

**Gabriela RUTKOWSKA**

Katedra Budownictwa i Geodezji SGGW  
Department of Civil Engineering and Geodesy WULS

### **Analiza możliwości wykorzystania ekologicznych materiałów budowlanych we współczesnym budownictwie niskim jednorodzinny**

### **The analysis of possibilities of using of ecological building materials in contemporary single – family low building**

**Słowa kluczowe:** ekologiczny materiał budowlany, drewno, słoma, glina

**Key words:** ecological building material, wood, straw, clay

#### **Wprowadzenie**

Cała sztuka budowania zawsze była i jest do dnia dzisiejszego uwarunkowana istniejącymi na rynku materiałami budowlanymi. Wiadomo jest, iż materiały są niezbędne w całym procesie budowania. Sama koncepcja i projekt obiektu budowlanego są związane z rodzajem materiału, który wpływa na formę architektoniczną i konstrukcję danego obiektu. Ogólnie „materiałem budowlanym” nazywa się materiał, który jest użyty do wykonania obiektu budowlanego, jak również do jego naprawy, remontu bądź modernizacji przez umieszczenie go w nim na stałe.

Określenie „materiał budowlany”, pokrywa się z terminem „wyrób budow-

lany”, używanym w aktach prawnych Unii Europejskiej, skąd przejmowany jest do terminologii polskiej, dotyczącej jakości budownictwa. Materiałem budowlanym jest każdy wyrób budowlany na stałe połączony z obiektem budowlanym, „...wytworzony w celu wbudowania, wmontowania, zainstalowania lub zastosowania w sposób trwały w obiekcie budowlanym” (Osiecka 2002).

#### **Metodyka badań**

Materiały ekologiczne to takie, które powinny spełniać możliwie wiele z wymienionych poniżej kryteriów. Materiały te muszą zatem być (Pearson 1998):

- odtwarzalne i występujące w dużych ilościach, pochodzące z różnych źródeł naturalnych oraz takie, których produkcja ma mały wpływ na środowisko,

- niezanieczyszczające i nieemitujące do środowiska szkodliwych oparów, pyłów czy substancji trujących, zarówno w trakcie produkcji, jak i ich stosowania,
- energooszczędne, zużywające bardzo mało energii podczas produkcji, transportu oraz stosowania i pochodzące głównie z lokalnych źródeł, o dobrych właściwościach izolacyjnych, co pozwoli utrzymać w domu w zimie ciepło, w lecie chłód, a zatem oszczędzać energię,
- trwałe, łatwe do utrzymania i naprawy, testowane i wypróbowywane przez pokolenia – jak ma to miejsce z naturalnymi materiałami,
- wytwarzane w godziwych i społecznie sprawiedliwych warunkach,
- wytwarzane tak, aby ilość odpadów była mała i by była możliwość ich ponownego przetworzenia (recyklingu), co przyczyni się do zaoszczędzenia ogromnych ilości energii.

Analizę możliwości wykorzystania ekologicznych materiałów budowlanych we współczesnym budownictwie jednorodzinnym przeprowadzono na podstawie bezpośrednich badań terenowych oraz dostępnej literatury przedmiotu (Pearson 1988, Mikoś 2000, Klemm i Heim 2004, 2005 itp.). Badania nie były skupione na jednym obszarze ze względu na niewielką popularność materiałów ekologicznych, do których zalicza się: drewno, słomę, glinę i silikaty.

### **Budownictwo ekologiczne**

Termin „budownictwo ekologiczne” nie jest jeszcze zbyt popularny, nie tylko w naszym kraju, ale i za granicą. Używa

się go zamiennie, na przykład jako: „budowle ekologiczne”, „budowanie ekologiczne”, „budynki słoneczne” (wykorzystujące energię słoneczną). Pod pojęciem „budownictwo ekologiczne” można także rozumieć budownictwo ze zdrowych i energooszczędnych materiałów, oparte na energooszczędnych rozwiązaniach oraz energooszczędnych i nieniszczących otoczenie technikach realizacji, mocniej zespolonych z przyrodą i znacznie mniej zanieczyszczających otoczenie naturalne niż budownictwo konwencjonalne.

