



↑ Duża kubatura, dach kopertowy, kolumnienki i dużo przeszkleń. Kto by pomyślał, że dom pasywny może być zaprojektowany w stylu bliskim willi palladiańskiej

# Stylowy pasywny

Mylicie się, sądząc, że dom pasywny musi być prosty, pokryty dwuspadowym dachem i prawie pozbawiony okien od strony północnej. Budynek pasywny może być zbudowany w takim stylu, jaki wymarzy sobie inwestor.

**Tekst** Radosław Murat

**Zdjęcia** Magdalena Murat

**Projekt domu** architekt Piotr Jurkiewicz

**Koordynator inwestycji** oszczędnyDOM.org.pl

**P**ionierami budownictwa pasywnego w Polsce byli pasjonaci ściśle stosujący się do wszelkich haseł tej doktryny. Kiedy wznosili swoje domy, brzmiały im jeszcze w uszach słowa propagatorów

uczących, jak budować obiekty, które nie będą potrzebowały energii do ogrzewania. Grzechem, a może zaletą nowicjuszy jest to, że wszystko traktują bardzo serio i starają się być godnymi naśladowcami swoich mentorów.

Ich domy były więc ucieleśnieniem kanonów budownictwa pasywnego. Miały prosty kształt i wyglądały jak stodoła. Południowe elewacje tych budynków były zrobione niemal w całości ze szkła, a okna od północy (jeśli w ogóle tam były) przypominały otwory strzelnicze gotyckich zamków.

Minęło już trochę czasu od debiutu domów pasywnych w Polsce. Dość szybko pojawiły się na rynku produkty przeznaczone do ich budowania, ocieplania i wyposażania. Dzięki temu można już nieco odstąpić od wcześniejszych wzorców i pozwolić sobie na więcej swobody. Dziś domy pasywne są ładne, oryginalne i wygodne w użytkowaniu. Przykładem niech będzie budynek wzniesiony właśnie na jednym z modnych podwarszawskich osiedli sąsiadujących z Kampinoskim Parkiem Narodowym. Jest udanym mariażem klasycznej architektury z nowoczesnymi, energooszczędnymi rozwiązaniami.

## Okna z przodu i z tyłu



**Elewacja północna.** Rzuca się tu w oczy duża liczba. Ich łączna powierzchnia to 12,4 m<sup>2</sup>. Aby zbilansować powstające przez nie straty energii, konieczne było zastosowanie bardzo grubej izolacji cieplnej ścian i dachu



**Elewacja południowa.** Są tam trzy duże okna balkonowe i jedno nieotwieralne okno (typu fix) doświetlające jednocześnie dwie kondygnacje. Ich łączna powierzchnia to 31 m<sup>2</sup>

## Ciepły dom z zimnego materiału

O bloczkach silikatowych można powiedzieć wiele dobrego, ale na pewno nie to, że świetnie izolują termicznie. Dlatego zatem postanowiono zbudować budynek pasywny właśnie z nich?

Powody były dwa. Pierwszy, decydujący, to zamiłowanie inwestora do solidności. Silikaty są materiałem twardym i wytrzymałym. Kiedy wznosimy z nich ściany, kwestie izolacyjności trzeba powierzyć grubej warstwie ocieplenia ułożonego od zewnątrz.

Drugą korzyścią z zastosowania białych bloczków jest to, że świetnie

akumulują ciepło. Gromadzą je, gdy temperatura powietrza jest wysoka, i oddają, kiedy spada. Tworzą zatem naturalny bufor płynnie regulujący temperaturę w pomieszczeniach. Gdyby ich nie użyto, konieczne byłoby zbudowanie wewnątrz domu tak zwanej ściany akumulacyjnej (pełniłaby identyczną funkcję jak one). Ściany zewnętrzne powstały z bloczków grubości 18 cm. **Ocieplono je styropianem o łącznej grubości 35 cm.**

## Pompa grzeje płytę

Budynek będzie ogrzewany za pomocą pompy ciepła (typu solanka-woda).

