



→ Projekt domu pasywnego – Lipińscy Domy pasuje stylistycznie do polskiego zurbanizowanego krajobrazu

rys. LIPIŃSCY DOMY

Dom pasywny po polsku

O tym, że Polak potrafi, przekonuje budowa domu według pierwszego krajowego projektu pozytywnie zaopiniowanego przez Instytutu Domów Pasywnych (PHI) w Darmstadt. W pełnej krasie będzie go można oglądać już w marcu. Wystarczy pojechać do Smolca pod Wrocławiem.

Tekst Anna Okołowska
Piotr Laskowski

Zdjęcia Grzegorz Tomaszewski,
Grzegorz Drzygza,
Lipińscy Domy

Autorzy projektu i inwestorzy – państwo Lipińscy – twierdzą, że wyjątkowy dom wymagał wyjątkowego miejsca. Dlatego na budowę wybrali piękny teren, na którym powstaje nowe osiedle domów jednorodzinnych. Jednak uroda okolicy i to, że widać stąd najważniejsze punkty Wrocławia – najwyższy budynek i górę Ślężę – nie przesądziły o wyborze lokalizacji. Trzeba było znaleźć taką działkę, która sprostałaby wymogom budowy domu pasywnego. I znaleziono – 700 m², które nie są zacienione przez sąsiadujące budynki. Taką powierzchnię działki uznano za optymalną z dwóch powodów. Po pierwsze, gruntowy wymiennik ciepła mieści się na 300 m² poza obrysem domu. Po drugie, funkcjonalność domu pasywnego w dużej mierze jest wyznaczana przez wła-

ściwe zagospodarowanie ogrodu. Dlatego w projekcie uwzględniono szpaler drzew liściastych, który umożliwi w lecie zacienienie przeszklonej fasady domu. Natomiast od północy, wzdłuż ulicy, zaprojektowano tak zwaną zielen izolacyjną – tuje srebrzyste. Budowę domu rozpoczęto w lipcu, a zakończono w połowie listopada ubiegłego roku. Inwestorzy, budując dom, chcieli stosować materiały i urządzenia certyfikowane do domów pasywnych. Wykorzystano kilka takich produktów: gruntowy wymiennik ciepła Awadukt Thermo firmy Rehau, okna i drzwi wejściowe z profili Clima-Design Rehau oraz kompaktową centralę grzewczą do domów pasywnych do wentylacji i ogrzewania Vitotres 343 firmy Viessmann. Na skrócenie czasu prac budowlanych bardzo duży wpływ miało zastosowanie prefabrykowanych elementów ściennych z keramzytobetonu Praefa – montaż ścian zewnętrznych zajął zaledwie trzy dni. Obecnie trwają roboty wykończeniowe.

Uwaga! Projekt domu ma świadectwo energetyczne Instytutu Budynków Pasywnych przy NAPE liczone dla strefy klimatycznej Wrocławia. Zgodnie z nim zapotrzebowanie na ciepło wynosi 13,5 kWh/(m²·rok). Chcąc wznieść identyczny dom w strefie Warszawy, trzeba pamiętać, że zapotrzebowanie na ciepło będzie kilkanaście procent większe – wyniesie około 15 kWh/(m²·rok). Gdyby jednak szczegółowe obliczenia wykazały, że zostanie przekroczona granica 15 kWh/(m²·rok) wyznaczająca pasywność budynku, to i tak wybudowanie domu pasywnego według projektu państwa Lipińskich w okolicach Warszawy nie byłoby problemem technologicznym. Wystarczyłoby zwiększyć wydajność odzysku ciepła z rekuperacji albo dodatkowo ocieplić budynek.

Pasywne izolacje

Do ocieplenia domu wykorzystano styropian na bazie innowacyjnego surowca Neopor firmy Basf. Dzięki uszlachetnionej kompozycji grafitu dodanej do styropianu uzyskano materiał o bardzo wysokiej termoizolacyjności – λ 0,031 W/(m·K).



