

Przegrody

w budynku energooszczędnym



fol. Caparol

Tadeusz Lipski

Jednym z najważniejszych zadań budynków projektowanych jako energooszczędne lub pasywne jest ograniczenie strat ciepła przez przegrody zewnętrzne. Po prostu dom musi przypominać termos. Jest to równoznaczne z ponadprzeciętną izolacyjnością termiczną oraz szczelnością takich budowli.

Porównanie domu do termosu jest uzasadnione, ponieważ zgodnie z zasadami fizyki im większy stosunek powierzchni przegród zewnętrznych do kubatury budynku, tym więcej energii cieplnej trzeba dostarczyć w celu zapewnienia stałej temperatury wewnętrznej. Po prostu duże objętości cieczy lub gazów takich jak woda (np. w basenie) czy powietrze (np. w domu) stosunkowo wolno nagrzewają się, ale równie powoli ochładzają. Oczywiście ważny jest jeszcze rodzaj obudowy. Skorupa o bardzo do-

PATRONI CYKLU

brej termoizolacyjności (np. wkład termosu, dobrze ocieplone ściany basenu czy domu) znacznie spowalniają proces stygnięcia, a tym samym przyczyniają się do oszczędności energii cieplnej.

To bardzo ważne w budynkach energooszczędnych, do których dostarczane są minimalne ilości ciepła (około 5–10 razy mniej niż w domach standardowych) i nie można sobie pozwolić na jego marnowanie. Z tego względu przy budowie domu energooszczędnego muszą być spełnione 4 podstawowe warunki.

■ **Kształt i wielkość działki budowlanej, odpowiednie nachylenie terenu oraz istniejąca roślinność pozwolą na bierne wykorzystanie energii słonecznej.** Oznacza to możliwość zorientowania budynku w kierunku południowym oraz wykorzystania skarp, zagłębień, drzew, np. do osłony przed silnymi wiatrami czy przegrzaniem budynku w okresie letnim.

■ **Budynek będzie miał zwartą bryłę oraz buforowy układ pomieszczeń, ponieważ działania te sprzyjają ograniczaniu zużycia energii cieplnej.** Jednocześnie wskazane jest instalowanie nowoczesnych urządzeń, takich jak kolektory słoneczne, pompy ciepła, elektrownie wiatrowe, które wykorzystują odnawialne źródła energii (głównie słońce, czasami wiatr).

■ **Wszystkie przegrody zewnętrzne, czyli podłogi na gruncie, ściany zewnętrzne, połacie dachu lub stropodachu będą charakteryzowały się bardzo dobrą izolacyjnością termiczną – współczynnik przenikania ciepła $U=0,15\text{--}0,20\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ (dla okien i drzwi $U=0,80\text{--}1,00\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$)).** Oczywiście zakłada się, że nie będzie żadnych mostków termicznych. Poza tym przegrody zewnętrzne muszą być szczelne, gdyż napływ niekontrolowanego zimnego powietrza jest równoznaczny ze stratami ciepła.

■ **W domu energooszczędnym musi być zaprojektowany układ wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła o sprawności ponad 75%** (wentylacja grawitacyjna jest niedopuszczalna). Jednocześnie wskazane jest zastosowanie gruntowych wymienników ciepła.

Szczególnie ważne, ale jednocześnie dość łatwe do spełnienia są dwa ostatnie wymagania. To tzw. warunki konieczne, bez których żaden budynek nie stanie się domem energooszczędnym, a tym bardziej pasywnym. Na dodatek zależą głównie od wiedzy i umiejętności projektantów oraz świadomości



1 W domach jednorodzinnych z betonu monolitycznego wykonuje się ławy fundamentowe a czasami także płyty i ściany fundamentowe

mości i zamożności inwestorów. Bo nie ma się co oszukiwać – domy energooszczędne są jednak trochę droższe od standardowych (w granicach od 5 do 15%).

Warto też zwrócić uwagę na region kraju, w którym będzie budowany dom. W końcu pomiędzy Suwałkami a Szczecinem są aż 4 strefy klimatyczne i minimalna temperatura obliczeniowa różni się o 8°C (-24°C w Suwałkach, -16°C w Szczecinie). Aby w tych regionach zachowany był podobny komfort cieplny wewnątrz budynków, współczynniki izolacyjności termicznej

przegród zewnętrznych powinny się różnić o około 10–15%.

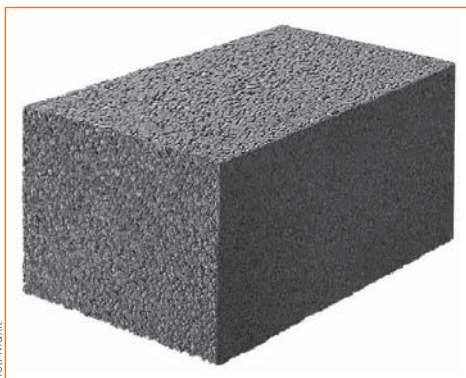
Przegrody podziemne

Budynki energooszczędne to nie tylko dobrze ocieplone ściany i dach. To również przegrody podziemne, czyli ściany fundamentowe, podłogi na gruncie lub płyty fundamentowe. Ze względu na warunki zewnętrzne muszą spełniać odmienne kryteria. Do ich budowy używa się zatem innych materiałów.

Duża wytrzymałość i trwałość – to podsta-

2 Ściany fundamentowe z pustaków zasypowych to jedno z najlepszych rozwiązań. Są uniwersalne dzięki możliwości zbrojenia i stosowania różnych betonów





fot. Maxit

3 Bloczki fundamentowe są wykonywane również z keramzytobetonu odpowiedniej wytrzymałości

wa, ponieważ na ściany lub płyty fundamentowe przenoszone są wszystkie obciążenia stałe (ciężar konstrukcji i wszelkich materiałów wykończeniowych) i zmienne (ciężar śniegu, ludzi, obciążenie wiatrem). Do budowy tych przegród najlepiej nadają się wszelkie wyroby pełne, czyli pozbawione pustek powietrznych.

