

Andrzej SROCYŃSKI  
FORMES Sp. z o.o. Kraków

## GLINA – ZDROWY MATERIAŁ BUDOWLANY

**Streszczenie.** W referacie omówiono materiały budowlane, których głównym składnikiem jest glina. Przedstawiono gotowe mieszanki zapraw tynkarskich i farby gliniane jako naturalne materiały budowlane. Wiele uwagi poświęcono także glinie ubijanej w szalunku, wykorzystywanej we współczesnym budownictwie jako materiał na ściany konstrukcyjne budynków mieszkalnych oraz użyteczności publicznej. Opisano również wpływ wspomnianych materiałów na mikroklimat panujący w pomieszczeniu, w którym je zastosowano. Ponadto pokazano, w jaki sposób proces ich wytwarzania wpływa na środowisko naturalne.

**Słowa kluczowe:** glina, glina ubijana w szalunku, farba gliniana, tynk gliniany, mikroklimat, akumulacja ciepła, paroprzepuszczalność, materiał ekologiczny.

## CLAY – HEALTHY BUILDING MATERIAL

**Summary.** The paper discusses the building materials whose main component is the clay. Presented ready mix mortar and paint clay as a natural construction materials. Much attention was also paid to the rammed clay in boarding technology, used in construction as a construction material for walls of houses and public buildings. It also describes the impact of these materials on the microclimate in the room in which they are applied. Moreover, showing how the process of their production affects the environment.

**Key words:** clay, the rammed clay in boarding technology, paint clay, clay plasters, microclimate, the accumulation of heat, the water vapour permeability, ecological material.

### 1. Wstęp

Glina jest najstarszym i najbardziej dostępnym materiałem budowlanym. Związki człowieka z ziemią są prehistoryczne. Każdy człowiek zna ten materiał od dziecka. Obcowanie z nim odbierane jest jako przyjemne, gdyż jest materiałem plastycznym i naturalnym. Glina to wyjątkowy surowiec – w stanie wilgotnym jest plastyczna, po odparowaniu nadmiaru wilgoci staje się doskonałym budulcem. Odpowiedź na te wyjątkowe właściwości kryje się w jej strukturze, a dokładnie w naładowanych elektrycznie molekułach

ilu. Po zarobieniu gliny w wodzie cząsteczki otaczają się wodą i wzajemnie ślizgają się po sobie. Podczas schnięcia płytki iltu ciasno przylegają do siebie. Siły spójności wpływają na podstawowe parametry wytrzymałościowe, czyli wytrzymałość na ściskanie i rozciąganie. Pomimo dostępu do zaawansowanych technicznie i różnorodnych technologii glina nadal jest najlepszym i niezastąpionym budulcem stwarzającym odpowiedni mikroklimat. Glina niewypalana jest wyjątkowo wytrzymałym budulcem. Prawidłowo zaprojektowany skład mieszanki oraz jej odpowiednie zagęszczenie gwarantują uzyskanie wytrzymałości na ściskanie wyschniętego materiału na poziomie 3 MPa. Daje to dwukrotną przewagę nad materiałami budowlanymi powszechnie stosowanymi w budownictwie jednorodzinym, a wykonanymi z gazobetonu (wymagana dla nich wytrzymałość normowa wynosi 1,5 MPa). Jako materiał budowlany w ostatnich kilkudziesięciu latach glina jest na nowo odkrywana przez projektantów na całym świecie. Znajduje zastosowanie jako materiał konstrukcyjny w obiektach mieszkalnych, użyteczności publicznej, a nawet sakralnych.

## **2. Glina i jej składniki jako nowoczesny materiał budowlany**

Architektura budownictwa z gliny rządzi się określonymi wytycznymi, jednak (pomijając koszty finansowe) architekt nie ma ograniczeń technicznych dla budynków, w których ściany są wzniesione z zastosowaniem gliny ubijanej. Architektura ta wyjątkowo dobrze wpisuje się w nurt budownictwa nowoczesnego, charakteryzującego się małą ilością dużych otworów ściennych (drzwiowych i okiennych) znajdujących się pomiędzy masywnymi ścianami.

