

# ***Straw bale*, czyli architektura z kostek słomy w Polsce**

praca doktorska

Autor: mgr inż. arch. Maciej Jagielak  
Promotor: prof. dr hab. inż. arch. Jacek Gyurkovich  
Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej  
Kraków 2023



## Spis treści

### I. Wprowadzenie

- I.1 Wstęp s.5
- I.2. Uzasadnienie wyboru tematu s.6
- I.3. Cel pracy s.6
- I.4. Teza s.8
- I.5. Przedmiot i zakres pracy s.8
- I.6. Metoda s.8
- I.7. Konstrukcja pracy s.10
- I.8. Stan badań i źródła wiedzy s.10
- I.9. Definicje i przyjęte tłumaczenia terminów obcojęzycznych s.15
- I.10. Kontekst zrównoważonego rozwoju, kontekst nurtów *low-high* i *high-tech* s.18
- I.11. Przykłady – „grand tour” s.19

### II. *Straw bale* – ogólna charakterystyka

#### II.1. Podstawowe informacje o słomie s.24

- a) Czym jest słoma i jakie są jej zastosowania s.24
- b) Czym jest kostka słomy, czyli *straw bale*. Rozmiary kostek s.26
- c) Kierunki układania kostek słomy s.27
- d) Inne produkty i wyroby budowlane ze słomy s.27

#### II.2. Historia s.27

- a) Tradycyjne zastosowania słomy w budownictwie s.27
- b) Historia i geneza budowania z kostek słomy (i kostek siana) s.28

#### II.3. Technika budowy z kostek słomy s.36

- a) Próby klasyfikacji s.36
- b) Rodzaje konstrukcji i zastosowania kostek słomy s.37
- c) Sposoby pracy z kostkami słomy s.48
- d) Inne istotne elementy techniki *straw bale* s.55

#### II.4. Charakterystyczne aspekty budownictwa *straw bale* s.59

- a) Zdrowie i komfort mieszkańców/nek (argument zdrowotny) s.60
- b) Właściwości termoizolacyjne (argument energooszczędności) s.66
- c) Cechy ekologiczne (argument ekologiczny) s.72
- d) Koszty budowy (argument niskiego kosztu) s.75
- e) Łatwość budowy własnymi rękami (argument łatwości/dostępności) s.78
- f) Trwałość budynków z kostek słomy (argument trwałości) s.80
- g) Konstrukcyjne zastosowania kostek słomy (argument oszczędności materiałowej) s.81
- h) Akustyka (argument izolacyjności akustycznej) s.83
- i) Estetyka (argument piękna) s.84
- j) Oryginalność (argument wyróżnienia się) s.85
- k) Tradycja (argument powrotu lub nawiązania do tradycji) s.86
- l) Wilgoć w przegrodach z kostek słomy (ochrona przed wilgocią, argument paroprzepuszczalności) s.86
- m) Bezpieczeństwo pożarowe (argument odporności ogniowej) s.91
- n) Gryzonie, insekty i inne szkodniki (argument „niegorszej odporności”) s.96

## **II.5. Normy, regulacje prawne, certyfikacja s.98**

- a) Podstawy prawne, drogi dopuszczenia do zastosowania kostek słomy i uzyskiwania zgód budowlanych s.98
- b) Przydatne dokumenty i regulacje s.101

## **III. Architektura z kostek słomy w Polsce**

### **III.1. Historia i rozwój s.104**

- a) Początki, pierwsze realizacje (2000–2010) s.104
- b) Rozwój (2011 i później) s.109
- c) Komentarz s.114

### **III.2 Aktualny stan wiedzy o architekturze z kostek słomy**

- a) Opis badania z użyciem kwestionariusza s.115
- b) Opis wcześniejszych badań s.116
- c) Wyniki badań s.117

### **III.3. Uwarunkowania s.153**

- a) Uwarunkowania naturalne s.153
- b) Uwarunkowania kulturowe s.154

### **III.4. Przegląd możliwości architektonicznych s.159**

- a) Kształtowanie architektury i ograniczenia materiałowe s.159
- b) Trendy stylistyczne, architektoniczne mody, twórcza ekspresja s.159
- c) Próba klasyfikacji, zestawienie ilustracji s.161
- d) Charakterystyczne detale s.170

### **III.5. Budynki *straw bale* w krajobrazie s.174**

## **IV Podsumowanie uzasadnienie tezy, perspektywy rozwoju**

### **IV.1 Podsumowanie i wnioski s.178**

### **IV.2 Uzasadnienie tezy pracy s.189**

### **IV.3 Wnioski, wytyczne, zagrożenia i możliwości implementacji wyników pracy badawczej s.190**

## **Streszczenie / Summary s.193/194**

## **Bibliografia s.195**

## **Spis ilustracji s.204**

## **Apendyksy**

### **A. Skrócona tabela wyników badań**

### **B. Kwestionariusz**



# I. Wprowadzenie

## I.1 Wstęp

Począwszy od lat 90.<sup>1</sup> XX wieku na świecie trwa dynamiczny rozwój architektury z kostek słomy. W pewnym uproszczeniu można powiedzieć, że ten sposób budowania z niszowego eksperymentu, kojarzonego z alternatywnym stylem życia, staje się zbadaną od strony technicznej i uwzględnianą w przepisach<sup>2</sup> techniką budowlaną. Wiąże się to najprawdopodobniej ze wzrostem świadomości ekologicznej społeczeństw i zapotrzebowaniem na zrównoważone rozwiązania projektowe.

U podstaw tej pracy leży założenie, że możemy mówić o „architekturze z kostki słomianej” jako odrębnym nurcie, poprzez analogię do powszechnie stosowanych sformułowań „architektura drewniana<sup>3</sup>” czy „architektura z ziemi<sup>4</sup>”. Słoma nie jest w tym przypadku jedynym materiałem potrzebnym do wznoszenia budynków, ale to właśnie ona wpływa w sposób istotny na dobór innych elementów, rozwiązań konstrukcyjnych i detalu architektonicznego<sup>5</sup>. Wprowadzenie terminu „architektura z kostki słomianej” wynika z poszukiwań polskiego odpowiednika dla sformułowań obecnych w innych językach: *straw bale architecture* i *straw bale building* (ang.), *Strohbalenbau* (niem.), *construction en paille* (fr.) itd.<sup>6</sup> Angielskie określenie *straw bale*, co dosłownie oznacza „kostka słomy”, będzie w dalszym tekście używane tak jak w tytule pracy, czyli zamiennie z zaproponowanym polskim nazewnictwem.

---

1 Za początek „renesansu” budowania ze słomy można uznać rok 1973, ale szybki przyrost liczby budynków rozpoczął się dopiero w latach dziewięćdziesiątych. Patrz część II.2.

2 Kraje, w których wydano regulacje prawne, normy lub dokumenty oceny technicznej dotyczące *straw bale* to m.in.: USA, Kanada, Francja, Niemcy i Austria. Patrz także część II.5.

3 Np. J.W. Rączka, *Architektura drewniana*, Kraków 1990.

4 Np. T. Kelm, *Architektura ziemi: tradycja i współczesność*, Warszawa 1996.

5 Są oczywiście wyjątki: możliwe jest ukształtowanie budynku z kostek słomy tak, by wyglądem nie zdradzał w ogóle wpływu materiału. Podobna możliwość dotyczy jednak także architektury drewnianej czy betonowej.

6 Szczegółowe omówienie terminów i tłumaczeń znajduje się w części I.9 *Definicje*.

## I.2. Uzasadnienie wyboru tematu

Temat architektury z kostek słomy został podjęty przez autora w wyniku kilkunastoletniej obserwacji i czynnego uczestnictwa w rozwoju tego zjawiska w Polsce.

W naszym kraju historia architektury z kostek słomy zaczęła się najprawdopodobniej dopiero po roku 2000<sup>7</sup> i jest jeszcze wciąż w dość wczesnej fazie rozwoju (w odniesieniu do USA, Kanady i krajów Europy Zachodniej). Profesjonalizacja i rozpowszechnianie *straw bale* napotyka na problemy związane z koniecznością adaptacji rozwiązań z innych krajów do lokalnej praktyki budowlanej oraz z poważnymi ograniczeniami w postaci braku badań, norm, dokumentów oceny technicznej i niedostatkami wiarygodnej literatury w języku polskim.

W tej sytuacji uzasadnione wydaje się twierdzenie, że niniejsza praca odpowiada na realną potrzebę osób zainteresowanych zastosowaniem kostek słomy jako materiału budowlanego: architektów/ek, wykonawców/czyń, inwestorów/ek – w tym także osób planujących samodzielnie budowę.

### **Argumenty przemawiające za podjęciem tematu można usystematyzować następująco:**

- rosnąca liczba realizacji (w latach 2000–2023 nastąpił w Polsce rozwój architektury z kostek słomy, zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym),
- niedostatek publikacji w języku polskim i dotyczących warunków polskich,
- potrzeba usystematyzowania wiedzy,
- możliwość ułatwienia transferu wiedzy i doświadczeń,
- potrzeba rozwoju metod budowy zgodnych z ideą zrównoważonego rozwoju, gospodarki cyrkularnej i ograniczania śladu ekologicznego.

## I.3. Cel pracy

**Intencją autora jest w sensie ogólnym zbadanie, jak rozwinęła się architektura z kostek słomy w Polsce oraz wykazanie, jakie jej cechy świadczą o dostosowaniu do warunków lokalnych i realizacji celów ekologicznych.**

Sama możliwość wznoszenia budynków ze słomy została już udowodniona w praktyce, sprawdzenia wymaga, czy – i w jakim stopniu – obiekty *straw bale* w Polsce mają pozytywne cechy opisywane przez literaturę zagraniczną, dotyczącą budynków w państwach o odmiennej specyfice, nierzadko leżących w innej strefie klimatycznej. Pomocnicze pytanie badawcze można sformułować następująco: w jakim stopniu

---

<sup>7</sup> W roku 2000 rozpoczęła się budowa pierwszego, opisywanego w mediach domku w Przełomce.

argumenty zwolenników budowania z kostek słomy znajdują potwierdzenie w warunkach naszego kraju? Argumenty te są dość spójne i powtarzają się w większości opracowań<sup>8</sup>. Jako korzystne cechy budynków *straw bale* wymienia się: energooszczędność (zarówno na etapie budowy, jak i użytkowania), zdrowy klimat wewnątrz, możliwość partycypacji użytkowników w budowie, zastosowanie lokalnego materiału, dobre właściwości akustyczne, odporność na ogień. Mniej jednoznaczne kwestie to: niski koszt i łatwość budów oraz trwałość<sup>9</sup>.

Spektrum zasygnalizowanych wyżej zagadnień wykracza jednak poza ramy tej pracy, a nawet poza dziedzinę architektury. Na przykład potwierdzenie lub obalenie „argumentu zdrowotnego”<sup>10</sup> wymaga wieloletnich badań z pogranicza medycyny i fizyki budowli. Również krótki czas istnienia obiektów *straw bale* w Polsce ogranicza możliwość wyciągania wniosków, np. w zakresie trwałości. W obrębie tych zagadnień musimy na razie bazować na literaturze, co pozwala na wysnucie pewnych hipotez, nie daje jednak jednoznacznych odpowiedzi.

**Uwzględniając powyższe intencje oraz ograniczenia, cele pracy w odniesieniu do polskiej architektury z kostek słomy zostały sformułowane następująco:**

- podsumowanie stanu wiedzy i zaleceń dobrej praktyki na podstawie badań i dostępnej literatury;
- zbadanie i opisanie jak (tak ilościowo, jak i jakościowo) rozwinęła się architektura z kostek słomy w Polsce w latach 2000–2022;
- stwierdzenie, jakie rozwiązania architektoniczne świadczą o dostosowaniu do lokalnych warunków, tj. klimatu, krajobrazu kulturowego, przepisów, warunków społeczno-ekonomicznych i praktyki budowlanej<sup>11</sup>;
- stwierdzenie, czy architektura *straw bale* w Polsce ma cechy odróżniającą ją od architektury *straw bale* w innych krajach;
- zweryfikowanie obiegowych opinii na temat architektury z kostek słomy;
- wskazanie, jakie elementy architektury *straw bale* stosowane w Polsce można uznać za proekologiczne.

---

8 Np. A. Gruber, H. Gruber, H. Santler, *Neues Bauen mit Stroh in Europa*, Staufen bei Freiburg 2008; P. Lacinski, M. Bergeron, *Serious Straw Bale: A Home Construction Guide for all Climates*, White River Junction [Vermont] 2000.

9 Cechy te potwierdzają np. D. Bainbridge, A. Swentzell Steen, B. Steen, *The straw bale house*, White River Junction [Vermont] 1994; B. Jones, *Building with straw bales*, Dartington 2009.

10 Argumenty przemawiające za *straw bale* mieszczą się w ramach bardziej ogólnej listy siedmiu argumentów przemawiających za architekturą *low-tech* (wg M.M. Kołakowskiego): energetycznego, etycznego, zdrowotnego, psychologicznego, prakseologicznego, ekonomicznego i estetycznego. M.M. Kołakowski, *Architektura low-tech. Kulturowe i psychologiczne aspekty rozwoju*, rozprawa doktorska [plik .doc], promotor: prof. dr hab. Andrzej Baranowski, Wydział Architektury Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 11.10.2006.

11 Więcej na ten temat w części III.3. *Uwarunkowania*.

## I.4. Teza

**Możliwe jest kształtowanie w Polsce architektury z kostek słomy dobrze wpisującej się w lokalne warunki klimatyczne, kulturowe i krajobrazowe oraz spełniającej współczesne wymagania w zakresie celów ekologicznych.**

## I.5. Przedmiot i zakres pracy

Zasadniczym przedmiotem pracy jest architektura z kostek słomy powstająca w Polsce. Zakres czasowy głównej części pracy (III) obejmuje lata 2000–2022, tj. od rozpoczęcia budowy pierwszego znanego domu *straw bale* w naszym kraju, aż do lutego 2023, czyli momentu zakończenia badań poprzedzających powstanie niniejszego tekstu. Zakres geograficzny to całe terytorium Polski.

Przy tak zdefiniowanych ramach badania stanowiące podstawę pracy dotyczą wszystkich znanych obiektów, których jest obecnie ponad 300 (głównie budynków mieszkalnych jednorodzinnych).

Praca obejmuje też syntetyczną prezentację charakterystyki architektury z kostek słomy, jej historii, rozwiązań technicznych oraz przegląd dokonań w tej dziedzinie w innych krajach (cz. II). W tej części zakres czasowy dotyczy okresu od drugiej połowy XIX wieku, czyli wprowadzenia w USA maszyn kostkujących słomę, aż do początku roku 2023. Zakres geograficzny nie jest ograniczony, natomiast nacisk położono na USA, Kanadę, Wielką Brytanię, Niemcy i Francję, czyli kraje, których doświadczenia miały najprawdopodobniej<sup>12</sup> wpływ (poprzez literaturę, filmy, szkolenia) na architekturę z kostki słomianej w Polsce.

W zakresie niniejszej pracy nie mieszczą się inne sposoby wykorzystania słomy w architekturze, np. zastosowanie mat i płyt słomianych, izolacji zasypowych i/lub wdmuchiwanym czy tzw. gliny lekkiej. Techniki te nie opierają się na użyciu całych kostek słomy, mają odrębne historie rozwoju, wymogi techniczne i zakresy stosowania<sup>13</sup>.

## I.6. Metoda

**Metodą pracy jest krytyczna analiza literatury tematu oraz badania własne, dotyczące obiektów architektury z kostek słomy w Polsce.**

W badaniach własnych zastosowano zarówno elementy metody ilościowej (w zakresie przeprowadzonego badania kwestionariuszem, zestawień tabelarycznych zawierających wymierne cechy obiektów), jak i metodę jakościową (wywiady z twórcami/czyniami i użytkownikami/czkami architektury z kostki słomianej).

---

<sup>12</sup> Hipoteza autora, podparta rozmowami z architektami/kami, wykonawcami/czyniami, użytkownikami/czkami obiektów ze słomy o źródła ich zainteresowania tematem i znajomość literatury.

<sup>13</sup> Więcej na ten temat w części II.2 *Historia*.

Ważnym elementem badań były wizje lokalne, obecność autora na budowach i w użytkowanych obiektach oraz bezpośredni kontakt z osobami zaangażowanymi w ich powstawanie.

W pracy autor uwzględnił też wnioski płynące z własnej praktyki w zakresie projektowania domów z kostek słomy oraz wiedzę związaną z działalnością organizacyjną w Ogólnopolskim Stowarzyszeniu Budownictwa Naturalnego (OSBN)<sup>14</sup> oraz *European Straw Building Association* (ESBA)<sup>15</sup>.

**Autor przeprowadził następujące kroki badawcze:**

- analiza istniejącej literatury krajowej i zagranicznej związanej z tematem pracy,
- analiza wybranych projektów typowych i indywidualnych, na podstawie których powstają obiekty *straw bale*,
- wywiady z projektantami/kami, wykonawcami/czyniami i użytkownikami/czkami obiektów *straw bale* (metoda jakościowa, bezpośredni kontakt),
- badania terenowe: wyjazdy studialne i przeprowadzenie wizji lokalnych wraz ze stworzeniem dokumentacji fotograficznej,
- udział w warsztatach, szkoleniach i konferencjach poświęconych budowaniu z kostek słomy, tynkowania gliną itp.,
- przeprowadzenie badania kwestionariuszem (online), dotyczącego budynków powstających w Polsce (metoda ilościowa).

Badania terenowe i badanie za pomocą kwestionariusza przeprowadzone przez autora miały na celu zebranie możliwie szerokiej wiedzy o budynkach *straw bale* w Polsce, dotyczą więc wszystkich obiektów, o których udało się pozyskać informacje.

Źródłem wiedzy o istnieniu budynków były strony internetowe (w szczególności fora, blogi i profile w social media, gdzie właściciele/ki, projektanci/tki lub wykonawcy/czynie opisują swoje dokonania), prasa oraz rozmowy z projektantami/kami, wykonawcami/czyniami i właścicielami/kami domów. Prośba o wypełnienie kwestionariusza została też opublikowana w grupach w social media związanych tematycznie z zakresem badania. Zdarzyło się też, że budynek z kostek słomy został odnaleziony przypadkowo – w terenie lub w wyniku niezaplanowanych rozmów. W związku z powyższym należy uznać za bardzo prawdopodobne, że faktyczna liczba budynków z kostek słomy w Polsce jest znacznie większa niż podana przez autora.

Badania literatury miały szerszy zakres i dotyczyły tematycznie całości zagadnień budowania z kostek słomy, a geograficznie zarówno Europy, jak i Ameryki Północnej. Jako podstawowe uznano publikacje w języku polskim (nieliczne) i angielskim oraz niemieckim.

Publikacje w innych językach zostały uwzględnione w drugiej kolejności, w wybranym zakresie – ich całkowite pominięcie nie byłoby właściwe, zwłaszcza biorąc pod uwagę wysoki poziom rozwoju budownictwa wykorzystującego słomę i glinę we Francji.

Ze względu na specyfikę budownictwa *straw bale*, fakt że wywodzi się ono z nurtu *low-tech* i myślenia „zrób to sam”, uznano za zasadne analizowanie także literatury popularno-naukowej oraz informacji pochodzących z internetu. Podkreślenia wymaga

---

14 <https://osbn.pl/> [dostęp 19.02.2023].

15 <https://strawbuilding.eu/> [dostęp 19.02.2023].

fakt, że wiele publikacji o charakterze popularyzatorskim lub/i o charakterze przystępnych poradników zostało rozpowszechnionych w znacznych nakładach i tym samym mogło mieć istotny wpływ na praktykę budowania z kostek słomy. Podobna zależność jest tym bardziej prawdopodobna w odniesieniu do źródeł internetowych.

Oprócz literatury dotyczącej bezpośrednio techniki *straw bale* w pracy zostały wzięte pod uwagę także wybrane publikacje dotyczące zagadnień związanych z ekologią i zrównoważonym rozwojem w architekturze oraz publikacje dotyczące budownictwa tradycyjnego i zastosowania w nim słomy. W niezbędnym zakresie uwzględniono też literaturę dotyczącą pokrewnych metod budowy oraz technik budowlanych o szerszym zastosowaniu, ale niezbędnych przy wznoszeniu obiektów z kostki słomianej (np. tynkarstwo, ciesielstwo).

## I.7. Konstrukcja pracy

Praca została podzielona na cztery podstawowe części. Dwie pierwsze mają charakter wprowadzający, są niezbędne jako tło dla części trzeciej. W części I. definiowane są ramy pracy. W części II. zastosowano ujęcie syntetyczne, by zaprezentować architekturę *straw bale* i jej historię w kontekście międzynarodowym. Główną częścią pracy jest część III., prezentująca obraz architektury *straw bale* w Polsce na podstawie przeprowadzonych badań. W części IV. autor dokonuje syntezy wniosków z części III., uwzględniając kontekst części II.

## I.8. Stan badań i źródła wiedzy

### a) Polska

Literatura w języku polskim dotycząca bezpośrednio budowania z kostek słomy jest dość uboga, także dlatego, że najnowsze artykuły na ten temat są przez polskie autorki i autorów publikowane w języku angielskim.

#### - Artykuły naukowe w języku polskim

Budowanie z kostek słomy bywa wzmiankowane w artykułach poświęconych szerzej ujętej tematyce ekologii lub zastosowania materiałów niskoprzetworzonych<sup>16</sup>. Ukazały się też artykuły dotyczące techniki budowania z kostek słomy czy też opisujące zalety tej technologii, zwłaszcza ekologiczne<sup>17</sup>. W wybranych tekstach można też znaleźć opisy konkretnych budynków, np. studium przypadku pierwszego domu *straw bale* w Przelomce<sup>18</sup>.

---

16 Np. I. Cygankiewicz, *Nowe sposoby użycia tradycyjnych materiałów budowlanych*, „Przestrzeń i Forma” nr 12, 2009, s.161-170; M. Gołębiowski, *Materiały stosowane w nurcie budownictwa naturalnego*, „Zeszyty Naukowe Uczelni Vistula” nr 66(3), 2019, s. 63-71 .

17 Np. M. Kamieniarz, *Innowacje w metodach wznoszenia budynków ze straw bales*, „Materiały Budowlane” nr 6, 2016, s.174-175.

18 T. Jeleński, *Studium przypadku 6.P2. Dom z prasowanych beli słomianych w Przelomce*, [w:] *Wyzwania zrównoważonego rozwoju w Polsce*, J. Kronenberg, T. Berger (red.), Kraków

### **- Artykuły naukowe dotyczące *straw bale* w Polsce, opublikowane w języku angielskim**

W tej grupie publikacji można znaleźć teksty o charakterze ogólnym, generalnie podkreślające pozytywne proekologiczne cechy budowania z kostek słomy<sup>19</sup>.

Można też wyróżnić teksty prezentujące wyniki badań i obliczeń z dziedziny materiałoznawstwa i fizyki budowli lub kosztorysy<sup>20</sup>. Pod kątem badań autora najbardziej przydatne są nieliczne teksty o charakterze analiz przypadku (*case studies*) – i/lub pomiarach wykonanych w istniejących budynkach<sup>21</sup>.

### **- Monografie, podręczniki w języku polskim**

Jedyną publikacją przedstawiającą w sposób przekrojowy zagadnienie jest tłumaczony z języka niemieckiego *Podręcznik budowania z kostek słomy* Gernota Minkego i Benjamina Kricka, opublikowany przez fundację Cohabitat (tłum. Z. Bieliński)<sup>22</sup>. Książka ta – choć wydrukowana tylko w nakładzie 5000 egzemplarzy – jest istotnym punktem odniesienia, co można stwierdzić zarówno na podstawie cytowań w artykułach naukowych, jak i wizyt na budowach i w zbudowanych obiektach. Autor miał zaszczyt pracować jako redaktor merytoryczny tej publikacji oraz napisać wstęp, w którym m.in. podjął próbę uporządkowania polskich terminów, takich jak „architektura z kostek słomy” oraz „nośne / nie nośne zastosowanie kostek słomy”.

### **- Inne istotne publikacje w języku polskim**

Raport autorstwa Mariusza Zatylnego<sup>23</sup> dotyczący uwarunkowań formalno-prawnych budownictwa *straw bale* w naszym kraju stał się praktycznym przewodnikiem dla wielu architektów i architektów przygotowujących projekty budowlane. Jest też często cytowany w artykułach naukowych.

### **- Prace doktorskie, magisterskie i inżynierskie**

Autorowi nie udało się odnaleźć żadnej pracy doktorskiej opisującej w sposób monograficzny temat architektury (i/lub techniki budowania) z kostek słomy. *Straw bale* pojawia się jako istotny wątek w rozprawie pt.: *Architektura low-tech. Historia, ekologia, psychoanaliza* Marcina Mateusza Kołakowskiego<sup>24</sup>.

Pojedyncze prace inżynierskie i magisterskie z dziedziny architektury i kierunków inżynierskich dotyczące architektury *straw bale* (niepublikowane lub publikowane we fragmentach online), są autorowi znane dzięki korespondencji z autorami lub autorkami<sup>25</sup>.

---

2010, s.173–175.

19 Np. A. Bucka, *Natural material in sustainable construction with regards to “straw bale” technology – selected issues*, „Czasopismo Techniczne” nr 1B, 2016, s.3-10.

20 Np. W. Drozd, *Light Clay and Straw Bale Solutions in Contemporary Housing Construction*, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Oficerskiej Wojsk Lądowych im. gen. T. Kościuszki”, nr 1, 2016, s.168-179.

21 Np. M. Nowak, M. Kołaczowski, *New Dimension For Straw Construction*, „Technical Transactions” nr 4-B, 2015, s.107-114; M. Pierzchalski, *Straw Bale Building as a Low-Tech Solution: A Case Study in Northern Poland*, „Sustainability” nr 14(24), 2022, s.1-22.

22 G. Minke, B. Krick, *Podręcznik budowania z kostek słomy: podstawy, konstrukcje, przykłady*, tłum. Z. Bieliński, Łódź 2015.

23 M. Zatylny, *Uwarunkowania formalno-prawne dla budownictwa naturalnego w Europie i Polsce ze szczególnym uwzględnieniem zastosowania kostek słomy*, Warszawa 2012.

24 M.M. Kołakowski, op. cit.

25 Np. M. Marcel, *Ekowioska Wrocław Biskupin*, praca magisterska, WA Politechniki

### - Artykuły w czasopiśmie i prasie w języku polskim

Wśród publikacji popularno-naukowych lub popularnych występują dość liczne artykuły i wzmianki w branżowych czasopiśmie architektonicznych i budowlanych (np. „Architektura”, „A&B”<sup>26</sup>, „Murator”, „Kreator Dom”, „Ładny Dom”<sup>27</sup>). Odnotowano przynajmniej jeden przypadek, gdy dom *straw bale* znalazł się na okładce magazynu „Murator”<sup>28</sup>. Informacje pojawiały się wielokrotnie w prasie codziennej (np. „Gazeta Wyborcza”<sup>29</sup>) oraz magazynach i tygodnikach opinii.

Autor chciałby szczególnie podziękować Marcinowi Mateuszowi Kołakowskiemu, którego liczne, przekrojowe artykuły o budowaniu z naturalnych materiałów i nurcie *low-tech*<sup>30</sup> stały się impulsem do zainteresowania budowaniem z kostek słomy.

### - Źródła internetowe w języku polskim

W początkowej fazie badań najważniejszym źródłem informacji o nowych budynkach z kostek słomy było forum prowadzone przez fundację Cohabitat. W roku 2013 za najważniejsze źródła wiedzy autor uważał strony [www.cohabitat.net](http://www.cohabitat.net), [www.strawbale.pl](http://www.strawbale.pl) oraz [www.osbn.pl](http://www.osbn.pl). Obecnie istnieje tylko ta trzecia, ale w zmienionej wersji. Jest to o tyle istotne, że do roku 2015 autor publikował na stronie OSBN wyniki poszukiwań budynków z kostek słomy w formie interaktywnej mapy i tabeli. Była to ówczesnie jedyna publikacja, z której można było się dowiedzieć o istnieniu ok. 50 budynków *straw bale*. Wiele informacji wykorzystanych w tej pracy, a dotyczących budynków z kostek słomy w Polsce, przestało być łatwo dostępnych wraz z zakończeniem działania wspomnianych stron internetowych. Częściowy dostęp do archiwalnych stron jest nadal możliwy np. poprzez [www.archive.org](http://www.archive.org).

Obecnie jest wiele nowych stron www i blogów poświęconych budowaniu *straw bale* (głównie w formie prywatnych blogów i vlogów poświęconych konkretnym budowom<sup>31</sup> oraz stron firm oferujących usługi<sup>32</sup>, jednak głównym źródłem on-line dla autora stały się platformy social media, zwłaszcza liczne grupy poświęcone budowaniu z naturalnych materiałów na Facebooku<sup>33</sup>).

Lista źródeł internetowych została podana w bibliografii jako osobna grupa, z podziałem na tematy.

### - Publikacje dotyczące innych technik budowania z zastosowaniem słomy i gliny

Znacznie lepiej opisane są inne, starsze metody budowania z wykorzystaniem słomy: przede wszystkim zastosowanie połączenia gliny i słomy (błoczki słomiano-gliniane,

Wrocławskiej, Wrocław 2009/10; M. Płokarz, *Szkoła lokalna. Koncepcja modelu szkoły środowiskowej w technologii straw bale*, praca magisterska, WA Politechnika Śląska, Gliwice 2011/12.

26 M. Jagielak, M.M.Kołakowski, *Słoma? słoma... słoma! O architekturze naturalnej ze słomy w kraju i na świecie*, „Architektura i Biznes” nr 11, 2010, s. 22–23.

27 L. Jampolska, *Nie drewniany, nie murowany...*, „Ładny Dom”, nr 2(76), 2005, s. 18–21.

28 „Murator” nr 11, 2017.

29 M. Brewińska, *Z gliny, słomy i kamieni*, „Gazeta Wyborcza Dom” [bezpłatny dodatek do warszawskiego wydania Gazety Wyborczej], nr 47(245), 21.11.2001.

30 Np. M.M. Kołakowski, *Rewolucja z beczki Diogenesa*, „Architektura i Biznes” nr 6, 2005, s.34-43.

31 Np. vlog *W Szumilesie*: <https://www.youtube.com/channel/UCa93gWFdETnaPKYbZxbgzJQ> [dostęp 27.02.2023].

32 Np. <https://slomianydom.eu/> czy <https://ecococon.eu/pl/> [dostęp 27.02.2023].

33 Np. *Domy z piasku, gliny i słomy*: <https://www.facebook.com/groups/306304886027> [dostęp 27.02.2023].



głina lekka, glinobitka itd.). Nie wchodzi one bezpośrednio w zakres niniejszej pracy, dla porządku należy jednak nadmienić, że w tej dziedzinie istnieją w Polsce długie tradycje i odpowiednio bardziej rozbudowana bibliografia. Fundamentalnym dziełem jest np. *Budownictwo Wiejskie z cegły glino-suszzonej z plantami chałup wiejskich* Piotra Aignera z 1791 roku<sup>34</sup>. Jeszcze w latach powojennych były prowadzone badania i wydane normy dotyczące budowania z gliny<sup>35</sup>. Publikowano też dość liczne poradniki<sup>36</sup> budowania z materiałów miejscowych.

Wśród współczesnych publikacji na temat zastosowania w architekturze materiałów lokalnych zwracają uwagę monografie i artykuły Jarosława Szewczyka. Wiele z nich zawiera dokumentację historycznych metod budowy (np. tynków glinianych, klepisk itd.), które mogą być źródłem wiedzy i inspiracji<sup>37</sup>.

## b) Świat

Obcojęzyczna literatura tematu, zwłaszcza w języku angielskim, jest znacznie bogatsza. Szczególnie duża liczba starszych publikacji pochodzi z USA, co jest naturalną konsekwencją historii budownictwa *straw bale*, którego kolebką są Stany Zjednoczone.

### - Dokumenty formalno-prawne, aprobaty, normy, zasady dobrej praktyki

Za wyjątkowo istotne źródło informacji autor uznaje nieliczne dokumenty dopuszczające do użycia wyroby budowlane. Są to m.in. krajowe i europejskie oceny techniczne (KOT/EOT) dotyczące kostek słomy i prefabrykatów ze słomy. W związku z brakiem norm europejskich dla techniki budowania z kostek słomy, ich najbliższym odpowiednikiem są zasady dobrej praktyki, opublikowane we Francji<sup>38</sup> i Niemczech<sup>39</sup>.

### - Publikacje naukowe

Publikacje naukowe to przede wszystkim opracowania dotyczące wybranych zagadnień inżynierskich: wytrzymałości konstrukcji, fizyki budowli<sup>40</sup>. Dostępne są też dość liczne wyniki badań laboratoryjnych, których celem była najczęściej certyfikacja materiałów, opracowanie norm lub inne działania zmierzające do otrzymania formalnej akceptacji dla zastosowania słomy do budowy<sup>41</sup>. Znacznie mniej liczne są opracowania

---

34 P. Ainger, *Budownictwo Wiejskie z cegły glino-suszzonej z plantami chałup wiejskich*, Warszawa 1791.

35 Np. Polska norma BN-62 6738-02, BN-62 8841-04, BN-62 9012-01.

36 Np. seria wydawnicza Budujemy sami, w tym: Z. Racięcki, *Budynki z gliny*, Warszawa 1962; S. Chrzanowski, *Budynki z płyt słomianych i trzcinowych*, Warszawa 1958.

37 Np. J. Szewczyk, *Nietypowe budulce w architekturze, Tom 2. Plecionki*, Białystok 2015.

38 *Règles professionnelles de construction en paille. Regles 2012*, Paris 2011.

39 *Strohbaurichtlinie SBR-2019*, Verden 2019.

40 Np. J. Wihan, *Humidity in strawbale walls and its effects on decomposition of straw*, praca magisterska, University of East London School of Computing and Technology, 2007; J. Carfrae et al., *Detailing the effective use of rainscreen cladding to protect straw bale walls in combination with hygroscopic, breathable finishes*, [w:] *Detail Design in Architecture 8 – Translating Sustainable Design into Sustainable Construction*, S. Emmitt (ed.), Littlewood 2009.

41 Np. G. Bou-Ali, *Straw Bales and Straw-Bale Wall Systems*, praca magisterska, Dept. of Civil Engineering, University of Arizona, 1993.

naukowe prezentujące temat w sposób przekrojowy, do tej grupy można ewentualnie zaliczyć podręczniki powstałe na podstawie badań naukowych w USA i Europie<sup>42</sup>.

Warto zaznaczyć, że w ostatnim dziesięcioleciu nastąpił znaczny wzrost ilości badań naukowych poświęconych budownictwu *straw bale*. Baza danych (biblioteka online na platformie Zotero) na temat budownictwa ze słomy opracowana w ramach programu *Up-Straw* w latach 2017–2020 zawiera 495 pozycji, z których większość stanowią artykuły naukowe i raporty z badań<sup>43</sup>.

#### **- Książki, podręczniki, poradniki**

Wśród publikacji popularnonaukowych dominują książki o charakterze poradników<sup>44</sup>. Pojawiają się wydawnictwa albumowe<sup>45</sup>. Ukazało się też kilka książek opisujących konkretną budowlę i proces jej powstawania.

Patrząc chronologicznie na dostępne publikacje, można zauważyć ewolucję od pojedynczych wzmianek (w latach 70. w USA), przez „pionierskie” poradniki „zrób to sam”<sup>46</sup>, po bardziej zaawansowane technicznie publikacje oparte na doświadczeniu i badaniach<sup>47</sup>.

#### **- Inne publikacje**

Wśród publikacji, które trudno jednoznacznie zaklasyfikować szczególnie istotne wydają się raporty podsumowujące i inne materiały stworzone w ramach projektów wspieranych finansowo przez fundusze europejskie. Wiele z nich jest wynikiem międzynarodowej współpracy np. *Up-straw Urban and Public Buildings in Straw*<sup>48</sup> czy *Straw Bale Training for European Professionals (STEP)*<sup>49</sup>.

#### **- Strony internetowe**

Jest wiele stron dotyczących budowania z kostek słomy. Wybór z nich został przedstawiony na końcu pracy. Za szczególnie godne polecenia można uznać strony, które publikują bazy danych i wyniki badań np.: *European Straw Building Network (ESBA)*<sup>50</sup>, *Austrian Straw Building Network (ASBN)*<sup>51</sup>, *Réseau français de la construction paille (RFCP)*<sup>52</sup>, *Fachverband Strohhallenbau Deutschland e.V. (FASBA)*.

---

42 Np. *Design of straw bale buildings*, B. King (ed.), San Rafael 2006; G. Minke, F. Mahlke, *Building with straw. Design and technology of a sustainable architecture*, Basel–Berlin, 2005.

43 <https://www.zotero.org/groups/2187655/upstraw/library> [dostęp 19.02.2023].

44 N. Corum, *Red Feather construction handbook*, New York 2005.

45 C. Wanek, *The New Strawbale Home*, Layton [Utah] 2003; A. Swentzell-Steen, B. Steen, *The beauty of strawbale homes*, White River Junction [Vermont] 2000.

46 Klasycznym przykładem jest publikacja S.O. Macdonald, M. Myrhman, *Build it with bales: A Step-by-Step Guide to Straw Bale Construction*, Tucson 1997.

47 Np. L. Floissac, *La construction en paille. Principes fondamentaux – Techniques de mises en oeuvre – Exemples de réalisations*, Mens 2012.

48 <https://www.nweurope.eu/projects/project-search/up-straw-urban-and-public-buildings-in-straw/> [dostęp 19.02.2023].

49 <https://strawbale.training/en/welcome-at-buildstrawpro/> [dostęp 19.02.2023].

50 <https://strawbuilding.eu/> [dostęp 19.02.2023].

51 <https://baubiologie.at/strohballenbau/> [dostęp 19.02.2023].

52 <https://www.rfcp.fr/le-rfcp/> [dostęp 19.02.2023].

## I.9. Definicje i przyjęte tłumaczenia terminów obcojęzycznych

Przyjęto zasadę, że w niniejszym rozdziale opisane zostaną tylko te pojęcia, które potrzebne są do zrozumienia głównych założeń pracy lub te, które wymagają uściślenia, ponieważ powszechnie stosowane są w wielu różnych kontekstach. Drugorzędne i/lub bardziej jednoznaczne kwestie, np. techniczne i związane z nimi słownictwo, są objaśniane w przypisach w tekście.

**Architektura z kostek słomy** – pojęcie to zostało użyte w tytule, a rozwinięte w drugiej części pracy (II.1). W języku angielskim *straw bale* oznacza kostkę słomy, a *straw bale architecture* to architektura z kostek słomy. Rzadziej wstępuje określenie *strawbale architecture*, co można by luźno przetłumaczyć jako „architektura kostko-słomiana”, ale forma taka nie jest spotykana w języku polskim.

Dla porządku należy jeszcze dodać, że w Polsce funkcjonuje sporo różnych słów używanych wymiennie z określeniem kostka słomiana, np. presak, balot, bela. W przypadku dwóch ostatnich zachodzi możliwość pomyłki z innym sposobem składowania słomy w formie dużych rolowanych beli. Pojawiały się też próby wprowadzania neologizmu „słomobela” albo nawet „glinosłomobela”<sup>53</sup> jako polskiego odpowiednika *straw bale*. W nowszych publikacjach dominuje jednak użycie sformułowania „z kostek słomy”, co może mieć związek z publikacją wspomnianego *Podręcznika budowania z kostek słomy*<sup>54</sup> Minkego i Kricka w roku 2015.

By uniknąć dywagacji natury lingwistycznej, na potrzeby niniejszej pracy autor przyjmuje (tak jak w wyżej wymienionym podręczniku) określenie „kostka słomy” jako właściwy odpowiednik angielskiego terminu *straw bale*. Jako że w literaturze anglojęzycznej *straw bale* (czasami skracane do „sb”) oznacza też całą technikę budowania (łącznie z odpowiednią konstrukcją, wykończeniem itd.), określenie to będzie w pracy używane także w takim znaczeniu, wymiennie z polskimi sformułowaniami o charakterze bardziej opisowym, jak np. „budowa z kostek słomy”.

Stosowanie pojęcia „architektura z kostek słomy”, a nie „architektura ze słomy” jest związane z zakresem przedmiotowym pracy, zawężonym do budynków powstających z użyciem kostek słomy, a nie słomy w ogóle. Pojęcie „architektura ze słomy” obejmowałoby szereg innych technik budowania, m.in. opartych na zastosowaniu mat trzciniowych, izolacji ze słomy wdmuchiwanej czy tradycyjnych technik, takich jak plecionki czy strzechy słomiane.

Od powyższej reguły autor robi jednak jeden wyjątek, uwzględniając w pracy także budynki powstające z prefabrykatów drewniano słomianych, nawet jeśli do ich wypełnienia zastosowano słomę niepochodzącą z kostek (tak produkowane są np. prefabrykaty firmy EcoCocon). Uzasadnieniem jest to, że technika budowy z prefabrykatów jest bardzo zbliżona, niezależnie od tego, czy są one wypełnione w procesie produkcji słomą w kostkach czy luźną słomą np. pochodzącą z dużych beli.

---

53 Takie określenie stosował Janusz Świdorski na swojej stronie internetowej <http://biobudownictwo.org>, popularnej we wczesnym okresie rozwoju budownictwa z kostek słomy w Polsce. Strona już nie istnieje.

54 G. Minke, B. Krick, op. cit.

### **Nieformalne określenia dotyczące budowania z użyciem słomy**

W rozmowach z osobami zajmującymi się budowaniem z kostek słomy autor wielokrotnie spotkał się z użyciem nieformalnych określeń, być może nawet zaczątków branżowego slangu. „Strołbejl”, „strawbal” albo „słomiak”, „słomiaczek” to budynek z kostek słomy. „Słomowanie” to wykonywanie izolacji termicznej ze słomy. „Słomiarze” i „gliniarze” to osoby zajmujące się wykonawstwem prac z zastosowaniem odpowiednio słomy i gliny.

**(Międzynarodowa) Społeczność straw bale** – sformułowanie przyjęto jako tłumaczenie angielskiego *straw bale community* i należy je rozumieć jako określenie społeczności entuzjastów/ek *straw bale*. Zjawiskiem towarzyszącym rozwojowi i popularyzacji budowania z kostek słomy jest powstawanie w kolejnych krajach grup pasjonatów tego rozwiązania. Pierwsze takie grupy powstały w USA i to właśnie ich działania doprowadziły do powstania pionierskich regulacji prawnych dla *straw bale* w Arizonie i Nowym Meksyku<sup>55</sup>. Obecnie formalne i nieformalne grupy entuzjastów budowania z kostek słomy działają także w większości krajów Europy. Ich rola i poziom organizacji jest bardzo różny: od grup działających lokalnie, o charakterze towarzyskim po organizacje branżowe o zasięgu krajowym, prowadzące oficjalne badania i szkolenia. Pasjonaci z różnych krajów współpracują też między sobą, m.in. poprzez międzynarodowe konferencje i warsztaty, takie jak *European Straw Bale Gathering (ESBG)*, *International Straw Bale Gathering*, *Global Straw Bale Gathering (GSBG)*; międzynarodowe projekty, np. *Up-straw Urban and Public Buildings in Straw*<sup>56</sup>; oraz wymieniając wiedzę przez liczne fora, strony www i listy mailingowe. Oddolne działania tej społeczności sprawiają, że technika budowy z kostek słomy rozwija się i popularyzuje. Szczególnie ważną rolę odgrywa tu system przekazywania wiedzy poprzez praktyczne warsztaty i otwartość tej społeczności na dzielenie się wiedzą.

**Naturalne materiały budowlane (ang. *natural building materials*)** – określenie to jest dość szeroko stosowane w literaturze i języku potocznym dla opisanego zbiorczo materiałów możliwie niskoprzetworzonych, nie wymagających dużych nakładów energii ani skomplikowanych urządzeń produkcyjnych. Trudność polega na zdefiniowaniu, jaki nakład energii i jaki stopień przetworzenia można uznać za niski. Na potrzeby niniejszej pracy przyjęto, że można w ten sposób określić większość materiałów wykorzystywanych w technice *straw bale*: drewno, słomę, glinę, piasek, żwir, i wapno<sup>57</sup>.

### **Lokalne materiały budowlane (ang. *local/indigenous building materials*)**

– to materiały, które można pozyskać i przetworzyć w pobliżu placu budowy. Także w tym przypadku kłopot stanowi przyjęcie, jaką odległość może pokonać materiał, by zasługiwać na miano lokalnego. Przykładowo Luc Floissac przyjął w badaniach promień 50 km<sup>58</sup> i tak ustanowione kryterium wydaje się rozsądnym kompromisem,

---

55 K. Henderson, *Ethics, Culture and Structure in the Negotiation of Straw Bale Building Codes*, „Science, Technology & Human Values”, Vol.31, No.3, *Ethics and Engineering Design*, 2006.

56 <https://www.nweurope.eu/projects/project-search/up-straw-urban-and-public-buildings-in-straw/> [dostęp 19.02.2023].

57 Wśród wymienionych materiałów wapno ma stosunkowo wysoki ślad węglowy na etapie produkcji, jednakże w procesie twardnienia wiąże dwutlenek węgla.

58 L. Floissac, op. cit, s. 22.

który będzie stosowany w niniejszej pracy.

Warto zwrócić uwagę, że zastosowanie słomy i gliny nie jest jednoznaczne z tym, że są to materiały lokalne: autorowi znany jest przypadek transportowania słomy na budowę samochodem ciężarowym z Polski do Norwegii<sup>59</sup>. Dość powszechnym zjawiskiem na budowach w Polsce jest korzystanie z workowanej gliny z cegielni, nie gliny z wykopu.

W okresie powojennym w Polsce używano oficjalnie podobnego określenia: „materiały miejscowe” i uwzględniano wśród nich także materiały rozbiórkowe<sup>60</sup>.

**Alternatywne i standardowe/typowe techniki budowy** – to kolejne problematyczne zwroty, które pojawiają się regularnie w wypowiedziach dotyczących budowania ze słomy. Określenie *straw bale* jako „alternatywnej techniki budowy” wydaje się uzasadnione ze względu na jej stosunkowo małą popularność (zjawisko niszowe – alternatywne), możliwość stosowania zamiast powszechnych dziś rozwiązań (zamiennik – rozwiązanie alternatywne) i wreszcie jej propagowanie przez niezależne (alternatywne, pozarządowe) organizacje. Mówiąc o rozwiązaniu alternatywnym (np. budowaniu z kostek słomy), stajemy przed koniecznością określenia, co nazywamy rozwiązaniem standardowym/typowym.

Na potrzeby tej pracy autor przyjmuje, że standardowe/typowe techniki budowy są to rozwiązania oparte na ogólnodostępnych wyrobach budowlanych i powszechnie stosowane w danym kraju. W przypadku domów jednorodzinnych w Polsce oznacza to najczęściej ściany dwu i więcej warstwowe, murowane, izolowane termicznie wełną mineralną lub styropianem i tynkowane. Budownictwo murowane w Polsce to ponad 99% rynku domów jednorodzinnych (wg danych z 2019 r.)<sup>61</sup>.

**Tradycyjne materiały i techniki budowy** – tym terminem będą określane w pracy materiały i techniki budowania występujące w architekturze historycznej i stosowane w ramach ciągłości tradycji rzemieślniczej. Autor nie zgadza się z występującymi w literaturze przykładami nazywania „technikami tradycyjnymi”<sup>62</sup> – współczesnych, rozpowszechnionych sposobów budowania, np. z pustaków ceramicznych i styropianu (takie techniki będą nazywane standardowymi/typowymi patrz też punkt e – powyżej).

---

59 Przypadek taki został opisany w rozmowie przez Mateusza Szwaigierczaka, wykonawcę domów z naturalnych materiałów w Polsce i Norwegii.

60 *Instrukcja o stosowaniu materiałów miejscowych*, Ministerstwo Rolnictwa Departament Budownictwa Wiejskiego, Warszawa 1953.

61 M. Fąfara et.al., *Life Cycle Assessment (LCA) and environmental comparison the selected construction methods of residential buildings in traditional and straw cubes technology – a case study*, „Archives of Civil Engineering”, tom 68, nr 3, 2022, s. 242.

62 Ibidem.

## I.10. Kontekst zrównoważonego rozwoju, kontekst nurtów *low-high* i *high-tech*

W obliczu coraz większej świadomości zagrożenia kryzysem energetycznym, efektem cieplarnianym oraz innymi problemami związanymi bezpośrednio z funkcjonowaniem światowej gospodarki opartej na tanich paliwach kopalnych potrzeba zmian, we wszystkich właściwie dziedzinach życia człowieka, wydaje się nieunikniona<sup>63</sup>.

Fakt, że wznoszenie, a w następnej kolejności użytkowanie budynków jest odpowiedzialne za ok. 35% emisji dwutlenku węgla (w Uni Europejskiej)<sup>64</sup>, sprawia, że zmiany w tej branży są szczególnie pożądane.

W przypadku architektury wyróżnia się zasadniczo dwa bardzo odmienne sposoby postrzegania i rozwiązywania problemów związanych z szeroko pojętą ekologią<sup>65</sup>. Pierwszy, nazywany angielskim terminem *high-tech*, bazuje na doskonaleniu rozwiązań technologicznych, zwykle koncentrujących się na redukcji zapotrzebowania na energię pochodzącą z paliw kopalnych, bądź zastępowania ich alternatywnymi źródłami energii. Drugi nurt, zwany *low-tech*, rezygnuje z coraz bardziej skomplikowanych rozwiązań technicznych, zwykle proponując w zamian rozwiązania oparte na naturalnych, mniej przetworzonych materiałach<sup>66</sup>. Często sięga do wzorów z przeszłości: do rozwiązań technicznych sprzed ery tanich paliw kopalnych i stara się wyciągać z nich wnioski<sup>67</sup>.

Pozostający w opozycji do głównego kierunku rozwoju technologii budowlanych *low-tech* rozwija się zaskakująco prędko, opierając się na oddolnych inicjatywach (tzw. *grassroots*), często bez wsparcia rządów i przemysłu<sup>68</sup>. Atrakcyjność tego ruchu to nie tylko merytoryczne argumenty (redukcja zanieczyszczenia środowiska, niska cena materiałów budowlanych), ale także wpisanie się w idee powrotu do natury, stale towarzyszące człowiekowi cywilizowanemu. Nowym i bardzo pozytywnym zjawiskiem związanym z nurtem *low-tech* jest szeroko zakrojona, międzynarodowa wymiana doświadczeń z zakresu alternatywnych metod budowania, którą usprawnił internet. Umożliwia to łatwy, otwarty dostęp do wiedzy, przybliżając proces budowy inwestorom i przyszłym mieszkańcom i mieszkankom, często umożliwiając ich zaangażowanie w proces budowy.

Geneza, a także takie cechy *straw bale* jak zastosowanie lokalnych materiałów, możliwość wykonania za pomocą prostych narzędzi, wykorzystanie (i reinterpretacja) tradycyjnych technik budowlanych, możliwość pracy na budowie osób niebędących specjalistami, wskazują na przynależność do nurtu *low-tech*. Wydaje się to prawdą w odniesieniu zwłaszcza do pierwszych „pionierskich” lat „renesansu” *straw bale* w USA. Obecnie taka klasyfikacja nie jest już oczywista. W wielu miejscach na świecie

63 Np. IPCC: *Climate Change 2007. Mitigation of climate change. Contribution of working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, B. Metz et al. (red.), New York 2007.

64 *Greenhouse gas emissions from energy use in buildings in Europe*, European Environment Agency, 26.10.2022, dostępne online: <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emissions-from-energy> [dostęp 27.02.2023].

65 M.M. Kołakowski, *Rewolucja...*, op. cit.

66 Idem, *Architektura low-tech*, op. cit.

67 *Shelter*, L. Kahn (ed.), Bolinas 2010 [reprint wydania z 1973], s. 3–5.

68 B. Jones, *Building with straw bales*, Dartington 2009, s. 25.

profesjonalni wykonawcy budynków *straw bale* działają w sposób możliwie zoptymalizowany, z pomocą standardowo wykorzystywanej na placu budowy techniki: maszyn budowlanych, gotowych mieszanek tynkarskich itd. W krajach takich jak Austria<sup>69</sup>, Szwajcaria, Niemcy czy Słowacja<sup>70</sup> istnieją już domy pasywne, wykorzystujące kostki słomy jako izolację, co świadczy o możliwości łączenia cech *low-* i *high-tech* w jednym obiekcie<sup>71</sup>. Innym krokiem w stronę *high-tech* jest prefabrykacja. Panele wypełnione słomą (np. firm EcoCocon czy Lorenz) są zwykle sprzedawane jako wysokiej jakości produkt dla bardziej zamożnych klientów.

## I.11. Przykłady – „grand tour” najciekawszych obiektów

W niniejszej części pracy autor proponuje czytelnikom/czkom uzupełnienie teoretycznego wstępu o namiastkę podróży studialnej w postaci wyboru zdjęć interesujących budynków z kostek słomy. W odróżnieniu od klasycznego „grand tour”, wędrowka śladami architektury straw bale prowadzi przede wszystkim do Francji, Niemiec i Wielkiej Brytanii czyli krajów, w których zastosowanie kostek słomy obejmuje liczne przykłady budynków, w tym dużych obiektów mieszkaniowych i użyteczności publicznej. Wybranie 8 przykładów spośród co najmniej kilku tysięcy w Europie zostało przeprowadzone w sposób subiektywny, ze preferencją dla budynków które w momencie budowy były pod jakimś względem przełomowe (największe, najwyższe, pierwsze w danej kategorii).



[il. 1] Kostki słomy w rozmiarze jumbo składowane w polu po żniwach. Francja, lato 2015.  
Fot. autor

---

69 Np. domy projektowane przez Bauatelier Schmelz Salomon <https://bauatelier.at/kategorie/projekte/architektur/wohnen/neubau-holz/> [dostęp 27.02.2023].  
70 Np. domy autorstwa pracowni CreaTerra: <https://www.createrra.sk/page/38/passivhaus-senec.html> [dostęp 27.02.2023].  
71 Takie połączenie cech wydaje się mieć wiele zalet, co potwierdza książka: K. Zielonko-Jung, J. Marchwiński, *Łączenie zaawansowanych i tradycyjnych technologii w architekturze proekologicznej*, Warszawa 2012.





[il. 2] Siedziba pracowni architektonicznej Createrra z dachem zielonym pokrywającym konstrukcję kopuły i osiem sklepień kolebkowych wykonanych z kostek słomy. Hrubý Šúr (Słowacja). Budowa 2007. Proj. Gernot Minke, Zuzana Kierulfova. Fot. Createrra



[il. 3] Budynek z mieszkaniami socjalnymi w Waddington (Wielka Brytania). Nośne zastosowanie kostek słomy w ścianach. Budowa 2010. Proj. Amazonails (Barbara Jones, Jakub Wihan). Fot. autor





[il. 4] Budynek centrum edukacyjnego i przetwórstwa owoców La Damassine w Vandancourt (Francja). W obiekcie zastosowano oryginalną oddzielną konstrukcję dachu i kubatury użytkowej. Budowa 2010. Proj. Ha Ha Architectes. Fot. autor



[il. 5] Budynek mieszkalny K223 w dzielnicy Ijburg w Amsterdamie (Holandia). Jeden z pierwszych przykładów zastosowania prefabrykatów drewniano-słomianych w zwartej zabudowie miejskiej. Budowa 2009. Proj. Fillie en Verhoeven. Fot. autor



[il. 6] Budynek biurowo-wystawowy Norddeutsches Zentrum für Nachhaltiges Bauen w Verden (Niemcy). Najwyższy izolowany kostkami słomy obiekt w Niemczech. Budowa 2015. Proj. Architekten für nachhaltiges Bauen (ANB): Thomas Isselhard, Frido Elbers, Dirk Scharmer. Fot. Gerd Fahrenhorst. CC BY-SA 4.0



[il. 7] Budynek mieszkalny wielorodzinny w St. Die des Vosges (Francja). Obiekt o konstrukcji z drewna klejonego, z izolacją z kostek słomy jest najwyższym tego rodzaju w Europie. Budowa 2011. Proj. i fot. ASP Architecture





[il. 8] „Gateway Building” Uniwersytetu w Nottingham, Bonnington (Wielka Brytania). Prefabrykaty z drewna klejonego wypełniono w warsztacie na terenie kampusu słomą pochodzącą z uprawy na polach uczelni. Budowa 2011. Proj. Make Architects. Fot. autor



[il. 9] Budynek zespołu szkół „Hessel – Zefirottes” w Montreuil (Francja). Jedna z kilku dużych szkół we Francji zbudowanych z drewna klejonego z izolacją termiczną ze słomy. Prawdopodobnie największy budynek tego typu w Europie (powierzchnia użytkowa ok. 6200 m<sup>2</sup>). Budowa 2016. Proj. i fot. Méandre ETC

## II. Straw bale – ogólna charakterystyka

### II.1. Podstawowe informacje o słomie

#### a) Czym jest słoma i jakie są jej zastosowania

Słoma (ang. *straw*) to suche łodygi roślin, głównie zbóż, pozbawione korzeni i kłosów. Składa się głównie z celulozy, hemicelulozy, ligniny i tzw. popiołu (ang. *ash*), czyli składników mineralnych – w tym głównie tlenków: krzemu, wapna i potasu<sup>72</sup>.

W przeciwieństwie do siana słoma nie powinna zawierać ziarna ani liści, jest więc mniej atrakcyjna jako pożywienie dla zwierząt. W rolnictwie używa się jej głównie jako podściółki, nawozu oraz składnika pasz<sup>73</sup>.

W literaturze poświęconej budowaniu z kostek słomy dominuje przekonanie, że słoma jest odpadem<sup>74</sup>. Takie podejście wiąże się z modelem rolnictwa opartym m.in. na intensywnym stosowaniu nawozów sztucznych. Faktycznie w wielu krajach występuje problem „nadprodukcji” słomy – w niektórych rejonach świata wciąż praktykowanym zwyczajem i jednocześnie poważnym zagrożeniem (nie tylko) ekologicznym jest jej palenie na polach<sup>75</sup>.

W tradycyjnym i zrównoważonym rolnictwie słoma nie jest traktowana jako odpad: zgodnie z naturalnym cyklem powinna „powrócić do ziemi”, czyli być pozostawiona na polu i zaorana lub też wykorzystana jako nawóz, wcześniej spełniwszy swą rolę jako podściółka<sup>76</sup>.

W permakulturze i innych technikach rolniczych „bez pługa” słoma jest istotna jako materiał do ściółkowania („mulczowania”)<sup>77</sup>.

Powyższe wiadomości nie przekreślają jednak wykorzystania słomy w budownictwie. Słoma jest zasobem rokrocznie odnawialnym i powszechnie dostępnym na terenie naszego kraju. W Polsce ilość dostępnej dla celów innych niż rolnicze słomy obliczono na kilkanaście milionów ton rocznie. Kalkulacje prowadzono na potrzeby produkcji energii<sup>78</sup>, nie budownictwa, ale biorąc pod uwagę, że na budowę domu jednorodzinnego potrzeba kilkanaście – do kilkudziesięciu – ton słomy, można przyjąć, że ilościowo zasoby słomy nie stanowią bariery dla rozwoju architektury *straw bale*. Lokalnie mogą jednak występować trudności z dostępem do dobrej jakości kostek do celów budowlanych. Wraz z postępującą mechanizacją rolnictwa występuje wyraźna tendencja wypierania starszych modeli pras produkujących małe kostki przez nowe prasy do kostek jumbo lub balotów.

<sup>72</sup> *Design of straw bale buildings*, op. cit., s. 2.

<sup>73</sup> G. Minke, F. Mahlke, op. cit., s. 19.

<sup>74</sup> Np. D. Bainbridge, A. Swentzell Steen, B. Steen, op. cit.

<sup>75</sup> <https://news.mit.edu/2022/targeted-approach-reducing-health-impacts-crop-residue-burning-india-1130> [dostęp 4.03.2023].

<sup>76</sup> A.R. Staniforth, *Straw for fuel, feed and fertilizer*, Ipswich 1982.

<sup>77</sup> B. Mollison, R.M. Slay, *Wprowadzenie do permakultury*, tłum. R. Mitoraj, Ustroń 2019, s.149.

<sup>78</sup> A. Madej, *Straw balance in Poland in the years 2010–2014 and forecast to the year 2030*, „Annals PAAAE”, nr 18 (1), 2016, s. 163–168.

Za właściwe gatunki zbóż do celów budowlanych uchodzą żyto, pszenica i orkisz, za niepolecane – jęczmień i owies<sup>79</sup>. Słoma ryżowa w krajach, gdzie jest dostępna cieszy się bardzo dobrą opinią: jest bardziej odporna na wilgoć (ze względu na dużą zawartość krzemionki), a kostki z niej są bardzo zwarte i wykazują mniejsze ugięcie pod obciążeniem<sup>80</sup>.

Zastosowanie (kostek) słomy w budownictwie jest jednym z głównych tematów pracy i zostało szerzej omówione od części II.2 począwszy.

### **Inne, wybrane tradycyjne i współczesne obszary zastosowania słomy:**

- rolnictwo i ogrodnictwo – kostki słomy służą jako podłoże dla roślin i grzybów, zwłaszcza w formie tzw. wysokich grządek<sup>81</sup> oraz do ściółkowania („mulczowania” upraw);
- energetyka – w dobie poszukiwań alternatywy dla paliw kopalnych, pomysł zastosowania biomasy jako źródła energii ma wielu zwolenników, także w Polsce. Słoma jest jednym z głównych materiałów wymienianych w tym kontekście;
- rzemiosło (m.in. plecionkarstwo) – słoma znajdowała także szerokie zastosowanie w rzemiośle (głównie ludowym), wykonywano z niej kosze, buty (łapcie), maty, sienniki, kapelusze, ozdoby, tarcze łucznicze, ocieplano nią buty<sup>82</sup>;
- obrzędy (i znaczenie symboliczne/religijne/magiczne) – słoma w tradycji ludowej miała istotne znaczenie symboliczne, kultowe i magiczne<sup>83</sup>;
- opakowania i zabezpieczenia towarów – aż do drugiej wojny światowej słoma miała spore znaczenie jako materiał do zabezpieczania transportowanych towarów – bądź w formie luźnej, bądź też w formie sznurów i plecionych opakowań, np. na butelki;
- filtry i tymczasowe zapory – kostki słomy bywają układane jako tymczasowe tamy przy wyciekach paliwa, mogą działać jako wstępny filtr do wody w oczyszczalniach;
- branża rozrywkowa – jako ciekawostkę można nadmienić, że kostkami słomy wykładano (dla amortyzacji wypadków) w przeszłości zakręty na torach wyścigowych<sup>84</sup>. Zjawiskiem z pogranicza architektury jest też budowanie rzeźb i tymczasowych instalacji z kostek słomy. Spektakularnym przykładem jest corocznie wznoszony labirynt *straw bale* w miejscowości Bozeman w USA<sup>85</sup>.

---

79 G. Minke, B. Krick, op. cit., s. 18.

80 *Design of straw bale buildings*, op. cit, s. 3.

81 M. Moss-Spranque, *Stand up and garden*, Woodstock 2012.

82 A.R. Staniforth, *Straw and Straw Craftsmen*, Shire 1981.

83 M. Tymochoicz, *Słoma w kulturze tradycyjnej*, „Studia Etnologiczne i Antropologiczne” nr 17, 2017, s. 146–160.

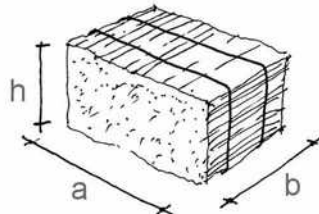
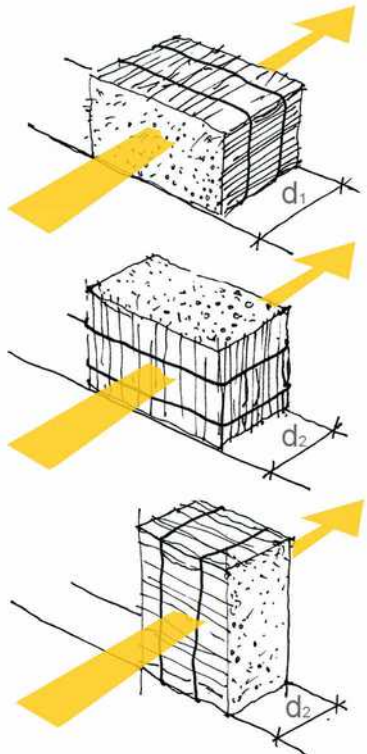
84 B. Apps, *Open Cockpits & Straw Bales: Motor Racing in the 1950s*, Wellington 2011.

85 <http://www.bozemanmaze.com/> [dostęp 19.02.2023].

## b) Czym jest kostka słomy, czyli *straw bale*. Rozmiary kostek

Kostka słomy to słoma sprasowana mechanicznie i związana sznurkiem lub drutem przez prasę kostkującą. Występuje wiele rodzajów pras, które dodatkowo mają możliwość produkcji różnych rozmiarów kostek, stąd liczba możliwych wymiarów kostek jest bardzo duża. *Podręcznik budowania z kostek słomy* przedstawia podział na trzy grupy rozmiarowe: kostki małe o wymiarach (długość  $a \times$  szerokość  $b \times$  wysokość  $h$ ) ok.  $50\text{--}120 \times 50 \times 35$  cm, średnie: ok.  $70\text{--}240 \times 80 \times 50$  cm, i jumbo:  $100\text{--}300 \times 120 \times 70$  cm<sup>86</sup>. W Polsce częściej spotykane wymiary kostek to ok.  $50\text{--}90 \times 45 \times 36\text{--}40$  cm.

Najczęściej wykorzystywane do celów budowlanych są kostki małe, ich zaletą jest możliwość ustawiania ścian ręcznie bez użycia podnośników. Jeśli nie zaznaczono inaczej, informacje zawarte w tekście dotyczą budowy z kostek małych.

Typowe wymiary małych kostek słomy	
długość $a = 50 - 120$ cm	
szerokość $b = 45 - 50$ cm	
wysokość $h = 35 - 40$ cm	
Sposób wbudowania / ułożenia kostek w ścianie	
<b>na płask</b>	
grubość izolacji $d_1 = b$	
kierunek przepływu strumienia ciepła równoległy do źdźbeł słomy	
<b>na rąb</b>	grubość izolacji $d_2 = h$
kierunek przepływu strumienia ciepła prostopadły do źdźbeł słomy	
<b>stojąco</b>	grubość izolacji $d_2 = h$
kierunek przepływu strumienia ciepła prostopadły do źdźbeł słomy	

[il. 10] Wymiary i sposób układania kostek słomy. Rys. autor

86 G. Minke, B. Krick, op. cit., s. 20.

### c) Kierunki układania kostek słomy

Kierunki/sposoby układania kostek słomy w ścianie można opisać podobnie jak kierunki układania cegieł, tj.: na płask, na rąb lub pionowo<sup>87</sup> (co przedstawiono na ilustracji 10). W publikacjach anglojęzycznych występuje podobny podział: *flat*, czyli na płask, i *on edge* – na rąb. Wybór orientacji kostek w ścianie jest bardzo istotny, ponieważ wpływa na jej szerokość, a także decyduje o tym, jaki będzie dominujący kierunek żdźbeł słomy w ścianie. Ta cecha ma z kolei znaczny wpływ na obliczanie współczynnika przenikania ciepła przegrody (patrz cz. II.4.b).

### d) Inne produkty i wyroby budowlane ze słomy

Pokrewnymi do kostek słomy rozwiązaniami są różnego rodzaju produkty ze słomy wytwarzane specjalnie do celów budowlanych. Są wśród nich przede wszystkim rozmaite maty, płyty i bloczki – niektóre z nich mają długą i bogatą historię stosowania. Ciekawostką historyczną jest system płyt słomianych Solomit – jego orędownikiem w latach 20. XX wieku był Le Corbusier. Pavillon de l'Esprit Nouveau na wystawę światową w Paryżu 1925 powstał właśnie z płyt Solomit i dzięki wsparciu ich producenta<sup>88</sup>.

Przykładem o długiej historii jest system paneli Stramit, stosowany już od ponad 70 lat<sup>89</sup>. Innym ciekawym rozwiązaniem wydaje się propozycja kabli słomianych w systemie StrawJet, z których można tworzyć elementy konstrukcyjne<sup>90</sup>.

Relatywnie nowym wyrobem budowlanym, oferowanym obecnie na rynku europejskim przez kilka firm, jest izolacja z luźnej rozdrobnionej słomy przeznaczona do stosowania jako zasyp lub poprzez wdmuchiwanie (podobnie do popularnych izolacji z celulozy). W zakresie materiałów izolacyjnych – płyt, mat i bloczków na bazie słomy, duży wybór materiałów oferuje polska firma Vesta Eco<sup>91</sup>. Systemy tego rodzaju i ich zastosowanie nie są jednak przedmiotem niniejszej pracy.

## II.2. Historia

### a) Tradycyjne zastosowania słomy w budownictwie

Słoma jest jednym z najstarszych materiałów budowlanych, prawdopodobnie towarzyszącym ludzkości od czasu wznoszenia pierwszych prostych schronień. W tradycyjnym budownictwie słoma stosowana była na wiele sposobów: jako materiał na pokrycia dachowe (strzechy), izolacyjny i uszczelniający (warkocze słomiane, strychulec), jako podkład pod tynki i izolacja (maty słomiane<sup>92</sup>) i w połączeniu z innymi

---

87 Ibidem, s. 35.

88 B.E Jolly, *Houses of straw: the adaptation of solomit in Australia*, praca doktorska, Louis Laybourne Smith School of Architecture and Design at the University of South Australia, 1998, s. 65–70.

89 <http://isobioproject.com/partners/stramit-international-strawboard-ltd/> [dostęp 19.02.2023].

90 I. Cygankiewicz, op. Cit., s. 165–166.

91 <https://www.vestaeco.pl/index.html> [dostęp 19.02.2023].

92 S. Chrzanowski, op. cit.



materiałami, np. gliną, jako zbrojenie i izolacja (cegły suszone, glina lekka, ściany szachulcowe, klepiska, polepy, tynki gliniane). Rozwiązania te znajdują się poza zakresem tematycznym pracy, przykładowe źródła wiedzy na ten temat zostały wymienione w części I.6.

## b) Historia i geneza budowania z kostek słomy (i kostek siana)

### Wynalazek pras kostkujących

Na tle technik takich jak szachulec, glina w bloczkach czy glina lekka, wykorzystujących połączenie słomy i gliny, wznoszenie budynków z kostek słomy jest relatywnie nowym sposobem budowania. Można przyjąć hipotezę, że *straw bale* nie jest ewolucyjną kontynuacją technik budowania z bloczków gliniano-słomianych, lecz osobnym zjawiskiem w architekturze, rozpoczętym przez pojawienie się nowego wynalazku: prasy do kostkowania słomy. Niektóre źródła sugerują nawet, że ze względu na czas i lokalizację powstania pierwszych obiektów z kostek siana są one raczej pokrewne budynkom typu *soddy*<sup>93</sup> (ang. *sod* – darni, *soddy* – potoczne określenie budynku o ścianach z darni).



[il. 11] Kostkowanie siana stacjonarną prasą. Winconsin ok. 1912.

Fot. International Harvester Company. Źródło: Winconsin Historical Society

93 R.L. Welsch, *Sod*, [w:] *Shelter*, L. Kahn (ed.), Bolinas 2010 [reprint wydania z 1973], s. 71; oraz P. Lacinski, M. Bergeron, *Serious Straw Bale: A Home Construction Guide for all Climates*, White River Junction [Vermont] ROK, s. 15–19.



## Początek *straw bale* w Nebrasce

Znana historia *straw bale* rozpoczęła się w drugiej połowie XIX wieku, w stanie Nebraska. Cechą regionu Sandhills, o którym mowa, był brak łatwych do zastosowania materiałów budowlanych, zwłaszcza drewna. Główne zasoby naturalne stanowiła trawa – którą karmiono zwierzęta lub kostkowano za pomocą stacjonarnych maszyn kostkujących, napędzanych przez konie. Urządzenia takie zostały wprowadzone do użytku w latach 50. XIX wieku, a w latach 90. były już w USA powszechnie używane<sup>94</sup>. Istnieją różne anegdotyczne przekazy dotyczące tego, kto i w jakich okolicznościach wpadł na pomysł wznoszenia ścian budynków z tak powstałych kostek (bez konstrukcji szkieletowej drewnianej). Bardzo prawdopodobne wydaje się, że były to początkowo tymczasowe schronienia, które jednak okazały się na tyle udane, iż przekształcano je w obiekty stałe<sup>95</sup>. Zasadniczą cechą pierwszych budynków było stosowanie kostek słomy lub siana jako materiału do wznoszenia ścian bez szkieletu drewnianego, czyli w sposób przenoszący obciążenia (ang. *loadbearing straw bale*). Takie zastosowanie nazwano później stylem Nebraska (ang. *Nebraska style*)<sup>96</sup>. Najstarszy budynek z kostek siana udokumentowany w źródle pisany został wykonany w 1886 lub 1887 roku – był to prosty budynek szkolny<sup>97</sup>. Najstarsze zachowane obiekty z początku XX wieku też wzniesiono z kostek siana, czyli *hay bale*, np.: *Burke homestead* koło Alliance, Nebraska, z roku 1903, zabudowania Fawn Lake Ranch koło Hyannis, Nebraska, z 1914, Pilgrim Holiness Church w Arthur, Nebraska z 1928<sup>98</sup>.



[il. 12] Dom Edwarda Martina w Arthur w stanie Nebraska, w budowie, ok. 1925  
Obiekt nadal istnieje. Źródło: Nebraska State Historical Society

94 R.L. Welsch, *Hay Bale [w:] Shelter*, op. cit. s. 70.

95 Ibidem; oraz P. Lacinski, M. Bergeron, op. cit., s. 15–19.

96 R. Nitzkin, M. Termens, *A complete guide to straw bale building*, East Meon 2020, s. 15.

97 R.L. Welsch, *Hay Bale...*, op. cit., s. 70.

98 Np. D. Bainbridge, A. Swentzell Steen, B. Steen, op.cit., s. 3–5.

Roger L. Welsch, który oglądał wiele budynków w Nebrasce w terenie i rozmawiał z osobami pamiętającymi czasy budowy, podaje szereg interesujących ciekawostek technicznych. Okazuje się np., że wiele z omawianych budynków w Nebrasce miało betonowe fundamenty oraz że dość powszechnie stosowano do tynkowania zaprawy cementowe, a przed tynkowaniem kostki pokrywano siatką stalową (ang. *chicken wire*), mocowaną do słomy kołkami drewnianymi. Gdy cement i siatka nie były dostępne, tynkowano ściany bezpośrednio, zaprawami na bazie gliniastej ziemi czy nawet „błota” (ang. *gumbo soil, gumbo mud*). Zdarzało się też często, że domy pozostawały latami nieotynkowane. Ciekawe, że w wielu przypadkach kostki słomy łączono zaprawą – „murując” ściany niczym z cegieł, jednak także w takim przypadku przebijając kostki pionowymi kołkami<sup>99</sup>. Zdjęcia z epoki pokazują też, że bywały stosowane różne kierunki układania kostek w ścianie (zarówno na płask jak i na rąb). Większość domów *hay bale* w Sandhills przekrywano czterospadowymi dachami o małych okapach, co było rozwiązaniem dobrze dostosowanym do lokalnych warunków, tj. małych opadów, silnych wiatrów i niedostatku drewna. Odporność tych budynków jest zaskakująca – przetrwały pomimo wymienionych wyżej, a niepolecanych dziś rozwiązań (np. użycie zapraw cementowych), pomimo stosowania w nich kostek siana (bardziej podatnego na procesy rozkładu i atak szkodników niż słoma) oraz pomimo słabszej kompresji kostek produkowanych przez pierwsze prasy, niż tych produkowanych współcześnie. Opis *Burke homestead* z lat 90. XX wieku świadczy o tym, że budynek istniał we względnie dobrym stanie pomimo porzucenia i nieużytkowania od roku 1956<sup>100</sup>. W rejonie Sandhills panuje klimat cechujący się niskimi opadami, występują jednak mroźne zimy.

W roku 1938 został zbudowany najstarszy zachowany budynek o konstrukcji szkieletowej z izolacją z kostek słomy na terenie USA. Jest to dwukondygnacyjna eklektyczna rezydencja na planie litery X zbudowana przez dr. Williama Henry'ego Burrity, już w 1955 roku przekształcona w muzeum. Obiekt jest drugą wersją domu, pierwsza – zbudowana w 1936 roku, została zniszczona przez pożar. W odbudowie ponownie użyto kostek słomy, zastępując jednak większość elementów drewnianych betonem i betonowymi gontami (ang. *concrete fiber reinforced shingles*)<sup>101</sup>. W latach 40. przypadki budowania ze słomy i/lub siana stały się rzadsze, choć pochodzą z więcej niż jednego stanu, a w latach 50. technika ta została zupełnie (lub prawie zupełnie) zarzucona. Robertowi L. Welschowi udało się odnaleźć informacje o ok. 70 budynkach z pionierskiego okresu budowania (od ok. 1890 do lat 30. XX wieku) w Nebrasce (przy czym liczba ta uwzględnia zarówno budynki faktycznie odnalezione, jak i te, co do których udało mu się zebrać tylko ustne relacje)<sup>102</sup>.