Przed budownictwem ekologicznym postawiono następujące cele główne (Mikoś 2000):

1. Znaczna poprawa zdrowotności budynków, czyli minimalizacja potencjału szkodliwego dla zdrowia.
2. Znaczne zmniejszenie obciążenia środowiska naturalnego spowodowanego przez budynki i ich zespoły, czyli minimalizacja zanieczyszczeń otoczenia.
3. Minimalizacja zużycia energii podczas wznoszenia i w czasie eksploatacji budynków i obiektów oraz maksymalne wykorzystanie energii odnawialnej.
4. Kształtowanie rozwiązań budynków i ich zespołów z maksymalnym wykorzystaniem naturalnej roślinności, jako płaszcza biologicznego budynków.

Wszystko to, co składa się na budownictwo, od uzyskiwania surowców aż po wyburzenie starych budynków i obiektów, musi zostać przystosowane ściśle i bez reszty do procesów wzrostu starzenia i rozpadu w naturalnym środowisku przyrodniczym. Budownictwo ekologiczne bazuje na „biologii budownictwa”, dla którego głównym motywem jest zdrowie ludzkie.

Natomiast wymagania standardowe dla budynków ekologicznych dotyczą (Mikoś 2000):

- małego zużycia energii i ochrony środowiska naturalnego,
- ochrony środowiska zamieszkania i pracy przed szkodliwym oddziaływaniem akumulacji ciepłej i wilgotnościowej przegród i budynków,
- ochrony przed hałasem,
- odporności ogniowej,
- łatwości i ekologiczności procesu rozbiórki i recyklingu.

### **Badania terenowe**

Przedmiotem badań były współczesne budynki, mające charakter jednorodzinny, zaliczające się do kategorii budynków niskich. Starano się odszukać takie, które w przeważającej części zostały zbudowane z ekologicznego materiału. Było to niewątpliwie bardzo trudnym zadaniem, dlatego też badania nie są skoncentrowane na jednym obszarze. Co więcej, kilka przykładów to budynki obecnie powstające, niektóre zaś zostały zbudowane tylko i wyłącznie w celach pokazowych, ekspozycyjnych. Mimo to całkiem dobrze mogą pomóc podjąć decyzję, z jakiego materiału postawić dom, aby pozostać w harmonii i zgodzie z naturą.

Celem przeprowadzonych badań terenowych było uzyskanie niezbędnych danych i informacji, potrzebnych do przeprowadzenia analizy możliwości wykorzystania ekologicznych materiałów budowlanych w budownictwie jednorodzinny. Do opracowania analizy wybrano 12 budynków. W niniejszym artykule została przedstawiona przykła-

dowa charakterystyka trzech wybranych budynków.

Budynek nr 1 jest częścią gospodarstwa agroturystycznego, znajdującego się w Kocku, mieście leżącym w województwie lubelskim, w powiecie lubartowskim. Badany budynek to domek modelowy, o powierzchni użytkowej wynoszącej 46 m<sup>2</sup>. Głównym budulcem są prasowane bele słomy otoczone gliną, tzw. glinosłombele, a także sosnowe żerdzie. Fundament powstał w formie betonowego wieńca, podmurówka zaś utworzona została z cegieł i kamieni. Pokrycie dachu wykonane zostało z wiór osikowych przybijanych do łąt. Od strony wewnętrznej ściany pokryto tynkiem glinianym o grubości 8 cm, od zewnątrz – 10 cm. Podłogę wyszlifowano i utwardzono gliną, okna pochodzą z recyklingu.

