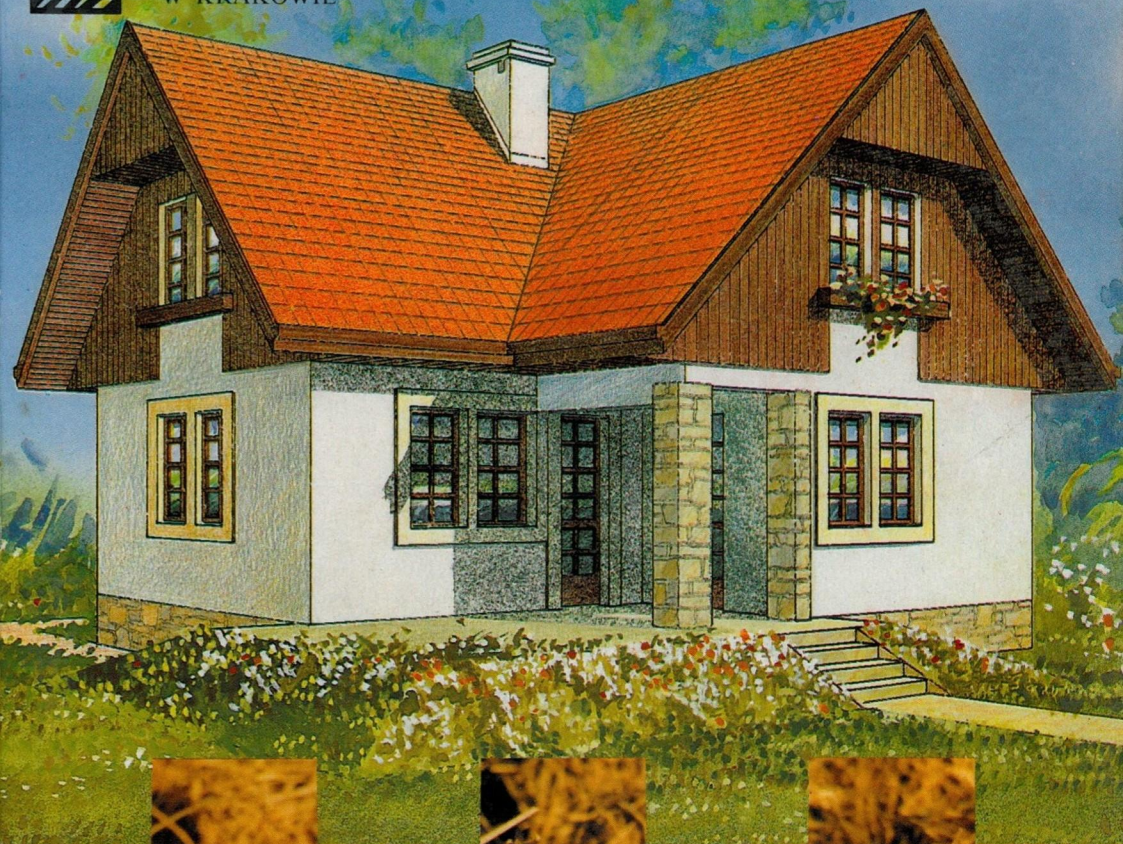




ZARZĄD ZESPOŁU
JURAJSKICH PARKÓW KRAJOBRAZOWYCH
W KRAKOWIE



MACIEJ HYLĄ
DANUTA KUPIEC-HYLĄ

DOMY Z LEKKIEJ GLINY

Poradnik

Poradnik
budowy szkieletowych domów
z wypełnieniem z lekkiej gliny

mgr inż. arch. Maciej Hyla
dr inż. arch. Danuta Kupiec-Hyla

DOMY Z LEKKIEJ GLINY

Poradnik
budowy szkieletowych domów
z wypełnieniem z lekkiej gliny



1994

Wydawca:
Zarząd Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych w Krakowie

Koszty druku wydawca pokrył z nagrody uzyskanej na
V Międzynarodowym Biennale Architektury

ISBN 83-901471-0-6

Zachodzące w polskiej gospodarce procesy szybko zmieniają model polskiego budownictwa jednorodzinnego. Ulega on radykalnym przekształceniom w kierunku budownictwa lekkiego, taniego, energooszczędnego inwestycyjnie i eksploatacyjnie, nie niszczącego środowiska nie tylko w procesie przygotowania materiałów i budowy, ale także w okresie eksploatacji, a nawet i rozbiórki wyeksploatowanych budynków. Era solidnych, kosztownych i wadliwych pod każdym względem „bunkrów mieszkalnych”, będących lokatą kapitału, już minęła. Współcześnie wartość domu zależy głównie od jego lokalizacji, rozwiązań funkcjonalno-przestrzennych, walorów eksploatacyjnych, estetyki, standardu wykończenia i wyposażenia, a nie kosztowności materiału ścian czy stropów; tendencja ta będzie się nasilać — takie są prawa gospodarki rynkowej.

W tej sytuacji coraz popularniejsze staje się w Polsce lekkie budownictwo szkieletowe, w którym wykorzystywane są najnowsze zdobycze techniki budowlanej w celu obniżenia kosztu i podwyższenia standardu użytkowego i estetyki.

Istnieje możliwość dalszego obniżenia kosztu takiego budownictwa bez rezygnacji z wysokiego standardu użytkowego czy estetyki. Możliwości takie daje stosowanie lekkiej gliny — odpowiednio przygotowanej i wysuszonej masy glinianej z wypełniaczami organicznymi — szczególnie korzystne na terenach, gdzie występują gliny przydatne dla celów budowlanych i gdzie istnieją nawiązki słomy, która jest najpopularniejszym wypełniaczem dla gliny.

Lekka glina jest materiałem o doskonałych parametrach technicznych, łatwym do przygotowania i wbudowania nawet siłami własnymi inwestora w sposób czysty ekologicznie i wyjątkowo energooszczędny.

Jednowarstwowa ściana z lekkiej gliny o grubości 35-40 cm już spełnia wymogi normy o ochronie cieplnej budynków. Grubość ta pozwala na ukrycie w niej dowolnego szkieletu bez obawy o wy-

stąpienie problemu mostków cieplnych; jest to następna znacząca możliwość obniżania kosztu przez uproszczenie konstrukcji i potaniecie materiału szkieletu — nadają się tu nawet okrągłe stemple, drobnowymiarowe elementy żelbetowe itp.

Wypełnienie szkieletu ścian i stropów lekką gliną zapewnia nie tylko odpowiednią wytrzymałość, ale i doskonały mikroklimat wewnątrz — ściany te mają stosunkowo dużą bezwładność cieplną i swobodnie oddychają, w przeciwieństwie do cienkich ścian szkieletów ocieplanych wełną mineralną osłoniętą foliami.

Lekka glina, która służy nie tylko do izolacji termicznej, ale i akustycznej ścian i stropów oraz ścianek działowych — po ich wykończeniu nowoczesnymi materiałami budowlanymi (płyty suchego tynku, okładziny różnych rodzajów, tynki cementowo gliniane itp.) niejako „znika”. Pozostają jednak ekonomiczne i ekologiczne efekty zastosowania tego nowoczesnego, a raczej unowocześnionego materiału, mającego ogromną tradycję.

Warto zapoznać się z historią europejskiego i polskiego budownictwa z gliny. Wiedza ta pozwala nabrać pełnego zaufania do gliny jako materiału budowlanego i do trwałości wzniesionych z niego budynków w naszych warunkach klimatycznych.

Zarys historii europejskiego budownictwa z gliny

W naszej strefie klimatycznej, na terenach Europy, budownictwo z gliny ma olbrzymią tradycję, sięgającą czasów prehistorycznych. Nowoczesne budownictwo z gliny niepalonej w Europie datuje się jednak dopiero od czasów wielkiej rewolucji francuskiej. Zrodziło się za sprawą talentu i pracy architekta François Cointereaux. Był on pierwszym nowożytnym architektem-budowniczym, który poświęcił się badaniom gliny jako materiału budowlanego i opracowaniom konstrukcji budynków z niej wykonanych. Jego działalność miała istotny wpływ na rozwój tego sposobu budowania nie tylko we



Szkoła z gliny z XIX w. Salagnon/Isère — Francja, fot. Ecomusée Nord Dauphine.

Francji, ale i poza jej granicami — w Anglii, Niemczech, Skandynawii. W krajach tych, wchodzących w okres rozwoju przemysłowego, powstały tysiące nowoczesnych w owym czasie budynków glinianych — mieszkalnych (do pałaców włącznie), użyteczności publicznej, nawet sakralnych, oraz budowli dla przemysłu i manufaktur.

Wspaniały rozwój glinianej architektury trwał w Europie aż do początków XX wieku, kiedy to konkurencja przemysłowo produkowanych materiałów budowlanych okazała się dla gliny zbyt silna. Użycie lokalnych materiałów gwałtownie zaczęło zanikać na rzecz coraz szerszego stosowania cegły, betonu, stali. Zjawisku temu sprzyjał gwałtowny rozwój transportu. Gdy jednak w czasie dwu wojen światowych i w okresach usuwania spowodowanych przez nie zniszczeń wystąpił deficyt tych materiałów, budynki z gliny niepalonej pojawiły się ponownie — nawet tej klasy architekci, co Le Corbusier we Francji i Speer w Niemczech, projektowali i wznosili budynki z gliny. Ten powrót do stosowania konstrukcji z gliny, pozwalał obniżyć koszt budownictwa, uzupełniać deficyt materiałów budowlanych, a także dostosowywać typ budowli do warunków lokalnych i tradycji regionalnych.

W powojennej Europie Wschodniej likwidowanie zniszczeń po II wojnie światowej odbyło się także przy znaczącym udziale budownictwa glinianego. W ówczesnej Niemieckiej Republice Demokratycznej wybudowano w powojennym dwudziestoleciu około 300 000 mieszkań w technologii glinianej, doprowadzonej do bardzo wysokiego poziomu technicznego i organizacyjnego. To właśnie na NRD-owskim budownictwie z gliny przede wszystkim wzorowane było analogiczne polskie budownictwo powojenne.

Kryzys energetyczny lat siedemdziesiątych dał nowy impuls do zainteresowania się wyjątkowo energooszczędnym budownictwem z gliny niepalonej.

W Europie obecnie Francja jest krajem najbardziej zaangażowanym i zaawansowanym w tym rodzaju budowania, zarówno na własnym terenie, jak i w krajach trzeciego świata. Sukces został osiągnięty głównie dzięki działalności organizacji CRATerre, powstałej przy Szkole Architektury w Grenoble w 1975 r. (Centrum Badań i Zastosowań Konstrukcji Glinianych). Organizacja ta przy poparciu państwa i władz lokalnych doprowadziła do budowy słynnego glinianego zespołu tanich domów komunalnych w L'Isle d'Abeau koło Lyonu — osiedla Domaine de la Terre.



Współczesny budynek mieszkalny z gliny w osiedlu Domaine de la Terre w L'Isle d'Abeau/Isère — Francja, fot. Ecomusée Nord Dauphine.

W latach osiemdziesiątych po tej wielkiej promocji nowoczesnego budownictwa z gliny CRATerre projektuje już gliniane budynki oraz wielkie programy taniego budownictwa komunalnego z gliny w ponad 30 krajach świata, prowadzi kursy budowania z gliny, działa jako konsultant techniczny i ekonomiczny rządów i inwestorów, współpracuje z ONZ i Bankiem Światowym.

Lata osiemdziesiąte stanowią przełom, jeśli idzie o ponowne docenienie budownictwa z gliny niepalonej i o rozwijanie nowoczesnych technologii budowania z gliny. Jest to bowiem najbardziej ekologiczny i energooszczędny sposób budowania, pozwalający pozyskiwać i eksploatować obiekty budowlane, a kiedyś, w dalekiej przyszłości wyeksploatowane rozbierać nie niszcząc środowiska, co w generalnej strategii lat dziewięćdziesiątych naszego wieku stało się bardzo istotnym elementem działań ludzkich.

Zarys historii polskiego budownictwa z gliny

Historyczne obszary masowego występowania budynków glinianych w Polsce to okolice Kartuz, pogranicza Wielkopolski i Kujaw oraz Podole i Wołyń. Obszary te charakteryzowały się importem drewna na szkielety i występowaniem złóż gliny do ich wypełniania. Na innych obszarach Polski budownictwo to stosowano także, lecz w mniejszym zakresie. Najstarsza technika plecenia i polepiania ścian zastąpiona została w okresie późniejszym przez wypełnianie szkieletów drewnianych wałkami słomy okręcanej na drążkach drewnianych i obustronne oblepianie gliną. Stosowano także glinianą cegłę suszoną, tzw. surówkę. Konstrukcje glinianych ścian jako elementy nośne budynku zaczęto w Polsce stosować w XVIII wieku na wzór francuski. Budownictwo to rozpowszechniło się w pierwszej połowie XIX wieku, kiedy w Królestwie Kongresowym podjęto akcję odbudowy zniszczonych wojną wsi.