Beton monolityczny, czyli wylewany na budowie, klasy przynajmniej C12/15 (dawniej B15), to gwarancja solidności za niską cenę. Właściwości betonu sprawiają, że zarówno ławy, ściany, jak i płyty fundamentowe mają prawie same zalety – są wytrzymałe, mrozoodporne, prawie nienasiąkliwe i tanie. Mankamentem jest konieczność wykonywania szalunku **1**.

Pustaki zasypowe z betonu zwykłego mają różne wymiary i kształty, ale można z nich wznosić ściany fundamentowe o szerokości 20, 25, 30 cm. Ich duże otwory wypełnia się betonem zwykłym lub keramzytobe-



fot. EcoKlinkier

4 Ściany fundamentowe powinny być wykonywane z cegieł o jak najniższej nasiąkliwości, najlepiej klinkierowej

tonem. Pełnią rolę szalunku traconego **2**. Wypełnione betonem C12/15 (dawniej B15) mają niemal identyczne właściwości co mur z bloczków betonowych. Można je zbroić stalowymi prętami zwiększającymi wytrzymałość konstrukcji.

Bloczki betonowe z betonu klasy C16/20 (dawniej B20) o podstawowych wymiarach 12 × 25 × 38 cm i masie 25 kg lub keramzytobetonowe to materiał niemal idealny do budowy ścian fundamentowych **3**. Charakteryzują się bardzo dużą wytrzymałością, są mrozoodporne i w niewielkim stopniu nasiąkliwe (5–9%). Na dodatek są tanie i powszechnie dostępne.

Cegły ceramiczne pełne najlepiej z tzw. klinkieru kanalizacyjnego (klasy 25, nasiąkliwość 12%) lub z dobrze wypalanej gliny (klasy min. 10, nasiąkliwość 20%) to tradycyjny materiał budowlany, z którego wykonywano również fundamenty **4**. Niewielkie wymiary (6,5 × 12 × 25 cm) i ciężar (3,7 kg) cegieł sprawiają, że są to elementy bardzo poręczne, jednak murowanie jest czasochłonne. Mankamentem jest również to, że ściany konieczne trzeba otynkować przed

ułożeniem pionowej izolacji przeciwwilgociowej.

Niewielka nasiąkliwość i całkowita mrozoodporność użytych materiałów ściennych jest dobrą ochroną przed destrukcyjnym działaniem niskiej temperatury i wody znajdującej się w gruncie. Jednak i tak powierzchnie boczne ścian i płyt fundamentowych należy chronić warstwą hydroizolacyjną.

Papy asfaltowe to materiały tradycyjne, ale sprawdzone i trwałe **5**. Dzięki ciąglemu udoskonalaniu są mocne, elastyczne, odporne na wiele substancji chemicznych oraz promieniowanie UV. Oczywiście ich parametry zależą od rodzaju osnowy, ilości zastosowanego bitumu oraz sposobu jego modyfikacji. Najlepsze są papy termozgrzewalne lub samoprzylepne, ale dobre rezultaty można uzyskać także przy klejeniu pap lepikiem asfaltowym.

Masy bitumiczne, czyli półpłynne lepiki i masy asfaltowe, zwykle nakładane są w dwóch lub kilku warstwach. Po wyschnięciu tworzą elastyczną powłokę przeciwwilgociową **6**. Niestety wymagają gładkiej powierzchni, co jest równoznaczne z wykonaniem cienkiego tynku cementowego tzw. rapówki. Skuteczne są masy asfaltowe z dodatkiem kauczuku lub polimerów, dobre lepiki na gorąco, a często wystarczające – najtańsze lepiki na zimno.

Folie hydroizolacyjne to materiały zastępujące tradycyjne papy na osnowie z tektury. Nie muszą być przyklejane do podłoża, można je układać niezależnie od panującej pogody i w dowolnej porze roku **7**. Wykonuje

5 Samoprzylepne papy asfaltowe są jednym z najlepszych sposobów zabezpieczenia ścian fundamentowych przed wilgocią



fot. Terbud

6 Masy hydroizolacyjne powinny być nakładane w kilku warstwach i może dlatego nie są zbyt często stosowane przy budowie domów jednorodzinnych



fot. Betonart



fol. Gutta Polska

7 Współczesne folie hydroizolacyjne można stosować zamiast papy nie tylko do izolowania ścian fundamentowych

się je z polichlorku winylu (PCV) grubości 0,6–2,0 mm, polietylenu (PE), ewentualnie polietylenu o dużej gęstości (PEHD) – grubości 0,2–0,5 mm. Folie mogą być samoprzylepne, zgrzewane, mocowane mechanicznie lub tylko układane na zakład.

Bardzo dobra izolacyjność termiczna – oznacza brak mostka termicznego na styku ze ścianami zewnętrznymi oraz niewielką grubość konstrukcji. Niestety materiały nośne stosowane w budowlach podziemnych nie spełniają tego warunku. Zatem konieczne jest stosowanie dodatkowej warstwy ocieplenia (od strony zewnętrznej).



fol. Austrotherm

8 Polistyren ekstrudowany to materiał termoizolacyjny najlepiej nadający się do ocieplania ścian fundamentowych. Szkoda, że taki drogi

Materiały termoizolacyjne, mające kontakt z gruntem, muszą być odporne na zawilgocenie oraz uszkodzenia mechaniczne.

Polistyren ekstrudowany to najlepszy materiał do ocieplania ścian i płyt fundamentowych oraz podłóg na gruncie **8**. Ma świetne właściwości termiczne, a przy tym jest dość twardy i prawie nienasiąkliwy.