→ Widok od strony ogrodu – duża przeszklona południowa fasada optycznie powiększa wnętrze domu

rys. LIPIŃSCY DOMY

→ OD PROJEKTU DO BUDOWY

dr inż. arch. Ludwika Juchniewicz-Lipińska,
biuro projektowe LIPIŃSCY DOMY z Wrocławia

Realizacja naszego projektu to wyjątkowa inwestycja. Nasz pokazowy dom pasywny wznosimy według autorskiego projektu opracowanego we współpracy ze specjalistami z Instytutu Budynków Pasywnych przy Narodowej Agencji Poszanowania Energii. Dotychczas jedynie z Polski uzyskaliśmy akceptację projektu – jako wykonanego zgodnie z założeniami kształtowania budynków pasywnych – Instytutu Domów Pasywnych (PHI) w Darmstadt (Niemcy). Projekt jest publikowany na stronach Instytutu. Będzie również prezentowany na tegorocznej międzynarodowej konferencji domów pasywnych w Bregenz (Austria). Podjęliśmy się wybudowania budynku, który spełni wymagania stawiane przez Instytut. Chcemy sprawdzić funkcjonowanie domu pasywnego zdefiniowanego przez PHI w warunkach polskich. Z domami pasywnymi zetknęliśmy się w 2000 roku, kiedy to mieliśmy możliwość zaznajomienia się z realizacjami domów pokazowych wznoszonych w Niemczech



foto. archiwum własne

przez firmy oferujące tak zwane domy gotowe. Powstawały one jako alternatywna forma zamieszkania w odpowiedzi na wzrastające koszty tradycyjnych źródeł energii. Na zadawane przez nas pytania, czy domy te wzbudzają zainteresowanie, otrzymywaliśmy odpowiedź, że ogromne, natomiast na pytanie o to, czy są realizacje, odpowiedzią było zaprzeczenie. Bariere stanowił koszt wybudowania takiego domu, który wówczas był o 40% droższy od standardowego. Po sześciu latach różnica ta zmalała, co spowodowało zwiększenie zainteresowania indywidualnym budownictwem pasywnym. Przystępując do wykonania projektu, przeprowadziliśmy wiele wywiadów z osobami, które zbudowały domy pasywne w Niemczech. Odwiedziliśmy ich domy. Wszędzie zetknęliśmy się z bardzo entuzjastycznym stosunkiem do własnego domu pasywnego. Rodziny chwaliły sobie doskonały klimat we wnętrzu, wysoki komfort oraz wyjątkowo niskie rachunki. Dom pasywny zużywa przy zwykłym użytkowaniu nie więcej niż mniej więcej 1,5 l oleju opałowego lub 1,5 m³ gazu (15 kWh) na metr kwadratowy powierzchni mieszkalnej

w ciągu roku. W przeprowadzonych wywiadach wielokrotnie powtarzała się suma 120-140 euro za ogrzewanie na rok. Na rynku niemieckim koszt wybudowania budynku pasywnego jest o 10% wyższy niż standardowego. Zainteresowała nas możliwość tworzenia domów, które miałyby bardzo dobry klimat, były tanie w eksploatacji oraz charakteryzowały się zoptymalizowanym kosztem realizacji w stosunku do zakładanych oszczędności. Skoncentrowaliśmy się na opracowaniu projektu domu pasywnego według ścisłych założeń określonych przez twórcę idei pasywności dr. Wolfganga Feista i jednocześnie możliwego do realizacji w warunkach polskich za możliwie najniższą cenę. Za cel postawiliśmy sobie, aby budynek wybudowany według naszego projektu Lipińscy Dom Pasywny 1 zasłużył na miano prostego technologicznie i racjonalnego. W marcu planujemy otwarcie obiektu jako pokazowego domu pasywnego. Będziemy tu zapraszać wszystkich zainteresowanych nowinkami z dziedziny energooszczędności w budownictwie mieszkaniowym. O uzyskanych wynikach, warunkach klimatu wnętrza i kosztach realizacji chętnie Państwa poinformujemy. Na razie zapraszam do odwiedzenia strony internetowej www.domy-pasywne.pl.