Budynki nr 2 i 3 zlokalizowane są na terenie Ekocentrum ICPPC (International Coalition to Protect the Polish Countryside) w Stryśzowie, wsi położonej w województwie małopolskim, w powiecie wadowickim, gminie Stryśzów. Oba budynki to domki demonstracyjne, o niewielkiej powierzchni użytkowej. Głównym budulcem jest słoma, kostki prasowanej słomy, glina, drewno, kamień. Fundamenty pod budynek z gliny i słomy specjalnie nie różnią się od standardowych. Szkielet budynku wykonano z drewna. Mniejszy dom wykonano w ten sposób, iż wypełniono szalunki mieszaniną gliny i słomy, zarówno na zewnątrz, jak i wewnątrz budynku został otynkowany. Dodatkowo posiada on półkolistą, szklaną werandę, która umożliwia pasywne wykorzystanie energii słonecznej do ogrzewania pomieszczeń. Drugi, większy dom, zbudowa-

wano z bloczków gliniano-słomianych, od wewnątrz otynkowano, na zewnątrz natomiast obito deskami. Jest on zasilany energią słoneczną przetwarzaną przez moduły fotowoltaiczne.

### Analiza wykorzystania materiałów ekologicznych

Na podstawie przeprowadzonych badań dokonano zestawienia tabelarycznego podstawowych elementów konstrukcyjnych, takich jak: ściany zewnętrz-

ne, ściany wewnętrzne, strop, materiał użyty na pokrycie dachu (tab. 1, 2, 3, 4, 5). Badania polegały na zapoznaniu się z materiałami budowlanymi, z których zostały zbudowane poszczególne elementy każdego budynku. Należy zaznaczyć, iż zestawienie obejmuje tylko te materiały, które można określić mianem „ekologicznego materiału budowlanego”. Dwanaście zbadanych budynków pokazuje możliwości wykorzystania takich materiałów ekologicznych, jak: drewno, glina, słoma, trzcina, silikaty oraz kamień. Jedną trzecią zbadanych bu-

TABELA 1. Wykaz zastosowanych materiałów ekologicznych do konstrukcji ścian zewnętrznych analizowanych budynków

TABLE 1. List of ecological materials used to construct outer walls in the buildings which have been analysed

Nr budynku Number of the building	Zastosowane materiały ekologiczne Used ecological materials
1	2
I	drewno (świerk) – ściany parteru, grubości 18 cm, ocieplone od wewnątrz wełną mineralną twardą (5 cm) i wykończone deskowaniem poziomym (3 cm) na pionowych listwach drewnianych; ściany skośne poddasza wykorzystujące konstrukcję nośną dachu, oszalowane od wewnątrz poziomymi deskami
II	drewno (jodła) – ściany grubości 16 cm z bala
III	drewno (sosna) – ściany zewnętrzne szkieletowe z elementów 5 × 15 cm, w rozstawie osiowym co 60 cm, ocieplone wełną mineralną (15 cm), ściana posiada pustkę powietrzną wykonaną za pomocą kontrłat 20 × 30 mm, zabezpieczenie folią wiatroizolacyjną paroprzepuszczalną na zewnątrz oraz folią paroizolacyjną od wewnątrz; od środka płyty gipsowo-kartonowe zamiennie z boazerią
IV	konstrukcja ścian z żerdzi, wypełniona prasowaną słomą, poddana procesowi powlekania gliną zmieszaną z piaskiem; od strony wewnętrznej tynk gliniany (8 cm), od zewnętrznej 10 cm (tynk stanowi glina rozrobiona z wodą, piaskiem i pociętą słomą)
V	konstrukcję ścian stanowi drewniany stelaż wypełniony sprasowanymi kostkami słomy; pokrycie 3 warstwami gliny; całkowita grubość ściany to prawie 1 m; usztywnienie w postaci leszczynowych kijków
VI, VII	konstrukcja ścian to szalunki wypełnione mieszaniną gliny i słomy i otynkowane obustronnie (mniejszy dom); bloczki gliniano-słomiane, od wewnątrz otynkowane, na zewnątrz obite deskami (większy dom)
VIII	ściany dwuwarstwowe z silikatu (250 × 250 × 220 mm), ocieplone styropianem (12 cm), z pustką powietrzną (2 cm); od środka tynk gipsowy (8 cm), na zewnątrz silikat elewacyjny

TABELA 1, cd. / TABLE 1, cont.

