

## Projekt, dom, mieszkańcy



Dom powstał na podstawie projektu wspólnego projektu firmy MultiComfort oraz Studia Z500. Ma powierzchnię 119,9 m<sup>2</sup> i mieszka w nim „modelowa” rodzina 2 + 2. Budynek ma konstrukcję drewnianą, szkieletową. Bierze udział w pięcioletnim projekcie badawczym, w trakcie którego nieustannie monitorowane są jego parametry. Pierwszy rok badań współfinansuje UE. W listopadzie 2011 r. otrzymał certyfikat Instytutu Domów Pasywnych w Darmstadt.

# Budynek ogrzewany suszarką

## Jak się mieszka w domu pasywnym

Dokładnie rok temu w Boruszowicach rozpoczęto budowę domu pasywnego. Dziś jest gotowy i zamieszany. Co więcej, setki czujników monitoruje jego parametry. Za rok poznamy pierwsze wyniki tych badań.



### O ILE DROŻSZY

Przykład domu w Boruszowicach pokazuje, że koszt wybudowania domu pasywnego, prefabrykowanego, o szkieletowej konstrukcji drewnianej jest większy o blisko 13% w porównaniu z jakimkolwiek innym prefabrykowanym budynkiem oferowanym przez firmę MultiComfort. Autorzy pomysłu deklarują jednak, że przy następnej podobnej realizacji koszt będzie wyższy jedynie o 10%.

**Tekst** Małgorzata Kijak-Olechnicka

**Zdjęcia** MultiComfort

**Z**rozumiałe jest, że budownictwo pasywne wzbudza żywe emocje. Wszystkich nas interesuje technologia wznoszenia budynków potrzebujących minimalnej ilości energii, sposób ich wyposażenia w urządzenia instalacyjne, ale przede wszystkim chcemy wiedzieć, jak naprawdę mieszka się w domach pasywnych. Czy jest to uciążliwe, czy nie obejdziesz się bez różnych wyrzeczeń, czy we wnętrzach rzeczywiście zimą jest ciepło, a latem chłodno. Aby to sprawdzić, udaliśmy się do Boruszowic, gdzie zbudowano wyjątkowy dom pasywny o konstrukcji szkieletowej.

### Energetyczny minimalizm

Przypomnijmy – dom pasywny to taki, który zużywa mniej niż 15 kWh/(m<sup>2</sup>·rok). Zostaje to osiągnięte dzięki zastosowaniu kilku specjalnych rozwiązań i spełnieniu pewnych warunków.

Budynek musi mieć bardzo dobrą izolację cieplną, ściany odpowiedniej grubości, okna i drzwi zewnętrzne o znakomitych parametrach termicznych. Ważna jest też szczelność połączeń między poszczególnymi elementami budynku, w celu uniknięcia mostków cieplnych. Działka, na której ma stać dom pasywny, powinna być odpowiednio nasłoneczniona. Budynek powinien być skierowany dużymi przeszkleniami na południe. Architektura wymaga zwartej bryły. Energię pozyskuje się z odnawialnych źródeł, takich jak pompa ciepła czy kolektory słoneczne. Odzyskuje się również ciepło wytwarzane wewnątrz domu przez mieszkańców oraz urządzenia elektryczne. W domu wybudowanym w Boruszowicach koło Tarnowskich Gór zastosowano większość wymienionych wyżej rozwiązań, w związku z czym do ogrzania go podczas mroźnej zimy wystarczy ciepło pochodzące z suszarki do włosów o mocy 1500 W!

## Czy położenie ma znaczenie

W Polsce parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego określa norma PN-76/B-03420. Kraj podzielono na pięć stref klimatycznych – od najcieplejszej do najchłodniejszej. Dom w Boruszowicach leży w III strefie klimatycznej. Jego ściany nie wyznaczają dokładnie kierunku północ-południe. Budynek jest odchylony o 30° od południa, a dodatkowo zacieniają go sąsiednie budynki. Pomimo to ciągle spełnia warunek zużycowania maksymalnie 15 kWh/(m<sup>2</sup>·rok). Jest on tak zaprojektowany, że w każdym miejscu w Polsce będzie spełniał standard Instytutu Domów Pasywnych w Darmstadt. Według obliczeń PHPP (Pakietu do projektowania domów pasywnych z Darmstadt) wybudowany w I strefie klimatycznej, w idealnej

## Oknem użytkownika



**Bartosz Pawliczek**  
współwłaściciel firmy  
MultiComfort,  
mieszkaniec domu

**W** domu pasywnym trzeba się nauczyć żyć, co nam akurat przyszło bardzo łatwo. Pompa ciepła jest na zewnątrz i jej nie słychać, włącza się zresztą tylko dwa-trzy razy dziennie. Rekuperator jest właściwie niesłyszalny. Jest cicho również dlatego, że okna są trójszybowe, zamontowane na stałe. Choć ich mycie 3-metrowym mopem wymaga wprawy, nie jest tak źle, jak myślałem. Gruba warstwa izolacji też wycisza. Dzięki dużym oknom dom jest bardzo słoneczny. Momentami, w letnie dni, trzeba zaciągać rolety.