Autorzy projektu Lipiński Pasywny 1: architekci Ludwika Juchniewicz-Lipińska i Miłosz Lipiński
Współpraca: Danuta Fabrowicz, Grzegorz Drzyzga, Grzegorz Tomaszewski (Biuro Projektowe Lipiński Domy), koncepcja energetyczna Szymon Firląg (IBP), rekuperacja Radosław Worski

powierzchnia netto	155,3 m ²
powierzchnia domu (h>1,90 m)*	131,3 m ²
powierzchnia zabudowy	128,8 m ²
kubatura	778 m ³
minimalne wymiary działki	22,3 m
kąt nachylenia dachu	40°
wysokość domu w kalenicy	8,5 m
wysokość parteru	2,7 m
wysokość poddasza/piętra	2,8 m

*bez tarasów, loggii, garaży, wiat

Proponowane materiały:

- Podłoga na gruncie: beton konstrukcyjny B20 + styropian 30 cm; $U = 0,11 \text{ W/(m}^2\text{K)}$;
- ściany zewnętrzne dwuwarstwowe: prefabrykowane z keramzytobetonu (15 cm) lub murowane z bloczków silikatowych (18 cm) + styropian 30 cm; $U = 0,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$;
- strop: żelbetonowy, płytowy;
- konstrukcja dachu: drewniana, krokwiowo-jętkowa;
- izolacja termiczna dachu: styropian 20 cm + dachowe panele styropianowe pod krycie dachówką 10 cm;
- pokrycie dachu: dachówka cementowa lub ceramiczna;
- elewacje: tynki akrylowe, podmurówki z okładziny, na przykład klinkierowej.

Koszt 1 m² w stanie surowym zamkniętym to około 1400 zł*.

Koszt 1 m² powierzchni budynku w standardzie pod klucz (tynki, biały montaż, terakota w łazienkach i kuchni, w pokojach i holach panele drewnopodobne) to około 2400 zł*.

*w cenę wliczono 7% VAT

murator
PROJEKTY DOMÓW

Prezentowany projekt pod nazwą
Postępowy
 będzie dostępny w Kolekcji Muratora
od 15 marca.
 Będzie to wersja w technologii murowej
 z bloczków silikatowych.
**Porady, informacje,
 sprzedaż:**
 tel. 0 22 590 55 55, 590 51 68
 e-mail: projekty@murator.com.pl



Srebrzystoszarymi płytami firmy Termoorganika – Platinum Plus grubości 30 centymetrów ocieplono ściany domu, a dach płytami Platinum Superpoddasze grubości 20 cm. Ułożono je między krokwiami. Dodatkowym dociepleniem dachu są kształtki styropianowe firmy Thermomur.

Do termicznego zaizolowania płyty żelbetonowej i ścian fundamentowych wykorzystano styropian wzbogacony uszlachetnioną kompozycją związków hydrofobowych – płyty Gold Plus i Gold firmy Termoorganika. Choć styropian ten ma nie tylko zwiększoną odporność na działanie wody, ale także poprawione właściwości izolacyjne ułożono ocieplenie grubości aż 30 centymetrów.