W późniejszym okresie obserwuje się kilkakrotne nawroty budownictwa glinianego w Polsce, zawsze w czasach, gdy zwiększone potrzeby budowlane (np. po zniszczeniach wojennych) nie mogły być w pełni zaspokojone przez konwencjonalne budownictwo ze względu na deficyt materiałów budowlanych, energii i środków finansowych. Sytuacja ta wystąpiła po I wojnie światowej, po 1939 roku i po zakończeniu II wojny światowej.

Ten ostatni nawrót budownictwa z gliny na terenach Polski był już w pełni nowoczesnym technicznie i organizacyjnie ruchem budowlanym, wzorowanym na rozwiązaniach niemieckich. Dysponował doskonale zorganizowanym zapleczem naukowo-badawczym, instruktażowym i publikatorskim.

Dla rozwijania tego sposobu budowania wytypowano obszary południowej Polski, bogate w gliny przydatne do celów budowlanych. Uchwałą Prezydium Rządu nr 179 z 1954 roku powołano Ośrodek Badawczo-Instruktażowy Budownictwa z Gliny z siedzibą w Krako-



Dom z gliny w Skomielnej Białej (woj. nowosądeckie) z 1942 r.



Szkola z gliny w Kasince Małej (woj. nowosądeckie) z 1948 r.

wie. W późniejszym okresie jego zadania przejął Krakowski Oddział Instytutu Techniki Budowlanej. Budownictwu z gliny dano znaczące preferencje — darmowe badanie próbek gliny i ustalanie receptur jej mieszanek z wypełniaczami oraz 20-procentowy dodatek do dopuszczalnej powierzchni użytkowej mieszkań budowlanych w technologii glinianej. Rozwinięto szeroką, finansowaną przez państwo akcję wydawniczo-propagandową i szkoleniową, co doprowadziło w Polsce z końcem lat pięćdziesiątych do uruchomienia nowoczesnego budownictwa z gliny niepalonej. Wzniesiono mnóstwo budynków prywatnych, spółdzielczych i państwowych w tej technologii.



Blok mieszkalny z gliny w Skawinie (woj. krakowskie) z 1955 r.

Równolegle przebiegał jednak inny proces, który doprowadził do nagłego upadku budownictwa glinianego w powojennej Polsce. Dobiegła końca realizacja wielkich inwestycji Planu Sześcioletniego. W rejonie południowym Polski, gdzie właśnie rozwijano budownictwo gliniane, uruchomiony został gigant hutniczy — Huta im. Lenina. Przy hucie powstała cementownia. Pojawienie się olbrzymich ilości taniego (darmo rozdawanego ludności) żużla hutniczego i taniego

(dotowanego) cementu radykalnie zmieniło politykę państwa w stosunku do budownictwa z gliny. Decyzjami o charakterze politycznym zostało ono zarzucone — nastąpiła era żużlobetonów w polskim budownictwie, a ich szkodliwe oddziaływanie na zdrowie mieszkańców było przez dziesiątki lat utajniane.

Odejście od budownictwa glinianego było tak nagłe i zupełne, że nawet nie badano, czy budynki z gliny, niedawno tak lansowane, udały się, czy nie, czy sprawdziły się przez lata ich normalnej eksploatacji. Badania te wykonali dopiero autorzy z końcem lat osiemdziesiątych — wyniki były w pełni pozytywne. Na szczęście nie zostały wówczas przerwane zaawansowane prace naukowo-badawcze prowadzone w Instytucie Techniki Budowlanej — w 1962 roku wydany został komplet norm branżowych dla budownictwa glinianego, aktualny do dziś. W ten sposób Polska znalazła się wśród niewielu krajów świata posiadających takie normy (we Francji dorabiano je pośpiesznie około 1976 roku, w czasie realizacji osiedla doświadczalnego Domaine de la Terre, co podniosło koszt osiedla o ok. 10%).

Oto wykaz norm branżowych obowiązujących przy projektowaniu i realizacji budynków z gliny oraz produkcji elementów budowlanych z mas glinianych i tworzyw cementowo-glinianych:

BN-62/6738-01 Masy cementowo-gliniane z wypełniaczami.

BN-62/6738-02 Budownictwo z gliny. Masy gliniane.

BN-62/6749-02 Pustaki cementowo-gliniane, dymowe, spalinowe, wentylacyjne.

BN-62/8841-04 Budownictwo z gliny. Ściany z gliny ubijanej. Warunki techniczne wykonania i odbioru.

BN-62/9012-01 Cegły i bloki cementowo-gliniane z wypełniaczami.

Z tamtych lat pozostały instrukcje Instytutu Techniki Budowlanej i Instytutu Budownictwa Mieszkaniowego, stale aktualne dla budownictwa z gliny i tworzyw cementowo-glinianych.

Zmieniły się radykalnie uwarunkowania dla rozwoju współczesnej nowej generacji budownictwa z gliny w Polsce. Praktycznie nie można kontynuować bardzo pracochłonnej technologii budowy z gliny konstrukcyjnej ubijanej w szalunkach czy z konstrukcyjnych bloków glinianych produkowanych ręcznie. Zwiększone wymagania dotyczące ochrony cieplnej budynków powodują, że ściany konstrukcyjne z gliny, grube ze względu na wymagany współczynnik bezpieczeństwa 7, dodatkowo ocieplone, są już bardzo grube i ciężkie. Ściany z gliny konstrukcyjnej mogą być w naszej strefie klimatycznej stosowane z powodzeniem tylko w budynkach o układzie poprzecznym usztyw-

nionym wewnętrzną ścianą podłużną, i to pod warunkiem pełnej mechanizacji budowy, ze ścianami zewnętrznymi wykonanymi z lekkiej gliny. Rozwiązanie to nadaje się idealnie dla domów szeregowych, lecz w Polsce jeszcze nie było wypróbowane.

Z tych powodów najwłaściwszym obecnie sposobem budowania z gliny w polskich warunkach jest budownictwo szkieletowe wypełniane lekką gliną, doskonale sprawdzające się już we Francji i w Niemczech.



Dom z lekkiej gliny w Karniowicach (woj. katowickie), proj. arch.arch. Danuta i Maciej Hyłowie.

Charakterystyka budownictwa szkieletowego wypełnianego lekką gliną

Budownictwo z lekkiej gliny, stosunkowo mało pracochłonne, w unowocześnionej wersji jest konkurencyjne dla najnowocześniejszych technologii stosowanych w lekkim, tanim budownictwie. Jest konkurencyjne tym bardziej, że pozwala na przygotowanie podstawowej ilości materiału budowlanego o współczesnych parametrach technicznych w prosty, tani, energooszczędny i ekologicznie „czysty” sposób, wykorzystując materiał miejscowy — glinę, najlepiej z wykopów pod fundament i piwniczkę, oraz słomę, (także prasowaną z kombajnu). W miarę rozpowszechniania się tego sposobu budowania wystąpi deficyt słomy i wzrost jej ceny — na szczęście nie będzie to przeszkodą, bo lekką glinę można wytwarzać z innymi domieszkami — do granulatu styropianowego włącznie.

Glina lekka nie jest nośnym materiałem konstrukcyjnym — jej wytrzymałość na ściskanie waha się w granicach $6-15 \text{ kG/cm}^2$, ciężar objętościowy w granicach $600-1200 \text{ kG/m}^3$, a współczynnik przewodności cieplnej w granicach $0,20-0,40 \text{ W/mK}$ w zależności od proporcji zmieszania gliny z wypełniaczami.

Do przygotowania lekkiej gliny nadają się tylko gliny tłuste i bardzo tłuste, o spoistości większej niż 750 G/5 cm^2 (szczegóły w części omawiającej wymogi normy).

Przegrody budowlane wykonane z lekkiej gliny pozwalają na prawidłową izolację termiczną budynku ścianą jednowarstwową (przy grubości ściany 45 cm uzyskuje się wsp. $k=0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$) i dobrą izolację akustyczną ścian i stropów.

Wykańczanie powierzchni ścian lekkiej gliny tynkami zarówno mokrymi, jak i suchymi nie nastręcza trudności ani w wykonawstwie, ani w eksploatacji, można w nie wbijać gwoździe itp. Ściany te wskutek swej porowatości szybko wysychają w czasie produkcji i budowy i swobodnie oddychają w czasie eksploatacji budynku, co jest jedną z przyczyn doskonałego mikroklimatu wewnątrz nimi obudo-

wanych. Drugą przyczyną jest stosunkowo duża bezwładność cieplna tych ścian, sprzyjająca stabilizacji temperatury wewnątrz.

Przegrody z lekkiej gliny nie emitują żadnych szkodliwych substancji, a ich promieniowanie nie przekracza naturalnego promieniowania tła.

Budowa domu o konstrukcji szkieletowej wypełnionej lekką gliną przebiega metodą „od dachu”. Szkielet tworzy sztywną konstrukcję ścian i stropów, którą nakrywa się dachem domu, uzyskując wiatę, pod którą produkuje się i suszy elementy wypełnienia szkieletu wytwarzane z lekkiej gliny, przy pełnym zabezpieczeniu przed niekorzystnymi wpływami atmosferycznymi. Ten sposób budowania daje pełną możliwość wykonywania elementów budynku z lekkiej gliny we własnym zakresie, pod swoim dachem, co jest bardzo istotną możliwością obniżenia kosztów budowy.

Niewielki ciężar budynku szkieletowego, wypełnionego lekką gliną, parterowego z mieszkalnym poddaszem, powoduje, że fundamenty pod niego są także oszczędne.

W przypadku całkowitego lub częściowego podpiwniczenia ilość gliny z wykopu wystarcza dla potrzeb budowy. Przy braku podpiwniczenia gliny dostarcza wykop pod fundament i szambo.

Budowanie z gliny lekkiej jest szczególnie opłacalne, gdy odpowiednia glina występuje na budowie. Opłacalny jest także jej dowóz z niewielkiej odległości (np. glinianka gminna, przewidziana do rekultywacji po wyeksploatowaniu.).

Trwałość prawidłowo zrealizowanego i prawidłowo eksploatowanego budynku z lekkiej gliny jest bardzo duża. Gлина doskonale konserwuje drewno i słomę, pod warunkiem, że są dobrze chronione przed wilgocią, co z powodzeniem realizowano w czasach historycznych — przy współczesnych technologiach jest to zadanie odpowiednio łatwiejsze.

Gлина nie jest spoiwem, tylko lepiszczem. Swą wytrzymałość mechaniczną, wykorzystywaną w budownictwie, uzyskuje przez wysychanie filmu wodnego spomiędzy blaszek lub igiełek iłu, który stanowi podstawowy składnik gliny. Siły spójności między blaszkami lub igiełkami iłu działają tak długo, jak długo znów nie oddzieli ich warstwa wody. Wówczas glina traci wytrzymałość. Ta jej właściwość, odpowiednio wykorzystana w technice budowlanej, pozwala łatwo przygotowywać glinę dla budowy, zapewnić długi okres eksploatacji budynku i kiedyś, w odległej przyszłości, gdy będzie już wyeksploatowany — łatwo go rozebrać.

Gлина jako materiał budowlany

Znajomość właściwości glin oraz umiejętność zgodnego z normą ich obrabiania są warunkiem poprawnego budownictwa z gliny.

Budownictwo z gliny objęte jest normą branżową BN-62/6738-02 „Budownictwo z gliny. Masy gliniane”. Z normy wybrano te ustalenia, które dotyczą gliny lekkiej. Przedmiotem tej normy są masy gliniane stosowane w budownictwie z gliny surowej (niewypalanej i niestabilizowanej).

Norma wprowadza podstawowe określenia:

- masa gliniana — jest to mieszanina gliny o naturalnej, ziemnej wilgotności (zawartość wody 12-16% wagowo) lub gliny plastycznej z wypełniaczami mineralnymi lub organicznymi, bądź też obu razem;
- normowa plastyczność gliny — jest to plastyczność, przy której uformowana w dłoniach kula gliniana o ciężarze 200 G, upuszczona z wysokości 2,0 m na gładką, nieelastyczną płytę, ulegnie spłaszczeniu, a średnica spłaszczonej kuli będzie równa 50 mm;
- spoistość gliny — jest to wytrzymałość na rozerwanie gliny o normowej plastyczności.

Norma wprowadza podział mas glinianych w zależności od ilości użytych wypełniaczy oraz sposobu przygotowania na:

ciężką
średnią
lekką.

Norma określa zastosowanie mas glinianych w budownictwie:

- Masę glinianą ciężką stosuje się do wykonywania ścian ubijanych w deskowaniach przestawnych lub do produkcji konstrukcyjnych bloków ściennych.
- Masę glinianą średnią stosuje się do produkcji konstrukcyjnych bloków ściennych lub do produkcji belek, nadproży okiennych i drzwiowych.
- Masę glinianą lekką stosuje się do produkcji bloków lub płyt na ścianki działowe i wypełniające, płyt ocieplających oraz płyt stropowych i dachowych.

Norma wprowadza także ograniczenie stosowania mas glinianych wyłącznie do elementów nadziemnych budynków nie wyższych niż 3 kondygnacje, o małym i średnim zawilgoceniu (mieszkalnych, gospodarczych, inwentarskich itp.). Mas glinianych nie należy stosować do elementów budynków lub pomieszczeń narażonych na silne zawilgocenie, jak łaźnie, pralnie.

Norma określa podział i wymogi stawiane surowcom do przygotowania mas glinianych.

