

Pierwszy certyfikowany dom pasywny w Polsce

mgr inż. Szymon Firląg, Instytut Ogrzewnictwa i Wentylacji PW, Instytut Budynków Pasywnych przy NAPE

Wstęp

Tegoroczna, międzynarodowa konferencja poświęcona budownictwu pasywnemu – 11 Passivhaustagung 2007, która odbyła się w Bregenz w Austrii miała bardzo istotny polski akcent. Otóż prezentowany na niej dom pasywny wzniesiony w Smolcu koło Wrocławia jako pierwszy, nie tylko z Polski ale i całej Europy Środkowo-Wschodniej, otrzymał oficjalny certyfikat Passivhaus Institut w Darmstadt. Sukcesem zakończyła się zatem współpraca Instytutu Budynków Pasywnych przy Narodowej Agencji Poszanowania Energii i biura projektowego Lipińscy Domy, której celem było opracowanie autorskiego projektu i zbudowanie na jego podstawie modelowego domu pasywnego.

Idea

Definicja budynku pasywnego została stworzona przez dr Wolfganga Feista i prof. Bo Adamsona z Uniwersytetu w Lund. W roku 1988 założyli oni, że możliwe jest wybudowanie domu, który dzięki znacznemu ograniczeniu strat ciepła będzie się mógł obejść bez tradycyjnego systemu grzewczego. Po trzech latach akademicka teoria znalazła potwierdzenie w pierwszym domu pasywnym powstałym w miejscowości Darmstadt w Niemczech. Po piętnastu latach od tego wydarzenia ilość wybudowanych obiektów pasywnych jest szacowana na 5000 a budownictwo pasywne przeżywa obecnie okres dynamicznego rozwoju w całej Europie. W standardzie pasywnym wznoszone są domy jedno- i wielorodzinne, szkoły, przedszkola, biura, fabryki czy takie obiekty jak wysokogórskie schroniska, a przedsięwzięcia w zakresie budownictwa pasywnego mają miejsce również w krajach pozaeuropejskich takich jak Chiny, USA czy Rosja.

Projekt architektoniczny domu Pasywny 1

Zaproponowana przez biuro projektowe, Lipińscy Domy architektura domu pasywnego nawiązuje do archetypu domu jednorodzinnego, przy czym doskonale wpisuje się w polski krajobraz zurbanizowany. Projekt domu i jego konstrukcja zapewnia maksymalne ograniczenie strat ciepła przy jednoczesnym pozyskaniu jak największej ilości zysków ciepła od słońca. Kompaktowy charakter budynku potwierdza współczynnik A/V wynoszący 0,75 a dostawiony od strony zachodniej garaż o niezależnej konstrukcji pełni rolę dodatkowego bufora ciepła. Maksymalizację solarnych zysków ciepła osiągnięto dzięki odpowiedniemu rozmieszczeniu okien na fasadach domu. Największą ilość promieniowania słonecznego przypada na kierunek południowy, dlatego dom pasywny ma dużą przeszkloną fasadę od strony południowej. Sytuacja jest odwrotna, jeśli chodzi o fasadę północną. Ponieważ ilość promieniowania słonecznego przypadająca na ten kierunek jest niewielka to umieszczenie okien na północnej elewacji powoduje tylko dodatkowe straty ciepła. W domu pasywnym zrezygnowano jednak z tak zwanego „zamknięcia” fasady północnej. Doprowadziłoby to do znacznego pogorszenia architektury domu i zmniejszenia jego atrakcyjności.

Rozmieszczenie powierzchni przeszklonych jest korzystne z punktu widzenia pozyskiwania zysków ciepła ale może doprowadzić do przegrzania domu w okresie lata. Aby temu zapobiec w projekcie architektonicznym przewidziano odpowiednie elementy zacieniające, np. wysunięte poza obrys budynku okapy. Dzięki nim ilość promieniowania

