

MAREK KAMIENIARZ*

NOWE ROZWIĄZANIE Z ZAKRESU TECHNOLOGII
WZNOŚZENIA DOMÓW Z GLINYNEW SOLUTIONS WITH RELATION TO TECHNOLOGY
OF GOING UP HOUSES CONSTRUCTED FROM CLAY

Streszczenie

W opracowaniu omówiono krótką historię wznoszenia budynków z gliny, ze szczególnym uwzględnieniem początków budownictwa glinianego w Polsce. Podano komplet norm dla budownictwa glinianego opracowanych w 1962 roku, a aktualnych do dziś. Przedstawiono dość szczegółowo charakterystykę słomy i gliny jako materiału budowlanego z pokazaniem wad i zalet. Opisano kilka przykładów technologii wznoszenia budynków mieszkalnych z gliny obecnie bardzo popularnych na świecie. Zwrócono uwagę zwłaszcza na metodę budowania domów z kostek (błoczków) słomianych tynkowanych gliną. Metodę tę opisano dość szczegółowo, przedstawiając etapy prac wznoszenia budynku w tej technologii (od wykonania fundamentów do wykonania dachu i ostatniego etapu, tj. tynkowania całego domu).

Słowo kluczowe: glinoślombele

Summary

In case study introduced a short history building dwelling houses on basis of the clay with special attention cusp construction on basis of the clay in Poland. Added next accounting standards for building on basis of the clay, it was work out in 1962, it is present today. Introduced in detail characteristics of straw and clay as building material, with point of the advantages and disadvantages. Described a few examples of technologies building dwelling houses on basis of the clay, now very popular in a world. Special attention for the method building houses with utilization of straw cubes (blocks) coated with clay plaster. This method described in detail, introduced stages works building edifice with this process (from bring off spade work to bring off roof and last stage, this is laying clay plaster on all house).

Keyword: straw bale

* Mgr inż. Marek Kamieniarsz, Zakład Budownictwa i Fizyki Budowli, Wydział Inżynierii Łąkowej, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Współczesne domy wykonane z różnego rodzaju materiałów zatrzymują do 85% promieniowania słonecznego, które jest niezbędne do prawidłowego funkcjonowania ludzkiego organizmu. Ma ono korzystny wpływ na samopoczucie, aktywność fizyczną, pobudza wydzielanie wielu hormonów, umożliwia syntezę witamin z grupy D. Inną negatywną stroną współczesnych domów, np. ocieplonych styropianem, jest ich skażenie pleśniowe w 60–90% tych budynków. Zjawisko to występuje także w Polsce, a specjaliści nazwali je mykologiczną katastrofą ekologiczną. Wymienione wyżej negatywne strony budownictwa z materiałów, takich jak beton, żelbet, stal, szkło, styropian itd. nie występują w metodzie budowania, która zdobywa ostatnio wyjątkową popularność wśród inwestorów indywidualnych i daje się łatwo połączyć z ideą energooszczędnego domu pasywnego. Jest to technologia wznoszenia budynków ze słomy i gliny. W tak wybudowanym domu występuje swoisty mikroklimat związany z porowatością ścian i szybkością wysychania w czasie produkcji i budowy. Jest ciepły zimą i chłodny latem, ponieważ występująca bezwładność cieplna ścian sprzyja stabilizacji temperatury wewnątrz.

2. Zarys historii wznoszenia budynków z gliny

Od wieków we wszystkich kulturach świata znana była budowa ścian z łączonych pionowo i poziomo elementów drewnianych wypełnianych gliną. Elementy nośne podpierające dach wykonywano z grubych gałęzi rozmieszczanych co kilka metrów. Między tymi podporami układano gałęzie, bambus lub trzcinę, tak aby powstała gęsta siatka. Tak przygotowaną siatkę obrzucano z obu stron kilkucentymetrową warstwą glinianego tynku. Jeżeli grubość była mniejsza, wówczas powstawały rysy, które były przyczyną wypłukiwania, a następnie odpadania gliny, a co za tym idzie jej krótszej żywotności. Taka metoda obecnie jest jeszcze spotykana w krajach mniej rozwiniętych np. krajach Afryki. Natomiast w krajach o wysokiej kulturze ekologicznej, gdzie ważne było tworzenie zdrowego środowiska życia człowieka z jednoczesnym respektowaniem natury, technika ta doczekała się mocno zmodernizowanej wersji. Technologia prasowanych bloków prostopadłościennych słomy wypełniających szkielet drewniany została zastosowana po raz pierwszy pod koniec XIX wieku w stanie Nebraska w USA. Jednak dopiero pod koniec XX wieku w Europie i USA nastąpił powrót do tego sposobu budownictwa, głównie z powodu wzrastającej konieczności ochrony środowiska i kryzysu energetycznego. Przy okazji wprowadzono nowoczesne rozwiązania techniczne, które nie stały w sprzeczności z zasadami ekologii, efektywności i zmniejszenia kosztów.