Glina

Norma wprowadza podział glin w zależności od spoistości i skurczu.

L.p.	Rodzaj glin	Spoistość G/5 cm ²	Skurcz %
1.	Bardzo chude	300-400	3
2.	Chude	401-550	4
3.	Średnio chude	551-750	5
4.	Średnio tłuste	751-1000	6
5.	Tłuste	1001-1350	7
6.	Bardzo tłuste	1351	8

W przypadkach, gdy pomiędzy wartościami spoistości i skurczu, określonymi dla danej gliny na podstawie badań laboratoryjnych, brak zgodności z wartościami podanymi w tabeli, norma nakazuje określić rodzaj gliny na podstawie wielkości skurczu, a nie spoistości.

Do przygotowania masy glinianej ciężkiej i średniej można stosować wszystkie rodzaje glin. Do przygotowania masy glinianej lekkiej mogą być stosowane jedynie gliny średnio tłuste, tłuste i bardzo tłuste.

Norma wprowadza podział glin w zależności od odporności na rozmywanie w wodzie:

- gliny o dużej rozmywalności, które ulegają rozpadowi w wodzie przed upływem 5 minut;
- gliny o średniej rozmywalności, które ulegają rozpadowi w wodzie nie wcześniej niż po upływie 5 minut;
- gliny o słabej rozmywalności, które ulegają rozpadowi w wodzie nie wcześniej niż po upływie 1 godziny.

Gliny o dużej rozmywalności mogą być użyte do przygotowania mas glinianych pod warunkiem zachowania odpowiedniej ochrony przed wpływami atmosferycznymi w czasie wykonywania, dojrzewania i użytkowania wyrobów lub elementów budynku z nich wykonanych.

Norma dzieli wypełniacze do mas glinianych na mineralne i organiczne, określa ich rodzaj i stawiane im wymagania.

Wypełniacze mineralne:

piasek — powinien być gruboziarnisty,

żwir — powinien mieć uziarnienie 2-10 mm,

żużel — powinien mieć uziarnienie 4-10 mm, przed użyciem do mas glinianych powinien być polany zawiesiną glinianą i dokładnie przemieszany.

Wypełniacze organiczne — słomy (rzepakowa, żytnia, jęczmienna, pszena), wysuszone łodygi roślin (łęty grochu, fasoli, wrzosu itp.) oraz trociny i paździerze powinny być zdrowe, bez śladów zbutwienia i obcych zanieczyszczeń. Na 48 godzin przed użyciem do mas glinianych należy je silnie zwilżyć wodą.

Słomy i łodygi roślin nie powinny zawierać ziarn w kłosach i strąkach. Długość włókien słom i łodyg roślin powinna wynosić:

— dla masy glinianej ciężkiej i średniej 5-10 cm,

— dla masy glinianej lekkiej 10-30 cm.

Paździerze nie powinny zawierać ziarn ani włókien.

W rozdziale „Wymagania techniczne” norma szczegółowo określa przygotowanie mas glinianych — ciężkiej, średniej i lekkiej. Dla omawianego rodzaju budownictwa szkieletowego wypełnianego lekką gliną istotne są wymagania normy w odniesieniu do przygotowania masy glinianej lekkiej.

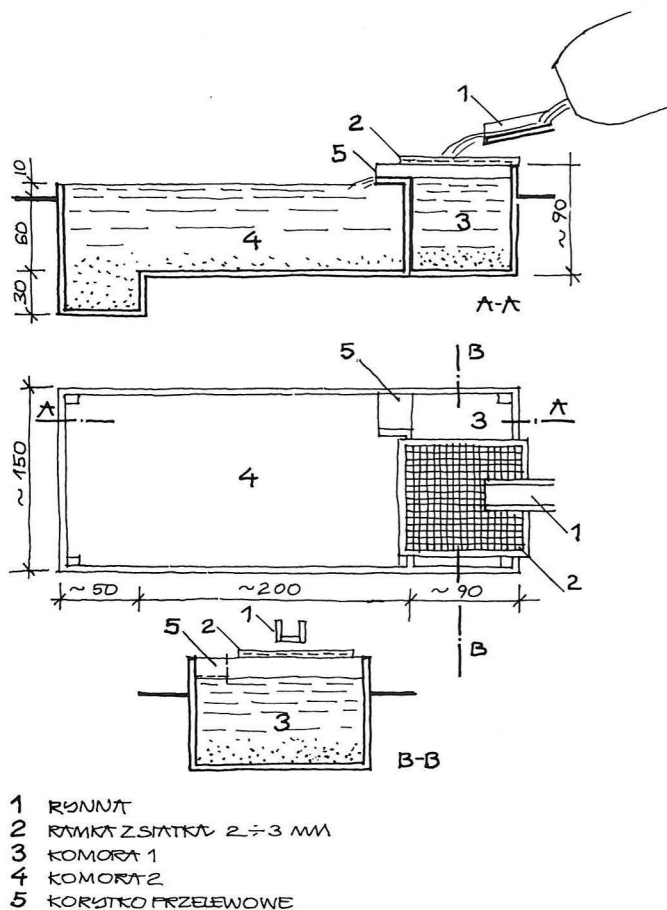
Do przygotowania masy glinianej lekkiej należy użyć gliny w postaci zawiesiny glinianej. Norma żąda, by zawiesinę glinianą przygotowywać tak, jak określa to norma PN-55/B-14501 — „Zaprawy cementowo-gliniane” (i późniejsza PN-65/B-14501). Norma ta rozróżnia ręczne i mechaniczne mieszanie gliny z wodą, podając dla obu sposobów odpowiednie wymagania.

Mieszanie ręczne gliny namoczonej: Glinę należy wrzucić do skrzyni i zalać wodą w ilości nieco mniejszej niż objętość gliny. Mieszanie powinno trwać do otrzymania jednolitej (bez grudek) zawiesiny o konsystencji gęstej śmietany. Następnie glinę należy zlać do pierwszej komory pojemnika dwukomorowego przez otwór w ścianie skrzyni zaopatrzony w siatkę o oczkach 8-10 mm, a z niej do drugiej komory przez otwór z siatką o oczkach 3-4 mm.

Norma określa także warunki mieszania z wodą gliny suszonej i rozdrobnionej na sucho. Do skrzyni z wodą należy wrzucić wysuszoną i rozdrobnioną glinę w ilości około 1/3 wlanej wody. Glinę po rozmoczeniu należy mieszać do otrzymania zawiesiny o konsystencji gęstej śmietany. Otrzymaną zawiesinę należy zlać do pojemnika dwukomorowego jw.

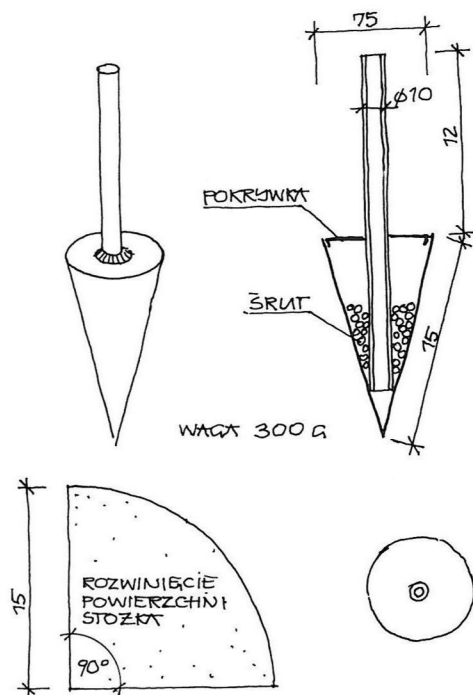
Mieszanie mechaniczne gliny z wodą: Należy stosować betoniarkę lub mieszarki. Norma zaleca, by przed wrzuceniem do betoniarki glinę tłustą wstępnie przez 24 godziny rozmoczyć, a średnio tłustą w stanie suszonym rozdrobnić na grudki nie większe jak 4 cm.

Glinę z wodą miesza się w betoniarce 4 do 6 min., po czym zlewa się mieszaninę korytem do osadnika przez sito stalowe o oczkach 8 mm, umieszczone u wylotu bębna betoniarki. Pozostałość dokłada się do gliny poddawanej wstępnemu rozmakaniu. Zawiesinę zlewa się do osadnika dwukomorowego, dla którego norma określa wymiary (w praktyce przy bardzo tłustej glinie wystarcza jednokomorowy).



Rys. 1. Osadnik dwukomorowy na zawiesinę glinianą.

Konsystencja zawiesiny glinianej winna wynosić 15 cm wg stożka pomiarowego. Sposób tego badania i wymiary stożka pomiarowego określone są w „Instrukcji stosowania w budownictwie zapraw i wyrobów cementowo-glinianych” — wydanej przez Instytut Techniki Budowlanej w 1985 r. (Instrukcja nr 272). Na 1 m³ zawiesiny glinianej o konsystencji „15” potrzeba 640 kg gliny.



W ZAWIESINIE OKONSYSTENCJI 15 STOŻEK
JEST CAŁKIEM ZAMURZONY, LECZ NIE TONIE

Rys. 2. Stożek pomiarowy do badania konsystencji zawiesiny glinianej.

Norma określa sposób mieszania masy gliny lekkiej. Do zawiesiny glinianej wlanej do skrzyni należy dodać wypełniacz, zachowując ustaloną dla każdego rodzaju gliny proporcję, a następnie całą masę dokładnie wymieszać. Każde włókno lub wiór powinno być dokładnie

oblepione zawiesziną glinianą. Przerobioną masę należy pozostawić w kopcach na przeciąg 24 godzin. Kopce należy chronić przed wpływami atmosferycznymi.

Skład i proporcja składników mas glinianych jest określona przez normę w tablicy „Masy gliniane. Orientacyjne proporcje składników”. Potrzebną ilość wody norma nakazuje każdorazowo ustalić na podstawie próbnego zarobu.

Rodzaj gliny	Spoistość G/5 cm ²	Skurcz %	Orientacyjne proporcje składników (objętościowo)
			Masa gliniana lekka wypełniacz organiczny: glina
średnio tłusta	751-1000	6	1,5:1
tłusta	1001-1350	7	2:1
bardzo tłusta	1351	8	2,5:1

Norma określa strukturę masy glinianej — winna być jednolita, bez śladów skupisk miejscowych gliny lub wypełniaczy.

Skurcz masy gliny lekkiej, określony przez normę, wynosi 0,5-1,0%.

Ciężar objętościowy masy gliny lekkiej mieści się wg normy w granicach 600-1200 kG/m³.

Współczynnik przewodności cieplnej masy gliny lekkiej w stanie powietrzno-suchym wynosi 0,20-0,40 kcal/mh°C tj. 0,23-0,47 W/mK.

Literatura niemiecka (Franz Volhard, *Leichtlembau — alter Baustoff — neue Technik*) podaje tabelę zależności ciężaru właściwego suchej masy lekkiej gliny i wartości współczynnika charakteryzującego przewodność cieplną materiału.

kG/m ³	W/mK
300	0,1
400	0,12
600	0,17
800	0,25
1000	0,35
1200	0,47

Pomiary przewodności cieplnej próbek lekkiej gliny oraz fragmentu ściany w skali 1:1, wykonane na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej dla eksperymentalnej budowy w Karniowicach, dały wynik wsp. $\lambda = 18 - 20 \text{ W/mK}$ dla lekkiej gliny o ciężarze objętościowym $\gamma = 700 \text{ kG/m}^3$.

Norma określa wytrzymałość mas glinianych na ściskanie w stanie powietrzno-suchym — dla masy glinianej lekkiej nie mniej niż 6 kG/cm^2 .

W rozdziale „Badania techniczne” norma określa rodzaje badań:

Badanie gliny obejmuje:

- a) przygotowanie gliny o normalnej plastyczności,
- b) badanie spoistości gliny,
- c) badanie skurczu gliny,
- d) badanie odporności gliny na rozmywanie w wodzie,
- e) badanie na zawartość w glinie rozproszonego węgla wapnia.

Badanie wypełniaczy obejmuje:

- a) badanie jakości piasku, żwiru, (dla gliny ciężkiej i średniej),
- b) badanie jakości materiałów organicznych.

Badanie mas glinianych obejmują:

- a) badanie skurczu (dotyczy masy glinianej ciężkiej i średniej),
- b) badanie ciężaru objętościowego,
- c) badanie wytrzymałości na ściskanie.

Badania mas glinianych są badaniami kontrolnymi, na podstawie których sprawdza się, czy ustalony w wyniku badań spoistości i skurczu gliny rodzaj gliny oraz przyjęte z tablicy orientacyjne proporcje składników są właściwe.