Styropian to polistyren ekspandowany, czyli o gorszych właściwościach, ale za to znacznie tańszy od ekstrudowanego **9**. Do izolowania ścian fundamentowych nadają się płyty o ciężarze właściwym co najmniej 20 kg/m³.



fol. Austrotherm

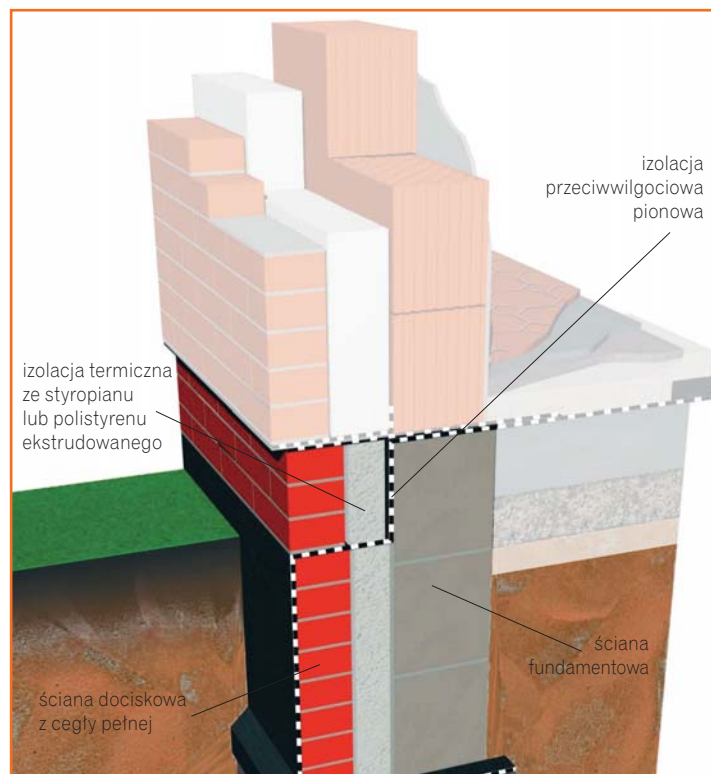
9 Styropian to jeden z najtańszych materiałów ociepleniowych o bardzo wszechstronnym zastosowaniu

Prostota i łatwość wykonania konstrukcji to inaczej zastosowanie technologii znanych i niewymagających od wykonawców zbyt dużych kwalifikacji. To ważne na małych budowach domów jednorodzinnych.

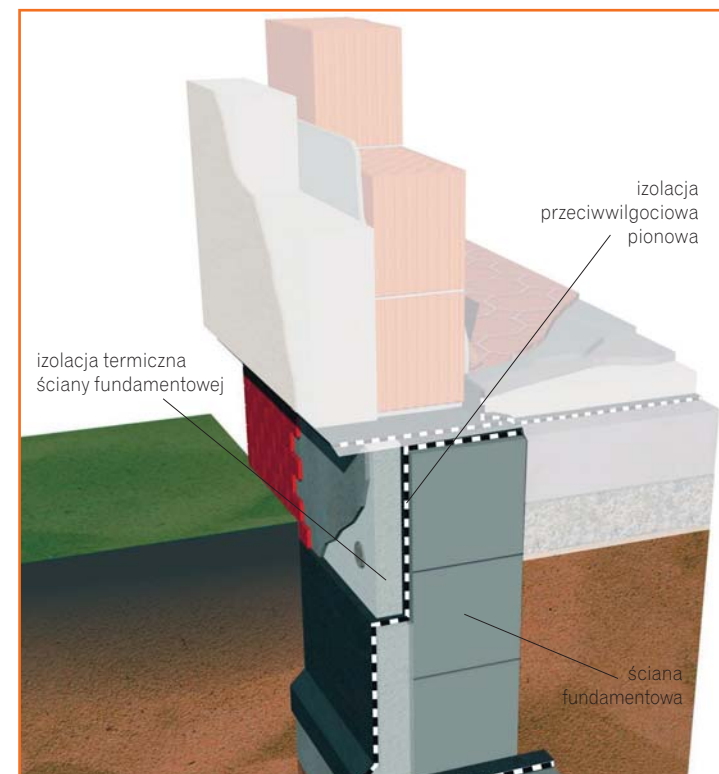
Ściany fundamentowe

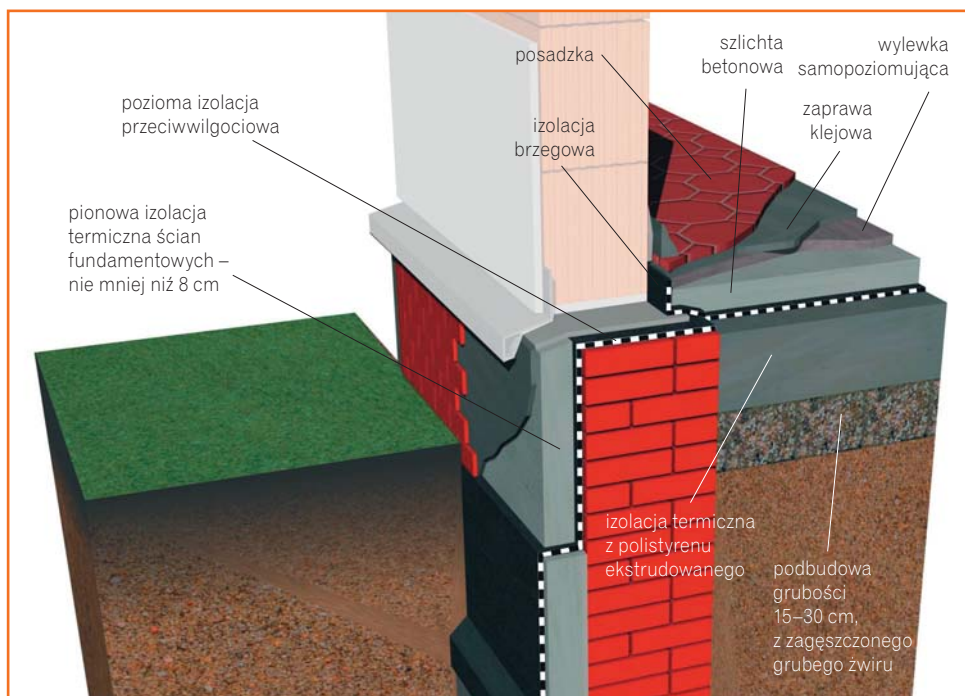
Ściany fundamentowe to stosunkowo niewielkie elementy konstrukcyjne budynku o wysokości 50–150 cm. Ich wymiary zależą od poziomu posadowienia, liczby kondygnacji, wysokości cokołu oraz rodzaju ścian parteru. W domach energooszczędnych zawsze są to ściany dwu- lub trójwarstwowe **10, 11**.