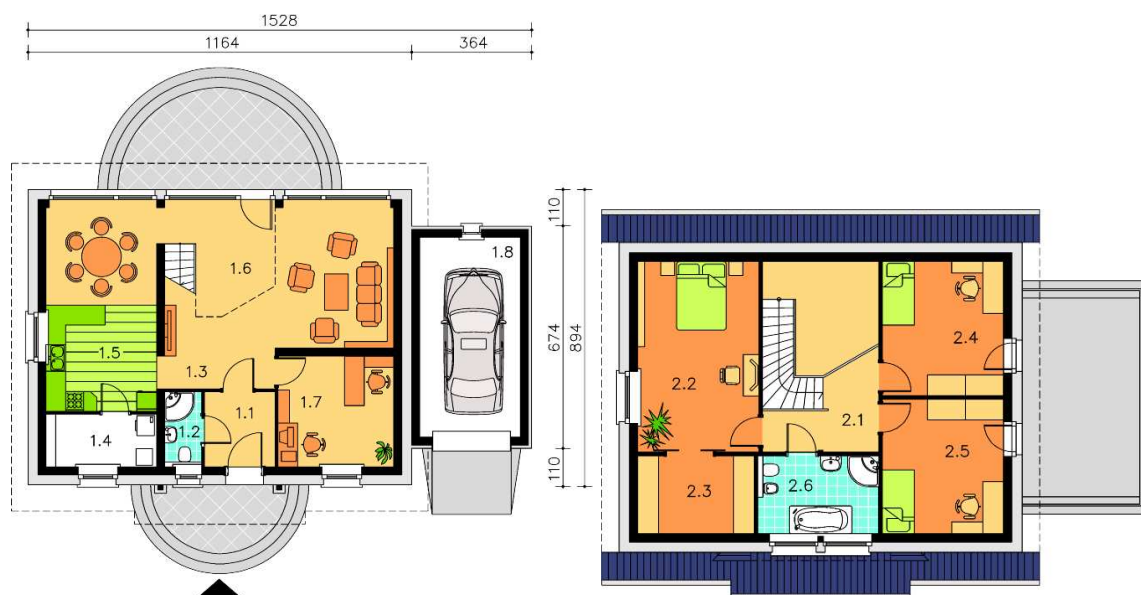
słonecznego docierającego do domu w okresie lata zostaje zoptymalizowana. Innym rozwiązaniem pozwalającym na zminimalizowanie zysków ciepła od słońca latem jest odpowiedni projekt zieleni. Zasadzone od strony południowej drzewa i krzewy okresowo zielone dają cień latem. Natomiast zimą po zgubieniu liści, nie ograniczają dostępu promieniowania słonecznego.

Funkcjonalnie dom przeznaczony jest dla czteroosobowej rodziny ewentualnie dla rodziny wielopokoleniowej. Jest tu miejsce na prace w domu, pokój hobby. Strefę ogólnego użytkowania tworzy pokój dzienny z antresolą. Duża przeszklona południowa fasada powoduje optyczne powiększenie wnętrza. Dom mimo stosunkowo niedużej powierzchni (132 m²) jest bardzo przestronny. Kuchnia połączona z jadalnią posiada pomieszczenie gospodarcze, w którym umieszczone jest zintegrowane urządzenie grzewczo-wentylacyjne. Zastępuje ono w domach pasywnych tradycyjne medium grzewcze. Jest tu również miejsce na pralkę i podręczną spiżarkę. Ażurowe schody prowadzą na poddasze, gdzie znajdują się dwie sypialnie dla dzieci z tarasem nad garażem, duża sypialnia rodziców z garderobą oraz widna łazienka. Antresola doskonale spaja wnętrze domu.

Biuro projektowe zdecydowało się na wybudowanie budynku na pięknym terenie nowo realizowanego osiedla domów jednorodzinnych w Solcu k/Wrocławia. Działka, na której powstaje dom ma powierzchnię 700 m². Ze względu na jej narożny charakter dom nie jest zasłonięty od strony południowej żadnymi obiektami, które ograniczałyby dostęp promieniowania słonecznego. Orientacja budynku różni się jednak nieznacznie do założeń projektowych. Elewacja ogrodowa o dużej powierzchni przeszklonej jest zorientowana na południowy-zachód a nie na południe. Różnica ta została uwzględniona w obliczeniach energetycznych, które potwierdziły, że również dla takiej orientacji dom osiągnie standard pasywny. Po zakończeniu inwestycji obiekt ma pełnić funkcję domu pokazowego.