Elementem pośredniczącym w tym procesie jest płyta fundamentowa oddzielona od gruntu 30-centymetrową warstwą polistyrenu ekstrudowanego. W płycie znajdują się przewody, które w razie potrzeby zapewnią ciepło lub będą chłodzić. Automatycznie akumuluje ona lub oddaje ciepło, stabilizując temperaturę w budynku. Można więc było zrezygnować z klimatyzacji. Dzięki specjalnemu rozdzielnikowi ciepło będzie docierało także na wyższe kondygnacje, gdzie będzie rozprowadzane przez instalację podłogową.

Gdyby płyta miała pełnić funkcję grzejnika zapewniającego ciepło dla całego domu, musiałaby wytwarzać zbyt wysoką temperaturę jak na standardy domu pasywnego.



## PARAMETRY DOMU

**S**pełnia on wymagania stawiane przez NFOŚiGW budynkom o klasie energetycznej NF15. Jest zbudowany w standardzie pasywnym zgodnie z wymaganiami PHI (Passivhaus Institut w Darmstadt).

Wskaźnik zapotrzebowania na energię do ogrzania i wentylacji domu wynosi 15 kWh/(m<sup>2</sup>·rok).

Maksymalne zapotrzebowanie na energię pierwotną do ogrzewania, chłodzenia, przygotowywania ciepłej wody użytkowej, prąd i inne zastosowania, w odniesieniu do powierzchni użytkowej:

- wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną (c.w.u., c.o., wentylacja, energia elektryczna) – 84 kWh/(m<sup>2</sup>·rok);
- wskaźnik zapotrzebowania na energię pierwotną (c.w.u., c.o. i energia pomocnicza) – 27 kWh/(m<sup>2</sup>·rok).

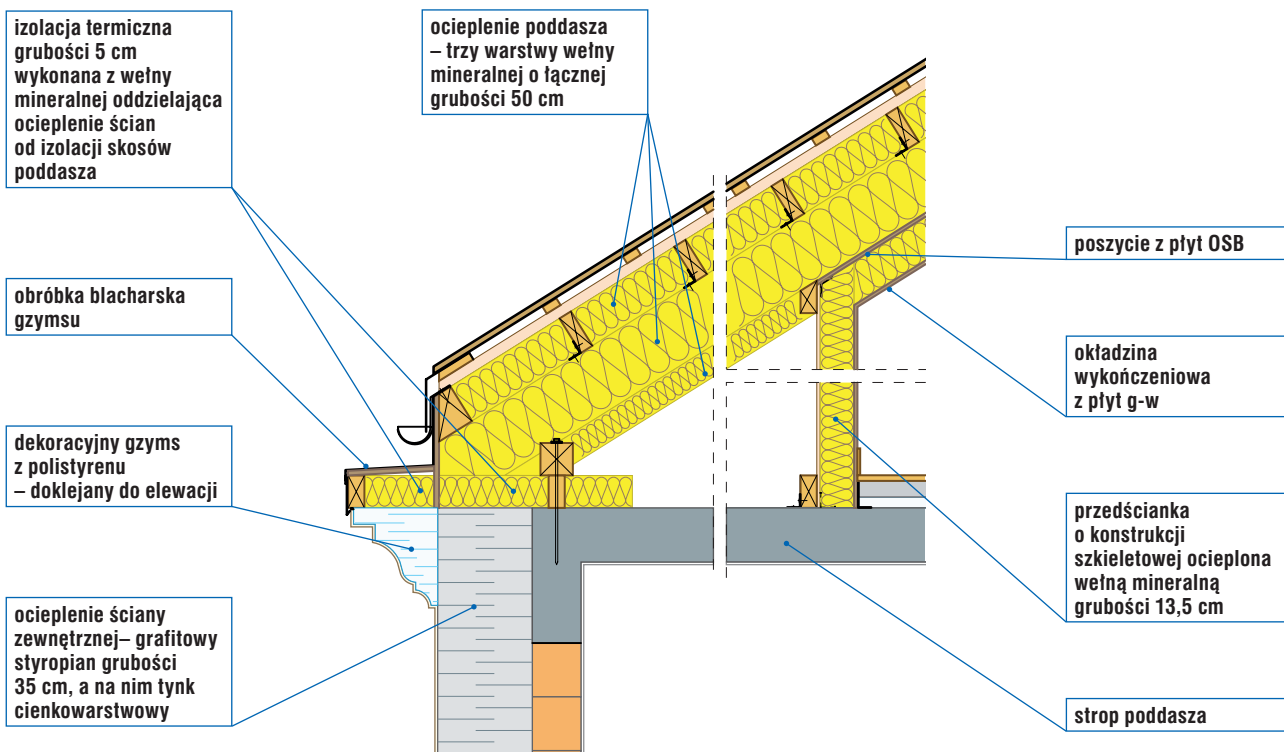
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną (c.o., c.w.u., wentylacja, urządzenia pomocnicze) – 47,8 kWh/m<sup>2</sup>.