W swoim artykule Welsch odnotowuje, że większość budynków stanowiły domy, mniej liczne były budynki gospodarcze. Odnalazł też informacje o jednym kościele, dwu szkołach i jednym sporym warsztacie samochodowym (ang. *garage*). Jako ciekawostkę (i swoistą anomalię) wymienia także budynek dancingu „Lone Oak”, powstały już po wojnie (1946) i poza rejonem Sandhills (koło Lincoln). Miał dwie kondygnacje, płaski dach, był zaprojektowany w modernistycznej stylistyce i wytynkowany na tyle gładko,

---

99 R.L. Welsch, *Sandhill Baled Hay Construction*, „Keystone Folklore Quaterly”, tom 15, wiosna 1970, s.16–34.

100 D. Bainbridge, A. Swentzell Steen, B. Steen, op. cit., s. 5.

101 <https://burritonthemountain.com/explore/dr-burritt-the-mansion/> [dostęp 13.03.2023].

102 R.L. Welsch, *Sandhill Baled Hay...*, op. cit., s.19.

że na zdjęciach jest nie do odróżnienia od budynku murowanego. Poziom skomplikowania i jakość wykończeń tego budynku wyróżniają go zdecydowanie na tle wcześniejszych, bardzo prostych, wernakularnych obiektów z rejonu Sandhills<sup>103</sup>.



[il. 13] Restauracja i dancing „Lone Oak” w okolicy Lincoln (Nebraska). Budynek pełnił pierwotną funkcję do 1958 roku. Wyburzony w roku 2012. Źródło: Towarzystwo Historyczne Stanu Nebraska

### **„Renesans” straw bale w USA**

Ponowne „odkrycie” tej technologii nastąpiło w latach 70. XX wieku na fali kryzysu energetycznego i zainteresowania ideą powrotu do natury. Autorzy z USA<sup>104</sup> zgodnie podkreślają rolę tekstu *Baled Hay* Welscha, opublikowanego w 1973 roku w książce *Shelter* (kultowej publikacji dla ruchu *low-tech*) jako głównej inspiracji dla „renesansu” *straw bale* w USA. Bardziej szczegółowy artykuł tego samego autora ukazał się trzy lata wcześniej w „*Keystone Folklore Quaterly*”<sup>105</sup>. Dość dokładny opis rozwoju *straw bale* od lat 70. do 90. można znaleźć w tekstach uczestników tego procesu: Atheny i Billa Steen, Davida Bainbridge'a, Davida Eisenberga<sup>106</sup> czy Mattsa Myhrmana i S.O. MacDonalda<sup>107</sup>.

---

103 <https://topophile.net/savoir/sandhills-nebraska-le-berceau-de-la-construction-en-botte-de-paille/> [dostęp 13.03.2023].

104 D. Bainbridge, A. Swentzell Steen, B. Steen, op. cit., s. 8; P. Lacinski, M. Bergeron, op. cit., s. 16.

105 R.L. Welsch, *Sandhill Baled Hay...*, op. cit., s.16–34.

106 D. Bainbridge, A. Swentzell Steen, B. Steen, op. cit., s. 8–19.

107 S.O. MacDonald, M. Myrman, op. cit., s 6–7.

Na podstawie powyższych źródeł można podjąć próbę syntetycznego ujęcia etapów rozwoju budownictwa z kostek słomy w USA w XX wieku:

- lata 70. – pierwsze badania o charakterze etnograficznym (folklorystycznym), publikacje w prasie i pierwsze próby budowy,
- lata 80. – popularyzacja idei i pionierskie budowy, najczęściej w lokalizacjach nieobjętych szczegółowymi regulacjami (ang. *building codes*),
- lata 90. – pierwsze (i kolejne) budynki wznoszone z urzędowymi pozwoleniami, rozwój organizacji, pierwsze próby badań naukowych ukierunkowane na ustanowienia zasad dobrej praktyki, a następnie wprowadzenia *straw bale* do regulacji (*building codes*).

Przykłady budów z końca lat 70. są rozproszone i raczej mało znane oraz opisane.

Także w odniesieniu do lat 80. opisywane są raczej pojedyncze budynki, np. dom własny Atheny Steen i Briana Reevesa z 1981 roku, domek (*cottage*) Johna Hammonda z 1981 roku czy dom Neny i Steva Macdonaldów z 1987 roku<sup>108</sup>. Dopiero w 1989 roku odbyło się w Oracle (Arizona) przełomowe, międzystanowe spotkanie zwolenników budowania z kostek słomy, które obejmowało praktyczne próby budowy i wymianę wiedzy<sup>109</sup>.

W latach 1989 i 1991 Matts Myhrman i Judie Knox odbyli też wyjazdy do Nebraska Sandhills, śladami artykułów Welscha, by szukać odpowiedzi na praktyczne, nurtujące ich pytania, dotyczące np. trwałości domów z kostek siana i /lub słomy. Wkrótce potem, na początku lat 90., zaczęto zawiązywać pierwsze organizacje<sup>110</sup>. W latach 90. wypracowano w USA pierwsze lokalne *building codes* (patrz II.5.).

### **Początki *straw bale* w Kanadzie**

Najstarszy opisany budynek z kostek słomy w Kanadzie to kaplica z 1956 roku, będąca swojego rodzaju wyjątkiem od reguły (opisanym w artykule Welscha w 1970<sup>111</sup>, zdjęcia dostępne w wersji z 2020<sup>112</sup>).

Znana historia „renesansu” *straw bale* w Kanadzie rozpoczyna się pojawieniem pierwszych budynków z początkiem lat 80. Jednym z pionierów był François Tanguay, który w 1981 roku zbudował dom o konstrukcji słupowo-ryglowej z wypełnieniem ścian z kostek słomy, zlokalizowany w południowo-wschodniej części Quebecu.

Louis Gagne opracował system budowania nazwany *mortared-bale matrix* (siatka kostek w zaprawie<sup>113</sup>). Rozwiązanie polegało na wykonaniu wszystkich połączeń (zarówno poziomych, jak i pionowych) pomiędzy kostkami słomy w ścianie z zastosowaniem grubej warstwy zaprawy cementowo-wapiennej z dodatkiem słomy. Kostki układano bez przesunięcia, tak, że pionowe i poziome spoiny tworzyły rodzaj prostokątnej siatki, która miała zarówno przenosić obciążenia, jak i oddzielać kostki słomy od siebie. Po wykonaniu tynku, każda kostka była „pojedynczą komórką” otoczoną zaprawą ze wszystkich stron<sup>114</sup>.

108 Ibidem, s. 6.

109 D. Bainbridge, A. Swentzell Steen, B. Steen, op. cit., s. 8; P. Lacinski, M. Bergeron, op. cit., s. 8–9.

110 <https://www.thelaststraw.org/a-history-of-straw-bale-resurgence/> [dostęp 6.03.2023].

111 R.L. Welsch, *Sandhill Baled Hay...*, op. cit., s.30–34.

112 <https://topophile.net/savoir/sandhills-nebraska-le-berceau-de-la-construction-en-botte-de-paille/> [dostęp 19.02.2023].

113 Przekład własny autora.

114 D. Bainbridge, A. Swentzell Steen, B. Steen, op. cit., s. 8; P. Lacinski, M. Bergeron, op. cit., s. 97.

System ten został gruntownie przetestowany w 1982 roku dzięki finansowaniu przez Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC). Choć testy przyniosły pozytywne wyniki, z dzisiejszej perspektywy jest oczywiste, że rozwiązanie miało poważne mankamenty w postaci mostków cieplnych i zbędnego zużycia cementu. Louis Gagne wdrożył rozwiązanie w praktyce, budując dom dla siebie (w Le Peche) i co najmniej dwa inne (w Le Peche i Chelsea)<sup>115</sup>.

Istotny wkład w rozwój technik stosowania kostek słomy miała też grupa ArchBio założona w Quebecu przez Clode Deguise, François Tanguaya i Michela Bergerona. Bergeron eksperymentował z płytami betonowymi, w których zatapiał kostki słomy i/lub wykorzystywał luźną słomę. Eksperymenty te były obciążone dużym ryzykiem zamoczenia i zgnicia słomy, co potwierdziły badania in situ wykonane przez członków ArchiBio po konsultacji z CMHC<sup>116</sup>.

Aktywność grupy ArchiBio miała znaczny zasięg tak tematyczny, jak geograficzny, obejmowała m.in. zielone dachy na bazie kostek słomy i systemy ścienne z kostek słomy. Działalność edukacyjna zaprowadziła członków grupy także do Francji (patrz niżej).

## Inne kraje

Budynki *straw bale* istnieją obecnie przynajmniej na sześciu kontynentach (autor nie dotarł do danych, które potwierdzałyby istnienie obiektów *straw bale* na Antarktydzie). W 2019 roku na stronie [www.strawbuildingregistry.org](http://www.strawbuildingregistry.org) było odnotowanych 1676 budynków *straw bale* z 51 krajów, w tym szczególnie dużo – tj. ponad 500, z USA i Chin<sup>117</sup>. Obecnie strona ta nie jest aktywna.

Rozwój *straw bale* na świecie (poza USA, Kanadą i Europą) nie jest dobrze opisany w literaturze anglojęzycznej, można jednak znaleźć sporo pojedynczych wzmianek, np. dotyczących realizacji budynków z kostek słomy w ramach różnego rodzaju akcji pomocowych.

Artykuł opublikowany w 2023 roku potwierdza, że na przełomie XX i XXI wieku powstało w Chinach ponad 600 budynków w ramach projektu ADRA. Kostki słomy stosowano tam przede wszystkim w połączeniu z konstrukcją murowaną ceglaną, z elementami betonowymi, a sposób ich zaprojektowania świadczy o ignorowaniu problemu mostków cieplnych<sup>118</sup>.

## „Odrodzenie” *straw bale* w Europie

Od lat 90. XX wieku *straw bale* zdobywa coraz większą popularność najpierw w USA, a następnie na całym świecie, postępują także prace badawcze i rozwój technologiczny. W kompaktowy sposób historię rozwoju *straw bale* w Europie podają m.in. Gernot Minke<sup>119</sup> i Herbert Gruber<sup>120</sup>, opisując kilka „kamieni milowych”.

---

115 Ibidem.

116 Ibidem, s. 325–329.

117 B.B.F da Costa et al., *Analyzing user satisfaction regarding straw bales buildings: A survey study*, „Informes de la Construcción”, nr 74 (568), 2022, s. 5.

118 X. Yin, M. Lawrence, D. Maskell, *Straw bale construction in northern China – Analysis of existing practices and recommendations for future development*, „Journal of Building Engineering”, Volume 18, 2018, s.408–417.

119 G. Minke, B. Krick, op. cit., s. 14–17.

120 A. Gruber, H. Gruber, H. Santler, op. cit, s. 14–37.



W latach 90. nastąpił transfer wiedzy z Ameryki Północnej do Europy. Jednym z pierwszych momentów bezpośredniego przekazania wiedzy w języku angielskim mogły być warsztaty przeprowadzone w ekowiosce Findhorn przez Davida Eisenberga (pioniera *straw bale* w USA)<sup>121</sup>. Przykładem szybkiego rozwoju może być Wielka Brytania, gdzie pierwszy obiekt powstał w roku 1994, a w roku 2010 szacowano ich liczbę na kilkaset<sup>122</sup>.

Najprawdopodobniej jednak transfer wiedzy między kontynentami nastąpił wcześniej w przestrzeni frankofońskiej, pomiędzy Kanadą a Francją. W 1979 roku, z inicjatywy grupy Le CUN<sup>123</sup>, powstał we Francji budynek o konstrukcji szkieletowej wypełnionej słomą. Z korespondencji autora z przedstawicielami organizacji<sup>124</sup> wynika, że informacja o istnieniu domów z kostek słomy dotarła do nich z Kanady, ale sposób budowania opracowali sami metodą prób i błędów. Budując, nie wiedzieli jeszcze o istnieniu we Francji znacznie starszych domów projektu inżyniera Émile'a Feuillette'a (patrz niżej). Inna hipoteza mówi o przetłumaczeniu artykułu R.L. Welscha na język francuski jeszcze w latach 70.<sup>125</sup>

W latach 1985, 1987 i 1989 François Tanguay, ze wspomnianej już kanadyjskiej grupy ArchBio, wygłaszał wykłady i przeprowadzał warsztaty praktyczne we Francji<sup>126</sup>. Pierwszy budynek, powstały we Francji pod wpływem tej działalności, wzniesiono w 1986 roku w La Chassagne ( w technice *mortared bale matrix*).

Zarówno źródła amerykańskie, jak i europejskie zgodnie podkreślają raczej linearną historię rozwoju nurtu architektury z kostki słomy. z której można wnioskować, że ekspansja architektury *straw bale* z Ameryki Północnej do Europy nastąpiła bezpośrednio w wyniku jej „renesansu” w USA.

### **Starsze przykłady zastosowania kostek słomy w architekturze w Europie**

Tymczasem istnieje kilka co najmniej wyjątków od tej reguły. W Montargis we Francji zachował się w bardzo dobrym stanie dom zbudowany w latach 1920–1921<sup>127</sup>. Został zaprojektowany i zrealizowany przez inżyniera Émile'a Feuillette'a (stąd nazwa Maison Feuillette). Inaczej niż we wczesnych przykładach amerykańskich, budynek ten posiada konstrukcję drewnianą, składającą się z podwójnych słupów łączonych przewiązkami w rodzaj kratownic i jest najprawdopodobniej najstarszym zachowanym przykładem tego rodzaju rozwiązania na świecie. Budynek zachował się w dobrym stanie i jest przykładem trwałości kostek słomy jako materiału izolacyjnego. W roku 2013 został zakupiony za fundusze zebrane w akcji crowd-fundingowej przez stowarzyszenie Centre National de la Construction Paille (Narodowe Centrum Budownictwa ze Słomy). Od 2020 roku budynek jest na liście zabytków (fr. *monument historique*)<sup>128</sup>.

121 G. Minke, B. Krick, op. cit., s 14–15.

122 B. Jones, op. cit, s. 13.

123 A. Gruber, H. Gruber, H. Santler, op. cit., s. 14.

124 Korespondencja z Hervé Ott / Le Cun du Larzac <cuninstitut@wanadoo.fr> z 17.02.2023.

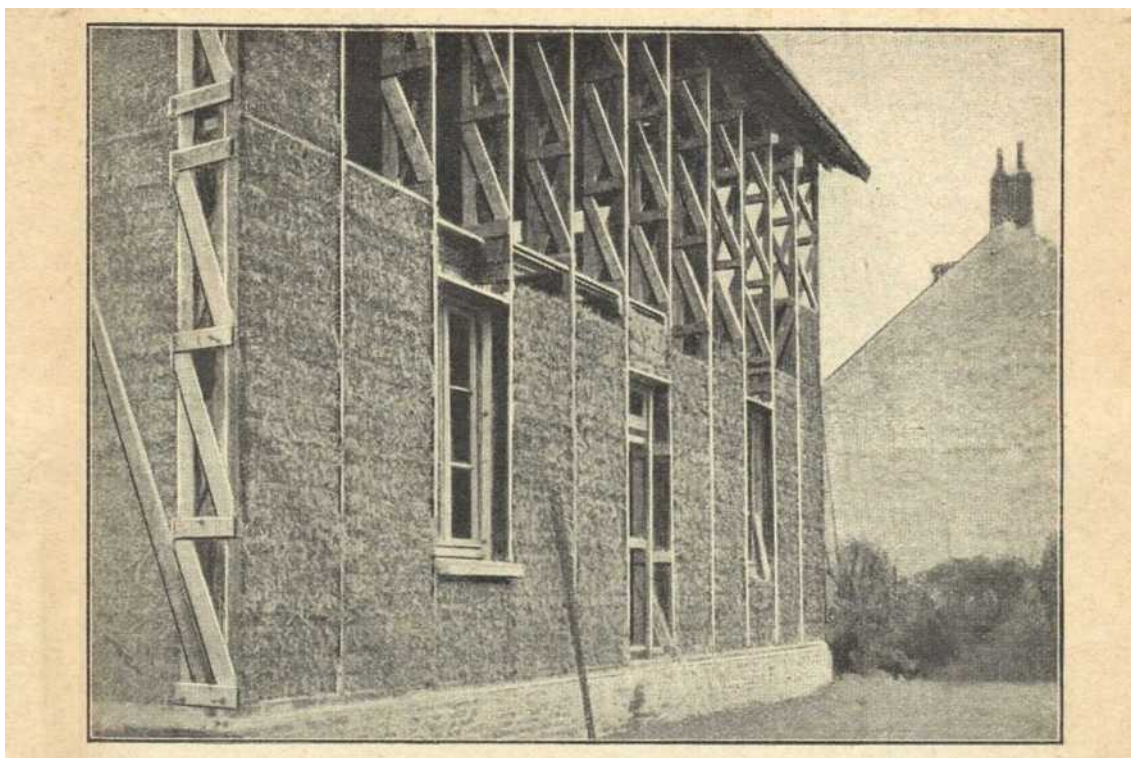
125 D. Bainbridge, A. Swentzell Steen, B. Steen, op. cit., s. 14.

126 Ibidem.

127 L. Floissac, op. cit., s. 219.

128 <https://cncp-feuillette.fr/qui-sommes-nous/> [dostęp 19.02.2023].

Podczas zwiedzania budynku w 2015 roku autor miał okazję oglądać zdjęcia archiwalne oraz współczesne świadczące o tym, że według projektów Émile'a Feuillette'a powstał i zachował się jeszcze co najmniej jeden dom – na północy Francji w Lille. Artykuł prasowy z lat 20. zawiera nawet informację o łącznie czterech domach według pomysłu inż. Feuillette'a<sup>129</sup>. Wynalazek najprawdopodobniej nie został jednak szerzej rozpowszechniony, a w każdym razie brak źródeł o tym, by budownictwo z kostek słomy „rozwinęło skrzydła” w dwudziestoleciu międzywojennym. W Anglii znajduje się jeden obiekt z lat 40., a w Szwecji – z 50.<sup>130</sup> Wzmianki o kolejnych pionierskich budynkach w Europie możemy odnaleźć na zdjęciach w *Podręczniku budowania z kostek słomy* Minkego i Kricka i są to: dom wiejski w Heeze w Holandii (1944) oraz Biohaus w Süchterheid (1979). W tej samej publikacji zamieszczono też fragment projektu stajni z byłej NRD z lat 80., o konstrukcji z kostek słomy, żerdzi i desek oflisowych<sup>131</sup>.



[il. 14] Dom w Montargis (Francja) w czasie budowy 1920–1921. Zwraca uwagę konstrukcja z podwójnymi słupami łączonymi jak kratownice. Proj. Émile Feuillette. Źródło: *La Science et la Vie*, nr 56, Paryż 1921

Mnogość takich „pojedynczych przypadków”, „intuicyjność” czynności, jaką jest budowanie ścian z kostek słomy, a także wspomnienia dotyczące pionierów budownictwa *straw bale*<sup>132</sup> sugerują autorowi hipotezę, że technika budowania z kostek słomy została „wynaleziona” wielokrotnie (w różnych odmianach), przez różne osoby w różnych krajach. Co nie zmienia faktu, że odpowiedni, przełomowy czas dla szerokiego rozwoju nastąpił właśnie w ostatnich trzech dekadach XX wieku na kontynencie amerykańskim.

129 *Constructions en paille, système Feuillette* Le Génie civil: revue générale des industries françaises et étrangères, Tom LXXXIX, nr 18, 1921 s. 378.

130 A. Gruber, H. Gruber, H. Santler, op. cit., s. 14–26.

131 G. Minke, B. Krick, op. cit., s. 13.

132 Np. Athena Swentzell Steen wspomina budowę swojego pierwszego domu jako eksperyment przeprowadzony bez wiedzy o innych tego rodzaju konstrukcjach w USA we wstępie do D. Bainbridge, A. Swentzell Steen, B. Steen, op. cit.

## II.3. Technika budowy z kostek słomy

### a) Próby klasyfikacji

#### Podział ze względu na rodzaj przegrody budowlanej

Kostki słomy bywają stosowane w ścianach, dachach, podłogach, a czasami nawet w kopułach i sklepieniach. Historycznie pierwszym i nadal podstawowym jest zastosowanie w ścianach zewnętrznych budynków, dlatego większość przedstawionych niżej prób klasyfikacji i definicji dotyczy ścian (chyba, że zaznaczono inaczej). Dachom, podłogom i stropom poświęcono osobne akapity.

#### Podział ze względu na rozmiar kostek

Techniki budowy można też podzielić ze względu na rozmiar stosowanych kostek słomy (podział kostek przedstawiono w części II.1.b). Podstawowym i najbardziej rozpowszechnionym materiałem są kostki małe, przy czym są one mocno zróżnicowane rozmiarowo. Techniki budowania z różnego rodzaju kostek różnią się przede wszystkim tym, czy kostki da się przenosić ręcznie (małe kostki), czy też nie (kostki jumbo). Wymiary kostek są też decydującym czynnikiem kształtującym szerokości przegród, co zwłaszcza w przypadku największych kostek jumbo (o szerokości 120 cm) w bardzo istotny sposób wpływa na inne elementy budynku (np. fundamenty).

Autorowi udało się też znaleźć jeden przykład wykorzystania do budowy beli słomy w kształcie walców. W Endeavour Centre (Peterborough, Ontario) wykonano z nich duże nośne kolumny (umieszczone w narożnikach ośmiokątnego budynku), na nich spoczywa belka obwodowa, na której oparte są więzary dachu<sup>133</sup>.

#### Podział na *loadbearing* i *non-loadbearing* (*infill*)

Istnieje wiele różnych metod wykorzystywania kostki słomianej do celów budowlanych. Zasadniczo metody te dzieli się na dwie grupy<sup>134</sup> w zależności od funkcji, jaką pełni sprasowana słoma w ścianie. W pierwszej grupie kostki słomiane mają w ścianie funkcję nośną, stąd angielska nazwa *loadbearing* (ang. nośny, przenoszący obciążenia). Inna nazwa tej grupy to *Nebraska style* (czyli styl z Nebraski) od stanu, w którym po raz pierwszy użyto takiego rozwiązania. W drugiej grupie kostki nie przenoszą obciążenia (*non-loadbearing*), służą najczęściej jako „wypełnienie” ściany o konstrukcji szkieletowej, stąd termin *infill* (ang. wypełnienie). Funkcję nośną pełni najczęściej konstrukcja drewniana, ale możliwe są inne opcje. Stawianie znaku równości między grupą rozwiązań „nienośnego zastosowania kostek słomy” a grupą *infill* byłoby uproszczeniem, ponieważ do pierwszej grupy można zaliczyć także inne rozwiązania, np. takie, gdzie warstwa izolacji ze słomy znajduje się po zewnętrznej lub po wewnętrznej stronie konstrukcji i jest do niej mocowana, co ma miejsce w niektórych konstrukcjach drewnianych, a także przy wykonywaniu termoizolacji budynków murowanych (patrz też: *wrapping* poniżej).

#### Podział ze względu na organizację budowy: prefabrykaty i budowa *in situ*

Ciekawym rozwiązaniem, które od strony konstrukcyjnej mieści się w obrębie grupy *infill*, ale od strony organizacyjnej jest zupełnie oddzielnym zjawiskiem, jest budowa

133 <https://endeavourcentre.org/round-straw-bale-columns/> [dostęp 19.02.2023].

134 G. Minke, F. Mahlke, op. cit., s. 21–24.



z prefabrykatów. Prefabrykacja generalnie polega na przygotowaniu w warsztacie lub manufakturze fragmentów drewnianej konstrukcji ścian wypełnianych kostkami słomy (lub słomą prasowaną już w procesie prefabrykacji). Pozostałe metody wbudowywania słomy możemy natomiast określić zbiorczo jako *in situ*, ponieważ ustawianie, wciskanie, dopasowywanie etc. kostek słomy odbywa się w miejscu budowy.

## **b) Rodzaje konstrukcji i zastosowania kostek słomy**

### ***Loadbearing*, czyli nośne zastosowanie kostek słomy**

Sformułowanie *loadbearing*, używane w języku angielskim w odniesieniu do kostek słomy, ścian z kostek słomy, techniki budowy czy nawet całych budynków autor proponuje tłumaczyć jako „przenoszące obciążenia” (lub w krótszej wersji: „nośne”). Dla pojęć *loadbearing straw bale wall / building* najbardziej właściwy wydaje się przekład „przenoszące obciążenia / nośne zastosowanie kostek słomy w ścianie / budynku”. Podobną propozycję tłumaczenia terminów niemieckich autor zawarł we wstępie do *Podręcznika budowania z kostek słomy* Minkego i Kricka<sup>135</sup>.

Autor wielokrotnie spotykał się z potocznym używaniem tłumaczenia *loadbearing* jako „samonośne” (np. ściany ze słomy), jednak jest to błąd, ponieważ w języku technicznym ściana samonośna oznacza ścianę, która przenosi tylko własny ciężar. Także stosowanie prostego wydawałoby się określenia „nośna ściana *straw bale*” jako tłumaczenie *loadbearing straw bale* może generować nieporozumienia, ponieważ ściana o konstrukcji drewnianej wypełniona słomą (*infill*) też będzie w języku polskim określana jako „nośna ściana *straw bale*”.

Dla porządku należy jeszcze dodać, że w pojęciu *loadbearing straw bale* chodzi o takie konstrukcje, w których kostki słomy (najczęściej razem z tynkami) przenoszą ciężar dachu i/lub stropu. Także w innych zastosowaniach – określanych jako *non-loadbearing* czy *infill* – kostki słomy przenoszą zwykle jakieś obciążenia, np. niosą ciężar tynku i/lub ciężar własny itd.

Do zalet rozwiązania *loadbearing* zwolennicy zaliczają przede wszystkim ograniczenie ilości użytego drewna, co jest uzasadnione ekonomicznie<sup>136</sup>. Zaznaczyć należy, że oszczędność polega na eliminacji słupów, rygli i zastrzałów, ale nie na rezygnacji z drewna w ogóle, ponieważ ściany *loadbearing* potrzebują solidnych, szerokich podwalin i oczepów oraz obudów otworów okiennych. Inne często wymieniane uwagi to łatwość wznoszenia ścian (wydarzenie nazywane czasem *bale rising*) oraz fakt, że kostki stanowią ciągłą warstwę materiału izolacyjnego – nieprzerywaną słupami, co potencjalnie redukuje ilość mostków termicznych. Budowanie w ten sposób wiąże się z pewnymi ograniczeniami, np. w zakresie smukłości ścian i konieczności równomiernego rozłożenia ciężaru. W rezultacie rozwiązanie to pozostaje proste, tylko w przypadku budynków o prostej bryle z umiarkowaną liczbą otworów okiennych. Istotnym wyzwaniem jest konieczność ochrony ścian przed deszczem przez cały proces budowy<sup>137</sup>.

135 G. Minke, B. Krick, op. cit., s. 7.

136 B. Jones, op. cit., s. 29.

137 R. Nitzkin, M. Termens, op. cit., s. 38.



[il. 15] Nośne zastosowanie kostek słomy w ścianach. Budowa niewielkiego domu na planie koła w 2022 roku, Burgerland (Austria). Na górze ściany widać belkę obwodową. Przy ścianach ustawiono tymczasowo słupki wskazujące pion. Pracownicy przygotowują pasy do kompresji ścian. Fot. Mike Deveria

Realnym problemem, który trzeba brać pod uwagę jest kompresja („zleg”) słomy pod wpływem obciążenia. Wymaga to odpowiedniej wiedzy i doświadczenia zarówno na etapie projektowania, jak i wykonawstwa. Utrudnieniem w popularyzacji tej techniki są uprzedzenia inwestorów, wykonawców, projektantów, a w wielu krajach także problemy z akceptacją takiego rozwiązania w świetle przepisów budowlanych. Stosowanie ścian nośnych z kostki słomianej łączy się też z ograniczeniem rozmiaru budynków: jak na razie największe obiekty mają dwie kondygnacje<sup>138</sup> (nawet trzy kondygnacje w przypadku bardzo mocno sprasowanych kostek rozmiaru jumbo i konstrukcji hybrydowych<sup>139</sup>). Rozwiązanie *loadbearing* wiąże się zwykle ze stosowaniem grubych tynków mineralnych po obydwu stronach ściany, ponieważ zarówno wiedza tradycyjna, jak i badania wskazują na ich istotną rolę w przenoszeniu obciążeń i stabilizacji ścian. Amerykańskie opracowania teoretyczne podają nawet informacje o wiodącej roli tynków w przenoszeniu obciążeń<sup>140</sup>.

Nośne zastosowanie wymaga użycia mocno sprasowanych, zwartych kostek (wg współcześnie przyjmowanych standardów min. 110 kg/m<sup>3</sup>), które np. w Polsce są trudno dostępne. Według badań autora w Polsce zbudowano (z pozwoleniem na budowę) co najmniej osiem budynków o nośnych ścianach z małych kostek słomy i pięć z kostek jumbo. Oprócz tego wykonano co najmniej kilka małych budynków i budowli („słomiane jurty”, kurniki, szopy na narzędzia, obiekty eksperymentalne powstające podczas warsztatów itp.).

138 B. Jones, op. cit., s. 74–75.

139 <https://www.atelierschmidt.ch/haus-f-reschenpass> [dostęp 19.02.2023].

140 *Design of straw bale buildings*, op. cit., s. 35.

## **Infill, czyli wypełnienie konstrukcji szkieletowej**

Technika *infill* jest rozpowszechniona przede wszystkim dlatego, że nie wprowadza rewolucyjnych zmian w sposobie projektowania i budowania. Nie ma problemów z doborem metody obliczania wytrzymałości konstrukcji, nie trzeba się zmagać z problemem osiadania ścian, a wykonanie konstrukcji może prowadzić firma zajmująca się budową standardowych konstrukcji, np. ciesielskich. W wielu krajach łatwiej jest o pozwolenie na budowę, ubezpieczenie itp. Można też budować obiekty o dowolnych niemalże gabarytach, a jakość kostek ma nieco mniejsze znaczenie. Nie do pominięcia dla potencjalnych inwestorów jest też poczucie bezpieczeństwa związane z zastosowaniem „sprawdzonej” konstrukcji. Obiektywnym argumentem jest możliwość wykonania dachu przed rozpoczęciem prac z użyciem słomy, co w znacznym stopniu uniezależnia proces budowy od pogody<sup>141</sup>.

Jako minusy techniki *infill* wymienia się zwiększone zużycie drewna (czy innego materiału konstrukcyjnego) oraz pracochłonność procesu wypełniania konstrukcji kostkami słomy – co jest powiązane z ryzykiem powstawania dodatkowych mostków cieplnych i nieszczelności w przypadku niestarannego wykonania.

Teoretycznie słoma może posłużyć jako wypełnienie dowolnej konstrukcji: drewnianej, stalowej czy żelbetowej, jednak w praktyce stosowana jest przede wszystkim konstrukcja drewniana. Publikacje stanowiące przegląd ciekawych realizacji w różnych krajach zawierają pojedyncze przykłady stosowania konstrukcji stalowej<sup>142</sup> lub betonowej, a badania autora w Polsce nie wykryły żadnego przykładu takiego rozwiązania. W przypadku materiałów o wysokiej przewodności ciepła bardziej zalecanym rozwiązaniem jest usytuowanie kostek słomy po zewnętrznej stronie konstrukcji.

Kluczowym zagadnieniem w przypadku rozwiązania *infill*, jest zaprojektowanie konstrukcji tak, by nadawała się do wypełnienia słomą zgodnie z przyjętym rozmiarem kostek oraz sposobem układania i z uwzględnieniem ewentualnej dodatkowej kompresji. Ani tradycyjne konstrukcje drewniane (np. konstrukcja słupowo-ryglowa), ani typowa konstrukcja szkieletowa lekka (w systemie kanadyjskim, amerykańskim czy skandynawskim) nie spełniają tych wymogów bez przeprowadzania istotnych modyfikacji. W różnych krajach powstało i zostało sprawdzonych w praktyce wiele indywidualnych sposobów projektowania konstrukcji drewnianej w budynkach *straw bale*. Cechami wspólnymi większości rozwiązań jest: uwzględnianie przy rozmieszczaniu słupów wymiarów kostek słomy oraz eliminacja lub redukcja ilości elementów poziomych (rygli) i ukośnych (zastrzałów) z przestrzeni pomiędzy słupami. Niezbędne stężenia konstrukcyjne są w optymalnych rozwiązaniach projektowane poza warstwą słomy – tak, by nie utrudniać wkładania kostek. Istnieją korzystne rozwiązania z wykorzystaniem pojedynczych lekkich słupów drewnianych, słupów podwójnych (tzw. dwugałęziowych) czy wreszcie dwuteowników drewnianych (np. Steico Joist) lub nawet elementów z drewna klejonego o większych wymiarach. Jak wykazały badania autora w Polsce najbardziej rozpowszechnione są konstrukcje drewniane ze słupami dwugałęziowymi (patrz III.2.K.17).

---

141 R. Nitzkin, M. Termens, op. cit, s. 39.

142 Np. Dom w Annapolis, California [w:] C. Wanek, *The New Strawbale Home*, Layton 2003, s. 74–77.



[il. 16] Konstrukcja w trakcie wypełniania kostkami (infill). Dom w Łodzi. Budowa 2013. Proj. Koziej Architekci. Fot. autor

### **Inne rozwiązania *non-loadbearing*. Izolacja kostkami słomy od wewnątrz lub od zewnątrz – w przypadku nowych konstrukcji**

Oprócz umiejscowienia kostek słomy pomiędzy elementami konstrukcji istnieją też rozwiązania, w których kostki słomy znajdują się po zewnętrznej lub wewnętrznej stronie elementów konstrukcyjnych. Z tych dwóch opcji umieszczenie słomy (czyli materiału izolacyjnego) po zewnętrznej jest bardziej rozpowszechnione i uzasadnione technicznie.

Umieszczenie słomy po zewnętrznej stronie konstrukcji bywa określane pojęciem *wrapping* – czyli „owijanie”, analogicznie do termomodernizacji istniejących konstrukcji (patrz niżej). Rozwiązanie to bywa stosowane w połączeniu z konstrukcjami drewnianymi, np. zrębową (z bali), z konstrukcją z płyt drewna klejonego CLT czy z tradycyjną konstrukcją słupowo-ryglową – jeśli ta ma być wyeksponowana w środku. Wzorcowym przykładem takiego zastosowania jest austriacki projekt „S-house” (proj. Architekten Scheicher)<sup>143</sup>, gdzie warstwę kostek słomy zamontowano na zewnątrz ściany z drewna klejonego. W zależności od sposobu montażu kostki słomy w tego rodzaju układach zwykle wymagają podparcia od spodu, a czasami stanowią wręcz rodzaj samonośnej ściany osłonowej. Znaną i kontrowersyjną realizacją zewnętrznej izolacji z nieotynkowanych dużych kostek słomy jest „Umbrella House” w Czechach (proj. SEA Architekt)<sup>144</sup>.

Układ, w którym słoma znajduje się po wewnętrznej stronie konstrukcji może wynikać np. z chęci wyeksponowania konstrukcji drewnianej na zewnątrz budynku, choć

143 <https://www.scheicher.at/projekt/shouse/> [dostęp 19.02.2023].

144 <https://archello.com/project/the-house-in-fur-coat-with-umbrella> [dostęp 19.02.2023].



od strony technicznej stanowi to raczej komplikację. Według badań autora – taki układ w nowych budynkach zastosowano przynajmniej w dwóch przypadkach w Polsce. Są to budynki o efektywnej tradycyjnej konstrukcji słupowo-ryglowej, nawiązujące do tradycji regionu (woj. dolnośląskie).

### Konstrukcje hybrydowe

Oprócz wymienionych wyżej grup funkcjonują różnego rodzaju rozwiązania mieszane<sup>145</sup>, łączące cechy grup *loadbearing* i *non-loadbearing*. Wśród nich uwagę zwraca koncepcja lekkiej konstrukcji drewnianej używana m.in. w Wielkiej Brytanii przez organizację Amazon Nails<sup>146</sup>. Bardzo lekka konstrukcja słupowa umożliwia postawienie dachu w pierwszej kolejności, ale dach po zakończeniu wznoszenia ścian obciąża także belkę obwodową, spoczywającą na kostkach słomy.

Znane realizacje szwajcarskiego architekta Wenera Schmidta, obejmujące budynki o wysokości nawet trzech kondygnacji<sup>147</sup> z tzw. kostek jumbo, bywały opisywane jako *loadbearing straw bale*, ale według jego własnego opisu są właściwie konstrukcjami hybrydowymi. Kostki słomy są w tych przypadkach obciążane stropem/ami i/lub dachem i ciężar ten powoduje dodatkową kompresję ścian, jednak zostaje ona zatrzymana przez elementy z drewna klejonego, będące obudową otworów okiennych, które są tak zwymiarowane, by przyjąć te obciążenia. Dodatkowo w tych budynkach występuje konstrukcja drewniana lub murowana wewnątrz, która też przejmuje część obciążeń ze stropów<sup>148</sup>.

Rozwiązaniem hybrydowym, występującym głównie w Kanadzie i Francji jest technika GREB (skrót od nazwy kanadyjskiej grupy Fondation du Groupe de Recherches Écologiques de la Baie). W ścianach występują lekkie słupki drewniane ustawione parami, po obydwu stronach warstwy kostek słomy. Słupki są łączone metalowymi paskami w poprzek ściany. Kostki słomy układane są jak w technice *loadbearing* – bez przerw. Elementem tej techniki jest wykonywanie wypełnienia z zaprawy pomiędzy słupkami, co robi się poprzez zalewanie szalunku przymocowanego do ściany, w wyniku czego powstaje coś w rodzaju płyt z lekkiej zaprawy wypełniających poszczególne pola pomiędzy słupkami. Zakłada się, że system działa dzięki współpracy wszystkich elementów; drewna, słomy, „płyt” z zaprawy, tynków i stalowych pasków<sup>149</sup>. We Francji i w Kanadzie technika ta jest uważana za „przyjazną” do wykonywania systemem gospodarczym. W Polsce według badań autora zbudowano jeden dom w tej technice, jego właściciel pochodzi z Francji i tam zdobył wiedzę, jak to zrobić<sup>150</sup>.

---

145 B. Jones, op. cit, s. 29–35.

146 <http://www.amazonails.org.uk/page/home> [dostęp 20.09.2010, strona obecnie nie istnieje].

147 W przypadku „House F” trzy kondygnacje o ścianach z kostek słomy oraz bardzo wysoki dach, plus piwnica z betonu zbrojonego. Opis domu na stronie architekta: <https://www.atelierschmidt.ch/haus-f-reschenpass> [dostęp 19.02.2023].

148 A.B. Guarneri, *Werner Schmidt architekt ecology craft invention*, Wiedeń 2013, s. 234–254.

149 [https://www.doc-developpement-durable.org/file/Construction-Maisons\\_et\\_routes/MaisonsEnPailles/straw-bale-building-greb-technique.pdf](https://www.doc-developpement-durable.org/file/Construction-Maisons_et_routes/MaisonsEnPailles/straw-bale-building-greb-technique.pdf) [dostęp 19.02.2023].

150 Źródło informacji – wizja lokalna.



[il. 17] Budowa Haus B-D w Diesentis (Szwajcaria), 2001. Konstrukcja hybrydowa z dużych kostek słomy i drewna klejonego. Proj. i fot. Atelier Werner Schmidt

### **Wrapping – termomodernizacja istniejących budynków**

Nieformalnym, anglojęzycznym określeniem na termomodernizację jest *wrapping*, czyli „owijanie”, „opakowywanie”. Metoda ta polega na dodaniu do istniejącej ściany (np. o konstrukcji murowanej, drewnianej zrębowej itd.) warstwy izolacyjnej z kostek słomy. Ze względu na duże gabaryty kostek słomy zwykle konieczne jest wykonanie konstrukcji, która będzie niosła ich ciężar.

Jedną z opcji jest wykonanie prostego fundamentu i ścianki cokołowej, a następnie układanie na nich kostek słomy w sposób podobny do wznoszenia ściany *loadbearing*, ale z mocowaniem kostek do ściany konstrukcyjnej (np. dom w miejscowości Brazec, proj. Jakub Wihan)<sup>151</sup>. Inne możliwości to np. montaż wspornikowej konstrukcji drewnianej do ściany („zawieszenie na ścianie”) i wypełnienie jej słomą lub montaż do ściany konstrukcyjnej prefabrykatów drewniano-słomianych.

Wykorzystanie kostek słomy do termomodernizacji istniejących budynków, biorąc pod uwagę szeroką dostępność słomy i ogromną ilość budynków wymagających termomodernizacji (tak w Polsce, jak i w całej Europie) wydaje się bardzo obiecującą możliwością. W praktyce jednak gabaryty kostek słomy sprawiają, że poprawne technicznie i estetyczne wykonanie termomodernizacji z kostek słomy wymaga znacznych nakładów (pracy i/lub finansowych), związanych z koniecznością zapewnienia oparcia dla warstwy kostek, a także ochrony przed deszczem (co może wiązać się np. z koniecznością przedłużenia okapów dachu).

W rezultacie termomodernizacji z użyciem kostek słomy powstają bardzo grube ściany, co stanowi pewne wyzwanie (np. może zmniejszać ilość światła dziennego wpadającego do pomieszczeń), ale może też być wykorzystane jako element ekspresji architektonicznej (dobrym przykładem jest House Simma, proj. Georg Bechter<sup>152</sup>).

151 <http://www.genitronsviluppo.com/made-download/Keven-Le-Doujet.pdf> s.65 [dostęp 19.02.2023].

152 <https://bechter.eu/haus-simma/24-de#Slides/1> [dostęp 19.02.2023].



[il. 18] Przebudowa i termomodernizacja (*wrapping*) Dom Simma, Egg, Austria. Budowa 2011. Proj. Georg Bechter Architektur

### **Prefabrykaty (*prefab straw bale*)**

W Europie istnieje wiele firm, które przygotowują prefabrykaty (tzw. moduły lub panele), różniące się wieloma szczegółami: wymiarami (od elementów nadających się do przeniesienia ręcznie po całe kilkumetrowe ściany), przekrojami elementów konstrukcyjnych, sposobem kompresji słomy i jej układem w przegrodzie itd. Niektóre firmy oferują wyłącznie surowe elementy z drewna i słomy, inne mogą dostarczyć elementy już wstępnie otynkowane czy wykończone w inny sposób. Niektóre firmy oferują wyłącznie prefabrykaty do wznoszenia ścian (np. EcoCocon), inne oferują także elementy do budowy dachów i podłóg podniesionych (np. Lorenz GmbH, Słomiany Dom).

Niewątpliwą zaletą prefabrykatów jest możliwość skrócenia czasu budowy oraz wykonania elementów z wysoką precyzją. Jako wada może być postrzegana cena – zwykle dość wysoka w porównaniu do konwencjonalnych systemów budowlanych. Wyniki badań autora w Polsce pokazują, że prefabrykaty cieszą się rosnącym zainteresowaniem (zwiększa się udział budów z ich użyciem), co jest zbieżne z obserwacjami autora na temat innych krajów Europy (wniosek na podstawie kolejnych konferencji ESBG). Prefabrykacja zbliża budownictwo *straw bale* do standardowych rozwiązań obecnych na rynku w tym sensie, że zamiast rzemieślniczego wykonania prac *in situ*, z lokalnego materiału pojawia się konkretny wyrób, przywieziony z zakładu produkcyjnego i szybko zmontowany na placu budowy. W przypadku rozwiązań prefabrykowanych, które posiadają Europejską lub Krajową Kartę Oceny Technicznej wyeliminowane zostają wszelkie wątpliwości co do podziału odpowiedzialności – powstaje „normalna” sytuacja, kiedy to producent odpowiada za jakość wyrobu budowlanego (patrz też cz. II.5).



Prefabrykacja bywa postrzegana jako odejście od „etosu” *straw bale* jako metody budowy opartej wyłącznie na lokalnych materiałach i pracy ręcznej, bez skomplikowanych narzędzi, w tym pracy „zrób to sam”. Pojawiły się jednak także próby połączenia prefabrykacji z lokalnością produkcji i zaangażowaniem użytkowników. Firma ModCell eksperymentowała z koncepcją „flying factory”, czyli przenośnych urządzeń do wytwarzania prefabrykatów, co umożliwiłyby produkcję blisko budowy. Takie rozwiązanie zastosowano podczas przygotowywania paneli izolacyjnych dla Uniwersytetu w Nottingham „Gateway Building” (proj. Make Architects). Prefabrykaty były wypełniane słomą, pochodzącą z pól należących do uniwersytetu, a w prace ze słomą zostali zaangażowani ochotnicy i ochotniczki<sup>153</sup>.



[il. 19] Prototyp wykonany z prefabrykatów Vivi House, Wiedeń (Austria). Budowa 2022. Proj. N. Kichler, P.A. Schulz, M. Fürst, K. Stieldorf. Fot. Vivi House

W Polsce architekci zespołu Architektura Pasywna Pyszczek i Stelmach w projekcie *Ekozofia Niepełnosprawnych* także zaproponowali rozwiązanie polegające na produkcji paneli *straw bale* w pobliżu budowy z udziałem przyszłych użytkowników/czek. Projekt – najprawdopodobniej jako jedyny w Polsce obiekt użyteczności publicznej – uzyskał pozwolenie na budowę, ale nie został jeszcze zrealizowany ze względu na ograniczone fundusze. System wznoszenia budynków wielorodzinnych z zastosowaniem prefabrykatów drewniano-słomianych oraz pracy własnej użytkowników/czek został zaproponowany i przetestowany (w małej skali) przez zespół z TU Wien, pod nazwą VIVI house<sup>154</sup>.

153 <https://www.modcell.com/about-us/> oraz <https://www.makearchitects.com/projects/the-gateway-building/> [dostęp 19.02.2023].

154 <https://www.vivihouse.cc> i <https://smartcities.at/wp-content/uploads/sites/3/Publizierbarer-Endbericht-Smart-Citizens-Building-Prototype-Tour-6.pdf> [dostęp 19.02.2023].



## Dachy skośne i płaskie izolowane kostkami słomy w połaci

Izolacja połaci dachu kostkami słomy na miejscu budowy wiąże się z kilkoma wyzwaniami: przede wszystkim zapewnieniem ochrony słomy przed ewentualnymi opadami oraz koniecznością dostosowania konstrukcji dachu do gabarytów kostek. Autorowi udało się wśród przykładów z Europy znaleźć zdecydowanie więcej takich, gdzie dach był wypełniany słomą od góry. Rozwiązanie takie daje możliwość względnie łatwego (a jednocześnie precyzyjnego) wypełniania przestrzeni pomiędzy elementami konstrukcji kostkami słomy. Poważną wadą jest konieczność wykonania prac w okresie bez opadów i/lub tymczasowe zabezpieczenie dachu przed deszczem. Stosowane w takim przypadku konstrukcje dachowe to zwykle albo drewniane dwuteowniki albo krokwie drewniane z nabitymi dodatkowymi elementami zwiększającymi ich wysokość tak, by odpowiadały gabarytom montowanych kostek. (Przykładem mogą być dachy wykonywane przez austriacką grupę Strohnatur<sup>155</sup>).

Wykonywanie izolacji termicznej dachu z kostkami słomy poprzez montaż od spodu, po wykonaniu pokrycia, jest najprawdopodobniej rozwiązaniem rzadkim, ze względu na jego pracochłonność. Przykłady takie zrealizowano jednak w Polsce (i opisano np. na blogu *Siedem Wierzb*<sup>156</sup>).

Na podstawie badań autora w Polsce można zauważyć, że zdecydowana większość budynków z izolacją termiczną dachu ze słomy, to te, w których dach wykonano z prefabrykatów drewniano-słomianych. Jest to zrozumiałe, ponieważ w takim przypadku montaż dachu zajmuje zwykle nie więcej niż jeden dzień i dach może od razu zostać zabezpieczony, np. membraną dachową (lub też same prefabrykaty są od razu pokryte płytami odpornymi na opady).

Izolacja dachów płaskich kostkami słomy jest rozwiązaniem stosowanym w niektórych częściach świata (np. Nowy Meksyk, gdzie budynki *straw bale* stylistycznie nawiązują do tradycyjnej architektury glinianej *adobe*). Należy jednak zwrócić uwagę, że od strony fizyki budowli, zwłaszcza w klimacie o mroźnych zimach, jest to rozwiązanie bardzo kłopotliwe, ponieważ trudno zaprojektować efektywną wentylację ponad warstwą izolacji termicznej, a pod warstwą hydroizolacji (papy, EPDM czy innego szczelnego materiału). Najpewniejszym wyjściem jest zapewne zaprojektowanie nieco staromodnego stropodachu wentylowanego z dużą przestrzenią wentylowaną (w optymalnym przypadku – na tyle wysoką, by umożliwić rewizję i naprawy). Istnieją jednak przykłady dachów płaskich (często zielonych), w których zastosowano tylko niewielką przestrzeń wentylacyjną lub w ogóle zrezygnowano z wentylacji połaci, zakładając jedynie możliwość odparowania wilgoci do wnętrza pomieszczenia. Należy zachować daleko idącą ostrożność w wyciąganiu wniosków z pojedynczych istniejących przypadków, funkcjonujących w różnych warunkach klimatycznych. Ciekawym, choć stosowanym tylko w pojedynczych przypadkach rozwiązaniem jest budowanie nośnych sklepień i kopuł z mocno sprasowanych kostek słomy przycinanych w klince. Rozwiązania tego rodzaju zaprojektował i zrealizował profesor Gernot Minke, m.in. w miejscowości Hrubý Šúr na Słowacji<sup>157</sup>.

155 <https://www.strohnatur.at/strohballenhaus-andrea-sebastian-ernstbrunnnoe/>  
[dostęp 19.02.2023].

156 <https://siedem-wierzb.pl/ocieplanie-dachu-sloma-nietypowa-termoizolacja/>  
[dostęp 19.02.2023].

157 <http://minke-strawbaledome.blogspot.com/2010/09/summer-in-slovakia.html>  
[dostęp 19.02.2023]



[il. 20] Słomowanie dachu od góry, budowa domu w Dörfles koło Ernstbrunn (Austria) 2018. Proj. Viviana Schimenti & Angelo Ferrara. Fot. StrohNatur

### **Kostki słomy jako substrat w dachu zielonym**

Wyjątkowym zastosowaniem kostek słomy w dachu zielonym jest ułożenie ich powyżej warstwy hydroizolacji – jako tymczasowej izolacji termicznej i jako substratu dla roślin. Słoma w takim przypadku jest narażona na warunki zewnętrzne, w tym opady, i ulega kompostowaniu. W pierwszym okresie po ułożeniu na dachu słoma w pewnym stopniu zachowuje właściwości termoizolacyjne, potem stopniowo zamienia się w glebę – podłoże dla roślin, którego właściwości izolacyjne są ograniczone. Znany w międzynarodowym środowisku DIY przykładem takiej budowy jest okrągły domek (*roundhouse*) Tony'ego Wrencha<sup>158</sup>. W Polsce tego rodzaju rozwiązania zastosowano m.in. w domku w okolicach Płońska powstałym w ramach działań Earth Hands and Houses (EHAH)<sup>159</sup> i w Eksperymentalnej Farmie Stoczki (EFS)<sup>160</sup>.

### **Stropy izolowane kostkami słomy**

Wykonywanie izolacji termicznej z kostek słomy może być praktycznym rozwiązaniem zwłaszcza w przypadku stropów pomiędzy ogrzewanym pomieszczeniem a poddaszem nieużytkowym lub innym pomieszczeniem nieogrzewanym. W celu zabezpieczenia słomy przed pożarem izolacja stropu powinna być wykonana podobnie jak ścian, tj. należy zapewnić odpowiednią gęstość i zabezpieczyć słomę przed przewiewaniem, wilgocią i szkodnikami, np. poprzez zastosowanie odpowiednich płyt,

158 [https://www.solaripedia.com/13/351/4511/roundhouse\\_roof\\_membrane.html](https://www.solaripedia.com/13/351/4511/roundhouse_roof_membrane.html) [dostęp 19.02.2023].

159 <https://www.facebook.com/media/set/?set=a.219183438149861&type=3> [dostęp 19.02.2023].

160 <https://www.facebook.com/farmastoczki/photos/a.2159846244162198/2159849417495214> [dostęp 19.02.2023].

membran i/lub tynku lub polepy. Przykładem poprawnego zastosowania kostek słomy w stropie może być budynek mieszkalno-usługowy „Projekt M” w Sassenage (proj. Thomas Jay-Caracol)<sup>161</sup>. Stosowanie kostek słomy jako izolacji akustycznej pomiędzy kondygnacjami użytkowymi jest nieracjonalne ze względu na znaczną grubość stropu, który powstałby w takim przypadku.

### **Podłogi z izolacją termiczną z kostek słomy**

Kostki słomy są stosunkowo rzadko stosowane jako termoizolacja podłóg (wykazały to wyraźnie badania autora w Polsce, ale potwierdza to także przegląd publikacji z innych krajów). Jeśli słoma ma być zastosowana w podłodze, powinna to być podłoga wentylowana, co zwykle oznacza konstrukcję drewnianą, wypełnioną kostkami słomy, zabezpieczoną od spodniej strony deskowaniem i/lub membraną i/lub płytami i podniesioną ponad grunt, np. na fundamentach punktowych (betonowych, kamiennych lub systemowych-śrubowych). Przykładem zastosowania fundamentu w formie śrub stalowych jest dom „Musterhaus am Wolfgangsee” (proj. Günter Fellinger)<sup>162</sup>. Stosowanie rozwiązań typu amerykańskiego *crawl space* czyli wentylowanej przestrzeni, ale z murem obwodowym jest niezalecane, ponieważ trudno w takim przypadku zapewnić adekwatną wentylację przestrzeni podpodłogowej. Podłogi podniesione są trudnymi do poprawnego zaprojektowania przegrodami i nie zostały ujęte w zakresie niemieckich wytycznych Strohbaurichtlinie<sup>163</sup>. W realizacjach szwajcarskiego architekta Wernera Schmidta pojawiają się też przypadki nietypowych podłóg wentylowanych. Na płycie fundamentowej wykonywane/montowane są elementy dystansowe, na nich dopiero płyty drewnopochodne, a potem kostki słomy jumbo. W tej grupie rozwiązań (zależnie od projektu) przestrzeń wentylowana ma formę poziomej szczeliny, o długości od kilku<sup>164</sup> do dwudziestu kilku centymetrów<sup>165</sup>, pomiędzy warstwami podłogi a płytą fundamentową. Rozwiązania te także można uznać za kontrowersyjne, ponieważ wąskie poziome szczeliny wentylacyjne nie zawsze gwarantują ruch powietrza. Bardzo ciekawym rozwiązaniem w podłogach projektu Schmidta jest stosowanie kostek słomy jumbo w układzie podłogi pływającej, tzn. obciążenia użytkowe i ciężar warstw podłogi powyżej są przenoszone przez kostki słomy (nie występują belki pomiędzy kostkami słomy).

W Kanadzie w latach 80. i 90. zaskakującą popularność zdobyły betonowe płyty fundamentowe, w których kostki słomy zalewano betonem. Rozwiązanie to było propagowane pod nazwą Archibio Sandwich Slab. Według danych opublikowanych w książce *Serious straw bale* pod nadzorem członków ArchiBio wykonano ponad 50 takich płyt. W 1999 roku w badaniu przeprowadzonym przez Archibio pod nadzorem Canada Mortgage and Housing Corporation (CHMC) wykryto problemy z wilgotnością czy wręcz gnicie słomy w części zrealizowanych płyt tego typu<sup>166</sup>.

---

161 L. Floissac, op. cit, s. 224.

162 <https://www.strohnatur.at/oktober-2018-strohballenhaus-am-wolfgangsee-ooe/> [dostęp 7.03.2023].

163 Strohbaurichtlinie SBR-2019, op. cit.

164 Np. House Graun – wielkość orientacyjna na podstawie schematu: L. Floissac, op. cit, s. 107.

165 Np. House Gillot – wielkość orientacyjna na podstawie zdjęć: A. B. Guarneri s. 206, op. cit, s. 206.

166 P. Lacinski, M. Bergeron, op. cit, s.103–109.



[il. 21] Strzyżenie od góry słomianego wypełnienia podłogi podniesionej. Budowa domu w Wolfgangsee (Austria) 2018. Proj. Günter Fellinger. Fot. StrohNatur

### **c) Sposoby pracy z kostkami słomy**

Uwaga – poniższy opis technik pracy z kostkami słomy nie jest instrukcją wykonywania prac, nie jest też kompletnym przeglądem możliwości wykonawczych. Stanowi wprowadzenie, w zakresie niezbędnym do zrozumienia opisywanych w dalszej części pracy cech budynków z kostek słomy oraz pytań zadanych w kwestionariuszu.

#### **Przygotowanie kostek słomy do celów budowlanych**

Podstawową kwestią dla trwałości, parametrów termoizolacyjnych i bezpieczeństwa budynku jest zapewnienie odpowiedniej jakości kostek. Zalecaną praktyką jest przygotowywanie kostek specjalnie na potrzeby budowy, co umożliwi zapewnienia większej kompresji, powtarzalności wymiarowej i wreszcie dbałości o ochronę przed wilgocią niż w przypadku innych zastosowań. Rolnicy na swoje potrzeby zwykle prasują kostki tak, by były łatwe do przenoszenia (waga) i rozrzucania jako podściółka (umiarkowana kompresja), stąd zalecane jest zamawianie kostek na cele budowlane z wyprzedzeniem. Kostkowanie słomy może nastąpić bezpośrednio na polu – co jest możliwe w odpowiednim momencie po żniwach, zależnie od pogody. Drugą, mniej pożądaną, ale czasem jedyną opcją, jest wykonywanie kostek na zamówienie z zebranego wcześniej materiału, np. przechowywanych w stodole dużych bali słomy, luźnej słomy czy nawet kostek o niewystarczającej gęstości.

W Europie istnieją nieliczne firmy posiadające europejskie oceny techniczne, a w związku z tym możliwość produkowania certyfikowanych (znak CE) kostek słomy<sup>167</sup>. Rozwiązanie takie zwiększa przewidywalność procesu budowy i zapewnia jasne określenie zakresu odpowiedzialności, zwiększa też szanse na zastosowanie

---

167 A. Gruber, H. Gruber, H. Santler, op. cit, s. 7.

słomy np. w budynkach użyteczności publicznej. Niestety konsekwencją jest podwyższenie ceny, a niekiedy także wzrost nakładów energetycznych na transport materiału. W praktyce większość budynków z kostek słomy jest wznoszona z materiału dostępnego lokalnie, nie certyfikowanego (patrz też cz. II.5b).

Do produkcji kostek do celów budowy można stosować słomę różnych zbóż: żyta, pszenicy, jęczmienia, a nawet ryżu (kostki z tej ostatniej są bardzo zwarte i zdecydowanie trudniejsze w obróbce). Słoma z owsa jest niezalecana ze względu na jej słabsze właściwości mechaniczne. Ciekawostką historyczną jest praktyka stosowania w pierwszych domach wznoszonych w Nebrasce kostek siana z naturalnych łąk, a nawet kostek z krzaków tzw. *tumbleweed* (biegaczy pustynnych)<sup>168</sup>.

Zasadnicze wymagania dla kostek słomy przygotowanych do celów budowy:

- Kostki muszą być suche, nie powinno się używać kostek, które zostały przemoczone. Oprócz sprawdzania wilgotności wewnątrz kostki miernikiem (powinna wynosić poniżej 15%<sup>169</sup>) można też oceniać kolor (właściwy jest żółty) i zapach (nieprzyjemny zapach zdradza początki gnicia).

- Kostki słomy muszą być dobrze sprasowane (co najmniej 85 kg/m<sup>3170</sup>) i mieć zwartą strukturę (nie rozpadać się). Zastosowanie kostek jako elementów nośnych w ścianach, a tym bardziej sklepieniach i kopułach wymaga szczególnie mocnej kompresji (co najmniej 110 kg/m<sup>3171</sup>). Oprócz zmierzenia gęstości istnieją też praktyczne sposoby sprawdzania „zwartości” kostek. W Nowym Meksyku prawo (*building code*) określa sposób praktycznego testowania kompresji: właściwie skompresowaną kostkę można przenieść na odległość 25 stóp (ok. 7,5m), trzymając tylko za jeden sznurek i nie powodując jej uszkodzenia<sup>172</sup>.

- Kostki słomy powinny zawierać (w miarę możliwości) tylko słomę, bez chwastów i ziarna. W większości krajów ocenia się to jedynie poprzez obserwację, w przypadku certyfikowanych kostek w Austrii mierzy się także zawartość chwastów (nie więcej niż 0,5% masy kostki) i zawartość ziarna (nie więcej niż 0,4% masy kostki<sup>173</sup>).

- Kostki powinny cechować powtarzalność wymiarowa, a ich wymiary powinny być dostosowane do projektu lub odwrotnie. Rezultatem niezastosowania tej reguły jest bardzo duży przyrost pracy związanej z modyfikowaniem (skracaniem, nacinaniem) kostek na budowie.

W Polsce nie ma obecnie ani norm określających niezbędne parametry kostek, ani producentów certyfikowanych. Zastosowanie tego materiału opiera się więc na przepisach dotyczących wyrobu dopuszczonego do jednostkowego zastosowania<sup>174</sup> i indywidualnych instrukcjach przygotowywanych przez projektantów (zwykle na podstawie badań zagranicznych i literatury).

168 R.L. Welsch, *Hay Bale...*, op. cit., s. 70.

169 A. Gruber, H. Gruber, H. Santler, op. cit, s. 7.

170 Strohbaurichtlinie SBR-2019, op. cit., pkt 3.1.

171 G. Minke, B. Krick, op. cit., s. 21.

172 K. Henderson, *Achieving legitimacy: visual discourses in engineering design and green building code development*, „Building Research & Information” nr 35(1), 2007.

173 Europejska Ocena Techniczna ETA-10/0032 z dnia 30.09.2019 pkt 1.2.

174 M. Zatylny, op. cit, s. 23, 59.





[il. 22] Niezbyt dobrej jakości kostka słomy (po lewej). Dobrej jakości kostka słomy (po prawej). Zbliżenia pokazują strukturę kostek. W kostce po prawej widać podział na płyty, czyli kolejne warstwy zgarniętej i sprasowanej przez kostkarkę słomy. Fot. autor

### **Układanie kostek i kompresja – *loadbearing***

W technice *loadbearing* z zastosowaniem tzw. małych kostek słomy typowym rozwiązaniem jest układanie kostek z przewiązaniem jak w murze z cegły, tj. z przesunięciem kolejnych warstw o pół długości kostki. Częściej prezentowanym w podręcznikach rozwiązaniem jest umieszczanie kostek na płask, choć bywają one też stawiane na rąb. W przypadku nośnego zastosowania kostek słomy kierunek ułożenia ma znaczenie także dla zachowania ściany pod obciążeniem (co wykazano w badaniach)<sup>175</sup>.

Kostki muszą być układane starannie, warstwa po warstwie. Kolejne warstwy często są łączone poprzez wbijanie drewnianych palików lub ewentualnie prętów zbrojeniowych. Niektóre źródła zalecają wykonywanie drewnianych klamer („zszywek”) do zabezpieczania narożnych kostek przed wypadnięciem. Paliki lub pręty bywają też wystawiane z podwaliny, tak by pierwsza warstwa kostek została na nie „nadziana”. Działania tego rodzaju mają za zadanie zabezpieczenie kostek przed przesunięciem, ale głównie w trakcie budowy. W gotowym budynku kostki są unieruchomione poprzez kompresję – za pomocą odpowiedniego systemu (np. pasów) i/lub pod ciężarem dachu oraz przez tynki. W przypadku kostek jumbo układanie wykonywane jest z użyciem maszyn (podnośników, dźwigów etc.), a kołkowanie nie jest konieczne, ze względu na duży ciężar kostek.

Większość podręczników zaleca wykonanie wstępnej kompresji ściany z kostek słomy po położeniu oczepu, a przed wykonaniem stropu czy dachu. Opracowano wiele sposobów kompresji: pasami, za pomocą gwintowanych prętów, za pomocą węży wypełnianych płynem pod ciśnieniem itd. Działania tego rodzaju mają za zadanie

<sup>175</sup> *Design of straw bale buildings...*, op. cit, s. 63.



ustabilizowanie kostek w ścianie oraz zapobieżenie przyszłej – powolnej i trudnej do zaplanowania kompresji pod wpływem obciążenia dachem, stropem, śniegiem czy obciążeniami użytkowymi.

Istotnymi elementami ściany o nośnym zastosowaniu kostek słomy są: podwalina(y) (ang. *base plate*), oczep (ang. *top plate*) i obudowy otworów okien i drzwi („skrzynki” czyli ang. *window boxes*). Występuje wiele konstrukcji oczepów i podwalin, generalnie jednak muszą one być bardzo solidne i wykonane na całą szerokość kostek (zwykle ok. 40–50cm). Duża wytrzymałość i sztywność podwalin i oczepów jest potrzebna m.in. dlatego, że w wielu przypadkach te elementy są wykorzystywane podczas kompresji ściany (np. pasami czy prętami gwintowanymi).



[il. 23] Kompresja ściany na budowie w Burgerland (Austria) 2022. Szerokie pasy są używane tylko podczas kompresji. Cienkie białe paski są zakładane na stałe, by utrzymać osiągnięte sprężenie. Fot. StrohNatur

### **„Słomowanie” i metody kompresji – *infill***

W przypadku grupy technik zbiorczo nazywanych *infill* mamy do czynienia z wypełnianiem kostkami słomy przestrzeni pomiędzy elementami konstrukcji – najczęściej szkieletowej drewnianej. Proces ten, nazywany wśród polskich praktyków „słomowaniem”, polega na wpychaniu kostek pomiędzy słupy, a następnie kompresowaniu ich dodatkowo, tak by szczelnie wypełnić całą przestrzeń. Wymyślono wiele sposobów przeprowadzania tej pracy, a dobór odpowiedniego powinien uwzględniać: rodzaj konstrukcji drewnianej, jakość i wymiary kostek słomy, zakładany kierunek ułożenia kostek oraz posiadane narzędzia i umiejętności. Nawet w przypadku konstrukcji dobrze dostosowanej do wypełniania słomą występują zwykle, oprócz miejsc gdzie kostki dobrze pasują, także miejsca trudne do wypełnienia. Typowe miejsca trudne to np. przestrzenie pod oczepem stropu, ścianki kolankowe,

ściany szczytowe w okolicach skosów dachu czy nawet narożniki budynku. W związku z powyższym może zachodzić potrzeba stosowania więcej niż jednego sposobu „słomowania”. Wypełnienie miejsc szczególnie trudnych – jak choćby trójkątne pola pod dachem skośnym – może wymagać wielu dodatkowych zabiegów, np. przycinania kostek do indywidualnego kształtu.

Najbardziej rozpowszechniona w Polsce (wg badań autora) jest metoda kompresowania kostek słomy podnośnikami, np. hydraulicznymi (produkt normalnie używany jako podnośnik do samochodu). Rozwiązanie to dobrze się sprawdza w przypadku kostek wymagających dodatkowej kompresji i szczególnie dobrze współgra z konstrukcją składającą się ze słupów dwugałęziowych, choć możliwe jest zastosowanie także przy słupach pojedynczych. Typowe jest układanie kostek słomy na płask. Kompresja lewarkami prowadzi zwykle do zwiększenia gęstości wypełnienia słomą od kilku do kilkunastu procent, a co dwie–trzy warstwy słomy w ścianie występuje pozioma deska, która służy do kompresji, a następnie zostaje w ścianie, stabilizując wypełnienie<sup>176</sup>. Inna metoda, często wskazywana przez respondentów to kompresja pasami.



[il. 24] Kompresja słomy w ścianie podnośnikami. Widoczne na zdjęciu przewiązki między słupkami oraz belka nad podnośnikami to elementy tymczasowe umożliwiające kompresję. Deska pod podnośnikami zostaje na stałe w ścianie. Fot. Marcin Kacprzyk

W przypadku, gdy kostki słomy mają odpowiednią gęstość (ok. 90 kg/m<sup>3</sup>) i stanowią zwarte bloki o kształcie zbliżonym do prostopadłościanu, kompresja słomy w ścianie jest potrzebna tylko w takim stopniu, by słoma dobrze wypełniła całą przestrzeń pomiędzy elementami konstrukcji. Przy takim punkcie wyjścia możliwe jest

176 Opis na podstawie obserwacji i udziału w pracach na budowie oraz rozmów z wykonawcami.



zastosowanie uproszczonej procedury „słomowania”, nazywanej *organic* albo *modified CUT* propagowanej przez Herberta Grubera (Austrian Straw Bale Network)<sup>177</sup>. Skrót pochodzi od wyrażenia *Cell Under Tension* (komórka sprężona) promowanej przez Toma Rijvena<sup>178</sup>. W takim przypadku kostki w układzie na rąb są wciskane pomiędzy elementy konstrukcji, a po rozcięciu sznurków są tylko lekko kompresowane – poprzez udeptanie przez osobę układającą. Po każdej warstwie kostek układana jest pozioma łąta lub listwa (lub dwie), którą zagłębia się w słomie, a następnie przybija do słupków. Istotnym elementem dodatkowym tej metody jest stosowanie wypełnienia trudnych miejsc czy dopełnianie przestrzeni między słupami za pomocą płatów słomy (ang. *flakes*), wciskanych za pomocą prostych przewodnic z płyt hdf, tworzywa lub blachy. Jest to skuteczne tylko w przypadku wysokiej jakości kostek (kostki o wysokiej kompresji, z długiej, niepołamanej słomy).

### **„Strzyżenie” i uzupełnianie ubytków (optykane)**

W obydwu opisanych wyżej typach rozwiązań (*loadbearing* i *infill*) zwykle zalecane jest wyrównanie ścian poprzez „strzyżenie”, tj. przycinanie wystającej, luźnej słomy w celu uformowania równego lica. „Strzyżenie” wykonywane bywa za pomocą elektrycznych lub spalinowych nożyc do żywopłotu, szlifierek z tarczą do cięcia drewna, a czasem także innych narzędzi (różnego rodzaju podkaszarek itd.). Proces ten (poprawnie przeprowadzony) wprowadza spektakularną zmianę w wyglądzie ścian: znika wrażenie „włochatości” i pojawia się równe, zwarte podłoże do tynkowania.

W przypadku kostek umieszczonych na płask strzyżenie ma większe znaczenie i większe możliwości w zakresie formowania powierzchni. W przypadku konstrukcji *loadbearing* i kostek na płask, można do pewnego stopnia w wyniku tej operacji ściąć narożniki zewnętrzne (zaokrąglić).

Oprócz ułatwienia tynkowania, pozbycie się luźnej słomy z lica ściany zmniejsza też zagrożenie pożarowe na etapie budowy. Po strzyżeniu należy zawsze usunąć luźną słomę z placu budowy.

Uzupełnianie ubytków – uzupełnianie słomy w miejscach połączeń kostek, na styku z elementami konstrukcji etc. może być wykonywane przed i po strzyżeniu – jeśli jest robione z użyciem suchej słomy, wciskanej czyli „optykanej” w ubytki, zwykle z pomocą kawałka drewna lub prostego drewnianego narzędzia zwanego „optykaczką”.

Inna możliwość to uzupełnianie ubytków i wgłębień w ścianie mieszanką gliny i słomy, tzw. gliną lekką, lub ewentualnie mieszanką zaprawy wapiennej i słomy. W takim przypadku uzupełnianie następuje po strzyżeniu.

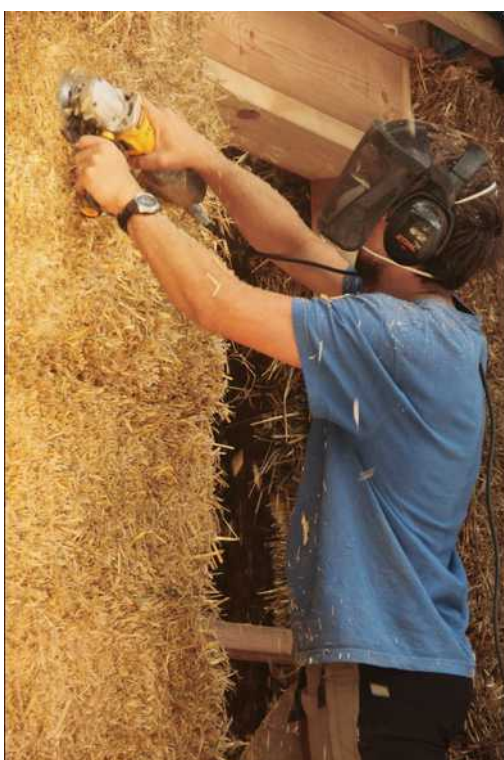
---

177 <https://baubiologie.at/strohballenbau/cut-technik/> [dostęp 19.02.2023]/

178 <https://habitatvegetal.com/fr/construire-en-paille/theorie> [dostęp 19.02.2023].



[il. 25] Optykanie szpar między kostkami, za pomocą prostego narzędzia „optykaczki” własnego wykonania. Fot. autor



[il. 26] Strzyżenie powierzchni ściany szlifierką z tarczą do cięcia drewna i nożycami elektrycznymi do żywopłotów. Fot. po lewej Diggers and Dreamers, po prawej StrohNatur



## d) Inne elementy techniki *straw bale*

### Tynki

Zagadnieniem dotyczącym zarówno techniki *loadbearing*, jak *infill* jest sposób wykończenia i zabezpieczenia ściany z kostek słomy. Najpopularniejszym rozwiązaniem jest pokrycie ścian kilkucentymetrową warstwą tynku glinianego, wapiennego lub cementowego, ewentualnie kombinacji powyższych. Warstwa tynku nie tylko zabezpiecza ścianę przed działaniem warunków atmosferycznych, ale także pełni ważną rolę w zapewnieniu stabilności ścian. Niektóre źródła zakładają nawet wiodący udział warstwy tynku w przenoszeniu obciążeń<sup>179</sup>.



[il. 27] Wykonywanie podkładowej warstwy tynku glinianego (tzw. szpryc albo obrzutka) przez natrysk. Fot. Diggers and Dreamers

Stosowanie tynku cementowego lub cementowo-wapiennego (często na siatce stalowej) jest popularne w USA i ma po części związek z tamtejszymi przepisami budowlanymi. Ze względu na podatność na pękanie podczas osiadania słomy oraz słabą paroprzepuszczalność nie cieszy się uznaniem w Europie, a wielu autorów uważa jego użycie za błąd<sup>180</sup>. Tynki gliniane i wapienne są bardziej elastyczne i dzięki temu są mniej podatne na pękanie<sup>181</sup>. Dodatkowo są wysoce paroprzepuszczalne i umożliwiają wysychanie kostek słomy w wypadku zawilgocenia ściany<sup>182</sup>.

179 B. King, *Buildings of earth and straw. Structural design for rammed earth and straw-bale architecture*, Sausalito 1996, s. 104–114.

180 R. Nitzkin, M. Termens, op. cit, s. 194–195.

181 B. Jones, op. cit, s. 106.

182 J. Wihan, op. cit, passim.

Tynkom glinianym i wapiennym przypisywany jest też korzystny wpływ na zdrowie mieszkańców/nek czy mikroklimat wnętrza domu. Stosowanie tynków glinianych jest szczególnie korzystne ze względu na ich mały ślad węglowy. Także wybór tynków wapiennych jest znacznie bardziej ekologiczny niż cementowych<sup>183</sup>.

Tynki gliniane są wyjątkowe również pod tym względem, że nie wiążą chemicznie – zaschnięty tynk gliniany można rozmoczyć i wykorzystać jeszcze raz (albo np. dokonać pewnych poprawek na wytynkowanej już ścianie).

Wykonywanie tynków glinianych jest pracochłonne, ale też bezpieczne (brak szkodliwych dla zdrowia składników) i relatywnie łatwe (długi czas schnięcia, możliwość wprowadzania poprawek „na mokro”), dlatego stanowi dobre rozwiązanie dla osób planujących budowę w systemie „zrób to sam”.

Warto zwrócić uwagę, że według Europejskiej Oceny Technicznej<sup>184</sup> dla kostek słomy Baustroh tynki jako warstwa zewnętrzna są dopuszczone tylko warunkowo, w przypadku, gdy można zapewnić ich ochronę przed deszczem, np. poprzez impregnację.

## Płyty

Oprócz tynków, także różnego rodzaju płyty są często stosowane jako elementy ściany izolowanej kostkami słomy. Stosowanie płyt współgra przede wszystkim z takimi rozwiązaniami z grupy *infill* i/lub *prefab*, gdzie słupy konstrukcji drewnianej są widoczne w licu ściany – możliwy jest wtedy bezpośredni montaż do nich za pomocą gwoździ, zszywek lub wkrętów.

Po zewnętrznej stronie (względem warstwy izolacji ze słomy) stosuje się płyty z materiałów izolacyjnych o wysokiej paroprzepuszczalności – takie jak płyty z włókien drzewnych, (np. firmy Steico czy Pavaex) lub płyty izolacyjne z innych włókien roślinnego pochodzenia (np. słomiane firmy Vesta Eco). Warstwa płyt zwykle o grubości od 36 do 80 mm tworzy dodatkową izolację termiczną, co korzystnie wpływa też na bezpieczeństwo wilgotnościowe słomy. Jeśli płyty są wykonane z połączeniami pióro-wpust i uszczelnieniem taśmami, mogą stanowić w ścianie także warstwę wiatroizolacyjną. Po stronie zewnętrznej płyty bywają wykańczane poprzez tynkowanie lub wykonanie warstw elewacji wentylowanej.