Rys. 1 Wizualizacja elewacji frontowej i ogrodowej domu Pasywny 1.



Rys. 2 Rzut parteru i poddasza domu Pasywny 1.

Przegrody zewnętrzne

Konstrukcja przegród zewnętrznych domu pasywnego jest podporządkowana maksymalnemu ograniczeniu strat ciepła przez przenikanie. W standardowych wytycznych konstrukcyjnych można znaleźć warunek mówiący, że wartość współczynnika przenikania ciepła U ścian zewnętrznych, podłóg, stropów i dachów nie może przekraczać $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$. Podczas prac projektowych okazało się jednak, że aby dom pod Wrocławiem osiągnął standard pasywny średni współczynnik U przegród zewnętrznych musi wynosić około $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Osiągnięcie tak niskiego współczynnika wymusiło konieczność zastosowanie warstw izolacji o grubości 30 – 44 cm i najlepszych materiałów izolacyjnych.

W pierwszym etapie prac budowlanych wykonano fundamenty i płytę żelbetonową posadzki. Dom pasywny nie jest podpiwniczony, co znacznie uprościło konstrukcję budynku. Posadzkę zaizolowano od spodu warstwą 30 cm styropianu odpornego na działanie wody, charakteryzującego współczynnikiem przewodzenia ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$. Pozwoliło to na uzyskanie przez posadzkę na gruncie współczynnika $U = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Po wykonaniu płyty żelbetonowej nastąpił montaż ścian zewnętrznych. Zajął on tylko trzy dni, dzięki zastosowaniu technologii prefabrykatów z keramzytobetonu. Oprócz szybkiego montażu system ten posiada kilka zalet szczególnie istotnych w budownictwie pasywnym. Pierwszą z nich jest duża masa akumulacyjna prefabrykatów keramzytobetonowych. Ilość solarnych zysków ciepła pozyskanych przez dom pasywny nie zawsze pokrywa się z jego aktualnym zapotrzebowaniem na ciepło, dlatego może dojść do przegrzania budynku. Aby do tego nie dopuścić należy magazynować zyski ciepła a następnie uwalniać je w momencie spadku temperatury w budynku. Najprostszym sposobem magazynowania ciepła jest akumulacja bezpośrednia w masywnej konstrukcji budynku. Jej prawidłowe wykorzystanie wpływa korzystnie na komfort użytkowania domu pasywnego i jego bilans energetyczny.

Drugą zaletą technologii prefabrykowanej jest niewielka grubość konstrukcji nośnej wynosząca 15 cm. Ma to szczególne znaczenie dla grubości całej ściany zaizolowanej 30 cm warstwą izolacji. Zastosowanie cienkiej konstrukcji nośnej pozwoliła na uniknięcie tzw. „efektu bunkra”, który może wystąpić w domach pasywnych. Prefabrykaty keramzytobetonowe zaizolowano szarym styropianem z dodatkiem grafitu charakteryzującym

się bardzo dobrym współczynnikiem przewodzenia ciepła $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$. Pozwoliło to na uzyskanie przez ściany zewnętrzne współczynnika $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Więźbę dachową domu Pasywny 1 wykonano w sposób tradycyjny. Jedyną różnicą polega na zastosowaniu trójwarstwowego systemu izolacji. Pierwszy z jej elementów stanowią styropianowe panele dachowe o średniej grubości 14 cm. Drugą warstwę izolacyjną jest szary styropian przeznaczony do izolacji dachu, wypełniający przestrzeń między krokiewiami. Grubość styropianu wynosi 20 cm natomiast jego współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$. Ostatnią warstwę izolacji stanowią płyty z szarego styropianu o grubości 10 cm dobite pod krokiewiami. Dzięki zastosowaniu trójwarstwowego systemu izolacji współczynnik przenikania ciepła dachu osiągnął wartość $U = 0,08 \text{ W/m}^2\text{K}$, co ma szczególne znaczenie, gdyż straty ciepła przez dach mają znaczny udział w bilansie energetycznym budynków.



Rys. 3 Montaż prefabrykatów keramzytobetonowych.