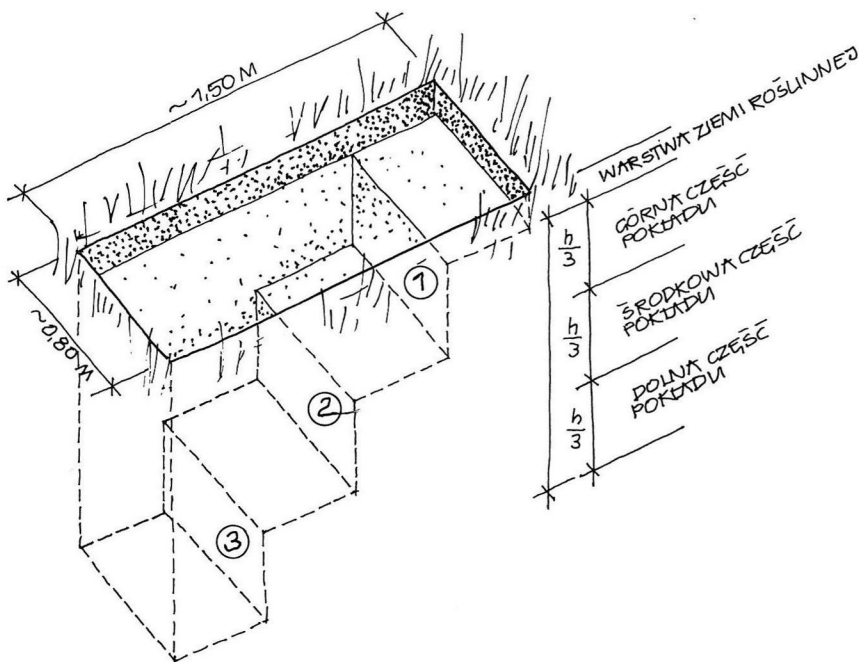
Norma określa szczegółowo, jak mają być prowadzone badania. Badania laboratoryjne winny być przeprowadzone w laboratoriach instytutów naukowo-badawczych wyższych uczelni lub zakładów badań i doświadczeń.

Próbki gliny do badań należy pobrać z miejsca, z którego będzie używana glina do budowy. Dół próbny powinien być wykonany zgodnie z rysunkiem.

Pobrane próbki gliny winny być wolne od zanieczyszczeń. Dla budynku parterowego pobrać należy dwie próbki — z górnej i z dolnej części pokładu. W przypadku złoża o wyraźnym uwarstwieniu próbki należy pobrać z każdej warstwy. Ciężar każdej próbki winien wynosić 15-20 kg.

Do próbek należy dołączyć opis zawierający:

- a) adres budowy lub wytwórni eksploatującej glinę oraz adres inwestora,



Rys. 3. Dół do pobierania próbek gliny.

- b) przeznaczenie budynku (mieszkalny, inwentarski),
- c) ilość kondygnacji nadziemnych,
- d) rodzaj wypełniacza, jaki ma być użyty,
- e) zamierzone użycie gliny — ściany ubijane, wyrób bloków konstrukcyjnych, wyrób elementów wypełniających.

Norma szczegółowo określa sposób przeprowadzenia wymaganych badań oraz sprzęt do nich służący.

Laboratorium przeprowadzające te badania powinno sporządzić na podstawie ich wyników orzeczenie o jakości gliny. Treść orzeczenia i jego układ musi być zgodny z załączonym do normy wzorem.

Dla podjęcia decyzji o budowie z użyciem lekkiej gliny warto znać sposób badań orientacyjnych. Takie wstępne, orientacyjne badania spoistości i skurczu gliny dla ustalenia, czy jest ona przydatna dla przygotowania masy gliny lekkiej, można przeprowadzić samemu.

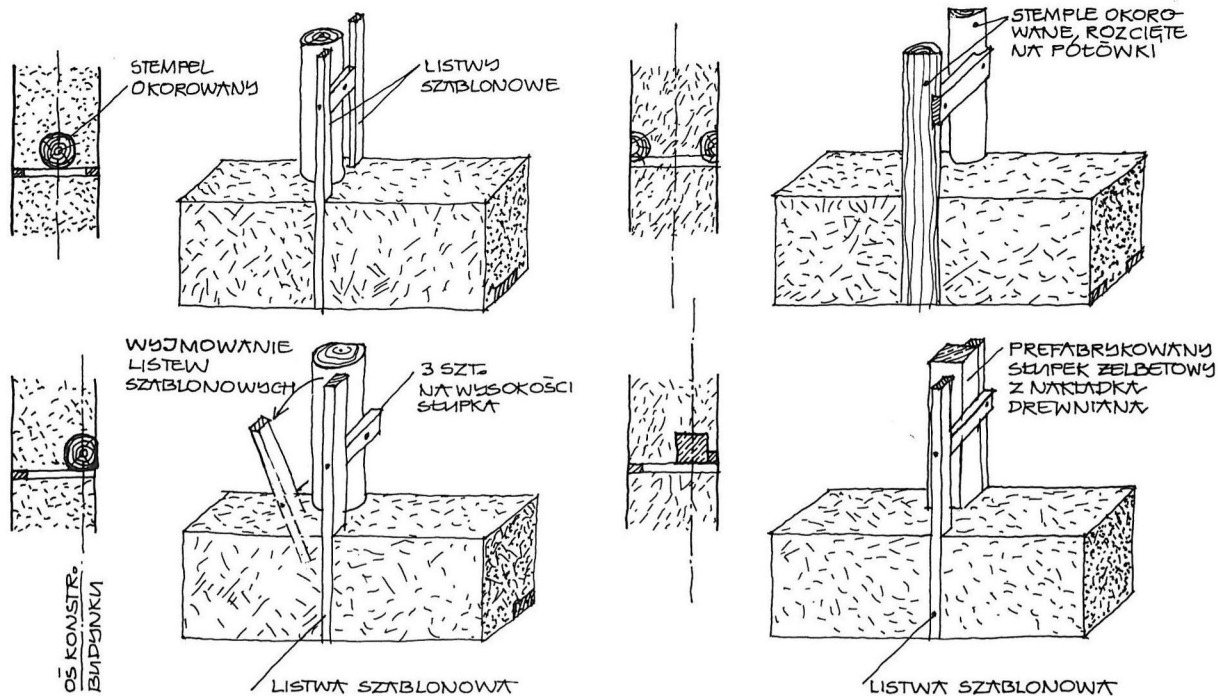
Należy przygotować próbkę o normowej plastyczności: dobrze urobioną glinę o ciężarze 200 g ugnieść w kulę i upuścić na twardą gładką płytkę z wysokości 2 m. Średnica spłaszczenia musi wynieść $50 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$; gdy jest za mała, nawilżamy dodatkowo próbkę, gdy jest za duża — przesuszamy. Z takiej gliny formujemy wałek o średnicy 2 cm i długości 7 cm i zginamy go w pierścień. Gdy nie popęka na obwodzie, mamy do czynienia z gliną tłustą, gdy pęknięcia są tylko na obwodzie — z średnio tłustą, gdy złamie się — z chudą. Do przygotowania gliny lekkiej można użyć tylko gliny średnio tłustej, tłustej i bardzo tłustej. By ustalić skurcz gliny, którą dysponujemy, co jest także kryterium oceny, czy glina jest tłusta, z dobrze wyrobionej gliny o normowej plastyczności formujemy wałek o długości ok. 15 cm i układamy na deseczce. Znaczymy na niej i na wałku kreski w odległości 10 cm od siebie. Po zupełnym wyschnięciu wałka mierzy się różnicę odległości kresek na wałku i na deseczce — jest to właśnie skurcz badanej gliny. Gdy różnica ta wynosi 6 mm lub więcej, glina jest przydatna do przygotowywania z niej masy lekkiej gliny. Mając takie wstępne rozeznanie, można już podejmować decyzję o budowaniu z gliny lekkiej. Zgodnie z wymogami normy dotyczącej budownictwa z gliny należy teraz zlecić specjalistycznemu laboratorium zbadanie próbek gliny w celu uzyskania oficjalnego „Orzeczenia o jakości gliny do celów budowlanych”.

Szkielety

Ściany

Szkielet ścian wypełnianych gliną lekką można wykonać albo jako drewniany, albo jako żelbetowo-drewniany lub żelbetowy. Wskazana jest prefabrykacja poligonowa szkieletów lub produkcja zunifikowanych ich elementów w miarę rozwoju tego typu budownictwa.

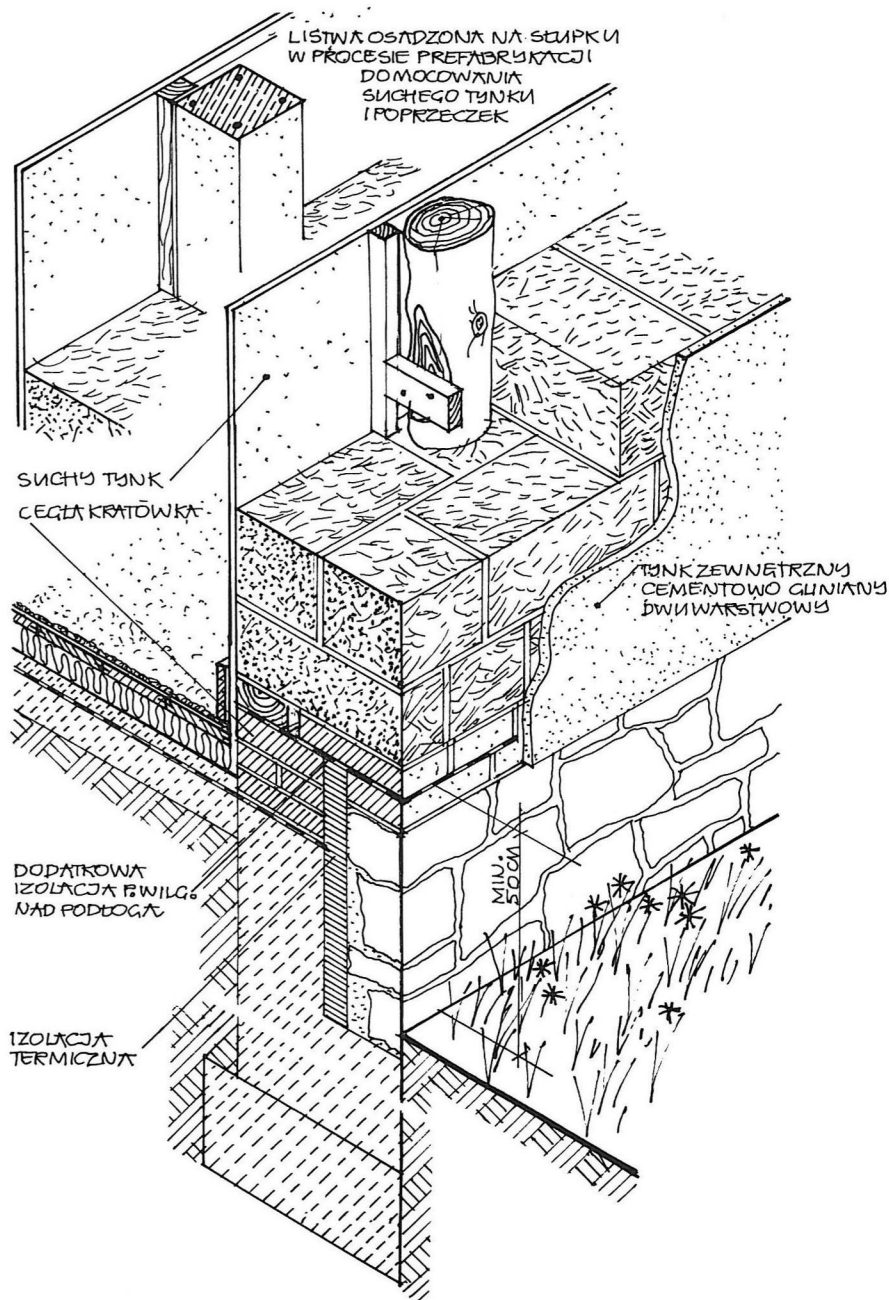
Istotna różnica w przygotowaniu szkieletu ścian dotyczy jego przystosowania albo do wypełniania masą lekkiej gliny w szalunku, albo do wymurowania z bloczków. W pierwszym przypadku konieczne jest takie jego skonstruowanie, by można było po jego elementach przesuwąć szalunek.



