – zaledwie 1,5 m<sup>3</sup> gazu ziemnego wystarcza do ogrzania m<sup>2</sup> budynku na rok. Ponadto komfortowy mikroklimat pomieszczeń i optymalna temperatura niezależnie od pory roku są argumentami, które w niekwestionowany sposób powinny przekonać inwestora do budowy budynków pasywnych. – *Oczywiście. Komfort budynku to nie są przecież złote klamki* – mówi pan Schlagowski i dodaje, że *nie ma sensu budować tanio, bo wkrótce będzie trzeba ponieść koszty termomodernizacji.*

## Informacja

Podstawową barierą dla rozwoju budownictwa pasywnego w Polsce wydaje się być brak informacji oraz obawa przed wysokimi kosztami realizacji. Czy jest się czego bać? Idea budynków pasywnych nie jest opatentowana, zastrzeżona ani nie podlega innym formom ochrony prawnej. Jest dostępna dla wszystkich.

## Estetyka

Nie wszystkie wybudowane dotąd budynki pasywne są arcydziełami architektury. Inwestora może razić ich trywialny wygląd. Budownictwo pasywne nie tworzy nowych typów architektury, które mogłyby stanowić dysonans w zestawieniu z istniejącą zabudową. Możliwe jest wznoszenie budynków pasywnych w różnych technologiach budowlanych: szkieletu drewnianego, stalowego, w konstrukcji murowanej, jak również żelbetonowej monolitycznej lub wykonanej z prefabrykatów. Istnieje wiele firm dostarczających niezbędne komponenty. – *Domy pasywne nie muszą się wyróżniać spośród architektury, która je otacza* – mówi Cezary Sankowski.

## Klimat

Czy polski klimat pozwala na stosowanie budownictwa pasywnego? – *Zaprojektowanie budynku pasywnego np. koło Suwałk jest znacznie trudniejsze, niż np. we Frankfurcie nad Menem, lub w Gdańsku. Mimo to jest jednak ciągle możliwe* – mówi pan Schlagowski. Dowodem na to są budynki pasywne, które powstają w Moskwie. Pan Sankowski dodaje – *Nie ma na naszym rynku poza 2-3 projektami gotowych budynków pasywnych, nie ma takich projektów w Niemczech. W przypadku budynku pasywnego na zapotrzebowanie budynku na zużycie energii do ogrzewania wpływają liczne czynniki. Znaczny wpływ ma strefa klimatyczna, w której znajduje się. Ten sam budynek postawiony w Gdańsku i w Zakopanem może mieć zupełnie inne zapotrzebowanie na ciepło.*

\* Rozmowy przeprowadziła Katarzyna Teodorczuk

## Niewłaściwe oszczędzanie

Większość inwestycji w obszarze budownictwa skupia się na maksymalizacji zysku poprzez minimalizowanie kosztów na poziomie projektu i budowy domu, zupełnie zapomina się o parametrach energetycznych budynku. Niski poziom wiedzy konsumentów nabywających takie obiekty, kierujących się przede wszystkim niską ceną finalną nabywanego mieszkania czy domu, także nie sprzyja właściwym decyzjom inwestycyjnym. Sytuację pogarszają jeszcze procedury przetargowe na obiekty użyteczności publicznej promujące najniższą cenę realizacji inwestycji, bez uwzględniania wysokiego poziomu wykonawstwa.