Rys. 4 Izolacja ścian zewnętrznych wykonana z 30 cm szarego styropianu oraz styropianowe panele dachowe.

Mostki cieplne

Nawet najlepiej zaizolowane przegrody zewnętrzne nie zapewnią osiągnięcia standardu pasywnego, jeśli nie wyeliminujemy z konstrukcji domu mostków cieplnych. Mostki cieplne to miejsca, w których mamy do czynienia z wielowymiarową wymianą ciepła większą zazwyczaj od wymiany przez regularną część przegrody. Wyróżnia się dwa rodzaje

mostków. Pierwsze z nich geometryczne, występujące wszędzie tam gdzie powierzchnia przegrody od strony zewnętrznej jest różna od powierzchni przegrody od strony wewnętrznej. Mostki geometryczne to np. naroża budynku, których nie uniknie się nawet w domu pasywnym. Drugim rodzajem mostków ciepła są mostki konstrukcyjne powstające w miejscach pocienienia lub przerwania warstwy izolacji oraz niejednorodności konstrukcji przegrody. Ten typ mostków musi być bezwzględnie eliminowany z budynków pasywnych.

Problem mostków cieplnych został rozwiązany w domu pasywnym już na etapie projektowym. Mostki konstrukcyjne udało się ograniczyć do minimum, między innymi poprzez termiczne oddzielenie garażu od bryły domu. Niezależna konstrukcja nośna umożliwiła wykonanie nieprzerwanej warstwy izolacji pomiędzy obydwoma częściami budynku.

Bardzo istotne jest również zachowanie ciągłości warstwy izolacyjnej w przegrodach zewnętrznych i na ich połączeniach. W domu pasywnym udało się to zrealizować w niemal wszystkich przypadkach. Jedynym miejscem gdzie nie dało się zapewnić ciągłości warstwy izolacji są ściany fundamentowe, ale negatywne skutki zostały częściowo zniwelowane poprzez zastosowanie przekładki termicznej z cokołowych pustaków izolacyjnych.

Dzięki zastosowaniu kompleksowych rozwiązań obliczona strata ciepła przez mostki cieplne dla domu Pasywny 1 wynosi – 128 kWh/rok. Ujemna strata ciepła wynika z faktu przeprowadzenia obliczeń w odniesieniu do wymiarów zewnętrznych. Przy takich założeniach wartość geometrycznego mostka ciepła dla idealnie zaizolowanego rogu wynosi – 0,054 W/mK. Można więc stwierdzić, że uzyskanie ujemnej wartości strat ciepła jest możliwe, kiedy usunięte zostaną wszystkie mostki cieplne.



Rys. Cokołowe pustaki izolacyjne

Szczelność

Dom pasywny wyposażony jest w mechaniczną wentylację nawiewno-wywiewną z odzyskiem ciepła. Świeże powietrze dostaje się do pomieszczeń za pośrednictwem kratki nawiewnych a nie poprzez nieszczelne okna. Fakt ten a zarazem konieczność ograniczenia strat ciepła na wentylację sprawia, że dąży się do maksymalnego ograniczenia niekontrolowanej infiltracji powietrza zewnętrznego. Budowa szczelnego domu pasywnego

wymagała, zaplanowania odpowiednich rozwiązań już na etapie projektowym. Pierwszym krokiem w tym kierunku było zdefiniowanie, które z warstw przegród zewnętrznych są szczelne. W domu pasywnym można wyróżnić trzy rodzaje przegród: ściany zewnętrzne, posadzkę na gruncie i dach. Każda z nich posiada warstwę, która zapewnia jej szczelność. W przypadku ścian zewnętrznych jest to tynk, w przypadku posadzki na gruncie płyta żelbetonowa natomiast dla dachu folia paroszczelna.

Zdefiniowanie i dokładne wykonanie szczelnych warstw w budynku pasywnym nie gwarantuje osiągnięcia pożądanej przepuszczalności powietrznej. Bardzo ważne jest zrealizowanie trwale szczelnych połączeń poszczególnych warstw. W domu pasywnym szczególną uwagę zwrócono na poprawne wykonanie połączenia ścian zewnętrznych z stolarką okienną i drzwiową.