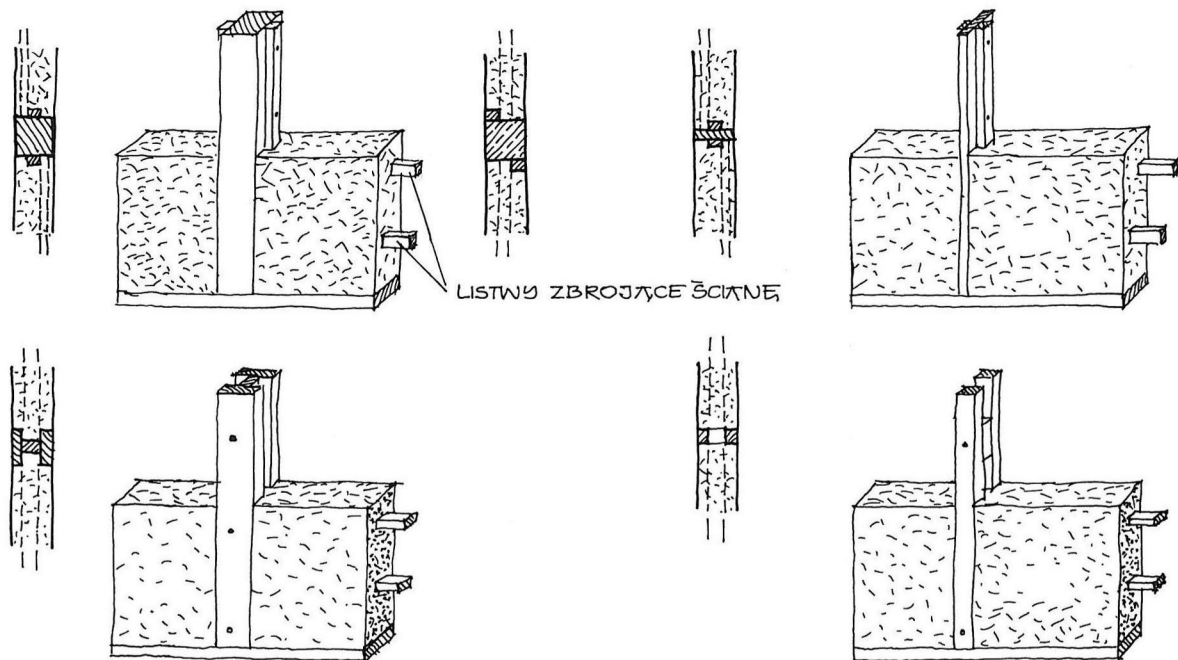
UWAGA:

LISTWA SZABLONOWE WYJMUJE SIĘ Z GOTOWYCH ŚCIAN, GDY BĘDĄ TYNKOWANE NA MOKRO. POD SUCHYMI I OKŁADZINAMI ELEWACYJNYMI LISTWA SZABLONOWE POZOSTAJĄ.

Rys. 4. Ściany zewnętrzne, szkieletowe konstrukcje wypełniane masą lekkiej gliny na mokro w szalunku przesuwalnym.



Rys. 5. Ściana szkieletowa wypełniana bloczkami lekkiej gliny.



UWAGA:

POWIERZCHNIE DREWNA OSIĄTKOWAĆ POD TYNK NA MOKRO

Rys. 6. Ściany wewnętrzne szkieletowe konstrukcyjne i działowe wypełniane masą lekkiej gliny na mokro w szalunku przesuwanym.

W drugim przypadku szkielet jest po prostu schowany w ścianie (ale gdy chcemy wewnątrz wykańczać suchym tynkiem, już na tym etapie muszą być umocowane do niego listwy dla tynku).

Najtańszy szkielet ściany wykonuje się z okorowanych okrąglaków (stempli) $\varnothing$ ok. 15 cm rozstawionych co 1,0-1,5 m. W miejscach przewidzianych dla okien i drzwi słupy ustawia się bezpośrednio przy otworach — ościeżnice mocuje się do słupów, a poziome rygle zamykają otwór od dołu i od góry.

Narożniki budynku muszą być usztywnione zastrzałami. Oczep także musi być usztywniony na działanie sił poziomych.

Drewniane szkielety można wykonywać także z rozpołowionych okrąglaków, kantówki lub desek.

Korzystne jest wykonywanie osiowo ściskanych, niewysokich słupków szkieletu o wysokości jednej kondygnacji jako prefabrykowanych elementów żelbetowo-drewnianych.



Szkielet żelbetowo-drewniany budynku w Sierczy, proj. arch.arch. Danuta i Maciej Hyłowie, fot. M. Hyła.

Nakładka drewniana, osadzona na słupku w procesie jego prefabrykacji pozwala na przybijanie poprzeczek, mocowanie ościeżnic i suchych tynków jak do słupka drewnianego.

Narożniki takiego szkieletu usztywniać najlepiej tarczami betonowymi ze styropianowym dociepleniem. Słupki osadza się w gniazdach otoczonych zbrojeniem w murkach fundamentowych lub w wieńcu stropu nad piwnicą.

Wypełnianie ścian w deskowaniu



Wypełnienie szkieletu lekką gliną w szalunku przestawnym, fot. M. Hyla.

Deskowanie do ubijania ścian z lekkiej gliny składa się z 4 płyt wykonanych z desek grubości 25 lub 32 mm. Każda płyta składa się z 2 desek szerokości ok. 20 cm połączonych poprzecznymi nakład-

kami na końcach i w środku. Między deskami zostawia się szparę szerokości ok. 1 cm by wygodnie przez nią przesuwać ściągacze. Długość płyty stosuje się 3-3,5 m, wysokość 40 do 50 cm.

Na każdy taki komplet deskowań potrzebne są 4 ściągacze. Można je wykonać z płaskownika (40×4 mm lub podobnego) albo pręta z nagwintowanymi końcami.

W narożniku deskowanie usztywnia się przez założenie klamer stalowych i zaklinowanie ich. Po wykonaniu ściany w narożniku płyty przesuwane są dalej wzdłuż ścian budynku.

Po ustawieniu szkieletu, przygotowuje się masę lekkiej gliny. Szkielet ścian powleka się rozrobioną gliną z niewielkim dodatkiem plew.

Deskowanie ustawia się w narożniku budynku i nasypuje w nie warstwę lekkiej gliny grubości ok. 20 cm, wyrównuje i ubija ubijkami.

Mniej więcej co 15 cm ubitej warstwy układa się raz od strony zewnętrznej, następnie wewnętrznej „zbrojenie” z okorowanych gałęzi, żerdeń lub listew maczanych w glinie. Powinno ono wypełniać przestrzeń między dwoma słupkami. W miejscach, gdzie mają być okna i drzwi, ustawia się szablony zrobione z desek wstawiając go między słupy i usztywniając rozporami. Szablon należy opiąć folią. Do dociągania ścian działowych wykonuje się wpusty, także za pomocą szablonu z desek, opiętego folią.

Po wykonaniu wszystkich ścian budynku, zależnie od przyjętego sposobu wykończenia ich powierzchni, usuwamy listwy szablony, po których przesuwane było deskowanie, albo ich nie usuwamy:

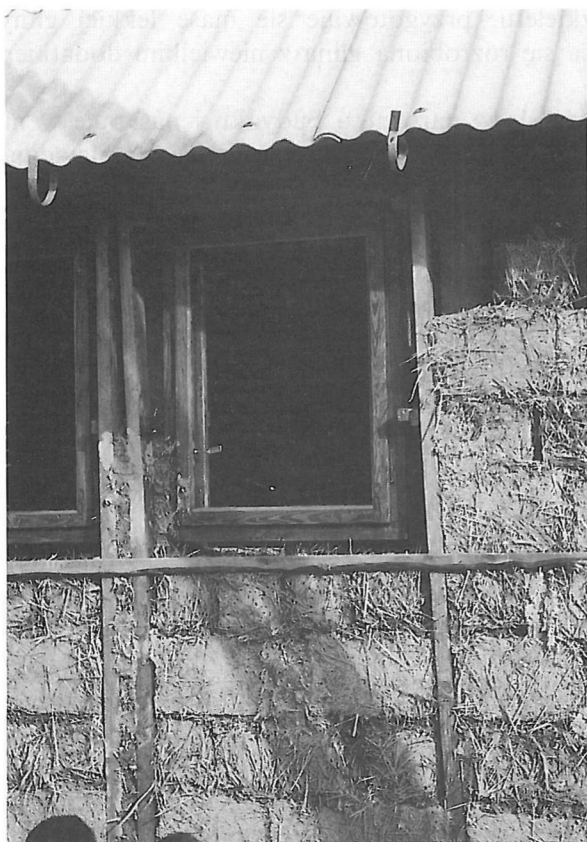
— gdy projektuje się wykonać na ścianach tynki na mokro — listwy te należy usunąć, a powstałe po nich rowki zostaną wyrównane tynkiem.

— gdy projektuje się wykonanie od zewnątrz okładzin drewnianych, omurowania cegłą licową itp., listwy te wykorzystane są do mocowania tych elementów wykończenia.

— gdy od wewnątrz projektuje się wykończenie budynku suchym tynkiem — do listew tych właśnie mocuje się płyty suchego tynku, najlepiej przez przykręcenie. Szttywne tło ściany daje oparcie płycie — można więc mocować ją w odstępach listew szablony, po uprzednim „wyregulowaniu” powierzchni, by płyty dobrze leżały (skrobanie i strzyżenie wystających ździebeł słomy). Można także umocować ruszt z poziomych listew ($2 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$), mocowanych do listew szablony co 40-60 cm, i do nich mocować płyty.

Wypełnianie ścian szkieletowych bloczkami

Bloczki, uprzednio wykonane i wysuszone, muruje się w szkielecie, na ciepłej zaprawie glinianej lub gliniano-cementowej z dodatkiem drobnej szezki i plew. Zaletą tego sposobu jest nieznaczny skurcz i osiadanie wypełnienia oraz duże uniezależnienie budowy od pór roku (można kończyć murowanie jesienią, stosując nawet zaprawy odporne na ewentualny mróz — wapienną lub cementowo-wapienną).



Szkielet żelbetowo-drewniany wypełniony bloczkami z lekkiej gliny, fot. M. Hyła.

Wymiary bloczków najlepiej dostosować do modułu konstrukcyjnego szkieletu i grubości ściany — w doświadczalnych budynkach zastosowano wymiar $22 \times 22 \times 45$ cm, dostosowany do ścian o grubości 45 cm. Sposób ich wykonania omówiony będzie łącznie dla bloczków ściennych, płyt wypełniających stropy i płyt na ściany działowe.

Stropy

W szkieletowym budynku wypełnianym lekką gliną stosować można stropy drewniane deskowe lub belkowe albo żelbetowo-drewniane, wszystkie wypełniane lekką gliną. Wypełnienia te można, podobnie jak w ścianach szkieletu, wykonać na mokro na szalunku lub ułożyć z płyt wykonanych uprzednio i wysuszonych. W budownictwie poprzedniej generacji często stosowano tzw. strop wałkowy, dobry, lecz niestety bardzo pracochłonny w wykonawstwie — z tego powodu nie będziemy go omawiać.

Strop wypełniany lekką gliną „na mokro”

Masę z lekkiej gliny układa się między belkami stropowymi na deskowaniu przesuwным, mocowanym do nich od spodu. Na łątach przybitych do boków belek stropowych układa się co 10 cm poprzeczne drążki (okorowane żerdki) lub listwy, po czym wgniata się masę z lekkiej gliny, wypełniając przestrzeń od deskowania do wierzchu belki. Szczególnie dokładnie ugniata się masę między deskowaniem a drążkami w celu uzyskania równej powierzchni stropu. Można tynkować taki strop albo jako całość po otrzcinowaniu belek, albo tylko pola między belkami. Najlepiej jest jednak wykończyć go płytami suchego tynku.

Ciężar takiego stropu waha się w granicach 200-250 kg/m².

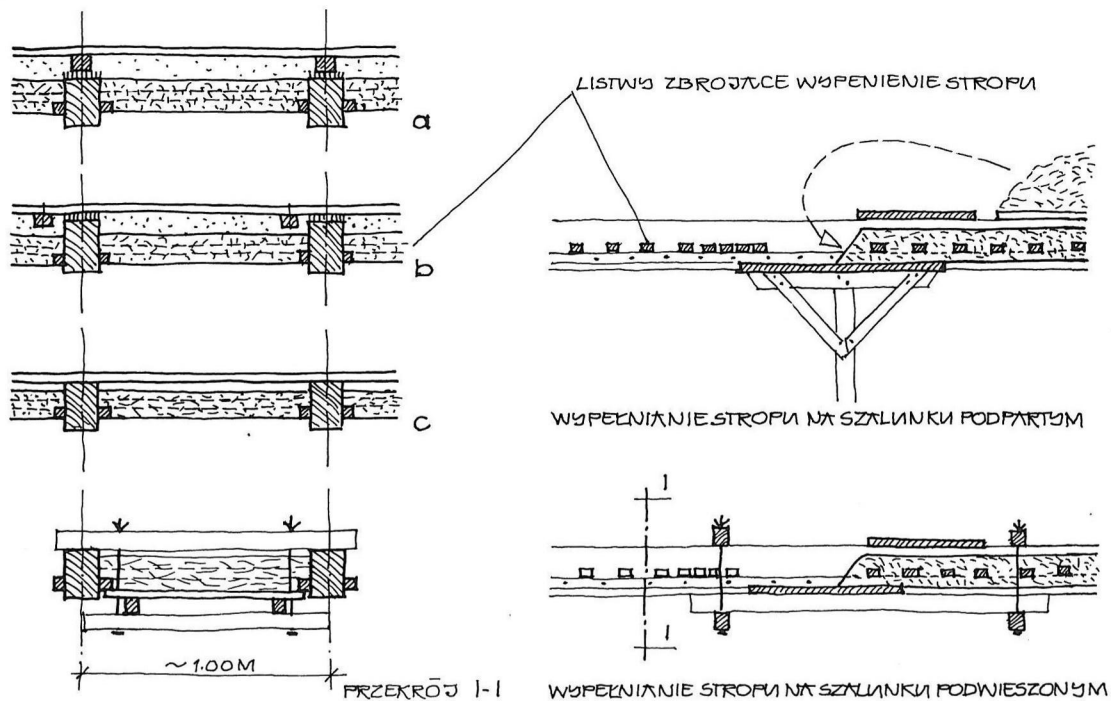
Strop wypełniany płytami z lekkiej gliny

W stropach tych stosuje się dwa warianty rozwiązania: płyty układa się pomiędzy belkami, opierając je na listwach przybitych do belek, lub też układa się je na belkach. W obu przypadkach listwy zbiorzące płyty opierają się na konstrukcji stropu.