W Polsce w XVIII wieku zaczęto stosować na wzór francuski ściany gliniane jako elementy nośne budynku. Jednak dopiero w pierwszej połowie XIX wieku w okresie Królestwa Kongresowego budownictwo z gliny przeżywało swój rozkwit. Dalsze powroty budownictwa glinianego wiążą się ściśle z odbudową zniszczeń po I i II wojnie światowej. Wówczas to zwiększone potrzeby budowlane nie mogły być w pełni zaspokojone przez konwencjonalne budownictwo ze względu na brak materiałów

budowlanych i środków finansowych. Budownictwo z gliny za każdym powrotem reprezentowało wyższy poziom techniczny i architektoniczny od poprzedniego. Ostatni nawrót po 1945 roku był już w pełni nowoczesnym technicznie i organizacyjnie ruchem budowlanym, wzorowanym na rozwiązaniach niemieckich. Dysponował doskonale zorganizowanym zapleczem naukowo-badawczym i instruktażowym. Wytypowano obszary południowe Polski, bogate w gliny przydatne do celów budowlanych. Uchwałą Prezydium Rządu nr 179 z 1954 roku powołano Ośrodek Badawczo-Instruktażowy Budownictwa z Gliny, który znajdował się w Krakowie. W późniejszym okresie zadania przejął Krakowski Oddział Instytutu Techniki Budowlanej. Przeprowadzano wówczas badania nad gliną nie paloną jako nowoczesnym materiałem budowlanym, nad możliwością i metodami jej stabilizacji (tj. uodpornieniem na rozmakanie) i nad tworzywami cementowo-glinianymi. Doprowadziło to do tego, że pod koniec lat pięćdziesiątych uruchomiono nowoczesne budownictwo z gliny niepalonej. Jednocześnie dobiegały końca wielkie inwestycje Planu 6-letniego dla przemysłu ciężkiego, zwłaszcza hutniczego i cementowego. W regionie południowym Polski, gdzie właśnie rozwijano budownictwo gliniane, uruchomiono Hutę im. Lenina. Przy hucie powstała cementownia co w następstwie spowodowało pojawienie się olbrzymich ilości żużla hutniczego i taniego cementu. Proces ten spowodował radykalnie zmianę polityki państwa wobec budownictwa z gliny. W polskim budownictwie nastąpiła era żużlobetonów, a o budownictwie z gliny zapomniano. Nie zostały wówczas przerwane jednak zaawansowane prace naukowo-badawcze prowadzone w Instytucie Techniki Budowlanej. W 1962 roku wydany został komplet norm dla budownictwa glinianego, aktualny do dziś [1–5]. Pomogło to Polsce znaleźć się wśród nielicznych krajów posiadających takie normy.