Montaż stolarki okiennej i drzwiowej zrealizowano w oparciu o trójwarstwowy system uszczelnień. Składa się on z elastycznej folii paroprzepuszczalnej stanowiącej warstwę zewnętrzną. Folia ta zabezpiecza połączenie przed działaniem zewnętrznych czynników atmosferycznych. Warstwa środkowa wykonana jest z pianki poliuretanowej, izolującej termicznie połączenie stolarki z konstrukcją budynku. Ostatnią warstwą jest folia paroszczelna zamocowana od strony wewnętrznej. Charakteryzuje się ona bardzo dużym oporem dyfuzyjnym zabezpieczającym przed przepływem gazów i pary wodnej z wnętrza na zewnątrz budynku. Zastosowany trójwarstwowy system tworzy trwale szczelne połączenie okien i drzwi z przegrodami zewnętrznymi.

Skuteczność wszystkich zastosowanych w domu pasywnym rozwiązań zmierzających do ograniczenia niekontrolowanej infiltracji powietrza zewnętrznego została sprawdzona za pomocą testu ciśnieniowego. Przeprowadzono go zgodnie z metodyką B opisaną w normie PN-EN 13829 „Właściwości cieplne budynków. Określanie przepuszczalności powietrznej budynków. Metoda pomiaru ciśnieniowego z użyciem wentylatora”. Badanie zostało wykonane przy użyciu drzwi nawiewnych – Blower Door Model 3. Służą one do wytworzenia w domu warunków pod- lub nadciśnienia oraz pomiaru strumienia powietrza, który jest nawiewany bądź wywiewany z budynku. W wyniku badania określa się wielkość niekontrolowanej infiltracji powietrza zewnętrznego przez nieszczelność budynku. Zgodnie z wymaganiami stawianymi budynkom pasywnym strumień infiltrującego powietrza przy różnicy ciśnień 50 Pa musi być mniejszy niż 0,6 kubatury budynku na godzinę ($n_{50} \leq 0,6$ 1/h). Dom pasywny dzięki zastosowaniu kompleksowych rozwiązań w odniesieniu do szczelności konstrukcji osiągnął wartość $n_{50} = 0,3$ 1/h, czyli znacznie poniżej stawianych wymagań. Przekroczenie wartości $n_{50} = 0,6$ 1/h powoduje, że budynek nie może być oficjalnie uznany za pasywny.



Rys. Test szczelności w domu pasywnym

Okna

Głównym zadaniem przegród przezroczystych w domu pasywnym jest pozyskiwanie zysków ciepła od słońca. Ilość pozyskanej energii zależy od wielkości i usytuowania okien względem stron świata. Aby jednocześnie ograniczyć straty ciepła przez przenikanie, stosowane w domach pasywnych okna muszą spełniać rygorystyczne wymagania dotyczące ich konstrukcji i charakterystyki termicznej. Wartość współczynnika przenikania ciepła dla całych okien nie powinna przekraczać $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ a współczynnik całkowitej przepuszczalności energii promieniowania słonecznego wynosić około $0,5$. Im wartość współczynnika jest wyższa tym więcej energii promieniowania słonecznego dostaje się do wnętrza domu.

Zastosowanie specjalnej stolarki okiennej wynika również z konieczności zapewnienia mieszkańcom wysokiego komfortu cieplnego. Poczucie komfortu zależy między innymi od temperatury przegród otaczających organizm ludzki. Ciało ludzkie wymienia ciepło na drodze promieniowania i zbyt niska temperatura otaczających go powierzchni może doprowadzić do asymetrii promieniowania i poczucia dyskomfortu. Najczęstszą przyczyną powstania dyskomfortu są zimne powierzchnie przegród – okien. W typowych domach problem ten rozwiązywany jest za pomocą montowanych pod oknami grzejników, które dzięki wysokiej temperaturze powodują zbilansowanie radiacyjnej wymiany ciepła. W domach pasywnych, w których rezygnujemy z tradycyjnych systemów grzewczych, komfort musi być zapewniony w inny sposób. Wysoką temperaturę okien osiąga się dzięki zastosowaniu trójwarstwowego szklenia i specjalnej ocieplonej konstrukcji ramy. Rozwiązania te sprawiają, że nawet dla temperatur zewnętrznych niższych od $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatury powierzchni okien nie spadają poniżej poziomu powodującego dyskomfort.