Górne płaszczyzny płyt spoinuje się zaprawą glinianą z dodatkiem krótkiej sieczki i plew. Strop od dołu tynkuje się na mokro albo między belkami, albo łącznie z nimi po ich otrzcinowaniu, albo wykańcza się płytami suchego tynku mocowanymi do rusztu z listew przybitych do belek stropu.

Ciężar stropu mieści się w granicach 160-250 kg.

Opracowany już został prefabrykowany drobnowymiarowy strop żelbetowo-drewniany, wypełniany płytami z lekkiej gliny. Jest on przystosowany do prefabrykacji poligonowej. Ma zbliżone parametry do drewnianych, lecz jest niepalny.



- a - PODŁOGA NA LEGARACH WŁOŻONYCH NA PODKŁADKACH IZOLACYJNYCH
 b - PODŁOGA LEŻĄCA NA PODKŁADKACH IZOLACYJNYCH, SPIĘTĄ LEGARAMI PODWIESZONYMI
 c - PODŁOGA MOCOWANA WPROST DO BELEK STROPOWYCH

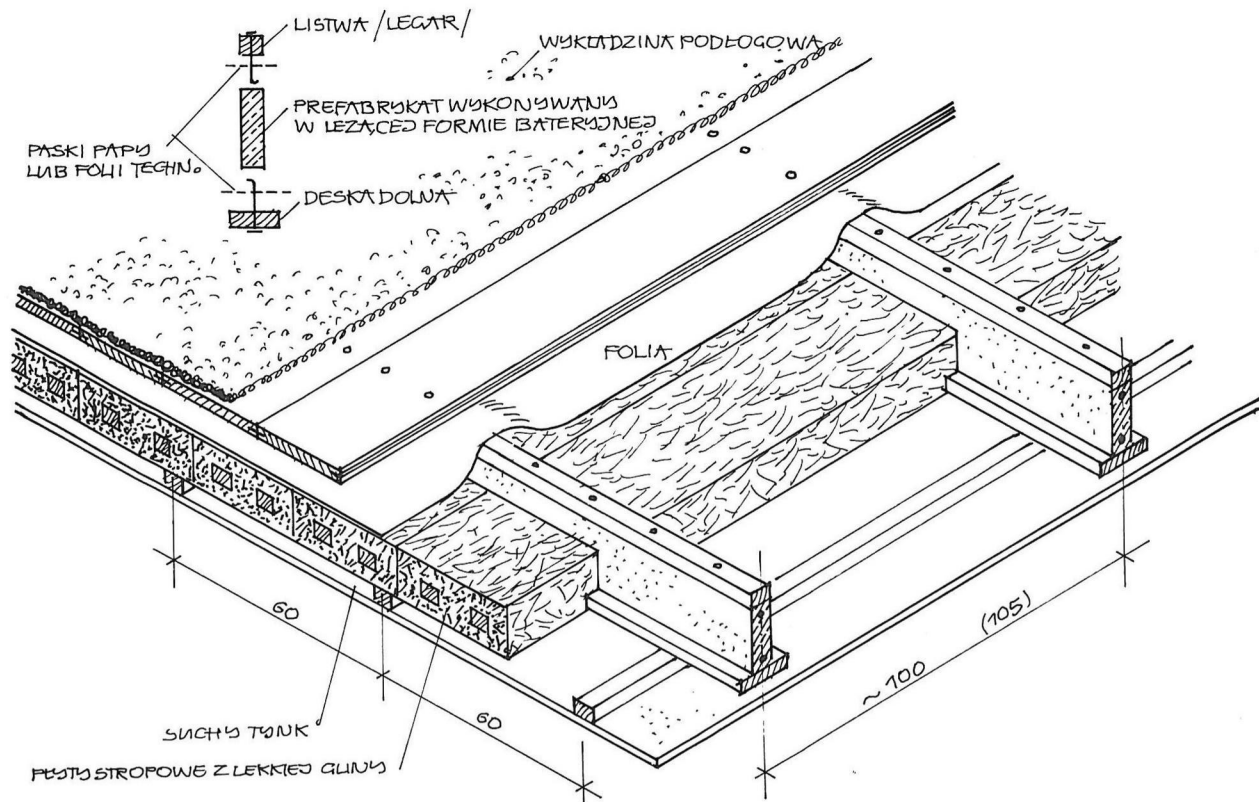
Rys. 7. Wypełnianie stropów masą lekkiej gliny na mokro.



SIGHTY TYNK

PRZYKŁAD C

- Rys. 8. Stropy wypełniane gotowymi płytami z lekkiej gliny.



Rys. 9. Lekki strop prefabrykowany na belkach żelbetowo-drewnianych wypełniany lekką gliną.

Wykonanie elementów prefabrykowanych z lekkiej gliny: bloków ściennych, płyt stropowych, płyt ścian działowych

Masę słomoglinianą przygotować należy zgodnie z normą BN-62/6738-02 „Budownictwo z gliny. Masy gliniane”. W praktyce zrealizowanych budowli przygotowywanie zawiesiny glinianej odbywało się za pomocą prostego młyna kulowego lub betoniarki 150 l, do której wrzucano 2 granitowe otoczaki $\varnothing$ ok. 25 cm. Przy bardzo tłustej glinie możliwe było posługiwanie się jednokomorowym osadnikiem dla zawiesiny glinianej (zgodnie z instrukcją Instytutu Techniki Budowlanej).

W skrzyni o wymiarach ok. 2×3 m, do której zlewany jest szlam gliniany, miesza się go z sieczką o długości ok. 30 cm z pociętych bloków prasowanej w kombajnie słomy. Po wymieszaniu masę tę kopcuje się pod folią na 24 godziny. Tak przygotowana masa jest gotowa do formowania z niej elementów budynku.

Bloki z lekkiej gliny

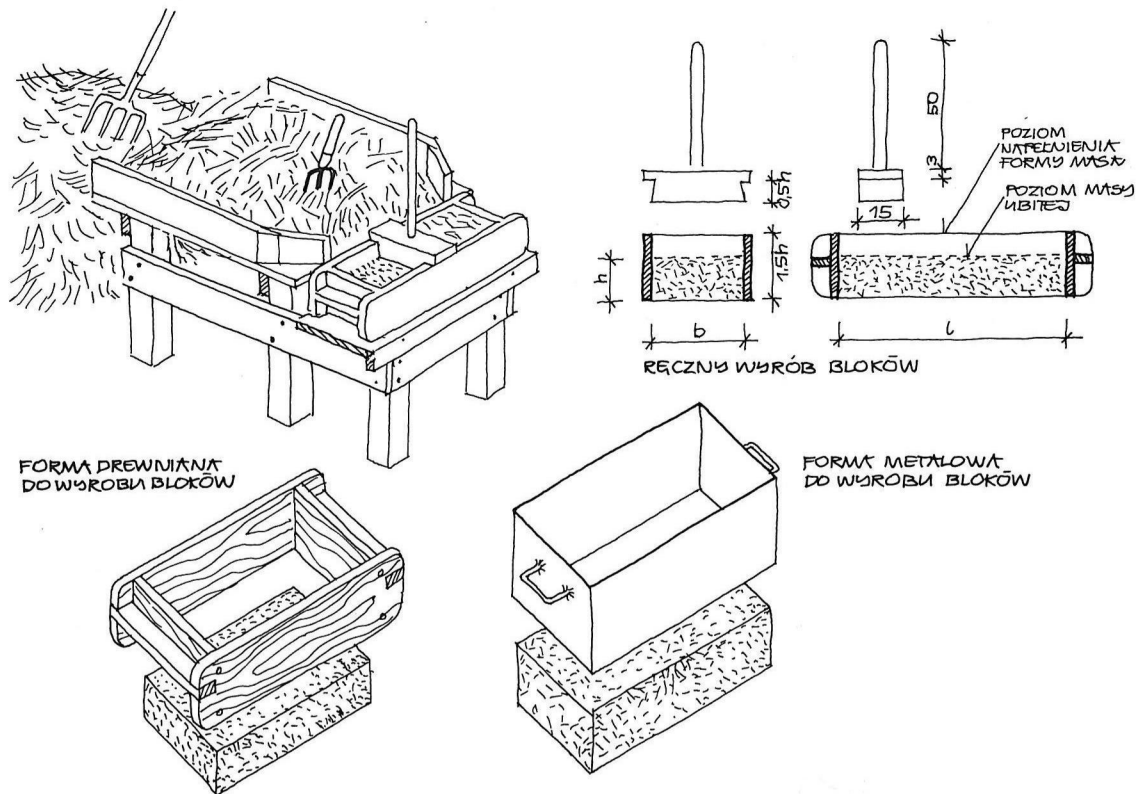
Najprostszym urządzeniem do wykonywania bloków jest stół o wymiarach ok. 120×100 cm, którego płyta ma spadek ok. 12% (wysokość jednej strony stołu ok. 85 cm, drugiej ok. 73 cm). Przed stołem na wysokości ok. 55 cm nad ziemią jest półka do ustawiania formy.

Stół ustawia się przy kopcu przygotowanej masy lekkiej gliny. Forma do wyrobu bloków wykonana jest z desek 3,2 cm lub blachy grub. ok. 2 mm — nie ma dna. Podkładka z deski 3,2 mm jest szersza od bloku o długości ok. 60 cm. Ubijak ma szerokość ok. 15 cm, a długość kilka cm mniejszą od długości bloku.

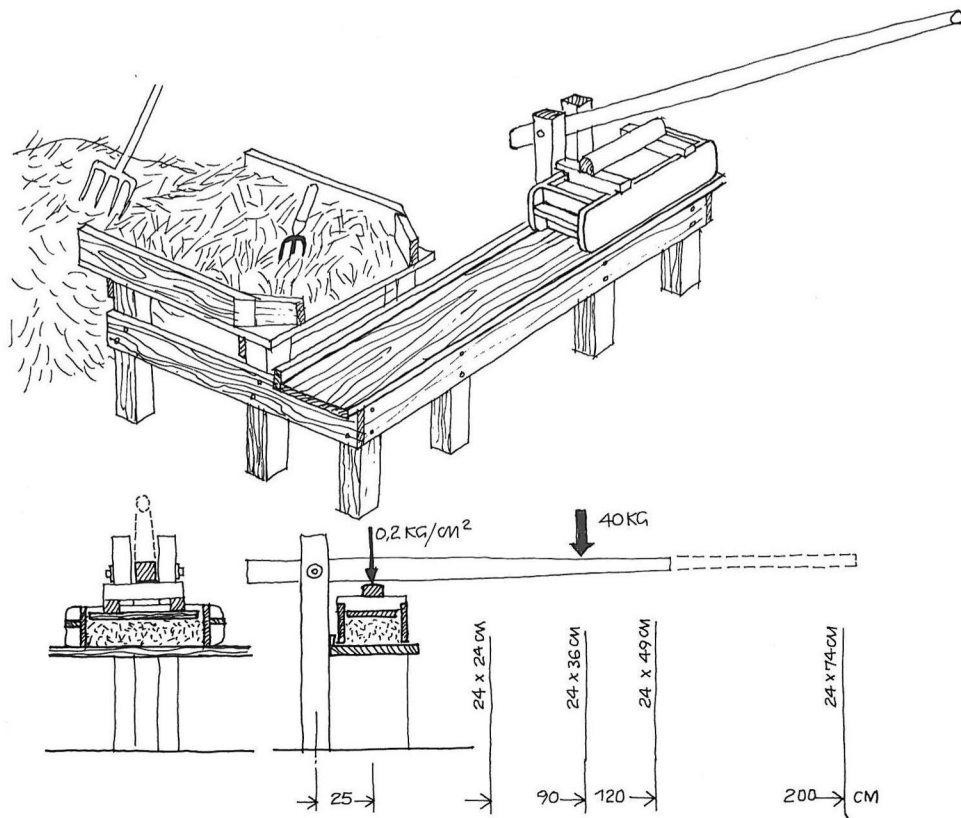
Na stół wyrzuca się z kopca kilkanaście łopat lub widel masy, na półce ustawia się namoczoną w wodzie formę i napełnia ją masą lekkiej gliny 7-8 cm ponad krawędź górną, po czym ubija ubijakiem dokładając masy do równa z wierzchem formy. Formę z podstawką odnosi się do suszenia i zdejmuje formę. Bloki schną 15 do 20 dni, zależnie od pogody.

