

Paweł Helbrych

## **TECHNOLOGIA WYKONYWANIA BUDYNKÓW JEDNORODZINNYCH PRZY UŻYCIU PUSTAKÓW STYROPIANOWYCH**

### **Wprowadzenie**

Obecnie kierunek rozwoju budownictwa w Polsce wyznaczają przede wszystkim trzy kryteria: ekonomia, czas realizacji przedsięwzięcia budowlanego oraz prostota technologii. Aby spełnić te wymagania, już od wielu lat poszukuje się coraz to nowszych materiałów, rozwiązań technologicznych oraz pracuje nad poprawą starszych technologii, aby sprostały współczesnym wymaganiom. Wydawać by się mogło, że technologia budowy domów jednorodzinnych z pustaków styropianowych doskonale wpisuje się w dzisiejsze standardy budownictwa [1, 2].

Domy z pustaków styropianowych powstawały w Polsce już w połowie lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia, natomiast na zachodzie Europy, w Australii, Kanadzie czy Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej obecne są od blisko pięćdziesięciu lat, technologia ta więc nie jest nowością, jednak pozostaje wciąż w cieniu rozwiązań tradycyjnych. Wynika to przede wszystkim z faktu, że inwestorzy patrzą z obawą na nowe i mniej popularne systemy budowania. Prawdą jest również stwierdzenie, że technologia budowy przy użyciu pustaków wykonanych z polistyrenu niesie ze sobą wiele znaków zapytania oraz zmusza do zastosowania nietypowych i niestandardowych rozwiązań technicznych. Opisywana technologia może być z powodzeniem stosowana nie tylko do budowy domów jednorodzinnych, ale również wielorodzinnych, jednak w takim przypadku istnieje ograniczenie co do wysokości budowli - konstrukcja nie może być wyższa niż 25 m. Budowane w tej technologii obiekty mogą być wolno stojące, szeregowe, jak również bliźniacze. Pustaki styropianowe stosowane są także do wznoszenia ścian w budynkach przemysłowych, magazynach, chłodniach, obiektach gospodarczych, użyteczności publicznej, garaży oraz nadbudów. Na polskim rynku istnieje co najmniej kilka firm produkujących pustaki styropianowe, wszyscy producenci przyrównują swój system budowy do zabawy klockami lego [3, 4].

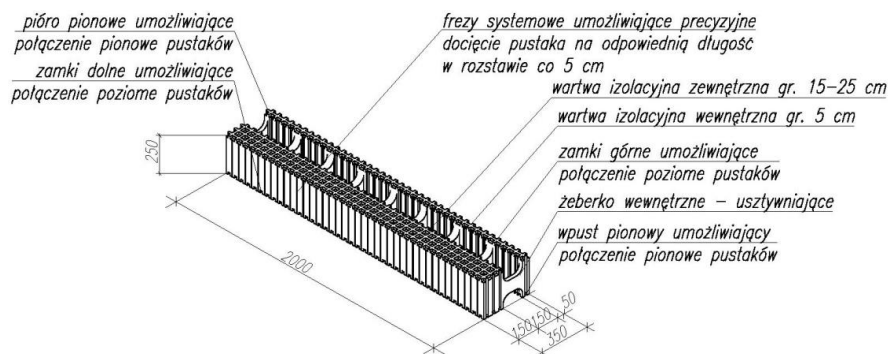
## 1. Charakterystyka pustaków styropianowych dostępnych w Polsce

Porównanie budowania z pustaków styropianowych do budowania z klocków lego rzeczywiście jest trafne, jednak należy pamiętać, że jest to jedynie luźne stwierdzenie. Kształtki styropianowe zbudowane są z twardego styropianu, różniącego się swą gęstością od styropianów wykorzystywanych do ocieplania budynków, dzięki czemu pustak nie jest łatwopalny, a wręcz samogasnący. Jest to dość ważna cecha wpływająca na bezpieczeństwo mieszkańców budynku pod względem przeciwpożarowym. Dodatkowo pustaki styropianowe są odporne na wilgoć i czynniki biologiczne, takie jak bakterie glebowe czy mikroorganizmy. Wykonywane są maszynowo, dlatego każdy element systemu jest dokładnie dopasowany do innego. Pustaki łączy się na pióro-wpust zarówno w poziomej płaszczyźnie elementu, jak i w pionowej. Nie są więc potrzebne ani spoiny pionowe, ani poziome, dzięki czemu czas budowy się skraca [2, 7-9].