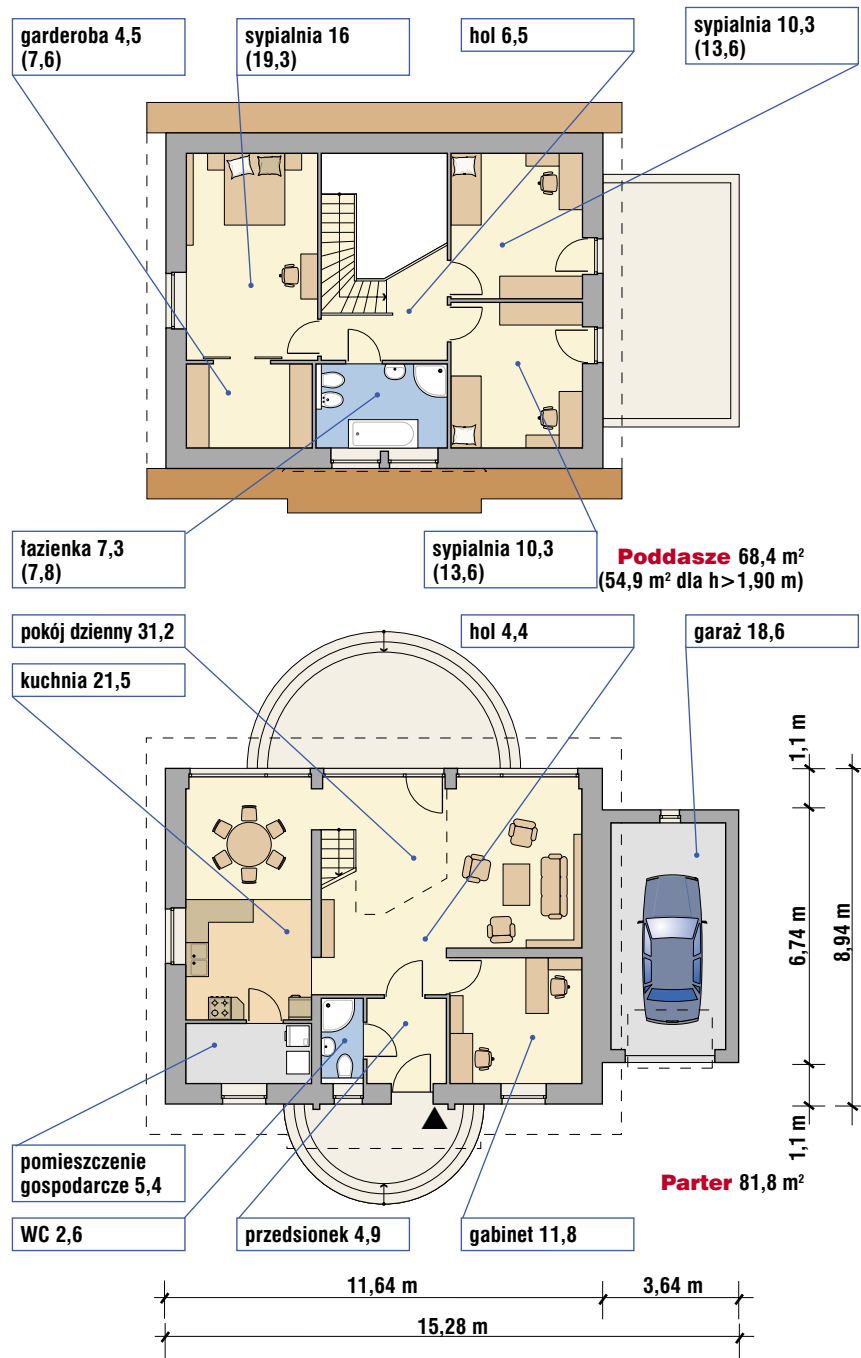
Zastosowano też pustaki izolacyjne Isomur firmy Jordahl & Pfeifer Technika Budowlana, mające korpus z wytrzymałego, lekkiego betonu wypełniony styropianem. Chronią one przed powstaniem mostka termicznego między murem fundamentowym a ścianami domu.

Szczegółowe informacje – „Budowa domu pasywnego – krok po kroku”.

Pasywne instalacje

Do osiągnięcia niskiego zapotrzebowania na konwencjonalną energię do ogrzewania przyczynia się nie tylko bardzo skuteczna izolacja termiczna przegród budowlanych, ale także wyposażenie domu w urządzenia, takie jak rekuperator do odzysku ciepła z wywiewanego powietrza wentylacyjnego oraz kolektory słoneczne i pompa ciepła wykorzystujące do ogrzewania energię ze źródeł odnawialnych.