W Europie jednym ze specjalistów w dziedzinie architektury z ziemi ubijanej jest austriacki architekt Martin Rauch. Wykorzystując ten tradycyjny budulec, tworzy on projekty nowoczesnych, funkcjonalnych i zdrowych budynków. Inny architekt, twórca amerykańskich drapaczy chmur, Nathaniel Alexander Owings dom dla siebie wybudował z gliny. Budynki wykonane w tej technologii stają się coraz bardziej popularne w krajach europejskich, Australii, Kanadzie i USA. Nowoczesne domy z ziemi są piękne, mają estetyczny wygląd, są w pełni funkcjonalne i mogą zadowolić najbardziej wyrafinowane oczekiwania. W Europie Zachodniej powstają całe osiedla domów ze ścianami wykonanymi z gliny. Na dużą skalę buduje się je we Francji i w Niemczech. Niepowtarzalny efekt uzyskuje się łącząc ściany z ziemi ze ścianami wykonanymi z betonu architektonicznego. Doskonałym miejscem do stosowania takich rozwiązań są muzea, galerie czy opery.

## **3. Wpływ gliny na zdrowotność pomieszczeń**

Podstawowymi czynnikami, które kształtują mikroklimat w pomieszczeniach, są: temperatura powietrza, wilgotność, promieniowanie cieplne i ruch powietrza. Wszystkie te

czynniki wpływają na samopoczucie człowieka, jego sprawność fizyczną i umysłową oraz zachowanie dobrego stanu zdrowia, jak również wydajność w pracy. Środowisko pomieszczeń ma istotny wpływ na organizm człowieka, a zły mikroklimat pomieszczeń wywołuje szereg różnego rodzaju dolegliwości chorobowych z nowotworami włącznie. Jednym z takich schorzeń jest alergia, która stała się dzisiaj chorobą cywilizacyjną. W krajach wysoko rozwiniętych cierpi na nią ok. 75% populacji dzieci, a w krajach słabiej uprzemysłowionych, w tym w Polsce, ok. 40% populacji. Zapadalność na tego typu schorzenia ma ogromną dynamikę wzrostu, powodując w ostatnich 15 latach w Polsce zwiększenie zachorowań aż czterokrotnie z poziomu ok. 10% do 40%. W krajach wysokorozwiniętych już ponad 20 lat temu pojawiło się pojęcie „syndromu chorych budynków” (ang. *Sick Building Syndrom*, SBS), określające wpływ budynków na zdrowotność przebywających w nich ludzi (w pomieszczeniach spędzamy ok. 85% naszego życia).

Nie bez powodu kraje o największym postępie cywilizacyjnym przykładają największą wagę do zdrowotności pomieszczeń, a co za tym idzie – do propagowania zdrowego stylu życia i rozwijania technologii prozdrowotnych. Od kilkunastu lat odnotowuje się tam stały wzrost zainteresowania technologiami budownictwa z gliny, które obecnie przeżywa największy rozkwit. Materiał ziemny jest jedynym materiałem, który w naturalny sposób tworzy specyficzny mikroklimat pomieszczeń – odpowiedni z punktu widzenia zdrowotności przebywających w nich ludzi. W tym sensie budynki te są habitatami dla człowieka (pojęcie to oznacza siedlisko, w którym panują najlepsze warunki do rozwoju danego organizmu). Zapewnienie odpowiedniego komfortu pomieszczeń oznacza tu przede wszystkim zapewnienie odpowiedniej temperatury powietrza oraz optymalnej wilgotności, przy której organizm ludzki funkcjonuje prawidłowo i nie jest narażony na negatywne skutki otoczenia. Zbyt mała wilgotność powietrza przyspiesza proces starzenia się skóry, podrażnia oczy oraz śluzówkę górnych dróg oddechowych, utrudniając oddychanie, a nawet może powodować świąd, stany zapalne, atopię oraz nasilenie się alergii skórnych, a w konsekwencji prowadzi do obniżenia odporności i gorszej pracy systemu immunologicznego. Nadmiar wilgoci w pomieszczeniu, poza uczuciem zimna oraz złym samopoczuciem, stwarza również wiele zagrożeń chorobowych oraz sprzyja rozwojowi grzybów i pleśni. Optymalna wilgotność powietrza, w której organizm ludzki najlepiej funkcjonuje, oscyluje na poziomie 50–60%.