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową – 15,94 kWh/m<sup>2</sup>.

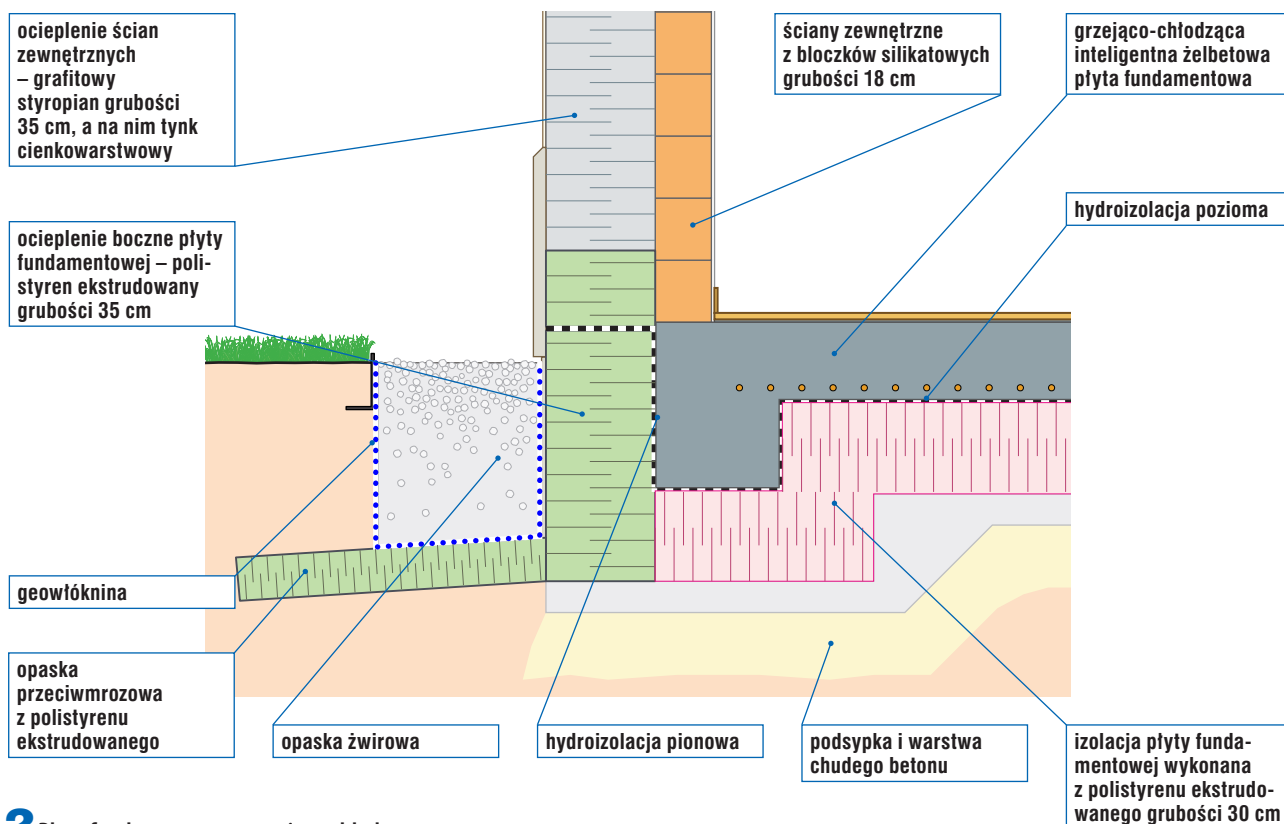
Zapotrzebowanie na ciepło do celów grzewczych – 6 kW.