Po wewnętrznej stronie (względem warstwy izolacji ze słomy) stosowane bywają zarówno płyty izolacyjne, jak i sztywne płyty drewnopochodne, np. OSB czy płyty na bazie cementu lub magnezu.

Uzasadnieniem dla stosowania płyt OSB, MFP, cementowych etc. mogą być zarówno względy konstrukcyjne, jak i potrzeba zaprojektowania warstwy opóźniającej przenikanie pary do wnętrza ściany. (Płyty mogą stanowić taką warstwę w przypadku klejenia połączeń taśmami lub też odpowiednia membrana może być przyklejona do płyt). Stosowanie tego rodzaju rozwiązań nie cieszy się popularnością wśród zwolenników naturalnych materiałów, ale obliczenia ciepłno-wilgotnościowe często wskazują, że jest to rozwiązanie bardziej bezpieczne niż bezpośrednio tynkowanie słomy. Stosowanie płyt i klejonych połączeń i/lub membran jest też uznawane za jedyną pewną metodę uzyskania w domu *straw bale* poziomu szczelności wymaganego dla domów pasywnych.

---

183 B. Jones, op. cit, s. 106.

184 Europejska Ocena Techniczna ETA-17/0247 z 21.06.2017 Annex B.

Wymienione wyżej płyty mogą zostać wykończone po stronie pomieszczeń, np. tynkiem glinianym – po wcześniejszym obiciu płyt nośnikiem tynku, takim jak na przykład mata trzciniowa. Do celów wykończeniowych bywają też wykorzystywane płyty gliniane lub płyty gipsowo-kartonowe.



[il. 28] Płyta poszyciowa zastosowana na prefabrykacjach słomianych. Budynek pokazowy StrawHenge w trakcie budowy, ESG, Austria 2022. Proj. i fot. StrohNatur

## Elewacje wentylowane

Pojęcie elewacja wentylowana oznacza, że za warstwą materiału widocznego na elewacji (np. desek czy blachy) znajduje się pionowa szczelina umożliwiająca przepływ powietrza. Wloty do szczeliny znajdują się na dole ściany, a wyloty na górze. Szerokość szczeliny powinna być dobrana projektowo, zwykle wynosi nie mniej niż 3 cm. Elewacja wentylowana ma za zadanie spełnić jednocześnie dwa warunki: zabezpieczyć budynek przed deszczem i umożliwić odprowadzenie wilgoci pochodzącej z pary wodnej przemieszczającej się przez warstwy ściany drogą dyfuzji z wnętrza budynku na zewnątrz.

W przypadku budynków *straw bale* takie rozwiązanie w istotny sposób podnosi bezpieczeństwo całego układu ściany – ponieważ eliminuje możliwość (lub przynajmniej zmniejsza ryzyko) zamoczenia słomy przez deszcz czy chociażby podniesienia wilgotności wewnątrz ściany w wyniku zamoczenia tynków przez deszcz. (Wg Europejskiej Karty Oceny Technicznej<sup>185</sup> dla kostek słomy Baustroh elewacja wentylowana jest właściwym wyborem w większości przypadków).

---

185 Europejska Ocena Techniczna ETA-17/0247 z 21.06.2017 Annex B.





[il. 29] Elewacja wentylowana z drancicy cedrowej w trakcie montażu. Budowa domu pod Wrocławiem 2015. Proj. Maćków Pracownia Projektowa. Fot. i wykonanie: Organica



[il. 30] Elewacja wentylowana zaprojektowana tylko na części ścian budynku. Dom w Kotlinie Kłodzkiej. Budowa 2015–2017. Proj. i fot. Ekodama Studio

## II.4. Charakterystyczne aspekty architektury *straw bale*

Poniższa lista została uporządkowana według typowej listy „argumentów za” (punkty a–k) oraz typowej obrony względem „argumentów przeciw” budowaniu z kostek słomy (punkty l–m). Wymienione niżej hasła można znaleźć w praktycznie każdej książce (podręczniku, poradniku) i w wielu artykułach naukowych. Autor rozwija je, cytując zarówno źródła naukowe, jak i korzystając z doświadczenia rozmów z osobami budującymi i mieszkającymi w domach z kostek słomy.

Warto zwrócić uwagę, że argumentacja za budowaniem z kostek słomy ewoluuje w czasie i różni się w poszczególnych krajach. Np. wspomnienia pionierów „renesansu” *straw bale* w USA wskazują, że swoisty wybuch zainteresowania w latach 90. związany był przede wszystkim z niskimi kosztami i możliwością samodzielnego budowania i wynikał z zapotrzebowania na dostępne domy czy nawet podstawowe schronienie<sup>186</sup>. Argument niskich kosztów jest silnie obecny, przede wszystkim w publikacjach w prasie i internecie – także w Polsce. Badanie ankietowe opinii przeprowadzone głównie w USA w roku 2019 wykazało natomiast, że głównymi powodami, dla których respondenci/cki wybrali *straw bale* były cechy związane ze zrównoważonym rozwojem (*sustainability*) 35%, wysoka izolacyjność termiczna i akustyczna (26%) i efektywność termiczna (15%)<sup>187</sup>. Źródła naukowe podają przede wszystkim dane zachęcające do stosowania słomy z powodu niskiego śladu węglowego, energii wbudowanej oraz redukcji odpadów i zanieczyszczeń związanych z produkcją i budową.

Z rozmów autora z osobami budującymi i zamieszkującymi domy *straw bale* w Polsce<sup>188</sup> wyłania się inny rozkład priorytetów: najczęściej wymienianym argumentem był argument zdrowotny, dość często pojawiała się kwestia kosztów budowy czy możliwości budowy własnymi rękami. Co najmniej kilka razy rozmówcy podkreślali też „oryginalność”, czyli chęć zbudowania domu innego niż standardowe rozwiązania. Argumenty z grupy „eko” pojawiały się rzadziej – nie ma jednak pewności, czy dlatego, że były uznane za mało istotne – czy tak oczywiste, że nie trzeba o nich mówić. Subiektywne wrażenie autora było też takie, że najważniejszym źródłem zadowolenia właścicieli domów była satysfakcja z własnych dokonań w zakresie pracy przy budowie lub przynajmniej organizacji budowy domu.

Uptyw czasu oraz różnice warunków klimatycznych i kulturowych zmuszają też do refleksji nad wszelkimi porównaniami, pojawiającymi się zarówno w popularnych, jak i naukowych publikacjach. Dobrym przykładem mogą być amerykańskie teksty z lat 90., w których ściany *straw bale* są np. opisywane jako wielokrotnie lepiej izolowane termicznie i znacznie bardziej odporne na pożar niż te stosowane w „zwykłym” budownictwie. Porównania takie być może miały uzasadnienie w odniesieniu do ówczesnie stosowanych w tamtym rejonie ścian szkieletowych, jednak nie jest celowe ich powtarzanie w odniesieniu do budynków wznoszonych współcześnie w Europie według aktualnych, wysokich standardów energooszczędności.

---

186 Zapis video wywiadu z Judy Knox i Mattsem Myhrmanem, dostępny online: <https://www.youtube.com/watch?v=N2q9JSBBSvI> [dostęp 7.03.2023].

187 B.B.F da Costa et al., op. cit., s. 6.

188 W latach 2010–2023 autor odwiedził około 95 budów i zamieszkanymi domów z kostek słomy. Podana relacja opiera się na notatkach z rozmów i pamięci autora, nie zostało przeprowadzone metodyczne badanie opinii.



## **a) Zdrowie i komfort mieszkańców/nek (argument zdrowotny)**

Potoczne przekonanie, że domy z kostek słomy „są zdrowe” czy raczej, że stwarzają korzystne dla zdrowia mieszkańców/nek warunki do życia, autor uszeregował i omówił w sześciu grupach tematycznych, w zakresie których istniała możliwość przeprowadzenia analizy źródeł naukowych. W rozmowach o cechach prozdrowotnych domów z naturalnych materiałów autor wielokrotnie słyszał też argumenty nie dające się zweryfikować w powyższy sposób, a obejmujące między innymi wrażeniowy odbiór budynków, opinie o „dobrej energii” czy „przepływach energii” etc.

### **Bezpieczeństwo i zdrowie podczas budowy**

Podstawowe materiały wykorzystywane podczas budowy *straw bale*, czyli drewno, słoma, glina piasek, woda uchodzą za materiały nieszkodliwe dla zdrowia podczas pracy.

Wiele publikacji pokazuje osoby pracujące ze słomą i tynkami glinianymi bez żadnego sprzętu ochronnego, pojawiają się też często stwierdzenia, że praca gołymi rękami z gliną jest przyjemna i ma działanie pielęgnujące dla rąk. Zdanie takie podziela wiele osób, które np. biorą udział w jednodniowych warsztatach. Należy jednak pamiętać o tym, że praca podczas „prawdziwej” budowy podlega ogólnym zasadom BHP i należy stosować odzież, buty, rękawice, kaski, okulary, maski itd., w zależności od wykonywanych robót. Przy pracy ze słomą zalecane jest używanie rękawic i odzieży z długimi rękawami, ponieważ słoma kłuje, a poza tym podczas pracy ma się też kontakt z innymi materiałami i narzędziami. Podczas pracy z kostkami słomy występuje pylenie, dlatego szczególnie osoby z alergią na pył/kurz powinny nosić maski.

Dodatkowej ostrożności, a przede wszystkim stosowania okularów, odzieży ochronnej i rękawic, wymaga praca z tynkami wapiennymi.

### **Jakość powietrza wewnątrz budynku**

Przekonanie o wysokiej jakości powietrza w domach z kostek słomy ma kilka źródeł. Jednym jest założenie, że w powietrzu wewnątrz będzie mniej zanieczyszczeń wskutek stosowania naturalnych, niskoprzetworzonych materiałów przy jednoczesnej eliminacji z budynku tzw. chemii budowlanej. To założenie wydaje się słuszne, by było efektywne, musi jednak dotyczyć wszystkich elementów budynku i wyposażenia, które mają kontakt z powietrzem wewnątrz. Nie w każdym domu *straw bale* tego rodzaju konsekwencja występuje (czego dowodzi np. zacytowane niżej badanie jakości powietrza).

Dodatkowo do jakości powietrza czy mikroklimatu w domu powinny przyczyniać się właściwości tynków glinianych, często podawane w publikacjach popularnonaukowych i opisach produktów – wpływ na klimat wnętrza, „dobre samopoczucie”, pochłanianie zapachów, właściwości antyalergiczne<sup>189</sup>.

Druga obiegowa opinia, która składa się na obraz budownictwa z naturalnych materiałów jako zdrowego, to przekonanie o znaczeniu „oddychalności ścian”

189 Np. <https://www.claytec.de/en/why-clay> [dostęp 19.02.2023].

(którą to cechę technicznie nazywamy małym oporem dyfuzyjnym). Fakt, że ściany są w dużym stopniu dyfuzyjne otwarte (czyli cechuje je mały współczynnik oporu dyfuzyjnego) ma jednak ograniczone znaczenie, ponieważ nieporównanie większa wymiana powietrza zachodzi w budynkach poprzez system wentylacji. Niski opór dyfuzyjny warstw wykończeniowych w ścianie ma natomiast istotny wpływ na „zdrowie”, czyli trwałość materiałów pochodzenia roślinnego w ścianach, pozwala bowiem na szybkie oddawanie wilgoci na zewnątrz przegrody.

Autorowi udało się dotrzeć do relatywnie niewielu publikacji, które zawierałyby informacje pochodzące z badania jakości powietrza w domach z kostek słomy. Serię badań w tego typu budynkach przeprowadzono w Estonii. Opublikowano kilka artykułów, z których najnowszy dotyczy pomiarów prowadzonych w czasie ponad dwóch lat w czterech domach *straw bale* i w czterech z izolacją z trzciny<sup>190</sup>. Pomiary powtarzano w budynkach o różnych porach roku. Mierzono temperaturę, wilgotność względną, stężenie CO<sub>2</sub> oraz pobierano próbki mikrobiologiczne z powietrza wewnętrznego i zewnętrznego. Dodatkowo zmierzono także temperaturę i wilgotność wewnątrz ścian (nawiercając otwory) i pobrano z wnętrza ścian próbki materiału. Badanie mikrobiologiczne wykazało więcej jednostek tworzących kolonie [jtk/m<sup>3</sup>] w powietrzu wewnątrz domów niż na zewnątrz dla próbek hodowanych na podłożu MEA (*malt extract agar*). W przypadku podłoża DG18 (18% dichlorek glicerolu) było odwrotnie (przy czym wyniki były w tym drugim przypadku zbliżone dla próbek pobieranych wewnątrz i na zewnątrz). Wyniki dotyczące obecności bioaerozoli były nieco bardziej korzystne w domach *straw bale* niż tych, gdzie zastosowano trzcinę. W budynkach nie wykryto wzrostu pleśni.

Zmierzone parametry temperatury, wilgotności i stężenia CO<sub>2</sub> uznano za spełniające warunki komfortu. W podsumowaniu badań autorzy tekstu stwierdzili, że domy zrobione ze słomy lub trzciny są budynkami odpowiednimi dla klimatu Estonii, a w wyniku profesjonalnego projektowania, użycia materiałów i dobrej jakości wykonawstwa są zdrowym i przyjaznym środowiskiem rozwiązaniem z zakresu budownictwa mieszkaniowego<sup>191</sup>.

W Polsce temat skażenia chemicznego powietrza wewnątrz domów został podjęty przez autorki z Politechniki Lubelskiej<sup>192</sup>. Badania przeprowadzono w trzech domach *straw bale* w okolicach Lublina. Pomiary pozwoliły stwierdzić, że koncentracja ozonu i NO<sub>2</sub> była zbliżona do tych zmierzonych w typowych budynkach w okolicach Lublina (we wcześniejszych badaniach). Wykryte poziomy zidentyfikowanych LZO i związków karbonylowych były natomiast niższe niż w budynkach typowych. Nie można jednak twierdzić, że w domach *straw bale* nie występują w ogóle LZO. Badania trudno uznać za konkluzywne, ponieważ porównywane domy z kostek słomy i domy murowane wyposażone były w inne systemy wentylacji i ogrzewania oraz użytkowane w różny sposób. Wszystkie mierzone wartości były na poziomach znacznie niższych (korzystnych) niż dopuszczalne przez normy. Autorki badania w podsumowaniu podkreślają, że zachowania użytkowników (a także wyposażenie i materiały

190 J. Raamets et al., *Indoor air quality in straw bale and reed buildings*, „Agraarteadus”, nr 31(1), 2020, s. 84–95.

191 Ibidem, s. 95. Jeśli nie zaznaczono inaczej, wszystkie cytaty w tłumaczeniu autora rozprawy.

192 M.R. Dudzinska, A. Staszowska, *Assessment of Chemical Pollutant Levels in the Indoor Air of Straw Bale Homes. A Case Study*, „International Journal of Conservation Science”, nr 12, 2021, s. 817–826.

wykończeniowe) mają istotny wpływ na jakość powietrza w badanych domach<sup>193</sup>. Szczegółowo wyniki badań in situ, a także opisy budynków objętych powyższymi badaniami przedstawia w pracy magisterskiej Joanna Kwiecińska<sup>194</sup>. Z pracy można dowiedzieć się, że były mierzone także poziomy bioaerozoli. Tylko w przypadku jednego domu zmierzono również poziom bioaerozoli na zewnątrz budynku i w tym przypadku poziom na zewnątrz był wyższy niż wewnątrz. W tym konkretnym domu wyniki były niepokojąco podwyższone, a jako prawdopodobną przyczynę uznano awarię przydomowej oczyszczalni ścieków w okresie poprzedzającym badanie. W pozostałych domach poziomy bioaerozoli były wyższe (mniej korzystne) niż podane w pracy wartości z innych badań dotyczących budynków murowanych. Interesujące jest, że najniższe poziomy bioaerozoli wykryto w budynku najstarszym.

W rozmowach z osobami mieszkającymi w domach *straw bale* w Polsce autor wielokrotnie słyszał pochwały „jakości życia”, „dobrego samopoczucia” i wreszcie kilka świadectw o ustaniu lub zmniejszeniu dolegliwości alergicznych po przeprowadzce do takiego domu. Deklaracje tego rodzaju wymagają jednak potwierdzenia badaniami, choćby dlatego, by stwierdzić, czy źródłem poprawy samopoczucia alergików była zmiana typu zamieszkiwanego budynku, czy np. inne czynniki jak przeprowadzka z miasta na wieś.

### **Komfort cieplny**

Na pojęcie komfortu cieplnego składają się oddziaływające na człowieka we wnętrzu budynku czynniki fizyczne w tym przede wszystkim: temperatura, wilgotność, szybkość przepływu powietrza oraz temperatura promieniowania otaczających powierzchni, a „za komfort cieplny uważa się taki stan mikroklimatu, w którym człowiek czuje się komfortowo”<sup>195</sup>. Możliwość utrzymania wewnątrz domu odpowiedniej temperatury jest związana z systemem ogrzewania, systemem wentylacji i/lub chłodzenia oraz z rodzajem materiałów zastosowanych w budynku – a szczególnie z jakością przegród oddzielających wewnątrz od zewnątrz. (Właściwości termoizolacyjne ścian i innych przegród z izolacją z kostek słomy zostały szerzej omówione w cz. II.4.b.). Zapewnienie komfortu termicznego w budynku jest zbieżne z celem zapewnienia zdrowych warunków do życia. Graniczne warunki „strefy komfortu” – temperatury, wilgotności, prędkości przepływu powietrza etc. są różne – w zależności od wykonywanych w pomieszczeniach czynności.

---

193 Ibidem, s. 824.

194 J. Kwiecińska, *Ocena jakości powietrza wewnętrznego w budynkach z materiałów naturalnych*, praca magisterska pod kierunkiem prof. dr hab. Marzenny Dudzińskiej, WIŚ Politechnika Lubelska 2018.

195 J.B. Zembrowski, *Sekrety tworzenia murowanych domów bez błędów. Poradnik projektanta, wykonawcy, inwestora*, Białystok 2017, s. 261.

## Wilgotność powietrza wewnątrz budynku

W popularnej narracji często pojawia się stwierdzenie że w domach ze słomy i gliny utrzymuje się zdrowa dla człowieka wilgotność względna powietrza na poziomie około 50%. Stwierdzenia tego rodzaju są nadużyciem, a mają najprawdopodobniej źródła w badaniach na temat cech gliny i budownictwa glinianego. Badania takie potwierdzają, że glina ma bardzo dużą zdolność przyjmowania i oddawania wilgoci do (i z) powietrza<sup>196</sup>. Wniosek z badań można wyprowadzić taki, że odpowiednio duża masa gliny (rozłożonej na odpowiednio dużej powierzchni) we wnętrzu budynku może w istotnym stopniu buforować, tzn. łagodzić zmiany wilgotności wewnątrz. Nie można jednak powiedzieć, że zastosowanie gliny zawsze gwarantuje pewną konkretną wartość wilgotności względnej w powietrzu, ponieważ ta jest zależna od wielu czynników, przede wszystkim od wentylacji budynku, warunków zewnętrznych, sposobu użytkowania i ogrzewania budynku, a wreszcie występowania źródeł wilgoci wewnątrz (czyli np. zachowań użytkowników, takich jak pranie czy gotowanie). Sam korzystny wpływ wilgotności względnej powietrza w przedziale 40–70% na zdrowie i odczucie komfortu jest potwierdzony badaniami<sup>197</sup>.

Warto też zwrócić uwagę na to, że czysta glina osiągnęła w badaniach wyróżniające się wyniki dotyczące buforowania wilgotności, natomiast wyniki dla tynku glinianego są dobre, ale zbliżone np. do wyników dla drewna. Nie jest to specjalnie dziwne, jeśli weźmiemy pod uwagę, że w tynku glinianym, glina – czyli spoiwo – to często tylko 1/3–1/4 objętości, reszta to piasek. Reasumując, dla stabilizacji wilgotności najlepszym wyborem jest zastosowanie we wnętrzu dużej masy czystej gliny, np. w formie cegieł niepalonych. Tynk gliniany jest bardzo dobrym wyborem, ale jego możliwości są wyraźnie mniejsze niż gliny w czystej postaci. Ponieważ w tym zakresie masa ma znaczenie, grubsze warstwy mają większe możliwości. Technika budowy z kostek słomy często spełnia ten postulat, ponieważ w celu wyrównania powierzchni ściany zwykle konieczne jest nałożenie co najmniej kilkucentymetrowej warstwy tynku.

Specyficzne cechy budynków *straw bale* mogą mieć, w konkretnych przypadkach, nawet niekorzystny wpływ na wilgotność wewnątrz. Podstawowym zagadnieniem jest tu kwestia wentylacji i szczelności budynków. Zarówno badania *blower door test*, jak i doświadczenia praktyczne wskazują, że osiągnięcie dobrego poziomu szczelności budynków wyłącznie na bazie tynków (i innych materiałów naturalnych) jest trudne. Natomiast mała szczelność może prowadzić do zwiększonej ilości wymian powietrza, a tym samym – do przesuszania powietrza wewnątrz.

Szczególne cecha większości budynków *straw bale* – czyli bardzo duża otwartość dyfuzyjna przegród nie powinna tu mieć istotnego znaczenia, ponieważ przeważająca część wymiany powietrza dokonuje się przez wentylację. Cecha ta nie sprzyja jednak zatrzymywaniu wilgotności wewnątrz.

Innym, nietypowym dla współczesnego budownictwa rozwiązaniem, jest dość częste występowanie w domach z kostek słomy pieców masywnych, kuchni opalanych drewnem i/lub kominków. Wśród tych urządzeń, te które pobierają powietrze z pomieszczenia mogą przyczyniać się do zwiększonej ilości wymian powietrza

---

196 G. Minke, *Building with Earth. Design and Tehnology of a Sustainable Architecture*, Basel–Berlin–Boston 2006, s.16–18.

197 Ibidem.

i tym samym do zmniejszania wilgotności.

Badania, które dotyczyły bezpośrednio jakości powietrza i obejmowały pomiary wilgotności w różnych porach roku przeprowadzono w Estonii w dwóch budynkach *straw bale* w przedziale czasowym od października 2014 do marca 2015. W pierwszym budynku średnia temperatura wyniosła  $18,8 \pm 1,2^{\circ}\text{C}$ , a średnia wilgotność względna  $31,4 \pm 5,1\%$ . W drugim średnia temperatura  $19,1 \pm 1,2^{\circ}\text{C}$ , a średnia wilgotność względna  $36,6 \pm 3,1\%$ . Wyniki uznano za potwierdzenie dobrego komfortu higrotermicznego w sypialniach<sup>198</sup>.

Informacje zebrane podczas rozmów z użytkownikami/czkami domów *straw bale* w Polsce potwierdzają, że samo zastosowanie tynków glinianych nie gwarantuje konkretnej wilgotności wewnątrz. Autor miał okazję odwiedzać budynki, w których właściciele chwalili wilgotność powietrza, jak i takie, w których zmagali się z przesuszonym powietrzem. Reasumując, w budynkach *straw bale* może panować korzystna dla zdrowia wilgotność względna – w wyniku skutecznego zastosowania szeregu rozwiązań dotyczących wentylacji, ogrzewania, szczelności budynku, doboru materiałów i sposobu użytkowania – łącznie. Zastosowanie gliny, a w dalszej kolejności także tynków glinianych, wapiennych czy drewna wewnątrz może pomóc w łagodzeniu zmian wilgotności powietrza.



[il. 31] Tynki gliniane i cegły niepalone we wewnątrz domu w miejscowości Jablonec nad Nysą (Czechy). Budowa 2010–2014. Proj. Nature Systems. Fot. autor

---

198 J. Raamets, A. Ruus, M. Ivask, *Assessment of Indoor Air Quality and Hygrothermal Conditions of Boarders During Autumn, Winter and Spring in Two of Estonian Straw-Bale Houses*, „Springer Proceedings in Energy, 2019, s. 815–823.



## Promieniowanie

Materiały budowlane pochodzenia roślinnego cechuje zerowy wskaźnik aktywności  $f_1$  i  $f_2$ <sup>199</sup>. Gлина typowo promieniuje, na poziomie podobnym do ceramiki budowlanej<sup>200</sup>, czyli na poziomie zgodnym z aktualnymi przepisami w Polsce. Autorzy z Politechniki Krakowskiej uważają, że glinę pozyskiwaną indywidualnie, np. z wykopu, powinno się badać, czy jest skażona promieniowaniem<sup>201</sup>.

W książce *Building with Earth...* Gernota Minkego pojawiają się informacje o bardzo wysokim poziomie ochrony przed promieniowaniem wysokich częstotliwości (m.in. telefonii komórkowej), która może być zapewniona przez dachy zielone i/lub grubą warstwę gliny (25 cm – cegły niepalone) w przegrodach budowlanych<sup>202</sup>. Informacje te mają ograniczone przełożenie na domy z kostek słomy, ponieważ rzadko występuje w nich taka gruba warstwa gliny w ścianach.

## Oddziaływanie kolorów, faktur, doznania zmysłowe

Wśród prozdrowotnych cech budynków *straw bale* wymieniane bywają też cechy dotyczące wielozmysłowego odbioru architektury (a zwłaszcza wnętrza), takie jak łagodne kolory naturalnych (glinianych, wapiennych) tynków i farb, zaokrąglone kształty (np. zaoblone narożniki w tynku glinianym), bogactwo faktur (tynków, drewna etc.), łagodne rozproszone światło (rezultat głębokich wnęk okiennych i naturalnych wykończeń wymienionych wyżej), specyficzny sposób rozchodzenia się dźwięku. Literatura wskazuje, że doznania oparte na różnych zmysłach w istotny sposób wpływają na odbiór budynku: „Obok powszechnej obecnie architektury oka istnieje haptyczna architektura mięśni i skóry. Istnieje również architektura, która docenia sfery słuchu, węchu i smaku”<sup>203</sup>.

Własne doświadczenia autora zgromadzone podczas przebywania w budynkach z kostek słomy, potwierdzają, że takie miejsca dostarczają łagodnych, pozytywnych, a jednocześnie bardzo bogatych bodźców dla wszystkich zmysłów.

Także instynktowna, często nawet pełna zachwyty ocena wnętrza i „atmosfery” domów przez ich użytkowników/czki może mieć wiele wspólnego z „(wielo) zmysłową” jakością tego rodzaju architektury.

Powyższe opisy dotyczą, co zrozumiałe, tych budynków *straw bale*, gdzie występują wymienione cechy wykończeń. Istnieją także domy z kostek słomy wykończone w sposób identyczny z konwencjonalnym budownictwem z zastosowaniem płyt gipsowo-kartonowych, jaskrawych kolorów farb, ostrych narożników i silnego sztucznego oświetlenia.

---

199 M. Kozień-Woźniak et.al, *Life cycle assessment of composite straw bale technology in residential buildings in the context of environmental, economical and energy perspectives - case study*, „Archives of Civil Engineering”, tom 67, nr 2, 2021, s. 59.

200 G. Minke, *Building with Earth...*, op. cit., s. 35.

201 M. Kozień-Woźniak et.al, op. cit.

202 G. Minke, *Building with Earth...*, op. cit., s. 35.

203 J. Pallasmaa, *Oczy skóry. Architektura i zmysły*, tłum. M. Choptiany, Kraków 2012, s. 81.



[il. 32] Starannie wykonane tynki gliniane i sgraffitto. Budynek jednorodzinny w miejscowości Jablonec nad Nysą (Czechy). Budowa 2010–2014. Proj. Nature Systems. Fot. autor



[il. 33] Niewygładzony tynk gliniany w domu w okolicach Lublina. Proj. i wykonanie Kosma Kozdray. Fot. autor

## **b) Właściwości termoizolacyjne (argument energooszczędności)**

Właściwości termoizolacyjne słomy są jedną z przyczyn popularności kostek słomy jako materiału budowlanego oraz jednym z najczęściej badanych w laboratoriach parametrów. Paradoksalnie pomimo tego, że opublikowano do dziś ponad 40 różnych artykułów, opierających się na badaniach w tym zakresie<sup>204</sup>, nie ma jednoznacznej odpowiedzi, jakie parametry oporu cieplnego i izolacyjności cieplnej można uznać za obowiązujące. Wiadomo, że współczynnik lambda słomy zależy m.in. od gęstości, ułożenia żdźbeł, wilgotności, a w dalszej kolejności także od gatunku, odmiany i pochodzenia/historii uprawy i zbioru.

### **Znaczenie układu żdźbeł i gęstości**

W publikacjach naukowych pojawiają się dwie teorie co do zależności parametrów izolacyjnych od gęstości kostek słomy. Jedna głosi, że izolacyjność spada (linearnie) wraz z gęstością<sup>205</sup>, druga natomiast, że zależność nie jest linearna oraz, że istnieje optymalna z punktu widzenia izolacyjności gęstość (ok. 120 kg/m<sup>3</sup>).

Według zwolenników drugiej teorii można ustalić taki poziom sprasowania izolacji ze słomy, przy którym proporcje materiału do powietrza są optymalne (co oznacza m.in. wyeliminowanie większych przestrzeni między żdźbełami i zmniejszenie udziału konwekcji)<sup>206</sup>.

Z punktu widzenia praktyki, wiadomo też, że dla wykonania zwartej wypełnienia ściany, które nie będzie miało luk, nie będzie osiadać i będzie odpowiednim podłożem do tynkowania, potrzebne jest osiągnięcie odpowiedniej gęstości. Często podawaną dopuszczalną dolną granicą gęstości wypełnienia z kostek słomy jest 85 kg/m<sup>3</sup> (przy czym dokładna wartość liczbowo wynika przede wszystkim z badań zapalności i konieczności osiągnięcia tzw. euroklasy E materiału)<sup>207</sup>.

Badania naukowe, a także mniej liczne opublikowane parametry kostek słomy jako wyrobów budowlanych, wskazują też na zależność izolacyjności od kierunku ułożenia żdźbeł słomy względem kierunku przepływu ciepła. Można to sobie łatwo wyobrazić, porównując żdźbła do rurek: przepływ strumienia ciepła wzdłuż ułożonych ciasno koło siebie rurek napotyka na mniejszy opór niż przepływ w poprzek (pod kątem prostym). W aprobatkach i EOT wydawanych w Austrii (ÖTZ-2013/008/6 i ETA-10/0032 – patrz tabela 1) wyszczególniono dodatkowo, że kostki słomy wykazują wyjątkowo korzystne właściwości izolacyjne w przypadku kierunku przepływu równoległego do kierunku kompresji (kierunku zgniotu w prasie formującej kostki). Jakkolwiek wydaje się to logiczne, od strony praktycznej bardzo trudno jest stosować kostki słomy do izolacji w ułożeniu, które spełniałoby taki warunek.

Różnice pomiędzy poszczególnymi badaniami laboratoryjnymi są na tyle istotne, że utrudniają wyciągnięcie jednoznacznych wniosków do celów projektowania. Choć wspomniany wyżej artykuł Koha i Kranotisa zawiera podsumowanie wyników z tak wielu wcześniejszych publikacji, nie rozstrzyga, jakie wartości należy przyjmować

204 C.H. Koh, D. Kraniotis, *A review of material properties and performance of straw bale as building material*, „Construction and Building Materials”, tom 259, 2020.

205 Ibidem, s. 3.

206 D. Csanády, O. Fenyvesi, B. Nagy, *Heat Transfer in Straw-Based Thermal Insulating Materials*, „Materials”, nr. 14(16):4408, 2021.

207 Zapisy tego rodzaju znajdują się m.in. we wszystkich wymienionych w tabeli 1 aprobatkach i EOT.



do obliczeń. W publikacjach pojawia się wiele prób wytłumaczenia problemu poprzez podkreślanie różnorodności cech materiału o pochodzeniu roślinnym. Zdaniem autora, pomijającym, ale istotnym czynnikiem jest sposób przygotowania próbek do badań. Metoda badań aparatem dwupłytkowym (stosowana np. w procesie uzyskania EOT i KOT) wymusza zwykle przygotowanie próbek o wymiarach znacznie mniejszych niż kostka słomy. W przypadku badań przeprowadzonych w Instytucie Techniki Budowlanej (ITB), które autor miał okazję koordynować po stronie zleceniodawcy, były to na przykład próbki o wymiarach zewnętrznych 60 × 60 × 19 cm. Wykonano ramkę drewnianą i wypełniono ją słomą, przy dużym nakładzie pracy ręcznej. Tak przygotowaną próbkę może cechować idealny niemal porządek w układzie źdźbeł, co nie stanowi dokładnego odwzorowania całej kostki słomy. W przypadku badań na jeszcze mniejszych próbkach uzyskanie podobieństwa układu źdźbeł w próbce do kostki słomy wydaje się jeszcze mniej prawdopodobne.



[il. 34] Próbki do badania współczynnika przewodności cieplnej kostek słomy dla przepływu strumienia ciepła wzdłuż źdźbeł (czyli jak dla kostek wbudowywanych na płask). Widać niemal idealne uporządkowanie źdźbeł w próbce. Wykonanie próbek: Moritz Reichert. Fot. Przemysław Woś

### **Współczynnik przewodności cieplnej według aprobat i EOT**

W związku z powyższymi wątpliwościami, rozsądne wydaje się korzystanie w praktyce projektowej z parametrów zbadanych dla konkretnych wyrobów budowlanych – w wyniku procedury EOT/aprobaty etc. Dostępne wyniki z dokumentów pochodzących z Niemiec, Austrii, Portugalii i Litwy autor zebrał w tabeli 1. Dodatkowo uwzględniono w niej polskie badanie przeprowadzone w ITB, które co prawda nie prowadziło do wydania aprobaty, ale zostało przeprowadzone zgodnie z normą PN-EN 12667:2002 na 10 próbkach.

tab. 1. Współczynniki $\lambda$ wg aprobat i ocen technicznych <sup>208</sup>				
„Nazwa wyrobu” lub opis próbek Nazwa producenta	Nazwa dokumentu data wystawienia lub daty obowiązania	Współ- czynnik $\lambda_d$ lub $\lambda_r$ [W/(mK)]	Gęstość [kg/m <sup>3</sup> ]	Uwagi
„Baustrohballen” Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V. (FASBA)	AbZ Z-23.11-1595 (3 kolejne dokumenty) 10.02.2006- 28.02.2019, 13.02.2009- 13.02.2014, 01.02.2014- 03.06.2014	$\lambda_r = 0,052$	85–115	Przepływ prostopadle do źdźbeł, nie określono gatunku zboża
		$\lambda_r = 0,080$	85–115	Przepływ wzdłuż źdźbeł, nie określono gatunku zboża
„Baustrohballen” Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V. (FASBA)	AbZ Z-23.11-1595 (zmieniona) 03.06.2014- 01.02.2019	$\lambda_r = 0,052$	85–115	Przepływ prostopadle do źdźbeł, nie określono gatunku zboża
„Baustroh” BauStroh GmbH	ETA-17/0247 21.06.2017 – bezterminowo	$\lambda_d = 0,048$ $\lambda_r = 0,049$	85–115	Przepływ prostopadle do źdźbeł, nie określono gatunku zboża
„S-HAUS Ballen” GrAT der TU Wien	ÖTZ-2013/008/6 30.12.2013- 02.11.2016	$\lambda_d = 0,046$ $\lambda_r = 0,049$	min.:100 średn.: 108	Przepływ prostopadle do źdźbeł, równoległe do kierunku zgniotu (!) nie określono gatunku zboża
		$\lambda_r = 0,076$	min.:100 średn.: 108	Przepływ w każdym innym kierunku, nie określono gatunku zboża
„Waldland Baustrohballen” Waldland	ETA-10/0032 z 12.04.2010 (w 2019 zmieniona w dokument poniżej)	$\lambda_d = 0,046$	95–120	Przepływ prostopadle do źdźbeł, równoległe do kierunku zgniotu (!) słoma pszeniczna
		$\lambda_d = 0,082$	120–167	W dowolnym kierunku (dotyczy głównie tzw. dużych kostek) słoma pszeniczna
„SonnenKlee Baustrohballen” SonnenKlee GmbH	ETA-10/0032 30.09.2019 – bezterminowo	$\lambda_d = 0,046$	95–120	Przepływ prostopadle do źdźbeł, równoległe do kierunku zgniotu (!) słoma pszeniczna
		$\lambda_d = 0,082$	120–167	W dowolnym kierunku (dotyczy głównie tzw. dużych kostek) słoma pszeniczna
„DuraBale – Rice straw building systems” ILOS-Peace and Research Center Lda.	ETA 19/0219 03.03.2020 – bezterminowo	$\lambda_d = 0,044$	95–107	Nie podano kierunku ułożenia, słoma ryżowa
„Wooden frame external panels with insulation straw core” EcoCocon	NTJ-01-061:2019 14.01.2019- 14.01.2024 (i wcześniejsze wersje od 2013)	$\lambda_d = 0,06$	98–127	Słoma w prefabrykacji ułożona wielokierunkowo, nie określono gatunku zboża
Próbki do badań OSBN	Raport z badań ITB LFS00- 02236/15/Z00NF Listopad 2015	$\lambda_d = 0,073$	średnio: 100	Przepływ wzdłuż źdźbeł, nie określono gatunku zboża

208 Lista dokumentów na końcu bibliografii.



Wykonując porównania między rubrykami w tabeli oraz porównania do innych materiałów, należy zwrócić uwagę na rozróżnienie między współczynnikami  $\lambda$ : zmierzonymi, deklarowanymi a obliczeniowymi. Przykładowo: współczynnik obliczeniowy  $\lambda_r = 0,080 \text{ W/(mK)}$  z aprobat niemieckich<sup>209</sup>, oraz współczynnik  $\lambda_d = 0,073 \text{ W/(mK)}$  podany w raporcie z badań ITB<sup>210</sup> zostały wyliczone z bardzo podobnych wyników pomiarów laboratoryjnych. Średni współczynnik z 10 pomiarów  $\lambda_{10,tr}$  wyniósł  $\lambda_m = 0,06958 \text{ W/(mK)}$  w przypadku badania ITB. Natomiast zapisy aprobat niemieckich mówią o tym, że wartość zmierzona nie może wynosić więcej niż  $\lambda_{10,tr} = 0,067 \text{ W/(mK)}$ .

Warto zwrócić uwagę na znaczną rozpiętość współczynników – od  $\lambda_d = 0,046 \text{ W/(mK)}$  do  $\lambda_d = 0,082 \text{ W/(mK)}$ . W aktualnej EOT wyrobu „Baustroh” podany jest tylko współczynnik dla przepływu w poprzek źdźbeł, co oznacza, że inny układ nie jest już objęty zapisami tej europejskiej oceny technicznej. Prawdopodobnie jedyny aktualny dokument EOT obejmujący przepływ wzdłuż źdźbeł to ETA-10/0032, opisująca wyroby firmy SonnenKlee, przy czym mowa w nim o kostkach o wysokiej gęstości (w praktyce chodzi głównie o tzw. duże kostki).

Interesującym przypadkiem jest współczynnik  $\lambda_d = 0,06 \text{ W/(mK)}$  paneli EcoCocon, który plasuje się w środku skali. Ponieważ słoma w tych produktach jest układana wielokierunkowo i prasowana w prefabrykacie, wynik ten wpisuje się w teorię, że  $\lambda$  jest zależna od kierunku układu źdźbeł.

Biorąc pod uwagę spotykany w praktyce układ źdźbeł słomy w kostkach, który nigdy nie bywa idealnie równoległy, można zaproponować hipotezę, że faktyczne parametry izolacji wykonanej z kostek słomy mogą być bliższe środkowi skali wyników badań (wartości dla słomy ułożonej różnokierunkowo) niż ekstremalnych wartości (dla słomy ułożonej równolegle lub prostopadle do kierunku przepływu strumienia ciepła). Taka hipoteza wymaga jednak sprawdzenia poprzez serię pomiarów albo in situ, w zrealizowanych budynkach, albo w warunkach laboratoryjnych – ale na przykładzie całych ścian, nie małych próbek.

Nieliczne znane autorowi badania oporu cieplnego przeprowadzane w istniejących obiektach i/lub na przykładach ścian zbudowanych w laboratorium dały mało korzystne wyniki, wskazujące raczej na to, że ściany z kostek słomy mogą mieć parametry gorsze od obliczeniowych (np. w wyniku różnego rodzaju błędów budowlanych). Przykład pomiaru in situ w Polsce został przedstawiony przez Michała Pierzchalskiego – rezultat to  $U = 0,19 \text{ (W/m}^2\text{K)}$ , nieco mniej korzystny niż wyliczona w artykule wartość projektowana  $U = 0,184 \text{ (W/m}^2\text{K)}$ <sup>211</sup>.

Zdaniem autora jedną z cech tynkowanej ściany *straw bale*, zwykle pomijaną w obliczeniach, jest fakt, że przy nakładaniu/natryskiwaniu tynku bezpośrednio na słomę, wnika on przynajmniej na kilka, kilkanaście milimetrów, tym samym nieco pogarszając parametry izolacyjne tej warstwy.

Podsumowując powyższe rozważania, można dojść do wniosku, że kostki słomy posiadają bardzo dobre właściwości izolacyjne w porównaniu do innych naturalnych, niskoprzetworzonych materiałów (drewno, glina lekka etc).

<sup>209</sup> Mowa o aprobatkach, które zawierały parametr  $\lambda$  dla przepływu strumienia ciepła wzdłuż źdźbeł, tj. aprobaty o oznaczeniu: AbZ Z-23.11-1595 (3 kolejne dokumenty) szczegóły w tabeli 1.

<sup>210</sup> Raport z badań ITB LFS00-02236/15/Z00NF z listopada 2015, szczegóły w tabeli 1.

<sup>211</sup> M. Pierzchalski, op. cit., s. 14.

W porównaniu do współczesnych produktów izolacyjnych (np. wełna mineralna, styropian, PIR) kostki cechuje mniej korzystny współczynnik przewodności cieplnej. Oznacza to konieczność stosowania grubszych warstw izolacji – co jest jednak spójne z praktycznie stosowanymi sposobami budowania, dostosowanymi do wymiarów kostek słomy.

Z punktu widzenia obliczeń współczynnika przenikania ciepła (a w konsekwencji – charakterystyki energetycznej budynków), istotne znaczenie ma sposób ułożenia kostek słomy w ścianie.

## Przykładowe wartości współczynnika przenikania ciepła U

### Wariant 1

Dla ściany, w której małe kostki słomy ułożono na płask, czyli przepływ strumienia ciepła występuje wzdłuż źdźbeł, przy typowej grubości warstwy izolacji ze słomy 42–45 cm<sup>212</sup> można się spodziewać, w zależności od szczegółów konstrukcji i zastosowanych układów warstw, wyników obliczeń współczynnika U na poziomie 0,17–0,185 (W/m<sup>2</sup>K)<sup>213</sup>.

Jest to wariant zdecydowanie najczęściej stosowany w Polsce (wg badań autora, patrz cz. III).

### Wariant 2

Dla ściany, w której małe kostki słomy ułożono na rąb lub stojąco, przy typowej grubości warstwy izolacji ze słomy 36–38 cm, można się spodziewać, w zależności od szczegółów konstrukcji i zastosowanych układów warstw, wyników obliczeń współczynnika U na poziomie 0,13–0,155 (W/m<sup>2</sup>K)<sup>214</sup>.

### Wariant 3

Innym możliwym rozwiązaniem jest stosowanie dużych kostek słomy (kostek jumbo), które ze względu na znaczną szerokość (70–120 cm) pozwalają tworzyć przegrody o bardzo korzystnych współczynnikach izolacyjności: U rzędu 0,11 – 0,067 (W/m<sup>2</sup>K)<sup>215</sup>.

Należy zwrócić uwagę, że zgodnie z zaleceniami archiwalnej niemieckiej aprobaty<sup>216</sup>, powtórzonymi w *Podręczniku budowania z kotek słomy*<sup>217</sup> Minkego i Kricka tak duża warstwa izolacji ze słomy (w wariantcie 3) wiąże się ze zwiększonym ryzykiem wkrapiania wilgoci i może być dopuszczona tylko warunkowo. W obowiązującej EOT wyrobu Baustroh podane są dopuszczalne układy warstw, dla grubości warstwy słomy nie przekraczającej 100 cm (w przypadku stosowania elewacji wentylowanej)

212 Podano przedział 42–45 cm, ponieważ w praktyce ściana z kostek 45 cm powinna być projektowana na 42 cm, by umożliwić strzyżenie.

213 Wyniki obliczeń w programie Ubakus:  $\lambda_r = 0,08$ ,  $d = 42\text{--}45$  cm, tynk gliniany wewn. = 4 cm, tynk wapienny zewn. = 3 cm, wyniki zależne od rozmieszczenia konstrukcji drewnianej <https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/> [dostęp 19.02.2023].

214 Wyniki obliczeń w programie Ubakus:  $\lambda_r = 0,049$ ,  $d = 36$  cm, tynk gliniany wewn. = 4 cm, tynk wapienny zewn. = 3 cm, wyniki zależne od rozmieszczenia konstrukcji drewnianej <https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/> [dostęp 19.02.2023].

215 Wyniki obliczeń w programie Ubakus:  $\lambda_r = 0,82$   $d = 70$  do 120cm tynk gliniany wewn. = 4 cm, tynk wapienny zewn. = 3 cm, wyniki zależne od grubości warstwy słomy, ściana nośna z kostek słomy jumbo <https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/> [dostęp 19.02.2023].

216 AbZ Z-23.11-1595 z 03.06.2014 szczegóły w tabeli 1 i na końcu bibliografii.

217 G. Minke, B. Krick, op. cit., s. 29.

lub 70 cm (dla elewacji tynkowanej i hydrofobowanej)<sup>218</sup>. Przy czym współczynnik  $\lambda$  właściwy dla mocno sprasowanych kostek jumbo występuje tylko w EOT pochodzących z Austrii<sup>219</sup>.

Wszystkie podane wyżej warianty spełniają zapisy dotyczące współczynnika przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych budynków ogrzewanych według Warunków Technicznych<sup>220</sup>, obowiązujące od 2021 roku. Spełnienie dodatkowych wymagań projektowych, np. konkretnego poziomu energooszczędności (NF40, NF15 etc.), a zwłaszcza wymogów dla domów pasywnych, może wymagać zastosowania drugiego lub trzeciego z podanych wariantów i/lub dodatkowych warstw izolacji cieplnej (np. płyt z włókien drzewnych lub słomianych).

### Pojemność cieplna

Izolację z kostek słomy cechuje wyraźnie większa gęstość (od 85 kg/m<sup>3</sup> wzwyż) niż typowe materiały izolacyjne (np. wełna mineralna – ok. 27 kg/m<sup>3</sup>, styropian – ok. 18 kg/m<sup>3</sup>). Cechą specyficzną materiałów organicznych jest wysokie ciepło właściwe  $c = \text{ok. } 2 \text{ kJ/(kgK)}$ . To, wraz z relatywnie dużą gęstością izolacji ze słomy, sprawia, że izolację z kostek słomy cechuje znaczna pojemność cieplna  $C = 56 \text{ Wh/(m}^3\text{K)}$ <sup>221</sup>, wielokrotnie wyższa niż np. wełnę mineralną czy styropian. Pojemność cieplna przegród z kostkami słomy wypada więc zwykle bardzo korzystnie w porównaniu do innych rozwiązań współczesnego, lekkiego budownictwa szkieletowego.

Pojemność cieplna przegród wpływa na spowolnienie zmian temperatury w budynku, co ma duże znaczenie – przede wszystkim dla redukcji skoków temperatury wewnątrz w ciągu dobowych zmian temperatury na zewnątrz. Pozytywny wpływ tej cechy dają się odczuć zwłaszcza latem (ochrona przed upałem), szczególnie w miejscach, gdzie występują duże dobowe różnice temperatur<sup>222</sup>.

### c) Cechy ekologiczne (argument ekologiczny)

Argumenty proekologiczne, czyli cechy *straw bale* związane z realizacją celów zrównoważonego rozwoju i gospodarki cyrkularnej są dobrze udokumentowane. W tym zakresie występuje też duża zgodność pomiędzy obiegowymi opiniami a wynikami badań naukowych.

Pozytywne cechy architektury *straw bale* pod względem realizacji celów zrównoważonego rozwoju:

- niski ślad węglowy kostek słomy i materiałów zwykle stosowanych łącznie z nimi (w tym zwłaszcza drewna i tynków glinianych),
- niski ślad ekologiczny materiałów (jw.),
- niski nakład energii na produkcję materiałów i budowę (jw.),

218 ETA-17/0247 z 21.06.2017 – szczegóły w tabeli 1.

219 ETA-10/0032 z 30.09.2019 – szczegóły w tabeli 1.

220 *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (z późniejszymi zmianami)*, Załącznik 2.

221 Dla izolacji ze słomy o gęstości 110 kg/m<sup>3</sup> wg: G. Minke, B. Krick, op. cit., s. 23–24.

222 *Design of straw bale buildings*, op. cit, s. 188–189.

- lokalna, dość powszechna dostępność materiałów, duże zasoby (jw.),
- roczna odnawialność zasobów słomy, produkcja powiązana z produkcją ziarna,
- redukcja ilości odpadów na etapie budowy (słoma, drewno, glina, piasek, wapno są materiałami, daje się bezproblemowo utylizować czy nawet korzystnie zagospodarować – często w obrębie terenu inwestycji),
- możliwość wtórnego użycia (głównie drewno, tynki gliniane) lub niekłopotliwej utylizacji/kompostowania (drewno, słoma, tynki gliniane i wapienne) po zakończeniu życia budynku,
- dobre właściwości termoizolacyjne przegród – umożliwiające realizację budynków energooszczędnych (patrz cz. II.b).

Ślad węglowy, a także ślad ekologiczny kostek słomy jako materiału budowlanego jest wyjątkowo dobrze oceniany, w porównaniu do innych materiałów izolacyjnych. W tym zakresie opublikowano wiele kalkulacji, które różnią się, co do szczegółów, ale potwierdzają korzystne cechy słomy<sup>223</sup>.

Istotnym założeniem wyjściowym jest decyzja odnośnie tego, jak w obliczeniach śladu energetycznego czy CO<sub>2</sub> produkcji słomy traktować uprawę zboża. Krick<sup>224</sup> w swoich kalkulacjach traktuje słomę jako produkt uboczny uprawy zboża na ziarno, więc nakład energii i ślad węglowy uprawy został u niego przypisany do ziarna. Wynik tych obliczeń, tzn. zawartość energii wbudowanej – *prima energieinhalt* PEI = 63 kWh/t, dla małych kostek opublikowano w języku polskim<sup>225</sup>. W przypadku brytyjskiej deklaracji Environmental Product Declaration (EPD) kostek słomy wyliczony ślad uprawy został rozdzielony według kryterium udziału w zyskach ze sprzedaży: 86% śladu przypisano ziarnu, a 14% śladu – słomie. W EPD podsumowano wyniki następująco: „W całym cyklu życia (od produkcji kostek słomy do ewentualnej utylizacji, gdy budynek zostanie wyburzony) emisja ekwiwalentu dwutlenku węgla dla słomy wyprodukowanej w Wielkiej Brytanii (przy gęstości 100 kg/m<sup>3</sup>) wynosi 14,12 kg CO<sub>2</sub> e/m<sup>3</sup>. W jednym metrze sześciennym zmagazynowane jest w wyniku biosekwestracji 129,25 kg CO<sub>2</sub><sup>226</sup>.

Podobnie jak przy porównywaniu innych cech (patrz pkt d poniżej) wykazanie, że słomę cechuje bardziej korzystny ślad węglowy niż inne materiały nie jest wystarczające. Porównanie powinno dotyczyć co najmniej całej przegrody – a w wersji kompletnej – budynków na wszystkich etapach życia. Tego rodzaju analizy, zwykle przedstawiane pod nazwą LCA (*life cycle assesment*, czyli środowiskowa ocena cyklu życia), także wypadają korzystnie dla przegród o konstrukcji drewnianej wypełnionej słomą, jednak różnice na korzyść nie zawsze są tak oczywiste, jak w przypadku porównania samych materiałów izolacyjnych<sup>227</sup>. Wpływ na kalkulacje ma dobór pozostałych materiałów wchodzących w skład przegrody<sup>228</sup>. Najważniejszym czynnikiem jest jednak uwzględnienie nakładów

223 Przeglądu badań typu LCA dokonali: C.H. Koh, D. Kraniotis, op. cit., s. 11.

224 B. Krick, *Untersuchung von Strohballen und Strohballenkonstruktionen hinsichtlich ihrer Anwendung für ein energiesparendes Bauen unter besonderer Berücksichtigung der lasttragenden Bauweise*, praca doktorska, Kassel 2008, s. 45.

225 G. Minke, B. Krick, op. cit., s. 33.

226 EPD-NIBE-20210706-20460 Environmental product declaration. In accordance with ISO 14025 and EN 15804:2012+A2:2019 for: Straw as insulation material – UK, z dnia 15.10.2021, wersja 2, rewizja 23.02.2022.

227 M. Fafara et.al., op. cit., s. 248–250.

228 Np. w przytoczonym wyżej badaniu do słomy zostały dobrane warstwy z materiałów, których produkcja jest energochłonna, jak np. płyty izolacyjne z włókien drzewnych, sklejka etc. Nie porównano korzystnego z punktu widzenia LCA rozwiązania, czyli tynków glinianych i wapiennych wykonywanych bezpośrednio na kostkach słomy.

energetycznych w czasie użytkowania budynku – które w zakładanej skali 30 czy 50 lat są zwykle wielokrotnie wyższe niż podczas budowy. W odniesieniu do analiz śladu węglowego i LCA bardzo duże znaczenie ma, czy uwzględniono wchłanianie CO<sub>2</sub> przez rośliny podczas wzrostu – jeśli tak, materiały pochodzenia roślinnego wypadają w porównaniach bardzo korzystnie (mają ujemny ślad węglowy). Ten sposób kalkulacji trzeba traktować z pewną ostrożnością, ponieważ może prowadzić do wniosku, że „ekologicznym” działaniem jest zastosowanie w budynku jak największej ilości materiałów pochodzenia roślinnego – i nie chodzi tu o udział procentowy, tylko po prostu: więcej metrów sześciennych drewna, słomy, materiałów drewnopochodnych etc. Takie podejście wydaje się zbyt wycinkowe (we wszystkich znaczeniach tego słowa, także tym związanym z gospodarką leśną).

W przypadku budów *straw bale* w Polsce, zwłaszcza tych prowadzonych w duchu radykalnego „zrób to sam”, ślad węglowy i ekologiczny budowy jest prawdopodobnie nierzadko mniejszy niż w przypadku naukowych analiz opartych na bazach danych materiałów (wyrobów budowlanych). Hipoteza ta bazuje na zaobserwowanych praktykach takich jak: używanie materiałów z odzysku, budowanie z niesuszonego, lokalnie pozyskanego drewna (czasami nawet nieprzetartego), minimalizacja zużycia energii elektrycznej przez duży nakład pracy ręcznej, konsekwentne stosowanie tylko materiałów niskoprzetworzonych i lokalnych. Pytaniem otwartym jest, czy powyższe rozwiązania z grupy *low-tech* odbijają się następnie zwiększonym śladem węglowym na etapie użytkowania.

W niektórych przypadkach może też dochodzić do specyficznych zjawisk negatywnych, związanych ze stosowaniem mało rozpowszechnionej techniki budowlanej, np. transportu towaru lub dojazdów ekip budowlanych z dużych odległości. Ekstremalnym przykładem ilustrującym tego rodzaju sytuację jest budowa domu z gliny lekkiej przez fundację Barka, gdzie udział w wytwarzaniu cegieł gliniano-słomianych mieli wolontariusze... przylatujący w tym celu z Kanady<sup>229</sup>.

Najbardziej poważne wątpliwości dotyczące oceny ekologicznej architektury *straw bale* są związane zdaniem autora z dominującą typologią, tj. wznoszeniem wolno stojących domów jednorodzinnych, które pod względem zużycia zasobów na budowę i ogrzewanie budynku są mało efektywne (wszystkie ściany odsłonięte etc.). Budynki tego rodzaju często obarczone są dużym „ukrytym kosztem”, wynikającym z konieczności budowy infrastruktury (drogi, sieci energetyczne, wodociągowe, kanalizacyjne etc.) – który rzadko jest wliczany przy analizie pojedynczych domów. Andrea B. Guarneri twierdzi wręcz, że „projekty bazujące na «alternatywnych» materiałach wciąż cierpią z powodu amerykańskiego podejścia, ukierunkowanego na budowę domów jednorodzinnych. To uwarunkowanie jest oparte na poszukiwaniu autonomii, ale nie jest zrównoważone ani pod względem zapotrzebowania na powierzchnię do zabudowy, ani ogólnego wpływu na środowisko”, a także „czasami budynki *straw bale* są domami wakacyjnymi bogatych mieszkańców miast, którzy chcą wyglądać na «ekologicznych»”<sup>230</sup>.

Zdaniem autora powyższe zarzuty bywają uzasadnione także w kontekście Polski, jednak szeroką ocenę ekologiczną budynków należałoby prowadzić z uwzględnieniem ich użytkowania czy wręcz stylu życia mieszkańców/nek i użytkowników/ków.

229 <https://nowyomysl.naszemiasto.pl/marszewo-powstaje-dom-z-gliny-zdjecia/ar/c1-2327966> [dostęp 19.02.2023].

230 A.B. Guarneri, op. cit., s. 118–119.



Odpowiedzi na pytanie, czy życie w domach z kostek słomy może wpisywać się w cele zrównoważonego rozwoju, autor starał się udzielić w serii wywiadów i wykładów pt. *W poszukiwaniu sensu ekologicznej architektury*<sup>231</sup>. W przypadku, gdy za punkt wyjścia do oceny przyjęte zostanie zużycie energii na osobę, a nie na metr kwadratowy budynku, a w kalkulacjach będą uwzględnione np. codzienne dojazdy do pracy samochodem, okaże się, że to z jakiego materiału wykonany ściany domu jest mniej istotne niż to jaki jest styl życia mieszkańców.

#### **d) Koszty budowy (argument niskiego kosztu)**

Metoda budowania z kostek słomy została wymyślona jako tani i dostępny sposób zapewnienia sobie dachu nad głową. Przywrócenie jej do „życia” w USA wydarzyło się dzięki ludziom zainteresowanym ekologicznym i tanim sposobem na dom. Biorąc pod uwagę taki rodowód i niską cenę słomy, trudno się dziwić, że powszechne jest wyobrażenie o technice *straw bale* jako taniej. Mit niskiej ceny był (i jest) regularnie podsycany przez artykuły prasowe i publikacje online.

Samo zastosowanie kostek słomy do budowy nie stanowi gwarancji niskiego kosztu. Wręcz przeciwnie, w warunkach europejskich (także polskich), przy wysokich kosztach pracy wybór tego materiału izolacyjnego może prowadzić do wyższych kosztów budowy, zwłaszcza jeśli pracochłonne etapy takie jak słomowanie czy wykonywanie kilkuwarstwowych tynków glinianych lub wapiennych zostaną powierzone profesjonalnym wykonawcom.

Faktem jest też, że inwestorzy budujący domy *straw bale* systemem gospodarczym, osiągają często swój cel przy relatywnie niskim budżecie i dużym (lub bardzo dużym) nakładzie pracy nieodpłatnej (pracy własnej, rodziny, przyjaciół etc.). Zdarza się, że w niepłatnej pracy mają udział wolontariusze/ki czy uczestnicy/czki warsztatów, jednak badania autora wyraźnie wskazują, że są to już obecnie rzadsze przypadki (w przeciwieństwie do kilku pierwszych lat rozwoju *straw bale* w Polsce). Nakład pracy własnej jest swego rodzaju kosztem ukrytym inwestycji, dość często pomijanym w „optymistycznych” doniesieniach prasowych. Statystyki dotyczące ogółu budownictwa w Polsce pokazują, że budowy domów jednorodzinnych średnio trwają ok. czterech lat (dane GUS z lat 2017–2021<sup>232</sup>). Badania autora również wskazują czasy trwania budów *straw bale* typowo od dwóch do czterech lat (choć nierzadko więcej, a w rekordowym przypadku – 13 lat). To jest czasowa skala wyzwania, stojącego przed budującymi własnymi rękami.

W zakresie porównań cen materiałów, niewystarczające jest porównanie ceny słomy i innych materiałów izolacyjnych (nawet z uwzględnieniem różnic grubości izolacji

---

231 M. Jagielak, *W poszukiwaniu sensu architektury ekologicznej*, nagrania audio, dostępne online: <https://web.audioteka.com/pl/podcast/3699131b-272f-4869-aad2-a0d45bb9e9b3> (odcinki 3–10 dotyczą bezpośrednio lub pośrednio ekologicznego życia i domów z izolacją ze słomy), [dostęp 19.01.2023].

232 *Efekty działalności budowlanej w 2021 r.*, Główny Urząd Statystyczny – Urząd Statystyczny w Lublinie Warszawa–Lublin 2022, publikacja pdf, s. 35, dostępne online: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/efekty-dzialalnosci-budowlanej-w-2021-roku,3,17.html> [dostęp 19.02.2023].

wynikających z różnych współczynników przewodności cieplnej). Użycie kostek słomy związane jest bowiem z zastosowaniem innej konstrukcji i innych materiałów wykończeniowych niż w przypadku rozpowszechnionych systemów ściennych. Dopiero porównanie kosztów całkowitych zakupu materiałów i kosztów wykonania przegrody wraz z odpowiednią konstrukcją i warstwami wykończeniowymi może odpowiedzieć na pytanie, czy zastosowanie słomy przyniesie oszczędności, czy wręcz przeciwnie. Nawet wykonawszy tego rodzaju porównanie, trzeba jeszcze brać pod uwagę, że wzniesienie ścian stanowi poniżej 10% całkowitych kosztów budowy domu jednorodzinnego.

Kosztorysowanie domów *straw bale* stanowi spore wyzwanie, ponieważ nie ma odpowiednich pozycji kosztorysowych – czego dowodem mogą być publikowane próby takich wyliczeń<sup>233 234</sup>, które zdaniem autora są znacznie niższe niż realne wyceny firm wyspecjalizowanych w pracach ze słomą. Wyliczanie kosztów wykonania wypełnienia ściany słomą poprzez analogię do wypełnień wełną mineralną przynosi błędne rezultaty, ponieważ pracochłonność słomowania jest bardzo wysoka. Nie ma w tym zakresie dokładnych opracowań, ale informacje uzyskane w rozmowach z doświadczonymi wykonawcami wskazują, że czas wypełniania konstrukcji słomą należy szacować na nie mniej 4 h/m<sup>2</sup> ściany<sup>235</sup>, przy założeniu, że konstrukcja domu jest zaprojektowana w sposób odpowiedni do takiego przeznaczenia. Także konstrukcje drewniane domów *straw bale* nie są dokładnym odpowiednikiem konstrukcji szkieletowej „kanadyjskiej”.

Pewnego rodzaju podpowiedzią, jaka może być rynkowa cena ściany *straw bale* jeszcze przed tynkowaniem są ceny prefabrykowanych paneli polskich wykonawców, według ofert zebranych na początku roku 2023 wynoszące od 500 zł brutto za metr kwadratowy zamontowanej ściany z drewna i słomy – bez wykończeń i bez kosztu transportu. Dla porównania cena paneli firmy EcoCocon to 165 euro/m<sup>2</sup> netto<sup>236</sup>. Wyceny wykonania tynku glinianego 3-warstwowego grubości łącznie około 1,5–2 cm zaczynają się od 150 zł/m<sup>2</sup> z materiałem<sup>237</sup>, ale ceny powyżej 200 zł/m<sup>2</sup> też nie są rzadkością<sup>238</sup>.

W *Podręczniku budowania z kostek słomy*<sup>239</sup> można znaleźć tabelę przedstawiającą dokładne zestawienie kosztów na podstawie domu jednorodzinnego w Niemczech w 2012 roku, łącznie 267,52 euro/m<sup>2</sup> ściany w stanie wykończonym. Co może bardziej istotne, pod kątem transferu wiedzy, podano tam udział procentowy poszczególnych pozycji (łącznie materiał i wykonanie): konstrukcja drewniana 28%, wypełnienie – kostki słomy 16%, tynk wewnętrzny 24%, tynk zewnętrzny 24%, powłoki malarskie i hydrofobowe 7%. Uwagę zwraca relatywnie wysoka cena słomy (6%), a proporcjonalnie niewysoka cena jej wbudowania (10%).

233 Np. cena 52,80 euro/m<sup>2</sup> dla ściany *straw bale* obustronnie pokrytej płytami i tynkowanej wg W. Drozd, A. Leśniak, *Ecological Wall Systems as an Element of Sustainable Development – Cost Issues*, „Sustainability”, nr 10(7), 2018.

234 Np. ceny 315 i 390 zł/m<sup>2</sup> dwóch wariantów ścian wraz z wykończeniem wg M. Fąfara et.al., op. cit.

235 Podano szacunkową wartość dla założenia, że otworów okiennych nie odlicza się. Na podstawie korespondencji z Ryszardem Bilińskim, wykonawcą i instruktorem budowania *straw bale* (24.02.2023).

236 Korespondencja z Michałem Koziejem przedstawicielem EcoCocon w Polsce (25.02.2023).

237 Korespondencja z Arturem Łoskotem, firma Zielony Łoskot (24.02.2023).

238 Korespondencja z Szymonem Sarnickim, firma Biohabitat (24.02.2023).

239 G. Minke, B. Krick, op. cit., s. 74.

W warunkach polskich te proporcje wyglądają z pewnością nieco inaczej – ze względu na niską cenę zakupu słomy, ale bardzo pracochłonne metody wbudowywania jej (związane z niską jakością kostek).

Strukturę wydatków dla wielu przykładów z rynku francuskiego podaje Luc Floissac<sup>240</sup>.



[il. 35] Budowa „ASZ House” w Łodzi z prefabrykatów EcoCocon, 2018–2019. Proj. i fot. Koziej Architekci

Powyższy wybór danych potwierdza tezę, że budowanie z kostek słomy bywa obecnie budownictwem tanim tylko w przypadku wykonania systemem gospodarczym, ze znacznym nakładem pracy nieodpłatnej.

Oprócz udziału pracy własnej, na przykładach budynków z kostek słomy można wykazać szereg innych możliwych sposobów zmniejszenia wydatków finansowych:

- pozyskanie materiałów lokalnych w stanie surowym i samodzielne ich przetworzenie (np. glina, żerdzie),
- zastosowanie materiałów z odzysku (np. okna, elementy konstrukcji drewnianej, cegły i dachówki, a w rzadkich przypadkach także opony jako fundamenty),
- ograniczenie potrzeb (mały metraż, uproszczony standard wykończenia),
- ograniczenie wyposażenia instalacyjnego (np. piec masywny zamiast systemu ogrzewania, w radykalnych przypadkach także brak instalacji elektrycznej i/lub wodociągowej, toaleta kompostująca zamiast wodnej),
- ograniczenie kosztu projektowania i procedur (budowa obiektów o powierzchni do 35 m<sup>2</sup> na podstawie zgłoszenia<sup>241</sup>, bez projektu).

240 L. Floissac, op. cit., s. 75–373.

241 Możliwość zgłoszenia budynków rekreacji indywidualnej i budynków gospodarczych do 35 m<sup>2</sup> nie wymaga projektu budowlanego, w roku 2022 rozszerzono zakres przepisu o budynki rekreacji indywidualnej do 70 m<sup>2</sup>, pod pewnymi warunkami dotyczącymi konstrukcji – patrz ustawa *Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. z późniejszymi*



Autor miał okazję odwiedzić wiele obiektów z kostek słomy, w których zastosowano jedną lub kilka z powyższych metod. W kilku niezwykłych przypadkach osobom budującym własnymi rękami udało się wdrożyć wszystkie powyższe strategie, tworząc miejsca do mieszkania przy nakładach finansowych od kilku do kilkudziesięciu tysięcy złotych. Rekordzistą pod tym względem, według wiedzy autora, jest Marcin Krzeszewski, którego „Leśna chatka” powstała w 2015 roku z całkowitym budżetem ok. 3500 zł (uwzględniającym zużycie paliwa i koszt utrzymania samochodu do transportu materiałów). Budynek wykorzystywany do dziś, także w okresie zimowym, jest jednak raczej rodzajem pustelni niż domem we współczesnym rozumieniu.



[il. 36] „Leśna chatka” w budowie (2015). Wznoszenie nośnych ścian z kostek słomy. Proj. i wykonanie: Marcin Krzeszewski. Fot. Kalpapada

### **e) Łatwość budowy własnymi rękami (argument łatwości/dostępności)**

Poziom trudności budowy domu ze słomy może być różny. Historyczne pierwsze domy z kostek słomy w Nebrasce były bardzo prostymi budynkami – i to pod każdym niemal względem – od rzutu, przez program użytkowy po technikę budowy. Dziś architektura z kostek słomy na świecie obejmuje wszystkie skale od domków o powierzchni kilku metrów kwadratowych, przez domy średnie i duże, aż do budynków o powierzchni kilku tysięcy metrów kwadratowych. Współczesne standardy życia i budowania w istotny sposób wpływają na poziom trudności budowy, ponieważ najczęściej oznaczają konieczność spełnienia licznych wymagań (izolacyjności, szczelności) oraz wykonania w budynku wielu instalacji.

Budowa przeciętnego domu jednorodzinnego w technice *infill straw bale* w Polsce wymaga najczęściej różnorodnych umiejętności z dziedziny konwencjonalnego



budownictwa, np. wykonywania fundamentów, konstrukcji drewnianej, prac dekarских, prac instalacyjnych i wykończeniowych, montażu stolarki. W takim przypadku „nietypowe” prace to słomowanie i wykonanie tynków. Powyższe proporcje mogą wyglądać nieco inaczej w przypadku domów, gdzie zrezygnowano z niektórych współczesnych wygód – np. części instalacji, lub w przypadkach, w których rozwiązania *low-tech* obejmują szerszy zakres prac: fundamenty (np. fundamenty z opon) czy dach (np. uproszczone układy dachów z kostkami słomy jako substratem dachu zielonego). Reasumując: w większości domów *straw bale* w Polsce zastosowanie kostek słomy wpływa na poziom trudności tylko wybranych etapów budowy, pozostałe etapy mają podobny poziom trudności do innych odmian budownictwa drewnianego szkieletowego.

Słomowanie, czyli wypełnianie ścian szkieletowych (lub układanie kostek słomy w przypadku techniki *loadbearing*) jest czynnością uchodzącą za łatwą. Ponieważ przeszkolenie w tej czynności jest możliwe nawet w ciągu jednego dnia, prace mogą być wykonywane przez osoby niewykwalifikowane, wolontariuszy/ki, uczestników/czki warsztatów etc. Osoby wykonujące prace przy słomowaniu muszą być na tyle fizycznie sprawne, by móc podnosić kostki słomy, których waga (w warunkach polskich) zwykle nie przekracza 15 kg. Podstawowy instruktaż nie trwa długo, natomiast sprawność w wykonywaniu tej pracy wzrasta wraz z doświadczeniem. Wypełnianie konstrukcji drewnianej słomą jest procesem praco- i czasochłonnym, a jednocześnie decyduje o jakości przegrody. Dotyczy to przede wszystkim miejsc trudnych – przestrzeni między słupkami, pod oczepek, pod skosami dachu etc. W związku z tym prace muszą być prowadzone z najwyższą starannością i/lub pod stałym nadzorem. Dość częste w książkach opisy wznoszenia ścian domu w formie *work party*<sup>242</sup> należy traktować ostrożnie – mają małe odniesienie do praktykowanych w Polsce rozwiązań i wymaganej jakości ścian. Normalny czas słomowania ścian domu jednorodzinnego o konstrukcji szkieletowej wynosi zwykle nie mniej niż trzy tygodnie, przy pracy kilku osób przez cały dzień<sup>243</sup>.

Łatwość wykonania tynków na ścianach *straw bale* jest rzeczą dyskusyjną. Argumenty za tym, że jest to proces łatwiejszy niż w konwencjonalnym budownictwie związane są przede wszystkim ze stosowaniem tynku glinianego, który wysycha powoli (nie wiąże chemicznie) i w związku z tym daje dużo czasu na narzucanie/nakładanie, wyrównywanie etc. Poprawki wyschniętego już na ścianie tynku są możliwe poprzez jego namoczenie. Jednocześnie przygotowanie/dobranie odpowiedniej zaprawy tynkarskiej wymaga przynajmniej podstawowej wiedzy i/lub doświadczenia, zwłaszcza gdy zaprawa powstaje z lokalnej gliny. Wykonywanie tynków glinianych i wapiennych na ścianach *straw bale* wiąże się ze znacznie większym nakładem fizycznej pracy niż standardowych tynków w konwencjonalnym budownictwie, ze względu na stosowanie grubszych warstw, a w efekcie wielokrotnie większą masę materiału, który trzeba przerobić. W przypadku stosowania gliny z wykopu dochodzi to tego nakład pracy związany z przygotowaniem surowego materiału.

---

242 R. Nitzkin, M. Termens, op. cit, s. 7.

243 Szacunkowy czas dla domu o powierzchni użytkowej ok. 120 m<sup>2</sup>, z użytkowym poddaszem i dachem dwuspadowym, przy założeniu min. 3–4 sprawnie pracujących osób przy 8–10 h pracy dziennie, 5 dni w tygodniu. Opisano na podstawie rozmowy z wykonawcą *domów straw bale* Ryszardem Bilińskim.

Oprócz „obiektywnych” cech tynków omówionych wyżej za znaczne ułatwienie można uznać konwencję estetyczną dominującą w architekturze *straw bale*. Otóż bardzo często (zwłaszcza w budynkach wznoszonych „własnymi rękami”) przyjmuje się, że powierzchnia tynków glinianych i wapiennych nie musi być równa (płaska), a nawet, że nierówności są zaletą, podkreślającą charakter budynku. Taka zmiana percepcji (zmiana oczekiwań wobec rezultatu) pozwala osobom niewprawnym w tynkowaniu zarówno ograniczyć czas wykonania, jak i osiągnąć zadowolenie z rezultatu pracy. Powyższe oceny trudności budowy *straw bale* są próbą racjonalnego opisu techniki budowlanej, przy czym rozmowy z osobami budującymi dla siebie domy z kostek słomy sugerują, że taka analiza nie jest wystarczająca. Indywidualna ocena tego, czy dana praca jest łatwa/przyjemna zdaje się mieć większy związek z nastawieniem danej osoby niż z obiektywnymi cechami wykonywanych czynności. Stosowanie do budowy słomy, gliny i innych materiałów jest dla wielu ludzi pociągające, stanowi wybór intuicyjny i samo w sobie jest źródłem radości. Dla licznych osób, wybór naturalnych materiałów jest też swego rodzaju uzasadnieniem, by podjąć się pracy fizycznej podczas budowy własnego domu. Tak rozumiana „dostępność” techniki budowania z kostek słomy ma fundamentalne znaczenie dla wzrostu jej popularności.



[il. 37] Materiały naturalne i praca własnymi rękami mogą być źródłem radości. Autor zdjęcia napisał: „Muszę powiedzieć że okres budowy (...) to najszczęśliwszy okres w moim życiu. (...) To czas bardzo budujący dla mnie i dla córki, która mi pomagała, wręcz mając 23 lata jest gotowa, żeby zbudować sobie mały Domek sama” (korespondencja z 23.01.2023).  
Fot. Marek Podlecki

#### **f) Trwałość budynków z kostek słomy (argument trwałości)**

Argument o wysokiej trwałości domów z kostek słomy jest zwykle wspierany albo omówieniem najstarszych budynków *straw bale* (patrz cz. II.2) albo przykładami

budynków historycznych, np. budynków szachulcowych. Przytoczenie tego rodzaju przykładów daje jedynie częściowe odpowiedzi na pytanie, jaka będzie/może być trwałość budynków *straw bale* w Polsce. Najstarsze domy w Nebrasce przetrwały ponad 100 lat, jednak tamtejszy klimat cechują rzadsze opady niż w Polsce, choć podobnie jak w naszym kraju występują tam mroźne zimy. Najstarsze domy we Francji istniejące równie długo, przetrwały w klimacie o podobnej do polskiej ilości opadów, ale o wyraźnie łagodniejszej zimie. Anegdotyczne relacje dotyczące zarówno Nebraski<sup>244</sup>, jak i Francji<sup>245</sup>, dotyczące wykonywania odkrywek czy wręcz demontażu fragmentów ścian mówią o „nienaruszonym” stanie ponad 100 letniej słomy w ścianach.

Zachowane w Polsce zabytki, w których ścianach znajduje się słoma, zwykle znacznie się różnią od *straw bale* rozwiązaniami budowlanymi (słoma często jest dodatkiem do gliny) i sposobem użytkowania. Najbliższymi przykładami historycznymi są prawdopodobnie budynki z mat słomianych i/lub wznoszone w latach 50. XX wieku podlaskie budynki z plecionek słomianych, czyli powróseł<sup>246</sup> wykonywanych na sucho. Zdecydowanie różnią się one jednak od *straw bale* mniejszą grubością izolacji ze słomy oraz zupełnie innymi wymaganiami w zakresie komfortu i energooszczędności. Najstarszy znany budynek z kostek słomy w Polsce przetrwał 20 lat okresowego użytkowania (jako dom wakacyjny).



[il. 38] „Okienko prawdy” w domu w Montargis (Francja) umożliwia oglądanie ponad stuletniej kostki słomy w ścianie. Budowa 1920–1921. Proj. Émile Feuillette. Fot. autor

244 I. Smith, *Roots Tour 2012. A Pilgrimage to Historic Hay Bale and Modern Straw Bale Buildings in the Sand Hills of Nebraska*, September 14–15, 2012 z archiwum autora – miejsce publikacji nieznane.