W systemach dostępnych na polskim rynku kształtki styropianowe pełnią zawsze dwie funkcje. Pierwsza - konstrukcyjna - pustak styropianowy jest w rzeczywistości szalunkiem traconym i nie przenosi obciążeń, dopiero po wypełnieniu go mieszanką betonową tworzy się ściana z betonu, przenosząca obciążenia, druga dotyczy izolacyjności cieplnej. W Polsce dostępne są systemy z różnymi grubościami ocieplenia od zewnętrznej strony, natomiast od strony wewnętrznej wszyscy producenci oferują warstwę styropianu grubości pięciu centymetrów. Pustaki w swoim wnętrzu posiadają żebra usztywniające konstrukcję elementu oraz ułatwiające ich transport podczas budowania. Żebra wykonane są przeważnie ze styropianu, tworzywa sztucznego, rzadziej ze stali. Polskie systemy wykorzystujące pustaki styropianowe mogą się składać nawet z kilkudziesięciu kompatybilnych ze sobą elementów, idealnie pasujących do siebie, dzięki czemu budowanie z ich użyciem pozwala na skrócenie czasu budowy o około 10÷20%. Trzeba zaznaczyć, że każdy element ma za zadanie ułatwić pracę i ją przyspieszyć. W systemach można znaleźć: nadproża, elementy korygujące wysokość, elementy podparcia stropu, pustaki stropowe, elementy zawiasowe służące do wykonywania naroży budynku o różnych kątach, pustaki ławy fundamentowej, elementy służące do zaślepienia pustaków itd. [5, 6, 9, 10].

Najpopularniejszym pustakiem styropianowym obecnie na rynku jest pustak z piętnastocentymetrową warstwą izolacyjną od zewnątrz. W świetle rozporządzenia ministra infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 roku zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [11], które określa współczynnik przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych na poziomie  $0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , pustak styropianowy z piętnastocentymetrowym ociepleniem od zewnątrz może być wykorzystywany w budownictwie domków jednorodzinnych, ponieważ przy użyciu tego typu materiału otrzymuje się przegrodę o współczynniku na poziomie  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . W tym systemie przegroda ma grubość 35 cm (5 cm ocieplenia od wewnętrznej strony + 15 cm ściana + + 15 cm ocieplenie od strony zewnętrznej), łatwo więc zauważyć, że system ten w porównaniu do budownictwa tradycyjnego (29 cm + 15 cm) zyskuje na stosunku powierzchni zabudowy do powierzchni użytkowej budynku. W Polsce dostępne są

również systemy wykorzystujące pustaki styropianowe z ociepleniem zewnętrznym grubości pięciu, dwudziestu oraz dwudziestu pięciu centymetrów. Przegroda wykonana za pomocą pustaków z dwudziestopięciocentymetrowym ociepleniem od strony zewnętrznej ma grubość całkowitą 45 cm, a współczynnik przenikania ciepła na poziomie  $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , dzięki czemu system ten można wykorzystać do budowy budynków pasywnych. Na rysunku 1 znajduje się schemat pustaka styropianowego z piętnastocentymetrową warstwą ocieplenia od strony zewnętrznej [5, 11, 12].



Rys. 1. Schemat pustaka styropianowego z piętnastocentymetrową warstwą ocieplenia od strony zewnętrznej

## 2. Technologia budowania

Obecnie na polskim rynku można znaleźć kilka firm produkujących systemy budowlane z wykorzystaniem elementów styropianowych, pozwalających na zbudowanie domu jednorodzinnego wykonanego całkowicie w tej technologii. Zasady budowania dla wszystkich tych systemów są niemal jednakowe [7, 8, 13].

