

Nie zawsze beton jest najlepszy

Dr hab. inż. Krzysztof Zieliński, prof. nadzw. PP, Politechnika Poznańska

1. Wprowadzenie

Intensywny rozwój technologiczny cywilizacji europejskiej w minionych 150 latach umożliwił produkcję zupełnie nowych rodzajów materiałów budowlanych. Beton, stal, szkło i ostatnio coraz częściej tworzywa sztuczne są podstawowym budulcem domów, w których mieszkamy. Produkcja większości materiałów budowlanych jest bardzo energochłonna, a z produkcją wielu z nich wiąże się emisja olbrzymich ilości CO₂. Dlatego też w ostatnich latach wzrasta zainteresowanie materiałami budowlanymi oraz różnego rodzaju ekologicznymi technologiami stosowanymi setki lat temu w Europie lub współcześnie w wielu krajach Afryki i Azji.

W artykule przedstawiono inny, daleki od standardów przyjętych aktualnie w Europie sposób budowy domu mieszkalnego. Okazuje się, że nie dysponując współczesną „europejską” technologią, można zbudować tanio i w sposób całkowicie ekologiczny dom perfekcyjnie dostosowany do środowiska, w którym będzie on eksploatowany.

2. Domy Masajów

Prawie na równiku, na pograniczu Kenii i Tanzanii, żyje plemię Masajów. Znacznie różni się ono kulturą, językiem i zwyczajami nawet od swych najbliższych sąsiadów. Za sprawą literatury i filmu, uzbrojeni w dzidy i odziani w charakterystyczne czerwone tuniki wojownicy masajscy stali się nieomal synonimem afrykańskiej przygody i egzotyki. Przeciętna wioska masajska jest niewielka. Liczy nie więcej niż stu, przeważnie spokrewnionych ze sobą mieszkańców (rys. 1). Wioska ma w planie kształt koła o średnicy 100–130 m. Otoczona jest wysokim na dwa metry płotem – zeribą (z arabskiego *zaribah* – krzaki)



Rys. 1. Masajski dom mieszkalny ma w rzucie kształt prostokąta o wymiarach ok. 7 na 5 m, wysokość domu nie przekracza 2 m [1]

chroniącą zamieszkujących ją ludzi i zwierzęta przed napaścią dzikich zwierząt. Zeriba wykonana jest z kolczastych krzewów, których gałęzie przypominają drut kolczasty z monstrealnej wielkości (do 5 cm) kolcami. Po kilku miesiącach od wybudowania (a właściwie zasadzenia) gałęzie ukorzeniają się i powstaje naturalny, trudny do sforsowania żywopłot.

Wzdłuż płotu, w odległości kilku metrów od jego wewnętrznej strony, budowane są domostwa. Budowa domu trwa przeciętnie kilka miesięcy. Przeciętna wioska składa się z ok. 20 do 30 domów. Wnętrze wioski stanowi okrągły, o średnicy ok. 100 m plac, na który na noc w celu ochrony przed drapieżnikami przepędzane jest z pastwisk bydło.

Bardzo ciekawa i dojrzała, także z punktu widzenia „nowoczesnych” technik budowlanych, jest konstrukcja poszczególnych domostw. Masajski dom mieszkalny ma w rzucie kształt prostokąta o wymiarach ok. 7 na 5 m. Całkowita wysokość domu nie przekracza 2 m (rys. 1). Dom podzielony jest na cztery pomieszczenia – sypialnię rodziców, dzieci, kuchnię i przedsionek. Wysokość pomieszczeń nie przekracza 180 cm. Budowę domu rozpoczyna się od wzniesienia szkieletu konstrukcyjnego „zbrojenia” wykonanego z grubych gałęzi, o średnicy od 3 do 5 cm. Gałęzie wkopywane są w dwóch równoległych rzędach odległych od siebie o ok. 15 cm. Drugim etapem budowy jest wyplecenie na elementach konstrukcyjnych domu, przy użyciu cienkich elastycznych gałązek, siatki o wymiarach ok. 10 cm w pionie i ok. 1–2 cm w poziomie (rys. 2). Stanowi ona podkład pod wykonywany później specyficzny „tynk”. Stałą odległość pomiędzy wewnętrzną a zewnętrzną ścianką budowlanej zabezpieczają wykonane z gałęzi swojego rodzaju kołki dystansowe. Następnie wykonywana jest warstwa termoizolacyjna – przestrzeń między ściankami wypełniana jest drobnymi gałązkami z dużą ilością liści. Warstwa ta jest następnie