1	2
IX	ściany dwuwarstwowe na zaprawie tradycyjnej z silikatu (250 × 180 × 220 mm), ocieplone wełną mineralną (15 cm), zastosowano pustkę powietrzną (2 cm); od wewnątrz tynk cementowo-wapienny (ok 1,2 cm)
X	ściany trójwarstwowe z bloczków silikatowych (25 cm) + docieplenie styropianem (10 cm) + cegła silikatowa (12 cm)
XI	ściana dwuwarstwowa z pustaków wapienno-piaskowych Silikat na kleju, ocieplona wełną mineralną od strony zewnętrznej (12 cm)
XII	drewno (sosna) – ściany zewnętrzne szkieletowe z elementów 5 × 15 cm, ocieplone wełną mineralną (15 cm), ściana posiada pustkę powietrzną wykonaną w postaci zastosowania kontrłat 20 × 30 mm, zabezpieczenie folią wiatroizolacyjną paroprzepuszczalną na zewnątrz oraz folią paroizolacyjną od wewnątrz

TABELA 2. Wykaz zastosowanych materiałów ekologicznych do konstrukcji ścian wewnętrznych analizowanych budynków

TABLE 2. List of ecological materials used to construct inner walls in the buildings which have been analysed

Nr budynku Number of the building	Zastosowane materiały ekologiczne Used ecological materials
I	drewno (świerk) – ściany parteru, grubości 18 cm; ściany poddasza w konstrukcji szkieletowej dwustronnie oszalowane deskami (2 cm), słupki i belki (14 × 14 cm), usztywnienie zastrzałami (14 × 7 cm); pomiędzy słupami i zastrzałami warstwa wełny mineralnej (10 cm)
II	drewno (jodła) – ściany parteru grubości 16 cm
III	ściany drewniane (sosna) z elementów 5 × 10 cm, w rozstawie co 60 cm, obłożone obustronnie płytami gipsowo-kartonowymi (1,2 cm)
IV	konstrukcja ścian z żerdzi, wypełniona balotami prasowanej słomy, obustronnie pokryta tynkiem glinianym
V	konstrukcje ścian stanowi drewniany stelaż, wypełniony sprasowanymi kostkami słomy; tynk gliniany obustronny; usztywnienie w postaci leszczynowych kijków
VI, VII	konstrukcja ścian to szalunki wypełnione mieszaniną gliny i słomy i otynkowane obustronnie (mniejszy dom); bloczki gliniano-słomiane, otynkowane (większy dom)
VIII	wewnątrz ściany konstrukcyjne z silikatu, obustronnie otynkowane; ściany działowe grubość 12 i 6,5 cm z obustronnym tynkiem gipsowym
IX	ściany wewnętrzne konstrukcyjne z silikatu, obustronnie otynkowane, ściany działowe grubości 12 i 6,5 cm
X	ściany wewnętrzne konstrukcyjne grubości 19 i 25 cm, z bloczków silikatowych
XI	ściany wewnętrzne konstrukcyjne z pustaków wapienno-piaskowych Silikat
XII	ściany drewniane z elementów 5 × 10 cm

dynków stanowią te, które są zbudowane z wyrobów wapienno-piaskowych. Taką samą część stanowią domy z gliny i słomy oraz budynki drewniane.

Z przeprowadzonych badań terenowych wynika, że podstawowym materiałem budowlanym, wykorzystanym do budowy ścian zewnętrznych w zbadanych budynkach jednorodzinnych jest materiał ekologiczny (tab. 1). Dla czterech przykładów, co stanowi 33,33% wszystkich badanych budynków, podstawowym materiałem jest drewno (budynki: I, II, III, XII). Budynki I oraz II (16,67%) to typowe domy „z bala”. Podstawową funkcję konstrukcyjną dla ścian tych budynków spełniają płazy. Jest to rodzaj bala drewnianego, grubości 16, 18 cm, powstałego poprzez rozcięcie na pół pnia drzewa. Z kolei budynki III oraz XII (16,67%) obrazują współczesne budownictwo szkieletowe. Drewno jest również bardzo znaczące w przypadku tzw. domów „z gliny i słomy”, stanowiących 33,33% badanych budynków, gdzie spełnia funkcje stelażu, aczkolwiek ma-

terialem przewodnim staje się tutaj glina wraz ze słomą, pełniące funkcje wypełniacza (budynki: IV, V, VI, VII). Inaczej sytuacja przedstawia się w pozostałych przykładach (budynki VIII, IX, X, XI), gdzie dominują wyroby wapienno-piaskowe, zwane powszechnie silikatami. Zastosowane materiały we wszystkich przypadkach doskonale spełniają swoje funkcje i wymagania normowe oraz oczekiwania inwestorów.