10 Schemat konstrukcji trójwarstwowej ściany fundamentowej



11 Schemat konstrukcji dwuwarstwowej ściany fundamentowej





12 Przykładowa konstrukcja podłogi na gruncie w domu energooszczędnym

Ściany nośne najczęściej wykonuje się z bloczków betonowych lub pustaków zasypowych grubości 20–38 cm, rzadziej z cegły pełnej lub betonu monolitycznego.

Ociepla się je warstwą polistyrenu ekstrudowanego ewentualnie ekspandowanego grubości co najmniej 15 cm, ponieważ wtedy współczynnik przenikania ciepła nie powi-

nien być gorszy od $U=0,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ (nawet w części cokołowej).

Przy murowaniu ścian z bloczków betonowych należy zwracać uwagę na odpowiednią grubość spoin (poziome 8–15 mm, pionowe 5–15 mm), aby nie zmniejszyć wytrzymałości ściany. Poza tym murowanie na niepełne spoiny ułatwia nałożenie rapówki. Przy wznoszeniu ścian fundamentowych z pustaków zasypowych tylko pierwszą warstwę układa się na zaprawie i bardzo dokładnie poziomuje. Pozostałe montuje się na sucho, a po ułożeniu każdych trzech warstw zalewa je betonem.

Układanie izolacji przeciwwilgociowych poziomych i pionowych musi być wykonane niezwykle starannie i zgodnie z przewidzianą technologią, bo tylko szczelne mają sens. Płyty polistyrenu powinny być klejone na całej powierzchni, a nie na placki. Dzięki temu nie popękają przy zasypywaniu ścian fundamentowych. Wskazana jest ich ochrona za pomocą folii wytłaczanej (tzw. kubełkowej) albo siatki z włókna szklanego wtopionej w zaprawę klejową.

Podłogi na gruncie

W domach energooszczędnych bardzo często wykonuje się podłogę na gruncie. Oczywiście wymaga się, aby stanowiła barierę termiczną (nie tylko przy ogrzewaniu podłogowym) oraz hydroizolacyjną. Powinna również tłumić wszelkie drgania, czyli nie przenosić dźwięków. Na styku podłogi ze ścianami zewnętrznymi nie może być mostków termicznych 12.

Przy projektowaniu trzeba uwzględniać stosunek powierzchni podłogi do obwodu budynku, warunki klimatyczne panujące na danym terenie, poziom wody gruntowej oraz rodzaj gruntu.

Budowa podłogi na gruncie zwykle sprowadza się do następujących warstw.

Podbudowa – grubości 15–30 cm, najlepiej z zagęszczonego mechanicznie grubego żwiru. Ma nie tylko dużą nośność, ale przede wszystkim przerywa kapilarne podciąganie wody. Można na niej ułożyć wytłaczaną folię kubełkową lub 5 cm warstwę piasku zagęszczonego mechanicznie.

Izolacja przeciwwilgociowa – to najczęściej odpowiednio gruba folia, którą można układać bezpośrednio na żwirze lub piasku, lecz po wykonaniu dodatkowego podkładu z chudego betonu, także wszelkie rodzaje pap asfaltowych.

► Przykład

Rozpatrujemy budynek na planie prostokąta o wymiarach $10,5 \times 18 \text{ m}$ (powierzchnia 189 m^2 , obwód 57 m , grubość ścian $0,3 \text{ m}$). Uwzględniamy dwa rodzaje gruntu – gliniasty i piaszczysty. Obliczenia dotyczą podłogi bez warstwy izolacji oraz z izolacją termiczną grubości 5, 10 i 15 cm (normowy współczynnik przewodzenia ciepła $U=0,04 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$). W obliczeniach nie uwzględniamy warstw posadzkowych i podkładowych.

Z przykładu wynika, że w domach energooszczędnych już 10 cm warstwa styropianu spełnia wymagania stawiane podłogom na gruncie (po uwzględnieniu warstw posadzkowych oraz podkładowych).

Oczywiście w mniejszych domach powinno się nieco zwiększyć grubość term izolacji. Podobnie jak w przypadku stosowania ogrzewania podłogowego.

Izolacyjność termiczna podłóg na gruncie w zależności od grubości izolacji

Grubość izolacji	Opór cieplny podłogi $R_{\min} \text{ [(m}^2\cdot\text{K)/W]}$	Współczynnik przenikania ciepła $U \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$	
		dla podłogi na glinie	dla podłogi na piasku
bez izolacji	–	0,50	0,63
5 cm	1,46	0,29	0,33
10 cm	2,71	0,21	0,23
15 cm	3,96	0,16	0,18

Izolacja termiczna – z polistyrenu ekstrudowanego, ewentualnie styropianu grubości 10–15 cm (przy ogrzewaniu podłogowym nie mniej niż 15 cm, często 20 cm). Czasami keramzyt lub żużel wielkopiecowy, gdy potrzebna jest warstwa wypełniająca grubości 40 cm lub więcej.

Podkład podpodłogowy – z betonu drobnopiękistego grubości od 4 cm (koniecznie zbrojony) do 7 cm (bez zbrojenia). Również suche podkłady z płyt OSB lub jastrychu gipsowego jako część tzw. podłóg pływających.

Przy ogrzewaniu podłogowym to akumulacyjne płyty żelbetowe grubości 12–20 cm.