W domu pasywnym zdecydowano się na zastosowanie ram z tworzyw sztucznych. Profil okienny szerokości 120 mm posiada pięć komór z dodatkowymi wkładkami z izolacji termicznej. Wartość współczynnika przenikania ciepła U_f samej ramy wynosi jedynie $0,71 \text{ W/m}^2\text{K}$. Wartość współczynnika przenikania ciepła dla zastosowanego trójwarstwowego zestawu szklarskiego wynosi $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Osiągnięcie tak dobrych parametrów termicznych było możliwe dzięki naniesieniu powłok niskoemisyjnych i wypełnieniu przestrzeni między szybowych argonem. Współczynnik g całkowitej przepuszczalności promieniowania

słonecznego jest równy 0,52. Zastosowanie tak nowoczesnej stolarki okiennej pozwoliło na uzyskanie średniego współczynnika U dla wszystkich okien wynoszącego 0,72 W/m²K. Obliczono go na podstawie normy PN-EN 10077 „Ciepłne właściwości użytkowe okien, drzwi i żaluzji. Obliczanie współczynnika przenikania ciepła” z dodatkowym uwzględnieniem mostków cieplnych powstałych w wyniku montażu okien. Zastosowane w domu drzwi wejściowe mają współczynnik U = 0,8 W/m²K.



Rys. Montaż okien w domu pasywnym w warstwie izolacji zewnętrznej.

Wentylacja, ogrzewanie i przygotowanie c.w.u.

Standardu pasywnego nie da się osiągnąć bez zastosowania mechanicznej wentylacji nawiewo-wywiewnej z odzyskiem ciepła. Rozwiązanie takie przy jednoczesnym bardzo dobrym zaizolowaniu domu pozwala na rezygnację z konwencjonalnych grzejników. Instalacja wentylacyjna przejmuje wtedy rolę instalacji grzewczej. Nawiewane powietrze jest w tym przypadku nośnikiem ciepła i można je maksymalnie podgrzać do 52 °C. Wyższa temperatura powoduje przypiekanie kurzu na powierzchni nagrzewnicy.

Istnieje wiele sposobów realizacji systemu grzewczo-wentylacyjnego w budynkach pasywnych. W domu Pasywny 1 zdecydowano się na zastosowanie kompaktowego urządzenia grzewczego. Odpowiada ono za wentylację, ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej. Sercem urządzenia jest niewielka sprężarkowa pompa ciepła wykorzystująca jako dolne źródło ciepła powietrze usuwane z budynku oraz powietrze zewnętrzne. Moc grzewcza pompy wynosi 1,5 kW co wystarcza do przygotowania c.w.u. oraz ogrzania powietrza wentylacyjnego.

Urządzenie kompaktowe posiada zintegrowaną nawiewo-wywiewną centralę wentylacyjną z przeciwprądowym wymiennikiem ciepła. Charakteryzuje się on sprawnością odzysku ciepła rzędu 80 %. Efektywność energetyczną systemu wentylacji podniesiono dzięki zastosowaniu gruntowego wymiennika ciepła. Pozwala on na wstępne podgrzanie powietrza wentylacyjnego w czasie zimy oraz jego schłodzenie latem. GWC zwiększa również efektywność pracy sprężarkowej pompy ciepła. Wydajność wbudowanej centrali wentylacyjnej wynosi maksymalnie 230 m³/h. Jednak optymalny strumień powietrza to około 135 m³/h. Taką też wartość przyjęto jako obliczeniową w projekcie systemu wentylacji. Strumień ten pozwala z jednej strony spełnienie warunków higienicznych z drugiej zaś nie prowadzi do nadmiernego spadku wilgotności powietrza wewnątrz budynku.

Do kompaktowego urządzenia grzewczego podłączono dodatkowo instalację solarną, wspomagającą podgrzew c.w.u.. Wykonano ją w oparciu o kolektor próżniowy umieszczony na południowej połaci dachowej. Pozyskiwane przez niego ciepło służy do podgrzewu c.w.u. w zintegrowanym zasobniku o pojemności 250 l.