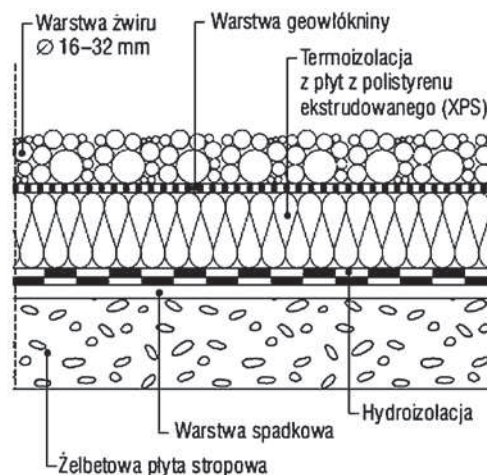


Rys. 2. Jednym z etapów budowy jest wyplecenie przy użyciu cienkich elastycznych gałązek na elementach konstrukcyjnych budynku, siatki o wymiarach ok. 10 cm w pionie i ok. 1–2 cm w poziomie [1]

zagęszczana w specyficzny sposób – od środka mniej, a od zewnątrz bardziej. W efekcie finalnym tworzy naturalny roślinny „materac” o znacznej izolacyjności cieplnej i zmiennym oporze dyfuzyjnym. Potencjalna płaszczyzna wykraplania wody znajduje się dzięki temu na zewnątrz budynku. Jest to istotne rozwiązanie w otoczeniu, w którym dobowe skoki temperatury wynoszą nawet 30°C. W Europie nie potrafimy jeszcze produkować termoizolacyjnych materiałów budowlanych o zmiennym oporze dyfuzyjnym. Konstrukcję nośną dachu stanowi wykonane z gałęzi rusztowanie. Na rusztowaniu układana jest jako pierwsza warstwa hydroizolacyjna (historycznie były to skóry zwierząt, aktualnie najczęściej foliowe „reklamówki”). Jako druga wykonywana jest warstwa termoizolacyjna – najczęściej jest to sucha trawa o grubości ok. 20 cm. Całość jest balansowana warstwą płaskich kamieni o średnicy ok. 10 cm. Powstaje zatem klasyczny dach odwrócony, w którym układ warstw jest odwrotny od typowego: izolacja przeciwwilgociowa jest ułożona bezpośrednio na jego konstrukcji, a dopiero na niej znajduje się warstwa izolacji termicznej. Rozwiązanie takie jest aktualnie w budownictwie europejskim bardzo popularne i jednocześnie uważane jest za bardzo nowoczesne. Przykładowe rozwiązanie stosowane w Europie przedstawiono na rysunku 3. Po pewnym czasie dach porasta trawą – powstaje typowy ekstensywny zielony dach, rozwiązanie popularnie i od kilkunastu lat stosowane także w Europie. Dzięki temu zwracamy przyrodzie część zabranych jej pod budownictwo terenów.

W Polsce stosowanie ekstensywnych zielonych dachów wprowadziło na szeroką skalę, opublikowane dopiero w 2002 r. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (§39): „Na działkach budowlanych, przeznaczonych pod zabudowę wielorodzinną, budynki opieki zdrowotnej (z wyjątkiem przychodni) oraz oświaty i wychowania co najmniej 25% powierzchni działki należy urządzić jako powierzchnię terenu biologicznie czynnego”.

Zarówno ściany, jak i dach tak przygotowanego w „stanie surowym” budynku są uszczelniane, a właściwie tynkowane specyficzną mieszaniną krowiego łajna, niewielkiej ilości gliny i krowiego moczu. Krowie łajno zawiera znaczne ilości nie strawionych twardych włókien roślinnych o długości przekraczającej 2 cm. Przypomina zatem kompozyt z wprowadzonym zbrojeniem rozproszonym (fibrą organiczną). Po wyschnięciu o dziwo przestaje on cuchnąć i nabiera dość znacznej wytrzymałości, porównywalnej z zaprawą wapienną. Można ją oszacować na ok. 0,5 MPa (poszczególne fragmenty dają się z trudem rozgnieść w palcach). Tak wykonany budynek ma trwałość do 10 lat i charakteryzuje się znakomitą izolacyjnością termiczną oraz naturalnymi zdolnościami do utrzymywania optymalnej wilgotności wewnątrz pomieszczeń. W upalne dni wewnątrz jest w miarę chłodno, natomiast w czasie chłodnych nocy ciepło. Kompozytami z wprowadzonym zbrojeniem rozproszonym nauka „europejska” zajęła się stosunkowo niedawno. W 1963 roku J. P. Romualdi, G. B. Batson stworzyli teoretyczne podstawy współczesnej nauki o betonach ze zbrojeniem rozproszonym. Pierwsze na dużą skalę zastosowanie nowego



Rys. 3. W dachu odwróconym układ warstw jest odwrotny od typowego: izolacja przeciwwilgociowa jest ułożona bezpośrednio na jego konstrukcji, a dopiero na niej znajduje się warstwa izolacji termicznej [2]



Rys. 4. Budynek z dachem parasolowym w trakcie budowy (Wyżyna Centralna na Madagaskarze) [1]

materiału miało miejsce dopiero w 1972 r. podczas torkretowania nowo budowanego tunelu w USA. Okazało się, że użycie na budowie fibrobetonu w znacznym stopniu upraszcza technologię wykonawstwa oraz skraca czas prowadzonych robót. Beton jest materiałem kruchym. Stosunek wytrzymałości na ściskanie do wytrzymałości na rozciąganie wynosi ok. 10:1. Po wprowadzeniu do masy betonu fibry następuje około trzykrotny wzrost wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu. Wprowadzony do betonu dodatek włóknisty utrudnia także propagację mikrorys skurczowych. Dodatki włókniste to współcześnie głównie różnego rodzaju włókna stalowe, ale także celulozowe, z tworzyw sztucznych (m.in. polipropylenowe, nylonowe) oraz z włókna szklanego, bazaltowego lub węglowego.