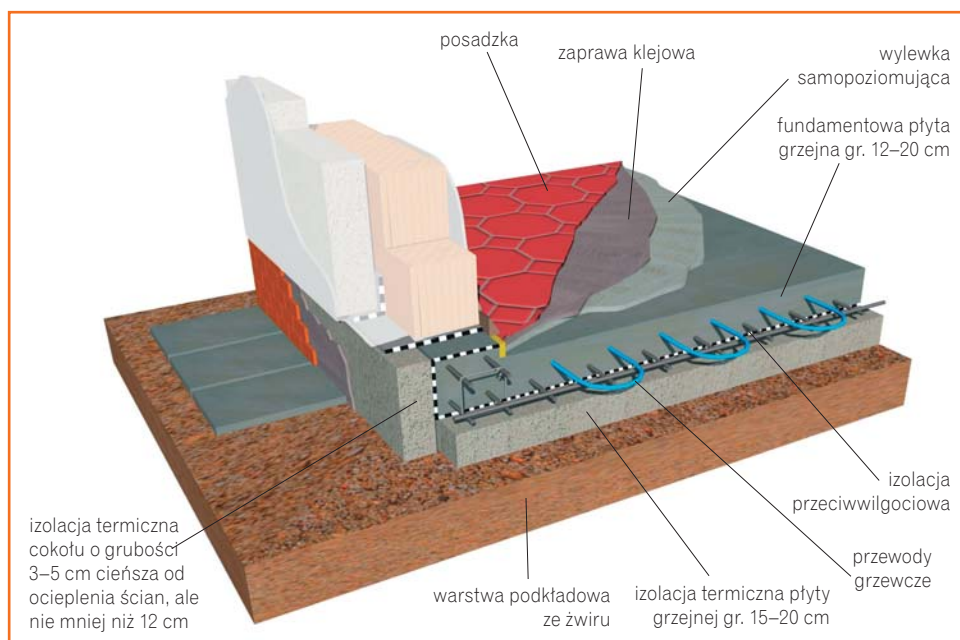
Posadzka – z różnych materiałów w zależności od przeznaczenia i wystroju wnętrza. Na ogrzewanie podłogowe najczęściej układa się płytki kamienne lub ceramiczne.

Wszystkie warstwy układane na izolacji termicznej powinny być dylatowane. Zalecenie to dotyczy głównie podłóg z ogrzewaniem podłogowym. Oczywiście jest bowiem, że styropian i beton, gips lub drewno charakteryzują się różną rozszerzalnością termiczną. Dylatacja obwodowa oddziela warstwy posadzkowe od ścian zewnętrznych i działowych i ma na celu ograniczenie drgań oraz hałasu (nawet o 2 dB). Dylatacja powierzchniowa zapobiega pękaniu betonowego podkładu na skutek skurczu – konieczne jest wydzielanie płaszczyzny o powierzchni mniejszej niż 30 m².

Fundamenty płytowe

Posadowienie budynku na żelbetowej płycie fundamentowej jest efektywnym i ekonomicznym rozwiązaniem, zwłaszcza gdy występują niestandardowe, trudne warunki gruntowo-wodne. W domach energooszczędnych preferowana jest ogrzewana płyta fundamentowa, która w ogóle może nie być zagłębiona w gruncie. To dość nowoczesne rozwiązanie ma wiele zalet ¹³.

Umożliwia wybudowanie domu przy wysokim poziomie wody gruntowej, na niejednorodnym podłożu o niewielkiej nośności. Podwójnie zbrojona płyta fundamentowa grubości 12–20 cm, ułożona na warstwie termoizolacyjnej ze styropianu grubości 15–20 cm i podłożu z zagęszczonego żwiru grubości 15–30 cm, jest na tyle wytrzymała i sztywna, że może być układana nawet na gruntach wysadzinowych. Roboty ziemne ograniczone są do usunięcia humusu, ułożenia i mechanicznego zagęszczenia warstwy



¹³ Przykładowy układ warstw w ogrzewanej płycie fundamentowej

drenażowej z pospółki, żwiru lub grubego piasku. Zaletą jest brak ścian fundamentowych. Nie ma grzejników na ścianach ani robót związanych z montażem tradycyjnej instalacji centralnego ogrzewania. Zarówno płyty fundamentowe, jak i podłogi na gruncie można ogrzewać za pomocą tradycyjnych instalacji wodnych zasilanych z pompy ciepła, pieca na gaz, olej opałowy czy pelety. To bardzo wygodne rozwiązanie, które może być dostosowane do możliwości i preferencji inwestora.

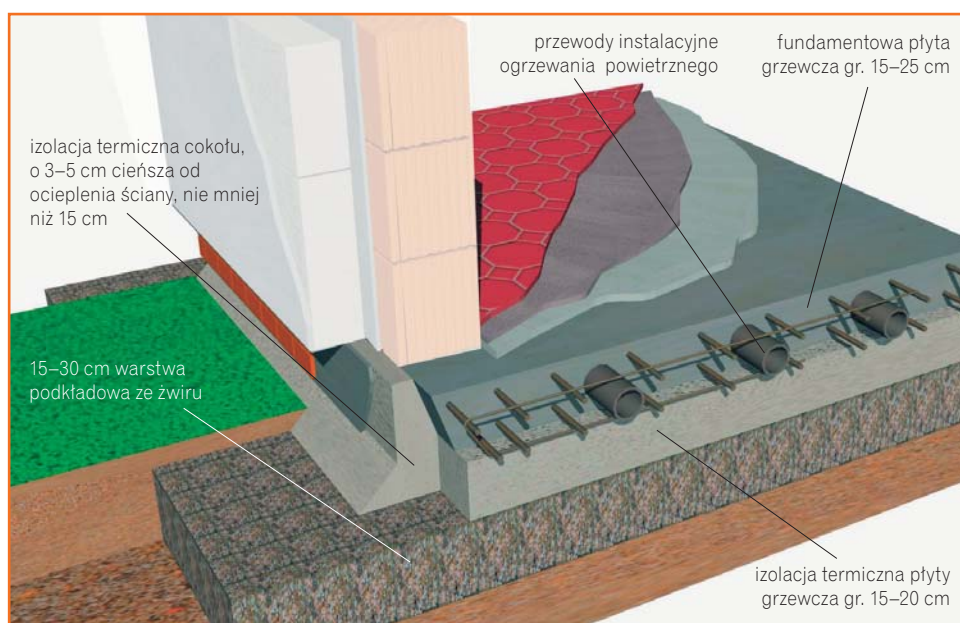
Można również zdecydować się na fundament grzewczy ¹⁴.

Warto jeszcze pamiętać, że dokumentacja projektowa musi być wykonana oddzielnie dla każdego inwestora. Tylko wtedy bowiem fundament i system grzewczy można dostosować do istniejących warunków terenowych, układu pomieszczeń w budynku oraz wymagań inwestora.