Technologie wykorzystujące kształtki styropianowe można łatwo łączyć z technologiami tradycyjnymi, a sposób budowania zależy jest od decyzji inwestora w kwestii doboru materiałów [10, 12].

Murowanie z wykorzystaniem wyżej wymienionych systemów zaczyna się od odpowiedniego wykonania ław fundamentowych. Ławy muszą być wykonane, zaizolowane oraz wypoziomowane zgodnie z dokumentacją techniczną. Na odpowiednio przygotowanej ławie fundamentowej należy ułożyć warstwę izolacji poziomej, np. 2x papa na lepiku, po czym można przystępować do murowania ścian fundamentowych za pomocą przeznaczonych do tego celu pustaków styropianowych. Należy szczególną uwagę zwrócić na odpowiednie wypoziomowanie pierwszej warstwy pustaków, ponieważ ewentualna różnica poziomów będzie, ze względu na brak spoin poziomych, trudna do wyrównania. Po wykonaniu ścian fundamentowych należy nałożyć na nie tynk, np. na siatce z włókna szklanego, a następnie izolację przeciwwodną pionową. Należy zaznaczyć, że podczas budowania ścian fundamentowych z wykorzystaniem systemów pustaków styropianowych bardzo

łatwe jest rozprowadzenie wszystkich instalacji (sanitarnej, elektrycznej, wodnej, gazowej) ze względu na łatwość wykonywania otworów w niewypełnionych mieszanką pustakach [2, 4, 10].

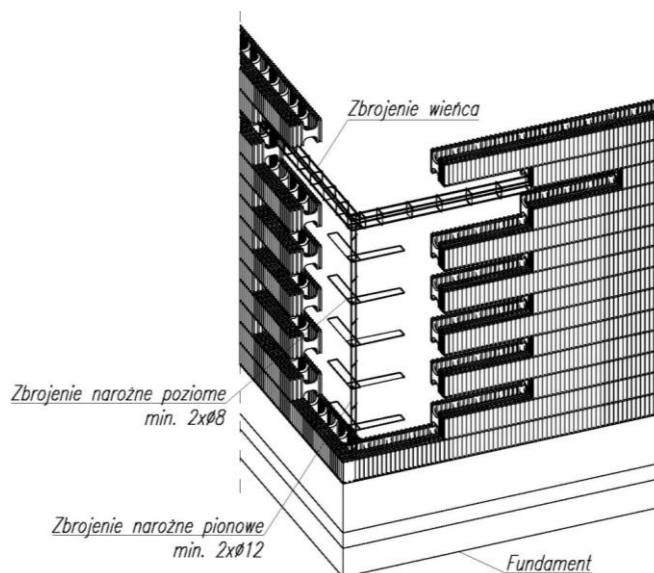
W dostępnych na polskim rynku systemach wykorzystujących pustaki styropianowe znajdują się również kształtki umożliwiające wykonanie płyty fundamentowej. Takie rozwiązanie jest polecane przez producentów oraz korzystne dla wykonawców, ponieważ elementy systemu służą jednocześnie za szalunek i warstwę izolacyjną. Należy zaznaczyć, że w tym przypadku rozprowadzenie instalacji jest również bezproblemowe. Poprawnie rozłożone i wypoziomowane kształtki dają efekt w postaci równej płyty fundamentowej, co znacząco ułatwia rozpoczęcie murowania ścian zewnętrznych i wewnętrznych budynku. Rysunek 2 przedstawia realizację płyty fundamentowej przy użyciu kształtek styropianowych [5, 6, 9].