Przy tak niewielkim zapotrzebowaniu na ciepło dom nie musi być wyposażony w tradycyjną instalację c.o.

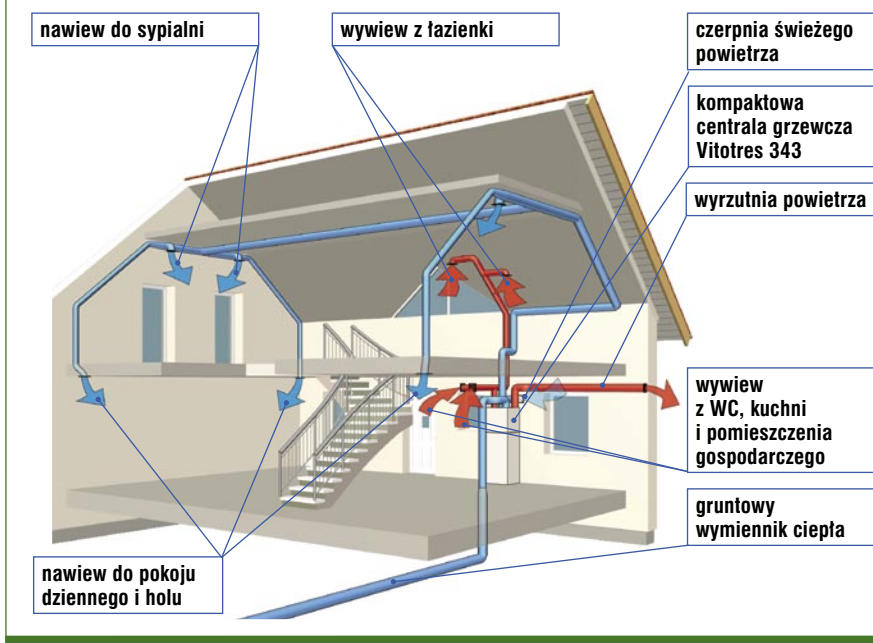


Do utrzymania w pomieszczeniach komfortowej temperatury nawet w czasie ostrej zimy powinno wystarczyć jedynie podgrzewanie świeżego powietrza nawiewanego do pomieszczeń przez system wentylacji mechanicznej. Specjalnie do domów pasywnych są oferowane kompaktowe centrale grzewcze, które w jednej obudowie kryją wszystkie niezbędne urządzenia grzewcze i wentylacyjne – dopasowane do siebie, fabrycznie zmontowane i sprawdzone. Taką centralę grzewczą – Vitotres 343 – przewidziano także w projekcie opisywanego domu. W jej obudowie o wymiarach odpowiadających modułowi mebli kuchennych (szerokość 60 cm) znajdują się: powietrzna pompa ciepła, centrala wentylacyjna nawiewno-wywiewna, podgrzewacz wody o pojemności 250 l z wężownicą do współpracy z instalacją solarną oraz elektryczny wkład grzewczy i sterujący wszystkimi tymi urządzeniami regulator pogodowy. Centrala jest zasilana wyłącznie energią elektryczną.

Wentylacja

Standardu domu pasywnego nie da się osiągnąć bez systemu odzysku ciepła z powietrza wentylacyjnego. Wentylacja jest przyczyną dużego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania pomieszczeń, ale o rezygnacji z niej oczywiście nie może być mowy. W domach pasywnych wentylacja musi być kontrolowana, a umożliwiając to jedynie systemy wentylacji mechanicznej – z wentylatorami nawiewnymi i wywiewnymi. Standardowym wyposażeniem domów pasywnych jest rekuperator – urządzenie do odzysku ciepła z wywiewanego powietrza. W urządzeniu Vitotres 343 ciepło jest odzyskiwane dwustopniowo. Najpierw powietrze przepływa przez wymiennik ciepła rekuperatora, przez którego ścianki ciepło przenika ze strumienia powietrza wywiewanego do nawiewanego. W ten sposób temperatura obu strumieni powietrza prawie się zrównuje (sprawność odzysku ciepła przekracza 80%). Następnie wstępnie oziębione powietrze wywiewane przepływa przez drugi wymiennik, w którym jego ciepło jest przekazywane czynnikowi robocznemu pompy ciepła. Pompa wykorzystuje do podgrzewania wody użytkowej lub strumienia powietrza nawiewanego do pomieszczeń ciepło, którego nie da się