Materiały zastosowane do konstrukcji ścian wewnętrznych nie różnią się specjalnie od tych, które wykorzystano do budowy ścian zewnętrznych poszczególnych budynków (tab. 2).

W większości przykładów zmianie ulegają poszczególne wymiary grubości ścian.

Większość opisanych budynków (66,67%) posiada strop nad parterem, wykonany w konstrukcji drewnianej (tab. 3). Inaczej sytuacja wygląda we wszystkich przykładach domów zbudowanych z wyrobów silikatowych

TABELA 3. Wykaz zastosowanych materiałów ekologicznych do konstrukcji stropu analizowanych budynków

TABLE 3. List of ecological materials used to construct ceilings in the buildings which have been analysed

Nr budynku Number of the building	Zastosowane materiały ekologiczne Used ecological materials
I	strop nad parterem w konstrukcji drewnianej (świerk), elementy konstrukcyjne stanowią sosrąb (15 × 30 cm), tragarczyki (12 × 18 cm)
II	strop nad parterem w konstrukcji drewnianej
III	strop nad parterem w konstrukcji drewnianej (sosna) w postaci belek stropowych 8 × 16 cm, wzmocniony podciągami 10 × 20 cm, oraz desek grubości 28 mm, łączonych na pióro i wpust
IV	konstrukcja stropu z żerdzi
V, VI, VII, XII	strop w konstrukcji drewnianej

(33,33%), gdzie strop wykonano w postaci płyty żelbetowej.

Wszystkie rodzaje pokryć dachowych, wymienionych w tabeli 4 – gont modrzewiowy, panele z wiór osikowych, strzecha ze słomy oraz z trzciny jeziornej, są materiałem ekologicznym. Stanowią one 41,67% wszystkich pokryć zbadanych budynków.

Konstrukcja więźby dachowej w każdym przykładzie jest drewniana (tab. 5), a zatem i ekologiczna. Dodatkowo w wielu przykładach (50%) wykorzystano kamień, głównie na okładzinę podmurówki i komina (budynki: I, II, IV,

V, VII, IX). Warto zauważyć, iż w budynkach IV oraz V (16,67%) podłogi zostały wykonane z utwardzonej gliny.

## Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzona analiza dowodzi, że wszystkie opisane przykłady budynków są w większej części zbudowane z udziałem ekologicznych materiałów budowlanych, które w prawidłowy sposób spełniają swoje funkcje. Są one łatwo dostępne na rynku, zapewniają dobrą izolacyjność cieplną i akustyczną

TABELA 4. Wykaz zastosowanych materiałów ekologicznych do pokrycia dachu analizowanych budynków.

TABLE 4. List of ecological materials used to construct roofing in the buildings which have been analysed

Nr budynku Number of the building	Zastosowane materiały ekologiczne Used ecological materials
II	gont modrzewiowy
IV	panele z wiór osikowych
V	pokrycie dachu strzechą słomianą
XI	planuje się pokrycie dachu gontem drewnianym
XII	pokrycie w postaci strzechy grubości 35 cm (strzecha z trzciny jeziornej)

TABELA 5. Wykaz pozostałych materiałów ekologicznych zastosowanych w analizowanych budynkach

TABLE 5. List of any other materials used in the buildings which have been analysed