Płyty stropowe

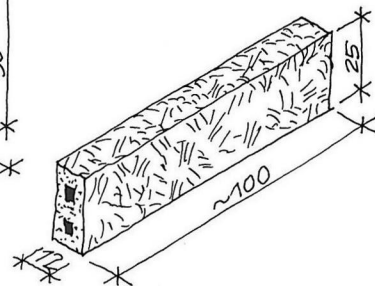
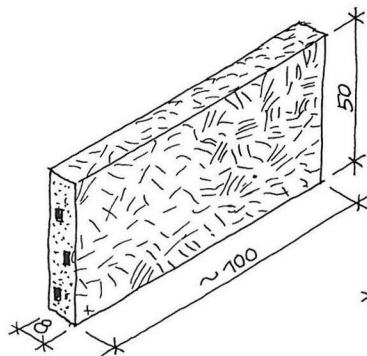
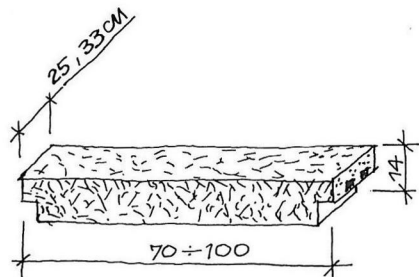
Płyty te powinny mieć szerokość do 32 cm i długość dostosowaną do rozstawu belek stropu, lecz nie więcej niż 1 m. Grubość tych płyt stosuje się w granicach 8-14 cm, a zbroi się je listwami drewnianymi o wymiarach $2,5 \times 5$ cm.



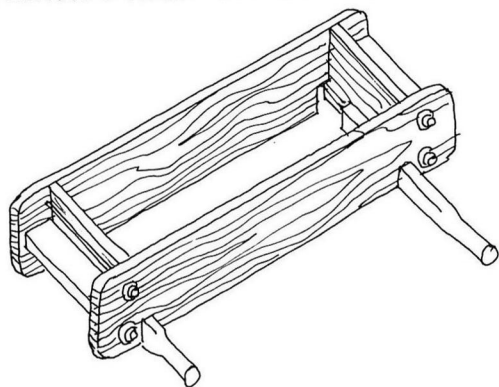
Rys. 10. Stół do ręcznego wyrobu bloków i płyt.



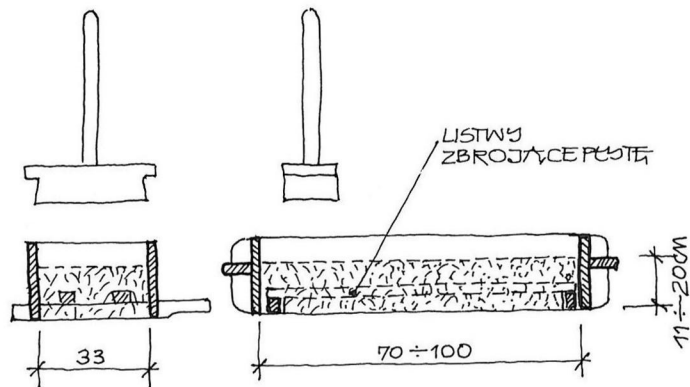
Rys. 11. Prasa ręczna do wyrobu bloków i płyt.



FORMA DO WYROBU PŁYT STROPOWYCH



WYRÓB PŁYT STROPOWYCH BEZ PRASY



Rys. 12. Płyty stropowe i do ścian działowych.

Po ustawieniu formy na podkładce wypełnia się ją nieco wyżej niż listwy poprzeczne i osadza się zbrojące listwy umacznane w rzadkiej glinie, mocno wciskając do oparcia o listwy poprzeczne formy, po czym dokłada się masy i szczelnie ubija. Po 3-4 dniach płyty można zesunąć z podkładek na listwy ułożone na płaskim podkładzie do schnięcia.

Płyty na ścianki działowe

Płyty te wykonuje się zwykle o wymiarach 100×25 , grubości 8-12 cm. Płyty te zbroi się trzema listewkami ułożonymi w dwu płaszczyznach. Po wypełnieniu masą lekkiej gliny formy ułożonej na podkładzie do wysokości 3-4 cm wciska się w nią dwie listwy umacznane w rzadkiej glinie, dokłada się masy tak, by została jeszcze w formie wolna przestrzeń o wysokości ok. 5 cm i wciska się trzecią listwę w połowie szerokości formy po czym masę się uzupełnia ubijając ją.

Osadzanie okien i drzwi w budynkach szkieletowych z lekkiej gliny

Słupki szkieletu są tak rozstawione, że stolarka okienna i drzwiowa montowana jest bezpośrednio do nich. Dla zabezpieczenia ściany słomoglinianej pod podokienniki kładzie się warstwę izolacyjną z papy lub folii technicznej, wywiniętą do góry na pionowe ścianki ościeży na wysokość ok. 5 cm. Zewnętrzny podokiennik winien mieć spadek ok. 15° i wystawać przed lico ściny 7 do 8 cm. Ościeżnice uszczelnia się zaprawą z tłustej gliny z drobną sieczką i plewami w stosunku objętościowym 1:2.

W budynku szkieletowym wypełnianym lekką gliną, zewnętrzne ściany pomieszczeń mokrych (łazienka) winny mieć tynki cementowo-gliniane 1:1,5:8. Ścianki instalacyjne i kominy wykonuje się z cegły palonej lub cementowo-glinianej (wykonanej zgodnie z normami BN-62/6728-01 „Masy cementowo-gliniane z wypełniaczami” i BN-62/9012-01 „Cegły i bloki cementowo-gliniane z wypełniaczami”).

Wykańczanie ścian z lekkiej gliny

Ściany z lekkiej gliny tynkuje się po ich całkowitym wyschnięciu i zakończeniu procesu skurczu i osiadania, gdy ich wilgotność spadnie do poziomu ok. 5%.

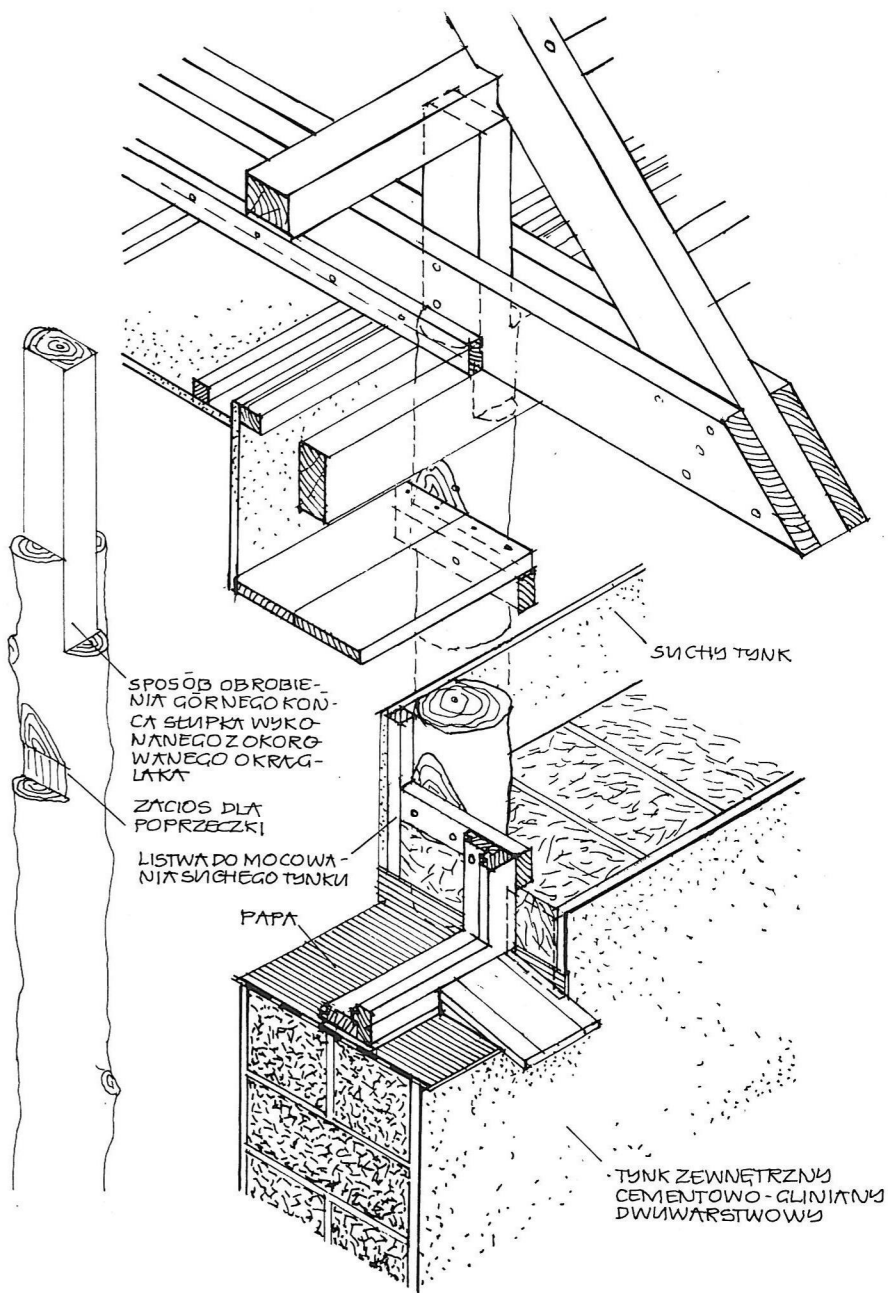


Ściana z lekkiej gliny po
wytynkowaniu, fot. M.
Hyła.

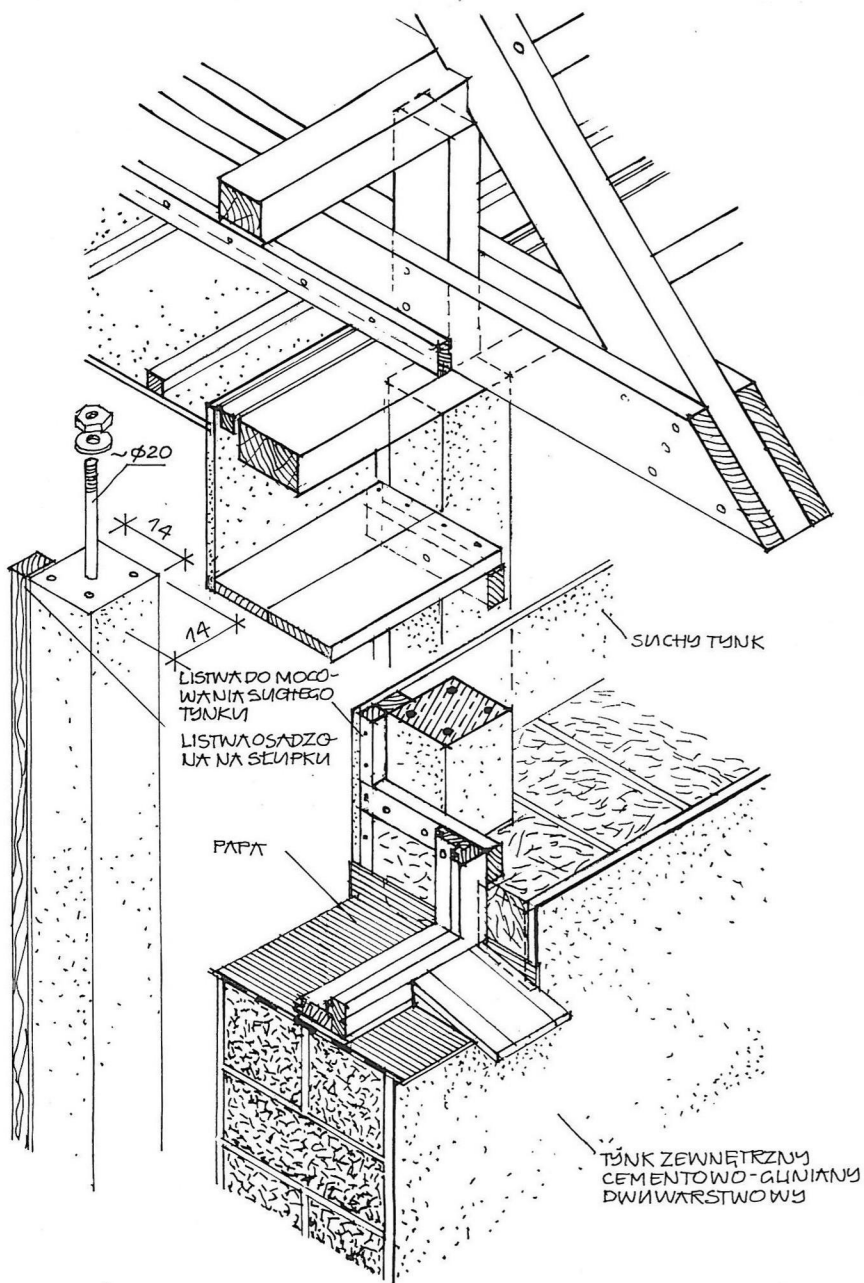
Badanie wilgotności ściany polega na pobraniu próbki gliny o masie 0,5 kg ze środka ściany północnej, wysuszeniu jej i ponownym zważeniu. Jeśli jej masa zmniejszy się o więcej niż 5% oznacza to, że ściana jest jeszcze zbyt wilgotna i musi jeszcze dosychać.

Przyczepność tynku do powierzchni lekkiej gliny jest bardzo dobra. Ściany z lekkiej gliny od wewnątrz można wykańczać tynkiem na mokro albo płytami suchego tynku. Decyzja w tym względzie podjęta musi być na etapie budowy szkieletu, gdyż potrzebne do mocowania suchego tynku listwy muszą być związane z konstrukcją szkieletu.