Schemat wentylacji nawiewno-wywiewnej



odzyskać w rekuperatorze. Moc grzewcza pompy to 1,5 kW. W lecie pompa ciepła może pracować w cyklu odwróconym – chłodzić powietrze nawiewane, oddając ciepło powietrzu wywiewanemu, czyli pełni funkcję klimatyzatora o mocy 1 kW (więcej o pompach ciepła piszemy na ss. 19 w artykule „Trudne wybory: Kocioł gazowy czy pompa ciepła”). Aby zwiększyć efektywność odzysku ciepła zimą oraz chłodzenia powietrza latem, w domu przewidziano gruntowy wymiennik ciepła ze specjalnych rur polipropylenowych z warstwą antibakterijną utrudniającą rozwój drobnoustrojów na ich wewnętrznej powierzchni – Awadukt Thermo firmy Rehau. Rury powinny być ułożone ze spadkiem, na głębokości 1,5-2 m pod powierzchnią terenu, gdzie przez cały rok temperatura wynosi od 4 do 12°C. Przepływające nimi powietrze zasysane przez wentylator rekuperatora będzie się wstępnie ogrzewać zimą, co przede wszystkim zapobiegnie zaszronieniu wymiennika ciepła, oraz chłodzić latem. W ten sposób wykorzystana zostanie darmowa energia, co przyczyni się do zmniejszenia zużycia prądu przez centralę grzewczą.

Ciepła woda użytkowa

Woda użytkowa zgromadzona w zbiorniku centrali grzewczej o pojemności aż 250 l może być podgrzewana przez pompę ciepła do 65°C. Jeszcze wyższą

temperaturę może zapewnić elektryczny wkład grzejny, który służy przede wszystkim do szybkiego dogrzenia wody podczas intensywnego z niej korzystania. Może on pracować z mocą 2, 4 lub 6 kW i ogrzewać także powietrze wentylacyjne, gdy moc pompy ciepła będzie niewystarczająca (przy bardzo niskiej temperaturze na zewnątrz).

W zbiorniku na wodę jest zamontowana wężownica przeznaczona do połączenia z kolektorami słonecznymi, które mogą być kolejnymi źródłami ciepła. Centrala grzewcza jest standardowo wyposażona w pompę obiegową do instalacji solarnej oraz regulator sterujący jej pracą. W opisywanym domu przewidziano zastosowanie kolektorów słonecznych Vitosol 300.

Instalacja c.o.

Mimo iż domy pasywne z założenia nie potrzebują instalacji centralnego ogrzewania, urządzenie Vitotres 343 ma przyłącza do jej podłączenia. Daje to możliwość zastosowania ogrzewania podłogowego zwiększającego komfort oraz grzejników suszarkowych w łazienkach i zasilania ich przez centralę grzewczą, by w jak największym stopniu była wykorzystywana energia ze źródeł odnawialnych. Zastosowano jedynie instalację doprowadzenia ciepłej i zimnej wody użytkowej Purmo.

Budowa domu pasywnego – krok po kroku

↓ Najpierw usunięto ziemię roślinną (humus) z miejsca, w którym mają być robione wykopy

1



↓ Około 100 m rur gruntowego wymiennika ciepła ułożono poniżej granicy przemarzania – na głębokości od 1,5 do 2 m – ze spadkiem w stronę studni kondensacyjnej umiejscowionej koło szczytowej ściany budynku. Rury o średnicy 20 cm są wykonane z polipropylenu o bardzo dobrej przewodności cieplnej. Dzięki wykorzystaniu temperatury gruntu w ziemi można podnieść temperaturę doprowadzanego powietrza o 22°C, a w lecie obniżyć o 16°C