Rys. 2. Kształtki styropianowe do płyt fundamentowych

Najbardziej niekorzystną sytuacją dla wykonawców jest konieczność rozpoczęcia murowania na niewypoziomowanym fundamencie. Należy wówczas odpowiednio wyrównać powierzchnię, na której zaczyna się układanie pustaków poprzez ułożenie wyrównującej warstwy zaprawy. Często firmy wykonawcze w celu wypoziomowania pierwszej warstwy pustaków stosują tzw. podbijanie drewnianymi klinami. Jest to stosunkowo dobra metoda, jeżeli powstająca szczelina, pomiędzy podłożem a kształtką, nie jest większa niż 25 mm i docelowo będzie wypełniona pianką poliuretanową, tak aby jak najbardziej zminimalizować ryzyko powstawania mostków termicznych. Wykonawcy również często docinają kształtki tak, aby górna powierzchnia pierwszej warstwy pustaków była w poziomie. To rozwiązanie nie jest jednak zalecane przez producentów, ponieważ prowadzi ono do nierównomiernego obciążenia fundamentów [2, 5, 8, 10].

Budowę ścian zawsze należy zaczynać od naroży budynku, stosując specjalnie do tego przeznaczone kształtki systemowe. Pierwszą warstwę poziomą należy zbroić w poziomie, tworząc zamknięty obwód. Minimalne zbrojenie poziome to  $2 \times \phi 12$  w postaci tzw. drabinki. Naroża również należy zbroić prętami narożnymi w postaci gotowych drabinek lub tradycyjnie. Zbrojenie naroży tworzą pręty o średnicach  $\phi 12$  (zbrojenie pionowe) oraz  $\phi 8$  (przewiązanie). Zbrojenie w narożach budynku pokazuje rysunek 3.



Rys. 3. Schemat zbrojenia naroży budynków wykonanych z wykorzystaniem pustaków styropianowych

Układanie kolejnych warstw pustaków powinno odbywać się w taki sam sposób jak pierwszej, przy czym należy pamiętać, że połączenia pionowe w poszczególnych warstwach powinny się mijać, a połączenia poziome powinny być wykonane starannie, tak aby nie dopuścić do wycieków mieszanki betonowej. Każda kondygnacja powinna być zakończona wieńcem. Zbrojenie wieńca układa się w specjalnie do tego przeznaczonych pustakach systemowych [4-6].

Otwory okienne i drzwiowe w technologii wykorzystującej pustaki styropianowe wykonuje się na dwa sposoby zależne od asortymentu wybranego producenta. W pierwszym wykorzystuje się gotowe pustaki do wykonania otworu. Elementy te skonstruowane są w taki sposób, że można je dociąć tylko z jednej strony na wymiar potrzebny do wykonania otworu, natomiast od strony otworu okiennego pustak jest zamknięty, tak aby zapobiec wydostaniu się mieszanki betonowej. Drugi sposób, wykorzystywany przez większość firm, opiera się na systemie „zaślepek”. Kształtkę docina się na dowolną długość, a od strony otworu pustak zamyka się elementem systemowym, który ma zapobiec wypłynięciu mieszanki betonowej. Podczas wykonywania otworów okiennych krawędzie boczne należy usztywnić poprzez

ułożenie zbrojenia pionowego minimum  $2 \times \phi 12$  w postaci tradycyjnego zbrojenia lub drabinek systemowych. Nad otworami układa się zbrojenie w pustakach przeznaczonych do wykonywania nadproży, wielkość zbrojenia nadproży musi wynikać z projektu technicznego. Kształtki nadprożowe podpira się specjalnymi stojakami lub wykorzystując puste, niewypełnione pustaki [3, 5, 8].

Producenci kształtek styropianowych nie mają w swojej ofercie elementów przeznaczonych do wykonywania ścian wewnętrznych. Wynika to z bezcelowości ocieplania wewnętrznych ścian nośnych czy działowych. Zazwyczaj ściany działowe wykonuje się w technologii tradycyjnej. O połączeniu ścian wewnętrznych i zewnętrznych należy pamiętać już na etapie układania kształtek ścian zewnętrznych. Drut umieszcza się na całej wysokości ściany zewnętrznej w miejscu połączenia ze ścianą wewnętrzną, w rozstawie co drugi pustak [2, 3, 5, 13].