245 Informacja na podstawie oględzin i oprowadzania po domu w Montargis w 2015 roku.

246 J. Szewczyk, op. cit., s. 145–161.

## g) Konstrukcyjne zastosowania kostek słomy (argument oszczędności materiałowej)

W pierwszych budynkach *straw bale* w Nebrasce nie stosowano w ścianach drewnianych słupów, ponieważ drewno było trudno dostępne i drogie, był to więc najprawdopodobniej wybór podyktowany koniecznością. Współcześni zwolennicy nośnego zastosowania kostek słomy w ścianach używają (w różnym stopniu) jednego lub kilku z poniższych argumentów:

- oszczędność drewna ma znaczenie ekonomiczne i ekologiczne,
- brak słupków w ścianach ułatwia ich wznoszenie,
- nieprzerwana elementami konstrukcji ściana ma lepsze parametry izolacyjne.

Wszystkie te uzasadnienia mogą lub nie być słuszne – w zależności od wyboru punktu odniesienia i lokalnych warunków oraz szczegółów konstrukcji.

Zmniejszone zużycie drewna wydaje się najczęściej podkreślanym argumentem. W przypadku klasycznego rozwiązania *loadbearing*, wykorzystującego małe kostki, taka oszczędność faktycznie występuje, należy jednak pamiętać, że rezygnacja ze słupów drewnianych w ścianie nie oznacza rezygnacji z drewna w ogóle. W każdym przypadku pozostaje wykonanie podwalin, oczepów oraz obudów otworów okiennych. Oczepy i obudowy otworów w technice *loadbearing* nierzadko są bardziej materiałochłonne niż w konstrukcjach szkieletowych. Na podstawie doświadczenia projektowego i znajomości rozpowszechnionych w Polsce konstrukcji szkieletowych drewnianych w domach *straw bale* autor szacuje, że zużycie drewna na słupy na 1 mb ściany o wysokości 2,5 m (od podwaliny do oczepu) wynosi około 0,05 m<sup>3</sup> (technika *infill*)<sup>247</sup>. W skali parterowego budynku o wymiarach 8 × 12 m mówilibyśmy o oszczędności drewna rzędu 2 m<sup>3</sup> (przy czym dokładne porównanie jest możliwe tylko pod warunkiem uwzględnienia wszystkich elementów konstrukcji budynku). Dla osób budujących z ekstremalnie małym budżetem albo dążących do maksymalnej redukcji zużycia zasobów może to być przekonywający argument. Z punktu widzenia autora (i wielu projektantów) jest to jednak niewielka redukcja, biorąc pod uwagę zwiększone ryzyko, jakie niesie rozwiązanie *loadbearing*.

Ocena zastosowania dużych kostek słomy jako nośnych elementów w ścianie jest odrębnym zagadnieniem. W tym przypadku proste porównanie zawodzi – ponieważ prawie nie zdarza się, by budowano z dużych kostek w połączeniu ze szkieletem drewnianym. Natomiast porównanie do budynku z małych kostek to porównanie budynków o różnej charakterystyce. Analizę tego rodzaju, uwzględniającą nie tylko koszty budowy, ale wiele innych konsekwencji związanych z grubością ścian wykonano we Francji<sup>248</sup>. Wykazano, że zastosowanie kostek słomy jumbo (i w rezultacie powiększenie grubości ściany do 120 cm) wiąże się ze znacznym wzrostem nakładów, tj. ze zwiększeniem powierzchni zabudowy, powierzchni fundamentów, dachu, powierzchni do tynkowania. Wskazano też inne, ciekawsze zależności, np. zmniejszone doświetlenie i nasłonecznienie pomieszczeń przy tych samych wymiarach okien.

---

247 Policzono dla przykładowej konstrukcji o podwójnych słupach 6 × 12 cm rozstawionych co 80 cm, łączonych przewiązkami z desek, z uwzględnieniem desek służących do kompresji słomy.

248 L. Floissac, op.cit., s. 28–33.

Projektowanie nośnego zastosowania kostek słomy wiąże się z problemem braku norm czy eurokodu dla takich konstrukcji. Do ewentualnych obliczeń pozostaje przyjmowanie wartości pochodzących z licznych badań naukowych lub adaptacja wytycznych amerykańskich zawartych np. w International Residential Code<sup>249</sup>. Interesujący wgląd w „warsztat” pracy konstruktora w odniesieniu do budynków z kostek jumbo daje Guarneri na podstawie rozmów z inżynierem Peterem Braunem<sup>250</sup>. Zwraca uwagę, że podejście Brauna polega w dużym stopniu na kalkulacji ryzyka i opracowaniu scenariuszy obejmujących możliwości wprowadzenia dodatkowych zabezpieczeń na wypadek, gdyby eksperymentalne rozwiązanie nie spełniło oczekiwanych kryteriów.

## h) Akustyka (argument izolacyjności akustycznej)

Anegdotyczne relacje wskazywałyby, że budynki z kostek słomy mają szczególnie korzystne cechy jeśli chodzi o ochronę przed hałasem z zewnątrz, a także pod względem rozchodzenia się dźwięku w pomieszczeniach. Ta ostatnia cecha miałyby być osiągnięta poprzez relatywnie miękkie tynki gliniane, które często w domach *straw bale* mają nie w pełni płaskie/wygładzone powierzchnie.

Przegląd badań laboratoryjnych został opublikowany przez Koha i Kranonitisa, a zebrane wyniki izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych dla ścian zewnętrznych (Facade Sound Insulation Performance ISO 16283-3) mieściły się w przedziale 43–49 dB<sup>251</sup>.

Zarówno relacje praktyków, jak i wyniki badań wyraźnie wskazują, że izolacyjność akustyczna ścian *straw bale* jest silnie zależna od zastosowanej konstrukcji oraz materiałów towarzyszących słomie (zwłaszcza materiałów o dużej gęstości – np. tynków). Od strony wykonawczej kluczowym wyzwaniem jest szczelne wykonanie ściany i wszystkich połączeń (np. ze stolarką, stropem) i unikanie mostków akustycznych (np. belek przechodzących przez ścianę)<sup>252</sup>.

Przykładowe wartości izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych:

- ściana o układzie warstw: 1 cm tynku, 2 cm płyta izolacyjna z włókien drzewnych, 36 cm izolacji z kostek słomy między słupkami 6 × 30 cm, 2 cm płyta izolacyjna z włókien drzewnych, 1 cm tynku  
 $R_{w,R} = 43$  dB (wartość obliczeniowa wg DIN 4109:1989 Tab. 11)<sup>253</sup>,

- ściana o układzie warstw: 2 cm tynku, 2 cm płyta izolacyjna z włókien drzewnych, 36 cm izolacji z kostek słomy między słupkami 6 × 30 cm, 2 cm płyta izolacyjna z włókien drzewnych, 1 cm tynku  
 $R_{w,R} = 44$  dB (wartość obliczeniowa wg DIN 4109:1989 Tab. 11)<sup>254</sup>,

- ściana o układzie warstw: 9 cm płyta z drewna klejonego klejona krzyżowo, 50 cm izolacji z kostek słomy, 3–4 cm tynk gliniany zbrojony siatką z juty  $R_w/(C;C_1)=55(-3;-10)$  dB<sup>255</sup>,

249 International Residential Code Appendix S, International Code Council Inc., 2021.

250 A.B. Guarneri, op. cit., s. 236–255.

251 C.H. Koh, D. Kranonitis, *A review of material properties...*, op. cit., s. 10.

252 *Design of straw bale buildings...*, op. cit., s. 198–199.

253 Strohbaurichtlinie SBR-2019, op. cit., pkt. 3.3.

254 Ibidem.

255 MA 39 – VFA 2003-0524.01-04 Prüfbericht über Messungen der Luftschalldämmung einer



- ściana o układzie warstw: 6 cm płyta z włókien drzewnych (o gęstości 270 kg/m<sup>3</sup>), prefabrykat 40 cm konstrukcja drewniana/izolacja ze słomy (gęstość 98–127 kg/m<sup>3</sup>), 3 cm tynk gliniany (gęstość 1600 kg/m<sup>3</sup>) RW (C;Cr;C100-5000) = 54 (-1;-3;0)<sup>256</sup>.

W Białymstoku istnieje studio nagrań, znajdujące się w postindustrialnym budynku, gdzie do adaptacji pomieszczenia użyto kostek słomy i tynków glinianych<sup>257</sup>.

Muzyk Marek Bogdański w swoim domu z kostek słomy, w pomieszczeniu studio nagrań zastosował jednak specjalistyczne okładziny ściennie, oceniając na podstawie pomiaru, że przy samych tynkach glinianych pomieszczenie miało zbyt duży pogłos<sup>258</sup>. Firma DD-moduły udostępniła nagranie z polowego pomiaru natężenia dźwięku wewnątrz i na zewnątrz niewielkiego budynku z prefabrykatów słomianych<sup>259</sup>.

## i) Estetyka (argument piękna)

„Budynki *straw bale* (...) poprzez swą oryginalność i fotogeniczność (i będąc gwiazdami licznych materiałów medialnych) stały się dla wielu wprowadzeniem do szerszych zagadnień ekologicznego budownictwa...”<sup>260</sup>. „Ściany *straw bale* mają w sobie coś unikalnego. Szczególnie, gdy są wykończone tynkami glinianymi lub wapiennymi. (...) Są uniwersalne i rzeźbiarskie, a (...) nie całkiem proste ściany oddziałują kojąco na wiele osób, naturalne tynki przyjmują i odbijają światło, zmiennie, zależnie od pory dnia i roku. W domu ze słomy czujesz się niczym w przytulnym, ciepłym kokonie”<sup>261</sup>. Przytoczone zdania ilustrują dwa różne sposoby widzenia i oceny cech estetycznych *straw bale*. Obydwa odwołują się głównie do charakteru ścian, których masywny wyraz i bogate faktury tynków są znakiem rozpoznawczym domów z kostek słomy. Znamienne, że w drugim cytacie Rikki Nitzkin opisuje najważniejsze cechy domu od wewnątrz, co zdaniem autora jest właściwym, by zrozumieć, dlaczego ludzie doceniają budynki *straw bale* – także te, które na pierwszy rzut oka nie stanowią interesującej kompozycji architektonicznej. Zwłaszcza we wczesnej fazie rozwoju *straw bale* jako zjawiska „zrób to sam”, o atrakcyjności tych domów decydowała często odczuwalna wieloma zmysłami jakość wnętrza, z wyraźnie zaznaczonym śladem „ludzkiej ręki”.

Rozwój architektury *straw bale* wiąże się z rozszerzeniem zakresu poszukiwań estetycznych i różnych rozwiązań kompozycyjnych i projektowych. Można wśród nich dostrzec zarówno próby podkreślania „naturalnych” cech, jak też dostosowania techniki budowania do aktualnie panujących mód czy indywidualnych konceptów architektonicznych.

Za szczególnie ciekawe autor uważa realizacje architektów takich jak Werner Schmidt i Georg Bechter, którzy stosując kostki jumbo, stworzyli budynki o ścianach „super masywnych”, tak grubych, że wnęki okienne mogą nabierać charakteru oddzielnych

---

Strohballenwand mit Fassadenverkleidung bzw. Lehmputz, Magistrat der Stadt Wien 16.04.2003.

256 National Technical Assessment NTJ-01-061:2019 z 14.01.2019 – pkt. P.1.5.

257 <https://www.facebook.com/media/set/?set=a.1775219605835889&type=3> [dostęp 19.02.2023].

258 Dokładny cytat z korespondencji z Markiem Bogdańskim (18.01.2023): „nagrałem perkusję przy gołych ścianach to w zasadzie tak jakby mieć ściany z betonu, jeśli chodzi o pogłos”.

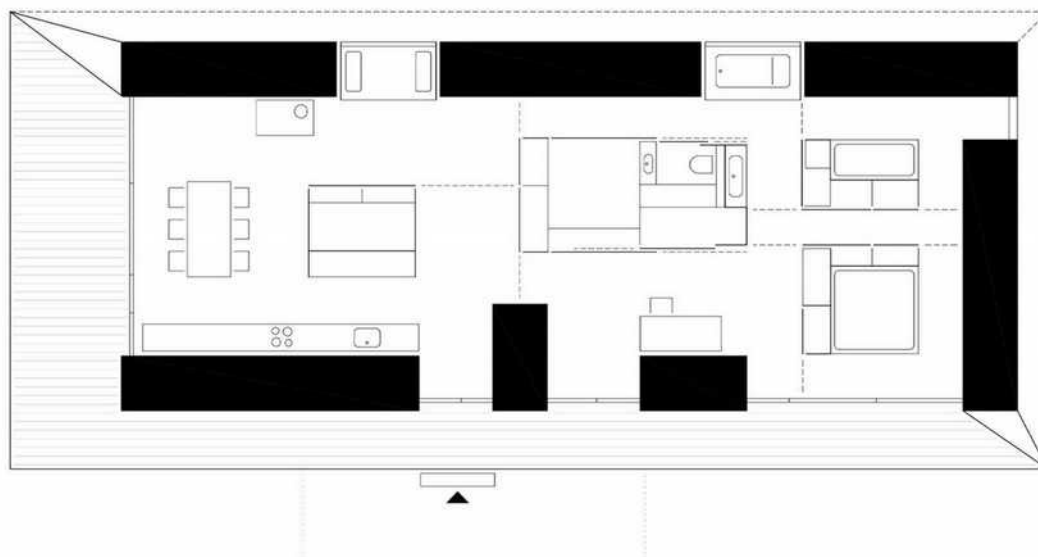
259 <https://fb.watch/iUPBelbTsq/> [dostęp 19.02.2023].

260 *Design of straw bale buildings*, op. cit., s. XXIII.

261 R. Nitzkin, M. Termens, op. cit., s. 4.

przestrzeni<sup>262</sup>, funkcjonalnych aneksów do pomieszczeń (niczym wnęki i wykusze w budynkach historycznych) lub przeciwnie – stawać się elementami definiującymi elewacje budynków (w zależności od umiejscowienia stolarki okiennej)<sup>263</sup>.

W ten sposób powstała swego rodzaju nowa jakość przestrzenna i estetyczna, wynik spotęgowania „naturalnych” cech architektury z kostek słomy.



[il. 39] Rzut Strohhaus w Dornbirn (Austria). Konstrukcja nośna ścian z kostek jumbo. Zwraca uwagę przestrzeń kąpielowa z wanną, która mieści się w grubości ściany. Budowa 2018. Proj. i rys. Georg Bechter Architektur + Design

Próba klasyfikacji architektonicznych trendów i zjawisk estetycznych w odniesieniu do architektury w Polsce została podjęta przez autora w części III.4

## j) Originalność (argument wyróżnienia się)

Budowanie z kostek słomy jest zdecydowanie bardziej znane jako zjawisko niż 20 lat temu, o czym świadczy wykazany w pracy przyrost realizacji. Mimo tego, nadal jest ilościowo zjawiskiem niszowym, „alternatywnym”, a tym samym budzącym zainteresowanie – także zainteresowanie mediów. Co dość zaskakujące – argument oryginalności, chęci zbudowania domu „inaczej” dość często pojawiał się w rozmowach prowadzonych przez autora. Nietypowość budynków *straw bale* prawie zawsze obejmuje proces budowy (materiały i technika) i może (ale nie musi) dotyczyć także wyglądu budynku (zagadnień estetyki), co omówiono powyżej.

262 Np. arch. Georg Bechter, Dom w Dornbirn, 2018 r.: <https://bechter.eu/strohhaus/1e-de#Slides/1> [dostęp 11.03.2023].

263 Np. arch. Werner Schmidt, Casa Steila Mar, Suchs, 2013–2014: <https://www.atelierschmidt.ch/sanierung-susch> [dostęp 11.03.2023].

## **k) Tradycja (argument powrotu lub nawiązania do tradycji)**

Budowanie z kostek słomy bywa przedstawiane jako powrót do tradycji (tradycyjnych i/lub historycznie stosowanych materiałów). Argument ten używany jest głównie dla podkreślenia, że słoma jako materiał może być odpowiednia dla polskiego klimatu i kultury.

W niedawno opublikowanym artykule naukowym można np. znaleźć takie zdania: „Zastosowanie w Polsce technologii *straw bale* wydaje się bardziej powrotem do korzeni niż nowym trendem. W Polsce użycie słomy, gliny i drewnianych desek jest datowane na X wiek i było podstawą wznoszenia pierwszych słowiańskich grodów i gontyn...”<sup>264</sup>. Fakt, że słoma jako budulec ma bardzo długą historię nie budzi wątpliwości. Zdaniem autora budowanie z kostek słomy jest jednak oddzielną, relatywnie nową i nie pochodzącą z Polski techniką budowania (patrz cz. II.2). Współczesne budynki wznoszone w tej technice łączą więc z historycznymi tylko zastosowane surowce, ale metody budowania są (w znacznym stopniu) inne. Nieporównywalne są też potrzeby użytkowe. W związku z powyższym możemy raczej mówić o inspiracji tradycją niż o powrocie do niej. Ciekawym tematem, który powinien stać się przedmiotem studiów antropologicznych i etnograficznych wydaje się rozwój praktyki rzemieślniczej związanej z techniką *straw bale*. Jesteśmy prawdopodobnie świadkami narodzin nowej tradycji – ponieważ w zakresie prac z materiałami takimi jak słoma czy glina ciągłość procesów przekazywania wiedzy rzemieślniczej została przerwana.

## **l) Wilgoć w przegrodach z kostek słomy (ochrona przed wilgocią, argument paroprzepuszczalności)**

Słoma jest materiałem trwałym w warunkach suchych, natomiast pod wpływem wody i/lub podwyższonej wilgotności może ulec rozkładowi w relatywnie krótkim czasie. Z tego powodu kostki słomy jako materiał budowlany muszą być chronione przed deszczem (i wodą z innych źródeł) na wszystkich etapach od produkcji, przez składowanie do wbudowania. Przegrody budowlane z kostek słomy muszą być projektowane z uwzględnieniem zabezpieczenia słomy przed wilgocią. Najczęściej (potocznie) formułowany argument o tym, że ściany *straw bale* „oddychają” odnosi się do ich (zwykle) małego oporu dyfuzyjnego. Ta cecha ma istotne znaczenie np. dla możliwości wysychania przegrody w razie zawilgocenia, ale konieczne jest jej rozpatrzenie w szerszym kontekście.

### **Deszcz i śnieg**

Ochrona przed deszczem i śniegiem to podstawowe zagadnienie dla zapewnienia trwałości wszystkich budynków, a tych z kostek słomy szczególnie. Tradycyjna brytyjska zasada budownictwa z gliny, przytaczana w kontekście *straw bale* mówi, że budynek musi mieć „dobre buty i kapelusz” (*good boots and a hat*)<sup>265</sup>,

264 M. Kozień-Woźniak et. al, op. cit., s. 52.

265 <https://strawbale.com/the-importance-of-a-good-hat/> [dostęp 19.02.2023].

czyli odpowiednio wysoką strefę cokołu i dach z okapami chroniącymi ściany przed deszczem. Zasada ta znajduje potwierdzenie w praktyce i badaniach. Dach stromy z okapami może chronić ściany przed opadami zarówno bezpośrednio (osłona od góry), jak i pośrednio – poprzez przekierowanie pędu wiatru w górę i łagodzenie oddziaływania zacinającego deszczu na ścianę<sup>266</sup>. W przypadku budynków o konstrukcji szkieletowej dach może najczęściej zostać wykonany przed wypełnieniem ścian kostkami słomy, co zapewnia ochronę wrażliwych etapów pracy przed deszczem. Szczególnie dach z szerokimi okapami ułatwia pracę na budowie i osłania zarówno ściany, jak i bezpośrednio ich otoczenie, co ma szczególnie duże znaczenie zanim planowane warstwy zabezpieczające słomę w ścianach zostaną wykonane. Inne cechy budynku – jego gabaryty, lokalizacja, sąsiedztwo, występowanie drzew – także mogą wpływać na stopień narażenia przegród na opady atmosferyczne. Dość powszechnie podejmowanym, niepotrzebnym ryzykiem jest projektowanie dachów dwuspadowych o dużych okapach tylko po dwóch stronach budynku, co pozostawia wysokie, tynkowane ściany szczytowe bez adekwatnej osłony.

Tynki gliniane, wapienne i wapienno-cementowe<sup>267</sup> powszechnie stosowane w budownictwie *straw bale* na świecie mogą podczas zacinającego deszczu wchłonać znaczne ilości wody, co jest niepożądane, ponieważ może prowadzić do zawilgocenia słomy i/lub utrzymywania się podwyższonej wilgotności względnej powietrza w ścianie przez dłuższy czas. Dlatego wymóg ochrony przed deszczem zapisany w aprobacie teletechnicznej AbZ Z-23.11-1595<sup>268</sup> został powtórzony także w *Podręczniku budowania z kostek słomy*<sup>269</sup>.

Zabezpieczenie ścian przed opadami może zostać częściowo osiągnięte przez rozwiązania projektowe podane wyżej (lokalizacja, okapy, osłona roślinnością itd.), jednak są to zabiegi niedające pełnej gwarancji wyeliminowania zagrożenia. Dlatego ETA-17/0247<sup>270</sup> podaje dodatkowe zalecenie, by tynk pokryty był warstwą hydrofobową. Wadą takiego rozwiązania jest konieczność regularnego odnawiania warstwy zabezpieczającej i brak skutecznej ochrony w przypadku wystąpienia pęknięć tynku. Do zastosowania nadają się tylko preparaty niewpływające w istotny sposób na podniesienie oporu dyfuzyjnego przegrody. Elewacje wentylowane skuteczniej chronią ściany budynku przed deszczem. Ich stosowanie zwiększa bezpieczeństwo wilgotnościowe ścian w przypadku wszystkich typów budynków, a w przypadku obiektów z kostek słomy niewyposażonych w okapy powinno być traktowane jako rozwiązanie niezbędne (przynajmniej w krajach, gdzie występują opady deszczu oraz zima). Z badań własnych w Polsce znane są autorowi przykłady domów zaprojektowanych z elewacjami tynkowanymi, które na etapie użytkowania zakrywano elewacją wentylowaną z desek, w związku z koniecznością ochrony przed zacinającym deszczem (jeden przypadek w zachodniopomorskim, drugi w okolicach Wrześni – obydwie w odsłoniętej lokalizacji).

Zgodnie z niemieckimi zasadami dobrej praktyki słomy nie należy montować w ścianach w strefie narażonej na odprysk wody deszczowej (strefie cokołu)<sup>271</sup>.

266 *Design of straw bale buildings*, op. cit., s. 146.

267 Wapienno-cementowe i cementowo-wapienne preferowane w USA, niepolecane w Europie.

268 AbZ Z-23.11-1595 z 03.06.2014 – szczegóły na końcu bibliografii.

269 G. Minke, B. Krick, op. cit., s. 29.

270 ETA-17/0247 z 21.06.2017 – szczegóły na końcu bibliografii.

271 Strohbaurichtlinie SBR-2019, op. cit., pkt 4.1.3.



Ochrona ścian przed śniegiem obejmuje przede wszystkim zaprojektowanie strefy cokołu tak, by śnieg nie zalegał w miejscu, w którym podczas topnienia mogłoby dojść do zawilgocenia ściany z kostek słomy i/lub tynków na tej ścianie. Także w tym zakresie okap dachu i/lub dodatkowe zadaszenia np. przed wejściem mogą pomóc w zmniejszeniu ilości śniegu zalegającego przy ścianach. Szczególnej uwagi wymaga projektowanie tarasów/balkonów oraz podestów/spoczników przed wejściem do budynku.

Detalem wymagającym dużej staranności projektowania i wykonania są wnęki okienne. Zgodnie ze Strohbaurichtlinie<sup>272</sup> okna należy montować w taki sposób, by uniemożliwić przedostanie się wody w miejsca łączenia ze ścianą, a pod parapetem zewnętrznym należy wykonywać dodatkową warstwę szczelną z wywinięciem pod okno i na szpalety. Wykonanie takiej warstwy jest dobrą praktyką już na wczesnym etapie budowy. Można jeszcze dodać, że tynk na bocznych powierzchniach wnęki okiennej nie powinien być w styku z powierzchnią parapetu, po której spływa woda.

Wadliwe wykonanie parapetów i przedostawanie się wody do środka ściany stało się przyczyną gnicia słomy w narażonej na deszcz ścianie domu w okolicach Krakowa, co doprowadziło do konieczności demontażu części ściany i usunięcia zgniłej słomy i zapleśniałych płyt<sup>273</sup>.



[il. 40] Wnęką okienna z charakterystycznymi zaokrągleniami narożników i drewnianym parapetem z bocznymi nadstawkami, które chronią tynk przed wodą. Przedszkole w Villingen-Schwenningen. Budowa 2013. Proj. Otto Merz. Fot. autor

272 Ibidem.

273 <https://siedem-wierzb.pl/smutna-historia-budowy-domu-ze-slomy-rozmowa-czarna-bezka-osbn/> [dostęp 19.02.2023].

## Wilgoć na etapie budowy

Poważnym zagrożeniem wilgotnościowym dla przegród z kostek słomy może być sam proces budowy. Wykonywanie tynków, wylewek i ewentualnie inne mokre procesy mogą prowadzić do niebezpiecznego podniesienia wilgotności wewnątrz i/lub w przegrodach budynku. W związku z tym wszystkie prace muszą być planowane z uwzględnieniem warunków pogodowych, tak by umożliwić wysychanie i/lub wiązanie (w zależności od procesu). Zalecane jest wykonywanie tynków wewnętrznych na ścianach *straw bale* wcześniej niż zewnętrznych (z wyjątkiem cienkiej warstwy podkładowej, tzw. szprycy, którą należy wykonać po obydwu stronach możliwie szybko ze względów przeciwpożarowych)<sup>274</sup>. Szczególnej uwagi wymaga wykonywanie grubych warstw tynku, zwłaszcza jeśli zawiera on domieszki organiczne, np. sieczkę słomianą. Zasady Strohbaurichtlinie zawierają zalecenie, by przy wykonywaniu warstw tynków grubszych niż 1,5 cm ustanowić osobę odpowiedzialną za monitorowanie procesu schnięcia/wiązania<sup>275</sup>. Jest to szczególnie potrzebne, jeśli osoba wykonująca tynki (np. profesjonalny tynkarz) musi opuścić po wykonaniu warstwy plac budowy.

Należy podkreślić, że planowanie prac mokrych w domu *straw bale* wymaga wiedzy i doświadczenia. W przypadku budów systemem gospodarczym bardzo często dochodzi do opóźnień, co może prowadzić do sytuacji, gdzie jedynym bezpiecznym wyjściem jest przełożenie prac takich jak wykonywanie tynków glinianych na kolejny sezon.

Przypadek wystąpienia pleśni na dużych powierzchniach wewnątrz domu w Mieściskich pod Poznaniem w skutek prowadzenia prac tynkarskich późną jesienią (i być może innych błędów) został opisany na nieistniejącym już forum Cohabitat w roku 2009<sup>276</sup>. Według informacji od inwestorów budowa została przerwana (i nie została skończona), ponieważ ekspertyza mykologiczna wskazała, że budynek nie nadawał się do zamieszkania<sup>277</sup>. W efekcie wykonawca, projektant i kierownik budowy wypłacili odszkodowanie<sup>278</sup>.

## Dyfuzja pary wodnej, zachowanie cieplno-wilgotnościowe przegród

Tematem szczególnie często poruszonym w artykułach naukowych jest zachowanie cieplno-wilgotnościowe przegród, w których użyto kostek słomy. Sprawa budzi zainteresowanie i kontrowersje, ponieważ w wielu stosowanych w praktyce układach warstw dochodzi do wkraplania wilgoci w przegrodzie.

Najbardziej rozpowszechnionym i historycznie pierwszym sposobem wykonywania ścian *straw bale* było ich obustronne tynkowanie bezpośrednio na słomę. W takich przypadkach – gdy wewnątrz budynku jest ogrzewane, a na zewnątrz panują ujemne temperatury, punkt rosy znajduje się zwykle wewnątrz ściany – w pobliżu jej

---

274 G. Minke, B. Krick, op. cit., s. 64.

275 Strohbaurichtlinie SBR-2019, op. cit., pkt. 6.2.3.

276 <http://forum.cohabitat.net/showthread.php?tid=118> [dostęp 2009, strona obecnie nie istnieje].

277 Informacja pochodzi z korespondencji autora z inwestorami (6.10.2010).

278 Informacja pochodzi z korespondencji z projektantem (29.11.2011).

zewnętrznej wyprawy tynkarskiej. To oznacza, że dochodzi do wykraplania, które często ma miejsce na styku słomy i zewnętrznego tynku. Sytuacja taka wiąże się z ryzykiem, ponieważ zawilgocona słoma może być zagrożona wzrostem grzybów pleśniowych (gdy temperatura osiągnie przedział, w którym rozwój grzybów jest możliwy i utrzyma się przez odpowiednio długi czas). To, czy sytuacja będzie krytyczna zależy od ilości wilgoci w ścianie, od zdolności ściany do przyjmowania (magazynowania) wilgoci oraz od wysychania. Jako przykładową próbę odpowiedzi na tę kwestię można przytoczyć artykuł, w którym Wojciech Drozd przedstawił obliczenia według polskich norm<sup>279</sup> dla ściany *straw bale* obustronnie tynkowanej tynkiem glinianym (co ciekawe – z grubszą warstwą po stronie zewnętrznej), w polskich warunkach klimatycznych<sup>280</sup>. Według tych badań wilgoć wkraplająca się w miesiącach zimowych wyschnie w kwietniu, w związku z czym uznano konstrukcję za bezpieczną. Należy jednak pamiętać, że obliczenia taką metodą mają charakter uproszczony i nie uwzględniają realnych warunków, np. podwyższonej wilgotności materiału w wyniku procesów budowlanych, mostków cieplnych i szczelności.

W historycznym budownictwie zwłaszcza w przypadku ścian jednowarstwowych (tynkowanych lub nie) często polegano na mechanizmach magazynowania i wysychania wilgoci. Także tynkowane ściany *straw bale* budynków kilkudziesięcio- (czy nawet ponad stu-) letnich przetrwały m.in. dzięki układowi warstw ściany umożliwiającemu wysychanie – oddawanie wilgoci – zarówno na zewnątrz, jak i do wewnątrz budynku.

W bardziej nieodległej przeszłości – zwłaszcza w drewnianym budownictwie szkieletowym, standardową praktyką stało się stosowanie barier paroizolacyjnych czy raczej „opóźniaczy przenikania pary”<sup>281</sup>, w celu wyeliminowania występowania punktu rosy w ścianie. Takie rozwiązanie działa poprawnie na poziomie obliczeń, ale w praktyce tylko w przypadku bardzo wysokiej jakości wykonania. W przypadku wykonania bariery paroizolacyjnej z błędami, np. szczelnościami, przegroda może ulec zawilgoceniu, a jej możliwości wysychania są obniżone<sup>282</sup>. Współcześnie za najbardziej wiarygodny sposób analizowania i projektowania przegród budowlanych uchodzi wykonywanie dla konkretnych budynków symulacji w programie WUFI, uwzględniających m.in. cechy materiałów i lokalne warunki klimatyczne<sup>283</sup>.

Na podstawie podręczników, artykułów, a przede wszystkim kolejnych aprobat i ocen technicznych dotyczących kostek słomy można prześledzić ścieranie się trzech wymienionych wyżej sposobów podchodzenia do projektowania przegród. W międzynarodowej społeczności *straw bale* istnieje silne przekonanie o zaletach stosowania ścian z kostek słomy obustronnie tynkowanych. Wywodzi się ono z historii *straw bale* – jako prostej, dostępnej techniki budowlanej. Na etapie próby dostosowania tej techniki do realiów współczesnego budownictwa w Europie pojawiła się konieczność weryfikacji rozwiązań i wypracowania zasad dobrej praktyki, które byłyby akceptowalne

279 PN-EN ISO 6946; PN-EN ISO 13788.

280 W. Drozd, *Light clay and straw bale solutions in contemporary housing construction*, „Zeszyty Naukowe”, tom 48, nr 1 (179), 2016.

281 Tłumaczenie *vapour barrier/retarder* jako „opóźniacz pary” wg: W. Nitka, *Szkieletowy dom drewniany*, Gdańsk 2013, s. 8.

282 *Design of straw bale buildings*, op. cit., s. 156–157.

283 Skrót oznacza program Wärme Und Feuchte Instationär, wydawca: Fraunhofer IBP, informacje online <https://wufi.de/en/> [dostęp 19.02.2023].

także przez środowisko inżynierów i administrację budowlaną, czyli grup cechujących się ostrożnym podejściem do oceny ryzyka w budownictwie.

Zmiany w rozumieniu zjawisk wilgotnościowych i ocenie związanego z nimi ryzyka ilustrują kolejne wersje aprobat technicznych i ETA w Niemczech:

- aprobata AbZ Z-23.11-1595 z lat 2006–2014: dopuszczone układy ścian z lekką barierą dla pary po stronie wewnętrznej, dodatkową płytą izolacyjną po stronie zewnętrznej i elewacją wentylowaną,
- aprobata AbZ Z-23.11-1595 zaktualizowana w 2014 roku: dopuszczone różne układy warstw ściany z elewacją wentylowaną (w tym tynkowane obustronnie), dopuszczone warunkowo układy warstw ściany z tynkami po obydwu stronach bez elewacji wentylowanej, pod warunkiem osłonięcia ściany przed deszczem,
- ETA-17/0247 z 2014 roku: dopuszczone różne układy warstw ściany z elewacją wentylowaną, a także dopuszczone układy warstw ściany z tynkami po obydwu stronach bez elewacji wentylowanej – pod warunkiem zastosowania hydrofobizacji tynku zewnętrznego. W przypadku  $sd \leq 0,4$  m tynku zewnętrznego dopuszczono także układy, w których tynk zewnętrzny cechuje większy opór dyfuzyjny niż tynk wewnętrzny.

Reasumując, zgodnie z zasadami Strohbaurichtlinie<sup>284</sup> oraz zapisami ETA-17/0247<sup>285</sup> za dopuszczalne i sprawdzone dla klimatu niemieckiego uznaje się szereg różnych rozwiązań ścian i dachów izolowanych kostkami słomy, w tym ściany obustronnie tynkowane, również takie, które po wewnętrznej stronie pokryte są tynkiem glinianym, a po zewnętrznej wapiennym (do określonej wartości  $sd$ ). Warunkiem (w każdym przypadku) jest zabezpieczenie ścian przed opadami. Rozwiązaniem zalecanym jest stosowanie elewacji wentylowanej. Zasady obowiązujące we Francji na prawach normy także zawierają kilka możliwych do zastosowania reguł uproszczonego doboru warstw ściany, zależnie od rodzaju materiałów (inne reguły dla płyt, inne dla tynków)<sup>286</sup>.

W Polsce w związku z brakiem norm czy innych wytycznych opracowanych konkretnie dla lokalnych warunków, dobranie warstw przegród pozostaje całkowicie w gestii projektantów budynku. Zagadnienie to musi być podejmowane całościowo i rozpatrywane razem ze sposobem zapewnienia ochrony przed opadami (usytuowanie, okapy, elewacje wentylowane, detale etc.).

Od strony projektowo-wykonawczej konieczna jest możliwie najwyższa staranność w unikaniu/minimalizowaniu nieszczelności i mostków cieplnych.

### **m) Bezpieczeństwo pożarowe (argument odporności ogniowej)**

Pytanie o bezpieczeństwo pożarowe domów ze słomy jest jednym z najczęściej zadawanych. Odpowiedź wymaga rozpatrzenia dwóch sytuacji: budowy i użytkowania obiektów. Wykonano wiele testów ogniowych, zarówno w USA, Kanadzie, jak i Europie – bazujących na odpowiednich normach. Wiele z nowszych testów prowadzonych w UE wykonywano na bazie zunifikowanych norm europejskich, co sprawia że wyniki jest łatwiej porównywać i interpretować.

### **Bezpieczeństwo pożarowe na etapie budowy**

284 Strohbaurichtlinie SBR-2019.

285 ETA-17/0247 z 21.06.2017 – szczegóły w bibliografii.

286 *Regles professionnelles...*, op.cit.

Na etapie budowy występuje podwyższone ryzyko pożaru, związane z używaniem samych kostek, ale przede wszystkim – z pojawianiem się luźnej słomy, która jest bardzo łatwopalna. Dobra praktyka obejmuje wprowadzenie podczas budowy zakazu palenia i używania otwartego ognia oraz zakazu używania narzędzi generujących iskry (np. cięcia stali szlifierką kątową). Luźną słomę, nieuchronnie pojawiającą się podczas przenoszenia, wbudowywania, docinania, „strzyżenia” kostek należy regularnie usuwać z przestrzeni pracy i składować w bezpiecznym miejscu lub wywozić. (Składowanie może być uzasadnione, bo luźna słoma nadaje się do „optykania” szczelin, a sieczka jako dodatek do tynku). Gdy kostki zostaną wbudowane w ściany i „ostrzyżone”, a luźna słoma usunięta, najbardziej krytyczny etap mija. Należy jednak dążyć do jak najszybszego pokrycia ścian warstwą podkładowego tynku (tzw. szprycy) lub płytowania (w zależności od projektu).

Wraz z wykonaniem tynku i/lub płytowań bezpieczeństwo znacznie się podnosi, jednak przez cały okres budowy należy brać pod uwagę, że budynek wznoszony jest z materiałów palnych (słoma, drewno). Wszyscy pracujący na budowie powinni być o tym poinformowani i przeszkoleni – także dlatego, że w Polsce większość ekip budowlanych ma doświadczenia związane tylko z budownictwem murowanym. Pewne niebezpieczne z punktu widzenia budowy procesy można też wyeliminować poprzez decyzje projektowe – np. nie należy projektować papy zgrzewanej jako hydroizolacji podłogi czy balkonu w budynku *straw bale*. Stosowanie prefabrykowanych paneli z drewna i słomy także może zmniejszać ryzyko pożaru, ponieważ skraca czas, kiedy na budowie znajduje się niezabezpieczona słoma i drewno oraz znacznie (prawie całkowicie) ogranicza ilość luźnej słomy na budowie.

## Reakcja na ogień

Kostka słomy (słoma sprasowana do gęstości min. 85 kg/m<sup>3</sup>), bez jakichkolwiek dodatków, według wszystkich znanych aprobat i ETA<sup>287</sup> ma klasę E (tzw. euroklasę), czyli jest materiałem palnym o dużym udziale w pożarze (zgodnie z normą EN 13501). Jest to minimalna klasa dopuszczająca materiał do zastosowania, np. w roli izolacji termicznej budynków. Klasa została określona na podstawie testów reakcji na ogień.

## NRO

Parametr nierozprzestrzeniania ognia przez ścianę (NRO) przy oddziaływaniu ognia od zewnątrz badany był w naszym kraju na podstawie polskiej normy PN-90/B-0286<sup>288</sup>. Badanie takie zostało zlecone przez OSBN i wykonane w akredytowanym laboratorium<sup>289</sup>. Badane próbki ścian słomianych pokryte tynkiem wapiennym zostały sklasyfikowane jako NRO<sup>290</sup> (w badanym zakresie, czyli pod względem oddziaływania ognia od zewnątrz).

---

287 Lista dokumentów aprobat technicznych i ocen technicznych wyrobów znajduje się na końcu bibliografii.

288 Norma PN-90/B-02867 + Az1: 2001 Ochrona przeciwpożarowa budynków. Metoda badania stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany.

289 Ignis Reaction to Fire Piotr Antonowicz, Marek Łuciuk.

290 Klasyfikacja ogniowa nr: K/09/NRO/2017 oraz Raport z Badań 09/NRO/2017/T1 dostępny u zleceniodawcy badań: [info@osbn.pl](mailto:info@osbn.pl).





[il. 41] Badanie NRO (nierozprzestrzeniania ognia) ściany z kostek słomy z tynkiem wapiennym. Laboratorium Ignis, Swory, 2017. Fot. autor

## Odporność ogniowa

Ściany z kostek słomy osiągają zaskakujące – bardzo korzystne wyniki – w testach odporności ogniowej REI (R – nośność, E – szczelność, I – izolacyjność).

W tego rodzaju testach, przedmiotem badania są próbki o wymiarach rzędu  $3 \times 3 \text{ m}^{291}$  reprezentujące wykończone ściany. W zależności od przeznaczenia ściany test może być wykonywany pod obciążeniem lub nie.

Testy tego typu wykonano już wielokrotnie, w różnych krajach. Przykładem może być np. test przeprowadzony w Pradze w 2011 roku. Klasyfikacja: REI120, ściana z kostek słomy otynkowana ok. 3 cm tynku, badanie przeprowadzono zgodnie z ČSN EN 1363-1: 2000<sup>292</sup>. W ramach testów odporności ogniowej na oddziaływanie ognia od wewnątrz budynku ściany poddawane są działaniu płomieni i temperatur przekraczających  $1000^{\circ}\text{C}$  (temperatura narasta wraz z czasem badania). Test uznaje się za zdany, jeśli przez odpowiednio długi czas, np. 30, 60, 90, 120 minut, przez ścianę nie przedostanie się ogień, dym ani wysoka temperatura. Praktyczne znaczenie testu związane jest z tym, jak długo przegroda chroni ludzi przed pożarem i pytaniem, ile czasu będą mieli na ewakuację.

Test odporności ogniowej przy oddziaływaniu ognia z zewnątrz został przeprowadzony na panelach firmy EcoCocon pokrytych 60 mm warstwą płyt izolacyjnych z włókien drzewnych po stronie ognia i z tynkiem po drugiej stronie. Uzyskano wynik REIfe120.

---

291 Dokładne wymiary różnią się pomiędzy testami w zależności od normy odniesienia, stanowiska badawczego oraz potrzebnej wysokości kondygnacji.

292 *Protokol o zkoušce požární odolnosti č Pr-11-2.096*, z 2011.09.15, <http://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyzkum&sub=30>, [dostęp 19.02.2023].

W tym teście temperatury oddziaływające na ścianę nie przekraczały 680°C<sup>293</sup>. Lektura raportów z badań pokazuje wyraźnie, że odporność ogniowa ściany z kostek słomy nie polega tylko na odporności tynku czy płyt zabezpieczających ścianę. W niektórych testach dochodziło do pęknięcia i/lub odpadania tynku po stronie ognia już po kilkudziesięciu minutach, jednak ściana przechodziła pozytywnie test 90<sup>294</sup>, a nawet 120-minutowy<sup>295</sup>.

W przypadku testu paneli EcoCocon z płytami izolacyjnymi z włókien drzewnych, płyty chroniły konstrukcję przez ok. 55 minut, po tym czasie aż do 120. minuty ogień oddziaływał bezpośrednio na słomę, lecz test został zakończony wynikiem pozytywnym.

Wynika to z faktu, że dobrze sprasowana słoma zachowuje się podczas pożaru podobnie jak drewno – dochodzi do powierzchniowego zwęglenia, które następnie spowalnia oddziaływanie ognia w głąb materiału.

## Inne testy

Słoma, podobnie jak drewno, może ulec zapłonowi pod wpływem oddziaływania wysokiej temperatury – nawet bez kontaktu z płomieniem. W ramach przygotowań do budowy pięciokondygnacyjnego Norddeutsche Zentrum für Nachhaltiges Bauen NZNB (proj. Thomas Isselhard, Dirk Scharmer) przeprowadzono specjalne testy, by określić, jaka grubość tynku (warstwy ochronnej) pozwoli wykluczyć takie zagrożenie. Za nieprzekraczalną temperaturę graniczną uznano 200°C (temperatura, w której słoma zaczyna się przebarwiać). Klasę ochrony *Kapselklasse* K<sup>2</sup>60 wg DIN- EN 14135 udało się osiągnąć, stosując 6 cm grubości tynk wapienny<sup>296</sup>. We Francji przeprowadzono także test ogniowy na makiecie 1:1 obiektu dwukondygnacyjnego<sup>297</sup>.

## Požary

W USA Bob Theis zebrał 14 relacji o pożarach, które wydarzyły się do 2006 roku. Z jego podsumowania wynika, że objęte pożarami budynki, mające otynkowane ściany w 5 z 6 przypadków zostały tylko lokalnie uszkodzone. W przypadku pożarów na etapie odsłoniętej słomy (przed tynkami) zseść na osiem skończyło się całkowitym zniszczeniem obiektu w budowie<sup>298</sup>.

---

293 Prezentacja wyników: [https://ecococon.eu/assets/downloads/c4\\_reaction-to-fire-and-fire-resistance.pdf](https://ecococon.eu/assets/downloads/c4_reaction-to-fire-and-fire-resistance.pdf) [dostęp 19.02.2023].

294 Prüfbericht über Brandverhalten einer Strohballenwand MA39-VFA 2000-0644.04 z 7.02.2000 <https://baubiologie.at/download/zertifikate/F90.html> [dostęp 19.02.2023].

295 *Protokol o zkousce požární...*, op. cit.

296 B. Kampmeier, J. Wachtling, *Norddeutsches Zentrum für nachhaltiges Bauen – Pilotprojekt mit angewandter Forschung*, Braunschweiger Brandschutz-Tage 2012 (..), Brunszwik 2012, s. 157.

297 Rapport D'essai N° 26021044 Concernant Le Comportement Au Feu D'un Element De Façade, z dnia 23.10.2009, [https://www.rfcp.fr/wpcontent/uploads/fichiers/FEU\\_Essai\\_LEPIR\\_Gaujard\\_lab0\\_CSTB.pdf](https://www.rfcp.fr/wpcontent/uploads/fichiers/FEU_Essai_LEPIR_Gaujard_lab0_CSTB.pdf) [dostęp 19.02.2023].

298 *Design of straw bale buildings*, op. cit., s. 176–177.

Istnieje sporo podobnych – anegdotycznych – relacji, które przynajmniej częściowo potwierdzają wyniki badań: tynkowane ściany z kostek słomy powoli poddają się oddziaływaniu płomieni.

Nie zmienia to jednak faktu, że wewnątrz ściany znajduje się materiał palny, który, jeśli się zapali, może się powoli tlić przez długi czas i jest trudny do gaszenia.

W Polsce doszło już do pożarów budynków *straw bale*. Szczególnie dobrze znanym przykładem jest pożar na budowie domu w tzw. Ekoosadzie Bardo (miejscowość Opolnica, pow. kłodzki). Pożar został zaprószone poprzez używanie szlifierki kątovej do cięcia metalu, podczas prac z kostkami słomy. Iskry zapaliły luźną słomę, a w wietrzny i suchy dzień pożar rozprzestrzenił się na tyle szybko, że szkielet drewniany budynku wraz ze słomianym wypełnieniem spłonęły doszczętnie. Dom został odbudowany (częściowo dzięki publicznej zbiórce) zgodnie z projektem (tzn. dokończono jego budowę, wykonując ponownie zniszczoną konstrukcję)<sup>299</sup>. W przypadku budowy z prefabrykatów drewniano-słomianych w okolicach Gdańska doszło do pożaru na budowie, na etapie realizacji stanu surowego, podczas gdy nikogo tam nie było. Jako prawdopodobne przyczyny rozważano instalację elektryczną budowy lub podpalenie<sup>300</sup>.

Na co najmniej dwóch budowach doszło do zaprószenia ognia podczas pracy z palnikami gazowymi (zgrzewanie papy), ale ogień udało się zgasić dzięki szybkiej reakcji wykonawców.



[il. 42] Pożar domu na etapie budowy w Ekoosadzie Bardo, 18.08.2014. Fot. Ekoosada Bardo

299 [https://polakpotrafi.pl/projekt/ekoosada?utm\\_source=wklejka](https://polakpotrafi.pl/projekt/ekoosada?utm_source=wklejka) [dostęp 19.02.2023].

300 <https://zrzutka.pl/pbcjkk> [dostęp 19.02.2023].

Znane przykłady pożarów w budynkach użytkowanych w większości przypadków były związane z wadliwym zaprojektowaniem, wykonaniem lub użytkowaniem źródeł ciepła opalanych paliwem stałym i/lub kominów. W przypadku pracowni ceramicznej Baobab (Podlasie) zapalił się dach, najprawdopodobniej od komina<sup>301</sup>. W domu w Stawigudzie, snop isker z kotła padł na drewniany strop, na którym jako izolacja leżały luźne, nieotynkowane kostki słomy<sup>302</sup>. W domu w Badowie Górnym pożar zaczął się w nocy, od dachu – najprawdopodobniej od komina i pokrycia dachowego z wióra osikowego<sup>303</sup>. We wszystkich powyższych przypadkach otynkowane ściany z kostek słomy zostały zniszczone dopiero w wyniku akcji gaśniczej obejmującej zalanie ich wodą, a także mechaniczne rozbijanie tynków w celu sprawdzenia, czy w ścianach nie ma zarzewi ognia. W dwóch z powyższych przypadków akcją gaśniczą przetrwała konstrukcja drewniana i budynki odtworzono – w przypadku Pracowni Baobab ponownie stosując kostki słomy, w przypadku domu w Stawigudzie – z użyciem innych materiałów izolacyjnych.

W budynku łączącym cechy agroturystyki i pracowni ceramicznej znanym pod nazwą „Kapkozy Szkoła Wrażliwości” (woj. świętokrzyskie) przyczyna pożaru nie została jednoznacznie ustalona, ale za prawdopodobny scenariusz właściciele uznali awarię instalacji elektrycznej<sup>304</sup>. Budynek (kryty wiórem osikowym) spłonął całkowicie, a w kolejnym sezonie został odbudowany – ponownie z zastosowaniem kostek słomy (za drugim razem w formie prefabrykatów).

**Powyższe wyliczenie nasuwa refleksję, że argument o wysokiej odporności ogniowej ścian *straw bale* nie powinien być stosowany w oderwaniu od pozostałych aspektów bezpieczeństwa pożarowego.**

**W przypadku kostek słomy mamy do czynienia z materiałem palnym, co niesie za sobą konieczność podwyższonej ostrożności podczas projektowania, budowy i użytkowania.**

Domy *straw bale* są najczęściej obiektami o konstrukcji drewnianej, często z drewnianymi, odsłoniętymi stropami, drewnianymi elementami wykończenia, podłogami itd. Nierzadko stosowane są pokrycia drewniane dachu (wiór osikowy, dranice etc). Wszystko to, w połączeniu z często występującymi w tego typu domach źródłami ciepła, takimi jak kominki / „kozy”/ piece/ kotły na paliwo stałe, stanowi o potencjalnym ryzyku. Ryzyko to może być w znacznym stopniu ograniczone poprzez poprawne projektowanie, wykonanie i użytkowanie. Niestety – zwłaszcza w przypadku budów systemem gospodarczym – bywa dokładnie odwrotnie: niepotrzebne ryzyko pojawia się w wyniku błędów budowlanych, braku wiedzy czy presji czasowej, by np. zacząć użytkowanie pomimo niezakończonych prac.

---

301 Opis na podstawie korespondencji z Moniką Sierakowską, która pracowała w ekipie wykonującej odbudowę po pożarze (12.2014).

302 Opis na podstawie rozmowy z Adamem Bałą – inwestorem, świadkiem pożaru.

303 <https://zachodniemazowsze.info/tag/badow-gorny/> [dostęp 19.02.2023].

304 <https://echodnia.eu/swietokrzyskie/wielki-nocny-pozar-w-kapkazach-splonela-slynnna-szkola-wrazliwosci-zobaczcie-film-i-zdjecia/ar/c8-15899433> [dostęp 19.02.2023].

## n) Gryzonie, insekty, grzyby (argument „niegorszej odporności”)

### Gryzonie i insekty

Pytanie o to, czy myszy „nie zjedzą domu” i/lub nie zalęgną się w ścianach pojawia się prawie zawsze w rozmowach z osobami, które pierwszy raz słyszą o budowaniu z kostek słomy. Odpowiedź zawarta w Strohbaurichtlinie brzmi: „Właściwie wykonane budynki izolowane słomą nie są szczególnie narażone na działanie małych zwierząt i insektów”<sup>305</sup>. Warto zwrócić uwagę na słowo „szczególnie” – odnosi się ono zapewne do faktu, że zagrożenie pojawieniem się szkodników jednak występuje, a większość materiałów izolacyjnych w budownictwie może służyć bytowaniu/schronieniu dla gryzoni.

Zabezpieczenie przeciw szkodnikom w przypadku *straw bale* polega przede wszystkim na szczelnym wykonaniu tynków lub płytowań (tynki lub płyty o grubości co najmniej 2 cm) oraz na zwartym i gęstym wypełnieniu ścian słomą. Warunki te są zbieżne z wymaganiami i tak niezbędnymi ze względu na szczelność budynku i/lub wymagania przeciwpożarowe. Wskazane jest, by słoma była dobrze wymłócona i zawierała jak najmniej ziaren. Dodatkowe zabezpieczenia (dość powszechnie stosowane w Polsce) to wtapianie siatki stalowej o drobnych oczkach w warstwę tynku, najczęściej w dolnej strefie ściany. Za pomocą drobnej siatki lub blachy perforowanej zabezpiecza się wloty i wyloty szczelin wentylacyjnych elewacji i dachu.

Od strony organizacji budowy bardzo ważne jest wykonanie warstw zabezpieczających (np. tynków) możliwie szybko po wbudowaniu słomy, a zwłaszcza dopilnowanie, by ściany w stanie niezabezpieczonym nie zostały zostawione na zimę.

Autorowi nie są znane z praktyki w Polsce sytuacje kłopotliwej/zwiększonej obecności owadów w budynkach *straw bale*, ale ogólne opisy pojedynczych incydentów tego rodzaju w USA, Izraelu i Australii można znaleźć w przywoływanej już książce *Design of straw bale buildings*. Opisywane zbiorczo przykłady miałyby obejmować pojawianie się wewnątrz budynku dużych ilości drobnych owadów w okresie wiosennym. Autorzy za przyczynę tego rodzaju kłopotów uznają problem z wilgocią (zamoknięciem słomy) w ścianie, wskazując, że ustawały one po wyschnięciu ściany/usunięciu źródła problemu (np. usterki dachu). W publikacji omówiono też kwestię zagrożenia termitami (które jest bardzo ograniczone jeśli chodzi o słomę, ponieważ większość gatunków termitów jest wyspecjalizowana w żerowaniu w/na drewnie)<sup>306</sup>.

W zewnętrznych tynkach glinianych mogą tworzyć gniazda niegroźne dla człowieka owady, np. błonkówki. Czynione przez nie ubytki tynku są minimalne, a budynek może w ten sposób pozytywnie wpłynąć na bioróżnorodność. W Wigierskim Parku Narodowym podjęto szereg działań związanych z ratowaniem historycznych budynków glinianych – właśnie ze względu na ochronę owadów<sup>307</sup>.

305 Strohbaurichtlinie SBR-2019 pkt 6.1.2.

306 *Design of straw bale buildings*, op. cit., s. 203–207.

307 <https://www.wigry.org.pl/kronika/glinobitka.pdf> [dostęp 19.02.2023].





[il. 43] Gniazda błonkówek w tynku glinianym, dom *straw bale* w Eksperymentalnej Farmie Stoczki (okolice Sieradza). Fot. autor

## Grzyby

Słoma jest materiałem pochodzenia roślinnego, zawiera składniki odżywcze przyswajalne przez grzyby, choć ulega kompostowaniu wolniej niż zielone części roślin – ponieważ zawiera relatywnie mało azotu w stosunku do węgla (proporcje w przedziale 1:70 do 1:120)<sup>308</sup>. Kostki słomy zebrane z pola zawierają w sobie zarodniki grzybów. Według badań słomę określa się pod względem możliwości wzrostu grzybów jako substrat grupy I (niem. *Substratgruppe I* wg skali 0-I-II-III opracowanej przez K. Sedlebauera)<sup>309</sup>. W praktyce należy brać pod uwagę, że słoma jest mniej odporna na wzrost grzybów niż porównywalne materiały izolacyjne, np. celuloza (które są zwykle zabezpieczane chemicznie).

Ponieważ materiał przed wbudowaniem nie jest poddawany ani obróbce termicznej, ani nie są dodawane do niego substancje chemiczne, ochrona słomy polega przede wszystkim na zabezpieczeniu przed wilgocią, tj. niedopuszczeniu do powstania w przegrodzie warunków do rozwoju grzybów (patrz cz. II.1). Pewne znaczenie ma szczelność warstw tynków (czy innych warstw zabezpieczających słomę), która ogranicza dopływ tlenu do wnętrza ściany (dostęp do tlenu jest jednym z czynników regulujących tempo rozwoju grzybów). Tynki zwykle stosowane w budynkach *straw bale* są mało podatne na wzrost grzybów na ich powierzchni, ponieważ są to tynki mineralne (nie zawierają składników odżywczych) i mają lekko zasadowy (glina) lub silnie zasadowy (wapno) odczyn. Argument czysto mineralnego składu nie dotyczy jednak tynków, w których zastosowano domieszkę siewki lub innych naturalnych włókien.

308 *Design of straw bale buildings*, op. cit., s. 162–163.

309 *Strohbaurichtlinie*, op. cit., pkt 3.4.2.

## II.5. Normy, regulacje prawne, certyfikacja

### a) Podstawy prawne, drogi dopuszczenia do zastosowania kostek słomy i uzyskiwania zgód budowlanych

Sytuacja obecnie różni się w poszczególnych krajach, ale można wyróżnić (stosując znaczny stopień uogólnienia) cztery podstawowe modele, które umożliwiają wznoszenie budynków z kostek słomy zgodnie z prawem.

#### - Budowanie z kostek słomy obiektów, co do których prawo dopuszcza realizację na podstawie uproszczonych procedur lub w ogóle nie narzuca kontroli

W wielu krajach wznoszenie niewielkich obiektów (np. małych budynków gospodarczych) nie podlega ścisłej kontroli (np. w Wielkiej Brytanii małe obiekty w ogródkach z tyłu domu – jako *generally permitted development*).

W USA w niektórych obszarach, zwłaszcza tych o niskiej gęstości zaludnienia, nie ma przyjętych regulacji *building codes* dla budownictwa indywidualnego, które opisywałyby dopuszczalne konstrukcje, i tym samym budujący domy jednorodzinne mają prawie nieograniczoną swobodę ich wznoszenia.

W Polsce, w praktyce, bardzo uproszczone procedury dotyczą: budynków gospodarczych do 35 m<sup>2</sup>, budynków rekreacji indywidualnej do 35 m<sup>2</sup> (a od 2022 roku również do 70 m<sup>2</sup> pod pewnymi warunkami konstrukcyjnymi), czyli obiektów, które mogą być realizowane na podstawie zgłoszenia, do którego nie ma obowiązku załączenia projektu budowlanego<sup>310</sup>. Dla obiektów małej architektury oraz wiat w większości przypadków nie trzeba nawet zgłoszenia<sup>311</sup>. Od strony formalnej bezpiecznym rozwiązaniem byłoby zapewne w przypadkach wszystkich budynków, także tych małych, stosowanie kostek słomy na podstawie „jednostkowego dopuszczenia do zastosowania”<sup>312</sup> (patrz następny punkt).

#### - Budowanie z kostek słomy na podstawie jednostkowego dopuszczenia/pozwolenia i/lub różnego rodzaju wyjątki w przepisach

W tej grupie mowa o różnych drogach formalnych, których wspólnym mianownikiem jest występowanie indywidualnego rozwiązania projektowego i/lub indywidualnych decyzji administracyjnych, takie rozwiązania dopuszczających. Szczegóły różnią się istotnie w poszczególnych krajach.

W Niemczech istnieje np. procedura wydawania pozwoleń na budowę dla pojedynczych przypadków. Była ona stosowana wobec budynków *straw bale*, zanim pojawiły się odpowiednie aprobaty i dokumenty EOT. Jest też nadal wykorzystywana, gdy projektowane zastosowanie kostek słomy wykracza poza zakres opisany w EOT (np. gdy chodzi o nośne zastosowanie kostek słomy). Procedura ta wymaga nie tylko dodatkowej dokumentacji projektowej i technicznej, ale też jest odpłatna (wnioskodawca pokrywa koszty pracy urzędu przy analizie dokumentacji)<sup>313</sup>. W Wielkiej Brytanii istnieje możliwość wykazania przydatności technik budowlanych

310 Ustawa – *Prawo budowlane* z dnia 7 lipca 1994 r. z późniejszymi zmianami, art. 29.

311 Ibidem.

312 Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (z późniejszymi zmianami).

313 G. Minke, B. Krick, op. cit., s. 76.

na zasadzie precedensu, co jest prawdopodobnie jednym z czynników, dzięki któremu w tym kraju powstało dużo budynków *loadbearing straw bale* (jak na warunki europejskie). Także w Szwajcarii wydawane są pozwolenia na budowę domów o nośnym zastosowaniu kostek słomy, a w systemie prawnym nacisk położono na odpowiedzialność projektanta za rozwiązania techniczne<sup>314</sup>.

W Polsce dopuszczenie do „jednostkowego zastosowania” kostki słomy (czy izolacji z kostek słomy) może nastąpić na podstawie art. 10 *Ustawy o wyrobach budowlanych*<sup>315</sup>, a sama procedura zgłoszenia czy pozwolenia na budowę dla budynku, w którym zastosowano taki wyrób nie powinna odbiegać od typowej.

#### **- Dopuszczenie słomy (kostek, prefabrykatów itd.) jako wyrobu budowlanego do obrotu handlowego i budownictwa na podstawie krajowej lub europejskiej oceny technicznej (KOT lub EOT)<sup>316</sup>**

W takim przypadku kostka słomiana/panel drewniano-słomiany itp. konkretnego producenta zostaje przebadany i oceniony przez odpowiednie instytucje. Produkt może następnie funkcjonować na rynku europejskim, tak samo jak każdy inny wyrób budowlany. Cechy i zakres stosowania wyrobu zostają sprecyzowane, jasny jest podział odpowiedzialności – w tym odpowiedzialność producenta. Co do zasady – projektowanie, a następnie proces pozwolenia na budowę przebiega w takim przypadku zupełnie standardowo.

Jakkolwiek przepisy w UE są w dużym stopniu zunifikowane, lokalne różnice mogą prowadzić do konieczności przeprowadzenia dla wyrobu dodatkowych badań (w Polsce np. badań NRO). Należy też podkreślić, że oceny KOT lub EOT (a dawniej aprobaty techniczne) są wydawane dla konkretnego producenta i dotyczą tylko jego wyrobów. Mogłoby się wydawać że sytuacja, w której zaledwie kilka firm w UE posiada oceny techniczne, prowadzi do centralizacji produkcji i uniemożliwia zastawanie lokalnie wytwarzanej słomy. Na szczęście znaleziono rozwiązanie i zarówno niemiecka firma BauStroh, jak i austriacka SonnenKlee świadczą też usługi polegające na badaniu jakości i certyfikacji kostek słomy wyprodukowanej przez rolników.

#### **- Budowanie z kostek słomy na podstawie regulacji prawnych na poziomie lokalnym lub państwowym**

Szczegółowe regulacje dla *straw bale* wprowadzono w USA najpierw w *building codes*, w niektórych stanach czy nawet pojedynczych hrabstwach (*counties*), a od 2015 jako aneks do *International Residential Code*. Regulacje w USA są preskrytywne, obejmują wytyczne stosowania konkretnych, sprawdzonych rozwiązań. Z jednej strony, regulacje tego rodzaju mają pewne zalety: zmniejszają niepewność i ryzyko (jako obowiązujące, sprawdzone reguły, na których można oprzeć praktykę zawodową), a często także (przynajmniej w teorii) poprawiają jakość i bezpieczeństwo budownictwa, ustanawiając minimalne wymagania techniczne. Z drugiej strony, jeśli

314 A.B. Guarneri, op. cit. s. 236–238.

315 *Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (z późniejszymi zmianami)*.

316 <https://www.itb.pl/europejskie-oceny-techniczne-krajowe-oceny-i-rekomendacje-techniczne> [dostęp 19.02.2023].

są źle napisane lub nadto restrykcyjne, mogą ograniczać rozwój technik budowania<sup>317</sup>. Takie negatywne zjawiska były dyskutowane w przypadku pierwszych *straw bale codes* z lat 90. w USA, które np. nakazywały zawsze zbroić ściany stalowymi prętami.

Reguły profesjonalnej praktyki budowania ze słomy<sup>318</sup> (funkcjonujące na zasadach zbliżonych do norm) wprowadzono we Francji. Podobne rozwiązania istnieją tam także dla tradycyjnych rzemiosł budowlanych. Zasady te mają unikatową formę, związaną z systemem prawnym, w którym funkcjonuje wyraźny podział na osoby budujące dom dla siebie i profesjonalnych wykonawców. Pierwszej grupie prawo zostawia dużą swobodę, przed drugą stawia znaczne ograniczenia, związane z odpowiedzialnością i gwarancją jakości. *Règles Professionnelles...* obowiązują wykonawców profesjonalnych i stanowią podstawę działania rzemieślników budujących z wykorzystaniem słomy<sup>319</sup>. Zasady obejmują zarówno zapisy na temat jakości materiału, jak i reguły jego wbudowania, odpowiednich konstrukcji i materiałów wykończeniowych, przy czym nie narzucają konkretnych rozwiązań. Aneksy obejmują wzory kart, które powinny służyć wykonawcom budynków *straw bale* do dokumentowania procesu budowy i kontroli jakości poszczególnych etapów. Zwraca uwagę, że zalecenia mają charakter praktyczny, a wiele z zaproponowanych testów (np. test przyczepności tynku<sup>320</sup>) można wykonać w warunkach budowy bez specjalistycznego sprzętu.

Niezależnie od tego, jakie rezultaty przyniosły próby „normalizacji” wykorzystania kostek słomy w budownictwie w poszczególnych krajach, podkreślić należy, że zawsze podstawą zmian była silna społeczność osób profesjonalnie zainteresowanych budowaniem ze słomy oraz przeprowadzeniem stosownych badań<sup>321</sup>.

## b) Przydatne dokumenty i regulacje

W tabelach poniżej zestawiono aktualne i potencjalnie przydatne w praktyce projektowej dokumenty dotyczące stosowania kostek słomy w budownictwie. Pierwsza tabela zawiera krótką charakterystykę ocen technicznych (KOT, EOT) wyrobów, które mogą być stosowane w budownictwie, ponieważ są dopuszczone do obrotu w Unii Europejskiej. Dokumenty te stanowią też ważne źródło wiedzy technicznej. W drugiej tabeli zestawiono dokumenty/regulacje dotyczące techniki *straw bale*. Nie są one obowiązujące poza krajami, które je przyjęły, ale stanowią źródło informacji o zasadach dobrej praktyki.

---

317 D. Eisenberg, M. Hammer, *Strawbale Construction and Its Evolution in Building Codes*, „Building Safety Journal Online”, Luty 2014, dostępne online:

[https://www.strawbuilding.org/Resources/Documents/Strawbale\\_Construction\\_Building\\_Codes.pdf](https://www.strawbuilding.org/Resources/Documents/Strawbale_Construction_Building_Codes.pdf) [dostęp 19.02.2023].

318 *Règles Professionnelles de la construction en paille 2012*, rew. 3 2018.

319 Podsumowanie na podstawie prezentacji: C. Garcia, C. Hamelin, *The French building code: experience and perspective*, European Straw Bale Gathering 24.08.2015.

320 Próbkę tynku na ścianie obciąża się, wykorzystując drewnianą ramkę i obciążnik 1,5 kg – np. butelkę PET pełną wody.

321 Osoby zaangażowane w powstanie IRC w USA wymienia: M. Hammer, *Update on Strawbale and Light Straw-Clay Codes*, dostępne online: <https://www.thelaststraw.org/275258-2/> [dostęp 12.03.2023].

<b>tab. 2. Aktualne krajowe i europejskie oceny techniczne<sup>322</sup></b>			
„Nazwa wyrobu” lub opis próbek Nazwa producenta Kraj wydania	Nazwa dokumentu data wystawienia lub daty obowiązania	Czego dotyczy (jakiego wyrobu budowlanego)	Uwagi – istotne informacje na temat zakresu stosowania
„Baustroh” BauStroh GmbH Niemcy	ETA-17/0247 21.06.2017 – bezterminowo	kostki słomy	- dopuszcza stosowania kostek słomy jako wypełnienia między słupami konstrukcji lub krokwiami o rozstawie do 1m, - dopuszcza zastosowanie kostek słomy jako materiału izolacyjnego i nośnika tynku, - dopuszcza zastosowanie w ścinach i dachach oraz stropach, - zawiera tabelę umożliwiającą dobór warstw ściany dla klimatu Niemiec
„SonnenKlee Baustrohballen” SonnenKlee GmbH Austria	ETA-10/0032 30.09.2019 – bezterminowo	kostki słomy pszenicznej (także kostki jumbo)	- dopuszcza zastosowanie kostek słomy jako materiału izolacyjnego w różnych konstrukcjach - dopuszcza zastosowanie w ścianach i dachach oraz stropach i podłogach podniesionych - zawiera parametry także dla kostek jumbo (o większej gęstości)
„DuraBale – Rice straw building systems” ILOS-Peace and Research Center Lda. Portugalia	ETA 19/0219 03.03.2020 – bezterminowo	kostki słomy ryżowej	- dopuszcza stosowanie kostek słomy jako materiału izolacyjnego wraz z konstrukcją drewnianą - dopuszcza zastosowanie w ścianach i dachach oraz stropach i podłogach podniesionych - zawiera ogólne, ale bardzo restrykcyjne zapisy na temat dopuszczonych układów warstw w przegrodzie
„Wooden frame external panels with insulation straw core” EcoCocon Litwa	NTJ-01-061:2019 14.01.2019– 14.01.2024	prefabryka- ty drewniane wypełnione słomą	- dotyczy stosowania prefabrykatów drewniano- słomianych do budowy ścian zewnętrznych, w tym ścian nośnych - zawiera zapisy w zakresie łączenia prefabrykatów i możliwych układów warstw ścian

<sup>322</sup> Listę pełnych nazw dokumentów podano w bibliografii.



tab. 3. Aktualne regulacje prawne i dokumenty na prawach normy <sup>323</sup>			
Instytucja odpowiadająca, kraj	Nazwa dokumentu data wystawienia i data publikacji	Czego dotyczy	Uwagi – istotne informacje na temat zakresu stosowania
International Code Council Inc. USA	International Residential Code 2021 Appendix S	technika budowania <i>straw bale</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obejmuje zarówno nośne, jak i nienośne zastosowanie słomy</li> <li>- dopuszcza zastosowanie zarówno kostek na płask, jak i na rąb – zależnie od rodzaju konstrukcji</li> <li>- zawiera szczegółowe zapisy dotyczące dopuszczalnych konstrukcji ścian</li> <li>- zawiera zapisy uzależnione od stref klimatycznych i sejsmicznych</li>   <li>- wzorcowy <i>building code</i>, dotyczący budynków jednorodzinnych, gospodarczych oraz mieszkalnych do 3 kondygnacji</li> <li>- wcześniejsze wersje istniały od 2015,</li> <li>- przyjęty w znacznej części USA, a także w kilku innych krajach (przy czym apendyksy nie są przyjmowane w sposób automatyczny)</li> </ul>
RFCP <i>Le Réseau Français de la Construction Paille</i> Francja	Règles Professionnelles de la construction en paille 2012 rew.3 2018	technika budowania <i>straw bale</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obejmuje zastosowanie słomy jako materiału izolacyjnego i nośnika tynku</li> <li>- zawiera zalecenia i wymagania dla wielu rodzajów konstrukcji z zastosowaniem kostek słomy</li> <li>- zawiera wytyczne na temat doboru warstw ściany w klimacie Francji, z rozróżnieniem różnych stref</li> <li>- zawiera wytyczne odnośnie kontroli jakości</li> </ul>

<sup>323</sup> Listę pełnych nazw dokumentów podano w bibliografii

### III. *Straw bale* w Polsce

#### III.1. Historia i rozwój

##### a) Początki, pierwsze realizacje (2000–2010)

Pierwszy znany budynek z kostek słomy w Polsce powstał w latach 2000–2002 w Przełomce nad jeziorem Hańcza, z inicjatywy i według projektu Pauliny Wojciechowskiej. Pochodząca z Polski, a mieszkająca w Wielkiej Brytanii architektka, zdobywała wiedzę o budowaniu z naturalnych materiałów w wielu krajach, m.in. w California Institute of Earth Art and Architecture i Canelo Project, a w 1997 roku założyła organizację Earth Hands and Houses (EHAH)<sup>324</sup>. Podczas prac w Przełomce, a także na innych budowach prowadzonych przez Paulinę Wojciechowską i EHAH, odbywały się warsztaty o fundamentalnym znaczeniu dla rozwoju *straw bale* w Polsce. Wiele osób, które brały w nich udział zajęło się później budowaniem lub propagowaniem budowania z kostek słomy<sup>325</sup>. Budowa w Przełomce została też opisana w wielu artykułach prasowych (np. w magazynie „Murator”<sup>326</sup>), w czasopiśmie architektonicznych (np. „A&B”<sup>327</sup>), a także publikacjach naukowych<sup>328</sup>. Dom w Przełomce to niewielki budynek – dom wakacyjny o powierzchni 55 m<sup>2</sup>. Warto jednak zwrócić uwagę, że kostki słomy w ścianach zastosowano jako elementy nośne.



[il. 44] Dom w Przełomce. Proj. Paulina Wojciechowska Earth Hands and Houses. Budowa 2000–2002. Fot. autor

324 M.M. Kołakowski, op. cit. s. 207–215.

325 Co potwierdza m.in. korespondencja autora z architektem Jackiem Gałąską – autorem największej liczby projektów *straw bale* w Polsce.

326 P. Wojciechowska, *Domy ze słomy*, „Murator”, nr 2, 2005, s. 63–65.

327 M.M. Kołakowski, *Rewolucja z beczki Diogenesa*, „Architektura i Biznes” nr 6, 2005, s.35

328 T. Jeleński, op. cit. s.173–175.

Kolejne budowy EHAH, na których prowadzono warsztaty miały miejsce w okolicach Płońska (od 2003 r.) i w drugiej lokalizacji nad jeziorem Hańcza<sup>329</sup> (od 2006 r.). Wszystkie budynki projektowane przez Paulinę Wojciechowską łączy duża konsekwencja w stosowaniu naturalnych materiałów i form należących do nurtu *low-tech*.

W latach 2007–2009 zbudowany został dom Macieja Królaka i Agnieszki Buby w Lubli na Podkarpaciu, najprawdopodobniej pierwszy wykończony i całorocznie zamieszkiwany budynek z kostek słomy w Polsce [il. 77]. W tym przypadku budowa była prowadzona głównie siłami wykonawców, niemających wcześniejszego doświadczenia *straw bale*, dzięki determinacji i z dużym udziałem samych inwestorów. Ta budowa miała duże znaczenie, ponieważ dotyczyła budynku odpowiadającego powszechnym wyobrażeniom o „normalnym” domu jednorodzinnym (powierzchnia użytkowa powyżej 100 m<sup>2</sup>). Losy budowy relacjonowano na blogu, który istnieje do dziś<sup>330</sup>.

W 2005 roku Janusz Świdorski założył Stowarzyszenie Biobudownictwa, a następnie przeprowadził pierwszą budowę „domku modelowego” w Kocku, stosując konstrukcję z żerdzi, którą opracował we współpracy z pracownikami Politechniki Lubelskiej<sup>331</sup>. W kolejnych latach był on najbardziej aktywnym wykonawcą domów z kostek słomy. Wraz ze współpracownikami realizował w pierwszych latach działalności m.in. domy w Wysokiej (2007–2008), Mieściskach (2008–2009), Piskórcie (2009), Radzynie Podlaskim (2010), Sokolnikach Lesie, Wysokiem Mazowieckiem i inne. Budowa w Mieściskach została przerwana i porzucona wskutek poważnych błędów i konfliktu inwestorów z wykonawcą (patrz II.4.I). Budowy w Piskórcie i Wysokiem Mazowieckiem były kończone przez innych wykonawców.

Budowy w Kocku oraz Wysokiej były interesujące jako eksperymenty z zastosowaniem konstrukcji drewnianej z żerdzi, czyli okorowanych prostych pni drzew iglastych o przekroju rzędu kilkunastu centymetrów. Żerdzie były stosowane nieprzetarte lub przetarte na pół w celu zbijania w słupy drabinkowe i kratownice. Rozwiązania te nie przyjęły się szerzej, m.in. ze względu na dużą pracochłonność<sup>332</sup>. W przypadku domu w Radzynie Podlaskim zastosowano prefabrykację ścian na placu budowy w pozycji poziomej, a następnie ustawianie ich z pomocą podnośnika<sup>333</sup>. Na dalszych etapach działalności Janusz Świdorski prowadził także inne eksperymenty polegające np. na budowaniu niewielkich budynków w formie kopuł izolowanych kostkami słomy i wykańczanych tynkiem i/lub masami uszczelniającymi. Wykorzystywał przy tym różne autorskie rozwiązania konstrukcyjne. Część obiektów była następnie wtórnie nakrywana dachami w związku z kłopotami konstrukcyjnymi i/lub szczelnością<sup>334</sup>. Nieistniejąca już strona Stowarzyszenia Biobudownictwa była przez

329 Patrz cz. III.5 [il.106]

330 <http://simplystrawbale.blogspot.com/> [dostęp 19.02.2023].

331 Dostęp do archiwalnej wersji strony Stowarzyszenia Biobudownictwa: <https://web.archive.org/web/20070714213030/http://biobudownictwo.org/stowarzyszenie/> [dostęp 19.02.2023].