2



↓ Po zasypaniu gruntowego wymiennika na powierzchnię wychodzi tylko jedna rura, którą będzie doprowadzane powietrze płynące systemem kolektorów

3



↓ Wyznaczono linie przebiegu ław fundamentowych i ułożono zbrojenie

4



↓ Po zabetonowaniu ław wymurowano ściany fundamentowe z bloczków betonowych

5



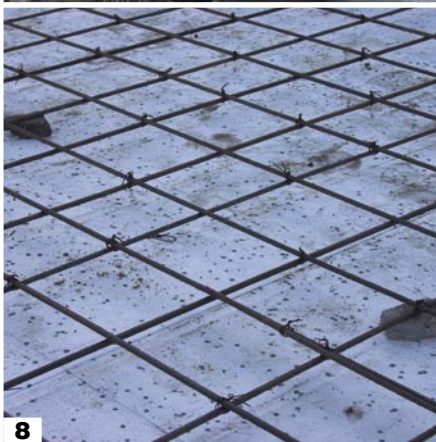
↓ Na murze fundamentowym ułożono warstwę cokołowych pustaków izolacyjnych Isomur. Zastosowanie ich chroni nie tylko przed powstaniem pionowego mostka termicznego, ale także przed zwilgoceniem warstw muru znajdujących się nad nimi

6



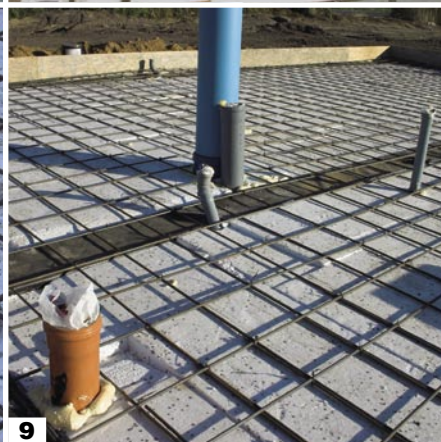
7

↑ Po zaizolowaniu ścian fundamentowych powłoką bitumiczno-polymerową ułożono warstwę (30 cm) styropianu wzbogaconego Neoporem



8

↑ Pręty zbrojeniowe podłogi na gruncie ułożono na styropianie na specjalnych podkładkach



9

↑ Przejście instalacji przez styropian uszczelniono pianką poliuretanową

↓ Wykonano deskowanie i ułożono beton konstrukcyjny B20

10



↓ Z płyty żelbetowej wyprowadzono pręty zbrojeniowe, które umożliwią połączenie prefabrykowanych ścian z płytą żelbetową

11



↓ Boki płyty, podobnie jak ściany fundamentowe, ocieplono warstwą (30 cm) styropianu wzbogaconego Neoporem. Styropian wystaje około 20 cm ponad żelbetową płytę. Dzięki temu styk styropianowych płyt ocieplających fundament i płyt ocieplających ściany nie pokryje się z połączeniem ścian z fundamentem. W ten sposób łatwiej zapobiec powstaniu mostków termicznych

12



↓ Połączenia kształtek styropianowych dodatkowo uszczelniono pianką poliuretanową, a beton zabezpieczono folią, aby nie popękał podczas szybkiego wiązania

13



↓ Po zakończeniu stanu zerowego na budowę przywieziono prefabrykowane elementy ścienne z keramzytobetonu

14



↓ Za pomocą dźwigu ustawiono je w wyznaczonych miejscach

15



16

↑ Po ustawieniu ścian na warstwie zaprawy cementowo-wapiennej...