3. Ogólna charakterystyka słomy i gliny

3.1 Opis materiału – słoma

Słoma jest dobrze znanym, lecz raczej niespotykanym obecnie na placu budowy materiałem. Osoba, która chce budować ze słomy potrzebuje wiele samozaparcia i dużej siły przebicia. Istnieje jednak wiele powodów, dla których warto spróbować takiego materiału budowlanego. Słomę od dawna używano w budownictwie, w formie strzechy, sieczki z wapnem do ocieplania stropów itp. Słoma sprasowana w kostkę (błoczki prostopadłościowe) jest najbardziej praktycznym i prostym w użyciu materiałem. Jest to wspaniały, naturalny i całkowicie zdrowy budulec. Przede wszystkim budując ze słomy korzystamy z naprawdę ekologicznych i niewyczerpywalnych zasobów natury. Jest ona materiałem ubocznym, odpadowym rolnictwa, wykorzystywanym co najwyżej jako ściółka. Ma szczególnie niski współczynnik energii pochłoniętej w procesie powstawania, co stanowi obecnie jedno z najważniejszych kryteriów ekologii budownictwa. Błoczki produkuje się ze słomy żytniej, pszennej, pszenżyta, owsa, jęczmienia i mieszanek zbóż. Do budowy nadają się wszystkie z wyjątkiem słomy jęczmiennej, ponieważ jest zbyt miękka. Dostępne wymiary błoczków w Polsce: 28×40×45–120 cm, 35×45×40–120 cm, 40×40×40–120 cm, 40×45×40–120 cm. Prasowana słoma charakteryzuje się bardzo dobrym współczynnikiem przewodzenia

ciepła $\lambda = 0,035 \text{ W/mxK}$ do $0,045 \text{ W/mxK}$ oraz bardzo dobrym współczynnikiem przenikania ciepła, – przy grubości 40 cm słomy $U_k = 0,12$ do $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$. Jest to znacznie powyżej obowiązujących w kraju norm $U_k = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ dla ścian o budowie warstwowej i $0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ dla ścian jednowarstwowych. Inne korzystne cechy to między innymi:

- żywotność budynku wybudowanego ze słomy jest bardzo długa (jeżeli tylko ściany są odpowiednio zabezpieczone przed działaniem ognia),
- koszty budulca są bardzo niskie,
- budowanie ze słomy jest szybkie,
- słoma daje bardzo dobrą izolację cieplną, nie wymaga dodatkowego ocieplania,
- przy rozbiórce materiał ten jest w pełni przetwarzalny [11].

Instytut Biologii Budownictwa i Ekologii IBO przy Politechnice w Wiedniu opublikował badania nad fizyką budowlaną słomy. Poniżej przedstawiono niektóre z wyników :

- maksymalne obciążenie 41.000–69.000 Pa (N/m^2),
- współczynnik zatrzymywania ciepła $c: 2,0 \text{ kJ/kgK}$,
- współczynnik palności klasa B:
 - niezabezpieczona ściana o grubości 50 cm > opóźnia palenie o 0,5 godz.,
 - ściana otynkowana gliną o grubości 50 cm > opóźnia palenie o 2 godz.,
- ciężar 100–120 kg/m^2 ,
- wilgotność RV 8–14% (przed użyciem do zbadania miernikiem wilgotności),
- współczynnik wchłaniania pary $\mu = 2,5$,
- izolacja dźwiękowa $R'w = 52 \text{ dB}$ (grubość ściany 53 cm, dwustronnie tynkowana).

Słoma jako budulec ścian, połączona z glinianym tynkiem i dobrze zaprojektowanym ogrzewaniem, tworzy przyjemny, zdrowy, odpowiadający nawet najbardziej wrażliwym alergikom klimat wnętrza, a ściany naprawdę „oddychają”.

Wadą jest ograniczona wielkość i wysokość budynku. Nierówny rozkład sił w ścianach może powodować osłabienie konstrukcji w miejscach otworów drzwiowych i okiennych. Obecnie najczęstszym sposobem budowania z gliny jest stosowanie bloczków słomianych jako wypełnienia ścian w konstrukcji drewnianej. Są one układane w konstrukcji szkieletu. Przed przystąpieniem do prac, należy sprawdzić wilgotność słomy, która powinna zawierać się w granicach od 8 do 14%. Wskazane jest układanie ścian na wysokość 7 lub 8 warstw bloków słomy, co daje około 4 m wysokości. Należy także zwrócić uwagę na dobrą izolację poziomą w kontakcie z fundamentami. Ściana zewnętrzna wymaga dobrego zabezpieczenia przed deszczem, tzn. odpowiedniego tynku oraz szerokiego okapu dachowego.