332 Stwierdzenie na podstawie rozmów m.in. z Rohre Maherem – właścicielem domu w Wysokiej.

333 Informacja pochodzi z rozmów podczas wizji lokalnej na budowie domu oraz kwestionariusza wypełnionego przez właściciela domu w 2023 roku.

334 Wtórnie wykonano dach nad kopułami w Ekoosadzie Brzozówka: <https://eko-brzozowka.pl/eko-osada-brzozowka/w-objektywie/kopula-i-park/> [dostęp 19.02.2023] oraz

pewien czas jednym z głównych źródeł informacji o budowach *straw bale* w Polsce<sup>335</sup>, a z możliwości odbycia wizyty czy praktyki na budowach prowadzonych przez Świderskiego skorzystało wiele osób, w tym przyszłych wykonawców<sup>336</sup>.

Prawdopodobnie pierwszym budynkiem, w którym zastosowano na zewnątrz tynk wapienny bezpośrednio na ścianie z kostek słomy był dom w Urzucie<sup>337</sup> (co w momencie rozpoczęcia budowy w 2009 roku było nowym i niespotykanym rozwiązaniem, a obecnie jest powszechne).

W 2009 roku w Badowie koło Mszczonowa powstał pierwszy budynek mieszkalny jednorodzinny *straw bale* o rzucie innym niż prostokątny<sup>338</sup>. Dom na planie ośmioboku zaprojektowała Barbara Wojtkowska, a budowniczym był Ryszard Biliński.

Dom w Sokolnikach – Lesie (2010) pod Łodzią, projektu Jarosława Karolewskiego, to pierwszy znany przypadek zastosowania kostek słomy do przebudowy i rozbudowy istniejącego obiektu<sup>339</sup>.

W istotny sposób na rozwój architektury z kostek słomy w Polsce wpłynął architekt Jacek Gałąska, który rozpoczął swoją przygodę ze *straw bale* od warsztatów prowadzonych przez EHAH w 2006 roku. Pierwszy projekt domu w tej technice wykonał dwa lata później, a pierwszy zrealizowany projekt w 2009 roku. Od 2010 projektuje głównie domy *straw bale*. Był też pierwszym projektantem oferującym (od 2010) projekty typowe tego rodzaju. Łącznie w Polsce zbudowano już ok. 50 „słomiaków” jego projektu<sup>340</sup>.

W 2010 roku z inicjatywy Pawła Sroczyńskiego zaczęła działać Grupa Cohabitat, której warsztaty, webinary i festiwale oraz strona internetowa<sup>341</sup> wraz z forum stały się w następnych latach główną przestrzenią wymiany wiedzy o budownictwie naturalnym.

---

w Różance na Podkarpaciu (informacja na temat drugiej lokalizacji na podstawie wizyty na miejscu).

335 Ówczesnie dostępna pod adresem [www.biobudownictwo.net](http://www.biobudownictwo.net) obecnie nie działa.

Dostęp do archiwalnego zapisu:

<https://web.archive.org/web/20070716055912/http://www.biobudownictwo.org/>

[dostęp 19.02.2023].

336 Informacja pochodzi m.in. z rozmów z Szymonem Sarnickim i Ryszardem Bilińskim, którzy mieli okazję brać udział w budowach Janusza Świderskiego, a następnie samodzielnie zajęli się budownictwem *straw bale*.

337 Informacja pochodzi z wizji lokalnych oraz nieistniejącej strony: <http://www.lepianka.urzut.pl/>

Dostęp do archiwalnego zapisu:

<https://web.archive.org/web/20160719194250/http://www.lepianka.urzut.pl/>

[dostęp 19.02.2023]. Budowa w Urzucie została przerwana na etapie stanu surowego otwartego i wznowiona po wielu latach przerwy, w wyniku czego zarówno izolacja ze słomy, jak i tynki wapienne były wykonywane ponownie.

338 <http://ekocentrycy.pl/ottokar-badow-gorny/> [dostęp 19.02.2023].

339 Informacja pochodząca z rozmów z projektantem i wizyty na budowie.

340 Źródło: korespondencja z Jackiem Gałąską oraz badania własne. Patrz też cz. III.2., K.20.

341 Strona ówczesnie dostępna pod adresem [www.cohabitat.net](http://www.cohabitat.net), obecnie nie działa. Dostęp do archiwalnego zapisu: <https://web.archive.org/web/20120531012214/http://www.cohabitat.net/> [dostęp 19.02.2023].



[il. 45] Dom w Gajówce podczas montażu prefabrykatów. W tym przypadku firma Dobry Dom Moritz Reichert dostarczyła i zamontowała elementy pokryte podkładową warstwą tynku. Proj. SK Architekci Karolina Szkapiać. Budowa 2010. Fot. Karolina Szkapiać

Budynkiem, który niejako zapowiedział dalsze zmiany techniczne i profesjonalizację wykonawstwa jest prefabrykowany dom wakacyjny w Gajówce. Zaprojektowany został przez Karolinę Szkapiać (SK Architekci), a wykonany w 2010 roku przez Moritza Reicherta (Dobry Dom Moritz Reichert). Zastosowane w budynku prefabrykaty stanowiły oryginalne rozwiązanie techniczne, nie były kopią systemów stosowanych w innych krajach (m.in. zastosowano w nich nietypowe, małe kostki słomy, osiągając grubość panelu w stanie surowym wynoszącą 24 cm)<sup>342</sup>. Projekt został nagrodzony w roku 2013 tytułem mistera XXII Karkonoskich Spotkań Architektonicznych<sup>343</sup>.

Pierwsza dekada obecności *straw bale* w Polsce została przez autora podsumowana w 2010 roku w niepublikowanej pracy semestralnej *Budownictwo z użyciem kostki słomianej w Polsce na tle ogólnej charakterystyki tej technologii*<sup>344</sup>, która m.in. zawierała mapę i listę 25 obiektów. Rok później został opublikowany artykuł autora *Straw bale Building in Poland* zawierający aktualizację mapy i listę 31 budynków<sup>345</sup> [il. 46].

342 Opis na podstawie rozmowy z wykonawcą i wizyty w warsztacie.

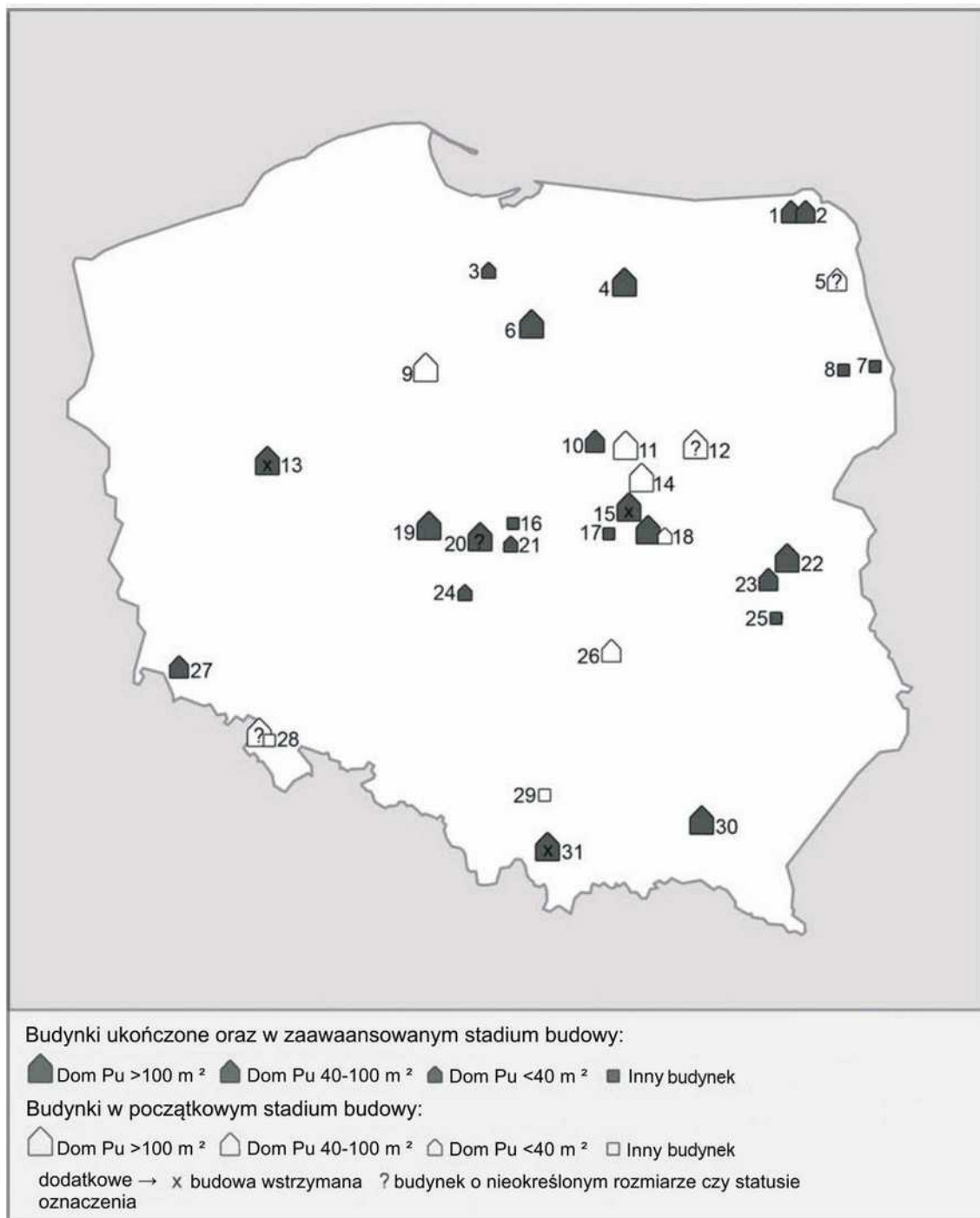
343 [http://wroclaw.gazeta.pl/wroclaw/1,95327,14129366,Golebiewski\\_Superchala\\_\\_a\\_dom\\_ze\\_słomy\\_wygrał\\_z\\_palacem.html](http://wroclaw.gazeta.pl/wroclaw/1,95327,14129366,Golebiewski_Superchala__a_dom_ze_słomy_wygrał_z_palacem.html) [dostęp 05.01.2014].

344 M. Jagielak, *Budownictwo z użyciem kostki słomianej w Polsce na tle ogólnej charakterystyki tej technologii*, praca semestralna na studiach III stopnia, Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej, 2010. Praca choć niepublikowana była kolportowana nieoficjalnymi kanałami, w tym zamieszczona online bez udziału autora: [https://issuu.com/pawesroczyski/docs/straw\\_bale\\_w\\_polsce\\_maciej\\_jagielak](https://issuu.com/pawesroczyski/docs/straw_bale_w_polsce_maciej_jagielak) [dostęp 19.02.2023].

345 M. Jagielak, *Straw bale Building in Poland*, materiały pokonferencyjne: Ecological Architecture, Department of Architecture and Land Management, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Kaunas University of Technology 2011, s. 73–78.



## Schemat rozmieszczenia budynków *straw bale* w Polsce w 2011 roku



[il. 46] Opracowanie własne w języku polskim (2023) na podstawie wersji angielskiej opublikowanej w 2011 roku<sup>346</sup>

<sup>346</sup>Ibidem.

## b) Rozwój (2011 i później)

### Budowanie społeczności

Po roku 2011 istotną rolę w propagowaniu budowania z kostek słomy odegrała Grupa Cohabitat. W kwietniu 2011 odbyła się w Łodzi konferencja *Cohabitat Gathering*, podczas której o *straw bale* mówili m.in. uznani eksperci prof. Gernot Minke i Bjorn Kierulf<sup>347</sup>. W tym samym roku, także z inicjatywy Pawła Sroczyńskiego, przy wsparciu finansowym UNDP odbyła się budowa modelowego domku o nazwie Nano Habitat<sup>348</sup>. Budowę zorganizowano w formie warsztatów o niespotykanej wcześniej skali, których celem oprócz nauki praktycznych umiejętności była też praca resocjalizacyjna.

W styczniu 2012 roku z inicjatywy Mariusza i Joanny Zatylnych, przy wsparciu UNDP, założono Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego (OSBN)<sup>349</sup>.

W październiku tego samego roku odbyła się druga edycja *Cohabitat Gathering*<sup>350</sup>, podczas której można było wysłuchać prezentacji Barbary Jones – najbardziej rozpoznawalnej ekspertki w dziedzinie nośnego zastosowania kostek słomy z Wielkiej Brytanii.

W sierpniu 2013 roku dzięki połączonym wysiłkom Cohabitatu i OSBN w Łodzi odbył się międzynarodowy zjazd *European Straw Building Gathering (ESBG)*<sup>351</sup>, którego program objął m.in. wykłady Dirka Scharmera, Rikki Nitzkin, Jakuba Wihana oraz praktyczne warsztaty, pokazy i wycieczkę do budowanego pod Łodzią domu według projektu Michała Kozieja<sup>352</sup>. Osoby z Polski brały też udział we wszystkich kolejnych ESBG (wydarzenie odbywa się co dwa lata, za każdym razem w innym kraju).

W 2014 roku Fundacja Cohabitat<sup>353</sup> wydała *Podręcznik budowania z kostek słomy* Minkego i Kricka w merytorycznej współpracy z OSBN.

W roku 2015 na zlecenie OSBN przy wsparciu indywidualnych fundatorów zostały zlecone badania współczynnika przewodności cieplnej kostek słomy w ITB<sup>354</sup>, a w 2017 badania i klasyfikacja NRO tynkowanych ścian z kostek słomy przy oddziaływaniu ognia od zewnątrz w laboratorium Ignis<sup>355</sup>.

---

347Cohabitat Gathering 2011, program, Grupa Cohabitat 2011  
[https://issuu.com/pawesroczyński/docs/chgathering\\_leaflet](https://issuu.com/pawesroczyński/docs/chgathering_leaflet) [dostęp 19.01.2023].

348<http://slomianyzapal.pl/en/idea.php> [dostęp 19.01.2023].

349Autor był uczestnikiem spotkania i jednym z członków założycieli.

350Cohabitat Gathering został sfinansowany dzięki rekordowej ówczesnie akcji crowdfundingowej: <https://polakpotrafi.pl/projekt/Cohabitat-Gathering-2012> [dostęp 19.01.2023].

351 <https://www.ekodama.pl/pl/wydarzenia/european-straw-bale-gathering-2013-esbg> [dostęp 19.01.2023].

352<https://www.koziejarchitekci.com/prace-works/3,dom-ze-slomy-straw-bale-house.html> [dostęp 19.01.2023].

353Grupa Cohabitat została przekształcona w Fundację Cohabitat w 2012 roku.

354<http://www.osbn.eu/wp-content/uploads/2023/02/5fee2d505d238-itb-raport-z-badan-lambda-min.pdf> [dostęp 19.02.2023].

355<http://www.osbn.eu/wp-content/uploads/2023/02/5fee0843cfc55-nro-raport-z-badan-osbn-p-05-f-04-1.pdf> oraz <http://www.osbn.eu/wp-content/uploads/2023/02/5fee0842c5faf-nro-klasyfikacja-ogniowa-osbn-k-09-nro-2017-2.pdf> [dostęp 19.02.2023].

W 2016 roku zostało założone European Straw Building Association (ESBA), do którego OSBN wstąpiło jako jeden z członków założycieli<sup>356</sup>.

W roku 2017 w Warszawie, 2019 – w Łodzi i w 2022 we Wrocławiu OSBN organizowało Festiwale Naturalnego Budowania – dwu- i trzydniowe wydarzenia łączące konferencje i warsztaty, w dużym stopniu dotyczące budowania z kostek słomy i odwiedzane w każdej edycji przez kilkaset osób.

Powyższe wyliczenie większych wydarzeń związanych z edukacją, promocją i poszerzaniem wiedzy oraz spotkaniami wokół techniki budowania ze słomy ilustruje proces zmian, które nastąpiły po 2011 roku. Powstała w Polsce społeczność osób zainteresowanych *straw bale*, stworzyła organizację i włączyła się w sieci współpracy na poziomie międzynarodowym. Działania te zdaniem autora w istotny sposób wpłynęły na przyśpieszenie wymiany wiedzy i profesjonalizację budowania z kostek słomy.

### **Wzrost liczby realizacji**

W latach 2013–2018 część wyników badań autora dotyczących liczby domów budowanych w Polsce była dostępna w formie interaktywnej mapy i bazy danych na stronie [www.osbn.pl](http://www.osbn.pl)<sup>357</sup>. Baza zawierała zdjęcia i podstawowe informacje o ok. 60 budynkach zbudowanych do 2014 roku. Później rozwój ilościowy *straw bale* przyśpieszył na tyle, że przestało być możliwe indywidualne wyszukiwanie i publikowanie informacji o wszystkich budowach. Zbieranie informacji o budynkach w Polsce autor kontynuował w ramach badań do niniejszej pracy, ale wyniki nie były publikowane. Aktualny stan wiedzy o liczbie i rozmieszczeniu budynków przedstawiono w części III.2. Już teraz autor może jednak zdradzić, że po ostatnich badaniach przeprowadzonych w styczniu 2023 roku, łączna liczba potwierdzonych budów i budynków wyniosła 320. Oznacza to, że tempo przyrostu realizowanych budynków wyraźnie wzrosło po 2014 roku.

### **Radość budowania i współczesna architektura**

Niezwykłą inicjatywą łączącą budowanie społeczności, przekazywanie wiedzy i wznoszenie budynków *straw bale* był zorganizowany w 2014 roku, z inicjatywy Pawła Sroczyńskiego (Fundacja Cohabitat) i Mateusza Szwagierczaka (firma Organica), program „Build and play”. Składał się ze szkoleń<sup>358</sup> oraz praktyk na budowie. Wyjątkowym rozwiązaniem było zaangażowanie dużej grupy uczestników/czek tej akcji w budowę prestiżowych, wysokiej jakości budynków (m.in. domu w okolicach Wrocławia projektu Maćków Pracownia Projektowa [il. 69]). Udało się w tym przypadku wdrożyć rzadki scenariusz: połączenie bardzo wysokiej jakości architektonicznej

356 <https://www.facebook.com/media/set/?vanity=herbert.gruber.16503&set=a.1152065434834032> [dostęp 19.02.2023].

357 Strona została zastąpiona nową wersją. Dostęp do archiwalnego zapisu: [https://web.archive.org/web/20160918202109/http://www.osbn.pl/projekty?country=1&search=&order=field\\_budowa&sort=asc](https://web.archive.org/web/20160918202109/http://www.osbn.pl/projekty?country=1&search=&order=field_budowa&sort=asc) [dostęp 19.02.2023].

358 <https://www.facebook.com/media/set/?vanity=diggersanddreamers&set=a.417825968394602> [dostęp 19.01.2023].

z „radością pracy” i nauką rzemiosła. Część ekipy wyszkolonej w programie kontynuowała pracę w kolejnych latach pod nazwą Diggers and Dreamers<sup>359</sup>.



[il. 47] Uczestnicy/czki programu „Build and play” na budowie w okolicach Wrocławia w 2014 roku. Fot. Diggers and Dreamers

„Budujemy dom” w Potoczku to akcja zainicjowana w przez Weronikę Siwiec na bazie jej pracy magisterskiej z wzornictwa, przeprowadzona z dużym zasięgiem medialnym. Efektem jest „mały domek w Kotlinie Kłodzkiej wykonany w całości z naturalnych i lokalnych materiałów, zbudowany wspólnie przez 80 osób, częściowo finansowany przez *crowdfunding* i wydany w modelu *open source*”<sup>360</sup>. Projekt architektoniczny powstał w pracowni mech.build, we współpracy z Weroniką Siwiec. Realizacja została kilkakrotnie nagrodzona, m.in. w 2015 roku wyróżnieniem w konkursie organizowanym przez PLGBC – Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego, w kategorii ekologicznych budynków niecertyfikowanych<sup>361</sup>. Projekt *open source* można pobrać ze strony <https://house.persona.co/><sup>362</sup>.

## Rozwój techniki budowania

O rozwoju technicznym *straw bale* (zwłaszcza po 2015 r.) świadczy też przyrost realizacji i firm/osób oferujących wykonanie budynków z prefabrykowanych elementów drewniano-słomianych.

359 <https://www.facebook.com/diggersanddreamers/> [dostęp 19.01.2023].

360 <https://house.persona.co/Informacje> [dostęp 19.01.2023].

361 <https://plgbc.org.pl/projekty/plgbc-green-building-awards/awards-2015/> [dostęp 19.01.2023].

362 <https://house.persona.co/Download> [dostęp 19.01.2023].



Od 2010 roku takie rozwiązania stosuje firma Dobry Dom Moritz Reichert. Wśród realizacji z ich modułów zwraca uwagę budynek jednorodzinny zaprojektowany przez B2 Architekci Bartłomiej Boratyn<sup>363</sup>, przy aktywnym udziale inwestora Bartłomieja Susa. Budynek był projektowany i realizowany w dwóch etapach. W pierwszym (2015–2018)<sup>364</sup> powstał niewielki dom – prawdopodobnie pierwszy *straw bale* w Polsce z dachem bez okapów, w formie nowoczesnej stodoły i jednocześnie wczesny przykład zastosowania modnych obecnie desek opalanych jako materiału pokrywającego elewację i dach. W drugim etapie prowadzona jest rozbudowa domu o nowe skrzydło, stanowiące wizualnie oddzielną bryłę. W tym przypadku dach i ściany pokryto dachówką karpiówką z odzysku.



[il. 48] Dom w Stróży. Proj. B2 Architekci Bartłomiej Boratyn. Budowa pierwszego etapu (bryła z czarnymi elewacjami) 2015–2018, budowa drugiego etapu trwa (łączniki bryła z elewacjami pokrytymi dachówką). Fot. autor

W 2015 roku powstał pierwszy dom z paneli EcoCocon w Polsce<sup>365</sup> (proj. Barbara Wojtkowska – Ekocentrycy Holistyczna Architektura). Od 2018 roku przedstawicielem EcoCocon w Polsce jest architekt Michał Koziej, który z zastosowaniem tych produktów zaprojektował kilka wysokiej jakości budynków utrzymanych we współczesnym stylu [il. 53, 68, 76].

Od 2017 roku prefabrykaty wykonuje i montuje spółdzielnia socjalna Słomiany Dom<sup>366</sup>. Inni wykonawcy/producenci, którzy weszli na rynek w ostatnich kilku latach to DD-moduły, Eksperymentalna Farma Stoczki, Zielone Budownictwo, Ecomodus.

363 <https://b2architekci.pl/projekty/dom-ogrodnika-stroza-k-wroclawia/> [dostęp 19.01.2023].

364 Dany na podstawie kwestionariusza wypełnionego przez inwestora.

365 <http://ekocentrycy.pl/ecococon/> [dostęp 19.01.2023].

366 <https://sломianydom.eu/> [dostęp 19.01.2023].



Przykładem innego kierunku rozwoju architektury z kostek słomy są projekty *loadbearing straw bale* z dużych kostek. Pierwszy projekt tego rodzaju został wykonany przez architekta Jacka Gałąskę w 2015 roku<sup>367</sup>. Od tego czasu (wg badań autora) powstało (lub jest w budowie) pięć takich obiektów, z czego cztery projektu Gałąski.

## Osiągnięcia i nagrody

Jakość architektury z kostek słomy była w omawianym okresie wielokrotnie dostrzegana, co przekłada się na liczbę publikacji i nagród.

W roku 2016 (czyli o rok później niż opisany wyżej domek w Potoczku), wyróżnienie w konkursie PLGBC w kategorii najlepszy projekt ekologiczny zostało przyznane Adamowi Dudko (Pracownia Proporcji) za projekt domu w Dąbrowie pod Poznaniem<sup>368</sup>. Budynek ten jest wyjątkowy, ponieważ prawdopodobnie po raz pierwszy w Polsce połączono w nim konstrukcję ścian, stropu i części dachu z płyt drewna klejonego z termoizolacją ze słomy.

Zdecydowanie najczęściej nagradzane były projekty architektki Magdy Górskiej (Ekodama Studio). Ograniczając listę do samych budynków, w których zastosowano kostki słomy, nagrody przyznano za:

- Gospodarstwo ekologiczne z jogą w Kotlinie Kłodzkiej – finalista, „wielka piątka” Architecture Budma Award 2019<sup>369</sup>,
- Dom Stara Obora (adaptacja obory na budynek mieszkalny): łącznie trzy nagrody i/lub wyróżnienia w konkursach PLGBC Green Building Award 2020<sup>370</sup> i 2021<sup>371</sup> oraz nagroda w konkursie „Dom z Klimatem” 2022<sup>372</sup>,
- Kryjówka (budynek straw bale 35 m<sup>2</sup>) – wyróżnienie PLGBC Green Building Award 2022<sup>373</sup>.

Oprócz tego w 2022 roku architektka otrzymała wyróżnienie PLGBC Green Building Award 2022<sup>374</sup> za ekologiczną inicjatywę edukacyjną „Letnia Szkoła Naturalnego Projektowania” oraz nagrodę „Osobowość 25-lecia” w kategorii projektowanie zrównoważone i uniwersalne miesięcznika „Architektura Murator”<sup>375</sup>, co też, biorąc pod uwagę tematykę kursu i profil działania pracowni, można uznać za nagrody (przynajmniej częściowo) związane ze stosowaniem kostek słomy w architekturze.

---

367 Informacja pochodzi z korespondencji z architektem.

368 <https://plgbc.org.pl/projekty/plgbc-green-building-awards/awards-2016/> [dostęp 19.01.2023].

369 [https://architektura.muratorplus.pl/konkursy/budma-award-2019-znamy-finalistow-konkursu-aba-architecture-budma-award\\_9484.html](https://architektura.muratorplus.pl/konkursy/budma-award-2019-znamy-finalistow-konkursu-aba-architecture-budma-award_9484.html) [dostęp 19.01.2023].

370 <https://awards.plgbc.org.pl/edycja-2020/> [dostęp 19.01.2023].

371 <https://awards.plgbc.org.pl/edycja-2021/> [dostęp 19.01.2023].

372 <https://www.domzklimatem.gov.pl/najlepszy-zrealizowany-projekt-budynku-ekologicznego> [dostęp 19.01.2023].

373 <https://awards.plgbc.org.pl/edycja-2022/#1633623926957-1c2f4e4-d041> [dostęp 19.01.2023].

374 *Ibidem*.

375 <https://architektura25.pl/osobowosci-25-lecia-projektowanie-zrownowazone/> [dostęp 19.01.2023].



[il. 49] Budynek 35 m<sup>2</sup>, Kryjówka w Sudetach podczas montażu dachu. Budowa 2020–2022. Proj. i fot. Ekodama Studio Magda Górską

### c) Komentarz

Przytoczone wyżej istotne dla rozwoju *straw bale* w Polsce wydarzenia i projekty wskazują na niszowy charakter architektury z kostek słomy w pierwszej dekadzie XXI wieku i wyraźne przyspieszenie rozwoju od roku 2010. Można zasugerować związek poziomu organizacji społeczności i rozwoju wiedzy oraz technik budowania.

Obraz zarysowany w powyższym rozdziale nie jest z pewnością pełny – nacisk położono na budynki, które były pod jakimś względem „pierwsze” i/lub wyróżniały się po względem wysokiej jakości projektowania architektonicznego. Rozwój społeczności przedstawiono przede wszystkim w zakresie działań zorganizowanych o zasięgu ogólnopolskim.

W opisie tym nie wyszczególniono informacji o mniej spektakularnych projektach, czyli w zasadzie większości budynków – głównie średnich i małych domów, wznoszonych najczęściej dzięki wielkiemu zaangażowaniu ich inwestorów/ek. Dlatego w kolejnej części pracy przedstawiono wyniki badań, uwzględniające możliwie kompletne, przekrojowe dane o budynkach z kostek słomy w Polsce, w tym tych powstających poza obszarem zainteresowania mediów.

### **III.2 Aktualny stan wiedzy o architekturze z kostek słomy**

W niniejszej części pracy przedstawiono i omówiono wyniki badań przeprowadzonych za pomocą kwestionariusza na początku 2023 roku. Punkty K.1–K.23 oznaczają odpowiednie pytania/rubryki w kwestionariuszu. W punktach K.1, K.2, K.3, K.6 (rodzaj inwestycji, rodzaj budynków, lokalizacja, rodzaj dachu) przedstawiono dodatkowo wyniki uwzględniające wcześniejsze badania autora (2010–2023).

#### **a) Opis badania z użyciem kwestionariusza**

Do przeprowadzenia badania przygotowano kwestionariusz składający się z 28 pytań lub punktów do uzupełnienia. Pytania były sformułowane tak, by pozyskać informacje o budynkach i budowach, nie pytano respondentów/ek o opinie, doświadczenia i oceny. Przykładowy kwestionariusz zamieszczono w apendyksie B. Do analizy wybrano 23 pytania dotyczące budynków oznaczone K.1–K.23 (pozostałe dotyczyły np. danych kontaktowych, publikacji, zdjęć etc.).

Kwestionariusz składał się z pięciu sekcji (poprzedzonych informacją dla wypełniających):

- Podstawowe informacje o budynku, w którym zastosowano kostki słomy lub izolację ze słomy,
- Informacje szczegółowe o zastosowaniu kostek słomy w budynku,
- Projekt i organizacja budowy,
- Możliwość podania danych kontaktowych,
- Możliwość przesłania zdjęć.

Kwestionariusz mogła wypełnić każda osoba, która posiadała informacje o budynku z kostek słomy. Podanie danych osobowych i kontaktowych było dobrowolne. Dopuszczalne było również udzielenie odpowiedzi tylko na wybrane pytania oraz zamieszczenie informacji dotyczącej województwa lub powiatu, w którym zlokalizowany jest omawiany budynek, bez konieczności ujawniania szczegółowych danych. Ponieważ z założenia jeden formularz reprezentuje jeden budynek, dopuszczalne było wypełnianie przez jedną osobę większej liczby formularzy, by opisać więcej budynków.

Do przygotowania formularza wykorzystano program Google Forms, badanie przeprowadzono online, osoby odpowiadające na pytania zaznaczały i wpisywały odpowiedzi samodzielnie.

Link dostępu do formularza oraz zaproszenie do udziału w badaniu zostały:

- opublikowane w grupach i na stronach Facebook poświęconych budowaniu z naturalnych materiałów, życiu na wsi, alternatywnym społecznościom, ekologicznej architekturze, architekturze ogólnie etc.;
- wysłane, za pośrednictwem OSBN na listę mailingową przyjaciół i osób należących do stowarzyszenia;
- wysłane pocztą elektroniczną bezpośrednio do osób, do których autor wcześniej uzyskał kontakt w związku z informacjami, że biorą/brały udział w powstawaniu

budynku *straw bale*;

- wysłane bezpośrednio do osób prowadzących blogi, strony, grupy i profile Facebook oraz konta Instagram, na których prezentowane były budowy / budynki z kostek słomy.

Podsumowując powyższą listę kanałów dystrybucji kwestionariuszy, można przyjąć, że trafiły one głównie do osób, które interesują się budowaniem z kostek słomy i pozostają w kontakcie ze społecznością budujących z tego materiału i/lub korzystają z mediów społecznościowych.

Odpowiedzi można było przysyłać w terminie od 13.01.2023 do 25.02.2023.

W tym czasie wypełniono 217 kwestionariuszy.

Po sprawdzeniu kwestionariuszy autor odrzucił wpisy pochodzące od drugiej, a czasem trzeciej osoby podającej ten sam obiekt. W takim przypadku do dalszych analiz wybierano formularz z najbardziej kompletnym zestawem odpowiedzi (najczęściej formularz wypełniony przez inwestora/kę). Proces weryfikacji obejmował zaznaczanie budynków na mapie, porównywanie wpisów oraz kontakt z wpisującymi w celu rozwiązania wątpliwości (np. w kwestii budynków, których lokalizacja nie została dokładniej określona). Zaakceptowano 184 formularze, opisujące 190 budynków. Reprezentowanie przez jeden formularz kilku obiektów okazało się możliwe dzięki wpisaniu przez wypełniających uwag typu „trzy domki w tej samej lokalizacji”.

## **b) Opis wcześniejszych badań**

Wcześniejsze badania autora (2010–2023) były realizowane różnymi metodami i ze zmieniającą się w czasie intensywnością. Elementem stałym od samego początku było systematyczne uzupełnianie list i map lokalizacji budynków z kostek słomy w Polsce.

W ramach badań autor podejmował następujące kroki:

- przeszukiwanie publikacji, stron internetowych, forów, social mediów w poszukiwaniu wzmianek o budynkach *straw bale*,
- nawiązywanie kontaktu z osobami zaangażowanymi w powstawanie takich budynków, rozmowy, korespondencja,
- wyjazdy studialne na budowy i przeprowadzanie rozmów i wywiadów, tworzenie dokumentacji fotograficznej.

Uzupełnieniem działań badawczych były prace projektowe – w tym udział w 15 projektach budowlanych domów *straw bale* oraz wyjazdy na budowy w ramach nadzorów (które uwzględniono w podanej liczbie wizyt w budynkach i na budowach).

Tabele zawierające listę budynków z podziałem na województwa i podstawowe wyniki badań 2010–2023 znajdują się w apendyksie A.

## c) Wyniki badań

<b>tab. 4. Badania – zestawienie ilościowe</b>				
<b>Województwo</b>	<b>Budynki potwierdzone*</b> (wszystkimi metodami łącznie)	<b>Budynki na podstawie formularzy</b>	<b>Budynki odwiedzone**</b> (w trakcie budowy lub zamieszkałe)	<b>Liczba wizyt</b> (z uwzględnieniem wielokrotnych wizyt w tym samym miejscu)
dolnośląskie	44	32	14	17
kujawsko-pomorskie	13	12	5	5
lubelskie	20	11	6	6
lubuskie	3	3	0	0
łódzkie	30	11	12	19
małopolskie	20	12	13	44
mazowieckie	51	34	9	15
opolskie	5	4	1	1
podkarpackie	19	10	8	11
podlaskie	41	11	12	14
pomorskie	22	13	1	1
śląskie	16	11	6	10
świętokrzyskie	3	2	2	2
warmińsko-mazurskie	12	7	3	4
wielkopolskie	15	13	4	5
zachodniopomorskie	6	4	0	0
<b>suma:</b>	<b>320</b>	<b>190</b>	<b>95</b>	<b>154</b>

\*Są to budynki, których istnienie zostało potwierdzone poprzez formularz, wizytę na miejscu, rozmowę z osobą posiadającą konkretne informacje, wzmiankę prasową lub online.

Oprócz budynków wyliczonych w tabeli autor odnalazł informacje o prawdopodobnym istnieniu ok. 50 kolejnych.

\*\*Liczba budynków odwiedzonych dotyczy tych budynków, które w tabelach (patrz apendyks A) posiadają osobne wpisy. Inaczej mówiąc, jest to liczba „niepowtarzalnych” budynków odwiedzonych przez autora. W miejscowości Kukle jeden wpis obejmuje 20 powtarzalnych domków do wynajęcia. Gdyby je uwzględnić jako osobne obiekty, suma wzrosłaby do 114. Autor miał też okazję widzieć dwa domy, których nie ma w tabelach, gdyż zostały zniszczone przez pożary, oraz pięć konstrukcji eksperymentalnych/tymczasowych.



## K.1. Rodzaje inwestycji budowlanych z zastosowaniem kostek słomy

Opcja wybrana (w formularzu)	Skrótowy opis w tabelach w apendyksie A	Liczba budynków wg formularzy	Liczba budynków łącznie*
Nowy budynek, w którym zastosowano kostki słomy lub izolację ze słomy	budowa	178	303
Budynek przebudowany, nadbudowany lub rozbudowany z zastosowaniem słomy	przeb., nadbud., rozbud.	6	10
Termomodernizacja z zastosowaniem słomy	termomodern.	4	5
Inne	tiny house (na kołach)	2	2
	<b>suma:</b>	<b>190</b>	<b>320</b>

\*Są to budynki, których istnienie zostało potwierdzone poprzez formularz, wizytę na miejscu, rozmowę z osobą posiadającą konkretne informacje, wzmiankę prasową lub online.

### Podsumowanie

**Zestawienie wyników pokazuje wyraźnie, że kostki słomy są stosowane w Polsce przede wszystkim w obiektach powstających w wyniku budowy (w nowych budynkach).**

Przebudowy i termomodernizacje to relatywnie niewielka grupa inwestycji.

### Komentarz

Sytuacja ta wydaje się podobna do opisywanej w literaturze z innych krajów europejskich. W dostępnych publikacjach można znaleźć analizy dotyczące potencjału słomy jako materiału do termomodernizacji<sup>376</sup>, ale liczba wdrożonych przykładów jest relatywnie mała w porównaniu do nowych budów<sup>377</sup>. Udział przebudów, nadbudów i rozbudów w budownictwie z kostek słomy wynoszący około 3% pośród odnalezionych obiektów, choć wydaje się niewielki, jest i tak wyższy od średniej dla ogółu budownictwa mieszkaniowego w Polsce, która wynosi poniżej 1,5%<sup>378</sup>.

376B. Kaesberg, *Report on insulation methods with straw*, Interreg North West Europe, 29.6.2020, s. 1–19, dostępne online: <https://strawbuilding.eu/up-straw-report-on-insulation-methods-with-straw/> [dostęp 19.02.2023].

377Np. na stronie European Straw Building Association można znaleźć aktualnie tylko 15 realizacji otagowanych jako renowacje i termomodernizacje (ang. *refurbishment*) <https://strawbuilding.eu/category/projects-technique/renovation-refurbishment/> [dostęp 19.01.2023].

378„Podobnie jak w latach poprzednich, zdecydowaną większość (98,5%) mieszkań oddanych do użytkowania w 2021 r. stanowiły lokale w nowych budynkach mieszkalnych”, [cyt. za:] *Efekty działalności budowlanej 2021*, GUS, Warszawa–Lublin 2022, s. 25, dostępne online: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/efekty-dzialalnosci-budowlanej-w-2021-roku,3,17.html?fbclid=IwAR0SwKNgg--8zzKEnG9xoaUMVyqFBPpPtSn48P5-bZa07629CPP5zVK9iXc> [dostęp 19.02.2023].



[il. 50] Przebudowa stodoły na agroturystykę „Osiedlisko nad Soną” w Spądoszynie. Zdjęcie po lewej na górze przedstawia stodołę przed adaptacją. Zdjęcie po prawej na górze pokazuje ścianę murowaną stodoły wraz z lekką konstrukcją drewnianą przygotowaną do wbudowania kostek słomy. Budowa 2015. Proj. Janusz Kubiczek. Fot. Dominik Kucia

Zdaniem autora przyczyną małej popularności kostek słomy jako materiału do termomodernizacji może być dość duży stopień trudności wykonania takich zamierzeń, w porównaniu z konwencjonalnymi materiałami izolacyjnymi w postaci płyt. Wyzwania wynikają z dużej szerokości kostek słomy oraz (zwykle) potrzeby budowy konstrukcji drewnianej, która umożliwi ich montaż. Dość często powiększenie szerokości ściany o 40–60 cm wiąże się też z rozszerzeniem zakresu robót o przedłużenia okapów dachu i poszerzaniem ściany fundamentowej. Niemniej jednak jest to obszar zastosowania, który ze względów ekologicznych wydaje się mieć duży potencjał rozwoju w Polsce, gdzie w zabudowie wiejskiej istnieje bardzo dużo budynków wymagających termomodernizacji.

## K.2. Rodzaje budynków, w których zastosowano kostki słomy

tab. 6. Rodzaj budynku				
Opcja do wyboru (w formularzu lub opis )*	Skrótowy opis w tabelach w apendyksie A	Liczba budynekó w wg formu- larzy	Liczba budynekó w łącznie**	Próba klasyfikacji (liczba budynków wg kolumny liczba budynków łącznie)
Budynek mieszkalny jednorodzinny (czyli „dom”)	dom	145	209	A. „domy” 212 budyneków
Inne: mieszkalny jednorodzinny z usługami	dom + usł.	2	3	
Budynek rekreacji indywidualnej	rekr.	18	43	B. „arch. czasu wolnego” 95 budyneków
Inne: rekreacyjny do wynajęcia	rekr. najem	4	29	
Budynek mieszkalny z maks. 5 pokojami do wynajęcia („agroturystyka”)	agroturyst.	13	19	
Inne: mieszkalny z usługami turystycznymi	mieszk + usł.turyst.	1	1	
Inne: „użytkowy”**	„użytkowy”	1	1	
Inne: gospodarczy / atrakcja turystyczna	gosp./atrakcja turyst.(?)	0	1	
Inne: altana ROD	altana ROD	0	1	.C. „inne” 13 budyneków
Budynek gospodarczy	gosp.	3	10	
Inne: usługowy	usł.	1	1	
Inne: <i>tiny house</i> na kołach	na kołach	2	2	
<b>suma:</b>		<b>190</b>	<b>320</b>	

\*W przypadku wyboru opcji „inne”, istniała możliwość wpisu indywidualnego.

\*\*Są to budynki, których istnienie zostało potwierdzone poprzez formularz, wizytę na miejscu, rozmowę z osobą posiadającą konkretne informacje, wzmiankę prasową lub online.

### Podsumowanie

Powyższe zestawienie wyników wskazuje, że około dwie trzecie wykazanych budynków to domy jednorodzinne, a na pozostałą jedną trzecią składają się przede wszystkim budynki rekreacji indywidualnej i agroturystyki oraz budynki rekreacyjne do wynajęcia. Występuje niewielka liczba budynków gospodarczych, a sporadycznie budynki o innych funkcjach.



**Dla uczynienia tabeli autor zaproponował podział wyników na trzy główne grupy:**

**A – „domy”,** czyli budynki mieszkalne jednorodzinne (w tym z lokalami usługowymi),

**B – „architektura czasu wolnego”,** czyli budynki rekreacyjne, agroturystyczne, altany działkowe, budynki usług turystycznych etc.,

**C – „inne”** – budynki, które nie pasują do pozostałych kategorii. To głównie obiekty gospodarcze, ale także jeden obiekt usługowy (biuro co-workingowe) oraz dwa obiekty ruchome – mieszkalne na naczepach.

## **Komentarz**

**Dane przedstawione powyżej wskazują dość wyraźnie, że w Polsce realizacje z kostek słomy to przede wszystkim architektura mieszkaniowa jednorodzinna, a w dalszej kolejności „architektura czasu wolnego”.** Liczby przedstawione w tabeli należy jednak traktować jako przybliżone, ponieważ w praktyce zdarza się, że budynki zgłaszane jako obiekty „rekreacji indywidualnej” służą jako całoroczne miejsca zamieszkania. Podobnie budynki zgłaszane jako gospodarcze bywają wykorzystywane jako rekreacyjne. Część domów jednorodzinnych – zwłaszcza tych w atrakcyjnych lokalizacjach – jest natomiast wykorzystywana jako domy wakacyjne.

Brak większych obiektów i architektury użyteczności publicznej wynika najprawdopodobniej z trudności formalnych i technicznych związanych z ewentualnym zastosowaniem słomy w budynkach o większej skali oraz większych wymagań przeciwpożarowych. Powstanie takich budynków w Polsce wydaje się jednak możliwe, czego dowodem jest uzyskanie pozwolenia na budowę kompleksu budynków „Ekozofia Niepełnosprawnych” projektu Architektura Pasywna Piszczek i Stelmach<sup>379</sup>.



[il. 51] Osada Słomiany Zapła w Laskowicach Pomorskich. Budynek jednorodzinny proj. Jacek Gałąska Architekt. Budynek rekreacyjny proj. Archideo Karol Sabiniarz. Budowa 2012–2014. Fot. autor

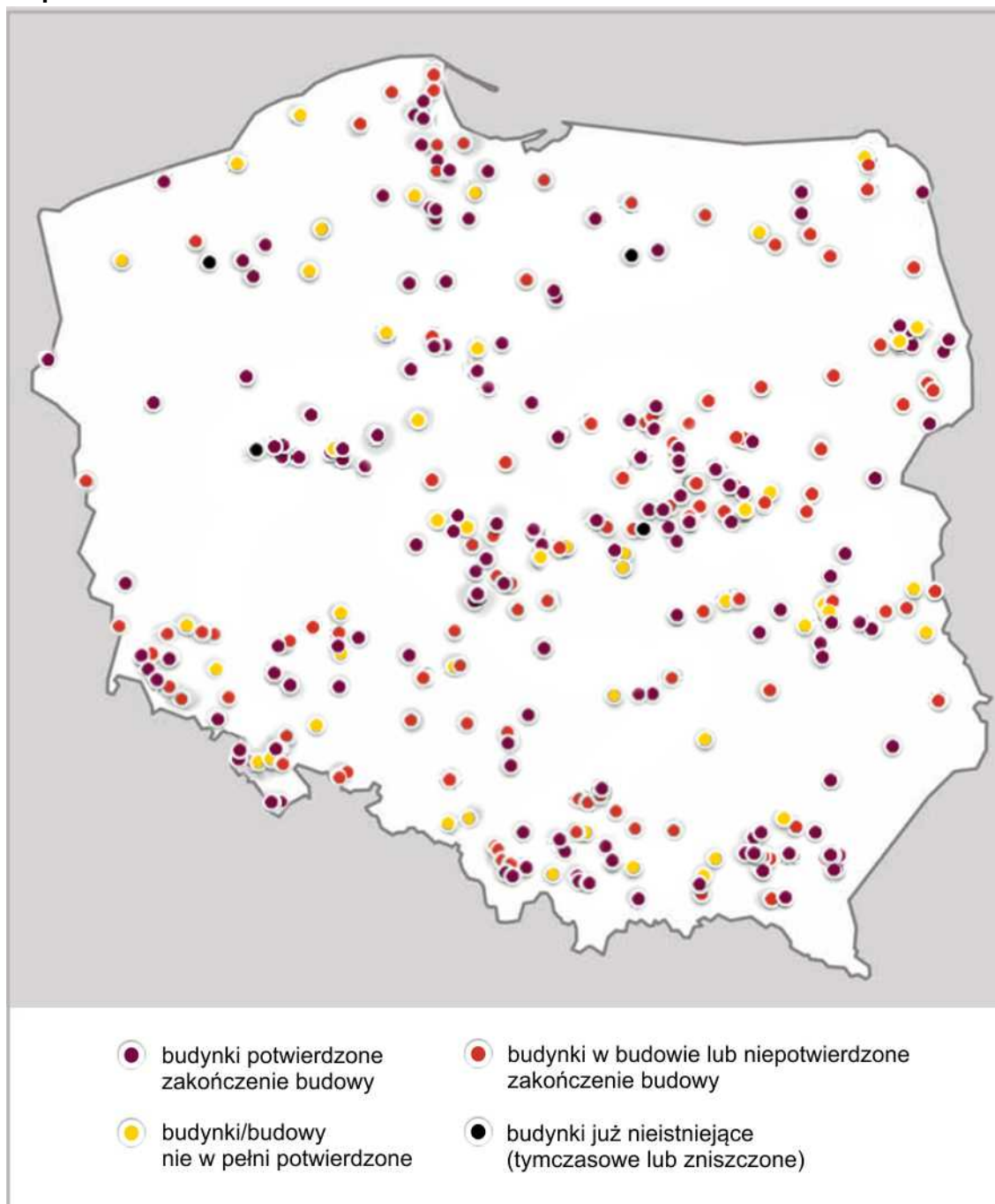
<sup>379</sup>Centrum Kształcenia i Wymiany Doświadczeń „Ekozofia Niepełnosprawnych” zaprojektowane w latach 2015–2016. Dotychczas zrealizowano tylko niewielką część projektu dotyczącą renowacji istniejącego budynku. Nie rozpoczęto budowy nowych części kompleksu, w których miała być zastosowana słoma. Informacja pochodząca z rozmów z architektami. Strona projektu: <http://architekturapasywna.pl/portfolio/centered-stack-2-2-2-3/> [dostęp 19.02.2023].

### K.3. Lokalizacja budynku

Zebrane poprzez formularz dane na temat lokalizacji oraz wcześniejsze badania posłużyły do przygotowania mapy obrazującej rozmieszczenie budynków *straw bałe* w Polsce.

Mapa ma charakter schematyczny. W przypadku, gdy w formularzu podano tylko orientacyjną lokalizację, np. nazwę powiatu, autor kropkę zaznaczał w mieście – siedzibie powiatu. W tabeli 4, we wstępie do omówienia badań zebrano dane liczbowe dla poszczególnych województw.

#### Mapa 2023



[il. 52] Schemat rozmieszczenia budynków i budów *straw bałe* w Polsce. Rys. autor



## Podsumowanie

**Zestawienie wyników na mapie oraz w tabelach ilustruje nierównomierne rozmieszczenie budynków *straw bale* w Polsce.** Najwięcej obiektów odnaleziono w województwach mazowieckim (51), dolnośląskim (44) podlaskim (41)<sup>380</sup> i łódzkim (30). Najmniej w świętokrzyskim (3), lubuskim (3), opolskim (5). **Widoczna jest koncentracja budynków z kostek słomy wokół dużych miast** (Warszawa, Łódź, Trójmiasto, Lublin, Białystok, Poznań, Toruń, Wrocław, Kraków, Rzeszów) **oraz w obszarach atrakcyjnych przyrodniczo**, takich jak: Sudety, Kotlina Kłodzka, południowa Małopolska, południe Podkarpacia, Pojezierze Drawskie etc.

Odnaleziono bardzo niewiele budynków *straw bale* na terenie miast. Nawet domy administracyjnie położone w granicach miasta (np. 3 budynki w północnej części Łodzi) zwykle znajdują się w dzielnicach o charakterze podmiejskim. Jedynym znanym wyjątkiem jest dom położony w Kielcach, który znajduje się blisko centrum miasta, wśród gęstej zabudowy jednorodzinnej<sup>381</sup>.

## Komentarz

Budynki z kostek słomy powstają głównie w terenach podmiejskich, wiejskich i niezabudowanych, jednak często w pobliżu dużych miast, w obrębie aglomeracji. Wiele rozmów przeprowadzonych przez autora podczas wizji lokalnych potwierdza także, że technika *straw bale* jest często wybierana przez mieszkańców miast wyprowadzających się na wieś.

Przedmiotem dodatkowych badań mógłby być ewentualny wpływ poszczególnych grup promujących *straw bale*, firm wykonawczych czy nawet projektowych na rozwój *straw bale* w poszczególnych regionach.



[il. 53] Dom w Łodzi. Budowa 2012–2014. Proj. i fot. Koziej Architekci Michał Koziej

<sup>380</sup>Wynik województwa podlaskiego jest tak wysoki dzięki Glinianej Wiosce Kukle, gdzie w jednym ośrodku wypoczynkowym znajduje się 20 budynków *straw bale*.

<sup>381</sup>Mowa o zrealizowanym projekcie typowym T04 architekta Jacka Gałąski. Strona inwestora, na której zaprezentowano budowę i budynek: <https://www.facebook.com/slomawmiescie> [dostęp 19.02.2023].

#### K.4. Powierzchnia zabudowy

#### K.5. Powierzchnia użytkowa

<b>tab. 7. Powierzchnia zabudowy</b>	
<b>Powierzchnia zabudowy</b> (opcje wybierane w formularzu)	<b>Liczba budynków</b> (wg formularzy)
Do 35 m <sup>2</sup>	27
36–70 m <sup>2</sup>	38
70–150 m <sup>2</sup>	82
Powyżej 150 m <sup>2</sup>	43
<b>suma</b>	<b>190</b>

<b>Tabela X. Powierzchnia użytkowa</b>	
<b>Powierzchnia użytkowa</b> (opcje wybierane w formularzu)	<b>Liczba budynków</b> (wg formularzy)
Do 50 m <sup>2</sup>	32
51–100 m <sup>2</sup>	47
100–150 m <sup>2</sup>	58
Powyżej 150 m <sup>2</sup>	52
Nie wiem	1
<b>suma</b>	<b>190</b>

#### Podsumowanie

Wśród opisanych w formularzach budynków z kostek słomy około 72% stanowią te nie przekraczające 150 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej. Biorąc pod uwagę, że są to głównie budynki jednorodzinne, można mówić o wyraźnej przewadze średnich i małych domów.

#### Komentarz

Średnia powierzchnia użytkowa budynków jednorodzinnych w Polsce wynosiła w 2022 roku ok. 132 m<sup>2</sup><sup>382</sup>. Sposób zbierania danych w przeprowadzonym badaniu nie pozwala na wyliczenie dokładnej średniej, ale można zauważyć, że większość uwzględnionych domów miała powierzchnie w przedziale poniżej krajowej średniej. Wydaje się to spójne z obserwacją, że w nurcie budownictwa ze słomy dominują budowy systemem gospodarczym, a wiele osób szuka rozwiązań niskobudżetowych. Zdarzają się także wyjątki. Największy (pod względem powierzchni użytkowej) znany autorowi budynek z kostek słomy w Polsce ma ponad 500 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej<sup>383</sup>.

382 *Budownictwo w 3. kwartale 2022 roku*, GUS, 2022, s. 1–3, dostępne online: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/budownictwo-w-3-kwartale-2022-roku,13,16.html> [dostęp 19.02.2023].

383 Dom w Wysokiem Mazowieckim, proj. Jacek Gałęska Architekt (nie został ujęty w zestawieniu, nie wypełniono formularza).

## K.6. Rodzaj dachu budynku

tab. 8. Rodzaje dachów w budynkach		
Opcja wybrana lub wpisana (w formularzu)*	Liczba budynków wg formularzy	Liczba budynków łącznie*
Dach spadzisty z okapami	146	263
Dach spadzisty bez okapów	37	41
Dach płaski z okapami (nachylenie d. 0–15°)	2	4
Dach płaski bez okapów (nachylenie 0–15°)	3	3
Kopuła (lub wizualnie podobne rozwiązanie)	1	6
Połączenie dachu spadzistego i płaskiego	1	1
Brak danych	0	2
<b>suma</b>	<b>190</b>	<b>320</b>

\*\*Są to budynki, których istnienie zostało potwierdzone poprzez formularz, wizytę na miejscu, rozmowę z osobą posiadającą konkretne informacje, wzmiankę prasową lub online.

### Podsumowanie

#### Zestawienie różnych typów dachów stosowanych w budynkach *straw bale* wykazuje dominację stosowania dachów spadzistych z okapami.

Drugim co do popularności rozwiązaniem okazały się dachy spadziste bez okapów. Dachy płaskie stosowane są sporadycznie, ciekawostką jest wystąpienie kilku kopuł.

### Komentarz

Powszechne stosowanie dachów spadzistych z okapami nie zaskakuje, ponieważ jest to wybór uzasadniony zarówno tradycją, jak i praktycznymi wymaganiami techniki budowania oraz – bardzo często – zapisami miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego.

Nieco zaskakujące jest natomiast, że w ogóle pojawiły się dachy płaskie w wersji bez okapów, ale dokładniejsza analiza pokazuje, że dwa z trzech takich przypadków to ruchome obiekty mieszkalne na naczepach<sup>384</sup>.

Analizując w tabeli liczbę dachów spadzistych bez okapów, można zauważyć, że większość informacji o takich budynkach pochodzi z formularzy, tj. najnowszego badania. Wcześniej autor odnalazł tylko kilka przykładów dachów bez okapów. Zależność ta najprawdopodobniej świadczy o tym, że dachy „bezokapowe” zyskały na popularności w ciągu ostatnich kilku lat. Analiza materiałów graficznych wskazuje dodatkowo, że część domów opisanych w formularzach jako „bez okapów” posiada zadaszone przestrzenie zewnętrzne w formie różnego rodzaju podcieni, wnęk etc. W niektórych przypadkach są to ciekawe zabiegi, które umożliwiają utrzymanie „bezokapowej” stylistyki nowoczesnej stodoły przy jednoczesnym utrzymaniu zalet zewnętrznej zadaszonej przestrzeni, zapewnianej przez okap<sup>385</sup>.

384 Realizacje projektu *Nomad* grupy Dreslóm Ekodompól. Strona projektu: <https://dreslomekodompol.com/nomad-1-0/> [dostęp 19.02.2023].

385 Np. ASZ Dom, projekt Koziej Architekci: <https://www.koziejarchitekci.com/prace-works/29,asz-dom-asz-house.html> [dostęp 19.01.2023] czy Dom w Zielonym Lesie, projekt

Pojęcie dachu spadzistego z okapami jest szerokie i w przypadku domów *straw bale* skrywa też czasem konstrukcje rzadko w Polsce spotykane w konwencjonalnym budownictwie. Są wśród nich dachy stożkowe w budynkach na planie koła (np. w Kuklach<sup>386</sup>) czy dachy wielospadowe na planie ośmiokąta (np. w Kijance<sup>387</sup>). Dachy o konstrukcji „samozakleszczającej” (ang. *reciprocal roof*), zwane też dachami mandalowymi są konstrukcją kojarzoną z naturalnym budownictwem, a w Polsce zostały zastosowane przynajmniej w dwóch budynkach<sup>388</sup>.

Wśród pokryć dachowych wyróżniają się dachy zielone, które zastosowano z powodzeniem na kilku budynkach *straw bale* w Polsce – w tym na dachach spadzistych o dość dużym nachyleniu (np. Hobbitowa Górka<sup>389</sup>). Istnieje też kilka dachów zielonych przypominających pagórki i płynnie łączących się z otaczającym terenem (np. Chatabrata<sup>390</sup> czy Dom Samogrzej<sup>391</sup>).

Inną ciekawostką są pojawiające się w zestawieniu kopuły czy raczej przekrycia o kształcie zbliżonym do kopuł, ale zwykle posiadające konstrukcję drewnianą z żeber, giętych desek albo drewnianych modułów (kopuła geodezyjna i podobne). Niektóre z nich stanowią niebezpieczne eksperymenty materiałowe – ponieważ wykonano w nich izolację termiczną z kostek słomy, którą pokryto grubym tynkiem, a następnie mineralną masą uszczelniającą. W innych przypadkach (a także czasami wtórnie jako działanie naprawcze) stosowano na dachach przypominających kopuły pokrycie np. z gontu lub wióra osikowego.



[il. 54] Dach domu kryty wiórem osikowym. Proj. Mariusz Zatylny. Budowa 2011–2013. Fot. autor

---

Ekodama Studio; <https://www.ekodama.pl/pl/projekty/dom-naturalny-straw-bale-ze-slomy-i-drewna-w-zielonym-lesie-z-pracownia-jogi> [dostęp 19.01.2023].

386 Ośrodek wypoczynkowy Gliniana Wioska Kukle: <https://kukle.pl/gliniana-wioska> [dostęp 19.01.2023].

387 Dom w Kijance, gospodarstwo Złoty Klon: <https://www.facebook.com/zlotyklon> [dostęp 19.01.2023].

388 Np. dom w ekoosadzie Nowa Ziemia: <https://www.youtube.com/watch?v=CZsvBOoGEoA&t=83s>, min. 19–20, [dostęp 19.01.2023].

389 Agroturystyka Hobbitowa Górka, projekt Jacek Gałąska Architekt <https://www.hobbitowagorka.pl/> [dostęp 19.01.2023].

390 Chata Brata (dawniej Hobbitowa), projekt i wykonanie Bogdan Pękalski: <https://chatabrata.pl/> [dostęp 19.01.2023].

391 Dom Samogrzej, projekt i wykonanie Przemysław Raj: <https://www.facebook.com/photo?fbid=168162455648188&set=pcb.168162815648152> [dostęp 19.01.2023].



## K.7. Stan budowy

<b>tab. 9. Stan budowy</b>			
<b>Opcja wybrana lub wpisana</b> (w formularzu)	<b>Skrótowy opis</b> <b>w tabelach</b>	<b>Liczba</b> <b>budynków</b> <b>wg formularzy</b>	<b>Próba</b> <b>klasyfikacji</b>
Wczesny etap budowy (przed wbudowaniem słomy)	wczesn.	11	w budowie 63 obiekty
Zaawansowana (po wbudowaniu słomy)	zaawans.	43	
Inne: zaawans./zakończona?	zaawans./ zakończona?*	7	
Inne: przerwana	przerwana	1	
Inne: zakończona + zaawansowana rozbudowa	zakończ. etap 1. + zaawans. rozbud.	1	
Budowa zakończona	zakończ.**	127	budowa zakończona 127 obiektów
Budynek użytkowany			
<b>suma:</b>		<b>190</b>	

\*Obiekty, w przypadku których osoby wypełniające formularz nie miały pewności co do zakończenia prac autor wliczył do grupy „w budowie”.

\*\*Ze względu na kłopoty z rozróżnieniem kategorii „budowa zakończona” i „budynek użytkowany” przez osoby wypełniające kwestionariusz, kategorie zostały podliczone razem jako „budowy zakończone”.

### Podsumowanie

**Wśród obiektów, których dane zebrano poprzez formularz około dwóch trzecich stanowią budynki z zakończonym procesem budowy (127 obiektów).**

### Komentarz

Wynik ten należy uznać za przybliżony, ponieważ odpowiada raczej stanowi faktycznemu, ale niekoniecznie oznacza, że budowa została formalnie zakończona. Z drugiej strony, podczas wizyt w użytkowanych domach, zwłaszcza tych budowanych „własnymi rękami”, autor miał wielokrotnie okazję widzieć, że formalne zakończenie budowy i wprowadzenie się inwestorów nie oznacza, że wszystkie prace zostały już przeprowadzone. Wykonywanie prac wykończeniowych w użytkowanych domach jest zjawiskiem dość powszechnym (i stanowi pewnego rodzaju ukryty koszt czasowy i finansowy budów „zrób to sam”).



## K.8 i K.9 Data rozpoczęcia, data zakończenia budowy, czas trwania budowy

Odpowiedzi udzielone w kwestionariuszu w punktach dotyczących dat rozpoczęcia i zakończenia budowy zostały wykorzystane do orientacyjnego obliczenia czasu budowy.

<b>tab. 10. Czas trwania</b>	
<b>Orientacyjny czas trwania w latach*</b>	<b>Liczba budynków</b> (budowy zakończone, dla których podano daty roczne rozpoczęcia i zakończenia, wg formularzy)
1 rok (do 12 miesięcy)	7
2 lata (do 24 miesięcy)	39
3 lata (do 36 miesięcy)	32
4 lata (do 48 miesięcy)	14
5 lat (do 60 miesięcy)	9
6 lat (do 72 miesięcy)	6
7 lat (do 84 miesięcy)	4
8 lat (do 96 miesięcy)	1
9 lat (do 108 miesięcy)	3
10 lat (do 120 miesięcy)	1
13 lat (do 156 miesięcy)	1
<b>suma:</b>	<b>117</b>

\*Czas trwania określono orientacyjnie – na podstawie rocznych dat rozpoczęcia budowy, co oznacza, że w skrajnych przypadkach realny czas trwania mógł być nawet o 12 miesięcy krótszy. Czas trwania podano tylko dla budów określonych jako zakończone.

### Podsumowanie

#### Wśród zebranych przypadków najczęściej budów trwało dwa lub trzy lata

(a dokładnie mówiąc w przedziałach: powyżej roku do dwóch lat i powyżej dwóch do trzech lat). Najdłużej trwająca budowa zajęła 13 lat. W siedmiu przypadkach budowy zostały przeprowadzone w czasie poniżej 12 miesięcy.

### Komentarz

Średni czas trwania budów domów jednorodzinnych w Polsce według danych GUS w latach 2017–2021 utrzymywał się na poziomie około 50 miesięcy<sup>392</sup>, czyli nieco ponad czterech lat.

Średnia arytmetyczna wyliczona z powyższej tabeli wynosi ok. 3,5 roku, należy ją jednak traktować jako informację o charakterze poglądowym, bo tabela zawiera orientacyjne czasy trwania wyliczone na podstawie dat rocznych. Ze względu na inne metody wyliczania, średnia ta nie jest porównywalna ze średnią prezentowaną przez GUS, wydaje się jednak prawdopodobne, że budowy *straw bale* wypadają nie gorzej niż średnia dla wszystkich metod budowy w tym przypadku. Hipotezę należałoby

<sup>392</sup>Efekty działalności budowlanej 2021, op. cit., s. 35.

jednak potwierdzić poprzez zebranie dokładnych danych (czasów trwania budów podanych z dokładnością do dat dziennych formalnego rozpoczęcia i zakończenia budowy).

#### K.10. Zastosowanie słomy – w jakich przegrodach znajduje zastosowanie słoma?

tab. 11. Zastosowanie słomy w przegrodach		
Przegrody w których zastosowano słomę (skrót wg legendy poniżej)	Liczba budynków (wg formularzy)	Próba klasyfikacji: (gdzie jest izolacja ze słomy?)
ś.z.	127	tylko w ścianach 151
ś.z., ś.w.	24	
ś.z., d.	19	w ścianach i w dachu i/lub stropie 30
ś.z., ś.w., d.	7	
ś.w., d.	1	
ś.z., s.	3	
ś.z., ś.w., d., p.	5	w ścianach dachu i/lub stropie i w podłodze 8
ś.z., d., p.	2	
ś.z., ś.w., d., p., s.	1	
ś.z., p.	1	w ścianach i podłodze 1
<b>suma:</b>	<b>190</b>	
Legenda: ś.z. = ściany zewnętrzne ś.w. = ściany wewnętrzne* d. = dach p. = podłoga s. = strop		

\*W formularzu niektóre osoby dodawały uwagę, że słomę w ścianach wewnętrznych zastosowano w połączeniu z gliną jako glinę lekką. Na podstawie wizyt na budowach autor zakłada, że tak mogło być w wielu przypadkach, ponieważ stosowanie samej słomy w ścianach wewnętrznych jest rozwiązaniem mniej korzystnym.

#### Podsumowanie

**W zdecydowanej większości w badanej grupie budynków słoma została wykorzystana tylko do izolacji ścian (79% budynków).** Przykłady wykorzystania słomy także do izolacji dachu były rzadsze (16% budynków), a przypadki kompletnej izolacji termicznej ze słomy obejmujące ściany, dach/strop i podłogę należały do rzadkości (5% budynków).

## Komentarz

**Przedstawione wyniki mają istotne znaczenie dla ekologicznej i ekonomicznej oceny zastosowania kostek słomy w budownictwie, potwierdzają bowiem, że najczęściej wybór tego materiału dotyczy tylko ścian**

Relatywnie niewielka liczba zastosowań słomy w przegrodach innych niż ściany, nie jest zaskakująca i wynika z aspektów technicznych opisanych w części II.

Szczególnie dotyczy to stosowania słomy w podłodze – które zasadniczo wymaga zbudowania układu podłogi podniesionej, co jest rozwiązaniem mało popularnym w budownictwie w Polsce.

Interesujące jest prześledzenie powiązania pomiędzy stosowaniem słomy w dachu i/lub podłodze a zastosowaniem prefabrykatów drewniano-słomianych (patrz K.11 i K.12).

**Większość przykładów zastosowania słomy w przegrodach innych niż ściany to budynki prefabrykowane.**



[il. 55] Budynek 35 m<sup>2</sup> w Kulicach, w trakcie montażu ścian i dachu z prefabrykatów drewniano-słomianych. Budowa 2021–2022. Proj. i fot. DD-moduły Tomasz Zmyślony

## K.11. Forma zastosowania słomy – małe kostki, duże kostki, prefabrykaty etc.

tab. 12. Formy zastosowania słomy		
Zastosowana forma użycia słomy (opcje wybierane w formularzu*)	Liczba budynków (wg formularzy)	Próba klasyfikacji
Tzw. małe kostki	118	budynki z małych kostek 136
Tzw. małe kostki i „luźny materiał”	12	
Tzw. małe kostki i glina lekka	6	
Tzw. duże kostki, czyli <i>jumbo bales</i>	3	budynki z kostek jumbo 4
Tzw. duże kostki, czyli <i>jumbo bales</i> i „luźny materiał”.	1	
Prefabrykaty drewniano-słomiane (tzw. moduły)**	50	budynki z prefabrykatów 50
<b>suma:</b>	<b>190</b>	

\*„Luźny materiał” to zapis skrócony opcji „luźny materiał, wpychany, wsypywany lub wdmuchiwany”.

\*\*W nielicznych przypadkach jednoczesnego wyboru opcji prefabrykatów i małych kostek odpowiedzi zaliczono do grupy „z prefabrykatów”, ponieważ większość prefabrykatów wytwarzanych w Polsce powstaje z małych kostek.

### Podsumowanie

Powyższe dane pozwalają obliczyć, że około 71% budynków w badanej grupie to te, w których użyto małych kostek słomy poprzez wbudowanie ich in situ. Budynki prefabrykowane stanowią około 26%. Budynki z kostek jumbo są nieliczne.

### Komentarz

Zastosowanie małych kostek i wbudowywanie ich in situ jest najczęściej wybieranym rozwiązaniem, jednak porównując do wcześniejszych badań, autor dostrzega szybki przyrost liczby budynków z prefabrykatów. Ta metoda budowy pojawiła się w Polsce później, ale obecnie rozwija się szybko – o czym świadczy m.in. pojawianie się na rynku kolejnych firm.

Większość polskich producentów wypełnia panele małymi kostkami słomy.

Interesującym szczegółem jest też, że małe kostki czasem są wtórnie kompresowane ze słomy pochodzącej z dużych kostek lub balotów. Panele litewsko-słowackiej firmy EcoCocon<sup>393</sup> oraz polskiej Ecomodus<sup>394</sup> są wypełniane słomą ułożoną wielokierunkowo, która najprawdopodobniej jest pozyskiwana z dużych balotów.

Użycie „luźnego materiału, wpychanego, wsypywanego lub wdmuchiwanego” zostało w formularzu odnotowane, jednak konstrukcja pytań nie pozwala w tym przypadku wyciągnąć precyzyjnych wniosków. Taka forma zastosowania słomy może oznaczać wypełnienie całej przegrody (ściany, stropu etc.) lub zastosowanie lokalnie jako uzupełnienie ubytków czy trudnych miejsc, np. w ścianie z małych kostek słomy.

393Ocena techniczna: NTJ-01-061:201914.01.2019-14.01.2024.

394Informacja na podstawie korespondencji z przedstawicielem firmy Michałem Wójcickim.

## K.12. Odległość, z której sprowadzono słomę na budowę

Odległość, z której sprowadzono słomę na budowę (opcje wybierane w formularzu*)	Liczba budynków (dla których podano odległości transportu słomy, wg formularzy)
<10km	66
010–50 km	63
Powyżej 50 km	54
<b>suma:</b>	<b>183</b>

\*Pytanie wielokrotnego wyboru, by osoby wypełniające mogły uwzględnić sytuacje pozyskiwania słomy z różnych źródeł. Odnotowano takie wpisy, dla uproszczenia do tabeli został wliczony w tych przypadkach gorszy wariant.

### Podsumowanie

Powyższe dane pozwalają stwierdzić, że w około 70% przypadków słoma była transportowana nie dalej niż 50 km, w tym w około 36% przypadków nie dalej niż 10 km.

### Komentarz

Okolo 50% z przypadków transportu powyżej 50 km stanowią budowy, na które dostarczano prefabrykaty. Z drugiej strony – pojawiły się też dwa przypadki budów z prefabrykatów, przy których całkowita odległość transportu słomy (z pola do warsztatu i z warsztatu na budowę) nie przekroczyła 10 km<sup>395</sup>.

**Słoma w większości przypadków została pozyskana lokalnie** (poniżej progu 50 km). Porównanie z podobnym zestawieniem pochodzącym z Francji wypada jednak niekorzystnie: tam aż w 90% słoma pochodziła z odległości mniejszej niż 50 km<sup>396</sup>.



[il. 56] Prefabrykaty wykonane w Spółdzielni Socjalnej Słomiany Dom, przygotowane do transportu. Fot. Słomiany Dom

395W tym przypadku dane z formularza sprawdzono poprzez korespondencję z producentem DD Moduły.

396L. Floissac, op. cit. s. 22.



### K.13. Zakup i /lub przygotowanie kostek słomy

<b>tab. 14. Zakup i /lub przygotowanie kostek słomy</b>	
<b>Przygotowanie kostek słomy</b> (opcje wybierane w formularzu)	<b>Liczba budynków</b> (dla których podano odpowiedź)
Zakupione takie, jakie były dostępne	66
Sprasowane na polu specjalnie na potrzeby budowy	58
Sprasowane ze słomy z poprzedniego sezonu (powtórne prasowanie lub z luźnej słomy)	22
Wybrano dwie lub trzy odpowiedzi z powyższych	20
Inna odpowiedź	12
<b>suma:</b>	<b>178</b>

#### Podsumowanie

Najczęściej wybieraną strategią pozyskania materiału okazał się zakup kostek – takich, jakie były dostępne. Druga w kolejności opcja, czyli prasowanie specjalnie na potrzeby budowy była stosowana tylko nieznacznie rzadziej.

#### Komentarz

Podział odpowiedzi potwierdza, że pozyskanie kostek słomy może przebiegać w różny sposób, zapewne w zależności od lokalnych warunków i czasu budowy (zamówienie prasowania kostek w polu specjalnie na budowę wymaga planowania z wyprzedzeniem). Występowanie grup odpowiedzi „inne” oraz „wybrano dwie lub trzy odpowiedzi” pokazuje pośrednio, że sprawa pozyskania słomy nie zawsze jest łatwa, a czasem wymaga stosowania łącznie różnych strategii.

Jeżeli połączymy te informacje z odpowiedziami na inne pytania (odległość transportu, sposoby pracy z kostkami etc.) oraz informacjami uzyskanymi bezpośrednio z budów, nasuwa się wniosek, że dostęp do dobrej jakości kostek słomy jest w Polsce utrudniony.



[il. 57] Zbiór kostek słomy sprasowanych wg wytycznych na potrzeby budowy w Wojśławicach w 2021 roku. Inwestorzy organizowali pracę i pracowali fizycznie. Fot. Marta Sawicka

## K.14. Nośne i nienośne zastosowanie kostek słomy

tab. 15. Nośne i nienośne zastosowanie kostek słomy		
Zastosowanie kostki słomy w ścianach zewnętrznych (opcje wybierane w formularzu)	Liczba budynków (dla których podano odpowiedź)	Próba klasyfikacji
Jako elementy przenoszące obciążenia (ang. <i>loadbearing straw bale</i> )	6	nośne zastosowanie 6
Jako wypełnienie – pomiędzy elementami konstrukcji drewnianej – na budowie (ang. <i>infill</i> )	115	nienośne zastosowanie 182
Jako wypełnienie – pomiędzy elementami konstrukcji drewnianej – na budowie (ang. <i>infill</i> ) + jako warstwę izolacyjną po zewnętrznej stronie konstrukcji drewnianej	7	
Jako warstwę izolacyjną po zewnętrznej stronie konstrukcji drewnianej	6	
Jako warstwę izolacyjną po zewnętrznej stronie konstrukcji drewnianej + w prefabrykacjach drewniano-słomianych przygotowanych poza placem budowy	1	
Jako warstwę izolacyjną po zewnętrznej stronie konstrukcji murowanej lub betonowej	2	
W prefabrykacjach drewniano-słomianych przygotowanych poza placem budowy	50	
Inne: jako warstwę izolacyjną po wewnętrznej stronie konstrukcji drewnianej ryglowej	1	
<b>suma:</b>	<b>188</b>	

### Podsumowanie

**Zebrane dane nie pozostawiają wątpliwości, że nienośne zastosowanie kostek słomy jest dominujące.** W obrębie tej dużej grupy rozwiązań, najczęściej stosowane jest wypełnianie konstrukcji drewnianej kostkami słomy na miejscu budowy, a drugie w kolejności – przygotowywanie prefabrykatów poza placem budowy.

### Komentarz

Dominacja nienośnych zastosowań kostek słomy nie jest zaskakująca, biorąc pod uwagę ogólnie znane ograniczenia (omówione w cz. II) oraz uwarunkowania lokalne, tj. przede wszystkim niską jakość kostek słomy dostępnych w Polsce. Interesujące w powyższym zestawieniu wydaje się jednak, jak mało uzyskano wpisów na temat *loadbearing straw bale*. Ciekawe jest też, że z sześciu wymienionych obiektów w czterech zastosowano duże kostki jumbo.

Jeżeli do powyższych danych dodać inne budynki *loadbearing straw bale*, które udało się autorowi odnaleźć, sumy byłyby następujące: osiem obiektów z małych kostek i pięć obiektów z kostek jumbo oraz około sześciu małych obiektów eksperymentalnych, zbudowanych jako tymczasowe.

#### K.15. Kompresja kostek słomy na budowie lub w warsztacie

<b>tab. 16. Metody dodatkowej kompresji słomy</b>		
<b>Czy kostki dodatkowo kompresowano na budowie lub w warsztacie?</b> (opcje wybierane w formularzu)	<b>Liczba budynków</b> (dla których podano odpowiedź)	<b>Próba klasyfikacji</b> (nazwa grupy metod i liczba budynków)
Nie kompresowano dodatkowo	8	A bez dodatkowej kompresji 8
Kompresowano dodatkowo na budowie przed włożeniem w ściany	4	B dodatkowa kompresja przed wbudowaniem + kompresja w ścianie 18
Kompresowano dodatkowo na budowie przed włożeniem w ściany + upychano w ścianie ręcznie i kompresowano poprzez udeptywanie	2	
Kompresowano dodatkowo na budowie przed włożeniem w ściany + kompresowano w ścianie pasami*	3	
Kompresowano dodatkowo na budowie przed włożeniem w ściany + kompresowano w ścianie podnośnikami (np. hydraulicznymi)*	9	
Upychano w ścianie ręcznie i kompresowano poprzez udeptywanie	2	C kompresja w ścianie 101
Kompresowano w ścianie podnośnikami (np. hydraulicznymi)*	75	
Kompresowano w ścianie podnośnikami (np. hydraulicznymi) + kompresowano w ścianie pasami *	9	
Kompresowano w ścianie pasami*	14	
Inne: kompresowano prasą dźwigniową bezpośrednio w trakcie wkładania w ścianę	1	

Kompresowano w panelach w warsztacie specjalną prasą	47	D kompresja w panelach podczas prefabrykacji 47
Kompresowano w panelach w warsztacie specjalną prasą + naprawy: kompresowano w ścianie pasami,	1	
<b>suma</b>	<b>175</b>	

\*W przypadku, gdy odpowiedzi „upychano w ścianie ręcznie i kompresowano poprzez udeptywanie” zostały zaznaczone razem z odpowiedziami „kompresowano w ścianie podnośnikami” lub „kompresowano w ścianie pasami” odpowiedzi zostały zliczone jako kompresowanie podnośnikami lub pasami, z pominięciem informacji o ręcznym upychaniu, ponieważ kompresja z użyciem podnośników lub pasów zawsze wymaga najpierw ręcznego upychania.