Izolacyjność termiczna ścian zewnętrznych –  $U = 0,086 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .

## Podpatrzone w projekcie



### 1 Izolacja cieplna dachu



### 2 Płyta fundamentowa – grzejąco-chłodząca

## Podpatrzone na budowie



↑ Niepasywny garaż został odseparowany od ścian budynku. Będzie na nim duży taras z widokiem na gęstą ścianę lasu

→ Największe okna wychodzą na południe. Jedno z nich ma wysokość 5 m



↑ Krokiew dachowe zamontowano „piętrowo”. Na krokiew pełniące funkcję konstrukcyjną nabitko krokwiewki, między którymi jest dodatkowa warstwa termoizolacji. Dzięki temu w połaciach mieści się ocieplenie grubości aż 50 cm, w tym 13,5-centymetrowa warstwa pod okładziną z płyt gipsowo-włóknowych stanowiących wykończenie poddasza



← 32-centymetrowa warstwa ze styropianu grafitowego oddziela daszek od murów budynku

→ Ponieważ w podłodze jest umieszczona instalacja grzewcza, rury instalacji wodnej poprowadzono pod stropem. Zostaną ukryte pod sufitem podwieszanym



## JAK IZOLUJĄ PRZEGRODY

**Isolacyjność termiczna płyty fundamentowej**

–  $U = 0,121 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

**Isolacyjność termiczna połaci dachowych** –  $U = 0,078 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

**Średni współczynnik przenikania ciepła przez okna**

–  $U_w = 0,74 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

**Współczynnik przenikania ciepła przez drzwi zewnętrzne**

–  $U = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

Pompa ciepła podgrzewa też wodę użytkową. Ciepło dostarczą też dwa sprzężone ze sobą rekuperatory. Odzyskują one ciepło z systemu wentylacji. Każdy ma sprawność odzysku ciepła na poziomie 93%. Inwestor nie zamierza instalować paneli fotowoltaicznych ani kolektorów słonecznych. Szacuje się, że roczny koszt eksploatacji budynku (całkowity koszt energii elektrycznej) wyniesie jedynie 4777 zł.

### Okna bez komór

Duże okna od strony południowej ( $U_w = 0,76 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ), a także

wszystkie pozostałe będą zrobione z litego drewna.

Inwestor zapewnia, że ich sztywność i izolacyjność termiczna będą wystarczające.

Na elewacji północnej jest aż sześć okien, w tym jedno całkiem spore – wysokości 2270 cm i szerokości 115 cm. Ich współczynnik przenikania ciepła  $U_w$  wynosi 0,73  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

Od wschodu jest tylko jedno okno pionowe – prowadzące na taras ( $U_w = 0,72 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ) – oraz jedno pasywne okno dachowe ( $U_w = 0,72 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ).

# INACZEJ NIŻ W PROJEKCIE

## Założenia i kompromisy

Planowano	Postanowiono	Powód
Garaż sięgający aż do granic posesji	Zmniejszyć go, a w zamian urządzić pomieszczenia rekreacyjne na poddaszu	Protest sąsiadów
Jeden duży rekuperator	Zainstalować dwa małe rekuperatory współpracujące ze sobą. W ten sposób uzyskano większą sprawność odzysku ciepła	Wszystkie najpopularniejsze rekuperatory spełniają standardy Instytutu Domów Pasywnych w Darmstadt, jednak wymagania NFOŚiGW są inne. Zgodnie z nimi do kubatury około 800 m <sup>3</sup> odpowiedni był tylko jeden model rekuperatora (łotewski), nie był on jednak akceptowany przez instytut z Darmstadt. Trzeba było znaleźć inne rozwiązanie. Zaproponowali je niemieccy eksperci od budownictwa pasywnego
Połącze dachowe bez folii paroizolacyjnej, a zamiast niej okładzina z płyt OSB uszczelniona taśmami izolacyjnymi	Zastosować folię	Inwestor postanowił zrobić na poddaszu saunę, więc na wszelki wypadek zdecydowano się także na folię paroizolacyjną jako dodatkowe zabezpieczenie połączeń przed wilgocią
Maty grzejne na ścianach jako dodatkowe źródło ogrzewania	Pozostawić maty tylko w łazienkach	Ponieważ w budynku jest pompa ciepła o mocy powyżej 8 kW, nie jest tam już potrzebna duża liczba mat grzewczych. Poza tym utrudniałyby one powieszenie czegokolwiek na ścianach. Pomieszczenia na wyższych kondygnacjach są ogrzewane dzięki wykorzystaniu rozdzielnika pompy ciepła