3.2. Opis materiału – glina

Drugim materiałem budowlanym zastosowanym w tej technologii jest glina znana ludzkości od kilku tysięcy lat. Glinę używa się nadal tam, gdzie trudno o inne materiały budowlane, np. w krajach Afryki Centralnej, w Mali, na Bliskim Wschodzie, Meksyku czy w krajach azjatyckich. W Europie w latach 80. rozpoczął się powrót do stosowania gliny jako materiału budowlanego. Stał się jednym z ważniejszych programów w ruchu alternatywnym w budownictwie. Był odpowiedzią na pierwsze sygnały zaniepokojenia społecznego wywołanego skutkami nowych technologii budowlanych. Właściwości gliny jako materiału budowlanego są bardzo są ciekawe:

- a) Technologia budownictwa z gliny sprzyja rozwojowi lokalnej produkcji i zachowaniu niezależności kulturowej regionu i kraju. Proces budowania zacieśnia więzy społeczne, a co również niezmiernie ważne, stwarza więzi użytkownika ze środowiskiem.
- b) Glina reguluje wilgotność powietrza. Ma zdolność szybkiego wchłaniania i oddawania wilgoci. Nie pozwala by w pomieszczeniu było zbyt sucho ani zbyt wilgotno. Niewypalane gliniane cegły potrafią wchłonąć ok. 30 razy więcej wody niż cegły wypalane. Wilgotność względna 50%, którą zapewniają gliniane ściany, tworzy odpowiedni mikroklimat –przyjemny i zdrowy. Glina przeciwdziała zmniejszeniu się wilgotności powietrza poniżej 40%, co mogłoby prowadzić do wyschnięcia błony śluzowej, a tym samym do zwiększonego ryzyka zachorowań w wyniku przeziębienia. Glina redukuje także powstawanie kurzu i w ten sposób działa zapobiegawczo przeciw przeziębieniom, redukuje przykre zapachy oraz zapobiega naładowaniu elektrostatycznemu przedmiotów w pokoju.
- c) Magazynując ciepło, przyczynia się do poprawy klimatu mieszkania. Przy pasywnym korzystaniu z energii słonecznej staje się doskonałą masą termiczną gromadzącą ciepło,
- d) Glina oszczędza energię i zmniejsza zanieczyszczenie środowiska. Potrzebuje podczas przygotowania i przerabiania bardzo mało energii, powodując tym samym znikome zanieczyszczenie środowiska. Zazwyczaj odpowiednią glinę można znaleźć w pobliżu placu budowy lub wręcz na nim, wykorzystując materiał z wykopów. Dzięki oszczędności na transporcie i braku konieczności przetwarzania w wysokich temperaturach glina potrzebuje niewielką ilość energii niezbędnej do produkcji tej samej ilości cegły wypalanej albo betonu. Przykładowo całkowity nakład energii na zbudowanie 100 m² domu jednorodzinnego wynosi:
- w technologii wielkopłytowej – 180 000 kWh,
 - w technologii tradycyjnej (cegła) – 80 000 kWh,
 - w technologii ekologicznej (glina + drewno) – 25 000 kWh [6].
- e) Niewypaloną, surową glinę można ponownie użyć do budowy po rozdrobnieniu i zmoczeniu wodą. W odróżnieniu od innych materiałów glina nigdy nie zaśmieca środowiska jak gruz.
- f) Glina konserwuje drewno i inne materiały organiczne. Otoczone przez glinę, dzięki równowadze jej wilgotności zostają albo osuszone, albo też pozostają suche, co uodparnia je na zagrzybienia i zaatakowanie przez insekty (owady potrzebują co najmniej 14%, a grzyby więcej niż 20% wilgotności).
- g) Glina zatrzymuje promieniowanie o wysokiej częstotliwości (występujące np. przy telefonii komórkowej, UMTS i GPS) skuteczniej niż inne, lżejsze materiały ściennie. Podczas gdy typowe dachówki ceramiczne albo cementowe minimalnie izolują promieniowanie, to sklepienia gliniane grubości 24 cm zatrzymują go do 99,9%.
- h) Glina ma właściwości lecznicze, antyalergiczne, antibakteryjne, zwiększa odporność skóry na mikroorganizmy, zmniejsza żywotność wielu bakterii i wirusów, zapobiega wysychaniu śluzówki dróg oddechowych, sprzyja pozytywnej jonizacji powietrza itd.
- i) Glina jest materiałem plastycznym i rzeźbiarskim. Łatwiej niż jakikolwiek inny materiał pozwala się kształtować. W zależności od gustu i potrzeb można z niej zrobić albo gładką twardą powierzchnię, albo plastyczną płaskorzeźbę. W czasie budowy, dopóki glina nie wyschła, można ją łatwo modelować, wycinać i wstawiać fragmenty, a zmiany będą niewidoczne.