### Podsumowanie

**W badanej grupie dominującym sposobem dodatkowego zagęszczenia słomy okazała się kompresja w ścianie, na miejscu budowy (grupy B i C, łącznie 119 budynków, czyli 68% odpowiedzi).** Wśród narzędzi do kompresji używanych na budowie najczęściej stosowanymi były podnośniki, wyraźnie rzadziej – pasy, choć na niektórych budowach stosowano jedno i drugie. Budowy, na których nie kompresowano dodatkowo kostek i/lub na których kompresowano tylko ręcznie stanowią niewielką grupę.

### Komentarz

Dość wyraźna przewaga ilościowa stosowania konkretnej metody kompresji, tj. kompresowania w ścianie podnośnikami, zdaniem autora świadczy, że mamy do czynienia ze swego rodzaju wstępnie ugruntowanym stanem wiedzy o tym, jak pracować z niedoskonałym materiałem, jakim są kostki słomy dostępne w Polsce. Występowanie przypadków, gdzie przeprowadzano kompresję dwukrotnie, tj. przed wbudowaniem oraz w ścianie świadczy o tym, że wyjściowy materiał musiał być nieodpowiedniej jakości. Jakkolwiek takie rozwiązania mogą być skuteczne (i konieczne w danych okolicznościach) wiążą się z bardzo dużym nakładem dodatkowej pracy.

## K.16. Kierunek ułożenia żdźbeł słomy w kostce względem ściany

tab. 17. Ułożenie słomy w ścianie (układ/kierunek)	
Kostki słomy w ścianach zewnętrznych zastosowano tak, że: (opcje wybierane w formularzu)	Liczba budynków (dla których podano odpowiedź)
Dominujący był kierunek żdźbeł w poprzek ściany	136
Dominujący był kierunek żdźbeł wzdłuż ściany	18
Inne: był mieszany	11
Inne: nie wiem, nie pamiętam, trudno powiedzieć, nie ma czegoś takiego etc., różnie, jumbo itd.	11
<b>suma:</b>	<b>176</b>

### Podsumowanie

Podane odpowiedzi jednoznacznie potwierdzają wcześniejsze obserwacje autora w terenie: zdecydowanie najczęściej kostki słomy są wbudowywane w ściany tak, że dominujący jest układ żdźbeł w poprzek ściany (prostopadle do lica). (Patrz też il. 10.).

### Komentarz

**Układ żdźbeł słomy w ścianie ma znaczenie dla przyjmowanych współczynników przewodzenia ciepła, a jest wynikiem ułożenia, w jakim kostka słomy została wbudowana w ścianę (patrz cz. II).**

Układ żdźbeł wzdłuż ściany, który należałoby właściwie określić równoległe do płaszczyzny lica ściany, w praktyce może być osiągnięty poprzez wbudowanie kostek pionowo lub na rąb<sup>397</sup>. Taki sposób wypełniania konstrukcji jest w Polsce rzadki, a w Niemczech czy Austrii – powszechny.

W Polsce wiele budynków z kostkami na rąb zrealizowano z prefabrykatów firmy Dobry Dom Moritz Reichert (później także Lorenz GmbH). Natomiast w prefabrykacjach firmy EcoCocon występuje mieszany (wielokierunkowy) układ żdźbeł słomy.

Odpowiedzi dotyczące tego pytania należy traktować z pewną ostrożnością, ponieważ okazało się ono dla części wypełniających niezrozumiałe (o czym świadczy większa liczba odpowiedzi „nie wiem” i podobnych oraz braku odpowiedzi).

<sup>397</sup>Patrz też: il. 10.



## K.17. Konstrukcja drewniana ścian

<b>tab. 18. Konstrukcja drewniana ścian</b>		
<b>Jeśli w ścianach zewnętrznych zastosowano konstrukcję drewnianą, proszę wybrać, jaki układ słupów zastosowano:</b> (opcje wybierane w formularzu)	<b>Liczba budynków</b> (dla których podano odpowiedź)	<b>Próba klasyfikacji</b> (nazwa grupy metod i liczbę budynków)
Pojedyncze słupy*	33	A konstrukcje z pojedynczymi słupami 35
Inne: pojedyncze słupy, w niektórych sytuacjach zastosowaliśmy podwójne słupy	2	
Inne: konstrukcja ryglowa (szachulec)	1	
Słupy dwugałęziowe (dwa słupy łączone przewiązkami)*	135	B konstrukcje z podwójnymi słupami 137
Inne: dwa rzędy słupów	1	
Inne: dwa rzędy słupów naprzemiennie	1	
Inne: gięte wiązary, dom w kształcie ściętego jaja	1	C inne konstrukcje drewniane 3
Inne: hybryda, rama drewniana ze słupami dwugałęziowymi nienośnymi	1	
Inne: drewno masywne HBE	1	
<b>suma:</b>	<b>176</b>	

\*Wszystkie odpowiedzi typu: prefabrykaty, panele etc. w tym pytaniu zostały sprawdzone i przyporządkowane albo konstrukcji o pojedynczych słupach, albo o słupach dwugałęziowych.

### Podsumowanie

**Wśród konstrukcji drewnianych ścian dominują rozwiązania ze słupami dwugałęziowymi (około 76% budynków, dla których uzyskano odpowiedzi).**

### Komentarz

Częste stosowanie słupów dwugałęziowych jest powiązane z pozostałymi aspektami budowania z kostek słomy, których dotyczyły poprzednie pytania. Konstrukcja dwugałęziowa dobrze nadaje się np. do wypełniania słomą in situ i kompresji podnośnikami.

Większość firm (np. Słomiany Dom, DD Moduły, EcoCocon) oferujących w Polsce prefabrykaty także stosuje konstrukcję dwugałęziową. Jej specyfika polega na tym, że elementy sąsiadujących paneli są skręcane, więc dają razem przekroje o większej sztywności (np. panele składają się z par słupków, z których każdy ma wymiary 45 × 90 mm, po połączeniu z sąsiednim panelem dają profile o wymiarach 90 × 90 mm). Firma Dobry Dom Moritz Reichert i Lorenz GmbH produkuje prefabrykaty o pojedynczych szerokich słupkach.



[il. 58] Konstrukcja drewniana ze słupami dwugałęziowymi. Obydwa słupy w każdej parze obciążone dachem i stropem. Budowa domu w okolicach Warszawy w 2013 roku. Proj. Jacek Gałaska Architekt. Fot. autor



[il. 59] Konstrukcja drewniana z asymetrycznymi słupami dwugałęziowymi. Wewnętrzne słupy obciążone dachem i stropem. Budowa domu w Łodzi w 2013 roku. Proj. Koziej Architekci Michał Koziej. Fot. autor





[il. 60] Budowa domu w okolicach Łodzi w roku 2014. Nietypowe rozwiązanie: wewnątrz konstrukcja nośna podobna do tradycyjnej słupowo-ryglowej. Po zewnętrznej stronie lekka konstrukcja służąca do montażu słomy. Proj. NN. Fot. Diggers and Dreamers



[il. 61] Budowa domu w okolicach Jeleniej Góry. Tradycyjna konstrukcja słupowo-ryglowa została wyeksponowana po zewnętrznej stronie ściany, w ramach dalszych prac kostki słomy wbudowano po wewnętrznej w lekkim stelażu drewnianym. Proj. NN. Fot. Szymon Sarnicki

## K.18. Warstwy ścian zewnętrznych

<b>tab. 19. Warstwy ścian zewnętrznych</b>			
<b>Układy warstw ściany od zewnątrz do wewnątrz</b> (podawane w formularzu, usystematyzowane, uproszczone i zgrupowane przez autora)	<b>Liczba podanych przypadków zastosowania*</b>	<b>Próba klasyfikacji wizualnej – „co widać”</b>	
<b>Tynk – słoma – tynk</b>			
W-S-G	67	<b>A</b> tynk. zewn. + tynk wewn. 133	
G-S-G	23		
T-S-T	8		
W-G-S-G	5		
Cem.W-W-S-G	1		
W-S-?	1		
W-S-D-G	1		
W-S(jumbo)-G	2		
W-WG-S-G	1		
WG-G-S-G	1		
<b>Tynk – płyta i/lub membrana – słoma – tynk</b>			
T-P-S-T	2		
T-P-M-S-Pł.Gips	1		
T.sys.-P-S-G	1		
W-P-M-S-G	1		
W-P-S-G	1		
W-P-S-G	1		
<b>jw. + paroizolacja i/lub płyty OSB po wewn.</b>			
ED-P-S-paroiz.-D-G	1		
T.Sys.-P-S-OSB-G	3		
W-P-S-OSB-G	1		
<b>Tynk – (ew. płyty) – słoma – cegły gliniane – tynk</b>			
W-S-CG-G	3		
W-P-S-CG-G	1		
<b>jw. + paroizolacja</b>			
W-S-paroiz.-CG	1		
<b>Tynk – słoma – mur istniejący – tynk</b>			
W-S-glinobitka istn.-G	1		
W-S-mur istn.-G	1		
<b>Inne, obustronnie tynkowane</b>			
T-M-P-S-Flex-PG-G	1		
T-P-S-kons.drew.HBE-PG-G	1		
W-Hemp-W-S(jumbo)-G	1		
G-S-kons.drew.(zrębowa?)-G	1		
<b>Elewacja drewniana – tynk – słoma – tynk</b>			

ED-G-S-G	6	<b>B</b> elewacja drewniana + tynk wewn. 41
ED-T-S-T	4	
ED-T-S-G	1	
ED-W-G-S-G	1	
ED-W-S-Cem.W	1	
ED-W-S-G	6	
<b>Elewacja drewniana – membrana – słoma – tynk</b>		
ED-M-S-G	4	
<b>Elewacja drewniana – płyta (i ew. membrana) – słoma – tynk</b>		
ED-P-S-G	7	
ED-P-S-T	2	
ED-M-P-M-S-G	1	
ED-M-P-S-G	1	
ED-M-P-siatka p. gryzoniom-S-G	1	
ED-P-M-S-G	3	
ED-P-M-S-PG-GG	1	
ED-P-S-CG-C	1	
<b>Deski – nietypowe warstwy – tynk</b>		
D-celuloza-W-S-G	1	
<b>inne/nietypowe rozwiązania</b>		
W-S(jumbo)-CG	1	<b>C</b> inne 4
W-S-G-mur istniejący	1	
konstr.drewn.-S-G	1	
kopuła	1	
<b>suma</b>	<b>178*</b>	

**Legenda:**

**CG** = cegły gliniane niepalone (suszone)

**ED** = elewacja drewniana (z desek), wentylowana\*\*

**G** = tynk gliniany

**Cem.W** = tynk cementowo-wapienny

**hemp.** = hempcrete (kompozyt wapna i paździerzki konopnych)

**M** = membrana wiatroizolacyjna

**OSB** = płyty OSB

**P** = płyta termoizolacyjna (np. z włókien drzewnych lub słomy)

**Pł.Gips** = płyta gipsowa

**S** = słoma (najczęściej – kostki słomy między elementami konstrukcji drewnianej)

**T** = tynk (nie określono jaki)

**T.sys** = tynk systemowy

**W** = tynk wapienny **WG** = tynk wapienno-gliniany

\*W tym pytaniu istniała możliwość udzielenia więcej niż jednej odpowiedzi, tj. podania więcej niż jednego układu warstw ścian zewnętrznych występujących w danym budynku. Dlatego w tabeli zliczone są przypadki zastosowania, a nie budynki. Bardzo niewiele osób wypełniających skorzystało z tej opcji, ale w praktyce w wielu budynkach część ścian jest np. tynkowana, a część wykonana inaczej.

\*\*Autor przyjął, że elewacje drewniane powinny być stosowane w układzie elewacji wentylowanej, choć nie we wszystkich wpisach podano szczegóły.



## Podsumowanie

Powyższy przegląd warstw ścian wskazuje na dużą różnorodność stosowanych układów. Najczęściej wybieranymi są rozwiązania najprostsze – oparte na bezpośrednim nakładaniu tynków na warstwę izolacyjną z kostek słomy.

**Można wyróżnić dwie główne grupy:**

- ściany, w których od zewnątrz i od wewnątrz warstwą wykończeniową jest tynk (ok. 75%),
- ściany, w których od zewnątrz warstwą wykończeniową są deski (elewacja drewniana), a od wewnątrz tynk (ok. 23%).

Inne rozwiązania – np. takie, w których od wewnątrz budynku widać warstwę cegieł suszonych lub istniejący wcześniej mur z cegieł palonych, należą do rzadkości.

## Komentarz

**Przedstawione zestawienie pozwala się zorientować, że o wyrazie architektonicznym ścian obiektów *straw bale* bardzo często decydują tynki – tak wewnątrz, jak i zewnątrz.**

Pomimo, że od strony konstrukcyjnej są to w przeważającej większości budynki szkieletowe drewniane, materiały najczęściej widoczne na powierzchni ścian to tynki wapienne i gliniane.

Próba klasyfikacji „wizualnej” została przeprowadzona w taki sposób, by móc orientacyjnie porównać wyniki z podobnymi danymi z Francji. To, co stanowi istotną różnicę, to fakt, że w badaniu autora prawie nie wykryto ścian wewnątrz wykończonych płytami (np. GK) lub drewnem (boazerią, drewnem klejonym etc), podczas gdy w badaniu francuskim takie rozwiązania stanowiły ponad jedną czwartą ogółu<sup>398</sup>.

W zestawieniu wymieniono wiele układów warstw ścian, jednak w praktyce zróżnicowanie jest większe, ponieważ występują jeszcze istotne różnice w grubości poszczególnych warstw i doborze konkretnych produktów (np. rodzaj płyt i membran) oraz receptur (np. tynki mieszane na budowie).

W zakresie tynków różnice potrafią być naprawdę istotne – według odpowiedzi w formularzach grubości tynków glinianych i wapiennych wynoszą od dwóch do kilkunastu centymetrów (!).

Zdecydowana większość osób wypełniających formularz podała tylko jeden układ warstw ściany, można jednak podejrzewać, że faktyczna liczba stosowanych rozwiązań była większa. Z obserwacji wynika, że w wielu budynkach stosuje się dwa lub więcej różnych przekrojów ściany, często np. inaczej jest zaprojektowana ściana na poddaszu (np. z deskowaniem), a inaczej na parterze (np. z tynkiem).

**Autor zwraca uwagę, że powyższe zestawienie nie stanowi katalogu dobrych praktyk, a jedynie wyliczenie rozwiązań, które ktoś już zastosował.**

Kontrowersyjne jest np. stosowanie tynków wapiennych na gliniane oraz tynków wapienno-glinianych. Przykłady historyczne wydają się potwierdzać, że stosowanie tynków wapiennych na podłożu glinianym jest możliwe i może być trwałe (jest rozpowszechnione w niemieckim budownictwie szachulcowym – *fachwerk*). Natomiast autorowi znane są przynajmniej cztery realizacje *straw bale* w Polsce, gdzie tynk wapienny nałożony na tynk gliniany pękał i odpadał płatami pod wpływem

<sup>398</sup>L. Floissac, op. cit., s. 23.

warunków zewnętrznych (cykl zamarzania i odmarzania). Stosowanie tynków glinianych na zewnątrz według obserwacji autora na budowach przynosiło różne rezultaty. Tynki gliniane są ze swej natury nieodporne na wodę, czyli np. wymywanie przez deszcz. Dlatego stosowanie ich na zewnątrz powinno być ograniczone do miejsc dobrze osłoniętych przed deszczem, poparte rzemieślniczą wiedzą, jak je wykonać (jakich użyć domieszek impregnujących) oraz świadomością, że będzie konieczne regularne nakładanie nowych warstw tynku (jak to miało miejsce w architekturze tradycyjnej). Z obserwacji autora wynika, że gliniane tynki mają szansę spełnić swoją rolę na zewnątrz, jeśli (oprócz spełnienia powyższych warunków) są wykonane w dużej grubości (kilka, a lepiej kilkanaście centymetrów) i zbrojone siatką. Z drugiej strony autor miał też wielokrotnie okazję widzieć tynki gliniane wykonane „na gładko”, bez domieszek impregnujących (lub z niewłaściwie dobranymi domieszkami), które były zmywane ze ścian – nawet w miejscach pod szerokimi okapami. Biorąc pod uwagę powyższe ograniczenia, zdaniem autora stosowanie tynków glinianych na zewnątrz może być rozważane głównie wtedy, gdy inwestorzy/rki są przygotowani do prowadzenia napraw i nakładania kolejnych warstw.

### K.19. Rodzaj projektu

<b>tab. 20.</b>		
<b>Rodzaj projektu, na podstawie którego budowano</b> (wybierane odpowiedzi)	<b>Liczba budynków</b> (na podstawie formularzy)	<b>Liczba budynków – korekta**</b>
Projekt budowlany indywidualny	146	139
Projekt budowlany typowy	19	26
Bez projektu budowlanego (dotyczy np. zgłoszenia ze szkicem, tiny-house etc., termomodernizacja)*	23	23
<b>suma:</b>	<b>188</b>	<b>188</b>

\*Pojedyncze odpowiedzi wpisane jako „inne” np. projekt open source albo projekt indywidualny (w znaczeniu inny niż budowlany) zostały przez autora po szczegółowej analizie zaliczone do kategorii „bez projektu budowlanego”.

\*\*Korekty dokonano na podstawie korespondencji z architektem Jackiem Gałąską (patrz komentarz).

### Podsumowanie

**Wyniki wskazują, że zdecydowana większość budynków *straw bale* w badanej grupie powstała na podstawie projektów budowlanych indywidualnych.**

## Komentarz

**Duża liczba budynków powstających na podstawie projektów budowlanych w ogóle (ok. 87%), a indywidualnych w szczególności (ok. 73%) świadczy o tym, że zjawisko budowania z kostek słomy w Polsce (pomimo częstego charakteru *low-tech*) rozwija się z dużym udziałem projektantów/ek.**

Także część budynków z grupy „bez projektu budowlanego” została profesjonalnie zaprojektowana, co odnotowano poprzez kategorię „inne” w formularzach. Według wiedzy autora, przynajmniej trzykrotnie dochodziło w Polsce do publikacji projektów małych obiektów *straw bale* na otwartej licencji (ang. *open source*). Jeden z nich, wspomniany już wcześniej, jest wciąż dostępny i godny uwagi jako źródło wiedzy o projektowaniu budynków rekreacji indywidualnej do 35 m<sup>2399</sup>.

Autorowi zastanawiająca wydała się relatywnie mała liczba projektów typowych w zestawieniu, w związku z czym przeprowadzono weryfikację wyników poprzez korespondencję z autorem najbardziej popularnych projektów typowych – architektem Jackiem Gałąską. Na podstawie danych uzyskanych od projektanta ustalono, że siedem projektów było błędnie zgłoszonych w formularzu jako indywidualne. Skorygowane wyniki można znaleźć w prawej kolumnie tabeli.



[il. 62] Budynek 35 m<sup>2</sup> w Potoczku. Budowa 2015–2016. Proj. mech.build i Weronika Siwiec.  
Fot. Katarzyna Kędzior

---

399Dom w Potoczku, projekt mech.build i Weronika Siwiec, strona projektu  
<https://house.persona.co/> [dostęp 19.02.2023].

## K.20. Projektantki i projektanci

<b>tab. 21. Projektowanie</b>	
<b>Główny/a projektant/ka: (i/lub nazwa pracowni + współautorzy/rki projektu)* (odpowiedzi)</b>	<b>Liczba budyneków**</b>
Archideo Karol Sabiniarz	1
B2 Architekci Bartłomiej Boratyn	1
Barbara Kaszyńska-Wrzosek i Paweł Kubacz	1
Bogusław Rakoczy	1
Cohabitat Atelier Mariusz Zatylny	4
Mariusz Zatylny	1
Earth Heart Monika Sierakowska	1
eKodama Studio Magdalena Górka	23
Ewelina Siostrzewitowska Mateusz Gierszon	1
FUCHI Studio Joanna M. Kornecka, Maciej Jagielak	5
Hubert Trammer	1
Irena Kolenda	1
Jacek Gałęska Architekt	28
Janusz Kubiczek	1
Katarzyna Małkiewicz	1
Koziej Architekci Michał Koziej	6
Marcin Nowicki	1
Marcin Prześniak	1
Maria Rauch, Tomasz Żemojcin, Michał Pierzchalski	1
Marta Fąfara	1
mech.build Anna Zawadzka-Sobieraj, Jan Dowgiałło	2
Mikołaj Wower	1
Monika Wielogórska	1
Aldona Kret-Dźwigoń	1
Piotr Maćkiewicz	8
Piotr Nitecki /proj. zamienny Tomasz Zmyślony	1
Tomasz Zmyślony	5
Pracownia Proporcji Adam Dudko	2
Reinhard Coppenrath	1
Rprojekt Lech Rybienik	4
Ryszard Głowacki	1
Stanisław Wojciechowski	1
Świadom Przemysław Woś, Borys Lewandowski	5
TXMA Tomasz Mielczyński	1

Wojciech Brzeski (z zespołem)	1
Wojciech Kruszyński - shapestudio	1
<b>suma:</b>	<b>117</b>

\*Pytanie postawione w formularzu dotyczyło głównego/ej projektanta/teki, ale uzyskano liczne odpowiedzi nie w pełni pokrywające się z pytaniem (jak np. nazwy firm, nazwiska osób bez uprawnień projektowych etc). Odpowiedzi zostały w miarę możliwości sprawdzone i podane w formie nazwy pracowni uzupełnionej o imię i nazwisko głównego/j projektanta/teki i/lub (współ-) autorów/ek projektu.

\*\*Prezentacje wyników ograniczono do budynków, dla których powstały projekty budowlane i dla których podano odpowiedzi. Nie liczone projektów koncepcyjnych, wykonawczych etc, dla budów nie wymagających projektu budowlanego, ponieważ informacje na ten temat były nieliczne.

## Podsumowanie

**Wyniki wskazują, że większość projektów budowlanych, o których zebrano informacje wykonały osoby (i/lub firmy) posiadające wielokrotne doświadczenie projektowania budynków *straw bale* (kolor zielony i pomarańczowy w polach tabeli).**

Autorami/kami największej liczby projektów okazali się architekt Jacek Gałąska (28) i architektka Magda Górka (23).

## Komentarz

**Wyniki zdają się potwierdzać, że w Polsce działa kilkoro projektantów/pracowni/grup projektowych wyspecjalizowanych w budynkach *straw bale* (i/lub innych technikach budowania z niskoprzetworzonych materiałów).** Wiele z tych osób działa lub działało w Ogólnopolskim Stowarzyszeniu Budownictwa Naturalnego.

Powyższe wyniki nie są w pełni reprezentatywne, ponieważ twórczość architektów/ek, którzy sami wzięli udział w wypełnianiu formularzy (np. Magda Górka, Piotr Maćkiewicz) jest zdecydowanie dokładniej opisana, niż tych którzy nie wzięli udziału (np. Jacek Gałąska). Na podstawie rozmów i korespondencji, autor ustalił, że realna liczba budynków zrealizowanych i będących w trakcie realizacji na podstawie projektów architekta Jacka Gałąski przekracza 50. Na liście brakuje też kilku osób, które projektowały więcej w pierwszych latach rozwoju *straw bale* w Polsce – np. architektki Pauliny Wojciechowskiej (autorki kilku obiektów, w tym pierwszego domu z kostek słomy). Tabele zamieszczone w apendyksie A zawierają informacje o większej liczbie budynków niż powyższa tabela oparta na badaniu formularzem.



## K.21. Sposób organizacji budowy

tab. 22. Sposób organizacji budowy		
Sposób organizacji budowy (opcje wybrane i wpisy „inne”)	Liczba budyneków	Próba klasyfikacji
<b>Z generalnym wykonawcą</b>	<b>28</b>	<b>A g.w. 28</b>
<b>System gospodarczy – inwestor organizował, zlecał prace, ale nie pracował fizycznie</b>	<b>44</b>	<b>B system gosp. bez fizycznej pracy inwestorów/ek 47</b>
Generalny do stanu przed tynkami, później różne firmy (gospodarcza)	1	
Do stanu surowego zamkniętego wykonawca generalny. Instalacje i wykończenie wewnątrz zlecone prace przez inwestora pojedynczym wykonawcom	1	
Z ekspertem	1	
<b>System gospodarczy – inwestor organizował, zlecał prace i pracował fizycznie</b>	<b>70</b>	<b>C system gosp. z fizyczną pracą inwestorów/ek 74</b>
Stan surowy otwarty – f. DD-moduły. Fundamenty i tynk praca własna inwestora	1	
Stan surowy otwarty wraz z fundamentami – f. DD-moduły. pozostałe prace w systemie gospodarczym zlecenia i praca własna	1	
Z ekspertem, inwestor pracował	1	
Wszystko po trochu. Fundamenty/konstrukcja/dach - zatrudnione firmy, Wypełnienie ścian/instalacje/wykończenie we własnym zakresie z pomocą rodziny i znajomych.	1	
<b>Własnymi siłami – większość prac wykonał inwestor z pomocnikami (rodziną przyjaciółmi etc)</b>	<b>35</b>	<b>D własnymi siłami 39</b>
Zdecydowanie własnymi siłami – sporadycznie w pracach był jeden pomocnik	1	
Inwestor + warsztaty i przyjaciele	1	
Prawie wszystko samodzielnie	1	
Własne siły bez pracowników i pomocników	1	
<b>suma:</b>	<b>188</b>	

## Podsumowanie

**Wyniki potwierdzają dominację systemu gospodarczego w różnych odmianach. Zwraca uwagę bardzo duży udział budów, gdzie inwestorzy/rki pracowali/ły fizycznie (grupy C+D, razem ok. 60%).**

## Komentarz

Wyniki zdają się potwierdzać etos *straw bale* jako metody budowy „zrób to sam”, odpowiedniej dla osób budujących system gospodarczym. Liczba budynków zrealizowanych z generalnymi wykonawcami nie jest wysoka, ale sam fakt, że naliczono takich budów 28, rozmieszczonych w różnych częściach kraju świadczy o tym, że istnieją firmy podejmujące takie zlecenia. Znaczna część z nich to jednocześnie wykonawcy prefabrykatów słomiano-drewnianych.



[il. 63] Warsztaty na budowie domu nad jeziorem Hańcza 2012. Proj. Earth Hands and Houses Paulina Wojciechowska. Foto: Earth Hands and Houses

## K.22. Wykonanie prac związanych z wbudowaniem słomy

tab. 23. Wykonanie prac związanych z wbudowaniem słomy		
Kto wykonywał prace związane z wbudowaniem słomy*:	Liczba budynków (dla których podano odpowiedź)**	Próba klasyfikacji (nazwa grupy metod i liczba budynków)
<b>Inwestor/rzy i pomocnicy (rodzina, przyjaciele etc)</b>	<b>50</b>	<b>A wbudowanie słomy przez (lub z udziałem) inwestorów/ek 77</b>
Inwestor	1	
Inwestor/rzy i pomocnicy (rodzina, przyjaciele etc) z ekspertem	<b>3</b>	
Inwestor/rzy i pomocnicy (rodzina, przyjaciele etc), wykonawca wcześniej nie stosujący słomy	5	
Inwestor/rzy i pomocnicy (rodzina, przyjaciele etc), wyspecjalizowany wykonawca	<b>14</b>	
Inwestorki + sąsiedzi pod nadzorem eksperta	<b>1</b>	
Wyspecjalizowany wykonawca, inwestor	<b>1</b>	
Wyspecjalizowany wykonawca, inwestor pracował z wykonawcą	<b>1</b>	
Wyspecjalizowany wykonawca, inwestor wykonał sprawdzenia i wypełnień pomiędzy kostkami słomy. Inwestor wykonał samemu, ściany działowe z gliny lekkiej	<b>1</b>	
<b>Wyspecjalizowany wykonawca*</b>	<b>86</b>	<b>B wbudowanie słomy bez udziału inwestorów/ek 107</b>
Na część prac była zatrudniona firma, która już budowała ze słomy	1	
Wyspecjalizowany wykonawca, wraz z osobami z warsztatów	<b>1</b>	
Wyspecjalizowany wykonawca, wykonawca wcześniej niestosujący słomy	<b>2</b>	
Wykonawca, który pracował już ze słomą, ale nie opisałabym go jako wyspecjalizowanego	1	
<b>Wykonawca wcześniej niestosujący słomy</b>	<b>16</b>	
<b>suma:</b>	<b>184</b>	

\*Odpowiedzi z grupy „inne” w formie opisowej oraz zawierające konkretne nazwiska zostały zaliczone przez autora do jednej z grup głównych, o ile informacje były do tego wystarczające.

\*\*Kolorem czerwonym wpisano liczbę budynków, w których wzniesieniu udział wzięli wyspecjalizowani wykonawcy, eksperci etc. Razem to **110 obiektów**.



## Podsumowanie

**Wyniki wykazują większą liczbę budynków, w których wbudowanie słomy zostało przeprowadzone przez wykonawców/czynie niż siłami samych inwestorów/ek.** W procesie słomowania, w co najmniej 110 budynkach (ok. 59%) brały udział osoby określane jako „wyspecjalizowany wykonawca” lub „ekspert”.

## Komentarz

**Wyniki wskazują, że inwestorzy/rki brali/ły udział w słomowaniu ścian w mniej niż połowie przypadków (ok. 41%),** co może się wydawać zaskakujące, biorąc pod uwagę odpowiedzi z poprzedniego pytania, według których ok. 60% inwestorów/ek pracowało fizycznie na swoich budowach. Różnica najprawdopodobniej wynika z tego, że część osób podjęła się innych prac – np. tynkowania czy innych robót wykończeniowych.

**W wynikach w tabeli należy też zwrócić uwagę, że podano je łącznie dla wypełniania słomą in situ i w trakcie prefabrykacji.** Z wcześniejszych pytań wynika, że w ok. 50 budynkach zastosowano prefabrykaty (które prawie zawsze są wykonywane przez firmy). Na tej podstawie możemy wyliczyć dane dla słomowania in situ:  
- grupa A: wbudowanie słomy przez (lub z udziałem) inwestorów/ek = 77 budynków,  
- grupa B: wbudowanie słomy bez udziału inwestorów/ek = 107-50 = 57 budynków.  
**Większość procesów słomowania na miejscu budowy zostało przeprowadzonych przez (lub z udziałem) inwestorów/ek.**



[il. 64] Pracownicy z grupy „Build and play” podczas przygotowywania kostek słomy do montażu pod skosem dachu w ścianie szczytowej. Budowa koło Łodzi 2014. Fot. Diggers and Dreamers

## K.23. Wolontariat i warsztaty na budowach

tab. 24. Wolontariat i warsztaty	
Czy na budowie prowadzono warsztaty lub oferowano możliwość wolontariatu:*	Liczba budynków (dla których podano odpowiedź)
(wybrane lub podane odpowiedzi)	
<b>Tak</b>	48
<b>Nie</b>	140
<b>suma:</b>	<b>188</b>

\*Odpowiedzi opisowe z grupy „inne”, autor przyporządkował do grup „tak” lub „nie”, ponieważ zakres przedstawionych informacji był wystarczający, by stwierdzić, czy odbywały się warsztaty lub wolontariat, czy nie.

### Podsumowanie

**Większość budów przeprowadzono bez warsztatów i możliwości wolontariatu (ok. 74%).**

### Komentarz

W pierwszych latach obecności techniki *straw bale* w Polsce wolontariat i/lub warsztaty były oferowane na większości budów, których ogólna liczba wynosiła wtedy ok. 25<sup>400</sup>.

**Zdaniem autora procentowy udział budów, oferujących wolontariat i/lub warsztaty maleje i zapewne będzie maleć nadal, wraz ze wzrostem liczby realizacji i profesjonalizacją ekip wykonawczych.** Prawdopodobnie jest to głównie wynik upowszechnienia techniki budowania, być może jednak także pewnego rodzaju rozczarowania warsztatami i/lub wolontariatem jako sposobem na wsparcie procesu budowy.

**Z punktu widzenia dalszego rozwoju *straw bale* w Polsce wydaje się szczególnie istotne, by nieregularnie organizowane warsztaty i możliwości wolontariatu zostały uzupełnione o profesjonalnie zorganizowane formy kształcenia, takie jak np. działający od kilku lat w Europie system kursów STEP<sup>401</sup>.**

**Podsumowanie zbiorcze wyników badań i wnioski znajdują się w cz. IV.**

400 Informacja na podstawie pierwszych badań autora z roku 2010. Patrz też cz. III.1

401Straw Bale Training for European Professionals: <https://strawbuilding.eu/european-straw-bale-training/> [dostęp 19.02.2023].



### III.3. Uwarunkowania

Celem rozdziału jest zwięzła analiza uwarunkowań, w jakich powstają obiekty z kostek słomy w Polsce – przede wszystkim tych okoliczności, które są unikatowe dla naszego kraju i mogą oznaczać konieczność dostosowania rozwiązań znanych z literatury zagranicznej do warunków lokalnych.

Uwarunkowania można w sposób uproszczony podzielić na:

**a) uwarunkowania naturalne – klimatyczne i geograficzne,**

**b) uwarunkowania kulturowe** w szerokim rozumieniu, w tym:

- tradycja i krajobraz kulturowy,
- regulacje prawne, system administracji,
- uwarunkowania ekonomiczne i społeczne,
- uwarunkowania praktyczno-wykonawcze.

Świadomość tych uwarunkowań jest niezbędna dla krytycznej analizy zagranicznej literatury tematu i zrozumienia różnic w sposobach budowania w poszczególnych krajach.

#### **a) Uwarunkowania naturalne – klimatyczne i geograficzne**

Kwestia różnic klimatycznych ma tu szczególne znaczenie, a ich nieuwzględnienie może doprowadzić do obniżenia trwałości budynku, a w skrajnych przypadkach nawet jego zniszczenia. Podstawową sprawą w budynkach *straw bale* jest ochrona słomy przed wodą i wilgocią – dlatego np. doświadczenia z nieobfitujących w opady stanów, jak Nowy Meksyk (opady śr. 370 mm/rok) czy Arizona (opady śr. 345 mm/rok)<sup>402</sup>, muszą być traktowane ze zwiększoną ostrożnością. Najstarsze domy w USA znajdują się w obszarze Sand Hills w Nebrasce, gdzie opady wynoszą średnio ok. 500 mm/rok; średnia temperatura stycznia to -3,2 °C, a czerwca 22,9 °C<sup>403</sup>; śnieg leży średnio 44 dni/rok; dni deszczowych jest 42,7/rok; średnia temperatura roczna wynosi ok. 8,4 °C, a średnia wilgotność powietrza 78,64%; średnia prędkość wiatru 8,86 m/s (dane z lat 1980–2010)<sup>404</sup>. Dla porównania podstawowe dane dla Polski: średnia roczna suma opadów wynosi 500–700 mm/rok; średnia temperatura stycznia to 0 do -4°C, lipca 17–18°C, a roczna 6–8°C; średnia prędkość wiatru to 2–4 m/s, wilgotność powietrza 78–84%; liczba dni ze śniegiem 40–80; usłonecznienie 1400–1700 h<sup>405</sup>. Jak widać z powyższego zestawienia dane te wykazują pewne podobieństwa. Zupełnie inaczej niż w Nebrasce przedstawia się jednak liczba dni deszczowych, która w Polsce wynosi często ponad 150 w roku<sup>406</sup>.

Pod względem dostosowania do klimatu, adaptacja rozwiązań niemieckich,

---

402 Średnie roczne opady w Nowym Meksyku i Arizonie w latach 1971–2000 wg <http://www.currentresults.com/Weather/US/average-annual-state-precipitation.php> [dostęp 13.01.2014].

403 Dane podano wg <http://average-temperature.weatherdb.com/> [dostęp 13.01.2014] dla miasta Hyannis, w pobliżu którego znajdują się ok. stuletnie budynki Fawn Lake Ranch.

404 <http://www.usa.com/hyannis-ne-weather.htm> [dostęp 13.01.2014].

405 <http://www.imgw.pl/klimat/#> [dostęp 13.01.2014].

406 *Klimat Polski 2021*, IMGW–PIB 2022, s. 29, dostępne online:

<https://www.imgw.pl/sites/default/files/inline-files/imgw-pib-klimat-polski-2021-pol-final.pdf> [dostęp 19.02.2023].

austriackich, szwajcarskich, francuskich czy nawet brytyjskich, powinna być możliwa w Polsce – podobnie jednak jak w przypadku zastosowania konwencjonalnych materiałów budowlanych na projektantach/kach spoczywa obowiązek doboru rozwiązań odpowiednich do lokalnych uwarunkowań. Nawet w obrębie Polski bowiem, warunki klimatyczne różnią się znacznie pomiędzy poszczególnymi rejonami.



[il. 65] Budowa domu w Stachlewie podczas deszczu. Na ścianie szczytowej widać ciemniejszą strefę tynku glinianego zmoczonego podczas opadów. Budowa 2014–2020. Proj. Jacek Gałąska Architekt. Fot. autor

## b) Uwarunkowania kulturowe

Przegląd budynków z różnych krajów świata, w tym zwłaszcza obszarów o bardzo podobnym klimacie, ale rozdzielonych granicą państwową, wskazują, że czynniki kulturowe, prawne i ekonomiczne mają większy wpływ na kształtowanie architektury z kostek słomy niż warunki klimatyczne. Dobrym przykładem jest np. występowanie w Europie obiektów o konstrukcji nośnej z (małych) kostek słomy głównie w Wielkiej Brytanii<sup>407</sup>, co jest związane z tamtejszymi przepisami budowlanymi, pozostawiającymi inżynierom możliwość wykazania poprawności takiego rozwiązania oraz (a może przede wszystkim) z konsekwentnym działaniem osób i organizacji zainteresowanych jego wdrożeniem. Od strony warunków klimatycznych zjawisko to jest właściwie nieuzasadnione, bo w kraju o tak dużej liczbie dni deszczowych jak Wielka Brytania, budowanie ścian *loadbearing straw bale* nie jest szczególnie łatwe – przeciwnie, wymaga dodatkowych zabiegów związanych z ochroną przed opadami.

---

407 Konstrukcje nośne z kostek jumbo stosowane są częściej w Szwajcarii, Austrii i Niemczech.

## Ład przestrzenny – planowanie

Specyficzną dla Polski cechą jest brak ciągłości kulturowej w zakresie architektury tradycyjnej, występujący w połączeniu z wadliwymi regulacjami i nieefektywnym systemem planowania przestrzennego. Rezultatem jest niski poziom ładu przestrzennego, a skutkiem ubocznym – duża swoboda lokalizowania budynków jednorodzinnych, także w terenach niezabudowanych.

Projektowane budynki *straw bale* (tak samo jak wznoszone w jakiegokolwiek innej technice) muszą odpowiadać wymaganiom postawionym w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego (MPZP), a w przypadku jego braku – zapisom decyzji o warunkach zabudowy (WZ). W wielu przypadkach jednak te uwarunkowania w skuteczny sposób regulują tylko gabaryty budynków oraz rodzaj i kąt nachylenia dachu. MPZP zawierają też zwykle wytyczne dotyczące np. materiałów elewacyjnych i dachowych oraz ich kolorów, ale często są to zapisy nieprecyzyjne, zostawiające pole do interpretacji. Częste zapisy MPZP dotyczące zalecanego lub wymaganego „nawiązania do architektury tradycyjnej” mogą obejmować np. obowiązkowe stosowania okapów w dachach spadzistych czy stosowania konkretnych rozwiązań, np. lukarn, ganków, materiałów etc.

Reasumując – system planowania w Polsce w odniesieniu do budynków jednorodzinnych najczęściej sprzyja stosowaniu form „tradycyjnych”, w tym przede wszystkim dachów spadzistych (często dwuspadowych). Jak wynika z badań autora (III.2. K.6), większość budynków opisanych kwestionariuszami ma wyżej wymienione cechy, przy czym zakres badania nie pozwala na tu na wskazanie, czy dominacja dachów dwuspadowych w architekturze *straw bale* wynika przede wszystkim z uwarunkowań formalnych, praktyczno-budowlanych czy innych.



[il. 66] Budowa domu w Uściu Gorlickim w 2022. Regionalna forma dachu skutecznie chroni ściany przed opadami. Docelowo budynek będzie miał elewacje drewnianą. Kolor dachu wybrano tak, by nie kontrastował z otaczającą zielenią (w okolicy nie występuje żaden dominujący wzorzec). Proj. FUCHI Studio M. Jagielak, J.M. Kornecka. Fot. autor



Z drugiej strony, stosowanie mniej typowych form architektonicznych, jak np. brył o nieregularnych, „organicznych” kształtach, dachów przypominających kopuły czy nawet form współczesnych, jak dachy spadziste bez okapów, a zwłaszcza dachów płaskich bywa ograniczane lub wręcz niedopuszczane przez zapisy MPZP i/lub decyzji WZ. Szczególnie negatywnym zjawiskiem zdaniem autora jest dość częsty brak zapisów MPZP umożliwiających stosowanie dachów zielonych, które mają szereg zalet proekologicznych, np. związanych z retencją wód opadowych.

W praktyce część małych budynków *straw bale* (najczęściej do 35 m<sup>2</sup>) o nietypowych kształtach zostało zrealizowanych na podstawie zgłoszenia w terenach nieobjętych MPZP i bez uzyskiwania decyzji WZ, z wykorzystaniem swego rodzaju luki prawnej. W niektórych powiatach bowiem WZ nie jest wymagana w przypadku zgłoszeń budowy na podstawie par. 29 *Prawa Budowlanego*<sup>408</sup>.



[il. 67] Dach zielony z naturalnie występującymi w okolicy gatunkami traw. Dom w Gołaczowie. Budowa 2011–2013. Proj. inwestora + proj. rozbudowy Jacek Gałąska Architekt. Fot. Magda Górka

### **Regulacje dot. materiałów budowlanych**

Zapisy prawa warunkują możliwy zakres stosowania kostek słomy jako materiału (czy raczej wyrobu) budowlanego. Zagadnienie to zostało szerzej opisane przez Mariusza Zatylnego w raporcie *Uwarunkowania formalno-prawne dla budownictwa naturalnego w Europie i Polsce ze szczególnym uwzględnieniem zastosowania kostek słomy*, opublikowanym w 2012 roku. Proponowane rozwiązanie polega na traktowaniu kostek słomy jako wyrobu dopuszczonego do jednostkowego zastosowania według przygotowanej przez projektanta dokumentacji technicznej, na podstawie art.10

408 *Ustawa Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. z późniejszymi zmianami*, art. 29.

*Ustawy o wyrobach budowlanych*<sup>409</sup>. Taki sposób pracy został przyjęty i sprawdzony w praktyce przez wielu/e projektantów/ek. Zapisy art. 10 są jednak bardzo ogólne, zdarzają się więc przypadki problemów z interpretacją przepisów. Jedną z takich wątpliwości autor miał okazję wyjaśniać w imieniu Ogólnopolskiego Stowarzyszenia Budownictwa Naturalnego, w korespondencji z Głównym Urzędem Nadzoru Budowlanego (GUNB). Pytanie dotyczyło właściwej kolejności przygotowania dokumentacji na podst. art 10 *Ustawy o wyrobach budowlanych*. Odpowiedź GUNB<sup>410</sup> zawierała m.in. stwierdzenie, że „dokumentacja dotycząca wyrobów budowlanych jednostkowego zastosowania jest gromadzona w toku całego procesu budowlanego, a nie na etapie złożenia wniosku o pozwolenie na budowę”. Zdaniem autora w aktualnym stanie prawnym, uwzględniającym podział projektu na architektoniczno-budowlany i techniczny, jest to tym bardziej logiczne. W praktyce jednak architekci/teki często załączają „indywidualną dokumentację” kostek słomy do projektów architektoniczno-budowlanych<sup>411</sup>.

Możliwość zastosowania kostek słomy w budownictwie na podstawie art.10 została wykazana tak teoretycznie, jak i poprzez praktykę. Tematem budzącym kontrowersje jest natomiast zakres możliwości stosowania „wyrobów jednostkowo dopuszczonych”. W praktyce rozwiązanie było dotychczas stosowane prawie wyłącznie w odniesieniu do budynków mieszkalnych jednorodzinnych, gospodarczych, zagrodowych, rekreacji indywidualnej, których wspólną cechą jest brak wymagań, co do klasy odporności pożarowej obiektu, określonych w § 212, na podstawie § 213 Warunków Technicznych<sup>412</sup>, i mówiąc w uproszczeniu – małe wymagania w zakresie ochrony pożarowej w ogóle.

W przypadku projektów, w których konieczne byłoby spełnienie wyższych wymagań pożarowych, wydaje się, że rozwiązaniem może być jedna z poniższych trzech propozycji:

- a) zastosowanie kostek słomy jako wyrobu dopuszczonego do jednostkowego zastosowania, z wykonaniem dla niego kompletu badań pożarowych w akredytowanym laboratorium wraz z klasyfikacją w potrzebnym zakresie,
- b) zastosowanie kostek słomy jako wyrobu dopuszczonego do jednostkowego zastosowania, w taki sposób, by inne materiały całkowicie spełniały stawiane wymagania pożarowe, np. ściany murowane,
- c) zastosowanie kostek słomy, prefabrykatów słomiano-drewnianych lub innego wyrobu dopuszczonego do zastosowania w budownictwie np. na podstawie KOT lub EOT.

Strategię b) przyjęto w przywoływanym wcześniej projekcie „Ekozofia Niepełnosprawnych”, jedynym znanym autorowi projekcie budynku użyteczności publicznej z izolacją z kostek słomy, dla którego wydano decyzję pozwolenia na budowę w Polsce. Zdaniem autora opcja c), to jest potencjalnie najmniej kłopotliwa droga dla stron procesu inwestycyjnego, jej wadą jest obecnie konieczność skorzystania z produktów lub współpracy z firmami z zagranicy (np. Niemiec, Austrii, Litwy).

---

409 *Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (z późniejszymi zmianami)*.

410 Pismo nr DWB.4132.102.2016 od GUNB Departament Wyrobów Budowlanych do M. Jagielaka, Warszawa 23.06.2016.

411 Informacja potwierdzona w korespondencji z autorem i autorką najliczniejszych projektów: architektem Jackiem Gałąską i architektką Magdą Górską.

412 *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r., z późniejszymi zmianami*.



## Uwarunkowania ekonomiczne i społeczne

Wśród lokali mieszkaniowych oddawanych do użytkowania w Polsce duży udział mają te w budynkach jednorodzinnych (około 50% w latach 2017–2021)<sup>413</sup>. Około dwie trzecie z ogólnej liczby mieszkań oddawanych do użytku powstaje w terenach wiejskich<sup>414</sup>.

To, co wyróżnia Polskę to także duży odsetek budów prowadzonych systemem gospodarczym w budownictwie jednorodzinnym w ogóle, nie tylko z naturalnych materiałów. To istotna różnica np. w stosunku do Wielkiej Brytanii, gdzie zdecydowana większość domów jednorodzinnych jest wznoszona przez deweloperów. Według badań autora budownictwo z kostek słomy w Polsce odzwierciedla te trendy – zdecydowana większość budynków *straw bale* powstaje systemem gospodarczym, poza miastami. Co więcej, w ok. 60% przypadków<sup>415</sup> inwestorzy/rki biorą udział w fizycznej pracy na budowach z kostek słomy, co sugeruje, że mówimy o architekturze raczej niskobudżetowej. Liczne rozmowy i obserwacje przeprowadzone przez autora na odwiedzanych budowach potwierdzają taki stan rzeczy.

## Uwarunkowania praktyczno-wykonawcze

Jednym z najbardziej podstawowych uwarunkowań, wpływającym na wybór technik budowania, jest jakość dostępnych materiałów – w tym przypadku kostek słomy. Techniki słomowania (patrz II.3.c-d) rozwinęły się w Polsce w sposób uwarunkowany niską jakością (gęstością, zwartością) najczęściej dostępnych kostek. Szczegółowe efekty opisano w cz. III.2, K.13-18.

Nie są to jedyne czynniki, które wpływają na przyjmowane metody budowania z kostek słomy. Istotna grupa uwarunkowań wiąże się z rynkiem pracy i umiejętności. Biorąc pod uwagę, że według danych GUS mniej niż 1% współcześnie budowanych domów to domy drewniane, można przyjąć, że umiejętności ciesielskie potrzebne do sprawnego wznoszenia konstrukcji szkieletowych są rzadkie. Umiejętności związane z wbudowywaniem słomy są, co raczej oczywiste, wręcz bardzo rzadkie. Wykonywanie tynków glinianych i wapiennych – podobnie. Jakkolwiek z wyników badań autora wiadomo, że wiele osób buduje domy „własnymi rękami” nawet w takim przypadku często pojawia się potrzeba fachowej wiedzy i/lub pomocy. Nasuwa się też pytanie, czy fakt, że aż tak dużo osób buduje *straw bale* bez zatrudniania fachowców jest wyborem uwarunkowanym ekonomicznie, ideowo czy po prostu koniecznością, bo odpowiednich ekip nie było w okolicy? Odpowiedź wymagałaby przeprowadzenia nowych badań, zdaniem autora jednak, niewielka liczba ekip wykonawczych wyszkolonych i doświadczonych w różnych pracach niezbędnych przy wznoszeniu budynków z kostek słomy może być jedną z głównych przyczyn hamujących przyrost realizacji tego typu.

---

413Efekty działalności budowlanej w 2021 r., op. cit., s. 24.

414Ibidem, s. 23.

415Patrz cz. III.2, K.21.

### III.4. Przegląd możliwości architektonicznych

#### a) Kształtowanie architektury i ograniczenia materiałowe

Wśród czynników mających wpływ na kształtowanie brył budynków *straw bale* należy wyróżnić: wybór rodzaju konstrukcji (odpowiedniej do wbudowania kostek słomy) oraz konieczność zabezpieczenia ścian przed wodą i wilgocią. W większości domów z kostek słomy zastosowano słomę jako materiał izolacyjny<sup>416</sup>, ograniczenia konstrukcyjne (np. możliwe rozpiętości stropów i dachów czy wysokość budynków) związane są więc głównie z cechami drewna. Kostki słomy wpływają przede wszystkim na rozstaw i rodzaj słupów w ścianach. W zależności od przyjętego rozwiązania rozstawy słupków „dostosowane do kostek słomy” projektowane bywają w przedziale 60–90 cm. Teoretycznie kostka słomy może więc wyznaczać podstawowy moduł, powtarzalny wymiar w projektowaniu architektonicznym. W praktyce jednak ta „modularność” architektury z kostek słomy pozostaje niewidoczna, lub prawie niewidoczna, po pokryciu ścian materiałami wykończeniowymi – podobnie z resztą jak w przypadku innych rozwiązań współczesnych konstrukcji szkieletowych drewnianych.

Konieczność ochrony przed deszczem skutkuje w wielu przypadkach stosowaniem form tradycyjnych (m.in. dachów ze znacznymi okapami), jednak i te ograniczenia można przezwyciężyć, wybierając np. oszalowanie ścian deskami.

Podsumowując, w skali budownictwa jednorodzinnego zastosowanie kostek słomy nie stanowi znacznego ograniczenia w kwestii kształtowania bryły budynku, w większości przypadków znacznie większą rolę odgrywają upodobania estetyczne projektantów/ek i inwestorów/ek, program funkcjonalny oraz wymogi MPZP czy decyzji WZ.

#### b) Trendy stylistyczne, architektoniczne mody, twórcza ekspresja

Jak wykazały badania przeprowadzone przez autora, w architekturze z kostek słomy w Polsce występuje szereg rozwiązań technicznych i organizacyjnych, które można uznać za typowe (a przynajmniej powtarzające się w wielu budynkach). Przykładem może być paleta materiałów wykończeniowych stosowanych na ścianach zewnętrznych, która jest w zdecydowanej większości przypadków ograniczona do tynków i elewacji wentylowanych drewnianych. Także stosowanie konstrukcji drewnianej i dachów spadzistych jest cechą wspólną zdecydowanej większości obiektów w badanej grupie. Pomimo tej względnej spójności rozwiązań budowlanych, obiekty *straw bale* w Polsce cechuje spora różnorodność w zakresie kształtowania form oraz stylu czy raczej mód architektonicznych.

Bogaty materiał fotograficzny zebrany przez autora podczas wyjazdów studialnych oraz ze źródeł online i korespondencji, został poddany selekcji i uporządkowany w 10 grup na podstawie wspólnych cech wizualnych. Zdaniem autora przyjęty podział, pomimo nieformalnego charakteru, dobrze reprezentuje ogół architektury z kostek słomy w Polsce. W każdej kategorii przedstawiono trzy przykłady, nie ma tu więc reprezentacji ilościowej. Pod względem liczby realizacji zdecydowanie największą

---

416 Patrz III.2, K.14.

grupą są budynki jednorodzinne o prostych bryłach, dachach spadzistych i ścianach pokrytych tynkami wapiennymi lub glinianymi, które (ze względu na wyraźne faktury i często zaoblone narożniki) stanowią ich główny element charakterystyczny.

Natomiast budynki nakryte kopułami lub konstrukcjami podobnymi do kopuł czy budynki „organiczne i hobbickie” (grupa i) są nieliczne. Przez sformułowanie „organiczne” autor ma tu na myśli „architekturę organiczną” w potocznym rozumieniu, czyli taką, w której stosowane są łuki, krzywizny oraz „rzeźbiarskie”, często inspirowane naturą i intuicyjnie dobierane kształty. (Czego nie należy mylić ze znacznie bardziej dojrzałą i złożoną koncepcją architektury organicznej postulowanej przez F.L. Wrighta). Obiekty tego rodzaju mają duże grono fanów/ek, m.in. zebranych wokół grupy i strony „Natural Homes”<sup>417</sup>. „Hobbickość” natomiast, to odwołanie do fikcyjnej, częściowo podziemnej architektury Hobbitów, wyobrażonej przez J.R.R. Tolkiena i zilustrowanej przez filmy powstałe na podstawie jego twórczości. W architekturze inspiracje tego rodzaju przejawiają się np. przez projektowanie obiektów wkopanych w stok czy stosowanie okrągłych otworów okiennych i drzwiowych.

Jakkolwiek przykładów tak rozumianej architektury „organicznej i hobbickiej” w Polsce jest niewiele, to jej popularność i siła oddziaływania wydaje się znaczna.

Zdjęcia budynków stworzonych w obrębie tego nurtu, choć w autorskim stylu, przez Bogdana Pękalskiego w Krzywczu na Podkarpaciu<sup>418</sup> obiegły świat i cieszą się wielkim zainteresowaniem (zdjęcie jego Chatybrata od kilku lat jako pierwsze wyświetla się na stronie „Natural Homes”).

Na drugim końcu wizualnej skali można znaleźć budynki zaprojektowane zgodnie z aktualną architektoniczną modą na nowoczesne stodoły. Jej wyznacznikami są proste bryły, dachy spadziste bez okapów, duże przeszklenia i unifikacja materiałowa ścian i pokrycia dachowego.

Część z grup odpowiada uznanym i nazwanym nurtom czy modom architektonicznym (nowoczesne stodoły czy „architektura organiczna”). Pozostałe stanowią próbę nazwania obserwowalnych podobieństw wśród budynków z kostek słomy. Część z grup nie daje się określić w kategoriach nurtu architektonicznego – np. fakt, że istnieje w Polsce kilka budynków *straw bale* o kształcie przypominającym kopułę, trudno nazwać nurtem. Jest to jednak coś więcej niż ciekawostka, ponieważ to właśnie nietypowe obiekty wzbudzają większe zainteresowanie w przestrzeni medialnej.

---

417<http://naturalhomes.org/> [dostęp 19.02.2023].

418<https://chatabrata.pl/> i [https://www.facebook.com/gudzachata/?locale=pl\\_PL](https://www.facebook.com/gudzachata/?locale=pl_PL) [dostęp 19.02.2023].

### c) Próba klasyfikacji, zestawienie ilustracji

#### Gr. A. Nowoczesne stodoły

Proste bryły, dachy spadziste, brak okapów...



[il. 68] Dom ASZ House w Łodzi. Budowa 2018–2019.  
Proj. i fot. Koziej Architekci Michał Koziej



[il. 69] Dom w Rękowie. Budowa 2014–2018.  
Proj. i fot. Maćków Pracownia Projektowa Zbigniew Maćków



[il. 70] Dom w okolicach Bielska-Białej. Budowa od 2020.  
Proj. eKodama Studio Magdalena Górską. Fot. inwestor



## Gr. B. Jak współczesna architektura drewniana

Proste bryły, dachy spadziste, okapy, elewacje drewniane...



[il. 71] Dom w Wierzycach. Budowa 2018–2023.

Proj. i fot. TXMA Tomasz Mielczyński



[il. 72] Dom w Zyndakach. Budowa 2018–2020.

Proj. i fot. Michał Pierzchalski



[il. 73] „Dobry Dom” w Werstoku. Budowa 2015–2017. Proj. Maria Rauch, Tomasz Żemojcin, Michał Pierzchalski. Fot. autor



### **Gr. C. Nie widać naturalnych materiałów (prawie)**

Dachy spadziste, okapy, prostokątne narożniki, gładkie powierzchnie



[il. 74] Dom w Poniatowicach. Budowa 2018–2021.  
Proj. Jacek Gałęska Architekt. Fot. Strawbale Poniatowice



[il. 75] Dom w okolicach Lublina. Proj. Jacek Gałęska Architekt.  
Budowa ok. 2016. Fot. Piotr Soboń



[il. 76] Dom w okolicach Puław. Budowa 2017–2018.  
Proj. i fot. Koziej Architekci Michał Koziej

## Gr. D. Rozpoznanie je po tynkach

Dachy spadziste, okapy, tynki naturalne, narożniki zaoblone...



[il. 77] Dom w Lubli. Budowa 2007–2009. Proj. arch. Kuchmański.  
Fot. autor



[il. 78] Dom w okolicach Radomska. Budowa b.d., zdjęcie z 2014.  
Proj. NN. Fot. autor



[il. 79] „Dom Życia” w Nekielce. Budowa 2016–2019.  
Proj. Jacek Gałąska Architekt. Fot. Elżbieta Łępecka



## **Gr. E. Z charakterystycznymi elementami „eko”**

Dachy zielone, kolektory, fotowoltaika, ogrody zimowe...



[il. 80] Agroturystyka Inn-vivo Zatoń Dolna. Budowa 2013–2020. Proj. Pracownia Proporcji Adam Dudko / Habib Hamdaoui. Fot. Inn-vivo



[il. 81] Dom w Ekoosadzie Opolnicy. Budowa ok. 2014–2015. Proj. Mateusz Marcel. Fot. Ekoosada Opolnica – Siedlisko Natury



[il. 82] Dom nad morzem. Budowa 2014–2015. Proj. Jacek Gałąska Architekt. Fot. Biohabitat Szymon Sarnicki

## Gr. F. Z nawiązaniem do historii lub tradycji regionu

Tradycyjne motywy lub ich interpretacje/cytaty...



[il. 83] Dom w Górnkach (Roztocze). Budowa ok. 2016.

Proj. NN. Fot. Dwie Morgi Roztocza



[il. 84] Dom w okolicach Drawska. Budowa ok. 2012. Proj. Jacek

Gałąska Architekt. Fot. Jacek Frankowski. (Budynek prawdopodobnie zniszczony przez pożar)



[il. 85] Dom w okolicach Wejherowa. Budowa ok. 2014–2022.

Proj. Pracownia Architektoniczna Jacka Kluszewskiego.

Fot. Buduj Naturalnie



## Gr. G. Na planie koła lub wieloboku foremnego

Dachy stożkowe, wielospadowe, okapy, tynki gliniane...



[il. 86] Ośrodek wypoczynkowy Gliniana Wioska Kukle.  
Budowa ok. 2012. Proj. NN. Fot. autor



[il. 87] Agroturystyka Złoty Klon w Kijance. Budowa ok. 2015–2018.  
Proj. NN. Fot. Złoty Klon



[il. 88] Dom w okolicach Kłodzka. Budowa ok. 2013–2016. Proj. Earth  
Hands and Houses Paulina Wojciechowska. Fot. autor



## Gr. H. Z kopułami i przekryciami podobnymi do kopuł

Kopuły i wariacje na ich temat...



[il. 90] „Kopuła Jagiellońska” w okolicach Krosna. Budowa 2017–2022.  
Proj. i fot. Maksymilian Szeller



[il. 91] Budynek gospodarczy w Kocku. Budowa ok. 2012.  
Proj. Janusz Świdorski. Fot. autor



[il. 92] Kopuła w Eko-Osadzie Brzozówce. Budowa ok. 2016–2017.  
Proj. Jacek Gałąska Architekt. Fot. Jarosław Stądnik

## Gr. I. „Organiczne i hobbickie”

Skomplikowane rzuty, łuki, linie krzywe...



[il. 93] Gudzachata koło Krzywczy. Budowa ok. 2019–2021.  
Proj. i wykonanie Bogdan Pękalski. Fot. Przemysław Raj



[il. 94] Hobbitowa Górka w Gołaczowie. Budowa ok. 2013–2015.  
Proj. Jacek Gałęska Architekt. Fot. Biohabitat



[il. 95] Dom w okolicach Warszawy. Budowa od 2010 (trwa).  
Proj. Reinhard Coppenrath. Fot. inwestor



## Gr. J. „Ekstremalne «zrób to sam»”

Praca własna, materiały z odzysku, eksperymenty, proste schronienia



[il. 96] Leśna Chatka w siedlisku Kalpapāda.  
Budowa ok. 2015–2016. Proj., wykonanie i fot. Marcin Krzeszewski



[il. 97] Słomiana Jurta w Pryszczowej Górze. Budowa b.d. Proj.  
i wykonanie Andrzej Młynarczyk. Fot. autor (Obiekt tymczasowy)



[il. 98] Dom w okolicach Lublina. Budowa b.d..  
Proj. i wykonanie Kosma Kozdraj. Fot. autor

#### d) Charakterystyczne detale architektoniczne i ozdobne

Zastosowanie w ścianach kostek słomy zmusza do szczególnie uważnego traktowania detali architektonicznych związanych z zabezpieczeniem przed wodą i wilgocią. Sprawdzone rozwiązanie są tradycyjne, znane z architektury drewnianej rozwiązania: przede wszystkim mocno wysunięte okapy i wysokie cokoly, a w przypadku np. wyższych ścian także deskowanie czy dodatkowe zadaszenia.

Kształtowanie wnęk okiennych w domach z kostki słomianej tym różni się od standardowych technologii, że właściwie cała szerokość ściany wypełniona jest materiałem izolacyjnym, co oznacza że projektowanie usytuowania okna (cofnięcia względem lica ściany) przebiega podobnie do innych rozwiązań architektury drewnianej szkieletowej, a inaczej niż w budynkach murowanych.

Parapet zewnętrzny jest szczególnie narażony na działanie deszczu, wymaga więc odpowiednich zabezpieczeń. Inną cechą charakterystyczną wnęk okiennych jest dość częste występowanie zaokrąglonych narożników – zwłaszcza od strony wewnętrznej. Wprowadzanie zaokrągleń w tynku w strefie nadproża okna po stronie zewnętrznej bywa praktykowane, może jednak mieć negatywne konsekwencje w przypadku ścian narażonych na opady. Zaokrąglenie sprawia bowiem, że woda płynąca po elewacji, popłynie po zaokrągleniu w stronę styku tynku i okna. Od strony technicznej rozwiązanie to nie jest godne polecenia, a jeśli jest stosowane – uszczelnienie musi być wykonane ze szczególną starannością.

Wyoblone narożniki i/lub powierzchnie ścian o „naturalnych” nierównościach występują w wielu z opisywanych obiektów. Łatwość wykonania tego rodzaju wykończeń wiąże się ze stosowaniem grubych warstw tynków – zwłaszcza glinianych, oraz z możliwością przycinania/wycinania samych kostek słomy. Często są to zabiegi świadome, podyktowane względami estetycznymi i praktycznymi (zaokrąglone narożniki są mniej podatne na uszkodzenia mechaniczne, nie wymagają stosowania wzmocnień z metalu i/lub tworzywa). Czasami jest to także (przynajmniej częściowo) wynik braku odpowiedniego przygotowania ściany do tynkowania lub braku wprawy osób tynkujących.

Zastosowanie gliny i słomy umożliwia też tworzenie płaskorzeźb, wzorów, dekoracyjnych nisz, wbudowanych w ścianę mebli. Elementy takie występują w niektórych badanych budynkach, często bywają dziełem samych właścicieli. Swego rodzaju „nową tradycją” (obejmującą *straw bale* w ogóle, nie tylko w Polsce), są „okienka prawdy”, czyli nieotynkowane fragmenty ściany z kostki słomianej, często uformowane jako okienko albo rama obrazu. Po zakończeniu budowy jest to zwykle jedyne miejsce, gdzie można zobaczyć, że wewnątrz ściany faktycznie jest słoma.





[il. 99–102] Przykłady kształtowania narożników, krawędzi, wnęk na zewnątrz budynku z zastosowaniem tynku wapiennego (opis szczegółowy fotografii w spisie).  
Fot. od góry: Marek Podlecki, Magdalena Górską, autor





[il. 103–105] Przykłady kształtowania narożników, krawędzi, wnęk wewnątrz budynku z zastosowaniem tynku glinianego (opis szczegółowy fotografii w spisie). Fot. autor

### III.5. Budynki straw bale w krajobrazie

Pytanie, czy zastosowanie kostek słomy w architekturze ma wpływ na dostosowanie jej do krajobrazu czy otoczenia, może się wydawać bezzasadne, jako że mówimy o materiale izolacyjnym, w praktycznie każdym przypadku stosowanym w sposób niewidoczny z zewnątrz budynku. Wiadomo już jednak, na podstawie wyników badań przedstawionych w części III.2.a, że kostki są stosowane w Polsce prawie zawsze w połączeniu z tynkami glinianymi, wapiennymi lub elewacjami drewnianymi z desek. Zdaniem autora zastosowanie takiej palety materiałów sprzyja uzyskaniu efektu dopasowania budynku do krajobrazu, wymienione naturalne materiały mają bowiem najczęściej stonowane barwy i bogate faktury, pokrewne do tych występujących w środowisku naturalnym.

Także w zakresie dopasowania do krajobrazu kulturowego, paleta materiałowa architektury *straw bale* może być pomocna, zwłaszcza w zakresie prób nawiązania do architektury tradycyjnej.

Warto podkreślić, że z czasem materiały te zmieniają swój wygląd i „dobrze się starzeją” (co jest jednak przedmiotem subiektywnej oceny). Zjawisko to dotyczy przede wszystkim elewacji drewnianych, które nawet w przypadku impregnacji zmieniają kolor (szarzeją, ciemnieją), w zależności od gatunku drewna i sposobu zabezpieczenia. Efekt ten generalnie wpływa korzystnie na „wtapianie się” budynku w otoczenie (zmniejsza kontrast między budynkiem a otoczeniem naturalnym), choć nie dla wszystkich jest akceptowalny estetycznie.

Z drugiej strony – same rozwiązania materiałowe nie są decydujące. Na ocenę roli i miejsca budynków w krajobrazie wpływać będzie wiele innych czynników, takich jak ukształtowanie bryły obiektu, usytuowanie jej w terenie i względem zabudowy. We wszystkich tych aspektach wybór kostek słomy nie wpływa w istotny sposób na rezultat, decydujące są umiejętności osób wybierających miejsce do budowy i projektujących budynki.

Obok kwestii estetycznego dopasowania do krajobrazu można też rozważyć, czy zabudowywanie nowych terenów domami jednorodzinnymi lub rekreacyjnymi jest uzasadnione od strony śladu ekologicznego, poszanowania zasobów, ochrony bioróżnorodności etc. Wśród budynków *straw bale* w Polsce można znaleźć takie, których miejsce w krajobrazie (a nawet ekosystemie) jest uzasadnione poprzez działalność ich mieszkańców. Są to na przykład domy stanowiące bazę do prowadzenia permakulturowego gospodarstwa, poprzez które mieszkańcy przyczyniają się do podniesienia bioróżnorodności i żyzności gleby w okolicy. Z drugiej strony, można też znaleźć wiele obiektów wpisujących się w tzw. suburbanizację i odległych od zrównoważonego stylu życia.

Poniższy wybór zdjęć został pomyślany jako ilustracja zarówno sytuacji dopasowania, jak i niedopasowania budynków *straw bale* do krajobrazu, zarówno naturalnego, jak i kulturowego.



[il. 106] Dom nad Jeziorem Hańcza. „Organicznie” ukształtowany dach ze strzechy i ściany tynkowane gliną wtapiają się w pagórkowaty krajobraz. Proj. Paulina Wojciechowska Earth-Heart. Fot. autor



[il. 107] Mały, bardzo niskobudżetowy dom *straw bale* na Podkarpaciu. Pomimo zastosowania taniego materiału pokryciowego, budynek wtapia się w teren, dzięki umiejętnemu usytuowaniu na stoku i niewielkim gabarytom. Proj. inwestor. Fot. autor



[il. 108] Agroturystyka Ogródek św. Izydora w Starych Juchach. Połączenie wapiennych tynków i drewna dobrze się komponuje z zimowym krajobrazem. Budynek o znacznych gabarytach, usytuowany w wyeksponowanym miejscu, jest centrum działającego, ekologicznego gospodarstwa. Proj. Cohabitat Atelier, Mariusz Zatylny. Fot. Ogródek św. Izydora.





[il. 109] Domek w Potoczku. Nietypowy kształt wyróżnia się w zimowym krajobrazie. Świeża drewniana elewacja rzuca się w oczy, choć budzi raczej przyjemne skojarzenia. Po kilku latach drewno zszarzało, likwidując efekt kontrastu. Proj. mech.build i Weronika Siwiec. Fot. W. Siwiec



[il. 110] Agroturystyka w Ekoosadzie Opolnica. Budynek jako centralny punkt permakulturowego gospodarstwa. Uprawy w tym przypadku przyczyniają się do zmian w krajobrazie, podnoszenia bioróżnorodności i żyzności gleby. Proj. Mateusz Marcel. Fot. Ekoosada Opolnica



[il. 111] Dom w Kamionce. Ujęcie pokazuje brak spójności budynku z kostką słomy z wcześniej istniejącą zabudową oraz nieład w otaczającej zabudowie. Proj. NN. Dom z gliny w Kamionce





[il. 112] Dom w okolicach Lublina (zdjęcie przedstawia dom na etapie budowy).  
Proj. Jacek Gałąska Architekt. Budynek *straw bale* nie wyróżnia się na tle istniejącej zabudowy (jest praktycznie nierozpoznawalny jako obiekt zbudowany nietypową techniką). Jednocześnie fotografia dokumentuje brak spójności form i kolorystyki budynków – typowy dla wielu obszarów zabudowy jednorodzinnej w Polsce. Fot. autor

### Komentarz

Powyższe zestawienie fotografii potwierdza, że budynki *straw bale* mogą być dobrze wkomponowane w krajobraz. Zastosowanie tej techniki budowania umożliwia stosowanie zarówno tradycyjnych, jak i współczesnych form i sposobów kształtowania brył budynków. Jakość, poziom dopasowania architektury i krajobrazu jest jednak wypadkową umiejętności projektantów/ek, życzeń inwestorów/ek i lokalnych uwarunkowań (m.in. MPZP).

Powiązany z wyborem izolacji z kostek słomy wybór naturalnych materiałów wykończeniowych, jak tynki wapienne i gliniane oraz drewno – sprzyja powstawaniu architektury o stonowanych kolorystycznie elewacjach, dobrze współgrającej z naturalnym otoczeniem. Pozytywne efekty przynosi też najczęściej stosowanie dachów zielonych, które pozwalają zmniejszyć kontrast między formami architektury i natury w krajobrazie.

Część fotografii ilustruje też negatywne zjawiska występujące powszechnie w krajobrazie wsi i przedmieść w Polsce, jak przypadkowe rozmieszczenie zabudowy, brak spójności stosowanych form budynków i kolorystyki dachów i elewacji. W takich przypadkach możemy też mówić o „dostosowaniu do krajobrazu kulturowego” budynków z kostek słomy, choć w tym kontekście jest to zjawisko negatywne: kontynuacja nieładu przestrzennego i niskiej jakości architektury panujących w okolicy.

## IV. Podsumowanie, uzasadnienie tezy, perspektywy rozwoju

### IV.1 Podsumowanie i wnioski

#### Podstawowe informacje o słomie i kostkach słomy (ad II.1.)

- Słoma jest rozpowszechnionym i dostępnym w wielu rejonach świata materiałem budowlanym. Pochodzi z roślin jednorocznych – jest więc zasobem rokrocznie odnawialnym. Choć jest cennym surowcem, powszechnie bywa traktowana jako odpad.
- Ilości produkowanej słomy, niezagospodarowanej do celów rolniczych są ogromne (tak w Polsce, jak i na świecie). Dostępność dobrej jakości kostek słomy do celów budowlanych jest jednak zróżnicowana regionalnie.
- Kostki słomy występują w wielu rozmiarach, które umownie dzieli się na małe – umożliwiające budowę przegród o grubości 35–50 cm, oraz duże (tzw. jumbo) umożliwiające budowę przegród o grubości 70–120cm.
- Słoma w kostkach jest układana przez prasy w sposób ukierunkowany, w związku z czym cechy izolacyjne i mechaniczne różnią się w zależności od kierunku wbudowania kostek w przegrodzie.

#### Wnioski

→Ze względu na dostępność i odnawialność surowca możliwości rozwoju architektury *straw bale* są szerokie. Wyzwanie stanowi zapewnienie dobrej jakości kostek słomy na potrzeby budów.

#### Historia (ad II.2. )

- Technika budowy z kostek słomy została wynaleziona w Nebrasce w USA pod koniec XIX wieku, co było możliwe dzięki wcześniejszemu wynalezieniu i rozpowszechnieniu pras do słomy/siana. Pierwsze budynki wznoszono bez szkieletu drewnianego, w sposób podobny do budowania z darni lub torfu.
- Połączenie kostek słomy i szkieletu drewnianego zostało najprawdopodobniej wynalezione we Francji.
- Najstarsze budynki z kostek słomy w USA i Francji mają obecnie ponad 100 lat.
- „Renesans” *straw bale* w USA rozpoczął się w latach 70. XX wieku, na fali zainteresowania ekologią i poszukiwań tanich, dostępnych metod budowania.
- Od końca lat 70. i początku 80. budowanie z kostek słomy rozwijało się także w Kanadzie, a następnie w Europie, dzięki transferowi wiedzy i wymianie informacji. Rozwój technik budowy przyniósł zróżnicowane rezultaty w poszczególnych krajach.
- Obecnie budynki *straw bale* występują na sześciu kontynentach.

## Wnioski

→ **Straw bale** jest techniką odrębną od tradycyjnie stosowanych w Europie rozwiązań, wykorzystujących mieszanki słomy i gliny, powróśla słomiane, maty słomiane etc.

→ Pomimo globalizacji i wspólnej historii, preferowane rozwiązania techniczne architektury **straw bale** różnią się pomiędzy krajami, lokalnie rozwijają się nowe techniki i warianty.

## Technika budowy z kostek słomy (ad II.3.)

- Istnieje wiele technik budowania z kostek słomy.
- Najistotniejszy podział polega na rozróżnieniu nośnych (*loadbearing*) i nienośnych (*non-loadbearing*) sposobów zastosowania kostek słomy.
- Najbardziej rozpowszechnione są w Europie rozwiązania polegające na wypełnianiu kostkami słomy konstrukcji szkieletowej (ang. *infill*).
- Interesującym kierunkiem rozwoju **straw bale** jest stosowanie kostek w rozmiarze jumbo, do tworzenia budynków o niezwykle grubych i świetnie izolowanych termicznie przegrodach (70–120 cm izolacji termicznej).
- Kostki słomy bywają też stosowane do termomodernizacji (ang. *wrapping*).
- Szybko rozwijającą się techniką budowania z kostek słomy w Europie jest prefabrykacja elementów drewniano-słomianych.
- Kostki słomy są przede wszystkim wykorzystywane w ścianach budynków, ale istnieją także rozwiązania umożliwiające wykonanie z nich izolacji termicznej dachów i podłóg podniesionych.
- Unikatowe dla architektury **straw bale** prace budowlane obejmują m.in. ocenę jakości kostek, przygotowanie, wbudowanie w przegrody (zwane potocznie w Polsce słomowaniem), wyrównywanie powierzchni (nazywane strzyżeniem) oraz uzupełnianie szczelin/ubytków (optykanie).
- Inne charakterystyczne materiały, często stosowane w połączeniu z kostkami słomy to tynki gliniane i wapienne, płyty poszyciowe i termoizolacyjne z włókien drzewnych (lub innych roślinnych) oraz konstrukcja drewniana i drewniane elewacje wentylowane.