Oczywiście okna zostały zamontowane w tak zwany ciepły sposób, co oznacza, że ich ramy wysunięto poza mur, aby można je było szczelnie otoczyć materiałem termoizolacyjnym i poprawnie uszczelnić. To sposób na uniknięcie obwodowych mostków termicznych. Garaż doświetlają przeszklenia wykonane z luksferów. Warto też dodać, że między niepasywnym garażem a domem zastosowano pasywne drzwi. Mają one takie same parametry ( $U = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ) jak drzwi prowadzące do budynku.

## Osobne konstrukcje

Elementy architektoniczne sąsiadujące z budynkiem, na przykład taras, schody wejściowe, daszki wsparte na kolumnach, są starannie odseparowane od ocieplonych ścian. Nie tworzą dzięki temu mostków termicznych. Od ścian oddziela je 35-centymetrowa warstwa ciemnego styropianu, a od płyty fundamentowej – polistyren ekstrudowany o tej samej grubości. Odseparowany jest również niepasywny garaż, w którym obok miejsca na auta znajduje się pomieszczenie, pełniące funkcję kotłowni. Znajdzie się tam między innymi gruntowy wymiennik ciepła.

## Ekipa z innej bajki

Gdy zapracowany inwestor nie ma głowy do ciągłego dogląda budowy, zatrudnia tak zwanego inwestora zastępczego, czyli sprawnego i zdolnego organizatora, a zarazem nadzorcę prac. W jego gestii leży między innymi zaopatrzenie budowy oraz zatrudnienie poszczególnych ekip. W przypadku budynków pasywnych, gdzie mamy do czynienia ze znacznie wyższymi kosztami budowy, rolę organizatora budowy ([www.oszczednyDOM.org.pl](http://www.oszczednyDOM.org.pl)) było ich obniżenie. Do wznoszenia domu zamiast drogich murarzy zatrudniono ekipę słynną ze swoich osiągnięć w dziedzinie budownictwa szkieletowego. Po raz kolejny potwierdziło się przysłowie, że nie święci garnki lepią. Robotnicy dali dowód na to, że dobrzy fachowcy poradzą sobie z różnymi technologiami.

## Testy zaliczone

Zanim budynek zostanie oddany do użytku, musi jeszcze przejść testy szczelności i badanie kamerą termowizyjną pod nadzorem weryfikatora ze Związku Banków Polskich oraz inwestora zastępczego, czyli tak zwanego inżyniera kontraktu. Najpierw przeprowadzano procedury certyfikacyjne na etapie projektu oraz pierwszy test szczelności.

Pozytywną opinię wydały zarówno Passivhaus Instytut z Darmstadt, jak i Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (dom ma standard NF15). Ostatnim etapem była weryfikacja rezultatów na podstawie dokumentacji powykonawczej. W grudniu, gdy temperatura spadła do odpowiedniego poziomu, przeprowadzono badania kamerą termowizyjną. Niewielkie mostki termiczne odkryto tam, gdzie przez ramy okien przechodzą nawiewniki. Kamera wskazała również miejsca, w których trzeba było doszczelnić połączenia ościeżnic z murem lub okien połączeniowych z dachem. Po naprawieniu tych drobnych usterek dom poddano testowi szczelności. Najpierw należało dokładnie zaślepić wszelkie otwory wentylacyjne i wywiewki odpowietrzające kanalizację. Urządzenie nawiewno-wywiewne zainstalowano w miejscu prowadzących z garażu do budynku. Przeprowadzono sześć pomiarów. W rezultacie okazało się, że dom spełnia wymagania dotyczące szczelności, stawiane budynkom pasywnym. **Krotność wymian powietrza n50 obrazująca tę szczelność wyniosła 0,3865 [h-1]. Dla domów w standardzie NF15 nie powinna ona przekraczać 0,6 [h-1]. ■**