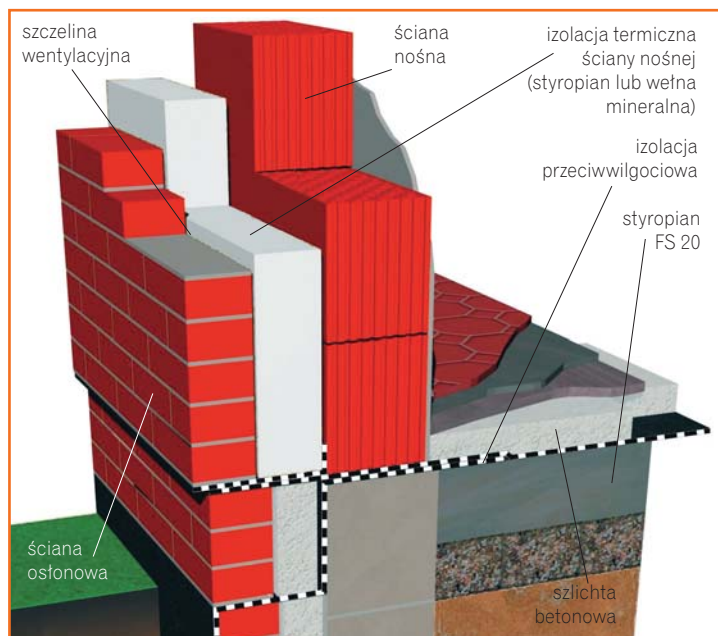
Przegrody nadziemne

Każdy dom ocenia się nie po fundamentach, lecz po widocznych częściach budow-

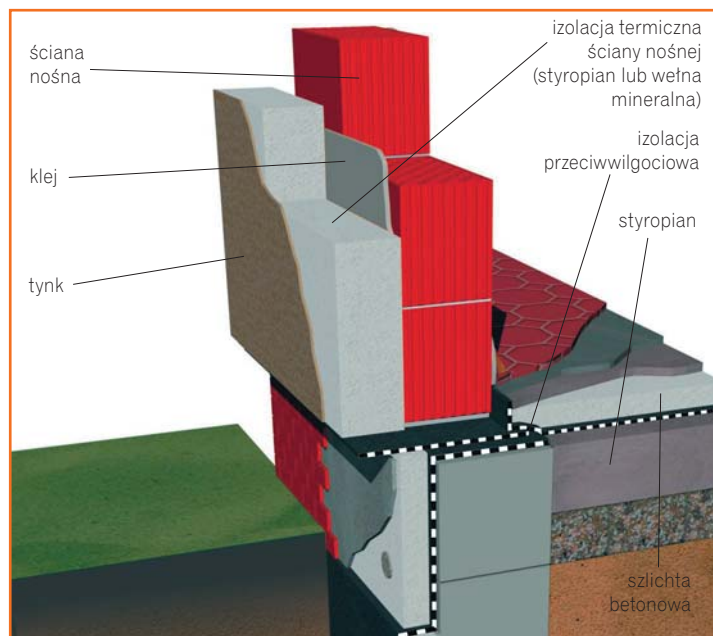
¹⁴ Płyta fundamentowa z ogrzewaniem powietrznym



rys. na podstawie materiałów firmy Legalett



15 Zewnętrzna ściana trójwarstwowa



17 Ściana dwuwarstwowa ocieplana metodą lekką mokrą

li. Z tego względu bardzo ważny jest dobór ścian, dachu, okien i drzwi. Przecież wygląd zewnętrzny tych elementów decyduje o atrakcyjności budynku, a rodzaj zastosowanych materiałów o parametrach technicznych przegród. Możliwości wyboru są ogromne i dlatego warto poznać niektóre istotne cechy.

Izolacyjność termiczna – to podstawowy parametr, który ma bezpośredni wpływ na koszty eksploatacji budynku. To dlatego że przez ściany i dach przenika około 30–55% ciepła dostarczonego do ogrzewania, a przez okna i drzwi około 15–25%. Nic zatem dziwnego, że zalecane jest stosowanie warstw wełny mineralnej lub styropianu grubości 15–25 cm oraz szyb dwukomorowych.

Izolacyjność akustyczna – ma znaczny wpływ na komfort życia mieszkańców. Jest szczególnie ważna w rejonach o zwiększonym poziomie hałasu zewnętrznego (centrach miast, przy drogach szybkiego ruchu, liniach kolejowych itp.). Dobłą izolacyjnością akustyczną charakteryzują się materiały ciężkie, takie jak beton, cegły ceramiczne i wapienno-piaskowe oraz materiały włókniste, np. wełna mineralna, filc.

Paroprzepuszczalność – potocznie nazywana „oddychaniem ścian” jest pożądana przez wielu inwestorów. Jednak w domach energooszczędnych nie ma znaczenia w związku z wymaganą szczelnością oraz zastosowaniem wentylacji mechanicznej. Jednak tradycjoniści powinni wybierać materiały

porowate np. beton komórkowy lub włókniste (wełna mineralna).

Akumulacyjność ciepła – niweluje dobowe skoki temperatury powietrza w pomieszczeniach oraz sprzyja oszczędzaniu energii cieplnej. Jest wymaganą cechą przegród w domach energooszczędnych i pasywnych. Dobłą akumulacyjnością charakteryzują się materiały ciężkie, takie jak kamień, beton, cegła klinkierowa lub wapienno-piaskowa.

Ściany zewnętrzne

Głównym zadaniem ścian domów jednorodzinnych jest ochrona mieszkańców przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi.

16 Pustaki wapienno-piaskowe typu SILKA to najlepszy materiał do budowy ścian dwu- i trójwarstwowych



fol. Xella

mi, zapewnienie im intymności oraz bezpieczeństwa. Ważny jest również efektowny wygląd, właściwości techniczne przegród wpływające na komfort życia oraz koszty eksploatacyjne budynku. W Polsce dominują wszelkie technologie bazujące na murowaniu ścian zewnętrznych. To dlatego że są powszechnie znane, łatwe do wykonania, odporne na błędy i stosunkowo tanie.