## Wnioski

→ **Zapewnienie odpowiedniej jakości kostek słomy jest podstawowym wymogiem, determinującym w dużym stopniu jakość przegród budowlanych.**

→ **Kostki słomy mogą mieć szerokie zastosowanie w budownictwie – zarówno w nowych, jak i modernizowanych budynkach, nie tylko w zabudowie jednorodzinnej, ale także wielorodzinnej i użyteczności publicznej. Potrzeba takich zastosowań wynika przede wszystkim z konieczności poszukiwania rozwiązań obniżających ślad węglowy i ekologiczny budownictwa.**

→ **Ponieważ część aspektów projektowych i wykonawczych jest unikalna dla architektury **straw bale**, istnieje potrzeba edukacji i doskonalenia w tym zakresie.**

## Charakterystyczne aspekty architektury *straw bale* (ad. II.4.)

### Zdrowie i komfort mieszkańców/nek (argument zdrowotny)

- Budowanie z kostek słomy jest często wybierane z myślą o zdrowym mikroklimacie wewnątrz. Dostępne wyniki badań jakości powietrza w domach *straw bale* nie pozwalają na jednoznaczne potwierdzenie prozdrowotnych cech tej techniki.
- Stwierdzenie, że w domach *straw bale* zawsze panuje wilgotność względna powietrza na poziomie ok. 50% jest mitem. Utrzymanie komfortowego przedziału wilgotności względnej w budynku *straw bale* zapewnia jednocześnie spełnienie wielu warunków. Zastosowane materiały są tu tylko jednym z elementów.

### Wnioski

→ **Osiągnięcie komfortu cieplnego i zdrowego mikroklimatu wewnątrz w budynkach *straw bale* jest możliwe, ale wymaga całościowego, świadomego projektowania i wykonania z uwzględnieniem zarówno materiałów tworzących przegrody zewnętrzne, jak i odpowiednich systemów wentylacji i ogrzewania.**

### Właściwości termoizolacyjne (argument energooszczędności)

- Kostki słomy wyróżniają się wśród niskoprzetworzonych (naturalnych) materiałów budowlanych korzystnym współczynnikiem przewodności cieplnej. Według danych z dokumentów EOT i KOT, mieści się on w przedziale  $\lambda_d = 0,044$  W/(mK) do  $\lambda_d = 0,082$  W/(mK).
- Obliczeniowe parametry przegród z kostek słomy są w dużym stopniu uzależnione od sposobu ich wbudowania.
- Większość stosowanych w praktyce rozwiązań ścian *straw bale* spełnia obowiązujące od 2021 roku wymagania Warunków Technicznych<sup>419</sup> dla ścian budynków ogrzewanych w zakresie współczynnika przenikania ciepła.
- Przegrody izolowane kostkami słomy cechuje znacznie większa pojemność cieplna niż konstrukcje szkieletowe izolowane wełną mineralną i/lub styropianem.

### Wnioski

→ **Kostki słomy mają wystarczające właściwości termoizolacyjne do stosowania jako materiał izolacyjny we współczesnym budownictwie.**

→ **Ze względu na duże różnice współczynników przewodności cieplnej dla różnych sposobów wbudowywania słomy, w projektowaniu konieczna jest umiejętność ich rozróżniania i stosowania zależnie od potrzeb.**

---

419 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (z późniejszymi zmianami), Załącznik 2.



## Cechy ekologiczne (argument ekologiczny)

- Kostki słomy wyróżniają się niskim śladem węglowym (i niskim nakładem energii na produkcję). Jeżeli w kalkulacjach uwzględniane jest sekwestracja CO<sub>2</sub> przez rośliny podczas wzrostu, ślad węglowy kostek słomy jest ujemny.
- Wiele z materiałów stosowanych w architekturze *straw bale* razem ze słomą także cechuje niski ślad węglowy: przede wszystkim drewno i tynki gliniane, a w mniejszym stopniu – także wapienne.
- Stosowanie do budowy kostek słomy, drewna, tynków glinianych i wapiennych pozwala na ograniczenie ilości i łatwą utylizację odpadów budowlanych (np. przez kompostowanie). Także po zakończeniu cyklu życia budynku materiały te mogą nadawać się do powtórnego użycia (zwłaszcza drewno, tynki gliniane) lub bezproblemowej utylizacji. Słoma, drewno, tynki gliniane to materiały wyjątkowo dobrze przystosowane do realizacji założeń gospodarki cyrkularnej.
- Wątpliwości dotyczące ekologicznych cech budynków *straw bale* mogą wiązać się z dominacją wśród nich wolnostojących domów jednorodzinnych. Typologia ta jest mało efektywna energetycznie, pod względem zapotrzebowania na teren oraz konieczności budowy infrastruktury, takiej jak drogi czy sieci.

## Wnioski

→ **Słoma, drewno, tynki gliniane to materiały wyjątkowo dobrze przystosowane do realizacji wizji gospodarki cyrkularnej oraz budynków o bliskim zera lub nawet ujemnym śladzie węglowym na etapie budowy.**

→ **Ponieważ typologia domu jednorodzinnego jest często niekorzystna pod względem śladu węglowego i ekologicznego, potrzebny jest rozwój innych typów zabudowy *straw bale*.**

## Koszty budowy (argument niskiego kosztu)

### **i łatwość budowy własnymi rękami (argument łatwości budowy/dostępności)**

- Architektura z kostek słomy powstała i rozwinęła się z potrzeby budowy domów niskim kosztem i z lokalnych materiałów.
- We współczesnych warunkach w Europie (w tym Polsce) zastosowanie kostek słomy nie gwarantuje oszczędności. Słoma jest materiałem tanim, jednak jej wbudowanie jest pracochłonne.
- Budowa z kostek słomy może być niskobudżetowa, w przypadku gdy jest prowadzona z udziałem pracy własnej (nieodpłatnej). Dodatkowe strategie obniżające koszty finansowe mogą obejmować m.in.: stosowanie materiałów z odzysku, przetwarzanie materiałów surowych (gлина, drewno) we własnym zakresie, obniżenie standardu wykończenia, uproszczenie wyposażenia instalacyjnego czy ograniczenie kosztów projektowania i procedur.
- Łatwość budowy obiektów z kostek słomy jest sprawą dyskusyjną.
- Etap związany z wbudowaniem kostek słomy może być prowadzony przez niewykwalifikowane osoby po krótkim przeszkoleniu. Tynki gliniane mają szereg cech ułatwiających wykonanie osobom niemającym wprawy. Trudność większości innych prac jest taka sama jak w przypadku budownictwa szkieletowego drewnianego.
- Stosowanie słomy i gliny oraz innych materiałów naturalnych jest dla wielu osób pociągające, stanowi motywację, by zaangażować się w fizyczną pracę przy budowie

domu. Ten argument, choć wykraczający poza obiektywne cechy techniki budowy, jest kluczowy dla jej popularyzacji.

#### **Wnioski**

- Przedstawianie techniki *straw bale* jako rozwiązania taniego jest wprowadzającym w błąd uproszczeniem. Konieczne jest upowszechnienie rzeczowej informacji na temat nakładu pracy towarzyszącego budowie.
- Technika budowania z kostek słomy może być polecana jako nadająca się do budowy własnymi rękami, ale nie jako rozwiązanie szybkie czy niewymagające wysiłku.

#### **Trwałość budynków z kostek słomy (argument trwałości)**

- Najstarsze budynki z kostek słomy istnieją od ponad stu lat. Budynki historyczne w których słoma była stosowana w inny sposób, zwykle w połączeniu z gliną (np. w ścinach szachulcowych) przetrwały nawet kilka stuleci.
- Warunkiem trwałości jest w każdym przypadku ochrona słomy przed wilgocią.
- Najstarszy budynek z kostek słomy w Polsce ma ok. 20 lat. Budynków starszych niż 10 lat jest prawdopodobnie kilkadziesiąt.

#### **Wnioski**

- Trwałość budynków z kostek słomy jest potwierdzona przez wybrane przykłady obiektów, przed wszystkim tych najstarszych z Francji i USA. Trwałość budynków w Polsce można będzie dopiero zacząć badać, ponieważ niewiele z nich ma więcej niż 10 lat.

#### **Konstrukcyjne zastosowania kostek słomy (argument oszczędności materiałowej)**

- Nośne zastosowanie kostek słomy może prowadzić do oszczędności drewna, poprzez redukcję konstrukcji drewnianej, wiąże się jednak z szeregiem wyzwań, np. koniecznością ochrony ścian przed deszczem podczas budowy oraz kontroli kompresji (zlegu) w ścianach.
- Wznoszenie nośnych ścian z kostek słomy rozmiaru jumbo, poprzez ich dużą grubość, przekłada się na zwiększenie nakładów materiałowych (fundamenty, dach, tynki).

#### **Wnioski**

- Nośne zastosowanie kostek słomy jest ciekawą techniką o potencjale związanym z redukcją zużycia drewna, ale licznymi ograniczeniami technicznymi, i formalnymi.

## **Estetyka (argument piękna)**

- Budynki *straw bale* zyskały popularność także dzięki unikalnym cechom wizualnym, które najczęściej wynikają z dużej grubości ścian i zastosowania tynków glinianych oraz wapiennych o bogatych fakturach. Istnieją także możliwości realizacji obiektów *straw bale* w sposób nawiązujący do aktualnych mód i potrzeb, w tym z zastosowaniem współczesnych materiałów wykończeniowych.

## **Wnioski**

→ **W odniesieniu do architektury *straw bale* możemy mówić o pewnych cechach „stylu” czy raczej charakterystycznych aspektach wykonania, które mogą być eksponowane i stanowić o rozpoznawalności tej techniki.**

## **Wilgoć w przegrodach z kostek słomy (ochrona przed wilgocią, argument paroprzepuszczalności)**

- Ochrona kostek słomy przed wilgocią stanowi podstawową wytyczną projektowo-wykonawczą.
- Ściany z kostek słomy muszą być zabezpieczone przed opadami. Do zalecanych rozwiązań należy m.in. stosowanie odpowiednich okapów, cokołów, elewacji wentylowanych, impregnowanie tynków.
- Na etapie budowy prace mokre muszą być planowane z uwzględnieniem możliwości wysychania/wiązania tynków i kontrolowania wilgotności w budynku.
- Układ warstw w przegrodach z kostek słomy musi być projektowany z uwzględnieniem analiz ciepłno-wilgotnościowych. W wielu powszechnie stosowanych rozwiązaniach dochodzi do wykraplania wilgoci w przekroju przegrody *straw bale*, w związku z tym ich trwałość zależy od możliwości wysychania, zanim powstaną warunki sprzyjające rozwojowi grzybów.
- Dość powszechnie stosowane i sprawdzone w praktyce rozwiązania, polegające na nakładaniu tynków bezpośrednio na słomę są dopuszczalne pod warunkiem zastosowania ochrony ściany przed opadami (zgodnie z dokumentem EOT dla klimatu niemieckiego)

## **Wnioski**

→ **Niedocenianym aspektem projektowania budynków *straw bale* jest konieczność ochrony przegród (zwłaszcza ścian tynkowanych) przed deszczem.**

→ **Od strony projektowo-wykonawczej konieczna jest najwyższa staranność w unikaniu/minimalizowaniu nieszczelności i mostków cieplnych.**

## **Bezpieczeństwo pożarowe (argument odporności ogniowej)**

- Kostki słomy cechuje według badań klasa reakcji na ogień E (euroklasa). Otynkowane ściany z kostek słomy osiągały nawet w testach klasy odporności pożarowej REI 90 i 120. Niemniej jednak budynki *straw bale* są narażone na pożary jako obiekty wykonane w dużym stopniu z materiałów palnych i często wyposażane w źródła ciepła opalane drewnem.
- Na etapie budowy z użyciem kostek słomy istnieje zwiększone ryzyko pożaru,

związane przede wszystkim z występowaniem luźnej słomy i niezabezpieczonych tynkami i płytami przegród z kostek słomy.

#### **Wnioski**

→ Pożary okazały się w praktyce w Polsce większym zagrożeniem dla budynków *straw bale*, niż można by sądzić na podstawie literatury i testów pożarowych.

→ Celem zmniejszenia ryzyka konieczne jest przestrzeganie zasad wiedzy technicznej, BHP i zdrowego rozsądku na wszystkich etapach od projektowania, przez budowę do użytkowania budynku

#### **Gryzonie, insekty, grzyby (argument „niegorszej odporności”)**

- Kostki słomy, podobnie jak inne izolacje termiczne są narażone na działanie gryzoni i innych małych ssaków, w związku z tym muszą być przed nimi zabezpieczone: poprzez co najmniej dwucentymetrowej grubości tynki lub płytowania, dodatkowo mogą być stosowane siatki stalowe w miejscach szczególnie narażonych (np. cokół).

- Zabezpieczenie kostek słomy przed wzrostem grzybów pleśniowych zapewnia takie projektowanie przegród, by nie dochodziło w nich do warunków umożliwiających wzrost grzybów (czyli wysokiej wilgotności i odpowiedniej temperatury).

#### **Wnioski**

→ Wytyczne zabezpieczenia przegród przed szkodnikami są zbieżne z koniecznością zabezpieczenia słomy przed wilgocią, podkreślają konieczność wykonania szczelnych tynków lub płytowań jako warstw ochronnych oraz projektowania przegród tak, by nie dopuszczać do ich zawilgocenia.

#### **Normy, regulacje prawne, certyfikacja (ad II.5.)**

- Regulacje prawne dla budownictwa *straw bale* występują w USA jako aneks do *International Residential Code*. We Francji funkcjonują zasady profesjonalnej praktyki, stanowiące formalną podstawę stosowania słomy dla projektantów/ek i wykonawców/czyń. W Europie wydano kilka dokumentów EOT dla kostek słomy jako wyrobu budowlanego i jedną KOT dla systemu prefabrykowanego.

- W większości krajów Europy jest możliwe realizowanie budynków *straw bale*. W kilku krajach zrealizowano duże obiekty użyteczności publicznej i/lub mieszkaniowe.

#### **Wnioski**

→ Wypracowanie regulacji prawnych, norm lub ocen technicznych dla kostek słomy jest niezbędne w krajach, gdzie intensywnie rozwija się budownictwo *straw bale*.

→ Nowe regulacje i/lub certyfikowane produkty dopasowane do istniejących regulacji zwiększają znacznie możliwości stosowania kostek słomy.

→ Zapisy istniejących EOT oraz francuskich i niemieckich reguł dobrej praktyki są cennym źródłem wiedzy technicznej, a zastosowanie certyfikowanych wyrobów na podstawie EOT jest możliwe także w naszym kraju.

#### **Historia i rozwój *straw bale* w Polsce (ad III.1.)**



- Budowę pierwszego obiektu *straw bale* w Polsce rozpoczęto w 2000 roku, a proces ten, obejmujący warsztaty, został szeroko opisany w mediach.
- Do roku 2011 autorowi udało się znaleźć informacje o 31 budynkach lub budowach.
- W roku 2023 liczba potwierdzonych realizacji to 320 budynków
- Od roku 2012 odbywały się duże festiwale upowszechniające wiedzę o budowaniu z kostek słomy.
- W 2014 wydano *Podręcznik budowania z kostek słomy*.
- Pierwszy budynek z prefabrykatów drewniano-słomianych wzniesiono w 2010 roku. Obecnie rozwiązania prefabrykowane oferuje w Polsce co najmniej sześć podmiotów.
- Budynki z kostek słomy i ich projektantki/ci były wielokrotnie nagradzane za jakość architektury i ekologiczne rozwiązania, m.in. w konkursach PLGBC.

### **Wnioski**

- **Technika budowy z kostek słomy jest rozwijana w Polsce od 23 lat.**
- **Rozwój wyraźnie przyspieszył w drugiej dekadzie XXI wieku. Zmiany dotyczyły zarówno wzrostu liczby realizacji, jak i organizacji środowiska osób zainteresowanych, a także wprowadzenia nowych technik budowania.**

## **Aktualny stan wiedzy o architekturze z kostek słomy w Polsce (ad III.2)**

### **Podstawowe informacje o budynkach z kostek słomy**

- W wyniku przeprowadzonych badań udało się potwierdzić istnienie w Polsce 320 budynków i/lub budów *straw bale*. Dodatkowo zebrano wzmianki i wskazówki o możliwym istnieniu kolejnych ok. 50 obiektów.
- Budynki *straw bale* w Polsce najczęściej powstają w wyniku procesu budowy. Przebudowy, rozbudowy, nadbudowy i termomodernizacje z wykorzystaniem kostek słomy są rzadkie (około 3% ).
- Ok. 66% ogółu wykazanych budynków to budynki mieszkalne jednorodzinne, ok. 30% autor zaliczył do grupy „architektura czasu wolnego” (budynki rekreacji indywidualnej, agroturystyki etc.). Niewielka grupa pozostałych to głównie budynki gospodarcze.
- Budynki *straw bale* są w Polsce rozmieszczone nierównomiernie, skoncentrowane głównie wokół dużych miast i w terenach atrakcyjnych przyrodniczo. Bardzo nieliczne są zlokalizowane w miastach.
- Większość budynków (dla których zebrano dane o powierzchni) stanowią te poniżej 150 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej (ok. 72%).
- Zdecydowanie najczęściej stosowane są dachy spadziste z okapami, rzadziej dachy spadziste bez okapów, a inne formy dachów – sporadycznie.
- Wśród zebranych przypadków najwięcej budów trwało dwa lub trzy lata, choć rekordowe budowy trwały nawet 13 lat.

### **Wnioski**

- **Powstające w Polsce budynki *straw bale* stanowią (z bardzo nielicznymi wyjątkami) odpowiedź na potrzeby inwestorów/ek indywidualnych, często wpisane są w procesy suburbanizacji lub migracji z miasta na wieś.**
- **Wśród budynków z kostek słomy największą grupę stanowią „normalne domy”, czyli budynki jednorodzinne małych i średnich rozmiarów (do 150 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej) ze spadzistymi dachami, często z okapami.**

→ Technika *straw bale* wydaje się odpowiednia dla potrzeb „architektury czasu wolnego”, o czym świadczy spora liczba budynków służących rekreacji indywidualnej, turystyce, agroturystyce etc. W przypadku tego rodzaju budynków budowanie z naturalnych materiałów stanowi często dodatkowy argument zachęcający odwiedzających.

### Informacje szczegółowe o zastosowaniu kostek słomy w budynku

- Kostki słomy w budynkach najczęściej stosowano tylko w ścianach (79%), rzadziej w ścianach i dachu (16%), a najrzadziej w ścianach, dachu i podłodze (5%).
- W około 70% przypadków słomę na budowę pozyskano lokalnie (transport poniżej 50 km).
- Stosowane były różne strategie zakupu i przygotowania słomy: w ok. 37% przypadków zakupiono kostki słomy „takie jakie były dostępne”, a w ok. 32% przypadków sprasowano na polu, specjalnie na potrzeby budowy. W pozostałych przypadkach albo prasowano ze słomy z poprzedniego sezonu, albo stosowano kilka z podanych rozwiązań, albo inne strategie.
- Kostki słomy zostały zastosowane w zdecydowanej większości jako materiał izolacyjny („nienośne zastosowanie”). Przykłady „zastosowanie nośnego”, w którym kostki słomy przenoszą w ścianach obciążenia, m.in. stropem lub dachem, to ok. 6% wśród badanych obiektów.
- Najczęściej stosowaną metodą dodatkowej kompresji kostek słomy była kompresja w ścianie, na placu budowy (ok. 68%). Najbardziej rozpowszechnionym narzędziem do kompresji okazały się podnośniki.
- Kostki słomy w większości przypadków zostały wbudowane w ściany tak, że dominujący był kierunek żdźbeł w poprzek ściany (niekorzystnie z punktu widzenia obliczeń współczynnika przenikania ciepła).
- Wśród konstrukcji drewnianych ścian dominują rozwiązania ze słupami dwugałęzowymi (ok. 76% budynków, dla których uzyskano odpowiedzi).
- Najczęściej stosowanymi układami warstw ściany okazały się układy najprostsze, w których tynki nanoszone są bezpośrednio na słomę.
- Uwzględniając tylko materiały wykończeniowe, można powiedzieć, że największą grupę stanowią domy, w których po obydwu stronach ściany warstwą finalną jest tynk (ok. 75%). Elewacje drewniane są mniej popularne (ok. 23%).

### Wnioski

→ Zastosowanie kostek słomy dotyczy najczęściej tylko ścian budynków, co ogranicza wpływ tej techniki na cechy techniczne, ekonomiczne i ekologiczne budynku jako całości.

→ Pomimo różnorodności stosowanych rozwiązań, można wskazać te najczęściej spotykane w Polsce:

- konstrukcja drewniana ze słupami dwugałęzowymi,
- dodatkowa kompresja kostek słomy w ścianie (najczęściej podnośnikami),
- kostki układane na płask (patrz il. 10),
- lica ścian tynkowane lub (rzadziej) od strony zewnętrznej elewacje drewniane wentylowane.

→ Dominacja wyróżnionej grupy rozwiązań jest na tyle wyraźna, że można

**mówić o rozwiązaniach charakterystycznych lub nawet „polskiej szkole” budowania z kostek słomy.**

→ **Dobór najczęściej stosowanych rozwiązań oraz wykazane w badaniu różnorodne sposoby dodatkowej kompresji słomy pośrednio wskazują, że technika budowania rozwinęła się z uwzględnieniem niskiej jakości (gęstości) kostek słomy, które są zwykle dostępne w Polsce.**

→ **Rozpowszechniony sposób układania kostek na płask jest niekorzystny pod względem obliczeń współczynnika przenikania ciepła dla przegrody (kierunek przepływu jest wtedy równoległy do dominującego kierunku żdźbeł – patrz il. 10)**

### **Projektowanie i organizacja budowy.**

- Większość budynków powstała na podstawie projektów budowlanych indywidualnych.
- Liczba budynków powstających bez projektów budowlanych (np. na podstawie zgłoszenia ze szkicem) okazała się relatywnie mała (ok. 13%).
- Większość projektów, o których zebrano informacje została przygotowana przez pracownie/osoby wielokrotnie podejmujące tematy *straw bale*.
- Budynki najczęściej wznoszono (wznosi się) systemem gospodarczym w różnych odmianach. Około 60% inwestorek/ów pracowało (pracuje) fizycznie na budowach, jednak tylko 42% brało udział w słomowaniu. W 59% przypadków w pracach związanych z wbudowaniem słomy brały udział osoby określane jako „wyspecjalizowany wykonawca” lub „ekspert”. Dość często inwestorzy/ki pracują razem z wynajętymi specjalistami.
- Przykłady budynków wznoszonych z generalnym wykonawcą to często te, które powstały/powstają z prefabrykatów.
- Warsztaty lub możliwość wolontariatu oferowano na ok. jednej czwartej budów.

### **Wnioski – projektowanie**

→ **Zdecydowana większość budynków z kostek słomy w Polsce została indywidualnie zaprojektowana.**

→ **Architekci/teki biorą czynny udział w powstawaniu architektury *straw bale*, czasami nawet takich budynków, które od strony formalnej nie wymagają projektu budowlanego. To kolejny czynnik, który wyraźnie odróżnia budynki z kostek słomy od architektury historycznej – wernakularnej.**

→ **Można znaleźć w Polsce osoby i pracownie wyspecjalizowane w projektowaniu *straw bale*.**

### **Wnioski – organizacja**

→ **Duży udział budów systemem gospodarczym oraz duży udział osób budujących „własnymi rękami” dobrze wpisuje się w etos *straw bale* jako „taniej i dostępnej” techniki budowy.**

→ **Fakt, że na 59% budów w słomowaniu brali udział „wyspecjalizowani wykonawcy” lub „eksperci” potwierdza, że takie osoby działają już na polskim rynku, a ich obecność jest często potrzebna także w przypadku budów typu „zrób to sam”.**

→ **Znaczna liczba budów z prefabrykatów stanowi nowość, w porównaniu do wcześniejszych badań i pozwala stwierdzić, że ten sposób budowania upowszechnił się znacznie po 2015 roku.**

### **Uwarunkowania (ad III.3.)**

- Uwarunkowania klimatyczne w Polsce różnią się od tych występujących w krajach, z których nastąpił transfer wiedzy o budowaniu z kostek słomy. Warunki klimatyczne są zróżnicowane w istotny sposób także w obrębie kraju.
- Szeroko rozumiane uwarunkowania kulturowe (w tym formalne) w bezpośredni i zauważalny wpływają na rozwiązania techniczne preferowane w poszczególnych krajach
- System planowania w Polsce generalnie sprzyja stosowaniu form tradycyjnych (zwłaszcza dachów spadzistych), jest jednak mało skuteczny – tak w kształtowaniu ładu przestrzennego, jak i ochrony terenów zielonych przed zabudową.

### **Wnioski**

→ **Stosowanie rozwiązań technicznych architektury *straw bale* (podobnie jak każdego innego) wymaga adaptacji do lokalnych warunków.**

→ **Spełnienie wymogów wynikających z prawa (w tym MPZP i decyzji WZ) niestety nie daje gwarancji dobrego wpisania architektury w krajobraz naturalny i kulturowy.**

→ **Dopasowanie architektury i stosowanych rozwiązań do lokalnych warunków należy przede wszystkim do obowiązków projektantów/ek, ale jest również zależne od świadomości i decyzji inwestorów/ek.**

### **Przegląd możliwości architektonicznych (ad III.4.) i budynki *straw bale* w krajobrazie (ad III.5.)**

- Możliwości ekspresji charakterystyczne dla architektury z kostek słomy wynikają przede wszystkim ze stosowania naturalnych materiałów wykończeniowych, takich jak tynki gliniane i wapienne oraz drewno.
- Grubość warstwy izolacji ze słomy oraz grubość tynków umożliwiają (a czasem wręcz dyktują) stosowanie bogatych faktur ścian i zaokrąglonych narożników.
- Wyróżniono kilka detali architektonicznych charakterystycznych dla budynków *straw bale*, np. „okienka prawdy”, zaokrąglone narożniki, płaskorzeźby w tynku glinianym.
- Można też zaprojektować i wykonać budynki tak, by zastosowanie kostek słomy było całkowicie niewidoczne.
- Liczne przykłady potwierdzają, że budynki *straw bale* mogą być dobrze wpisane w krajobraz. Istnieją też budynki zaprojektowane z pominięciem tej kwestii lub stanowiące negatywne przykłady „kontynuacji” nieładu przestrzennego dominującego w okolicy.

### **Wnioski**

→ **Stosowanie kostek słomy i naturalnych tynków może być powodem wybierania charakterystycznych rozwiązań detali, w tym „naturalnych” zaokrągleń, bogatych faktur czy ozdób, oraz pretekstem do zaproszenia użytkowników/czek do udziału w ich kształtowaniu.**

→ Budynki *straw bale* mogą też być projektowane i wykonane w sposób podporządkowany indywidualnej wizji i/lub aktualnym modom architektonicznym.

→ Stosowanie rozwiązań materiałowych *straw bale* nie utrudnia dopasowania budynku do krajobrazu. W przypadku budynków sytuowanych w otoczeniu zieleni, naturalne materiały wykończeniowe o łagodnych kolorach i fakturach sprzyjają wtopieniu w krajobraz.

## IV.2 Uzasadnienie tezy pracy

**„Możliwe jest kształtowanie w Polsce architektury z kostek słomy dobrze wpisującej się w lokalne warunki klimatyczne, kulturowe i krajobrazowe oraz spełniającej współczesne wymagania w zakresie celów ekologicznych”.**

Teza pracy znajduje potwierdzenie w danych pochodzących z przeprowadzonego badania obiektów z kostek słomy w Polsce oraz w zaprezentowanym wyborze informacji zaczerpniętych z literatury.

Potwierdzono istnienie co najmniej 320 budynków *straw bale* w Polsce, z których największą grupę stanowią budynki mieszkalne jednorodzinne. Większość z nich powstała na podstawie indywidualnych projektów, po uzyskaniu decyzji o pozwoleniu na budowę. Sam ten fakt świadczy o tym, że obiekty zostały dostosowane do lokalnych warunków, przynajmniej na minimalnym poziomie, który wynika z regulacji prawnych. Musiały bowiem spełnić zapisy dotyczące ładunku przestrzennego, energooszczędności, bezpieczeństwa – wynikające z prawa, ale powiązane z polskim klimatem, kulturą i krajobrazem.

Techniki budowania z kostek słomy pojawiły się w Polsce w wyniku transferu wiedzy albo przynajmniej inspiracji rozwiązaniami wymyślonymi i przetestowanymi wcześniej w innych krajach. W takim sensie *straw bale* nie stanowi kontynuacji lokalnych tradycji budowania z miejscowych materiałów. Wyniki badań autora wskazują, że w Polsce dokonano adaptacji metod budowania z kostek słomy z uwzględnieniem dostępnych materiałów i uwarunkowań praktyczno-wykonawczych. Istnieje grupa rozwiązań technicznych, które są charakterystyczne dla większości budynków *straw bale* w Polsce i wyróżniają tutejszą architekturę na tle innych krajów. Być może stanowią załączek nowej tradycji rzemieślniczej, lub nawet „polskiej szkoły” budowania z kostek słomy. Rozwiązania (takie jak układanie kostek słomy na płask, stosowanie konstrukcji dwugąłzowej czy kompresja słomy w ścianie podnośnikami) upowszechniły się w wyniku praktycznego przewyciężania problemów na budowach i są dostosowane do lokalnych warunków. Niekoniecznie są to jednak rozwiązania optymalne z punktu widzenia projektowego i opartego na wiedzy naukowej.

Cechy proekologiczne kostek słomy jako materiału budowlanego są dobrze udokumentowane i udowodnione w literaturze. Zastosowanie kostek słomy, zwłaszcza w połączeniu ze świadomym wyborem innych materiałów, np. drewna i tynków glinianych, może prowadzić do obniżenia śladu węglowego budynku na etapie budowy. Materiały te pozwalają zdecydowanie zmniejszyć ilość trudnych do utylizacji odpadów podczas budowy (i/lub rozbiórki). Są też odpowiednim wyborem do realizacji założeń gospodarki cyrkularnej. Ich cechy są też wystarczające



do projektowania przegród budynków energooszczędnych, pod warunkiem świadomego stosowania odpowiednich rozwiązań (grubości warstw izolacji, sposobu wbudowania słomy, szczelności itd.).

O tym, że z użyciem kostek słomy można kształtować architekturę dobrze wpisującą się w lokalne warunki świadczą coraz liczniejsze przykłady udanych realizacji. Wśród nich znajdują się budynki nagradzane w konkursach architektonicznych, będące przedmiotem publikacji, a także popularnymi miejscami wakacyjnymi. Znaczna część dobrze wpisanych w warunki życia w Polsce budynków to jednak obiekty bardzo skromne, często budowane własnym wysiłkiem inwestorów/ek. Stanowią one odpowiedź na podstawową w naszym klimacie i kulturze potrzebę dostępnego domu.

### **IV.3 Perspektywy rozwoju, zagrożenia i możliwości implementacji wyników pracy badawczej, dalszy kierunek badań.**

#### **Bariery rozwojowe**

Architektura z kostki słomianej przechodzi w Polsce okres szybkiego rozwoju i profesjonalizacji – zarówno w zakresie projektowania, jak i wykonawstwa. Pod względem ilościowym wciąż jest jeszcze zjawiskiem niszowym, jednakże towarzyszy jej spore zainteresowanie. Wydaje się, że wraz ze wzrostem świadomości ekologicznej społeczeństwa i rosnącym naciskiem na ograniczanie śladu węglowego w budownictwie architektura *straw bale* będzie miała podstawy do dalszego rozwoju i popularyzacji. Podstawowym ograniczeniem w tempie rozwoju *straw bale* jest mała liczba osób i firm, oferujących usługi projektowe i wykonawcze w tym zakresie.

→ Najbardziej prawdopodobnym scenariuszem, który mógłby umożliwić zwiększenie dostępności usług, byłoby wprowadzenie szkoleń dla rzemieślników/czek i firm już działających w dziedzinie budownictwa, tak by mogli/ły rozszerzyć ofertę o budowanie z kostek słomy czy wykonywanie tynków glinianych.

→ Budowa systemu szkoleń i upowszechnienie zasad dobrej praktyki jest zadaniem podstawowym, warunkującym zarówno rozwój architektury „zrób to sam”, jak i profesjonalnego wykonawstwa.

#### **Mit taniego budownictwa**

Pewnym zagrożeniem może być wciąż dominująca w mediach, a co za tym idzie w świadomości potencjalnych inwestorów/ek, opinia o budowaniu ze słomy i gliny jako o bardzo prostym i tanim sposobie wznoszenia budynków.

→ Zdecydowanie potrzebne jest upowszechnienie wiarygodnych informacji na temat rzeczywistych kosztów budowy własnymi rękami, uwzględniających realne dane na temat nakładu pracy potrzebnego do wznoszenia budynków *straw bale*.

→ Ważnym zadaniem jest też opracowanie informacji, np. o nakładzie roboczogodzin, które mogłyby stanowić podstawę profesjonalnego kosztorysowania.

## Poszerzanie zakresu zastosowania

Przeгляд spektrum zastosowań kostki słomianej w krajach takich jak Francja czy Niemcy wyraźnie pokazuje, że nie muszą być one ograniczone do zabudowy jednorodzinnej. W Polsce występują obecnie bariery prawne związane z korzystaniem z wyrobów jednostkowego zastosowania. Przewyciężenie tych utrudnień jest konieczne, by można było ze słomy budować w większej skali.

→ Najszybszym scenariuszem wydaje się projektowanie większych obiektów z zastosowaniem wyrobów certyfikowanych (objętych EOT), pochodzących z innego kraju lub udział podmiotu z innego kraju w certyfikacji kostek słomy wykonanych w Polsce.

→ Właściwym rozwiązaniem powinno być uzyskanie przez firmę/y z Polski dokumentów KOT lub EOT dla swoich wyrobów (kostek lub prefabrykatów).

→ Rozwiązaniem docelowym powinno być opracowanie krajowych lub europejskich norm dla *straw bale* jako wyrobu i techniki budowania.

## Termomodernizacje

Potencjał kostek słomy jako materiału do termomodernizacji nie został jeszcze w pełni wykorzystany, być może ze względu na zbytnią prędocłonność tego rozwiązania. Ponieważ jednak modernizacja istniejących budynków jest zwykle bardziej uzasadniona pod względem nakładów energetycznych niż budowa nowych obiektów, kierunek ten powinien być rozwijany.

→ Możliwości efektywnej termomodernizacji to obszar czekający na zbadanie w kontekście polskim. Prawdopodobnie potrzebne jest opracowanie nowych rozwiązań projektowych i wykonawczych w tym zakresie, by uczynić termomodernizację z kostek słomy bardziej dostępnym rozwiązaniem.

## „Polska szkoła” i jej ograniczenia

W pracy została wskazana grupa dominujących w Polsce rozwiązań technicznych, związanych z wbudowywaniem słomy w ściany, którą można nazwać „polską szkołą” budowania *straw bale*. Rozwiązania te uwzględniają możliwość stosowania kostek słomy słabej jakości – czyli takich, jakie najczęściej są dostępne w Polsce, ale są nieoptymalne z punktu widzenia obliczeń współczynnika przenikania ciepła. Rozwiązania te są też dość prędocłonne, ale – jak podkreślają praktycy – umożliwiają dokładne wypełnienie ściany słomą. W tej sytuacji pojawia się zasadnicze pytanie, czy przyjęte rozwiązania są dobre i powinny być kontynuowane, czy raczej powinny być zastąpione innymi, np. zorganizowaniem systemu dostaw dobrej jakości kostek słomy.

→ Odpowiedź na tak postawione pytanie powinna zdaniem autora obejmować poniższe kroki badawczo-rozwojowe.

I) Porównanie ścian wznoszonych różnymi metodami na podstawie badań in situ lub w laboratorium – na przykładzie całych ścian, nie tylko małych próbek.

II) Dalsze stosowanie i rozwijanie rozwiązań o potwierdzonej jakości.

→ W sytuacji braku tego rodzaju badań, można przyjąć, na podstawie aktualnie dostępnej wiedzy naukowej, że należy dążyć do zmiany sposobu wbudowywania kostek słomy w ściany, tak by przepływ ciepła występował głównie w poprzek źdźbeł słomy.

## Drogi rozwoju

Historia *straw bale* w Polsce i innych krajach wskazuje, że ta technika budowy (po przejściu pierwszej „spontanicznej” fazy) rozwija się w pewnym stopniu dwutorowo: w nurcie architektury „zrób to sam” i w profesjonalnym wykonaniu. Cele i problemy uczestników/ek zaangażowanych w jeden i drugi nurt są częściowo rozbieżne. Profesjonalizacja związana z prowadzeniem działalności gospodarczej, zapleczem sprzętowym etc. siłą rzeczy prowadzi do wzrostu cen. Ewentualna certyfikacja wyrobów jest kolejnym, znacznym kosztem. Firmy wykonujące domy z kostek słomy (w tym prefabrykowane w manufakturach) w sposób rzemieślniczy nie mogą konkurować z przemysłem budowlanym według kryterium niskiej ceny. W rezultacie budynki tego rodzaju stają się produktami z wyższej półki cenowej, których sprzedawalność opiera się na wysokiej jakości i charakterystyce ekologicznej.

Tymczasem rozwój w zakresie budowania DIY powinien oznaczać poprawę jakości i wypracowanie skutecznych metod budowy, ale przy zachowaniu możliwie niskich nakładów finansowych. Biorąc pod uwagę rozproszenie budów *straw bale*, nie można liczyć na to, że ewolucja będzie postępowała w sposób podobny do technik tradycyjnych – przez doskonalenie na kolejnych budowach w rejonie i przekazywanie wiedzy z pokolenia na pokolenie. W pewnym zakresie wymiana doświadczeń może odbywać się dzięki internetowi. Ponieważ jednak inwestorzy indywidualni najczęściej budują tylko raz, by mogło dojść do wyciągania wniosków i optymalizacji rozwiązań potrzebne jest istnienie form organizacji ułatwiających zbieranie i przekazywanie wiedzy.

Trudnym, ale bardzo ciekawym obszarem do zagospodarowania i rozwinięcia jest współpraca pomiędzy osobami budującymi „własnymi rękami”, a profesjonalnie świadczącymi usługi projektowe i wykonawcze. Badanie potwierdza jednoznacznie, że takie współdziałanie ma często miejsce, tj. np. inwestorzy/rki pracują razem z osobami doświadczonymi, najętymi do przeprowadzenia słomowania czy tynkowania.

→ W perspektywie kilku, kilkunastu lat różnice między architekturą *straw bale* w nurcie „zrób to sam” a profesjonalnie wykonywaną będą prawdopodobnie się pogłębiać, wraz z dalszym wzrostem kosztów pracy w Polsce oraz przechodzeniem profesjonalistów na zastosowanie certyfikowanych wyrobów.

→ Istnieje potrzeba rozwoju form współpracy pomiędzy osobami budującymi własnymi rękami oraz osobami oferującymi profesjonalne usługi. W tym obszarze można dostrzec pole do tworzenia nowych rozwiązań, organizacji i usług.

## Streszczenie

Przedmiotem pracy jest rozwój architektury z kostek słomy w Polsce na tle ogólnej charakterystyki technik budowy i historii *straw bale* w USA i Europie.

Technikę budowania z kostek słomy *straw bale* wynaleziono pod koniec XIX wieku w Nebrasce. Zapomniana w latach 40. XX wieku, została ponownie odkryta w latach 70. i przywrócona do użycia na fali zainteresowania ekologicznymi i dostępnymi sposobami budowania. Od lat 90. architektura *straw bale* rozwija się intensywnie w wielu krajach, w Europie w szczególności we Francji, Niemczech i Wielkiej Brytanii. Szerokie możliwości stosowania kostek słomy potwierdzają badania laboratoryjne, europejskie oceny techniczne oraz praktyka – także realizacje dużych obiektów mieszkaniowych i użyteczności publicznej.

W Polsce pierwszy budynek z kostek słomy zaczęto budować w 2000 roku. Od tego czasu obiektów tego rodzaju systematycznie przybywa. Przyspieszony wzrost liczby realizacji nastąpił po 2011 roku. W wyniku badań zakończonych na początku 2023 roku autorowi udało się potwierdzić istnienie w kraju 320 budynków i/lub budów z kostek słomy oraz zebrać informacje o prawdopodobnym istnieniu ok. 50 więcej.

Badania dotyczące istniejących i będących w budowie obiektów *straw bale* w Polsce pozwoliły ustalić, jakie rozwiązania są najczęściej stosowane. Wyróżniono rozwiązania charakterystyczne oraz opisano uwarunkowania, w jakich powstały. W Polsce budynki z kostek słomy to przede wszystkim domy jednorodzinne i budynki związane z rekreacją, bardzo często budowane systemem gospodarczym, z dużym zaangażowaniem inwestorów/ek. Słoma najczęściej stosowana jest w ścianach budynków, rzadziej w innych przegrodach. Wśród rozwiązań konstrukcyjnych dominuje stosowanie szkieletu drewnianego z kostkami słomy jako wypełnieniem. Za typowe autor uznaje stosowanie podwójnych słupów, wbudowywanie kostek słomy w pozycji na płask oraz stosowanie kompresji słomy w ścianie podnośnikami lub pasami. Inną techniką budowania, która zyskuje na popularności jest prefabrykacja elementów słomiano-drewnianych poza placem budowy. Na wygląd budynków *straw bale* wpływają najczęściej stosowane materiały wykończeniowe: tynki gliniane i/lub wapienne oraz (nieco rzadziej) elewacje drewniane.

Architektura *straw bale* może być (i jest) dostosowywana do lokalnych warunków w Polsce, a jej dalszy rozwój jest uzasadniony głównie potrzebą poszukiwania rozwiązań zmniejszających ślad węglowy i ekologiczny budownictwa.

### **Słowa kluczowe:**

architektura z kostek słomy, *straw bale*, naturalne budownictwo, architektura ekologiczna, architektura zrównoważona, tynki gliniane, tynki wapienne, budownictwo drewniane

## Summary

The subject of the work is the development of straw bale architecture in Poland, presented in the context of general characteristics of strawbale building techniques and history in the USA and Europe.

The technique of building from straw bales was invented at the end of the 19th century in Nebraska. Forgotten in the 1940s, it was rediscovered in the 1970s and brought back to use on the wave of interest in sustainable and affordable ways of construction. Since the 1990s, straw bale architecture has been developing intensively in many countries, in Europe, especially in France, Germany and the United Kingdom. The wide possibilities of using straw bales have been confirmed through laboratory tests, European technical assessments and in practice – for example through the implementation of large scale residential and public utility projects.

In Poland, the first building made of straw bales was built in the year 2000. Since then, constructions of this kind have been systematically increasing in numbers. An accelerated development has been observed since 2011. As a result of research completed at the beginning of 2023, the author managed to confirm the existence of 320 buildings (finished and/or in construction) made of straw bales and collect information about the probable construction of about fifty more.

Research on existing straw bale buildings and those under construction in Poland allowed determining which solutions are most often used. Characteristic solutions were distinguished and the conditions which influenced their development were described. In Poland, buildings made of straw bales are primarily single-family houses and buildings used for leisure, very often self-build (or self-organized) with high involvement of investors. Straw is most often used in the walls of buildings, less often in other partitions. Among the available construction solutions, the use of a timber frame with straw bales as infill dominates. What the author considers as typical is the use of double posts (studs) with straw bales laid flat and the use of straw compression in the walls with jacks or belts. Another construction technique that is gaining popularity is the prefabrication of wood and straw elements off-site. The appearance of straw bale buildings is influenced by the most commonly used finishing materials: clay and/or lime plasters and (slightly less often) wooden facades.

Straw bale architecture can be (and is) adapted to local conditions in Poland, and its further development is justified mainly by the need for solutions that reduce the carbon and ecological footprint of construction.

### **Keywords:**

strawbale architecture, straw bale, natural building, ecological architecture, sustainable architecture, clay plasters, lime plasters, wooden constructions



## Bibliografia

### A

- Alternative Construction: Contemporary Natural Building Methods*, [red.] L. Elizabeth, C. Adams, John Wiley & Sons, Hoboken 2005.
- Anink D., Boonstra C., Mak J.: *Handbook of sustainable building. An environmental preference method for selection of materials for use in construction and refurbishment*, James&James Limited, London 1996.
- Ainger P.: *Budownictwo Wiejskie z cegły glino-suszzonej z plantami chałup wiejskich*, Drukarnia Piotra Zawadzkiego, Warszawa 1791, [reprint: Artys, Warszawa 1978].
- Apps B.: *Open Cockpits & Straw Bales: Motor Racing in the 1950s*, Halsgrove, Wellington 2011.

### B

- Bainbridge D.: *High Performance, Low-cost Buildings of Straw*, Agriculture Ecosystems Environment, nr 16, 1986, s. 281–284.
- Bainbridge D., Swentzell Steen A., Steen B.: *The straw bale house*, Chelsea Green Publishing Co., White River Junction [Vermont] 1994.
- Baranowski A.: *Projektowanie zrównoważone w architekturze*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1998.
- Barek R.: *Budownictwo ryglowe na Pomorzu – tradycja i współczesność. Realizacja projektu edukacyjnego w Łącku*, [w:] *Historia i kultura Ziemi Sławieńskiej*. Tom III Gmina Postomino, [red.] W. Rączkowski, J. Sroka, Fundacja „Dziedzictwo”, Sławno 2004, s. 251–258.
- Barton H.: *Sustainable Communities. The potential for Eco-Neighbourhoods*, Earthscan, London 2000.
- Bergeron M., Lacinski P.: *Serious Strawbale – A Home Construction Guide for All Climates*, Chelsea Green Publishing Co., White River Junction [Vermont] 2000.
- Bigland-Pritchard M., Pitts A.: *Evaluation of strawbale building: Benefits and risks*, Architectural Science Review, nr 49(4), 2006, s. 372–384, [dostępne online] <https://doi.org/10.3763/asre.2006.4949> [dostęp 19.02.2023].
- Bird C.: *Local sustainable homes*, Transition Books, Dartington 2010.
- Bou-Ali G., *Straw Bales and Straw-Bale Wall Systems*, praca magisterska, Dept. of Civil Engineering, University of Arizona, 1993.
- Bucka A.: *Natural material in sustainable construction with regards to “straw bale” technology – selected issues*, „Czasopismo Techniczne”, nr 1B, 2016, s. 3–10.
- Budownictwo w 3. kwartale 2022 roku*, GUS, Warszawa 2022, [dostępne online:] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/budownictwo-w-3-kwartale-2022-roku,13,16.html> [dostęp 19.02.2023].
- Brewińska M.: *Z gliny, słomy i kamieni*, Gazeta Wyborcza Dom [bezpłatny dodatek do warszawskiego wydania „Gazety Wyborczej”], nr 47(245), 21.11.2001.

### C

- Capra, F.: *Punkt zwrotny*, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa 1987.
- Carfrae J.: *The moisture performance of straw bale construction in a temperate maritime climate*, praca doktorska [plik pdf], University of Plymouth, 2011.
- Carfrae J. et al.: *Detailing the effective use of rainscreen cladding to protect straw bale walls in combination with hygroscopic, breathable finishes*, [w:] *Detail Design in Architecture 8 – Translating Sustainable Design into Sustainable Construction*, [ed.] S. Emmitt, J. Littlewood, University of Wales Institute 2009, [dostępne online:] <https://strawbalebuildinguk.com/wp-content/uploads/2017/09/Rainscreen.pdf>, [dostęp 19.02.2023].
- Carfrae J. et al.: *Detailing the effective use of rainscreen cladding to protect straw bale walls in combination with hygroscopic, breathable finishes*, Detail Design in Architecture, nr 8, 2009, s. 99–108.

- Chrzanowski S.: *Budynki z płyt słomianych i trzciniowych*, Arkady, Warszawa 1958, seria Budujemy sami.
- Christian J.E., Desjarlais A.O., Stovall T.K.: *Straw bale wall hot box test results and analysis*, 7th Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Buildings Conference, ASHRAE, Clearwater Beach [Florida], 1998, s. 275–285.
- Clarke S.: *Building Green: A Complete How-to Guide to Alternative Building Methods*, Lark Books, New York 2006.
- da Costa B.B.F. et al.: *Analyzing user satisfaction regarding straw bales buildings: A survey study*, Informes de la Construcción, tom 74, nr 568, 2022 [dostępne online] <https://doi.org/10.3989/ic.89959> [dostęp 9.02.2023].
- Corum N.: *Red Feather construction handbook*, Princeton Architectural Press, New York 2005.
- Constructions en paille, système Feuillette*, „Le Génie civil : revue générale des industries françaises et étrangères”, tom LXXXIX, nr 18, Paryż 1921.
- Csanády D., Fenyvesi O., Nagy B.: *Heat Transfer in Straw-Based Thermal Insulating Materials*, Materials nr 14(16):4408, 2021, [dostępne online] <https://doi.org/10.3390/ma14164408> [dostęp 24.03.2023].
- Cygankiewicz I.: *Nowe sposoby użycia tradycyjnych materiałów budowlanych*, Przestrzeń i Forma, nr 12, 2009, s. 163–172.

## D

- Design of Straw Bale Buildings: The State of Art*, [ed.] B. King, Green Building Press, San Rafael 2006.
- Drozd W.: *Light Clay and Straw Bale Solutions in Contemporary Housing Construction*, Zeszyty Naukowe, tom 48, nr 1 (179), 2016, [dostępne online:] <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-8ed13fc5-fd43-4d04-9343-22ebf94e0532> [dostęp 24.03.2023].
- Drozd W., Leśniak A.: *Ecological Wall Systems as an Element of Sustainable Development – Cost Issues*, Sustainability, nr 10(7), 2018, [dostępne online:] <https://doi.org/10.3390/su10072234> [dostęp 23.03.2023].
- Dudzinska M.R., Staszowska A.: *Assessment of Chemical Pollutant Levels in the Indoor Air of Straw Bale Homes. A Case Study*, International Journal of Conservation Science, nr 12, 2021, s. 817–826. [dostępne online:] <https://search-1ebscohost-1com-108j34isl0d66.han.biblos.pk.edu.pl/login.aspx?direct=true&db=asu&AN=152385062&lang=pl&site=eds-live> [dostęp 19.02.2023].

## E

- Eisenberg D., Hammer M.: *Strawbale Construction and Its Evolution in Building Codes*, Building Safety Journal Online, Luty 2014, [dostępne online:] [https://www.strawbuilding.org/Resources/Documents/Strawbale\\_Construction\\_Building\\_Codes.pdf](https://www.strawbuilding.org/Resources/Documents/Strawbale_Construction_Building_Codes.pdf) [dostęp 19.02.2023].
- Efekty działalności budowlanej w 2021 r.*, Główny Urząd Statystyczny – Urząd Statystyczny w Lublinie, Warszawa–Lublin 2022, [dostępne online:] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/efekty-dzialalnosci-budowlanej-w-2021-roku,3,17.html> [dostęp 19.02.2023].

## F

- Fathy H.: *Architecture For the Poor*, The University of Chicago Press, Chicago 1976.
- Fąfara M. et al.: *Life Cycle Assessment (LCA) and environmental comparison the selected construction methods of residential buildings in traditional and straw cubes technology – a case study*, Archives of Civil Engineering, tom 68, nr 3, 2022, s. 241–255.
- Floissac L.: *La construction en paille. Principes fondamentaux – Techniques de mises en oeuvre – Exemples de réalisations*, Terre vivante, Mens 2012.
- Fugler D.: *Straw bale moisture sensor study*, Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa 1996.

Fugler D.: *Straw bale house moisture research*, Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa 2000.

## G

Gagné L.: *A Feasibility Study of an Alternative Building Method in Native Communities*, Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa 1983.

Gagné L.: *An Innovative Straw-Bale/Mortar Wall System*, Housing Technology Incentives Program, Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa 1984.

Gagné L.: *A Straw Bales/Mortar House Demonstration Project*, Canada Mortgage and Housing Corporation - Project Implementation Division – Policy Research and Programs Sector, Ottawa 1986.

Garcia C., Hamelin C.: *The French building code: experience and perspective*, prezentacja, European Straw Bale Gathering, Montargis, 24.08.2015.

Gołębiewski M.: *Materiały stosowane w nurcie budownictwa naturalnego*, Zeszyty Naukowe Uczelni Vistula, nr 66(3), 2019, s. 63–71.

Goodhew S, Griffiths R., Woolley T.: *An investigation of the moisture content in the walls of a straw-bale building*, Building and Environment, nr 39/12, 2004, s. 1443–1451.

Goodhew S., Carfrae J., de Wilde P.: *Briefing: Challenges related to straw bale construction*, Engineering Sustainability, nr 163, 2010, s. 185–189.

Groat L., Wang D.: *Architectural Research Methods*, John Wiley & Sons, New York 2002

Gruber A., Gruber H., Santler H.: *Neues Bauen mit Stroh in Europa*, Ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg 2008.

Guarneri A.B.: *Werner Schmidt architekt: ecology craft invention*, Ambra Verlag, Wiedeń 2013.

*Greenhouse gas emissions from energy use in buildings in Europe*, European Environment Agency, 26.10.2022, dostępne online: <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emissions-from-energy> [dostęp 27.02.2023].

## H

Hammett J., Hammett K.: *A History of the Strawbale Resurgence. The Strawbale Search*, [dostępne online] <https://www.thelaststraw.org/a-history-of-straw-bale-resurgence/> [dostęp 19.03.23]

Harris C., Borer P.: *The Whole House Book*, Centre for Alternative Technology, Aberystwyth 2005.

Henderson K.: *Ethics, Culture and Structure in the Negotiation of Straw Bale Building Codes*, Science, Technology & Human Values, nr 31(3), 2006, s.261–288.

Hodge B.: *Building your strawbale home from foundations to the roof*, Csiro Publishing, Collingwood [Australia] 2006.

*House of Straw – Straw Bale Construction Comes of Age*, U.S. Department of Energy, [dostępne online] <http://www.grisb.org/publications/pub23.pdf>, [dostęp 19.02.2023].

## I

IPCC: *Climate Change 2007. Mitigation of climate change. Contribution of working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, [ed.] B. Metz et al., Cambridge University Press, New York 2007.

*Instrukcja o stosowaniu materiałów miejscowych*, Ministerstwo Rolnictwa Departament Budownictwa Wiejskiego, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1953.

## J

Jagiela M.: *Budownictwo z użyciem kostki słomianej w Polsce na tle ogólnej charakterystyki tej technologii*, praca semestralna na studiach III stopnia, Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej, 2010.

Jagiela M.: *Strawbale building in Poland*, [w:] *Ecological Architecture International Conference Proceedings*, Kaunas University of Technology, Kaunas 2011, s. 73–78.

- Jagiela M., Kołakowski M.M.: *Słoma? słoma... słoma! O architekturze naturalnej ze słomy w kraju i na świecie*, Architektura i Biznes, nr 11, 2010, s. 22–23.
- Jagiela M.: *Ściany z alternatywnych materiałów*, Kreator Projekty, nr 4(41), 2012, s. 18–19.
- Jagiela M.: *W poszukiwaniu sensu architektury ekologicznej*, odc. 3–10, nagrania audio, Audioteka, Warszawa 2022 i 2023, [dostępne online:] <https://web.audioteka.com/pl/podcast/3699131b-272f-4869-aad2-a0d45bb9e9b3> [dostęp 19.01.2023].
- Jampolska L.: *Nie drewniany, nie murowany...*, Ładny Dom, nr 2(76), 2005, s. 18–21.
- Jolly R.: *Strawbale moisture monitoring report*, Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa 2000.
- Jolly B.E.: *Houses of straw: the adaptation of solomit in Australia*, praca doktorska, Louis Laybourne Smith School of Architecture and Design at the University of South Australia, 1998.
- Jones B.: *Building with straw bales*, Green Books, Dartington 2009.

## K

- Kaesberg B.: *Report on insulation methods with straw*, Interreg North West Europe, 29.6.2020, [dostępne online] <https://strawbuilding.eu/up-straw-report-on-insulation-methods-with-straw/> [dostęp 19.02.2023].
- Kampmeier B., Wachtling J.: *Norddeutsches Zentrum für nachhaltiges Bauen - Pilotprojekt mit angewandter Forschung*, Braunschweiger Brandschutz Tage 2012, Fachtagung Brandschutz bei Sonderbauten 19. und 20. September 2012, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Brunzswik 2012.
- Kamieniarz M.: *Innowacje w metodach wznoszenia budynków ze straw bales*, Materiały Budowlane, nr 6, 2016, s.174–175.
- Kelm T.: *Architektura ziemi: tradycja i współczesność*, Murator, Warszawa 1996.
- Kelm T., Długosz-Nowicka D.: *Budownictwo z surowej ziemi: idea i realizacja*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011.
- King B.: *Buildings of earth and straw. Structural design for rammed earth and straw-bale architecture*, Ecological Design Press, Sausalito 1996.
- Klimat Polski 2021*, IMGW–PIB 2022, [dostępne online:] <https://www.imgw.pl/sites/default/files/inline-files/imgw-pib-klimat-polski-2021-pol-final.pdf> [dostęp 19.02.2023].
- Koh C.H., Kraniotis D.: *A review of material properties and performance of straw bale as building material*, Construction and Building Materials, tom 259, 2020, numer artykułu: 120385.
- Kołodowski M.M.: *Architektura low-tech. Kulturowe i psychologiczne aspekty rozwoju*, rozprawa doktorska [plik .doc], promotor: prof. dr hab. Andrzej Baranowski, Wydział Architektury Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 11.10.2006 [praca w wersji elektronicznej dostępna u autora. Adres e-mail: [mkolakowski@lincoln.ac.uk](mailto:mkolakowski@lincoln.ac.uk)].
- Kołodowski M.M.: *Rewolucja z beczki Diogenesa*, Architektura i Biznes, nr 6, 2005, s. 34–43.
- Kozień-Woźniak M. et al.: *Life cycle assessment of composite straw bale technology in residential buildings in the context of environmental, economical and energy perspectives - case study*, Archives of Civil Engineering, tom 67, nr 2, 2021, s. 49–65.
- Krick B.: *Untersuchung von Strohballen und Strohballenkonstruktionen hinsichtlich ihrer Anwendung für ein energiesparendes Bauen unter besonderer Berücksichtigung der lasttragenden Bauweise*, praca doktorska, Kassel University Press GmbH, Kassel 2008, [dostępne online:] <https://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-422-6.volltext.frei.pdf> [dostęp 19.02.2023].
- Krzysztofiak A.: *Ochrona owadów błonkoskrzydłych (Hymenoptera) w Wigierskim Parku Narodowym*, Ogólnopolska Konferencja Naukowa Wieś Polska Współczesne Przemiany i Rozwój, „Zagroda w Parku Krajobrazowym”, 08.11.2002, Polski Klub Ekologiczny, Kraków 2002.
- Kupiec-Hyła D.: *Szansa dla budownictwa z gliny w warunkach rozwoju zrównoważonego budownictwa mieszkaniowego*, Czasopismo Techniczne, z.3, 2007, s. 147–153.

Kwiecińska J.: *Ocena jakości powietrza wewnątrznych w budynkach z materiałów naturalnych*, praca magisterska pod kierunkiem prof. dr hab. Marzenny Dudzińskiej, WIŚ Politechnika Lubelska, Lublin 2018.

## L

Lacinski P., Bergeron M.: *Serious Straw Bale: A Home Construction Guide for all Climates*, Chelsea Green Publishing Company, White River Junction [Vermont] 2000.

Lamache G.: *Fraiches en ete, chaudes en hiver, les maisons de paille sont avant tout economiques*, La Science et la Vie, maj 1921, s. 31–36.

Law B.: *Roundwood timber framing. Building naturally using local resources*, Permanent Publications, East Meon 2010.

Lawrence M., Heath A., Walker, P.: *Determining moisture levels in straw bale construction*, Construction and Building Materials, nr 23, 2009, s. 2763–2768.

## M

MacDonald S.O., Myrthman M.: *Build it with bales: A Step-by-Step Guide to Straw Bale Construction*, Version Two, Out On Bale Publishers, Tucson 1997.

Magwood C., Mack P., Therrien T.: *More Straw Bale Building.*, New Society Publishers, Gabriola Island 2005.

Madej A.: *Straw balance in Poland in the years 2010–2014 and forecast to the year 2030*, Annals PAAAE, nr 18(1), 2016, s.164–168.

Marcel M.: *Ekowioska Wrocław Biskupin*, praca magisterska, WA Politechniki Wrocławskiej 2009/10, [dostępne online:] [http://hotfile.com/dl/68178372/d04be1e/marcel\\_matusz\\_-\\_projekt\\_dyplomowy\\_-\\_cz\\_pisemna.pdf.html](http://hotfile.com/dl/68178372/d04be1e/marcel_matusz_-_projekt_dyplomowy_-_cz_pisemna.pdf.html) [dostęp 20.09.2010].

McDonough W., Braungart M.: *Cradle to cradle. Remaking the way we make things*, Vintage Books, London 2009.

Minke G.: *Lehmbau – Handbuch. Der Baustoff Lehm und seine Anwendung*, Ökobuch, Staufen bei Feiburg 1999.

Minke G., Mahlke F.: *Building with straw. Design and technology of a sustainable architecture*, Birhauser, Basel–Berlin 2005.

Minke G.: *Building with Earth. Design and Tehnology of a Sustainable Architecture*, Birkhäuser, Basel–Berlin–Boston 2006.

Minke G., Krick B.: *Podręcznik budowania z kostek słomy: podstawy, konstrukcje, przykłady*, tłum. Z. Bieliński, Fundacja Cohabitat, Łódź 2015.

Mollison B., Slay R.M.: *Wprowadzenie do permakultury*, tłum. R. Mitoraj, PermaKultura.Edu.PL, Ustroń 2019.

Moss-Spranque M.: *Stand up and garden*, The Countryman Press, Woodstock 2012.

## N

Nitzkin R., Termens M.: *Casas de Paja. Una guia para autoconstructores*, EcoHabitar Visiones Sotenibeles S.L., Olba 2010.

itzkin R., Termens M.: *A complete guide to straw bale building*, Permanent Publications, East Meon 2020.

Nitka W.: *Szkieletowy dom drewniany*, Centrum Budownictwa Drewnianego, Gdańsk 2013.

Nowak M., Kołaczkowski M.: *New Dimension For Straw Construction*, Technical Transactions, nr 4, 2015, s. 107–114.

## P

Pallasmaa J.: *Oczy skóry. Architektura i zmysły*, tłum. M. Choptiany, Instytut Architektury, Kraków 2012.

Pfundstein M. et al.: *Insulating Materials. Principles, Materials, Applications*, Birhauser, Munich 2007.

Pickerill J., Maxey L.: *Low Impact Development. The Future is in our Hands*, Footprints Workers Cooperative, Leeds 2009.



- Pierzchalski M.: *Straw Bale Building as a Low-Tech Solution: A Case Study in Northern Poland*, Sustainability, nr 14(24), 2022, nr artykułu: 16511.
- Platt, B.: *Pilot study of moisture control in stuccoed straw bale walls*, Canada Mortgage and Housing Corporation, Don Fugler from Fiberhouse Limited, Ottawa 1997.
- Płokarz M.: *Szkoła lokalna. Koncepcja modelu szkoły środowiskowej w technologii straw bale*, praca magisterska [plik pdf], promotor Anna Szewczenko, Wydział Architektury, Politechnika Śląska, Gliwice 2011/2012 [praca dostępna bezpośrednio u autorki: pl.martyna@gmail.com].

## R

- Raamets J. et al.: *Indoor air quality in straw bale and reed buildings*, Agraarteadus, nr 31(1), 2020, s. 193–196.
- Raamets J., Ruus A., Ivask M.: *Assessment of Indoor Air Quality and Hygrothermal Conditions of Boarders During Autumn, Winter and Spring in Two of Estonian Straw-Bale Houses*, Springer International Publishing (Springer Proceedings in Energy) 2019, s. 815–823.
- Racięcki Z.: *Budynki z gliny*, Arkady, Warszawa 1962.
- Rączka J.W.: *Architektura drewniana*, Krajowa Agencja Wydawnicza, Kraków 1990.
- Rudofski B.: *Architecture without architects*, Museum of Modern Art, New York 1984.

## S

- Schumacher, E.F.: *Small is beautiful. A study of economic as if people mattered*, Blond&Briggs, London 1973.
- Shelter*, [ed.] L. Kahn, Shelter Publications Inc., Bolinas 2010 [reprint wydania z 1973].
- Smith I.: *Roots Tour 2012. A Pilgrimage to Historic Hay Bale and Modern Straw Bale Buildings in the Sand Hills of Nebraska*, September 14–15, 2012 [z archiwum autora – miejsce publikacji nie znane].
- Staniforth, A.R.: *Cereal straw*, Oxford University Press, Oxford 1979.
- Staniforth A.R.: *Straw and Straw Craftsmen*, Shire Publications Ltd, Shire 1981.
- Staniforth A.R.: *Straw for fuel, feed and fertilizer*, Farming Press Ltd, Ipswich 1982.
- Stone N.: *Thermal performance of straw bale wall systems*, California Straw Builders Association (CASBA), Fair Oaks 2003.
- Swentzell-Steen A., Steen B.: *The beauty of strawbale homes*, Chelsea Green Publishing Co., White River Junction [Vermont] 2000.
- Steele J.: *Ecological Architecture. A critical history*, Thames&Hudson Ltd, London 2005.
- Szewczyk J.: *Budownictwo z gliny w dawnej polskiej literaturze technicznej*, Architecturae et Artibus nr 1 t.1 r. 2009, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2009, s.84-98
- Szewczyk J.: *Nietypowe materiały budowlane – glina, gnoj i domieszki – w świetle dawnego polskiego piśmiennictwa. Cz. 1. Klepiska, podłogi, ściany i tynki*, Architecturae et Artibus, nr 4, 2011, s. 31–57.
- Szewczyk J.: *Nietypowe budulce w architekturze. Tom 2. Plecionki*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2015.

## T

- Tymochowicz M.: *Słoma w Kulturze Tradycyjnej*, Studia Etnologiczne I Antropologiczne, nr 17, 2017, s. 146–160.

## U

- Uwarunkowania przestrzenne możliwości wykorzystania zasobów złóż gliny oraz słomy dla celów budownictwa w województwie łódzkim*, Biuro Planowania Przestrzennego Województwa Łódzkiego w Łodzi, Łódź 2010.

## W

- Wackernagel M., Rees W.: *Our Ecological Footprint. Reducing Human Impact on the Earth*, New Society Publishers, Gabriola Island 1996.
- Wanek C.: *The New Strawbale Home*, Gibbs Smith, Layton [Utah] 2003.
- Weismann A., Bryce K.: *Using natural finishes. Lime- & earth based plasters, renders & paints. A step by step guide*, Green Books Ltd., Dartington 2008.
- Wells M.: *Gentle Architecture*, McGraw-Hill Book Company, New York 1982.
- Welsch, R.L.: *Baled hay*, [w:] *Shelter*, Shelter Publications Inc., Bolinas, 2010 [reprint wydania z 1973].
- Welsch R.L.: *Sandhill Baled Hay Construction*, Keystone Folklore Quarterly, nr XV:1, 1970 [dostępne online:] [https://archive.org/details/sim\\_keystone-folklore\\_spring-1970\\_15\\_1/page/32/mode/2up](https://archive.org/details/sim_keystone-folklore_spring-1970_15_1/page/32/mode/2up) [dostęp 24.03.2023].
- Wihan J.: *Humidity in strawbale walls and it's effects on decomposition of straw*, praca magisterska, University of East London School of Computing and Technology, 2007.
- Witruwiusz: *O architekturze ksiąg dziesięć*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1956.
- Wojciechowska P.: *Domy ze słomy*, Murator, nr 2, 2005, s. 61–65.
- Wyzwania zrównoważonego rozwoju w Polsce*, [red.] J. Kronenberg, T. Berger, Fundacja Sendzimira, Kraków 2010.

## Z

- Zatylny M.: *Uwarunkowania formalno-prawne dla budownictwa naturalnego w Europie i Polsce ze szczególnym uwzględnieniem zastosowania kostek słomy*, Program Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju (UNDP), Warszawa 2012.
- Zembrowski J.B.: *Sekrety tworzenia murowanych domów bez błędów. Poradnik projektanta, wykonawcy, inwestora*, Biuro doradztwa Budowlanego, Białystok 2017.
- Zielonko-Jung, K., Marchwiński J.: *Łączenie zaawansowanych i tradycyjnych technologii w architekturze proekologicznej*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2012.

## Y

- Yates T.: *The use of non-food crops in the UK construction industry*, Journal of the Science of Food and Agriculture, nr 86, 2006, s.1790–1796.
- Yin X., Lawrence M., Maskell D.: *Straw bale construction in northern China – Analysis of existing practices and recommendations for future development*, Journal of Building Engineering, tom 18, 2018, s. 408–417.

## Wykaz stron internetowych

(w kolejności pojawiania się w tekście):

- <https://osbn.pl/> [dostęp 19.02.2023]
- <https://strawbuilding.eu/> [dostęp 19.02.2023]
- <https://www.zotero.org/groups/2187655/upstraw/library> [dostęp 19.02.2023]
- <https://www.nweurope.eu/projects/project-search/up-straw-urban-and-public-buildings-in-straw/> [dostęp 19.02.2023]
- <https://strawbale.training/en/welcome-at-buildstrawpro/> [dostęp 19.02.2023]
- <https://strawbuilding.eu/> [dostęp 19.02.2023]
- <https://baubiologie.at/strohballenbau/> [dostęp 19.02.2023]
- <https://www.rfcp.fr/le-rfcp/> [dostęp 19.02.2023]
- <https://www.nweurope.eu/projects/project-search/up-straw-urban-and-public-buildings-in-straw/> [dostęp 19.02.2023]
- <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emissions-from-energy> [dostęp 27.02.2023]
- <https://bauatelier.at/kategorie/projekte/architektur/wohnen/neubau-holz/> [dostęp 27.02.2023]

<https://www.createrra.sk/page/38/passivhaus-senec.html> [dostęp 27.02.2023]  
<https://news.mit.edu/2022/targeted-approach-reducing-health-impacts-crop-residue-burning-india-1130> [dostęp 4.03.2023]  
<http://www.bozemanmaze.com/> [dostęp 19.02.2023]  
<http://isobioproject.com/partners/stramit-international-strawboard-ltd/> [dostęp 19.02.2023]  
<https://www.vestaeco.pl/index.html> [dostęp 19.02.2023]  
<https://burritonthemountain.com/explore/dr-burritt-the-mansion/> [dostęp 13.03.2023]  
<https://topophile.net/savoir/sandhills-nebraska-le-berceau-de-la-construction-en-botte-de-paille/> [dostęp 13.03.2023]  
<https://www.thelaststraw.org/a-history-of-straw-bale-resurgence/> [dostęp 6.03.2023]  
<https://cncp-feuillette.fr/qui-sommes-nous/> [dostęp 19.02.2023]  
<https://endeavourcentre.org/round-straw-bale-columns/> [dostęp 19.02.2023]  
<https://www.atelierschmidt.ch/haus-f-reschenpass> [dostęp 19.02.2023]  
<https://www.scheicher.at/projekt/shouse/> [dostęp 19.02.2023]  
<https://archello.com/project/the-house-in-fur-coat-with-umbrella> [dostęp 19.02.2023]  
[https://www.doc-developpement-durable.org/file/Construction-Maisons\\_et\\_routes/MaisonsEnPailles/straw-bale-building-greb-technique.pdf](https://www.doc-developpement-durable.org/file/Construction-Maisons_et_routes/MaisonsEnPailles/straw-bale-building-greb-technique.pdf) [dostęp 19.02.2023]  
<http://www.genitronsviluppo.com/made-download/Keven-Le-Doujet.pdf> s.65 [dostęp 19.02.2023]  
<https://bechter.eu/haus-simma/24-de#Slides/1> [dostęp 19.02.2023]  
<https://www.modcell.com/about-us/> oraz <https://www.makearchitects.com/projects/the-gateway-building/> [dostęp 19.02.2023].  
<https://www.vivihouse.cc> i <https://smartcities.at/wp-content/uploads/sites/3/Publizierbarer-Endbericht-Smart-Citizens-Building-Prototype-Tour-6.pdf> [dostęp 19.02.2023].  
<https://www.strohnatur.at/strohballenhaus-andrea-sebastian-ernstbrunnnoe/> [dostęp 19.02.2023].  
<https://siedem-wierzb.pl/ocieplanie-dachu-sloma-nietypowa-termoizolacja/> [dostęp 19.02.2023].  
<http://minke-strawbaledome.blogspot.com/2010/09/summer-in-slovakia.html> [dostęp 19.02.2023]  
[https://www.solaripedia.com/13/351/4511/roundhouse\\_roof\\_membrane.html](https://www.solaripedia.com/13/351/4511/roundhouse_roof_membrane.html) [dostęp 19.02.2023].  
<https://www.facebook.com/media/set/?set=a.219183438149861&type=3> [dostęp 19.02.2023].  
<https://www.facebook.com/farmastoczki/photos/a.2159846244162198/2159849417495214> [dostęp 19.02.2023].  
<https://www.strohnatur.at/oktober-2018-strohballenhaus-am-wolfgangsee-ooe/> [dostęp 7.03.2023].  
<https://baubiologie.at/strohballenbau/cut-technik/> [dostęp 19.02.2023]/  
<https://habitatvegetal.com/fr/construire-en-paille/theorie> [dostęp 19.02.2023].  
<https://www.claytec.de/en/why-clay> [dostęp 19.02.2023].  
<https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/> [dostęp 19.02.2023].  
<https://nowytomysl.naszemiasto.pl/marszewo-powstaje-dom-z-gliny-zdjecia/ar/c1-2327966> [dostęp 19.02.2023].  
<https://www.facebook.com/media/set/?set=a.1775219605835889&type=3> [dostęp 19.02.2023].  
<https://bechter.eu/strohhaus/1e-de#Slides/1> [dostęp 11.03.2023].  
<https://www.atelierschmidt.ch/sanierung-susch> [dostęp 11.03.2023]  
<https://strawbale.com/the-importance-of-a-good-hat/> [dostęp 19.02.2023].  
<https://siedem-wierzb.pl/smutna-historia-budowy-domu-ze-slomy-rozmowa-czarna-bezka-osbn/> [dostęp 19.02.2023].  
<https://wufi.de/en/> [dostęp 19.02.2023].  
[https://polakpotrafi.pl/projekt/ekoosada?utm\\_source=wklejka](https://polakpotrafi.pl/projekt/ekoosada?utm_source=wklejka) [dostęp 19.02.2023]  
<https://zrzutka.pl/pcbckk> [dostęp 19.02.2023]

## **Archiwalne/nieistniejące już strony:**

www.cohabitat.net, (sprzed 2015)  
<http://forum.cohabitat.net/showthread.php?tid=118> [dostęp 2009.06.07]  
www.strawbale.pl (sprzed 2015)  
www.osbn.pl (wersja sprzed 2018)  
<http://biobudownictwo.org> (sprzed 2015)  
<http://www.amazonails.org.uk/page/home> [dostęp 20.09.2010]

Częściowy dostęp do archiwalnych stron jest nadal możliwy np. poprzez wyszukiwarke [www.archive.org](http://www.archive.org)

## **Filmy i nagrania audio:**

Vlog W Szumilesie:  
<https://www.youtube.com/channel/UCa93gWFdETnaPKYbZxbgzJQ> [dostęp 27.02.2023].  
Zapis video wywiadu z Judy Knox i Mattsem Myhrmanem:  
<https://www.youtube.com/watch?v=N2q9JSBBSvI> [dostęp 7.03.2023].  
Jagielak M. *W poszukiwaniu sensu architektury ekologicznej*, odc. 3–10, nagrania audio, Audioteka, Warszawa 2022 i 2023, [dostępne online:]  
<https://web.audioteka.com/pl/podcast/3699131b-272f-4869-aad2-a0d45bb9e9b3> [dostęp 19.01.2023].

## **Zasady dobrej praktyki, normy, regulacje prawne:**

International Residential Code Appendix S, International Code Council Inc., 2021  
Strohbaurichtlinie SBR-2019, Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V., 2019  
dostępne online: [https://fasba.de/wp-content/uploads/2022/02/Strohbaurichtlinie\\_2019\\_fasba.pdf](https://fasba.de/wp-content/uploads/2022/02/Strohbaurichtlinie_2019_fasba.pdf)  
[dostęp 19.02.2023]  
Règles Professionnelles de la construction en paille. Remplissage isolant et support d'enduit.  
Règles CP 2012 révisées, 3ème édition – avril 2018, Le Réseau Français de la Construction  
Paille, Le Moniteur, Paryż 2018

## **Europejski i krajowe oceny techniczne (EOT, KOT):**

Aprobata techniczna (niemiecka): AbZ Z-23.11-1595 (3 kolejne dokumenty) z dni: 10.02.2006, 13.02.2009, 01.02.2014  
Aprobata techniczna (niemiecka): AbZ Z-23.11-1595 (zmieniona) z dnia 03.06.2014 dla wyrobu „Baustrohballen”  
Aprobata techniczna (austriacka): ÖTZ-2013/008/6 z dnia 30.12.2013 dla wyrobu „S-HAUS Ballen”  
Europejska Ocena Techniczna ETA-17/0247 z 21.06.2017 dla wyrobu „Baustroh”  
Europejska Ocena Techniczna ETA-10/0032 z 12.04.2010 dla wyrobu „Waldland Baustrohballen”  
Europejska Ocena Techniczna ETA-10/0032 z 30.09.2019 dla wyrobu „SonnenKlee Baustrohballen”  
Europejska Ocena Techniczna ETA 19/0219 z 03.03.2020 – dla wyrobu „DuraBale – Rice straw building systems”  
Krajowa ocena techniczna (litewska) NTJ-01-061:2019 z 14.01.2019 dla wyrobu EcoCocon

## Deklaracja środowiskowa produktu:

EPD-NIBE-20210706-20460 Environmental product declaration. In accordance with ISO 14025 and EN 15804:2012+A2:2019 for: Straw as insulation material- UK, z dnia 15.10.2021, wersja 2 rewizja 23.02.2022, The International EPD System, [dostęp online: <https://www.environdec.com/library/epd3854> 2023.02.19]

## Archiwalne Polskie normy dla budownictwa z gliny:

Polska norma BN-62 6738-02 Budownictwo z gliny. Masy gliniane.