Glina posiada specyficzną zdolność do pochłaniania, a następnie oddawania wilgoci z powietrza, dlatego jest doskonałym materiałem budowlanym regulującym wilgotność w pomieszczeniach. Ponadto posiada właściwości pochłaniania nieprzyjemnych zapachów. Takie warunki ułatwiają koncentrację oraz zmniejszają uczucie zmęczenia. Zastosowanie gliny jako materiału budowlanego pozwala na stworzenie odpowiedniego mikroklimatu w pomieszczeniach mieszkalnych, miejscu pracy czy pomieszczeniach przeznaczonych do wypoczynku. Wskaźnik mikroklimatu pomieszczeń zwiększa się wraz ze wzrostem ilości gliny w przegrodzie ściennej. Im grubsza warstwa gliniana, poczynając od farb, przez tynki

cienkowarstwowe, grubowarstwowe, aż do pełnej grubości ściany – tym lepszy mikroklimat (tabela 1).

Tabela 1

Podstawowe parametry gliny i ich wpływ na właściwości przegród budowlanych

L.p.	Parametr	Ściany	Tynki		Farby
			Tradycyjne	Cienko-warstwowe	
1.	Paroprzepuszczalność	***	***	***	***
2.	Obojętność elektrostatyczna	***	***	***	***
3.	Łatwość naprawy	***	***	***	***
4.	Efekt naturalności powierzchni	***	***	***	***
5.	Możliwość recyklingu	***	***	***	***
6.	Regulacja wilgotności	***	**	*	
7.	Absorpcja szkodliwych substancji	***	**	*	
8.	Rozpraszanie lub pochłanianie dźwięków	***	**	*	
9.	Akumulacja ciepła	***	**		
10.	Ochrona przed elektrosmogiem	***	**		
	Wpływ poszczególnych warstw na parametr: *** bardzo duży, ** średni, * niewielki.				

#### 4. Gлина – najbardziej ekologiczny materiał budowlany

Wznoszenie budynków z gliny (ubijanej jako warstwa konstrukcyjna) lub produkcja materiałów wykończeniowych na bazie gliny nie powoduje zanieczyszczenia środowiska, wycinania lasów, zużycia wód czy emisji gazów cieplarnianych. Gлина jest najbardziej ekologicznym materiałem budowlanym. Pozyskiwanie jej jest ekologicznie czyste, odbywa się niewielkim nakładem energii i bez żadnych substancji chemicznych. Pominięcie procesów przemysłowych sprawia, że obróbka w celu przystosowania dla potrzeb budowy jest równie mało inwazyjna dla środowiska. Dzięki całkowitej biodegradowalności „gruz ziemny”, czy niewykorzystany podczas budowy materiał nie są kłopotliwymi odpadami i mogą zostać ponownie wykorzystane do budowy lub wrócić do natury – zostać np. składowane na działce. Pozytywne oddziaływanie ścian z gliny na mikroklimat sprawia, że nie ma potrzeby stosowania mechanicznej klimatyzacji, która potrzebuje dostarczenia dodatkowej energii.

## 5. Materiały ekologiczne z ziemi, wykonawcy i producenci

Gлина jest doskonałym surowcem do produkcji materiałów wykończeniowych, takich jak zaprawy tynkarskie, farby czy płyty gliniane. Ich zastosowanie gwarantuje wrażenie naturalności oraz wyjątkowy charakter wnętrza. Barwne, o różnej fakturze warstwy wykończeniowe doskonale komponują się z innymi technicznie materiałami budowlanymi, takimi jak stal, aluminium czy szkło. Od niedawna również na polskim rynku pojawiły się materiały wykończeniowe, których jedynymi składnikami są materiały w 100% naturalne. Dystrybutorem tych materiałów i jednocześnie wykonawcą prac z ich zastosowaniem jest firma FORMES z Krakowa. FORMES swoje usługi opiera na ekskluzywnych materiałach produkowanych przez renomowane firmy z Holandii oraz Austrii.

### 5.1. Farby gliniane

Powłoki malarskie z zastosowaniem farb glinianych stanowią doskonały pomysł na estetyczne wykończenie ścian. Pozwalają na uzyskanie nowoczesnej i niepowtarzalnej kolorystyki. Istnieje możliwość uzyskania dowolnego koloru (zaleca się jednak stosowanie oferowanej przez producenta gamy kilkunastu kolorów podstawowych) oraz faktury. Dzięki naturalności produktów ściany pokryte farbami glinianymi tworzą przyjazną i relaksacyjną atmosferę wnętrz. Skutecznie maskują zarysowania i pęknięcia podłoża. Gwarantują łatwą naprawę powłoki malarskiej z jednoczesnym zachowaniem tego samego odcienia koloru. Ponadto farby gliniane są paroprzepuszczalne, a to z kolei ma istotny wpływ na opór dyfuzyjny całej grubości przegrody. Dodatkowo ich elektrostatyczna obojętność sprawia, że nie przyciągają kurzu. Z tego względu pokrywanie ścian farbą z gliny jest szczególnie wskazane osobom cierpiącym na alergię czy astmę oskrzelową.