Nr budynku Number of the building	Zastosowane materiały ekologiczne Used ecological materials
II	kamień górski – okładzina komina; drewno – więźba dachowa (sosna)
III, VIII, IX, X, XI, XII	drewno – konstrukcja dachu
IV	wyszlifowana i utwardzona glina spełnia funkcję podłogi; konstrukcja więźby dachowej z żerdzi; kamień na podmurówkę
V	wykorzystanie gliny na podłogę; zastosowanie kamienia polnego do ławy fundamentowej; drewno – więźba dachowa
VI, VII	kamień na podmurówkę (większy dom); drewno – więźba dachowa



budynku oraz jego ognioodporność, są odporne na działania pleśni, grzybów oraz bakterii, co nie stwarza żadnego zagrożenia dla zdrowia. Ponadto są w większości odtwarzalne i występują w dużych ilościach, nie zanieczyszczają i nie emitują do środowiska szkodliwych oparów, pyłów czy substancji trujących. Zarówno analiza literatury, jak i własne badania terenowe doprowadziły do wysunięcia następujących wniosków:

1. Materiał ekologiczny to taki materiał, który jest odtwarzalny i występuje w dużych ilościach, pochodzi ze źródeł naturalnych, a jego produkcja oraz późniejsze wykorzystanie mają bardzo mały wpływ na środowisko. Jest ponadto energooszczędny w każdym cyklu swojego „życia” i możliwy do ponownego wykorzystania.
2. Za materiał ekologiczny można uznać m.in.: drewno, słomę, glinę, kamień, oraz w mniejszym stopniu wyroby wapienno-piaskowe, zwane powszechnie silikatami.
3. Właściwości wyżej wymienionych materiałów zapewniają odpowiednią akumulację ciepłą i wilgotnością budynków z nich wykonanych, stanowią dobrą ochronę przed hałasem, są odpowiednio zabezpieczone przed ogniem. Są łatwe do rozbioru i recyklingu.
4. Materiały ekologiczne są odporne na działanie pleśni oraz bakterii, co nie stwarza zagrożenia dla zdrowia, są przyjazne dla środowiska.

## Literatura

- CHUDZIK B. 1999: Budownictwo ekologiczne i jego uwarunkowania. Zeszyty Naukowe AR, Wrocław.
- HYŁA M., KUPIEC-HYŁA D. 1994: Domy z lekkiej gliny. Wydaw. ZZJPK, Kraków.
- KLEMM P., HEIM D. 2004: 2005; Budownictwo ekologiczne. Materiały I i II Sympozjum Naukowego, Szklarska Poręba.
- KORZENIOWSKI W. 1998: Budownictwo jednorodzinne. COIB, Warszawa.
- MIKOŚ J. 2000: Budownictwo ekologiczne. Wydaw. Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- MIKOŚ J., RYTEL W. 2000: O architektonicznym kształtowaniu ekologicznych budynków mieszkalnych. Materiały XII Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej „Ekologia a budownictwo”, Bielsko Biala.
- NIEDRZWIECKI W., MALINOWSKA E. 2000: Próba bilansu ekologicznego wybranych materiałów budowlanych. Zeszyty Naukowe AR, Wrocław.
- OSIECKA E. 2002: Materiały budowlane. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa.
- PEARSON D. 1998: Przyjazny dom: jak stworzyć zdrowe, harmonijne i ekologiczne mieszkanie. Wydaw. Murator, Warszawa.
- Prawo budowlane – Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. (DzU RP nr 89, 1994) z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU nr 75, poz. 690).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 stycznia 2002 r. w sprawie wartości progowych poziomów hałasu (DzU nr 8, poz. 81).
- MURAT R. 2005: Domy z drewna. *Murator* 11.
- ŚMIECHOWSKI D. 2005: Sposób na naturalny dom. *Murator* 7.
- Śmiechowski D. 2006: Ekologia w budownictwie. *Murator* 10.
- Wojciechowska P. 2005: Domy ze słomy. *Murator* 2.



## Summary

### **The analysis of possibilities of using of ecological building materials in contemporary single – family low building.**

The article deals with short characteristics of ecological building and standard requirements for ecological buildings. The subject of field research were contemporary detached buildings located all over our country, built of ecological building materials: wood, straw, clay and silicates. The research analysis proved that these materials function

properly in particular structural components of the building, are easily accessible on the market and provide good heat insulation and sound insulation of the building. Moreover they are mostly renewable and are found in large quantities.

#### **Author's address:**

Gabriela Rutkowska  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
Katedra Budownictwa i Geodezji  
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa  
Poland