## Próba szczelności

– *Próba szczelności powinna odbywać się w obecności kupującego, inaczej kupujemy kota w worku* – mówi pan Schlagowski. – *Niejednokrotnie zdarza się, że podwykonawca dewelopera buduje dom, który nie trzyma próby szczelności. Ostatnio taka sytuacja pojawiła się w jednej z firm deweloperskich. Szczelność budynku wyniosła 4 h-1 zamiast 0,6 h-1. Oznacza to, że w czasie godziny przy różnicy ciśnienia 50 Pa doszło do 4-krotnej wymiany powietrza przez nieszczelności budynku. Klient będzie więc borykał się ze znacznie większym niż planowano zużyciem energii. Wspomniana firma deweloperska natomiast na tym dodatkowo zarobiła, bo dostała upust od wykonawcy. W Niemczech kupujący często wolą zrobić próbę szczelności na własny koszt, by wiedzieć co kupują. I dodaje – świadectwo energetyczne wykonane dla budynku, dla którego nie wykonano próby szczelności, to makulatura.*

## Certyfikat

Brak świadomości i wiedzy o zagadnieniach związanych z poszanowaniem energii, w tym o budownictwie pasywnym, powoduje, że na naszym rynku standard energetyczny budynku ma niewielki wpływ na jego cenę. – *Znam przypadek w Polsce, że budynkiem energooszczędnym określono dom z dwoma kolektorami na dachu. Jedynie budynki pasywne certyfikowane przez mój instytut PIBP lub Passivhaus Darmstadt mają spełnione te same parametry w całej Unii Europejskiej. Oznacza to najwyższy poziom realizacji wszystkich etapów budowy: od projektowania przez wykonanie, test szczelności, do certyfikacji końcowej. W Polsce, jak dotąd, niewiele obiektów jest w ten sposób budowanych. Z mojej strony mogę zapewnić do tego odpowiednie narzędzie – pakiet PHPP do projektowania, optymalizacji, weryfikacji i przygotowania obiektu do certyfikacji. Tylko takie projekty można certyfikować* – mówi Günter Schlagowski.

Koszt certyfikatu to około 300 EUR. By dom mógł dostać certyfikat sprawdzany jest projekt architektoniczny. Czasem można go jeszcze w tym stadium zoptymalizować. Po czym dwukrotnie przeprowadzana jest próba szczelności (co dodatkowo kosztuje) w stanie surowym, zamkniętym i po wykończeniu. – *Na Zachodzie jest standardem, że klient kupując dom dowiaduje się o kwotę, którą będzie płacił za ogrzanie budynku. Wszystko się musi zgadzać* – mówi Pan Schlagowski.

## Niewielka liczba doświadczonych projektantów i ekip wykonawczych

W obecnych warunkach decyzja postawienia domu pasywnego wiąże się z ryzykiem, że budowa będzie poligonem doświadczalnym dla wykonawcy. Bardzo ważne jest, by upewnić się, że architekci znają dokładnie wszystkie zasady budownictwa pasywnego. – *Już choćby umiejętność unikania mostków cieplnych nie jest powszechnie znana* – mówi pan Schlagowski. – *Architekci muszą też dowiedzieć się, jak prawidłowo szczelnie i bez mostków cieplnych, montować okna i drzwi.*

Dość istotny wydaje się fakt, że na studiach zagadnienia odnoszące się do domów pasywnych nie są poruszane lub traktowane bardzo zdawkowo. Bardzo potrzebne są dedykowane kursy lub studia podyplomowe, czy też bezpłatne szkolenia organizowane np. przez dostawców technologii,

## z energetyką przyjazną środowisku za pan brat



które pozwalałyby zdobyć potrzebne umiejętności. – *Dlatego też organizujemy specjalne kursy dla architektów i projektantów oraz wstępne, jednodniowe szkolenie z pakietu do projektowania* – mówi pan Schlagowski. – *Firmy, które odbywały u nas szkolenia, to między innymi:*

- „Łódź-Development – Kaminski”, Radek Kaminski, e-mail: [r.kaminski@mrrdevelopment.pl](mailto:r.kaminski@mrrdevelopment.pl)
- „Łódź-Zielinski – dom pasywny”, e-mail: [dom-pasywny@neostrada.pl](mailto:dom-pasywny@neostrada.pl)
- „Lubomir Łódź – Wiśniewski”, e-mail: [lubek@aze.com.pl](mailto:lubek@aze.com.pl)

W Polsce jest już przeszło 140 całkowicie lub częściowo przeszkolonych firm z pakietu PHPP służącego do projektowania budynków pasywnych. Nadzór próby szczelności robi Cezary Sankowski.