### 5.2. Tynki gliniane

Tynki gliniane można aplikować zarówno w budynkach już użytkowanych (nakładając tynk cienkowarstwowy gr. 3 mm na istniejący stary tynk), jak również w nowo budowanych obiektach (nakładając tynk grubowarstwowy o grubości ok. 3 cm bezpośrednio na surową ścianę lub sufit). Obszerna paleta asortymentowa producentów gotowych mieszanek tynkarskich pozwala na uzyskanie dowolnej faktury powierzchni (od gładzi „stiuku weneckiego” poprzez efekty dekoracyjne, a kończąc na naturalnej szorstkości) oraz dowolnego koloru. Tynki gliniane znacząco poprawiają mikroklimat pomieszczeń, dlatego ze względów zdrowotnych są szczególnie zalecane w miejscach przeznaczonych do stałej bytności człowieka. Tynki gliniane można stosować na większości podłoży powszechnie stosowanych w budownictwie. Można je zatem aplikować na ceglach i pustakach ceramicznych, silikatowych, betonie zwykłym i komórkowym oraz na powierzchniach

z gliny. W przypadku słabego podłoża tynki gliniane układamy na siatkach podtynkowych z juty lub trzciny, czyli na materiałach całkowicie naturalnych. Dzięki znacznemu ciężarowi (ok.  $18 \text{ kg/m}^2$  przy warstwie tynku o grubości 1 cm) i dużej pojemności cieplnej tynki gliniane wykonywane jako tradycyjne, pomagają ścianie w akumulacji ciepła. Właściwość ta wykorzystywana jest często w pomieszczeniach z ogrzewaniem ściennym, przez co zyskujemy przyjemną radiację ciepła. Przy nowo wznoszonych budynkach często występuje problem tzw. wilgoci technologicznej. Wiąże się to z wodą użytą do „mokrych” robót, która nie zdąży wyparować przed rozpoczęciem użytkowania budynku. W konsekwencji powoduje nadmierne zawilgocenie, a nawet zagrzybienie ścian. Tynk gliniany wykonany na takich ścianach dzięki możliwościom pochłaniania wilgoci, a następnie oddawania jej otoczeniu niweluje ten problem.

### 5.3. Tadelakt

Tadelakt to naturalny tynk na bazie wapna i mączki marmurowej do zastosowań wewnętrznych i zewnętrznych. Jest to tynk „barwiony w masie” przy pomocy wyłącznie mineralnych pigmentów stabilnych kolorystycznie (odporne na UV – nie zmieniają barwy). Jest paroprzepuszczalny, odporny na trwałe działanie wody i rozwój grzybów. Dzięki temu nadaje się idealnie do łazienek i innych pomieszczeń mokrych, w tym łaźni parowych, kabin prysznicowych i basenów. Duża plastyczność tego tynku pozwala na uzyskiwanie nawet najbardziej finezyjnych kształtów, dlatego można nim wykańczać nie tylko ściany, ale również kształtować powierzchnie na meblach, kominkach i innych elementach architektonicznych. Bogata kolorystyka i aksamitny połysk tadelaktu nadaje wnętrzu niepowtarzalnego charakteru, piękna i oryginalności.

## 6. Gлина ubijana w szalunku – technologia, realizacje i firmy wykonawcze w Polsce

Gлина ubijana w szalunku jest jedną z najstarszych technik wznoszenia ścian. W nomenklaturze anglosaskiej używany jest zwrot „ziemia ubijana” (ang. *Rammed earth*), natomiast w niemieckojęzycznej funkcjonuje jako „gлина ubijana” (niem. *Stampflehm*). Łącząc tę sprawdzoną technologię z nowoczesnymi materiałami można uzyskać doskonałe rozwiązanie nowoczesnych i zdrowych budynków. Ściany takie urzekają nowoczesnym designem naturalnej surowości oraz zapewniają użytkownikowi budynku luksus w postaci idealnego mikroklimatu. Mury z ziemi oddychają – wchłaniają i odparowują wilgoć w sposób naturalny, utrzymując ją na właściwym poziomie. Dlatego szczególnie zalecane są w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego pobytu ludzi oraz w budynkach, w których pożądane są stałe parametry ciepłno-wilgotnościowe, takich jak muzea, galerie i archiwa.