Ścianę z lekkiej gliny od zewnątrz można wykończyć tynkiem na mokro, okładziną np. drewnianą lub omurować cegłą licówką albo kamieniem itp.



Rys. 13. Szczegóły konstrukcji szkieletu, osadzenia stolarki, wykończenia ścian szkieletowych na słupkach z okorowanych okraglaków.



Rys. 14. Szczegóły konstrukcji szkieletu, osadzenia stolarki wykończenia ścian szkieletowych na słupkach żelbetowo-drewnianych.

Tynkowanie lekkiej gliny na mokro nie wymaga żadnych dodatkowych przygotowań ściany, której chropowata powierzchnia po omieceniu i skropieniu wodą doskonale trzyma tynk. Pierwszą warstwę tynku stanowi obrzutka grubości ok. 1 cm. Następnego dnia nakłada się drugą warstwę tynku, grubości ok. 2 cm. Najpierw tynkuje się budynek od wewnątrz i suszy.

Tynki zewnętrzne cementowo-gliniane wykonuje się z zaprawy 1:1,5:8 (1 cz. cementu, 1,5 cz. zawiesiny glinianej, 8 części piasku — objętościowo), przygotowanej zgodnie z normą BN-62/6738-01 „Masy cementowo-gliniane z wypełniaczami”. Obie warstwy tynku wykonuje się z zaprawy o tym samym składzie.

Wewnętrzne tynki cementowo-gliniane, również dwuwarstwowe wykonuje się z zaprawy o proporcjach 1:2:14 (1 cz. cementu, 2 cz. zawiesiny glinianej, 14 cz. piasku —objętościowo).

Na otynkowanie 1 m² ściany z lekkiej gliny tynkiem dwuwarstwowym potrzeba ok. 0,020 m³ zaprawy.

Na przygotowanie 1 m³ zaprawy cementowo-glinianej 1:1,5:8 potrzeba:

cementu „250” 162 kg

zawiesiny glinianej 0,20 m³

piasku 1,07 m³

Na przygotowanie 1 m³ zaprawy cementowo-glinianej 1:2:14 potrzeba:

cementu „250” 98 kg

zawiesiny glinianej 0,16 m³

piasku 1,12 m³

Tynki można również wykonywać jako wapienne od wewnątrz o proporcji 1:3 i cementowo-wapienne od zewnątrz 1:2:10.

Pokrycie dachu dachówkami cementowo-glinianymi

Domy z lekkiej gliny można kryć dowolnym materiałem pokrywczym, ale istnieje możliwość wykorzystania gliny także do krycia dachu, używając jej do wyrobu dachówek cementowo-glinianych.

Dachówka cementowo-gliniana jest szczelniejsza od dachówki cementowej.

Masę cementowo-glinianą przygotowuje się zgodnie z normą BN-62/6738-01 z cementu portlandzkiego 25 lub 35 oraz zawiesiny

glinianej 15 i piasku ostroziarnistego, w proporcji: 1 cz. cementu, 1 cz. zawiesiny glinianej i 3-3,5 cz. piasku — objętościowo. Dachówka osiąga wytrzymałość na zginanie ok. 45 kg/cm².

Do barwienia używa się barwników cementowych, dodawanych do cementu w proporcji 1 cz. barwnika na 10 cz. cementu. Barwi się zewnętrzną powierzchnię dachówki, posypując suchą mieszanką barwnika i cementu przez sitko i zacierając powierzchnię strychulcem.

Zawiesinę glinianą przygotowuje się mieszając z wodą w betoniarce uprzednio rozmoczoną glinę — moczyć w rowie przez 1 dobę. Miesza się przez ok. 4-6 min. — można do betoniarki włożyć duże kamienie, otoczaki, które pomagają rozrobić glinę, po czym zawiesinę wylewa się do koryta przez siatkę o oczkach 8 mm, skąd spływa do dwukomorowego osadnika. Nierozrobione bryły gliny wrzuca się z powrotem do gliny rozmakającej.

Zawiesinę glinianą miesza się z cementem w betoniarce ok. 3 min., po czym dodaje się piasek i wodę i miesza dalsze 3 min. Początek wiązania masy gliniano-cementowej następuje po mniej więcej 2 godzinach — musi w tym czasie być wyrobiona na dachówczarce. Dachówki przez okres wiązania i twardnienia — 10-14 dni, powinny być chronione przed słońcem i mrozem. Po jednej dobie należy już je przez ten czas polewać wodą. Dachówki nadają się do krycia po 3 tygodniach.

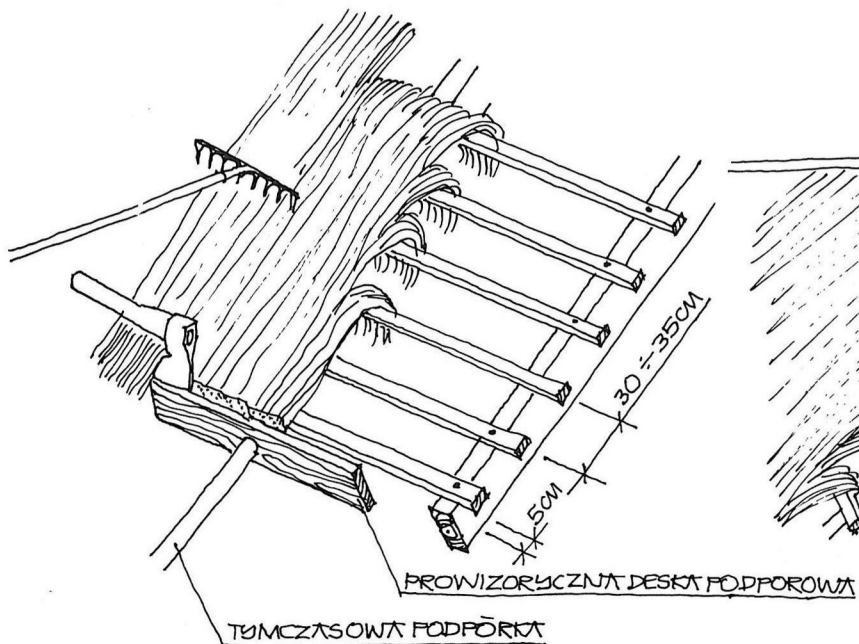
Pokrycie dachu słomą uglinioną (niepalną strzechą)

Z uglinionej słomy można wykonać niepalne pokrycie dachu, stosunkowo lekkie i łatwe w wykonaniu. Znajomość tego sposobu krycia pozwala wykonywać strzechy na zabytkowych obiektach lub tam, gdzie ten typ pokrycia jest szczególnie pożądany w krajobrazie ze względu na kontynuację tradycji regionalnej itp.

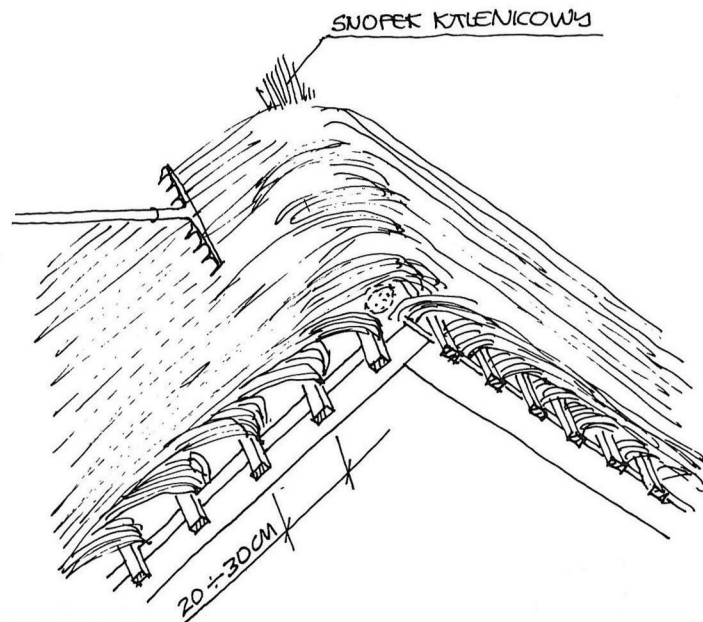
Do wykonania takiego pokrycia potrzebna jest glina tłusta lub bardzo tłusta i słoma, najlepiej żytnia, równa, w snopach grubości ok. 10 cm z równo obciętymi kłosami. Snopy te układa się obok siebie w wykopanym w ziemi dole, zalewa rozrobioną gliną o konsystencji gęstej śmietany, układa następną warstwę i znów zalewa aż do zapełnienia dołu. Słomę należy udeptać i przycisnąć, by nie wypływała. W dole powinna moknąć przez jedną dobę. Po wyjęciu ustawia się ją w kopy, okrywając folią. Tak winna stać następną dobę, by nadmiar gliny ociekł.

KRYCIE DACHU SŁOMĄ UGLINIONĄ /NIEPALNE/

PRZY OKAPIE



PRZY KALENICY



Rys. 15. Krycie dachu słomą uglińioną (niepalne).

W ten sposób przygotowaną słomę układa się na dachu na łątach rozstawionych co 30-35 cm. Każdy snopek winien leżeć na trzech łątach — pierwsza łąta 5 cm od końca krokwi.

Krycie rozpoczyna się od dołu, grubszym końcem snopka w dół, cieńszy koniec snopka zagina się na trzecią łątę.

Wskazane jest przywiązanie na trzeciej łącie słomy do łąty drutem lub żyłką.

Dwie pierwsze warstwy powinny być tak ułożone, aby na krawędzi okapu utworzyły warstwę grubości około 15 cm. Podczas układania należy słomę rozczesywać grabiami, zanim glina wyschnie. Następne warstwy grubości około 4-6 cm układa się cienkimi końcami w dół, zaginając grubsze na łątę, stale rozczesując i przyklepując. Na kalenicy, po ułożeniu słomy na ostatnie łąty, w zagłębienie między ostatnimi łątami kładzie się wałek słomy uglinionej grubości ok. 5 cm, zaginając nadmiar słomy na drugą stronę kalenicy.

Przy kominach układa się fartuchy blaszane, zachodzące na komin na 10-15 cm i na połąć dachową 20-30 cm.

Pokrycie to należy wykonywać w dni pochmurne, by glina nie schła zbyt szybko. W dni suche i ciepłe należy wykonywane pokrycie skrapiać wodą.

Możliwe jest używanie gliny stabilizowanej do wykonywania pokrycia dachu słomą uglinoną — technologia ta jest w Polsce w stadium badań i doświadczeń. Różni się od opisanej tylko tym, że rozrobiona glina mieszana jest z dodatkami stabilizującymi, uniemożliwiającymi jej wypłukiwanie ze strzechy i namakanie zewnętrznej warstwy strzechy. Najwłaściwsza wydaje się powszechnie stosowana w Stanach Zjednoczonych stabilizacja gliny emulsją asfaltową, oprócz znanej u nas stabilizacji cementem. Przy tej ostatniej moczoną w wodzie słomę ugliniać i układać na dachu należy partiami w ciągu 2 godzin, bo taki jest czas wiązania tworzywa cementowo-glinianego.

Podstawa opracowania poradnika

Normy

BN-62/6738-02 Budownictwo z gliny. Masy gliniane.

BN-62/6738-01 Masy cementowo-gliniane z wypełniaczami.

BN-62/9012-01 Cegły i bloki cementowo-gliniane z wypełniaczami.

BN-62/6749-02 Pustaki cementowo-gliniane dymowe, spalinowe, wentylacyjne.

Instrukcje i inne

Budownictwo z gliny — wytyczne projektowania, Instytut Budownictwa Mieszkaniowego, Warszawa 1955.

Instrukcja o stosowaniu materiałów miejscowych w budownictwie wiejskim, PWRL, Warszawa 1953.

Instrukcja stosowania w budownictwie zapraw i wyrobów cementowo-glinianych, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1985.

Instrukcja wykonywania bloków z gliny i wykonywania z nich ścian, Instytut Organizacji i Mechanizacji Budownictwa.

Grąbczewska M., *Jak samemu zbudować domek z gliny*, Instytut Budownictwa Mieszkaniowego, Arkady, Warszawa 1962.

Kaczyński St., Racięcki Z., *Zarys budownictwa z gliny*, Budownictwo i Architektura, Warszawa 1954.

Kotarski Z., *Materiały miejscowe i mała energetyka w budownictwie wiejskim*, PWRiL, Warszawa 1985.

Kupiec-Hyła D., Hyła M., Szwałko J., *Biologiczna architektura i przykład jej wdrożenia w warunkach polskich*, Instytut Urbanistyki i Planowania Przestrzennego Wydziału Architektury Politechniki Krakowskiej, 1991.

Pawlikowski M., *Nowoczesne budownictwo z gliny*, WWRiZ, Warszawa 1955.

Racięcki Z., *Budownictwo z gliny*, PWT, Warszawa 1950.

Volhard F., *Leichtleimbau — alter Baustoff — neue Technik*, C.F. Müller Verlag, Karlsruhe 1990.

Żenczykowski W., *Budownictwo ogólne*, 4 tomy, kilka wydań.

Skład:
REPROTEKST
Kraków — tel. 21-29-25

Druk:
DEKA
Kraków — tel. 55-19-06



Wydawnictwo
Zarządu Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych
w Krakowie