Ściany trójwarstwowe – są najlepszym rodzajem przegród, w których każda warstwa pełni ściśle określoną funkcję 15. Nośna, grubości zaledwie 18–20 cm, najlepiej jeśli jest wykonana z bloczków wapienno-piaskowych 16, pustaków ceramicznych MAX (ze szczelinami ustawionymi prostopadle do długości ściany) lub betonu komórkowego (najcięższych odmian), murowanych na spoiny pionowe i poziome. Zapewnia wytrzymałość, szczelność, akumulacyjność ciepłą oraz bardzo dobrą izolacyjność akustyczną. Warstwa termoizolacyjna ze styropianu lub płyt wełny mineralnej grubości 15–20 cm gwarantuje bardzo dobrą izolacyjność ciepłą przegrody oraz eliminuje mostki termiczne. Z kolei warstwa osłonowa grubości 8–12 cm z cegieł klinkierowych, wapienno-piaskowych, betonowych lub ceramicznych (często otynkowanych) zapewnia atrakcyjny wygląd budynku, a także trwałość oraz dodatkową izolacyjność akustyczną.

Ściany dwuwarstwowe – to bardzo dobre rozwiązanie pozwalające na uzyskanie



for. DUH
for. Aluplast

18 Elewacja z drewna jako atrakcyjny sposób zabezpieczenia termoizolacji

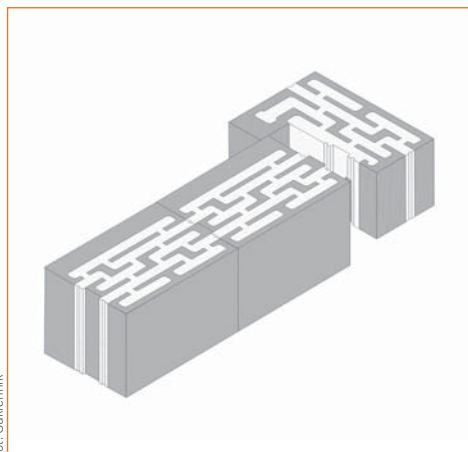


19 Panele z aluminium lub PVC – elementy osłonowe stosowane w metodzie lekkiej suchej

przegród o mniejszej grubości niż ściany trójwarstwowe. Jednak nieco mniej trwałe i bardziej podatne na uszkodzenia mechaniczne. Wewnętrzne ściany nośne grubości 24–29 cm wykonuje się z takich samych materiałów jak w ścianach trójwarstwowych. Warstwę izolacji termicznej stanowi głównie styropian lub znacznie rzadziej wełna mineralna. Ocieplenie najczęściej chronione jest przez siatkę z włókna szklanego i tynk cienkowarstwowy 17. Jako warstwę osłonową i wykończeniową stosuje się również deski i siding winylowy 18, 19.

Ściany jednowarstwowe – oczywiście z wkładką termoizolacyjną, są jednymi z lepszych rodzajów ścian w domach energooszczędnych. Muruje się je z keramzytowych pustaków, w których przestrzenie powietrzne wypełnione są kształtką styropianową (Fortis). W ścianach grubości zale-

20 Bloczki typu Fortis to dobry materiał na jednowarstwowe ściany



dwie 31–36 cm uzyskuje się współczynnik przenikania ciepła $U=0,19 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ 20.

Pogrubiona wewnętrzna warstwa keramzytobetonu wpływa na polepszenie akumulacyjności cieplnej oraz umożliwia wieszanie na ścianach ciężkich przedmiotów. Poza tym rozwiązania systemowe naroży, otworów okiennych i drzwiowych, nadproży, wieńców pozwalają uzyskać przegrody bez mostków termicznych.

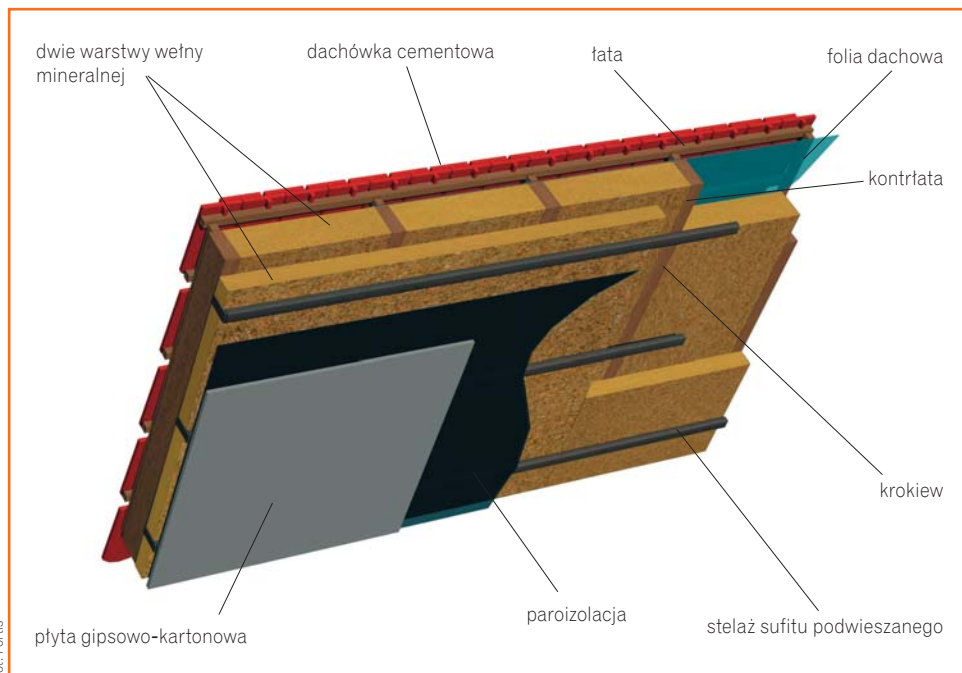
Dachy

Dach to jeden z najważniejszych elementów każdego budynku. Chroni przed deszczem,

śniegiem i wiatrem, usztywnia budowlę i często decyduje o atrakcyjności domu. Na użytkowych poddaszach musi spełniać wszystkie kryteria stawiane przegrodom zewnętrznym, zwłaszcza dotyczące izolacyjności termicznej i akustycznej. Na dodatek musi być lekki, a to można uzyskać tylko dzięki wielowarstwowej budowie 21.