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

Polska norma BN-62 9012-01 Cegła i bloki cementowo-gliniane z wypełniaczami.

## Raporty z badań:

*Klasyfikacja ogniowa nr: K/09/NRO/2017 oraz Raport z Badań 09/NRO/2017/T1 dostępny u zlecniodawcy badań: [info@osbn.pl](mailto:info@osbn.pl)*

*Rapport D'essai N° 26021044 Concernant Le Comportement Au Feu D'un Element De Façade, z dnia 23.10.2009, [https://www.rfcp.fr/wpcontent/uploads/fichiers/FEU\\_Essai\\_LEPIR\\_Gaujard\\_labo\\_CSTB.pdf](https://www.rfcp.fr/wpcontent/uploads/fichiers/FEU_Essai_LEPIR_Gaujard_labo_CSTB.pdf), [dostęp 2023.02.19]*

*Protokol o zkoušce požární odolnosti č Pr-11-2.096, z 2011.09.15,*

*<http://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=vyzkum&sub=30>, [dostęp 2023.02.19]*

*Prezentacja wyników: [https://ecococon.eu/assets/downloads/c4\\_reaction-to-fire-and-fire-resistance.pdf](https://ecococon.eu/assets/downloads/c4_reaction-to-fire-and-fire-resistance.pdf) [dostęp 2023.02.19]*

*Prüfbericht über Brandverhalten einer Strohballenwand MA39-VFA 2000-0644.04 z 7.02.2000*

*<https://baubiologie.at/download/zertifikate/F90.html> [dostęp 2023.02.19]*

*MA 39 – VFA 2003-0524.01-04 Prüfbericht über Messungen der Luftschalldämmung einer Strohballenwand mit Fassadenverkleidung bzw. Lehmputz, Magistrat der Stadt Wien 16.04.2003*

## Spis ilustracji

**[il.1.]** Kostki słomy w rozmiarze jumbo składowane w polu. Francja, lato 2015. Fot. autor.

**[il.2.]** Siedziba pracowni architektonicznej Createrra z dachem zielonym pokrywającym konstrukcję kopuły i 8 sklepień kolebkowych wykonanych z kostek słomy. Hrubý Šúr (Słowacja). Budowa 2007. Proj. Gernot Minke, Zuzana Kierulfova, Fot. Zuzana Kierulfova.

Źródło: <https://strawbuilding.eu/architects-office-in-the-straw-bale-hobbit-dome-building-2/> [dostęp: 19.02.2023]

**[il.3.]** Budynek z mieszkaniami socjalnymi w Waddington (Wielka Brytania). Nośne zastosowanie kostek słomy w ścianach. Budowa 2010. Proj. Amazonails (Barbara Jones, Jakub Wihan). Fot. autor.

**[il.4.]** Budynek centrum edukacyjnego i przetwórstwa owoców La Damassine w Vandancourt (Francja). W obiekcie zastosowano oryginalną, oddzielną konstrukcję dachu i kubatury użytkowej. Budowa 2010. Proj. Ha Ha Architectes. Fot. autor.

**[il.5]** Budynek mieszkalny K223 w dzielnicy Ijburg w Amsterdamie (Holandia). Jeden z pierwszych przykładów zastosowania prefabrykatów drewniano-słomianych w zwartej zabudowie miejskiej. Budowa 2009. Proj: Fillie en Verhoeven. Fot. autor.

**[il.6]** Budynek biurowo-wystawowy Norddeutsches Zentrum für Nachhaltiges Bauen w Verden (Niemcy). Najwyższy izolowany kostkami słomy obiekt w Niemczech. Budowa 2015, Proj. Architekten für nachhaltiges Bauen (ANB): Thomas Isselhard, Frido Elbers, Dirk Scharmer. Fot. Gerd Fahrenheitst. CC BY-SA 4.0.

Źródło: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=44880052> [dostęp: 19.02.2023]



- [il.7]** Budynek mieszkalny wielorodzinny w St. Die des Vosges (Francja). Obiekt o konstrukcji z drewna klejonego, z izolacją z kostek słomy jest najwyższym tego rodzaju w Europie. Budowa 2011. Proj. i fot. ASP Architecture.  
Źródło: <https://strawbuilding.eu/7-storey-modular-building-in-st-die-des-vosges/>  
[dostęp: 19.02.2023]
- [il.8]** „Gateway Building” Uniwersytetu w Nottingham, Bonnington (Wielka Brytania). Prefabrykaty z drewna klejonego wypełniono w warsztacie na terenie kampusu, słomą pochodzącą z uprawy na polach uczelni. Budowa 2011. Proj. Make Architects. Fot. autor.
- [il.9]** Budynek zespołu szkół “Hessel – Zefirottes” w Montreuil (Francja). Jedna z kilku dużych szkół we Francji zbudowanych z drewna klejonego z izolacją termiczną ze słomy. Prawdopodobnie największy budynek tego typu w Europie (powierzchnia użytkowa ok. 6200m<sup>2</sup>). Budowa 2016. Proj. i Fot. Méandre ETC.  
Źródło: <https://www.meandre-etc.fr/portfolio/groupe-scolaire-a-energie-positive-a-montreuil-2/>  
[dostęp: 19.02.2023]
- [il.10]** Wymiary i kierunki układania kostek słomy. Rys. autor.
- [il.11]** Kostkowanie siana stacjonarną prasą. Winconsin ok. 1912.  
Fot. International Harvester Company. Źródło: Winconsin Historical Society  
<https://www.wisconsinhistory.org/Records/Image/IM73051> [dostęp: 19.02.2023]
- [il.12]** Dom Edwarda Martina w Arthur w stanie Nebraska, około 1925. Zdjęcie przedstawia budynek częściowo otynkowany (być może jeszcze w trakcie budowy). Obiekt nadal istnieje.  
Źródło: Nebraska State Historical Society.  
za: <https://topophile.net/savoir/sandhills-nebraska-le-berceau-de-la-construction-en-botte-de-paille/> [dostęp: 19.02.2023]
- [il.13]** Restauracja i dancng „Lone Oak” w okolicy Lincoln (Nebraska). Budynek pełnił pierwotną funkcję do 1958. Wyburzony w 2012. Źródło: Towarzystwo Historyczne Stanu Nebraska za: <https://topophile.net/savoir/sandhills-nebraska-le-berceau-de-la-construction-en-botte-de-paille/> [dostęp: 19.02.2023]
- [il.14]** Dom w Montargis (Francja) w czasie budowy 1920–1921. Zwraca uwagę konstrukcja z podwójnymi słupami łączonymi jak kratownice. Proj. Émile Feuillet. Źródło: La Science et la Vie, nr 56, Paryż 1921.  
za: [https://rfcp.fr/wp-content/uploads/fichiers/La\\_Science\\_et\\_la\\_Vie\\_num\\_56\\_mai1921.pdf](https://rfcp.fr/wp-content/uploads/fichiers/La_Science_et_la_Vie_num_56_mai1921.pdf)  
[dostęp: 19.02.2023]
- [il.15]** Nośne zastosowanie kostek słomy w ścianach. Budowa niewielkiego domu na planie koła w 2022 roku, Burgerland (Austria). Na górze ściany widać belkę obwodową. Przy ścianach ustawiono tymczasowo słupki wskazujące pion. Pracownicy przygotowują pasy do kompresji ścian. Fot. Mike Deveria.  
źródło: <https://www.strohnatur.at/lasttragendes-strohballen-rundhaus-in-burgenland/> [dostęp: 19.02.2023]
- [il.16]** Konstrukcja w trakcie wypełniania kostkami (infill). Dom w Łodzi. Budowa 2013. Proj. Koziej Architekci. Fot. autor.
- [il.17]** Budowa Haus B-D w Diesentis (Szwajcaria), 2001. Konstrukcja hybrydowa z dużych kostek słomy i drewna klejonego. Proj. i fot. Atelier Werner Schmidt.  
Źródło: <https://www.atelierschmidt.ch/haus-bd-disentis> [dostęp: 19.02.2023]
- [il.18]** Przebudowa i termomodernizacja (*wrapping*) Dom Simma, Egg, Austria. Budowa 2011. Proj. Georg Bechter Architektur.  
Źródło: <https://bechter.eu/haus-simma/24-de#Slides/2> [dostęp: 19.02.2023]
- [il.19]** Prototyp wykonany z prefabrykatów Vivi House. Wiedeń (Austria). Budowa 2022. Proj. N.Kichler, P.A.Schulz, M.Fürst, K.Stieldorf. Fot. Vivi House.  
Źródło: <https://www.vivihouse.cc/> [dostęp: 19.02.2023]
- [il.20]** Słomowanie dachu od góry, budowa domu w Dörfles koło Ernstbrunn (Austria) 2018. Proj. Viviana Schimenti & Angelo Ferrara. Fot. StrohNatur.  
Źródło: <https://www.strohnatur.at/strohballenhaus-andrea-sebastian-ernstbrunnnoe/> [dostęp: 19.02.2023]
- [il.21]** Strzyżenie od góry słomianego wypełnienie podłogi podniesionej. Budowa domu w Wolfgangsee (Austria) 2018. Proj. Günter Fellinger. Fot. StrohNatur.  
Źródło: <https://www.strohnatur.at/oktober-2018-strohballenhaus-am-wolfgangsee-ooe/>  
[dostęp: 19.02.2023]
- [il.22]** Dobrej jakości kostka słomy (na zdjęciu po prawej). Niezbyt dobrej jakości kostka słomy (po lewej). Zbliżenia pokazują strukturę kostek. W kostce po prawej widać podział na płyty, czyli kolejne warstwy zgarniętej i sprasowanej przez kostkarkę słomy. Fot. autor.
- [il.23]** Kompresja ściany na budowie w Burgerland (Austria) 2022. Szerokie pasy są używane

tylko podczas kompresji. Cienkie białe paski są zakładane na stałe, by utrzymać osiągnięte sprężenie. Fot. StrohNatur.

Źródło: <https://www.strohnatur.at/lasttragendes-strohballen-rundhaus-in-burgenland/> [dostęp: 19.02.2023]

**[il.24]** Kompresja słomy w ścianie podnośnikami. Widoczne na zdjęciu przewiązki między słupkami oraz belka nad podnośnikami to elementy tymczasowe umożliwiające kompresję. Deska pod podnośnikami zostaje na stałe w ścianie. Fot. Marcin Kacprzyk.

**[il.25]** Optykanie szpar między kostkami, za pomocą prostego narzędzia „optykaczki” własnego wykonania. Fot. autor.

**[il.26]** Strzyżenie powierzchni ściany różnymi narzędziami. Fot. 1. Diggers and Dreamers. Fot. 2. StrohNatur.

Źródło:

1. <https://www.facebook.com/diggersanddreamers/photos/a.417825968394602/417828071727725>

2. <https://www.strohnatur.at/sept-2017-neubau-im-innenhof-in-troisdorf-de/>

**[il.27]** Wykonywanie podkładowej warstwy tynku glinianego (tzw. szpryc albo obrzutka) przez natrysk. Fot. Diggers and Dreamers.

Źródło: <https://www.facebook.com/diggersanddreamers/photos/a.418044605039405/4180> [dostęp: 19.02.2023]

**[il.28]** Płyta poszyciowa zastosowana na prefabrykacjach słomianych. Budynek pokazowy StrawHenge, ESBG, Austria 2022. Proj. i fot. StrohNatur.

Źródło: <https://www.strohnatur.at/strawhenge-mini/> [dostęp: 19.02.2023]

**[il.29]** Elewacja wentylowana z draniczy cedrowej w trakcie montażu. Budowa domu pod Wrocławiem 2015. Proj. Maćkow Pracownia Projektowa. Fot. i wykonanie: Organica.

Źródło: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=655757941191343&set=pcb.655758374524633> [dostęp: 19.02.2023]

**[il.30]** Elewacja wentylowana zaprojektowana tylko na części ścian budynku. Dom w Kotlinie Kłodzkiej. Budowa 2015-17. Proj. i fot. eKodama Studio.

**[il.31]** Tynki gliniane i cegły niepalone we wewnątrz domu w miejscowości Jablonec nad Nysą (Czechy). Budowa 2010-14. Proj. Nature Systems. Fot. autor.

**[il.32]** Starannie wykonane tynki gliniane i sgraffito. Budynek jednorodzinny w miejscowości Jablonec nad Nysą (Czechy). Budowa 2010-14. Proj. Nature Systems. Fot. autor.

**[il.33]** Niewygładzony tynk gliniany w domu w okolicach Lublina. Proj. i wykonanie. Kosma Kozdraj. Fot. autor.

**[il.34]** Próbkę do badania współczynnika przewodności cieplnej kostek słomy dla przepływu strumienia ciepła wzdłuż żdźbeł (czyli jak dla kostek wbudowywanych na płask). Widać niemal idealne uporządkowanie żdźbeł w próbce. Wykonanie próbek: Moritz Reichert. Fot. Przemysław Woś.

**[il.35]** Budowa „ASZ House” w Łodzi z prefabrykatów EcoCocon (2018-19). Proj. i fot. Koziej Architekci.

**[il.36]** „Leśna Chatka” w budowie (2015). Wznoszenie nośnych ścian z kostek słomy.

Proj. i wykonanie: Marcin Krzeszewski. Fot. Kalpapada

Źródło: <https://kalpapada.wixsite.com/kalpapada/single-post/2016-1-26-proces-budowy-le%20C5%9Bnej-chatki> [dostęp: 19.02.2023]

**[il.37]** Materiały naturalne i praca własnymi rękami mogą być źródłem radości. Autor zdjęcia napisał: „Muszę powiedzieć że okres budowy (...) to najszczęśliwszy okres w moim życiu. (...) To czas bardzo budujący dla mnie i dla córki która mi pomagała, wręcz mając 23 lata jest gotowa żeby zbudować sobie mały Domek sama.” (Korespondencja z 23.01.2023) Fot. Marek Podlecki

**[il.38]** Okienko prawdy w domu w Montargis (Francja) umożliwia oglądanie ponad stu letniej kostki słomy w ścianie. Budowa 1920–1921. Proj. Émile Feuillette. Fot. autor.

**[il.39]** Rzut Strohhaus w Dornbirn (Austria). Konstrukcja nośna ścian z kostek jumbo. Zwraca uwagę przestrzeń kąpielowa z wanną, która mieści się w grubości ściany. Budowa 2018. Proj. i rys. Georg Bechter Architektur + Design.

Źródło: <https://bechter.eu/strohhaus/1e-de#Slides/5> [dostęp: 19.02.2023]

**[il.40]** Wnęka okienna z charakterystycznymi zaokrągleniami narożników i drewnianym parapetem z bocznymi nadstawkami, które chronią tynk przed wodą. Przedszkole w Villingen-Schwenningen. Budowa 2013. Proj. Otto Merz. Fot. autor.

**[il.41]** Badanie NRO (Nie-Rozprzestrzeniania Ognia) ściany z kostek słomy z tynkiem wapiennym. Laboratorium Ignis, Swory, 2017. Fot. autor.

- [il.42]** Pożar domu na etapie budowy w Ekosadzie Bardo 18.08.2014. Fot. Ekoosada Bardo  
Źródło: <http://zabkowice.express-miejski.pl/wiadomosc/18062,roczna-praca-i-100-tys-zi-w-kilka-minut-obrocily-sie-w-popiol-video> [dostęp: 19.02.2023]
- [il.43]** Gniazda błonkówek w tynku glinianym, dom *straw bale* w Eksperymentalnej Farmie Stoczki (okolice Sieradza). Fot. autor.
- [il.44] Dom w Przelomce. Proj. Earth Hands and Houses Paulina Wojciechowska. Budowa 2000-2002. Fot. autor
- [il.45]** Dom w Gajówce podczas montażu prefabrykatów. W tym przypadku firma Dobry Dom Moritz Reichert dostarczyła i zamontowała elementy pokryte podkładową warstwą tynku. Proj. SK Architekci Karolina Szkapiak. Budowa 2010. Fot. Karolina Szkapiak.
- [il.46]** Schemat rozmieszczenia budynków *straw bale* w Polsce w 2011 roku Opracowanie własne w języku polskim (2023) na podstawie wersji angielskiej opublikowanej w 2011 roku
- [il.47]** Uczestnicy programu „Build and play” na budowie w okolicach Wrocławia w 2014 roku. Fot. Diggers and Dreamers.  
Źródło: <https://www.facebook.com/diggersanddreamers/photos/a.418044605039405/418045315039334> [dostęp: 19.02.2023]
- [il.48]** Dom w Stróży. Proj. B2 Architekci Bartłomiej Boratyn. Budowa pierwszego etapu (bryła z czarnymi elewacjami) 2015-18, budowa drugiego etapu trwa (łącznie bryła z elewacjami pokrytymi dachówką). Fot. autor.
- [il.49]** Budynek 35 m<sup>2</sup> „Kryjówka” w Sudetach podczas montażu dachu. Budowa 2020-22. Proj. i fot. eKodama Studio Magda Górka.
- [il.50]** Przebudowa stodoły na agroturystykę „Osiedlisko nad Soną” w Spądoszynie. Zdjęcie po lewej na górze przedstawia stodołę przed adaptacją. Zdjęcie po prawej na górze pokazuje ścianę murowaną stodoły wraz z lekką konstrukcją drewnianą przygotowaną do wbudowania kostek słomy. Budowa 2015. Proj. Janusz Kubiczek. Fot. Dominik Kucia.
- [il.51]** „Osada Słomiany Zapał” w Laskowicach Pomorskich. Budynek jednorodzinny proj. Jacek Gałęska Architekt. Budynek rekreacyjny proj. Archideo Karol Sabiniarz. Budowa 2012-14. Fot. autor.
- [il.52]** Schemat rozmieszczenia budynków i budów straw bale w Polsce. Rys. autor.
- [il.53]** Dom w Łodzi. Budowa 2012-14. Proj. i fot. Koziej Architekci Michał Koziej.  
Źródło: <https://www.koziejarchitekci.com/prace-works/3,dom-ze-slomy-strawbale-house.html> [dostęp: 19.02.2023]
- [il.54]** Dach domu kryty wiórem osikowym. Proj. Mariusz Zatylny. Budowa 2011-13. Fot. autor.
- [il.55]** Budynek 35m<sup>2</sup> w Kulicach, w trakcie montażu ścian i dachu z prefabrykatów drewniano-słomianych. Budowa: 2021-22. Proj. i fot. DD-moduły Tomasz Zmysłony.
- [il.56]** Prefabrykaty wykonane w Spółdzielni Socjalnej Słomiany Dom przygotowane do transportu. Fot. Słomiany Dom.  
Źródło: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=2025611827638400&set=pcb.2025611877638395> [dostęp: 19.02.2023]
- [il.57]** Zbiór kostek słomy sprasowanych wg wytycznych na potrzeby budowy w Wojsławicach w 2021 roku. Inwestorzy organizowali i pracowali fizycznie. Fot. Marta Sawicka.  
Źródło: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=121973453692137&set=a.159459283289524> [dostęp: 19.02.2023]
- [il.58]** Konstrukcja drewniana ze słupami dwugałęziowymi. Obydwa słupy w każdej parze obciążone dachem i stropem. Budowa domu w okolicach Warszawy w 2013 roku. Proj. Jacek Gałęska Architekt. Fot. autor.
- [il.59]** Konstrukcja drewniana z asymetrycznymi słupami dwugałęziowymi. Wewnętrzny słupy w obciążone dachem i stropem. Budowa domu w Łodzi w 2013 roku. Proj. Koziej Architekci Michał Koziej. Fot. autor.
- [il.60]** Budowa domu w okolicach Łodzi w roku 2014. Nietypowe rozwiązanie: wewnątrz konstrukcja nośna podobna do tradycyjnej słupowo-ryglowej. Po zewnętrznej stronie lekka konstrukcja służąca do montażu słomy. Proj. nieznany. Fot. Diggers and Dreamers.  
Źródło: <https://www.facebook.com/diggersanddreamers/photos/a.418028775040988/4180> [dostęp: 19.02.2023]

- [il.61]** Budowa domu w okolicach Jeleniej Góry w 2020 roku. Tradycyjna konstrukcja słupowo-ryglowa została wyeksponowana po zewnętrznej stronie ściany, w ramach dalszych prac kostki słomy wbudowano po wewnętrznej w lekkim stelażu drewnianym. Proj. nieznanymi. Fot. Szymon Sarnicki.
- [il.62]** Budynek 35 m<sup>2</sup> w Potoczku. Budowa 2015-16. Proj. mech.build i Weronika Siwiec. Fot. Katarzyna Kędzior.
- [il.63]** Warsztaty na budowie domu nad jeziorem Hańcza 2012. Proj. Earth Hands and Houses Paulina Wojciechowska. Foto: Earth Hands and Houses.  
Źródło:  
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=420270344707835&set=a.125872800814259>  
[dostęp: 19.02.2023]
- [il.64]** Pracownicy z grupy „Build and play” podczas przygotowywania kostek słomy do montażu pod skosem dachu w ścianie szczytowej. Budowa koło Łodzi 2014. Fot. Diggers and Dreamers. Źródło: <https://www.facebook.com/diggersanddreamers/photos/a.418028775040988/418029068374292/>  
[dostęp: 19.02.2023]
- [il.65]** Budowa domu w Stachlewie podczas deszczu. Na ścianie szczytowej widać ciemniejszą strefę tynku glinianego zmoczonego podczas opadów. Budowa 2014-20. Proj. Jacek Gałąska Architekt. Fot. autor.
- [il.66]** Budowa domu w Uściu Gorlickim w 2022. Regionalna forma dachu skutecznie chroni ściany przed opadami. Docelowo budynek będzie miał elewacje drewnianą. Kolor dachu wybrano, tak by nie kontrastował z zielenią (w okolicy nie występuje żaden dominujący wzorzec). Proj. FUCHI Studio M.Jagielak, J.M.Kornecka. Fot. autor
- [il.67]** Dach zielony z naturalnie występującymi w okolicy gatunkami traw. Dom w Kotlinie Kłodzkiej. Budowa 2011-13. Proj. inwestora + proj. rozbudowy Jacek Gałąska Architekt. fot. Magda Górńska.
- [il. 68]** Dom ASZ House w Łodzi. Budowa 2018-19. Proj. i fot. Koziej Architekci Michał Koziej.
- [il. 69]** Dom w Rękowiu. Budowa 2014-18. Proj. i fot. Maćków Pracownia Projektowa Zbigniew Maćków.
- [il. 70]** Dom w okolicach Bielska-Białej. Budowa od 2020. Proj. eKodama Studio Magdalena Górńska. Fot. Inwestor.
- [il. 71]** Dom w Wierzycach. Budowa 2018-23. Proj. i fot. TXMA Tomasz Mielczyński.
- [il. 72]** Dom w Zyndakach. Budowa 2018-20. Proj. i fot. Michał Pierzchalski.
- [il. 73]** „Dobry Dom” w Werstoku. Budowa 2015-17. Proj. Maria Rauch, Tomasz Żemojcin, Michał Pierzchalski. Fot. autor.
- [il. 74]** Dom w Poniatowicach. Budowa 2018-21. Proj. Jacek Gałąska Architekt. Fot. Strawbale Poniatowice. Źródło: <https://www.facebook.com/search/top?q=strawbale%20poniatowice>  
[dostęp: 19.02.2023]
- [il. 75]** Dom w okolicach Lublina. Proj. Jacek Gałąska Architekt. Budowa ok. 2016. Fot. Piotr Soboń.
- [il. 76]** Dom w okolicach Puław. Budowa 2017-18. Proj. i fot. Koziej Architekci Michał Koziej. Źródło: <https://www.koziejarchitekci.com/prace-works/43,dom-rodzinny-family-house.html> [dostęp: 19.02.2023]
- [il. 77]** Dom w Lubli. Budowa 2007-09. Proj. arch. Kuchmański. Fot. autor.
- [il. 78]** Dom w okolicach Radomska. Budowa b.d., zdjęcie z 2014. Proj. NN. Fot. autor.
- [il. 79]** „Dom Życia” w Nekielce. Budowa 2016-19. Proj. Jacek Gałąska Architekt. Fot. Elżbieta Łępecka.
- [il. 80]** Agroturystyka „Inn-vivo” Zatoń Dolna. Budowa 2013-20. Proj. Pracownia Proporcji Adam Dudko / Habib Hamdaoui. Fot. Inn-vivo.
- [il. 81]** Dom w Eko-osadzie Bardo. Budowa ok.2014-15. Proj. NN. Fot. Ekoosada Opolnica - Siedlisko Natury. Źródło: <https://www.facebook.com/profile.php?id=100025662752201>  
[dostęp: 19.02.2023]

- [il. 82]** Dom nad morzem. Budowa 2024-15. Proj. Jacek Gałąska Architekt.  
Fot. Biohabitat Szymon Sarnicki.
- [il.83]** Dom w Górnkach (Roztocze). Budowa ok. 2016. Proj. NN.  
Fot. Dwie Morgi Roztocza. Źródło:  
<https://www.facebook.com/395671067633472/photos/pb.100064245123962.-2207520000./947448452455728/?type=3> [dostęp: 19.02.2023]
- [il. 84]** Dom w okolicach Drawska. Budowa ok. 2012. Proj. Jacek Gałąska Architekt. Fot. Jacek Frankowski. (Budynek prawdopodobnie zniszczony przez pożar).
- [il. 85]** Dom w okolicach Wejherowa. Budowa ok. 2014-22. Proj. Pracownia Architektoniczna Jacka Kluszewskiego. Fot. Buduj Naturalnie. Źródło:  
<https://www.facebook.com/NaturalBud/photos/pb.100054625501071.-2207520000./446263472155618/?type=3> [dostęp: 19.02.2023]
- [il. 86]** Ośrodek wypoczynkowy „Gliniana Wioska Kukle”.  
Budowa ok. 2012. Proj. NN. Fot. autor.
- [il. 87]** Agroturystyka „Złoty Klon” w Kijance, Budowa ok. 2015-18. Proj. NN. Fot. Złoty Klon.  
Źródło: <https://www.facebook.com/zlotyklon> [dostęp: 19.02.2023]
- [il. 88]** Dom w okolicach Kłodzka. Budowa ok 2013-16. Proj. Earth Hands and Houses Paulina Wojciechowska. Fot. autor.
- [il. 90]** „Kopuła Jagiellońska” w okolicach Krosna. Budowa 2017-22.  
Proj. i fot. Maksymilian Szeller.
- [il. 91]** Budynek gospodarczy w Kocku. Budowa ok. 2012.  
Proj. Janusz Świdorski. Fot. autor.
- [il. 92]** Kopuła w Eko-Osadzie Brzozówka. Budowa ok. 2016-17.  
Proj. Jacek Gałąska Architekt. Fot. Jarosław Stadnik.
- [il. 93]** „Gudzachata” koło Krzywicy (Podkarpacie). Budowa ok. 2019-2021. Proj. i wykonanie Bogdan Pękalski. Fot. Przemysław Raj.
- [il. 94]** „Hobbitowa Górka” w Gołaczowie. Budowa ok. 2013-15.  
Proj. Jacek Gałąska Architekt. Fot. Biohabitat.
- [il. 95]** Dom w okolicach Warszawy. Budowa od 2010 (trwa).  
Proj. Reinhard Coppenrath. Fot. Inwestor.
- [il. 96]** „Leśna Chatka” w siedlisku „Kalpapāda”. Budowa ok. 2015-16. Proj., wykonanie i fot. Marcin Krzeszewski. Źródło: <https://kalpapada.wixsite.com/kalpapada/single-post/2016-1-26-proces-budowy-le%C5%9Bnej-chatki> [dostęp: 19.02.2023]
- [il.97]** Słomiana Jurta w Pryszczowej Górze. Budowa b.d. Proj. i wykonanie Andrzej Młynarczyk. Fot. autor. (Obiekt tymczasowy)
- [il. 98]** Dom w okolicach Lublina. Budowa b.d.. Proj. i wykonanie Kosma Kozdraj.  
Fot. autor.
- [il.99-102]** Przykłady kształtowania narożników, krawędzi, wnęk na zewnątrz budynku z zastosowaniem tynku wapiennego.  
Magdalena Górską, autor.
- 99 – dom w Jordanowie fot. Marek Podlecki
- 100 – adaptacja obory na dom proj. i fot. eKodama Magdalena Górską,
- 111 – dom na Podkarpaciu proj. Cohabitat Atelier, fot. autor
- [il.103-105]** Przykłady kształtowania narożników, krawędzi, wnęk wewnątrz budynku z zastosowaniem tynku glinianego (opis szczegółowy fotografii w spisie). Fot. autor.
- 103- Dom w Osadzie Słomiany Zapał, proj. Jacek Gałąska Architekt
- 104- Dom w Wysokiej, proj. Andrzej Protas
- 105- Nano habitat w Osadzie Słomiany Zapał, proj. Paweł Sroczyński
- [il. 106]** Dom nad Jeziorem Hańcza. „Organicznie” ukształtowany dach ze strzechy i ściany tynkowane gliną wtapiają się w pagórkowaty krajobraz. Proj. Paulina Wojciechowska Earth-Heart. Fot. autor.
- [il. 107]** Mały, bardzo niskobudżetowy dom *straw bale* na Podkarpaciu. Pomimo zastosowania taniego materiału pokryciowego, budynek wtapia się w teren, dzięki umiejętnemu usytuowaniu na stoku i niewielkim gabarytom. Proj. Inwestor. Fot. autor.
- [il. 108]** Agroturystyka „Ogródek św. Izydora” w Starych Juchach. Połączenie wapiennych tynków i drewna dobrze się komponuje z zimowym krajobrazem. Budynek o znacznych



gabarytach, usytuowany w wyeksponowanym miejscu, jest centrum działającego, ekologicznego gospodarstwa. Proj. Cohabitat Atelier, Mariusz Zatylny. Fot. Ogródek św. Izydora.

Źródło: <https://www.facebook.com/680387458643917/photos/pb.100064044942159.-2207520000.1659942950688358/?type=3> [dostęp: 19.02.2023]

**[il. 109]** Domek w Potoczku, Nietypowy kształt wyróżnia się w zimowym krajobrazie. Świeża drewniana elewacja rzuca się w oczy, choć budzi raczej przyjemne skojarzenia. Po kilku latach drewno zszarzało, likwidując efekt kontrastu. Proj. mech.build i Weronika Siwiec. Fot. W.Siwiec

**[il. 110]** Agroturystyka w „Ekoosadzie Opolnica”. Budynek jako centralny punkt permakulturowego gospodarstwa. Uprawy w tym przypadku przyczyniają się do zmian w krajobrazie, podnoszenia bioróżnorodności i żyzności gleby. Proj. Mateusz Marcel. Fot. Ekoosada Opolnica. Źródło: <https://www.facebook.com/profile.php?id=100025662752201> [dostęp: 19.02.2023]

**[il. 111]** Dom w Kamionce. Ujęcie pokazuje brak spójności budynku z kostek słomy z wcześniej istniejącą zabudową oraz nieład w otaczającej zabudowie. Proj. NN. Dom z gliny w Kamionce. Źródło: <https://www.facebook.com/profile.php?id=100070121193398> [dostęp: 19.02.2023]

**[il. 112]** Dom w okolicach Lublina (zdjęcie przedstawia dom na etapie budowy).

Proj. Jacek Gałęska Architekt. Budynek *straw bale* nie wyróżnia się na tle istniejącej zabudowy (jest praktycznie nierozpoznawalny jako obiekt zbudowany nietypową techniką). Jednocześnie fotografia dokumentuje brak spójności form i kolorystyki budynków – typowy dla wielu obszarów zabudowy jednorodzinnej w Polsce. Fot. autor.

WOJEWÓDZTWO DOLNOŚLĄSKIE										
I.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:	
1	189	tiny house	na kołach	1	-		36-70m2	do 50m2	-	
2	-	budowa	dom	1	bolesławiecki				Jacek Gałąska Architekt	
3	209	budowa	dom	1	kamiennogórski		powyżej 150m2	100-150m2	eKodama Studio Magdalena Górską	
4	131	budowa	dom	1	kłodzki		36-70m2	51-100m2	-	
5	-	budowa	rekr.	1	kłodzki	I			-	
6	-	budowa	dom	1	kłodzki	I			Earth Hands and Houses Paulina Wojciechowska + ?	
7	199	budowa	dom	1	kłodzki		70-150m2	51-100m2	eKodama Studio Magdalena Górską	
8	-	budowa	gosp. /atrakcja turyst.	1	kłodzki	I			-	
9	-	budowa	rekr.	1	kłodzki	I			Jacek Gałąska Architekt	
10	-	budowa	agroturyst.	1	kłodzki	I			Jacek Gałąska Architekt	
11	211	budowa	dom	1	kłodzki		powyżej 150m2	powyżej 150m2	eKodama Studio Magdalena Górską	
12	195	budowa	dom	1	kłodzki		36-70m2	51-100m2	eKodama Studio Magdalena Górską	
13	88	budowa	rekr.	1	kłodzki	I	do 35m2	do 50m2	mech.build Anna Zawadzka-Sobieraj, Jan Dowgiałło Anka Zielińska, Weronika Siwiec	
14	116	budowa	dom	1	kłodzki		70-150m2	51-100m2	mech.build Anna Zawadzka-Sobieraj, Jan Dowgiałło	
15	36	budowa	dom	1	legnicki		70-150m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt	
16	185	budowa	dom	1	lubański		70-150m2	51-100m2	-	
17	34	budowa	dom	1	lubański		70-150m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt	
18	40	budowa	dom	1	lubański		36-70m2	51-100m2	Szymon Samicki	
19	190	tiny house	na kołach	1	lwówecki		36-70m2	do 50m2	-	
20	184	budowa	dom	1	lwówecki		70-150m2	51-100m2	-	
21	-	budowa	dom	1	lwówecki	I			-	
22	-	budowa	dom	1	lwówecki	I			Ekocentrycy Barbara Wojtkowska	
23	174	budowa	rekr.	1	lwówecki		do 35m2	do 50m2	eKodama Studio Magdalena Górską	
24	-	budowa	agroturyst.	1	lwówecki	I			SK-ARCHITEKCI Karolina Szkapia	
25	72	budowa	agroturyst.	1	lwówecki		70-150m2	100-150m2	Piotr Maćkiewicz	
26	203	budowa	dom	1	oleśnicki		70-150m2	100-150m2	eKodama Studio Magdalena Górską	
27	11	budowa	dom	1	oleśnicki		70-150m2	51-100m2	Jacek Gałąska Architekt	
28	65	budowa	dom	1	oleśnicki		70-150m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt	
29	197	termomod.	dom	1	oławski	III	70-150m2	51-100m2	eKodama Studio Magdalena Górską	
30	198	termomod.	ust.	1	oławski	I	70-150m2	51-100m2	eKodama Studio Magdalena Górską	
31	210	budowa	dom	1	średzki		powyżej 150m2	powyżej 150m2	eKodama Studio Magdalena Górską	
32	106	budowa	dom	1	średzki		70-150m2	100-150m2	Wojciech Kruszyński - shapestudio	
33	214	budowa	rekr.	1	trzebnicki		do 35m2	do 50m2	eKodama Studio Magdalena Górską	
34	213	budowa	dom	1	walbrzyski		powyżej 150m2	powyżej 150m2	eKodama Studio Magdalena Górską	
35	-	przeb., rozb., nadb.	dom	1	wrocławski	I			Maćków Pracownia Projektowa	
36	135	budowa	dom	1	wrocławski	II	70-150m2	100-150m2	B2 Architekci Bartłomiej Boratyn	
37	75	budowa	dom	1	ząbkowicki		70-150m2	powyżej 150m2	-	
38	-	budowa	agroturyst.	1	ząbkowicki	I			-	
39	201	budowa	dom	1	ząbkowicki		powyżej 150m2	powyżej 150m2	eKodama Studio Magdalena Górską	
40	200	budowa	dom	3	ząbkowicki		36-70m2	do 50m2	eKodama Studio Magdalena Górską	
41	-	budowa	dom ?	1	ząbkowicki				-	
42	82	budowa	dom+ (ust.?)	1	zgorzelecki		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Marcin Nowicki	
<b>Łącznie budynków:</b>				<b>44</b>						
						14 (17)				

WOJEWÓDZTWO KUJAWSKO POMORSKIE									
l.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:
1	147	budowa	dom	1	bydgoski	I	36-70m2	51-100m2	Katarzyna Malkiewicz
2	55	budowa	dom	1	golubsko-dobrzyński		70-150m2	100-150m2	Jacek Gałaska Architekt
3	67	budowa	dom	1	lipnowski		36-70m2	100-150m2	Jacek Gałaska Architekt
4	27	budowa	agroturyst.	1	świecki	I	do 35m2	do 50m2	Archideo
5	25	budowa	dom	1	świecki	I	powyżej 150m2	powyżej 150m2	Jacek Gałaska Architekt
6	26	budowa	agroturyst.	1	świecki	I	do 35m2	do 50m2	Paweł Sroczyński
7	60	budowa	dom	1	toruński	I	36-70m2	51-100m2	Cohabitat Atelier Mariusz Zatylny
8	136	budowa	dom	1	toruński		70-150m2	51-100m2	Jacek Gałaska Architekt
9	-	budowa	dom	1	toruński				Jacek Gałaska Architekt ?
10	149	budowa	dom	1	toruński		36-70m2	51-100m2	Piotr Mackiewicz
11	148	budowa	dom	1	tucholski		70-150m2	100-150m2	Archideo Karol Sabinarz
12	123	budowa	dom	1	włocławski		70-150m2	100-150m2	Piotr Maćkiewicz
<b>Łącznie budynków:</b>				<b>13</b>		<b>5 (5)</b>			

WOJEWÓDZTWO LUBELSKIE									
l.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:
1	-	budowa	dom	1	biłgorajski	I	35-70m2		-
2	-	budowa	rekr.	1	kraśnicki		35m2		Janusz Świdorski (?)
3	-	budowa	dom	1	lubartowski	I	35-70m2		-
4	-	budowa	dom	1	lubartowski		70-150m2	100-150m2	-
5	-	budowa	rekr.najem	1	lubartowski	I	do 35m2		-
6	-	budowa	gosp.	1	lubartowski	I	do 35m2		Janusz Świdorski
7	78	budowa	dom	1	lubelski	I	70-150m2	51-100m2	FUCHI Studio Joanna M. Kornecka, Maciej Jagielak
8	-	budowa	dom	1	lubelski		70-150m2		Jacek Gałąska Architekt
9	-	budowa	dom	1	lubelski		70-150m2		Jacek Gałąska Architekt
10	170	budowa	dom	1	łęczyński		36-70m2	51-100m2	-
11	165	budowa	dom	1	łęczyński		70-150m2	100-150m2	-
12	86	budowa	dom	1	łęczyński		70-150m2	nie wiem	-
13	-	budowa	dom	1	łęczyński		70-150m2		Jacek Gałąska Architekt
14	166	budowa	dom	1	puławski		70-150m2	100-150m2	-
15	178	budowa	dom	1	puławski		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Koziej Archiełki Michał Koziej
16	41	budowa	dom	1	radzyński	I	70-150m2	100-150m2	studio Z500, projekt z6
17	168	budowa	rekr.	1	włodawski		36-70m2	51-100m2	-
18	167	budowa	dom	1	włodawski		70-150m2	100-150m2	-
19	169	budowa	dom	1	włodawski		36-70m2	100-150m2	-
20	126	budowa	dom	1	zamojski		70-150m2	51-100m2	Ewelina Sistrzewitowska Mateusz Gierszon
<b>Łącznie budynków:</b>				<b>20</b>		<b>6 (6)</b>			

WOJEWÓDZTWO LUBUSKIE									
l.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:
1	155	budowa	dom	1	gorzowski		70-150m2	powyżej 150m2	-
2	129	budowa	agroturyst.	1	stubiicki		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Hubert Trammer
3	30	budowa	dom	1	żarski		powyżej 150m2	powyżej 150m2	-
<b>Łącznie budynków:</b>				<b>3</b>		<b>0</b>			



WOJEWÓDZTWO ŁÓDZKIE									
l.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:
1	96	budowa	dom	1	zduńskowski		70-150m2	100-150m2	Rprojekt Lech Rybienik
2	38	budowa	dom	1	belchatowski		do 35m2	do 50m2	Irena Kolenda
3	-	budowa	dom	1	brzeziński	I	70-150m2	100-150m2	Cohabitat Atelier Mariusz Zatylny, Mariusz Swat, Mariusz Nowak, Paweł Sroczynski
4	-	budowa	dom	1	łaski	I			-
5	97	budowa	dom	1	łaski		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Rprojekt Lech Rybienik
6	32	budowa	dom	1	łowicki	I	70-150m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt
7	-	budowa	dom	1	łódzki ?		-	-	Bartosz Snielewski
8	-	budowa	dom	1	łódzki wsch.				-
9	177	budowa	dom	1	m.Łódź	I	powyżej 150m2	powyżej 150m2	Koziej Archieki Michał Koziej
10	176	budowa	dom	1	m.Łódź	I	70-150m2	100-150m2	Koziej Archieki Michał Koziej
11	23	budowa	dom	1	m.Łódź		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Michał Koziej
12	-	budowa	rekr.	1	piotrkowski		do 35m2		-
13	-	budowa	rekr.	1	poddębicki		do 35m2	do 50m2	-
14	-	budowa	rekr.najem	1	poddębicki		do 35m2	do 50m2	-
15	193	budowa	dom	1	poddębicki		powyżej 150m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt
16	-	termomod.	dom	1	poddębicki	I			Paweł Sroczynski ?
17	-	budowa	dom	1	radomszczański		70-150m2		-
18	37	budowa	dom	1	rawski		70-150m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt
19	-	budowa	dom	1	rawski		do 35m2	do 50m2	Jacek Gałąska Architekt
20	17	budowa	dom	1	rawski		36-70m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt
21	-	budowa	dom	1	sieradzki		35-70m2		-
22	-	budowa	dom	1	sieradzki	I	70-150m2 ?	51-100m2 ?	Beata Przybylska Architektoniczne Biuro Projektowe
23	-	budowa	dom	1	sieradzki	III	70-150m2		Józef Jura
24	-	budowa	rekr.	1	sieradzki	III	do 35m2	do 50m2	Przemysław Raj
25	-	budowa	gosp.	1	sieradzki	III	do 35m2	do 50m2	Przemysław Raj
26	-	budowa	rekr.	1	sieradzki	I	do 35m2	do 50m2	Przemysław Raj
27	-	budowa	rekr.	1	sieradzki		do 35m2	do 50m2	-
28	-	budowa	dom	1	skierniewicki				Jacek Gałąska Architekt
29	212	budowa	dom + usl.	1	wieluński		powyżej 150m2	powyżej 150m2	eKodama Studio Magdalena Górską
30	-	przeb., rozb.,nadb.	dom	1	zgierski	II	70-150m2 ?	powyżej 150m2	Jarostaw Karolewski
Łącznie budynków				30		12 (19)			

WOJEWÓDZTWO MAŁOPOLSKIE									
I.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:
1	163	budowa	dom	1	bocheński		70-150m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt
2	186	budowa	dom	1	gorlicki		36-70m2	51-100m2	-
3	2	budowa	dom	1	gorlicki	I	70-150m2	100-150m2	FUCHI Studio Joanna M. Kornecka, Maciej Jagielak
4	164	budowa	dom	1	krakowski		36-70m2	100-150m2	-
5	-	budowa	gosp.	1	krakowski	I	do 35m2		-
6	-	budowa	dom	1	krakowski	II			Ekocentrycy / Karol Gonczaruk
7	206	budowa	dom	1	krakowski		powyżej 150m2	powyżej 150m2	eKodama Studio Magdalena Górską
8	215	budowa	dom	1	krakowski	I	powyżej 150m2	powyżej 150m2	eKodama Studio Magdalena Górską
9	-	budowa	dom	1	krakowski	IX	70-150m2	100-150m2	Katarzyna Krzysik, Maciej Jagielak, zmiany: Koziej Architekt Michał Koziej
10	182	budowa	agroturyst.	1	limanowski	I	70-150m2	100-150m2	-
11	183	przeb, nadb. lub rozb.	dom	1	limanowski	II	70-150m2	100-150m2	-
12	171	budowa	dom	1	myślenicki		70-150m2	powyżej 150m2	Marta Fąfara
13	-	budowa	dom	1	nowosądecki	IX	70-150m2		-
14	-	budowa	rekr.	1	nowotarski	II	do 35m2		-
15	102	budowa	dom	1	oświęcimski		36-70m2	51-100m2	Jacek Gałąska Architekt
16	85	budowa	dom	1	suski		36-70m2	100-150m2	-
17	-	budowa	dom	1	suski	II	70-150m2	100-150m2	Andrzej Protas
18	-	budowa	rekr.?	1	tarnowski	I	do 35m2		-
19	-	budowa	dom	1	wadowicki	I	powyżej 150m2		A1 - Projektowanie Architektoniczno-Budowlane Piotr Kaluża, Jan Kaluża
20	173	budowa	dom	1	wadowicki	XIII	powyżej 150m2	powyżej 150m2	FUCHI Studio Joanna M. Kornecka, Maciej Jagielak
<b>Łącznie budynków</b>				<b>20</b>		<b>13 (44)</b>			

WOJEWÓDZTWO MAZOWIECKIE									
l.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:
1	68	termomod.	agroturyst.	1	ciechanowski	I	powyżej 150m2	powyżej 150m2	Janusz Kubiczek
2	-	budowa	dom	1	grodziski	I	70-150m2	100-150m2	Świadom Przemysław Woś, Borys Lewandowski
3	61	budowa	dom	1	grójcecki	II	36-70m2	100-150m2	Cohabitat Atelier Mariusz Zatylny
4	113	budowa	dom	1	legionowski	II	70-150m2	100-150m2	weronika
5	153	budowa	dom	1	legionowski		70-150m2	powyżej 150m2	Świadom Przemysław Woś, Borys Lewandowski
6	94	budowa	rekr.	1	legionowski		70-150m2	100-150m2	Rprojekt Lech Rybieni
7	-	budowa	dom	1	lipski				-
8	92	budowa	rekr.	1	losicki	IV	do 35m2	do 50m2	K Rączka-Bilińska, Ryszard Biliński, Ola Tchórzewska
9	76	przeb. nadb. lub rozb.	gosp.	1	miński		do 35m2	do 50m2	-
10	42	budowa	dom	1	miński		powyżej 150m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt
11	161	przeb. nadb. lub rozb.	dom	1	miński		36-70m2	51-100m2	-
12	101	budowa	gosp.	1	miński		do 35m2	do 50m2	Anna Zajdel
13	175	budowa	dom	1	miński		70-150m2	100-150m2	Monika Wielogórska
14	98	budowa	dom	1	miński		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Rprojekt Lech Rybieni
15	62	budowa	dom	1	nadarzyński	II	70-150m2	100-150m2	Barbara Kaszyńska-Wrzosek i Paweł Kubacz
16	18	budowa	dom	1	nowodworski		70-150m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt
17	20	budowa	dom	1	nowodworski		36-70m2	51-100m2	Wojciech Brzeski (z zespołem)
18	57	budowa	dom	1	ostrowski		36-70m2	51-100m2	-
19	-	budowa	dom	1	otwocki		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Cohabitat Atelier
20	143	budowa	dom	1	otwocki		70-150m2	100-150m2	Świadom Przemysław Woś, Borys Lewandowski
21	128	budowa	rekr.	1	otwocki		do 35m2	do 50m2	-
22	-	budowa	dom	1	piaseczyński		36-70m2 ?		-
23	83	budowa	dom	1	piaseczyński		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Koziej Architekt Michał Koziej
24	-	budowa	dom	1	piaseczyński				-
25	-	budowa	dom	1	piaseczyński	I	powyżej 150m3	powyżej 150m3	Budem-Projekt, Paweł Sroczyński
26	19	budowa	dom	1	piaseczyński		36-70m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt
27	24	budowa	dom	1	płocki		36-70m2	51-100m2	Jacek Gałąska Architekt
28	35	budowa	dom	1	płocki		70-150m2	powyżej 150m2	-
29	-	budowa	rekr.	1	płoński		do 35m2		Earth Hands and Houses ?
30	204	budowa	dom	1	płoński		powyżej 150m2	powyżej 150m2	eKodama Studio Magdalena Górską
31	-	budowa	agroturyst.?	1	płoński				Jacek Gałąska Architekt
32	180	budowa	dom	1	pruszkowski		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Koziej Architekt Michał Koziej
33	95	budowa	dom	1	pruszkowski		70-150m2	100-150m2	-
34	-	budowa	dom ?	2	pultuski				Jacek Gałąska Architekt
35	16	przeb. nadb. lub rozb.	dom	1	pultuski		70-150m2	100-150m2	Jan Dowgiałło, Ryszard Biliński
36	5	budowa	dom	1	radomski		powyżej 150m2	powyżej 150m2	-
37	-	budowa	dom+ gosp.	2	radomski		powyżej 150m2 ?		-
38	28	budowa	rekr.	2	radomski		do 35m2	do 50m2	-
39	-	budowa	dom	1	siedlecki				Jacek Gałąska Architekt
40	-	budowa	dom	1	siedlecki				Jacek Gałąska Architekt
41	3	budowa	dom	1	sochaczewski		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Jacek Gałąska Architekt
42	70	budowa	dom	1	sokołowski		36-70m2	do 50m2	Jakub Wawrzyniak
43	-	budowa	altana ROD	1	m.Warszawa		do 35m2		Janusz Świdorski
44	132	budowa	dom	1	warszawski zachodni	I	powyżej 150m2	powyżej 150m2	Jacek Gałąska Architekt
45	1	budowa	dom	1	wołomiński		70-150m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt
46	115	budowa	dom	1	wołomiński		powyżej 150m2	powyżej 150m2	mech.build Anna Zawadzka-Sobieraj, Jan Dowgiałło
47	-	budowa	dom	1	wyszowski				-
48	-	przeb. nadb. lub rozb.	agroturyst.?	1	żyrardowski	I	powyżej 150m2	powyżej 150m2	-
<b>Łącznie budynków</b>				<b>51</b>					<b>9 (15)</b>

WOJEWÓDZTWO OPOLSKIE									
l.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:
1	217	budowa	dom	1	kluczborski		70-150m2	51-100m2	eKodama Studio Magdalena Górską
2	-	budowa	rekr.	1	kluczborski	I	do 35m2		Maciej Reimann
3	112	budowa	rekr.	1	opolski		70-150m2	51-100m2	OFFTEORIA Aldona Kret-Dźwigoń
4	133	budowa	dom	1	oleski		70-150m2	51-100m2	-
5	208	budowa	dom	1	nyski		powyżej 150m2	100-150m2	eKodama Studio Magdalena Górską
<b>Łącznie budynków</b>				<b>5</b>		1 (1)			

WOJEWÓDZTWO PODKARPACKIE									
I.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:
1	12	budowa	agroturyst.	1	brzozowski		36-70m2	51-100m2	-
2	93	budowa	rekr.	1	krośnieński		36-70m2	51-100m2	Inwestor
3	-	budowa	rekr.?	1	krośnieński		do 35m2		-
4	69	budowa	dom	1	krośnieński		36-70m2	51-100m2	Ja sama
5	-	budowa	dom	1	krośnieński	I	36-70m2	do 50m2	-
6	90	budowa	rekr.	1	krośnieński	I	do 35m2	do 50m2	Marcin Kania, Paulina Firak
7	218	budowa	rekr.	1	krośnieński		36-70m2	51-100m2	Luiza Braun
8	139	budowa	dom	1	krośnieński		70-150m2	powyżej 150m2	Bogusław Rakoczy
9	21	budowa	dom	1	leżajski	I	36-70m2	51-100m2	Cohabitat Atelier Mariusz Zatylny
10	-	budowa	rekr.	1	przemyski		do 35m4		Bogdan Pękalski
11	-	budowa	rekr. ?	1	przemyski	I	do 35m2		-
12	154	budowa	dom	1	przemyski		70-150m2	100-150m2	Świadom Przemysław Woś, Borys Lewandowski
13	-	budowa	rekr.	1	przemyski		do 35m3		Bogdan Pękalski
14	-	budowa	rekr.?	1	przeworski	II	do 35m2		Marcin Krzeszewski
15	64	budowa	dom	1	rzeszowski		70-150m2	powyżej 150m2	Tomasz Zmysłony
16	13	budowa	dom	1	sanocki		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Jacek Gałąska Architekt
17	-	budowa	dom	1	strzyżowski	I	70-150m2 ?	100-150m2 ?	arch. Kuchmański ?
18	-	budowa	agroturyst.	1	strzyżowski	II	powyżej 150m2	powyżej 150m2	Barbara Kaszyńska-Wrzosek, Paweł Kubacz
19	-	budowa	rekr. ?	1	strzyżowski	II	do 35m2		-
<b>Łącznie budynków</b>				<b>19</b>		<b>8 (11)</b>			



WOJEWÓDZTWO PODLASKIE									
l.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:
1	-	budowa	gosp.	1	białostocki	I	do 35m2		Earth Heart Monika Sierakowska
2	172	budowa	dom	1	białostocki	I	powyżej 150m2	powyżej 150m2	FUCHI Studio Joanna M. Kornecka, Maciej Jagielak
3	-	budowa	rekr.	1	białostocki	I	do 35m3		
4	10	przeb, nadb. lub rozb.	gosp.	1	białostocki		do 35m2	do 50m2	-
5	-	budowa	gosp.	1	białostocki	I	do 35m2		Henryk Tokarski?
6	74	budowa	dom	1	białostocki		70-150m2	51-100m2	Świadom Przemysław Woś, Borys Lewandowski
7	104	budowa	dom	1	białostocki		70-150m2	100-150m2	-
8	108	budowa	dom	1	m.Białystok		70-150m2	100-150m2	-
9	9	budowa	dom	1	m.Białystok	I	70-150m2	51-100m2	Earth Heart Monika Sierakowska
10	138	budowa	dom	1	bielski		70-150m2	100-150m2	Marcin Prześniak
11	29	budowa	rekr.	1	grajewski		do 35m2	do 50m2	-
12	77	budowa	agroturyst.	1	hajnowski	III	powyżej 150m2	powyżej 150m2	Maria Rauch, Tomasz Żemojcin, Michał Pierzchański
13	-	budowa	rekr.	1	hajnowski	I	do 35m2		
14	-	budowa	dom	1	hajnowski				Jacek Gałąska Architekt
15	-	budowa	rekr.	20	sejneński	I	36-70m2 ?		-
16	-	budowa	rekr. ?	1	sokólski		do 35m2		Janusz Świderski ?
17	81	budowa	dom	1	suwalski		70-150m2	100-150m2	-
18	80	budowa	rekr.	1	suwalski		do 35m2	do 50m2	Marcin Kacprzyk
19	-	budowa	rekr.	1	suwalski	I	36-70m2		Earth Hands and Houses Paulina Wojciechowska
20	-	budowa	rekr. ?	1	suwalski	I	36-70m2 ?		Earth Hands and Houses Paulina Wojciechowska
21	-	budowa	dom	1	wysokomazowiecki	I	powyżej 150m2	powyżej 150m2	Jacek Gałąska Architekt
22	-	budowa	gosp.	1	wysokomazowiecki	I	70-150m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt
				41					12 (14)

WOJEWÓDZTWO POMORSKIE									
I.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:
1	160	budowa	dom	1	m.Gdańsk		70-150m2	100-150m2	Tomasz Zmysłony
2	-	budowa	dom	1	gdański		70-150m2 ?		-
3	-	budowa	dom	1	gdański		70-150m2 ?	51-100m2 ?	Zofia Modzelewska konsultacje: Barbara Jones
4	49	budowa	rekr.	1	gdański		do 35m2	do 50m2	Tomasz Zmysłony
5	122	budowa	dom	1	gdański		70-150m2	51-100m2	Piotr Maćkiewicz
6	89	budowa	dom	1	kartuski		36-70m2	51-100m2	-
7	-	budowa	dom	1	kartuski		70-150m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt
8	-	budowa	rekr.	2	kościerski		36-70m2	51-100m2	Cohabitat Atelier Mariusz Zatylny, Mariusz Swat, Mariusz Nowak, Pawel Sroczyński
9	-	budowa	rekr.	1	pucki		do 35m2	do 50m2	-
10	-	budowa	dom	1	ślupski				Jacek Gałąska Architekt
11	-	budowa	rekr.	1	ślupski		do 35m2	do 50m2	Jacek Gałąska Architekt
12	145	budowa	agroturyst.	1	starogardzki	I	do 35m2	do 50m2	Artur Jasiński
13	146	budowa	agroturyst.	1	starogardzki		do 35m2	51-100m2	Artur Jasiński
14	151	budowa	dom	1	starogardzki		70-150m2	100-150m2	-
15	53	budowa	dom	1	starogardzki		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Stanisław Wojciechowski+ szkice Łukasz Kielmas
16	50	budowa	rekr.	1	tczewski		do 35m2	do 50m2	Tomasz Zmysłony
17	52	budowa	rekr.	1	tczewski		do 35m2	do 50m2	Dawid Lichosyt + konsultacje Tomasz Zmysłony
18	46	budowa	dom	1	wejherowski		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Pracownia Architektoniczna Jacka Kluszewskiego
19	-	budowa	dom	1	wejherowski		70-150m2 ?	100-150m2 ?	Ekocentrycy Barbara Wojtkowska
20	48	budowa	dom	1	wejherowski		70-150m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt
21	47	budowa	dom	1	wejherowski		70-150m2	powyżej 150m2	Tomasz Zmysłony
<b>Łącznie budynków</b>				<b>22</b>		1 (1)			

WOJEWÓDZTWO ŚLĄSKIE									
I.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:
1	142	budowa	dom	1	będziński		70-150m2	100-150m2	Jacek Gałąska Architekt
2	-	budowa	dom	1	bielski	I	70-150m2 ?		-
3	207	budowa	dom	1	bielski		70-150m2	100-150m2	eKodama Studio Magdalena Górka
4	-	budowa	dom	1	m.Bielsko		70-150m2 ?		Ekocentrycy Barbara Wojtkowska
5	-	budowa	dom	1	gliwicki		70-150m2	51-100m2 ?	Jacek Gałąska Architekt
6	-	przeb, nadb. lub rozb.	dom? usł?	1	m.Lubliniec	I	70-150m2 ?		-
7	-	budowa	dom	1	mszkowski	I	70-150m2 ?		-
8	144	przeb, nadb. lub rozb.	dom	1	myszowski	V	70-150m2	51-100m2	FUCHI Studio Joanna M. Kornecka, Maciej Jagielak
9	120	budowa	dom	1	olsztyński	I	70-150m2	100-150m2	Piotr Maćkiewicz
10	162	budowa	dom	1	żywiecki		70-150m2	powyżej 150m2	-
11	196	budowa	dom	1	żywiecki	I	do 35m2	do 50m2	-
12	124	budowa	dom	1	żywiecki		70-150m2	powyżej 150m2	Piotr Maćkiewicz
13	194	budowa	rekr.	4	żywiecki		do 35m2	do 50m2	Ryszard Głowacki
<b>Łącznie budynków</b>				<b>16</b>		<b>6 (10)</b>			

WOJEWÓDZTWO ŚWIĘTOKRZYSKIE									
I.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:
	99	budowa	dom	1	m.Kielce	I	70-150m2	100-150m2	-
	-	budowa	dom	1	kielecki				Jacek Gałaska Architekt
	4	budowa	agroturyst.	1	kielecki	I	70-150m2	51-100m2	-
	<b>Łącznie budynków</b>			<b>3</b>		<b>2 (2)</b>			

WOJEWÓDZTWO WARMIŃSKO-MAZURSKIE									
l.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:
1	51	budowa	dom	1	elbląski		36-70m2	51-100m2	Piotr Nitecki /proj. zamienny Tomasz Zmysłony
2	-	budowa (przeniesiony)	dom	1	elcki		70-150m2		-
3	114	budowa	agroturyst.	1	elcki	II	powyżej 150m2	powyżej 150m2	Cohabitat Atelier Mariusz Zatylny
4	-	budowa	dom	1	giżycki	I	70-150m2		Anna Rakoczy
5	-	budowa	dom	1	mragowski		36-70m2 ?	51-100m2	Michał Pierzchalski
6	152	budowa	"użytkowy" (?)	1	nowomiejski		70-150m2	51-100m2	Jacek Gałaska Architekt
7	-	budowa	dom	1	nowomiejski		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Jacek Gałaska Architekt
8	33	budowa	dom	1	nowomiejski		70-150m2	powyżej 150m2	-
9	202	budowa	dom	1	olsztyński		powyżej 150m2	powyżej 150m2	eKodama Studio Magdalena Górską
10	-	budowa	dom	1	olsztyński	I	70-150m2 ?	powyżej 150m2 ?	-
11	137	budowa	dom	1	ostródzki		do 35m2	do 50m2	-
12	71	budowa	dom	1	piński		36-70m2	51-100m2	-
<b>Łącznie budynków</b>				<b>12</b>		<b>3 (4)</b>			



WOJEWÓDZTWO WIELKOPOLSKIE									
l.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:
1	156	budowa	dom	1	czarnkowsko-trzcianecki		36-70m2	51-100m2	Piotr Maćkiewicz
2	59	budowa	dom	1	gneźniński	I	70-150m2	51-100m2	Świadom Przemysław Woś, Borys Lewandowski
3	130	budowa	dom	1	gneźniński		36-70m2	51-100m2	TXMA Tomasz Mielczyński
4	187	budowa	dom	1	kaliski		70-150m2	100-150m2	eKodama Studio Magdalena Górską
5	-	budowa	dom	1	koniński			powyżej 150m2	-
6	45	budowa	dom	1	poznański		powyżej 150m2	powyżej 150m2	-
7	73	budowa	dom	1	poznański		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Pracownia Proporcji Adam Dudko
8	107	budowa	dom	1	poznański		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Mikołaj Wower
9	43	budowa	dom	1	poznański	I	70-150m2	100-150m2	-
10	119	budowa	dom	1	poznański		70-150m2	100-150m2	Piotr Maćkiewicz
11	44	termomod.	dom	1	poznański		70-150m2	powyżej 150m2	-
12	91	budowa	dom	1	turecki		70-150m2	51-100m2	-
13	63	budowa	dom	1	turecki	II	powyżej 150m2	powyżej 150m2	Mariusz Zatylny
14	-	budowa	dom	1	wrzesiński	I	70-150m2 ?		Jacek Gałąska Architekt
15	54	budowa	miesz+k+ usl. turyst.	1	wrzesiński		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Jacek Gałąska Architekt
<b>Łącznie budynków</b>				<b>15</b>		<b>4 (5)</b>			

WOJEWÓDZTWO ZACHODNIOPOMORSKIE										
l.p.	f.nr	Rodzaj inwestycji	Rodzaj budynku	Ilość	Powiat	Wizja lok.	Pow. zabudowy:	Pow. użytkowa:	Projekt:	
1	103	budowa	agroturyst.	1	gryfiński		powyżej 150m2	powyżej 150m2	Pracownia Proporcji Adam Dudko / Habib Hamdaoui na zakończenie projektu	
2	56	budowa	dom	1	kolobrzegi		70-150m2	powyżej 150m2	Jacek Gałaska Architekt	
3	-	budowa	rekr.(najem)	1	szczecinecki		do 35m2	do 50m2	-	
4	66	budowa	dom	1	szczecinecki		powyżej 150m2	powyżej 150m2	eKodama Studio Magdalena Górka	
5	22	budowa	dom	1	szczecinecki		36-70m2	51-100m2	-	
6	-	budowa	dom	1	świdwiński		70-150m2	100-150m2	Jacek Gałaska Architekt	
<b>Łącznie budynków</b>				<b>6</b>						
						0				

# "Strawbale, czyli architektura z kostek słomy w Polsce"

**Dzień dobry :)**

**Zapraszam Panią/Pana do wypełnienia formularza dotyczącego budynków z kostek słomy w Polsce.**

## **Kim jestem i dlaczego przygotowałem ten formularz?**

Nazywam się Maciej Jagielak, jestem architektem, piszę pracę doktorską na temat architektury z kostek słomy w Polsce. Poprzez formularz chcę odnaleźć jak największą ilość takich budynków oraz poznać ich charakterystyczne cechy. Jeśli potrzebujesz więcej informacji o mnie zapraszam do przeczytania [bio](#) lub odwiedzenia mojej strony FB: [Emisja Architektury](#)

## **Kto może wypełnić?**

Każda osoba, która posiada wiedzę o istniejącym w Polsce budynku w którym zastosowano kostki słomy (lub termoizolację ze słomy w innej postaci).

## **Czego dotyczą pytania?**

Pytania dotyczą zrealizowanych (lub będących w budowie), współczesnych budynków w których zastosowano kostki słomy lub izolację ze słomy. Przez izolację ze słomy rozumiem izolację z samej słomy, nie zbieram informacji na temat pokrewnych technik np. tzw gliny lekkiej.

## **Czy można wypełnić więcej niż jeden formularz?**

Tak, jeśli chce Pani/Pan podać więcej niż jeden obiekt. Dla każdego budynku wypełnić należy osobny formularz.

Jeden formularz = jeden budynek.

## **W jaki sposób wykorzystam dane zebrane w formularzu?**

Dane na temat bud \* ów wykorzystam w pracy doktorskiej np. w formie opisów, tabel, wykresów i orientacyjnych map. Jeżeli praca zostanie pozytywnie oceniona, po obronie zostanie ona opublikowana jako pdf i będzie dostępna na stronie Biblioteki Politechniki Krakowskiej. Dane kontaktowe osób wypełniających formularz nie będą publikowane, a ich podanie jest dobrowolne (w ostatniej sekcji).

**Formularz składa się z 28 punktów** (odpowiednik 3 stron a4).

Jego wypełnienie powinno zająć od kilku do kilkunastu minut.

\*Wymagane

**Podstawowe informacje o budynku, w którym zastosowano kostki słomy lub izolację ze słomy**

Odpowiedź na pytania oznaczone gwiazdką jest wymagana (można jednak zaznaczać "nie wiem")

**K.1. Rodzaj inwestycji \***

*Zaznacz tylko jedną odpowiedź.*

- nowy budynek w którym zastosowano kostki słomy lub izolację ze słomy
- budynek przebudowany, nadbudowany lub rozbudowany z zastosowaniem słomy
- termomodernizacja z zastosowaniem słomy
- Inne: \_\_\_\_\_

**K.2. Rodzaj budynku: \***

*Zaznacz tylko jedną odpowiedź.*

- budynek mieszkalny jednorodzinny (czyli "dom")
- budynek gospodarczy
- budynek rekreacji indywidualnej
- budynek mieszkalny z maks 5 pokojami do wynajęcia ("agroturystyka")
- Inne: \_\_\_\_\_

**K.3. Lokalizacja budynku: \***

*Proszę o podanie lokalizacji budynku w kolejności: województwo / powiat / miejscowość.*

*Jeśli nie chce Pani/Pan podawać nazwy miejscowości proszę podać tylko województwo i powiat.*

\_\_\_\_\_

**K.4. Powierzchnia zabudowy: \***

*-najlepiej podać wg projektu*

*-w przypadku braku dostępu do projektu, można podać orientacyjnie, jako powierzchnię terenu zajmowaną przez budynek (liczoną po zewnętrznym obrysie ścian)*

*Zaznacz tylko jedną odpowiedź.*

- do 35m<sup>2</sup>
- 36-70m<sup>2</sup>
- 70-150m<sup>2</sup>
- powyżej 150m<sup>2</sup>
- nie wiem

**K.5. Powierzchnia użytkowa: \***

*-najlepiej podać wg projektu*

*-w przypadku braku dostępu do projektu, można podać orientacyjnie*

*Zaznacz tylko jedną odpowiedź.*

- do 50m<sup>2</sup>
- 51-100m<sup>2</sup>
- 100-150m<sup>2</sup>
- powyżej 150m<sup>2</sup>
- nie wiem

**K.6. Rodzaj dachu budynku: \***

*Zaznacz tylko jedną odpowiedź.*

- Dach spadzisty z okapami
- Dach spadzisty bez okapów
- Dach płaski z okapami (nachylenie dachu 0-15°)
- Dach płaski bez okapów (nachylenie dachu 0-15°)
- Kopuła
- Inne: \_\_\_\_\_



**K.7. Stan realizacji: \***

*-można zaznaczyć więcej niż jedną opcję np. budowa zakończona i budynek użytkowany*

Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.

- wczesny etap budowy (przed wbudowaniem słomy)
- zaawansowany etap budowy (po wbudowaniu słomy)
- budowa zakończona
- budynek użytkowany
- Inne: \_\_\_\_\_

**K.8. Rok rozpoczęcia budowy: \***

*-Dopuszczalne jest napisanie "około" (np. "około 2010), jeśli informacja nie jest pewna. Dopuszczalne jest także napisanie "nie wiem".*

\_\_\_\_\_

**K.9. Rok zakończenia budowy: \***

*-Dopuszczalne jest napisanie "około" (np. około 2010), jeśli informacja nie jest pewna. Dopuszczalne jest także napisanie "nie wiem".*

*-Jeśli budowa nie została zakończona, proszę napisać "budowa trwa" lub "budowa przerwana" w zależności od sytuacji*

\_\_\_\_\_

**Nazwa własna budynku - jeśli nadano :**

*-np. Agroturystyka u Ani, Gospodarstwo Chochoł, Dom nad Wodospadem etc.*

\_\_\_\_\_

**Czy budynek został gdzieś opisany lub zostały opublikowane jego zdjęcia?**

*-np. na stronie www, profilu w mediach społecznościowych, w artykule w prasie albo w innej publikacji?*

**Jeśli tak, proszę o wklejenie linków do stron lub wpisanie autorów/tytułów publikacji...**

---

---

---

---

---

### **Informacje szczegółowe o zastosowaniu kostek słomy w budynku**

#### **K.10. Słomę zastosowano w:**

*-można zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź*

*Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.*

- ścianach zewnętrznych
- ścianach wewnętrznych
- dachu
- podłodze
- stropie
- Inne: \_\_\_\_\_

#### **K.11. Słomę zastosowano w formie:**

*-można zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź*

*Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.*

- tzw. "małych kostek"
- tzw "dużych kostek" czyli "jumbo bales"
- luźnego materiału, wpychanego, wsypywanego lub wdmuchiwanego
- prefabrykatów drewniano-słomianych (tzw. "modułów")
- Inne: \_\_\_\_\_

**K.12. Słoma na budowę została sprowadzona z odległości:**

*-można zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź, jeśli słoma była sprowadzona z różnych miejsc*

Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.

- <10km
- od 10 do 50km
- powyżej 50km

**K.13. Kostki słomy:**

*-można zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź, jeśli np. były różne dostawy słomy*

Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.

- zostały zakupione takie, jakie były dostępne
- zostały sprasowane na polu specjalnie na potrzeby budowy
- zostały sprasowane ze słomy z poprzedniego sezonu (powtórne prasowanie, lub z luźnej słomy)
- Inne: \_\_\_\_\_

**K.14. Kostki słomy w ścianach zewnętrznych zastosowano:**

*-można zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź*

Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.

- jako elementy przenoszące obciążenia (ang. "loadbearing strawbale")
- jako wypełnienie - pomiędzy elementami konstrukcji drewnianej - na budowie(ang. infill)
- jako warstw izolacyjną po zewnętrznej stronie konstrukcji drewnianej
- jako warstwę izolacyjną po zewnętrznej stronie konstrukcji murowanej lub betonowej
- w prefabrykacjach drewniano-słomianych przygotowanych poza placem budowy
- Inne: \_\_\_\_\_

**K.15. Czy kostki dodatkowo kompresowano na budowie lub w warsztacie?**

*-można zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź*

*Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.*

- nie kompresowano dodatkowo
- kompresowano dodatkowo na budowie przed włożeniem w ściany
- upychano w ścianie ręcznie i kompresowano poprzez udeptywanie
- kompresowano w ścianie podnośnikami (np. hydraulicznymi)
- kompresowano w ścianie pasami
- kompresowano w panelach w warsztacie specjalną prasą
- Inne: \_\_\_\_\_

**K.16. Kostki słomy w ścianach zewnętrznych zastosowano tak, że:**

*Zaznacz tylko jedną odpowiedź.*

- dominujący był kierunek źdźbeł w poprzek ściany
- dominujący był kierunek źdźbeł wzdłuż ściany
- Inne: \_\_\_\_\_

**K.17. Jeśli w ścianach zewnętrznych zastosowano konstrukcję drewnianą, proszę wybrać jaki układ słupów zastosowano:**

*Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.*

- pojedyncze słupy
- słupy dwugałęziowe (dwa słupy łączone przewiązkami)
- Inne: \_\_\_\_\_

**K.18. Warstwy ścian zewnętrznych:**

*-proszę wymienić z jakich warstw składają się ściany, w kolejności od zewnątrz do wewnątrz,*

*-w miarę możliwości proszę o podanie grubości warstw w cm,*

*-np. tynk zewnętrzny wapienny 2cm, słoma/konstrukcja drewniana 40cm, tynk wewnętrzny gliniany 3-6cm*

*-jeżeli występują różne układy warstw, można je wpisać w kolejnych liniijkach*

---

---

---

---

---

**Projekt i organizacja budowy****K.19. Rodzaj projektu na podstawie którego budowano:**

*Zaznacz tylko jedną odpowiedź.*

- projekt budowlany indywidualny
- projekt budowlany typowy
- bez projektu budowlanego (dotyczy np. zgłoszenia ze szkicem, tiny-house etc.)
- Inne: \_\_\_\_\_

**K.20. Główny/a projektant/ka:**

*-w przypadku projektów budowlanych jest to najczęściej architekt/ka , w przypadku budów bez projektu budowlanego może to być dowolna osoba, która zaprojektowała, czy wykonała szkic obiektu*

*-jeśli to nie jest tajne, to proszę o wpisanie imienia i nazwiska projektantki/projektanta*

---



### K.21. Sposób organizacji budowy

Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- z generalnym wykonawcą
- system gospodarczy - inwestor organizował, zlecał prace, ale nie pracował fizycznie
- system gospodarczy -inwestor organizował, zlecał prace i pracował fizycznie
- własnymi siłami - większość prac wykonał inwestor z pomocnikami (rodziną przyjaciółmi etc)
- Inne: \_\_\_\_\_

### K.22. Kto wykonywał prace związane z wbudowaniem słomy:

-można wybrać więcej niż jedną odpowiedź

Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.

- inwestor/rzy i pomocnicy (rodzina, przyjaciele etc)
- wyspecjalizowany wykonawca
- wykonawca wcześniej nie stosujący słomy
- Inne: \_\_\_\_\_

### K.23. Czy na budowie prowadzono warsztaty lub oferowano możliwość wolontariatu:

Zaznacz tylko jedną odpowiedź.

- tak
- nie
- Inne: \_\_\_\_\_

### Wypełnia Pani/Pan formularz jako:

-można zaznaczyć więcej niż jedną opcję

Zaznacz wszystkie właściwe odpowiedzi.

- inwestor/ka lub właściciel/ka budynku
- projektant/ka budynku
- wykonawca/czyni prac budowlanych
- Inne: \_\_\_\_\_

## Czy chce Pan/Pani pozostać ze mną w kontakcie?

Podanie poniższych danych osobowych/kontaktowych jest dobrowolne. Dane nie będą upubliczniane ani przekazywane innym osobom. Dane będą mogły być przeze mnie wykorzystane do skontaktowania się z Panią/Panem w celu:

1. wyjaśnienia ewentualnych niejasności w formularzu
2. zadania dodatkowych pytań związanych z tematem badania
3. poinformowania Pani/Pana o wynikach badania

Poprzez podanie danych w rubryce poniżej wyraża Pan/Pani zgodę na przetwarzanie ich w opisanym tu zakresie.

W razie pytań lub innej potrzeby może Pan/i do mnie napisać email na adres:  
jagielakmaciej@gmail.com

**W tym miejscu można podać dane kontaktowe** np. imię i nazwisko lub pseudonim, adres email, i/lub numer telefonu, i/lub adres własnej strony lub profilu w mediach społecznościowych

---

---

---

---

---

## Możliwość udostępnienia zdjęć budynku

Bardzo cennym uzupełnieniem informacji zebranych w formularzu byłyby dla mnie zdjęcia budynku lub z budowy. **Jeśli może Pani/Pan udostępnić mi zdjęcie/a budynku to bardzo proszę o przesłanie pliku/ów emailem na adres: jagielakmaciej@gmail.com**

W wiadomości proszę podać lokalizację domu i autora/kę zdjęcia.

Z góry bardzo dziękuję:)

---

Ta treść nie została utworzona ani zatwierdzona przez Google.

Formularze Google