Wadą gliny jest kurczenie się podczas schnięcia. Przez odparowanie wody, koniecznej do zaktywizowania lepkości gliny, zmniejsza się jej objętość i mogą powstać pęknięcia. Skurcz można znacznie zredukować przez zmniejszenie ilości dodawanej wody albo ilitu oraz poprzez optymalizację uziarnienia. Gлина nie jest wodoodporna. Należy chronić ją przed deszczem, co można rozwiązać środkami architektonicznymi (okap, cokół chroniący przed wodą odpryskową, izolacja pozioma odcinająca podciąganie), jak również zabezpieczenie powierzchni – powłoki malarskie, impregnacja lub wodoodporne tynki. Wydobywana w różnych miejscach ma różne właściwości i dlatego czasem – w zależności od potrzeb – konieczne będzie dodanie składników, takich jak np. piasek, mąka, słoma, makulatura.

4. Technologie budownictwa z gliny

Obecnie istnieje kilkanaście technologii budownictwa glinianego, jednak najbardziej rozpowszechnionych i stosowanych jest kilka:

- a) wznoszenie ścian monolitycznych z mieszanki gliny i słomy lub trzciny w deskowaniu [7],
- b) wznoszenie ścian z kostek (błoczków prostopadłościennych) słomianych tynkowanych gliną,
- c) ubijanie ścian monolitycznych z mieszanki lekkiej gliny i dodatków np. kulek ceramicznych,
- d) zagęszczanie suchej gliny piaszczystej ze żwirem w szalunku (zagęszcza się młotami pneumatycznymi lub wibrującymi ubijakami elektrycznymi, rzadziej za pomocą małych pojazdów gąsienicowych jeżdżących w szalunkach),
- e) formowanie błoczków z ziemi i gliny piaszczystej suchej a następnie prasowanie w prasach mechanicznych,
- f) formowanie prasowanych błoczków (cegieł), które po wyschnięciu będą użyte do wypełnienia szkieletu drewnianego.

4.1. Metoda kostek (błoczków prostopadłościennych) słomianych tynkowanych gliną

Metoda wznoszenia budynków z błoczków słomianych i gliny, potocznie nazywanych metodą glinosłombeli, polega na wykonaniu szkieletu drewnianego a następnie wypełnieniu go błoczkami prasowanej słomy tynkowanych gliną. Dom wykonany w tej technologii jest bardzo ciepły, zdrowy, przyjazny dla człowieka i środowiska. Prostota tej technologii sprawia, że tak budowane domy mogą być wznoszone we własnym zakresie i są obecnie najtańsze z możliwych na rynku budowlanym. Technologia ta od innych sposobów budownictwa glinianego różni się przede wszystkim tym, że glinę używa się tu w zasadzie tylko do tynkowania ścian, ewentualnie wykonywania podłóg z gliny, a konstrukcję budynku, w tym również belki stropowe i krokwie, wykonuje się z żerdzi zbitych w drabiny, wiązary i kratownice. Takie wykonanie konstrukcji drewnianej odróżnia tę technologię od innych sposobów budowy z prasowanej słomy. Przy innych sposobach budowania, szkielet ścian domu wykonuje

się np. z elementów żelbetowo-drewnianych, żelbetowych lub prefabrykowanych, co uniemożliwia jednak uzyskanie obniżenia kosztów.

Budowę rozpoczynamy od wylania fundamentów betonowych w sposób tradycyjny (il. 1). Fundament pełni rolę podstawy każdego domu, przenosząc jego ciężar na grunt. Pod wpływem tego nacisku następuje odkształcenie i zagęszczenie gruntu, aż do momentu osiągnięcia stanu równowagi między obciążeniem a nośnością podłoża. Fundamenty powinny mieć takie wymiary, aby pomieścić szerokość prostopadłościennych bloków prasowanej słomy. Następnie na ławach fundamentowych wykonujemy ścianę fundamentową (podmurówkę) na wysokość około 0,5 m powyżej poziomu terenu.