W wielu krajach Azji południowoschodniej i Afryki do naturalnej klimatyzacji budynku wykorzystuje się tzw. dach parasolowy (rys. 4). Nad właściwym dachem budynku wykonywany jest w odległości ok. 50 cm – drugi. Chłodne powietrze zasysane jest wtedy do przestrzeni pomiędzy dachami w strefie przy gruncie i następnie stopniowo się nagrzewając, wypływa

na zewnątrz przez otwór pod kalenicą. W ten sposób naturalnie, przy wykorzystaniu wyłącznie z energii odnawialnej, chłodzone jest wnętrze budynku.

3. Podsumowanie

Budownictwo „europejskie” za sprawą postępu technicznego (głównie w dziedzinie chemii polimerów) przeżywa w ostatnich latach bardzo intensywny rozwój. Dotyczy to zarówno stosowanych technologii, jak i materiałów budowlanych. Efektem tego jest często spotykane u wielu współczesnych budowlanców swojego rodzaju poczucie wyższości w stosunku zarówno do naszych budowlanych przodków, jak i w stosunku do stosowanych na znacznych obszarach naszego globu sposobów pozornie „prymitywnego” budownictwa. Pozaeuropejska alternatywa budowlana wcale nie jest tak prymitywna, jakby się na pierwszy rzut oka wydawało.

Wiele starych, często już zapomnianych materiałów i technologii budowlanych współcześnie, powraca w ramach mody na ekologię i dobrze pojętą ochronę środowiska. Trzeba też pamiętać, że tzw. poziom szczęśliwości społeczeństwa w wielu biednych krajach trzeciego świata jest znacznie większy niż w bogatych krajach europejskich. Może choć częściowo wynika to z warunków mieszkaniowych?

BIBLIOGRAFIA

- [1] Zdjęcie wykonane przez autora artykułu
- [2] <http://www.ekspertbudowlany.pl>
- [3] Zieliński K., Podstawy technologii betonu, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2015

Artykuł był prezentowany na III Krajowej Doktoranckiej Konferencji Naukowej IKAR 2017

III KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA ZAGADNIENIA INŻYNIERII ŚRODOWISKA W BUDOWNICTWIE

23–25 kwietnia 2018 r., Opole

TEMATYKA KONFERENCJI

Prace naukowe i przeglądowe z dziedziny budownictwa oraz inżynierii i ochrony środowiska z zakresu:

- budownictwo zrównoważone, oddziaływanie na środowisko,
- inżynieria materiałów budowlanych, zagospodarowanie odpadów w budownictwie,
- projektowanie obiektów budowlanych, w tym rekonstrukcja i odnowa obiektów zabytkowych,
- trwałość i ochrona budynków i budowli, energochłonność w budownictwie, niekonwencjonalne źródła energii,
- innowacyjne technologie budowy i eksploatacji obiektów budowlanych w budownictwie przemysłowym, hydrotechnicznym, infrastrukturze komunalnej i transportowej,
- BIM w budownictwie, zagadnienia prawno-organizacyjne przygotowania i realizacji przedsięwzięć budowlanych.

Organizatorzy zapraszają do udziału w konferencji pracowników naukowych, projektantów, wykonawców, pracowników administracji architektoniczno-budowlanej i nadzoru budowlanego oraz firmy promujące nowoczesne technologie i produkty dla budownictwa.

KOMITET ORGANIZACYJNY

Przewodniczący: dr inż. Wiesław BARAN – Politechnika Opolska / Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa Oddział w Opolu
Członkowie: dr hab. inż. Adam RAK, prof. PO – Opolska Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa,
dr hab. inż. Zbigniew PERKOWSKI, prof. PO – Oddział PAN w Katowicach, Komisja Inżynierii Budowlanej
Sekretarz: dr inż. Jan CENTKOWSKI – Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa Oddział w Opolu
Sekretariat: Ewa GRONKIEWICZ, mgr inż. Krzysztof IREK

ADRES KOMITETU ORGANIZACYJNEGO

Politechnika Opolska, Wydział Budownictwa i Architektury
z dopiskiem: Konferencja PZITB – 2018
ul. Katowicka 48 45-061 Opole
tel. +48 77 449 8575
email: konferencjapzitb2018@po.opole.pl
www: <https://ecce2018.po.opole.pl/>



WARSZTAT PRACY
RZECZOZNAWCY BUDOWLANEGO

9–11 maja 2018 r., Kielce-Cedzyna
www.rzeczoznawstwo2018.tu.kielce.pl