W domu nie ma przeciągów i wszędzie panuje ta sama temperatura, co jest bardzo miłe i uspokajające. Kiedy wchodzi się do łazienki, pomieszczenia gospodarczego, przedpokoju, wszędzie jest tak samo ciepło. Zdecydowanie zwiększa to poczucie bezpieczeństwa.

kołnierzy, wykonaniu bardzo ciepłej i dokładnej obróbki okien oraz drzwi, a także zastosowaniu hermetycznych puszek elektrycznych.

Zastosowano okna Sokółka Gold Line z certyfikatem Instytutu Domów Pasywnych w Darmstadt.

Zamontowano je w warstwie izolacji zewnętrznej. Ich dodatkowym wyposażeniem były kołnierze uszczelniające obrobione polistyrenem ekstrudowanym XPS. Właściwie uniknięto więc mostków termicznych.

W pierwszym teście szczelności (tak zwanym *Blower Door Test*), jeszcze

bardzo dobry współczynnik  $n_{50} = 0,36$  przy wymaganym  $n_{50}$  nie większym niż 0,6. Końcowy wynik z lipca zeszłego roku (po wykonaniu trzech planowanych testów) to 0,5.

Osiągnięcie szczelności w domu drewnianym to duży sukces, głównie ze względu na specyfikę konstrukcji szkieletowej ścian, które zazwyczaj od wewnątrz są zabezpieczone folią paroizolacyjną. Każde przecięcie tej folii to potencjalne rozszczelnienie konstrukcji. Podczas prac elektrycznych i instalacyjnych, kiedy jest na przykład konieczność wprowadzenia w ścianę rurek doprowadzających wodę do umywalki, często konieczne jest przecięcie folii. W domach murowanych pod rurki kuje się w murze bruzdę i uzupełnia ją tynkiem. Dlatego w domu drewnianym należy bardzo dokładnie sprawdzić wszystkie takie miejsca i zakleić ewentualne uszkodzenia warstwy paroizolacji.

## Dwa systemy grzewcze

Do ogrzania domu zastosowano dwa systemy grzewcze. Pierwszy to ten, który standardowo wykorzystuje się w domach pasywnych, czyli dogrzewanie powietrzem wentylacyjnym. Z pompy ciepła do nagrzewnicy przepływa ciepła woda o temperaturze około 50°C. Nagrzewnica dogrzewa powietrze nadmuchiwane do pomieszczeń.

Proces ten ma miejsce tylko wówczas, gdy temperatura w domu spadnie poniżej 21°C. – Od kwietnia do sierpnia jeszcze się to nie zdarzyło – mówi pan Bartosz Pawliczek.

Drugi system zastosowany w całym domu to ogrzewanie podłogowe. Właściwie nie jest ono potrzebne – jak twierdzi właściciel – bo pod domem znajduje się 40-centymetrowa warstwa płyt perymetrycznych (specjalny rodzaj styropianu – wytrzymałszy na ściskanie i odporniejszy na wilgoć niż zwykły) o współczynniku przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,032$  W/(m·K), ale chcieliśmy je zamontować

## Mostki wyeliminowane

Na niskie zapotrzebowanie energetyczne w domu w Boruszowicach wpływa przede wszystkim wysoka szczelność budynku. Efekt taki osiągnięto dzięki wykorzystaniu materiałów oraz elementów uszczelniających – folii, taśm,

## MATERIAŁY I PARAMETRY

Izolacja z wełny mineralnej wewnątrz ścian zewnętrznych ma grubość 16 cm [ $\lambda = 0,035$  W/(m·K)]. Zewnętrzną warstwę termoizolacji zrobiono z Neoporu grubości 25 cm

[ $\lambda = 0,032$  W/(m·K)]. Dach ocieplono wełną mineralną grubości 50 cm [ $\lambda = 0,035$  W/(m·K)]. Pod fundament położono 40 cm płyt perymetrycznych [ $\lambda = 0,032$  W/(m·K)].