Rys. Zamontowane kompaktowe urządzenie grzewcze

Charakterystyka energetyczna

Zastosowanie kompleksowych rozwiązań w odniesieniu do architektury i konstrukcji domu Pasywny 1 pozwoliło na radykalne zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło budynku. Potwierdziły to obliczenia wykonane przez Instytut Budynków Pasywnych przy NAPE za pomocą programu PHPP (Passivhaus Projektierungspaket). Otrzymana w ich wyniku charakterystyka energetyczna domu jest następująca:

- Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania domu w standardowym sezonie grzewczym wynosi $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Ten sam obiekt wybudowany zgodnie z obowiązującymi w Polsce normami będzie zużywał $123 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ czyli ponad ośmiokrotnie więcej.
- Maksymalne zapotrzebowanie na moc grzewczą, jakie może wystąpić dla warunków obliczeniowych wynosi $11,2 \text{ W/m}^2$. Jest to wartość większa niż przyjmowana dla domów pasywnych jednakże około sześciokrotnie mniejsza niż dla domu standardowego. Łączne zapotrzebowanie na moc grzewczą domu Pasywny 1 wynosi $1,52 \text{ kW}$ i jest w pełni pokryte przez zastosowaną kompaktową pompę ciepła. Możliwa jest, zatem rezygnacja z tradycyjnej instalacji grzewczej. Jej rolę przejmuje system wentylacji, który przy strumieniu powietrza wynoszącym $135 \text{ m}^3/\text{h}$ jest w stanie dostarczyć wymaganą ilość ciepła do budynku.
- Zapotrzebowanie na ciepło do podgrzewu c.w.u. wynosi $26 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ i jest identyczne jak dla domu standardowego. Zapotrzebowanie to jest jednak większe niż zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania domu Pasywny 1. Dlatego podgrzew c.w.u. powinien się odbywać przy udziale odnawialnych źródeł energii pochodzącej np. kolektorów słonecznych.
- Dom pasywny charakteryzuje się również bardzo niskim zapotrzebowaniem na energię pierwotną wynoszącym $105 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Ta ilość energii wystarcza na ogrzewanie budynku, przygotowania ciepłej wody użytkowej, pracę urządzeń elektryczny i oświetlenie. Domy powstające zgodnie z obowiązującymi obecnie normami zużywają średnio czterokrotnie więcej energii pierwotnej.



Rys. 6 Dom Pasywny 1 – stan obecny.

Koszt budowy i eksploatacji

Niestety osiągnięcie przez budynek standardu pasywnego pociąga za sobą dodatkowe koszty inwestycyjne. Wykonane w 2006 roku kosztorysy wykazały, że nakłady poniesione na budowę domu pasywnego będą o 37 % wyższe do nakładów na budowę takiego samego domu zgodnie z obowiązującymi standardami. Znacząca różnica w cenie wynika z faktu małej dostępności na rynku odpowiednich komponentów budowlanych. Wiele z nich np. okna, kompaktowe urządzenie grzewcze nie jest jeszcze produkowanych w Polsce, co znacznie podnosi ich cenę. W krajach Zachodnich gdzie budownictwo pasywne rozwija się już od ponad 15 lat różnica w cenie pomiędzy domem standardowym a pasywnym wynosi tylko 10 %. Należy się spodziewać, że w miarę rozwoju budownictwa energooszczędnego i pasywnego sytuacja taka będzie miała miejsce i w Polsce. Na rynku są już widoczne zjawiska zwiększające opłacalność budownictwa pasywnego. Pierwszym z nich jest znaczący wzrost kosztów budowy domów standardowych – wyższy niż pasywnych. A drugim szybko rosnące ceny energii. Większe oszczędności w okresie użytkowania budynku pozwalają na szybsze pokrycie dodatkowych kosztów inwestycyjnych. Tymczasem szacunkowe koszty ogrzewania domu pasywnego pod Wrocławiem i przygotowania ciepłej wody użytkowej będą wynosić tylko 770 zł na rok.