

# „Biodegradowalny dom” – projektowanie w sposób zgodny z naturą jako wyzwanie dla architekta

**Karolina Kasprzycka**

<https://orcid.org/0009-0009-0649-4957>

Studentka, Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska

**Wojciech Kocki**

<https://orcid.org/0000-0002-5954-7735>

[w.kocki@pollub.pl](mailto:w.kocki@pollub.pl)

Katedra Architektury Współczesnej,  
Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska

---

**Streszczenie:** Celem przedstawionych w artykule badań jest ukazanie możliwości zastosowania wybranych materiałów pochodzenia naturalnego w budownictwie jednorodzinym. Impulsem do wykonania studialnej pracy projektowej jest wzrost globalnej emisji dwutlenku węgla, w którym sektor budowlany odgrywa istotną rolę. Rozwiązaniem ograniczającym emisję gazów cieplarnianych jest stosowanie materiałów biodegradowalnych, wśród których możemy wyróżnić kompozyt konopno-wapienny. Dzięki praktycznym cechom, konopia jest masowo wykorzystywana w różnorodnych gałęziach przemysłu w tym w architekturze. W pracy dyplomowej inżynierskiej zwrócono szczególną uwagę na możliwość zastosowania kompozytu konopnego w projektowanych elementach architektonicznych. Przyjęto założenie minimalizacji materiałów o niekorzystnych właściwościach i dużym śladzie węglowym, zmniejszając tym samym zużycie energii oraz negatywne oddziaływanie budynków mieszkalnych na środowisko.

**Słowa kluczowe:** architektura, ekologia, materiały biodegradowalne, konopie, budownictwo z konopi, hempcrete, kompozyt konopno-wapienny

---

## Wprowadzenie

Nowe technologie wprowadzane w projektowaniu architektonicznym oraz w budownictwie coraz częściej uwzględniają materiały naturalne pochodzenia organicznego. Przyczyną tego zjawiska jest rosnąca świadomość dotycząca globalnych problemów ekologicznych, wywieranych przez różnorodne gałęzie przemysłu, w tym również przemysłu budowlanego. Obecne zapotrzebowanie budynków na energię potrafi wynieść blisko 40% końcowego zużycia energii na terenie Unii Europejskiej [1]. Jednocześnie, ogromna część tych obiektów składa się z materiałów, które nie podlegają możliwości ponownego wykorzystania i prowadzą do wyprodukowania znacznych ilości odpadów. Przykładem może być Francja, która w ciągu roku wytworzyła podczas budowy 30 milionów ton odpadów stałych [2]. W ramach przedsięwzięć, opracowano w przeciągu dwóch dekad innowacyjne materiały możliwe do ponownego wykorzystania poprzez recykling. Proponowana alternatywa dla powszechnie stosowanych materiałów ma na celu emitować mniej dwutlenku węgla podczas produkcji oraz wykorzystywać surowce odnawialne, jak i zasoby naturalne w podejściu zrównoważonym. Do materiałów o takich właściwościach możemy zaliczyć m.in. konopie jako przykład wysokowydajnego surowca [3]. Uprawę konopi w Europie zapoczątkowano między 2000–2200 rokiem p.n.e., stając się jak dotąd, powszechnie uprawianą rośliną o szerokich zastosowaniach [4]. Ustalono, że globalny rynek konopi obejmuje ponad 25.000 produktów,

z czego uwzględnia on kilkanaście sektorów przemysłowych. W budownictwie roślina spełnia funkcję składnika kompozytu konopno-wapiennego bądź betonu konopnego. Takie technologie często są wykorzystywane we Francji, Wielkiej Brytanii oraz USA [3] np. Dom w Asheville czy „Dom Turka” w miejscowości Nogent-sur-Seine, będących wyraźnym wkładem w zrównoważony rozwój [5]. Metodą wykorzystaną w badaniach była metoda studium projektowego.