### Opłacalność

Wbrew pozorom, postawienie domu pasywnego nie jest dużo droższe od tradycyjnego. W Europie Zachodniej budownictwo pasywne jest droższe o około 3-8%. W Polsce dodatkowe koszty są szacowane na poziomie 10-16% lub 15-20% (w przypadku hali w Słomnikach udało się zejść do 12%) w zależności od rodzaju budynku, jego przeznaczenia oraz dodatkowego wyposażenia. Dom pasywny wymaga większych nakładów na docieplenie, specjalną stolarkę okienną czy system wentylacji, które muszą być zoptymalizowane pod kątem zużycia energii. Oszczędza się natomiast na osobnym systemie ogrzewania, którego w domu pasywnym najczęściej po prostu nie ma. Budynki pasywne charakteryzują niskie koszty utrzymania wynikające z niskiego zużycia energii. Już sama nazwa wskazuje, że do ogrzewania budynku wykorzystana jest energia ciepła powstająca w sposób „pasywny” – uzyskana z promieniowania słonecznego oraz ciepła od osób i urządzeń, bez wykorzystania aktywnych systemów ogrzewania. Powstałe w ten sposób oszczędności pozwalają zbilansować koszty budowy. – *Powszechnym błędem jest kalkulowanie ceny budynku tylko jako kosztów jego zbudowania, przywiązanie niewielkiego znaczenia do kosztów eksploatacji* – mówi Cezary Sankowski.

### Będzie taniej

Choć dziś oferta polskich producentów dla budownictwa pasywnego jest jeszcze bardzo ograniczona, jego rosnąca popularność sprawia, że komponenty trafiają do masowej produkcji i stają się coraz tańsze. Różnice między kosztem budowy domu tradycyjnego a pasywnego z biegiem czasu z pewnością będą malały, podczas gdy zyski z oszczędności energii, zważywszy na jej rosnące ceny, będą ciągle rosły.

### Pomoc państwa

Budownictwo pasywne jest obecnie najbardziej efektywne ekologicznie, a jednocześnie zasadne ekonomicznie, dlatego też powinny znaleźć się rozwiązania systemowe służące jego finansowaniu. – *Rozsądnym rozwiązaniem mogłoby być udzielenie wsparcia finansowego w wysokości stanowiącej różnicę między kosztami budowy standardowego obiektu budowlanego, a kosztami inwestycji w standardzie pasywnym* – mówi Günter Schlagowski. – *Obecnie różnica wynosi ok. 10-12% całkowitych kosztów przedsięwzięcia, ale po rozpowszechnieniu tego standardu można szacować, iż będzie wynosiła od 3% do 12 % kosztu całkowitego przedsięwzięcia, podobnie jak u naszych zachodnich sąsiadów. Z pewnością pozytywne efekty, w postaci spadku zapotrzebowania na energię, wielokrotnie przekroczą efekty stosowania premii termomodernizacyjnej* – twierdzi Cezary Sankowski.

### Postawa Polski i Unii Europejskiej

Zdumiewa fakt, że Polska skupia się głównie na zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego i związanymi z tym inwestycjami, np. w energetykę jądrową, na uboczu pozostawiając zagadnienia uznane za priorytetowe przez Unię Europejską, takie jak racjonalizacja wykorzystania energii. Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 31 stycznia 2008 roku w sprawie planu działania na rzecz racjonalizacji