Betonowanie ścian można prowadzić na dwa sposoby. W pierwszym betonuje się ścianę na całej wysokości kondygnacji, z zastrzeżeniem, że ściana nie może być wyższa niż 3 m, z wykorzystaniem pompy samochodowej. Lej pompy wprowadza się możliwie głęboko w konstrukcję z pustaków, a prędkość podawania mieszanki betonowej nie może przekraczać  $8 \text{ m}^3/\text{h}$ . Ta metoda przeznaczona jest wyłącznie dla doświadczonych wykonawców, bowiem błędy wykonawcze skutkują wypaczeniem konstrukcji budynku. Drugi sposób opiera się na betonowaniu ręcznym na wysokość trzech pustaków. Mieszankę wprowadza się do rdzenia ściany za pomocą narzędzi prostych. Dobrym rozwiązaniem jest betonowanie przy użyciu specjalnego zasypnika, ułatwiającego wprowadzanie mieszanki i minimalizującego ryzyko zabrudzenia zamków górnych pustaków. W obu metodach uziarnienie kruszywa mieszanki betonowej nie może być większe niż 0-8 mm, gdyż wykorzystanie większego uziarnienia kruszywa grozi powstaniem kawern w budowanej ścianie. Klasa betonu nie może być niższa niż C12/15. Betonowanie należy rozpocząć dopiero po ułożeniu zbrojenia. Ułożonej w pustakach mieszanki nie można wibrować za pomocą wibratorów wgłębnych, ponieważ ewentualny kontakt buławy wibratora z pustakiem powodowałby jego wibrację, co z kolei prowadzi do rozsegregowania kruszywa w mieszance betonowej. Ponadto wibratory o dużej średnicy zagęszczania mogłyby uszkodzić konstrukcję pustaka. Odpowiednim sposobem zagęszczania mieszanki betonowej umieszczonej w pustakach styropianowych jest sztychowanie lub „opukiwanie” ściany młotkiem poprzez drewnianą deseczkę lub gumowy podkład [1, 5].

Producenci pustaków styropianowych ze swoją ofertą nie ograniczają się jedynie do kształtek przeznaczonych do budowania ścian. Praktycznie każda firma zajmująca się produkcją tego typu systemów budownictwa posiada w ofercie również styropianowe pustaki stropowe. Technologia układania stropów w systemach wykorzystujących pustaki styropianowe jest identyczna jak przy stropach gęstożebrowych. W zależności jednak od producenta stropy wykonane przy użyciu pustaków styropianowych różnią się od siebie rozpiętościami oraz grubością nadlewki betonowej. Jednak każdy taki strop należy zbroić zgodnie z projektem technicznym. Wylewanie stropu można zaczynać dopiero po uzyskaniu przez ściany pełnej wytrzymałości na ściskanie, to jest po 28 dniach [5, 9, 13].

Nieco inaczej wygląda sytuacja na rynku budowlanych systemów styropianowych pod względem kształtek dachowych. Tylko niektóre firmy posiadają je w swojej ofercie. Wynika to z faktu, że jest to produkt stosunkowo nowy i nie do końca przyjął się na naszym rynku. Takie kształtki nadają się do wstępnego krycia dachów skośnych dwuspadowych o kącie nachylenia nie mniejszym niż 14°. Tak wykonany dach można kryć każdym rodzajem dachówki. Kształtki nie nadają się natomiast do pokrycia blachą [5, 9, 10].

### 3. Wady i zalety technologii

Technologia budowania domów jednorodzinnych z wykorzystaniem pustaków styropianowych ma wiele zalet, jednak posiada również wady. Niewątpliwą zaletą tej technologii jest możliwość budowania bez zatrudniania specjalistycznej firmy wykonawczej, systemy są bowiem na tyle łatwe, że człowiek z technicznym zacięciem bez problemu może budować. Na budowie nie potrzeba specjalistycznego sprzętu, elementy są lekkie i łatwe do przenoszenia. Pustaki nie wymagają specjalnego miejsca do składowania ani nie powodują zabrudzenia placu budowy. Do budowania potrzeba właściwie jedynie narzędzi prostych, takich jak młotek, kielnia, sznurek czy piła do drewna. Mieszanke betonową do wypełnienia kształtek można mieszać na budowie, korzystając z typowych proporcji 1:4:1, gdzie na jedną porcję cementu przypadają cztery porcje żwiru (o uziarnieniu 0-8 mm) oraz jedna porcja kruszywa. Producenci chętnie dzielą się z inwestorami wiedzą na temat budowania przy użyciu ich technologii [4, 5].