17

↑ ...wstabilizowano je za pomocą ściągow

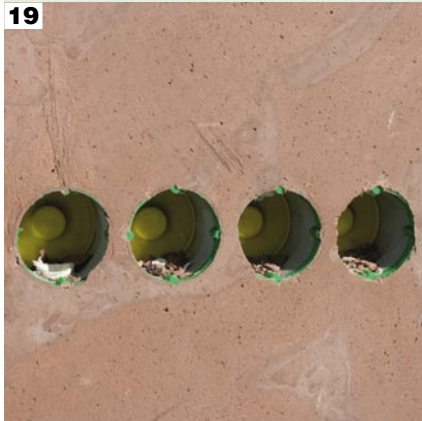


18

↑ Miejsca połączeń ścian wypełniano pianką poliuretanową, żeby zapobiec powstaniu mostków termicznych

Budowa domu pasywnego – krok po kroku

↓ W ścianach są wykonane otwory na puszki oraz kanały na przewody elektryczne. Dzięki temu prace wykończeniowe będą trwały krócej



19

↓ Ściany wewnętrzne także są wykonane z keramzytobetonu – nośne mają grubość 17,5 cm, a działowe 10 cm



20

↓ Żelbetowe płyty stropowe już w momencie układania mają wymaganą nośność, dlatego montaż stropów przebiega bardzo sprawnie. Po oparciu ich na ścianach wystarczy wypełnić połączenia między nimi zaprawą cementową



21

↓ Do ścianki kolankowej (grubość 15 cm) wykonanej z keramzytobetonu przymocowano murlatę o przekroju 15 x 15 cm. Następnie za pomocą metalowych elementów złącznych do murlaty przymocowano krokwie



22

↓ Więźba ma konstrukcję krokwiowo-jętkową

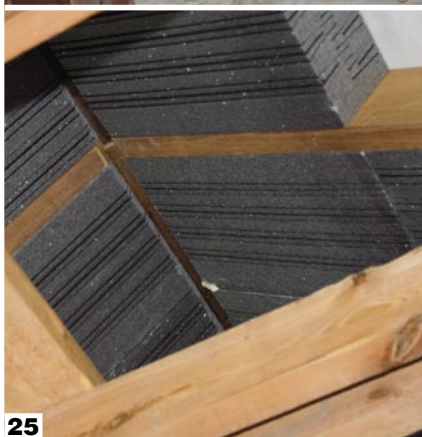


23

↓ Do krokwi przymocowano folię wstępnego krycia o paroprzepuszczalności większej niż 1000 g/m²/24 godziny. Następnie na konstrukcji dachu ułożono sztywne poszycie z płyt OSB



24



25

↑ Między krokwiami zmieściły się styropianowe płyty grubości 20 cm



26

↑ Dach od góry docieplono styropianowymi kształtkami grubości 10 cm, mocując je do sztywnego poszycia za pomocą gwoździ krokwiowych z podkładkami antykorozyjnymi średnicy 3 cm



27

↑ Na ścianach zewnętrznych przyklejono styropian grubości 30 cm, dzięki czemu będą miały współczynnik przenikania ciepła $U=0,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

↓ Grube ramy okien mają wewnątrz warstwę termoizolacji, dlatego ich współczynnik $U=0,71 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$



28

↓ Okna zamontowano za pomocą kotew, tak by znajdowały się w warstwie ocieplenia



29

↓ Otwór wokół okna musi zostać dokładnie uszczelniony



30

↓ Wykorzystano do tego celu taśmy o bardzo dobrej przyczepności do powierzchni betonowych i z tworzyw sztucznych, nieprzepuszczające powietrza i będące dobrym podłożem pod tynki. Taśmy przyklejono z zewnątrz...



31

↓ ...i od wewnątrz



32

↓ Zamontowano drzwi wejściowe z PCW z atestem do domów pasywnych. Ich współczynnik $U=0,8 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$



33



34

↑ Styropianowe kształtki docieplające dach pełnią jeszcze jedną funkcję – ułatwiają ułożenie dachówki. Mocowano je specjalnymi łącznikami w kształcie litery U



35

↑ Elewację pokryto warstwą kleju z zatopioną siatką z włókna szklanego...



36

↑ ...i wykończono cienkowarstwowym tynkiem strukturalnym barwionym w masie. Na koniec pozostawiono wykonanie podmurówki z cegły klinkierowej i... zamontowanie kolektorów