zużycia energii: sposoby wykorzystania potencjału (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej C 68 E, z dnia 21.3.2009, s. 18, PL) w punkcie 29: wzywa Komisję do przedstawienia wiążącego wymogu, aby wszystkie nowe budynki wymagające ogrzewania lub chłodzenia powstawały zgodnie ze standardami „budynków pasywnych” lub odpowiednimi standardami budynków niemieszkalnych od 2011 roku oraz wymogu stosowania pasywnych rozwiązań w zakresie ogrzewania i chłodzenia od 2008 roku dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 19 maja 2010 roku w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja znowelizowana), (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej I. 153, z dnia 18.6.2010, s. 13, PL), w artykule 9, punkt 1, stwierdza: „Państwa członkowskie zapewniają, że: po dniu 31 grudnia 2018 roku nowe budynki zajmowane przez władze publiczne oraz będące ich własnością będą budynkami o niemal zerowym zużyciu energii” oraz, że „od dnia 31 grudnia 2020 roku wszystkie nowe budynki będą budynkami o niemal zerowym zużyciu energii”.

## Przykład Austrii

Austriackie stowarzyszenie zajmujące się budownictwem pasywnym, po przeprowadzeniu wstępnej analizy istniejących budynków, zaproponowało ogólnokrajowy program ich przebudowy z uwzględnieniem standardów budownictwa pasywnego. Głównym celem programu jest uzyskanie niezależności energetycznej Austrii. Według stowarzyszenia, znaczny wzrost efektywności energetycznej budynków i zwiększone wykorzystanie tzw. energii ze źródeł odnawialnych, uczyni Austrię niezależną od paliw kopalnych oraz importu energii. Zamiast więc płacić za przekroczenie emisji gazów cieplarnianych, Austria zdecydowała za tę samą kwotę przebudować 29 milionów m<sup>2</sup> istniejących budynków zgodnie ze standardami budownictwa pasywnego, wykorzystującego odnawialne źródła energii.

## Polskie prawo

Polskie przepisy w kwestii budownictwa należą do jednych z najgorszych w Europie. – *Promują konsumpcję energetyczną zamiast efektywniejszego zużycia energii* – mówi pan Schlagowski – *Swego czasu, próbę zmiany podjął minister budownictwa, Andrzej Aumiller. W projekcie określono zapotrzebowanie na energię cieplną budynków energooszczędnych na 50 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Wzorem Niemiec, przewidywano wprowadzenie specjalnej, niskooprocentowanej pożyczki w wysokości 50 tys. złotych dla obiektu budowanego w technologii pasywnej. Do realizacji ustawy zabrakło 4 miesięcy i tak projekt po wyborach trafił do kosza. W polskich przepisach budowlanych wciąż brakuje określonego standardu budynku energooszczędnego.*

## Literatura

1. Feist W., Gestaltungsgrundlagen Passivhäuser, 2000, Darmstadt, Das Beispiel.
2. Forstner M., Vakekuumgedamntes Nullheizenergiehaus: Planung, Bau, Passivhauszertifikat, 2006, Darmstadt, Tagungsband Passivhaus Institut.
3. Feist W., Podstawy Budownictwa Pasywnego, Polski Instytut Budownictwa Pasywnego, 2007.
4. Wnuk R., Katalog Projektów Domów Pasywnych i Energooszczędnych, 2007.
5. Feist W.: Einführung zur Passivhaus – Versorgungstechnik, Protokollband Nr. 20, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase II, Passivhaus – Versorgungstechnik, 1999.
6. Feist W.: Stand der Baupraxis Passivhäuser – Einführung, Protokollband Nr. 12, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, Passivhaus – Baustandard der Zukunft, 1999.
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
8. Firląg Sz.: System grzewczy w budynku pasywnym – podstawy projektowe, Rynek Instalacyjny nr 6/2006 str. 66-68.
9. Firląg Sz.: Współpraca wentylacji mechanicznej z GWC w domu pasywnym, Rynek Instalacyjny nr 3/2007 str. 21-28.
10. Kaufmann B.: Gebäudehülle: Wärmedämmung und thermisch optimierte Fenster, Protokollband Nr. 24, Einsatz von Passivhaustechnologien bei der Altbau-Modernisierung, Darmstadt 2003.
11. Materiały konferencyjne Domeko 2007, „Budynki pasywne – mistrzowie oszczędzania energii”.