## Pasywne budowanie



↑ Od gruntu dom odseparowały grube płyty perymetryczne. To specjalny rodzaj styropianu wytrzymalszego na wilgoć i odkształcenia



↑ Pod każdą ze ścian znalazł się szeroki pas hydroizolacji



Ściany przyjechały z fabryki. Miały już zamontowane ocieplenie między elementami konstrukcji i dodatkową jego warstwę od strony zewnętrznej. Montowano je na płycie fundamentowej

Zimą planowane jest wyłączenie nagrzewnicy i włączenie ogrzewania podłogowego, by móc porównać, co się bardziej opłaca przy zapewnieniu komfortu cieplnego w pomieszczeniach. W budynku nie zastosowano natomiast kolektorów słonecznych – uznano to za nieopłacalne. Jak się okazuje, przyjęte rozwiązania w zupełności wystarczą, by zachować standard domu pasywnego.

## Tanie ogrzewanie

Na początku dom był dogrzewany kotłem elektrycznym, gdyż czekali na dobre warunki pogodowe, aby ruszyć z montażem pompy ciepła. Działał tylko rekuperator, który – jak się okazało – wcale nie musiał dogrzewać w tym czasie powietrza wentylacyjnego. W połowie marca został wyłączony kocioł, ponieważ w domu było już za ciepło. Pompa ciepła zaczęła działać 14 kwietnia 2011 r. Przez pierwsze cztery tygodnie zużyła 105 kW energii, czyli bardzo niewiele. Rekuperator przez dwa pierwsze miesiące zużył tylko 32 kWh energii.

Inwestorzy planują jeszcze większe ograniczenie strat ciepła – 15 kWh/(m<sup>2</sup>·rok) będzie raczej najlepszym

wynikiem, jaki uzyskamy – mówi pan Bartosz Pawliczek, inwestor i użytkownik domu.

## Drobne niedogodności

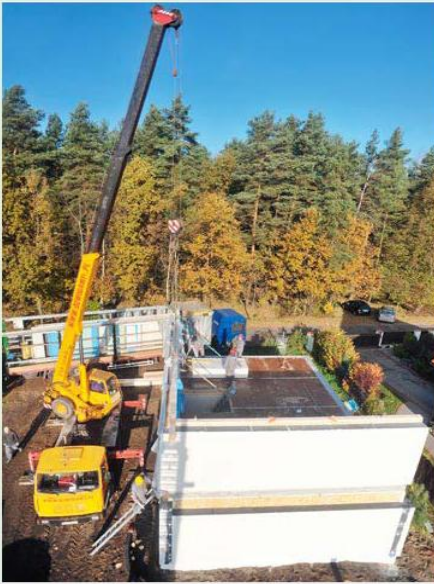
Mieszkańcy boruszowickiego domu oceniają bardzo wysoko komfort jego użytkowania. Zwracają nawet uwagę na lekką tendencję do przegrzewania. Wewnątrz panuje stała temperatura na poziomie 21-23°C. W związku z tym zastosowano rolety zewnętrzne. Utrudnieniem jest to, że należy pamiętać, aby latem były spuszczone i osłaniały przed nadmiernym nasłonecznieniem. Pewną trudnością jest także mycie zamkniętych na stałe okien. Jest ich sześć w całym domu. Rozwiązano ten problem dzięki wykorzystaniu 3-metrowego mopa. Otwieralne są jedynie drzwi na taras. Jednak latem, jeśli są zbyt długo otwarte, podnosi się temperatura w domu.

## Naszpikowany czujnikami

Najciekawsze w tym domu jest to, że poddano go unikalnemu badaniu. Jako pierwszy z europejskich domów pasywnych został wręcz naszpikowany czujnikami. Dane z nich spływają do centralnego

komputera, a następnie są przesyłane do uczelni zaangażowanej w badanie, gdzie naukowcy poddają je wnikliwej analizie. Badanie będzie trwało pięć lat. W projekt są zaangażowani pracownicy katedry Budownictwa Wiejskiego na wydziale Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie: prof. dr hab. inż. Wacław Bieda, dr hab. inż. Jan Radoń oraz mgr inż. Krzysztof Wąs. Prowadzone przez nich pomiary mają na celu przebadanie fizyki budowlanej prefabrykowanych domów drewnianych oraz poznanie, jak działa dom w standardzie pasywnym. Pomiary pozwolą też ustalić, jakie zapotrzebowanie na energię ma ten budynek. Badania dadzą także odpowiedzi na wiele ciekawych pytań:

- czy lepszy jest szczelny dom izolowany styropianem, czy oddychający ocieplony wełną;
- czy stosowanie w domach drewnianych płyt OSB, które prawie w ogóle nie przepuszczają wilgoci, jest właściwe, czy może lepiej użyć płyt gipsowo-włóknowych przepuszczających wilgoć;
- co właściwie da zastosowanie folii o zmiennym oporze dyfuzyjnym (tak zwanej inteligentnej). W czym



←  
Szczególnie istotne  
było dokładne  
i szczerne dopasowanie  
prefabrykowanych  
elementów

→  
Z fabryki przyjechały  
również prefabrykowane  
elementy stropowe



→  
W ścianach fabrycznie  
zamontowane zostały  
energooszczędne,  
trójszybowe okna.  
Wylimitowało to  
możliwość popełnienia  
błędów podczas  
ich montażu  
w warunkach budowy



będzie ona lepsza od folii paroizolacyjnej;

- jaka jest różnica w poziomie wilgotności ścian zewnętrznych pokrytych styropianem i tynkiem a wełną mineralną i elewacją drewnianą;
- jaka jest różnica wilgotności ścian nasłonecznionych (południowych) oraz zacienionych (północnych).

Aby odpowiedzieć na większość z postawionych wyżej pytań, elewację podzielono na osiem pól roboczych i zbudowano osiem rodzajów przegród (ścian) otwartych i zamkniętych dyfuzyjnie. Każde z pól to inna ściana w miniaturze: na jednej są płyty OSB, a na drugiej płyty gipsowo-włóknowe. Na kolejnej położono styropian, a na jeszcze innej wełnę drzewną. Aby zbadać, jakie rozwiązanie będzie najbardziej efektywne, każde z pól jest oczujnikowane i indywidualnie monitorowane.

Zapotrzebowanie na energię badane jest dzięki czujnikom podłączonym do pompy ciepła i rekuperatora. Monitorowana jest temperatura i prędkość nadmuchu do pomieszczeń oraz ilość i temperatura wody przed oraz za nagrzewnicą.

Na zewnątrz stoi stacja meteo mierząca nasłonecznienie bezpośrednio

i rozproszone, kierunek i siłę wiatru, temperaturę i wilgotność powietrza oraz temperaturę gruntu (na głębokości 10, 30, 80, 140 cm).

Rekuperator jest monitorowany przez czujniki temperatury. Mierzy się siłę nadmuchu na wlocie do niego i siłę nadmuchu do pomieszczeń. Z pompy ciepła szczytowany jest pomiar temperatury na zasilaniu i powrocie. W ten sposób można ustalić, jak mocno czynnik grzewczy nagrzewa się w gruncie i ile potrzeba mu na to czasu w zależności od pory roku. W domu monitorowane jest właściwie wszystko, co wiąże się ze zużyciem energii. Zamontowano około 100 różnego rodzaju czujników. Wyniki odnoszą się do rzeczywistych

warunków klimatycznych działki, gdzie dom się znajduje.

## Big Brother

W domu jest prowadzona „lista obecności”. Podczas spotkania rodzinnego, na którym pojawiło się siedmioro gości, temperatura w ciągu dwóch godzin wzrosła o 1,5°C. Dowodzi to, że pasywne źródła energii rzeczywiście mogą skutecznie ogrzać dom. – Przypomina to trochę podglądanie życia mieszkańców przez „wielkiego brata” – mówi pan Bartosz.

Na stronie [www.buduj-pasywnie.pl](http://www.buduj-pasywnie.pl) można na bieżąco obserwować podstawowe parametry domu i aktualne zużycie energii. ■



## POWRÓT DO NATURY?

**D**om pasywny w Boruszowicach to inwestycja w przyszłość, po pierwsze z racji minimalnego zużycia energii – co dotyczy budownictwa pasywnego w ogóle, ale w większym zakresie z racji badań, które mają szansę stać się cennym źródłem informacji i wkładem w usprawnienie rozwiązań stosowanych w budownictwie drewnianym, a przede wszystkim pasywnym. Prosta forma architektoniczna,

użycie naturalnych materiałów, ograniczenie emisji CO<sub>2</sub>, korzystanie z odnawialnych źródeł energii – to wszystko zwraca nas z powrotem ku naturze. Dom w Boruszowicach skłania do zastanowienia się nad tym, czy tradycyjny polski dom nie powinien być drewniany, jak to było przez wieki. Bo nie dość, że służy jego mieszkańcom, to jeszcze „współpracuje” ze środowiskiem naturalnym.