Mury z gliny ze względów konstrukcyjnych i termicznych muszą być masywne. Stwarzają dzięki temu poczucie bezpieczeństwa i solidności konstrukcji oraz zabezpieczają przed szkodliwym smogiem elektromagnetycznym. Jednocześnie dużą masywność ścian z ziemi można wykorzystać w nowoczesnych budynkach pasywnych, ponieważ akumulacyjność cieplna zależy przede wszystkim od masy przegrody oraz materiału, z którego została wykonana. Wysoka akumulacyjność cieplna przegród budowlanych do niedawna była cechą niedocenianą przez projektantów i inwestorów. Tymczasem przegrody takie poprzez stabilizację temperatury tworzą wewnątrz budynku najbardziej optymalny mikroklimat bez potrzeby stosowania mechanicznych urządzeń klimatyzacyjnych. Cecha ta pozwala także wykorzystać zyski ciepła pochodzące np. od słońca. Od akumulacyjności, izolacyjności oraz konstrukcji ścian (odpowiedni układ warstw) zależy stateczność cieplna budynku, czyli czas, w jakim utrzymuje się w nim stała temperatura wewnętrzna mimo zmian warunków zewnętrznych (np. wystąpienia silnego mrozu, porywistego wiatru) lub wyłączenia ogrzewania. Aby ściany mogły zatrzymywać ciepło w swej masie i oddawać je do wnętrza, muszą być ocieplone od strony zewnętrznej. W domu akumulują ciepło materiały o dużej pojemności cieplnej, a do takich należy glina, która pomaga w utrzymaniu właściwego rozkładu oraz stabilności temperatury. W okresie letnim w budynkach użyteczności publicznej ściany z ziemi opóźniają wzrost temperatury do wartości maksymalnych do późnych godzin popołudniowych. Zmniejsza się tym samym zużycie energii potrzebnej do pracy urządzeń klimatyzacyjnych. Im większa akumulacja ciepła tym wyższa bezwładność cieplna, czyli mniejsze zmiany temperatury wewnętrznej jako „odpowiedź” obiektu na dynamiczne zmiany dostarczanej energii grzewczej (czy to od układu grzewczego, czy to od np. nasłonecznienia).

Glina jest materiałem o różnym składzie chemicznym i różnych właściwościach fizycznych. Wymaga więc od potencjalnych wykonawców dużej wiedzy i znajomości surowca. Stąd niewiele na świecie jest firm specjalizujących się we wznoszeniu budynków w tej technologii. W Polsce do takich firm należy FORMES z Krakowa. FORMES jest jedyną firmą w Polsce, która oferuje kompleksową obsługę procesu budowlanego w przypadku wznoszenia ścian z gliny ubijanej w szalunku. W zakres jej usług wchodzi również przeprowadzenie badań niezbędnych do określenia przydatności materiału dla celów budowlanych.

W Zielonkach pod Krakowem wzniesiony został jednorodzinny budynek mieszkalny nowej generacji, wybudowany w opisywanej technologii. Autorem projektu są Danuta i Maciej Hyłowie. Budynek ten jest użytkowany od 2002 r. Jest to innowacyjny w skali światowej projekt, nadal nieposiadający swojego odpowiednika w naszej strefie klimatycznej. Budynek ekologiczny nowej generacji wyróżnia się zastosowaniem tradycyjnej technologii wznoszenia ścian w połączeniu z nowoczesnymi materiałami izolacyjnymi. Takie połączenie pozwala na spełnienie obecnie obowiązujących norm i przepisów budowlanych. Użyte

rozwiązania pozwalają na maksymalizację parametrów uzyskanego mikroklimatu we wnętrzu budynku, a co za tym idzie – zdrowotność pomieszczeń.

## Bibliografia

1. Formes: Materiały i opracowania własne.
2. Hyła M., Kupiec-Hyła D.: Projekt domku jednorodzinny w Zielonkach, 2000.
3. Kelm T.: Architektura ziemi, tradycja i współczesność. Wydawnictwo Murator, Warszawa 1996.