II. 1. Fundament pod budynek z „glinosłombeli” (źródło: www.biobudownictwo.org)

III. 1. Foundation of a building constructed from strawbale

Z fundamentu należy wypuścić pionowe wzmacniające pręty o średnicy minimum 12 mm. Zagłębione w fundamencie na głębokość 15 cm, powinny wystawać z fundamentu na minimum 30 cm. Dalej należy wykonać izolację poziomą i pionową ochraniającą budynek przed wodą gruntową i wilgocią. Izolacja pionowa zabezpiecza przed przenikaniem wilgoci i wody poprzez pionowe powierzchnie. Izolacja pozioma zabezpiecza poziome powierzchnie ścian i fundamentów przed podciąganiem kapilarnym na wyższe części budynku. Kolejnym krokiem jest wykonanie odwodnienia obwodowego budynku. Ma ono na celu odprowadzenie nadmiaru wilgoci gromadzącej się w gruncie wokół budynku. Budynek z gliny i słomy można również podpiwniczyć jak każdy inny obiekt. Podpiwniczenie budynku, oprócz innych wa-

lorów użytkowych i izolacyjnych, dostarcza na terenach bogatych w glinę budulec bezpośrednio z wykopu. Następnie wykonuje się konstrukcję szkieletową z drewna (il. 2).

Konstrukcja może być wykonana np. z żerdzi drewnianych przycinanych na budowie. Prosta, tania zapewnia duże oszczędności w eksploatacji domu. Ściany i dach powinny być zakotwione do fundamentu. Po ustawieniu konstrukcji wypełnia się ją bloczkami słomy. Grubość ścian powinna wynosić od 36 do 50 cm (w zależności od wielkości bloczków słomy i otynkowania gliną). Na 1 m² ściany przypada 3 do 4 sztuk bloczków. Bloczki sprasowane są z siłą 90–130 kg/m² i ważą od 6 do 15 kg, są też bardzo tanie (jako materiał budowlany). Należy je wcześniej namoczyć w półpłynnej zawieszinie gliny, wody i piasku tak, by zawieszina wniknęła w strukturę bloczka na głębokość około 3 cm, a następnie pozostawić na kilka godzin do przeschnięcia. Tak przygotowanymi bloczkami słomy wypełniamy szkielet konstrukcji drewnianej ściany (il. 3). Dla lepszego wiązania bloczki układa się naprzemiennie i przebija drewnianymi kołkami od góry w dół. Zachodzenie bloczków między sobą nie powinno być mniejsze niż 20–30 cm. Takie rozwiązanie wiąże kilka warstw. Pierwsza warstwa powinna być położona tak, aby pręty wychodzące z fundamentu przechodziły przez bloczki. Dodatkowo dla zabezpieczenia ścian przebija się bloczki w poziomie na wylot (krótszymi) kołkami o średnicy 2,5–4 cm. Końce kołków powinny wystawać z bloczków na odległość nieco mniejszą niż planowana grubość tynku. Po otynkowaniu od zewnątrz i wewnątrz ścian kołki będą zatopione w glinie. Gdy glina wyschnie i stwardnieje, kołki będą na niej oparte, co skutecznie uniemożliwi osiadanie słomy w ścianach. W czasie wypełniania konstrukcji wstawia się ościeżnice okien i drzwi. Istotne jest, aby wilgotność kostek podczas ich układania nieprzekraczała 20% całkowitej masy bloczka. Stały ciężar dachu i stropu będzie powodował pionowe ściskanie kostek. Niezależnie od systemu kotwienia użytego do połączenia dachu z fundamentem przed położeniem materiałów wykończeniowych ścian sworznie lub taśmy powinny być ponownie dociśnięte. Pokrycie dachu należy ułożyć przed wypełnieniem ścian, aby uniknąć zamoczenia słomy w razie deszczu. W przypadku wypełniania w pierwszej kolejności ścian, a dopiero potem wykonania dachu, trzeba mieć przygotowaną folię do szczelnego przykrycia przed deszczem. Ostatnim etapem pracy jest tynkowanie ścian. Narzucamy na ściany i wyrównujemy gliniany tynk o grubości 6–8 cm od wewnątrz i 10 cm od zewnątrz budynku. Tak wykonany tynk przykrywa i chroni szczelnie bloczki słomy, zalepiając także konstrukcję drewnianą. Tynkujemy dwoma lub trzema warstwami gliny, piasku i pociętej słomy. Glinę rozrabia się z wodą i piaskiem w betoniarce, a następnie dodaj słomę. Na ściany masę narzuca się za pomocą np. krótkich wideł. Całość ręcznie wyrównujemy pacą. Można też tynkować z użyciem agregatu tynkarskiego. Wszystkie instalacje wodne i elektryczne rozprowadza się na warstwie glinianej obrzutki w czasie tynkowania a następnie zalepia kolejną warstwą. Tynki wewnątrz można pozostawić w kolorze gliny lub pomalować farbą paroprzepuszczalną, najlepiej wapienną. Do izolacji podłóg, podobnie jak do ocieplania stropu i dachu, można zastosować bloczki słomy. Warstwa gliny w tym przypadku będzie również chroniła strop i połacie dachu przed przenikaniem wilgoci i przed ogniem. Do ogrzewania domu wystarczy tylko kominek z zamkniętą komorą spalania, ponieważ dom jest bardzo ciepły.