Pokrycie dachu – może być wykonane z różnych dostępnych materiałów. Wszystko zależy od architekta i inwestora. Jednak najważniejsze jest, aby pokrycie było szczelne i trwałe. Na przykład trzcina zapewnia niekonwencjonalny wygląd, a przy grubości

21 Przykład połaci dachowej, możliwej do stosowania w domach energooszczędnych



for. Sukiennik

for. Fortis

40 cm także doskonałą izolacyjność akustyczną. Gonty lub wióry drewniane pasują do domów w starym stylu, ale są palne. Dachówki to materiał bardzo uniwersalny, choć dość ciężki. Pokrycia z blach są lekkie i trwałe, ale nie tłumią odgłosów padającego deszczu. Wreszcie papy asfaltowe doskonale sprawdzają się na pokryciach płaskich, lecz nie są zbyt estetyczne.

Poszycie dachu – dobiera się w zależności od rodzaju pokrycia. Wykonanie sztywne go poszycia z desek lub płyt OSB jest wymagane przy większości pokryć bitumicznych oraz blaszanych. Natomiast ołączenie konstrukcji, czyli przybicie drewnianych listew (łat i kontrłat) na podkładzie z folii wstępne go krycia potrzebne jest przy pokryciu dachówkami oraz wszelkiego rodzaju płytami bitumicznymi czy blaszanymi (blachodachówki, blachy trapezowe).

Wiatroizolacja – to inaczej folia dachowa, najczęściej o wysokiej paroprzepuszczalności, konieczna w domach z użytkowym poddaszem.

Zabezpiecza warstwę wełny mineralnej przed deszczem lub śniegiem mogącym przedostać się pod pokrycie, a jednocześnie umożliwia odparowanie wilgoci znajdującej się w warstwie termoizolacyjnej.

Konstrukcja więźby – w domach jednorodzinnych wykonywana jest niemal wyłącznie z bali i desek. Przeważają tradycyjne układy jętkowe i płatwiowo-kleszczowe dostosowane do niewielkich rozpiętości budynków oraz umiarkowanych kątów nachylenia połaci. Nieco rzadziej stosowane są więźby kratownicowe, elementy klejone lub drewniane belki dwuteowe.

Izolacja termiczna – wykonywana jest niemal wyłącznie z wełny mineralnej układanej w dwóch lub trzech warstwach. W do-



22 fot. Sokółka

22 Nowoczesne okno drewniane stosowane w domach energooszczędnych

mach energooszczędnych zalecane jest grubość 20–25 cm (min. 8 cm dla pojedynczej warstwy). Ten materiał nie tylko izoluje przed stratami ciepła, także świetnie tłumi hałas, jest sprężysty, niepalny i łatwo go ułożyć pomiędzy krokiewkami. Niestety, jest wrażliwy na zawilgocenie i przewiewanie przez wiatr.

Paroizolacja – to powłoka nieprzepuszczająca pary wodnej. Chroni wełnę mineralną przed zawilgoceniem, a w konsekwencji przed utratą właściwości termoizolacyjnych. Najlepsza jest z folii polietylenowej z dodatkową warstwą metalu (aluminium). Ma zdolność odbijania promieniowania ciepłego z powrotem do wnętrza pomieszczeń. Musi być układana na zakład szerokość 5–10 cm. Ważne jest również, aby wszystkie połączenia i miejsca wbicia zszywek były uszczelnione taśmą samoprzylepną.

Okladzina wewnętrzna – jest dobierana w zależności od przeznaczenia pomieszcze-



23 fot. M&S więcej niż okna

23 Dwukomorowa szyba zespolona + ocieplany profil z włókna szklanego = dobre okno

nia, gustu oraz możliwości finansowych inwestora. Może to być boazeria, ale obecnie najczęściej stosuje się płyty gipsowo-kartonowe lub mocniejsze gipsowo-włóknowe. Nie tylko tworzą gładkie powierzchnie, ale jeszcze są ogniochronne, odporne na zawilgocenie (GKFI) oraz dobrze tłumią hałas. Na dodatek są dość sztywne, a ich grubość to tylko 10–20 mm (zalecane grubsze lub układane w 2 warstwach).

Okna i drzwi

Okna i drzwi to przegrody budowlane, których izolacyjność termiczna jest od kilku do kilkunastu razy gorsza niż ścian czy dachu. Niestety, muszą być w każdym budynku mieszkalnym. Jednak w domach energooszczędnych powinny charakteryzować się jak najlepszym współczynnikiem przenikania ciepła $U < 1,0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ (zalecane nawet $U < 0,8 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$). To dlatego że tylko okna umieszczone w elewacji południowej ($U < 0,8 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$) mogą dać jakikolwiek zysk energetyczny od promieniowania słonecznego **22**, **23**. Wszystkie inne w ogólnym rozrachunku powodują straty ciepła. Wniosek jest następujący: przy stolarnie o gorszych parametrach termicznych nie należy przesadzać z jej wielkością. Wskazane jest stosowanie wielu okien nieotwieranych, które są bardziej szczelne i mają mniejszą powierzchnię ram (najczęściej o dużo gorszych parametrach termicznych). Zawsze warto rozważyć zakup okien z szybami dwukomorowymi o współczynniku $U_g = 0,6 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. ■

Porównanie parametrów wybranych szyb zespolonych

Szyba zespolona	Przepuszczalność światła LT [%]	Przepuszczalność energii słonecznej g [%]	Współczynnik przenikania ciepła $U \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$
dwukomorowa 4T/10Kr/4/10Kr/4T	65	42	0,6
jednkomorowa 4T/16Kr/4T	72	45	0,9
jednkomorowa 4/16Ar/4T	76	56	1,1
jednkomorowa 4/16/4	83	76	2,9

T – powłoka niskoemisyjna termofloat;
Kr – przestrzeń między szybami wypełniona kryptonem;
Ar – przestrzeń między szybami wypełniona argonem