Do wad można zaliczyć słabą izolację akustyczną pomieszczeń w wybudowanym już domu, jednak jest to aspekt, który producenci starają się jak najbardziej poprawić. Konieczność niemal natychmiastowego wykończenia ścian zewnętrznych również można uznać za wadę. Pustaki narażone na działanie promieni słonecznych stają się żółte i kruszeją. Na pewno w czasie budowy należy większą uwagę niż w technologiach tradycyjnych zwracać na estetyczne wykonanie. Także dzielenie przedsięwzięcia budowlanego na etapy dłuższe niż 4 miesiące powoduje narażenie pustaków na działanie promieni słonecznych. Inwestor, decydując się na budowanie w tej technologii, powinien również brać pod uwagę konieczność zastosowania wentylacji mechanicznej w budynku, ponieważ ściany z kształtek styropianowych w znikomym stopniu przepuszczają parę wodną. Ogrzewanie budynku musi być prowadzone w sposób stały, ponieważ ściany nie akumulują ciepła, przy ogrzewaniu doraźnym bardzo odczuwalne są skoki temperatury - budynek szybko się nagrzewa, ale też szybko studzi [5, 6].

### Wnioski

Technologia budowania wykorzystująca pustaki styropianowe nie jest popularną technologią budowania w Polsce, co wynika na pewno z przywiązania inwestorów do tradycji. Sama technologia jest cenowo porównywalna z innymi bardziej tradycyjnymi, jednak brak możliwości podzielenia budowy na etapy oraz koniecz-

ność prawie natychmiastowego wykończenia zarówno ścian zewnętrznych, jak i wewnętrznych generuje koszty, których, jak w technologii tradycyjnej, nie można odłożyć na nieco późniejszy okres. Samo budowanie jest proste oraz szybkie. Jest to na pewno ciekawa technologia, która pozwala budować w sposób nieco inny niż tradycyjny oraz w sposób energooszczędny.

### Literatura

- [1] [www.styropak.pl](http://www.styropak.pl)
- [2] [www.knaufblog.pl](http://www.knaufblog.pl)
- [3] [www.isohome2000.kraków.pl](http://www.isohome2000.kraków.pl)
- [4] [www.styropian.biz](http://www.styropian.biz)
- [5] Śmiałek A., Domy z pustaków styropianowych, Murator 2010, 1.
- [6] [www.tobudowa.com](http://www.tobudowa.com)
- [7] [www.e-izolacje.pl](http://www.e-izolacje.pl)
- [8] [www.e-sciany.pl](http://www.e-sciany.pl)
- [9] [www.studioatrium.pl](http://www.studioatrium.pl)
- [10] [www.izodom2000polska.com](http://www.izodom2000polska.com)
- [11] Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, z późniejszymi zmianami, DzU 2002, Nr 75, poz. 690.
- [12] [www.termoorganika.com.pl](http://www.termoorganika.com.pl)
- [13] [www.budowa.wieszjak.pl](http://www.budowa.wieszjak.pl)

### Streszczenie

W artykule omówiono technologie wykonywania budynków jednorodzinnych przy użyciu pustaków styropianowych, zasady wykonywania przegród budowlanych oraz nowe technologie dotyczące tego typu materiałów budowlanych. Przedstawiono zalety i wady domów jednorodzinnych wykonanych z pustaków styropianowych. Poruszono również problem izolacyjności cieplnej przegród budowlanych wykonanych w tej technologii w odniesieniu do obowiązujących przepisów prawnych.

### **Technology of building detached houses with use of hollow Styrofoam blocks**

#### **Abstract**

The article discusses the technology of building detached houses with use of hollow styrofoam blocks, rules for the building envelope, and new technologies for this type of building materials. It also presents the advantages and disadvantages of detached houses made of Styrofoam blocks. Also raised the problem of thermal insulation of building partitions made in this technology, in relation to the effective legislation.