II. 2. Konstrukcja szkieletowa drewniana przed wypełnieniem bloczkami słomy (źródło: www.biobudownictwo.org)

III. 2. Wooden skeleton construction previous to the application of straw blocks



II. 3. Układanie bloczków słomy namoczonej w półpłynnej zawieszynie gliny, wody i piasku (źródło: www.biobudownictwo.org)

III. 3. Putting on soaked straw blocks in half fluency suspension of clay, water and sand

5. Wnioski

W Polsce od 1 stycznia 2009 roku weszła w życie unijna Dyrektywa w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Nowo powstały budynek, przeznaczony na sprzedaż lub pod wynajem, będzie musiał posiadać świadectwo potwierdzające jego klasę energetyczną. Z tego względu powyższa propozycja budowy domu w technologii bloczków ze słomy otynkowanych gliną jest alternatywą w dobie zmniejszania kosztów ogrzewania przy zachowaniu efektywności ekonomicznej. Budynki zaprojektowane w tej technologii mogą konkurować z innymi technologiami stosowanymi w lekkim, tanim budownictwie. Pozwalają w sposób prosty, tani, energooszczędny i ekologicznie czysty wybudować budynek.

Ten typ budownictwa, obecnie awangardowy i niekonwencjonalny, wynikał w przeszłości z biedy, oszczędności i konieczności używania tanich, lokalnych materiałów. W przyszłości te ostatnie kryteria mogą stać się priorytetem w nowoczesnym budownictwie mieszkaniowym. Szybko znikające zasoby naturalne naszej planety, ich ciągle rosnące ceny oraz konieczność oszczędności energii przy budowie i w trakcie eksploatacji domu zmusza powoli do zrewidowania konwencjonalnego podejścia do budownictwa i zmiany poglądów.

Literatura

- [1] BN-62/6738-01 Masy cementowo-gliniane z wypełniaczami.
- [2] BN-62/6738-02 Budownictwo z gliny. Masy gliniane.
- [3] BN-62/6749-02 Pustaki cementowo-gliniane, dymowe, spalinowe, wentylacyjne.
- [4] BN-62/8841-04 Budownictwo z gliny. Ściany z gliny ubijanej. Warunki techniczne wykonania i odbioru.
- [5] BN-62/9012-01 Cegły i bloki cementowo-gliniane z wypełniaczami.
- [6] Kupiec-Hyła D., Hyła M., *Domy z lekkiej gliny*, Zarząd Zespołu Jurajskich parków krajobrazowych w Krakowie, 1994.
- [7] Kupiec-Hyła D., Hyła M., *Domy z gliny (2)*, Murator 6`94.
- [8] Pawlikowski M., *Nowoczesne budownictwo z gliny*, PWRiL, Warszawa 1955.
- [9] www.biobudownictwo.org
- [10] www.effata.most.org.pl
- [11] www.zb.eco.pl