## Wykorzystanie materiałów pochodzenia biologicznego w architekturze i budownictwie

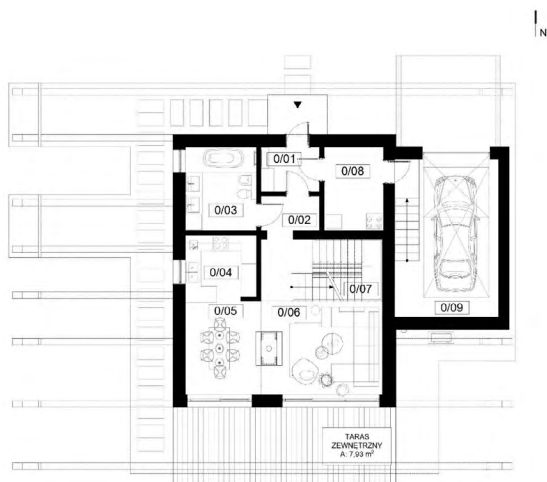
Wykorzystanie w architekturze materiałów pochodzenia biologicznego jest jednym z elementów zrównoważonego rozwoju oraz racjonalnego dysponowania zasobami naturalnymi w skali ziemi. Wśród najczęściej wykorzystywanych, eksperymentalnych materiałów biologicznych, można wyróżnić słomę jęczmienną, łuskę konopną oraz kolbę kukurydzy [6]. Badania naukowe prowadzone z wykorzystaniem tych materiałów dowodzą wysokiego potencjału ich zastosowania oraz szerokiego spektrum możliwości wykorzystania posiadanych właściwości mechanicznych. Materiały kompozytowe wytwarzane przy użyciu konopi umożliwiają uzyskanie bardzo dobrych współczynników przenikania ciepła dla zewnętrznych przegród budowlanych [7]. Odpowiedni dobór wielkości dodatku konopnego i proporcji pozostałych materiałów (cement, piasek, woda) wchodzących w skład kompozytu prowadzi do uzyskania właściwych wyników dla wytrzymałości na ściskanie jak i przenikalności cieplnej [8]. Znaczną zaletą w stosowaniu materiałów biologicznych pochodzenia konopnego jest ich biodegradowalność lub możliwość poddania procesom związanym z recyklingiem, oraz relatywnie niski koszt wytworzenia w porównaniu do rozwiązań powszechnie stosowanych w budownictwie [9]. W możliwości zastosowania na szeroką skalę takich kompozytów jest jeszcze wiele zagadnień wymagających weryfikacji. Są to m.in. odporność materiału na klimat zależny od lokalizacji obiektu, stabilność właściwości mechanicznych oraz termalnych w zależności od wilgotności powietrza oraz sposobu na zabezpieczenie materiału, możliwości w zastosowaniu materiałów wykończeniowych na elementach wykonanych z kompozytów konopnych.

Kompozyt powstały z połączenia paździerzki konopnych i wapna przypomina strukturą jednolitą masę z drewnianą konstrukcją szkieletową. Masa o funkcji izolacji wykorzystuje zasoby odnawialne, pozyskując paździerzki, które są produktem ubocznym przerobu włókna konopnego. Kompozyt konopno-wapienny stosowany jest jako wypełnienie ścian, dachu czy podłogi, aplikowany na miejscu poprzez odlew w szalunku bądź w postaci prefabrykowanych elementów. W celu wykończenia ścian kompozytu stosuje się tynki wapienne oraz gliniane. Ideą zamierzenia jest poprawa zdolności ścian do regulowania poziomu wilgotności na rzecz otoczenia, poprowadzając przy tym właściwości mechaniczne oraz spójność [10].

## Projekt wykonany w ramach pracy dyplomowej inżynierskiej

Projekt wykonany w ramach pracy dyplomowej inżynierskiej przedstawia koncepcję domu jednorodzinnego, bazującą na wykorzystaniu kompozytów pochodzenia organicznego. Dom jednorodzinny o powierzchni 140 m<sup>2</sup> został zaprojektowany dla rodziny czteroosobowej. Budynek mieszkalny zaprojektowano jako wolnostojący oraz niepodpiwniczony. Układ funkcjonalny pomieszczeń zlokalizowano na kondygnacji parteru i poddasza użytkowego. Układ funkcjonalny podzielono również na strefę dzienną i nocną. Głównym surowcem wykorzystanym w projekcie jest kompozyt konopno-wapienny z drewnianą konstrukcją szkieletową. Kompozyt zastosowano jako wypełnienie ścian, stropów, dachu oraz podłóg, spełniając przy tym wymagania cieplne oraz przeciwpożarowe obiektu – zgodnie z kartą techniczną produktu kompozytu. Drewniana konstrukcja szkieletowa zawiera układ słupowy o wymiarach 6×12 cm w module 50 cm. Dach projektowanego budynku jednorodzinnego zaprojektowano jako dwuspadowy o kącie nachylenia 40°, pokryty łupkiem oraz termoizolacją z wełny drzewnej oraz wykończeniem drewnianym. Podłoga na gruncie na legarach jest wariantem skutecznej izolacji termicznej dzięki zastosowanym rozwiązaniom technicznym. Podłoga zaopatrzona jest w ogrzewanie podłogowe, a pod legarami umiejscowiono słupki ceglane zabezpieczone hydroizolacją, które stanowią podparcie konstrukcyjne dla legarów. Zaprojektowano klatkę schodową z użyciem stalowych profili z drewnianą okładziną. Stopy oraz ściany fundamentowe projektowanego budynku składają się z bloczków keramzytowych, a ich grubość wynosi

40 cm. Ściany zostały wykończone tynkiem glinianym, wapiennym oraz stukiem wodoodpornym. Elewację wykończono sosnową deską. Deskowanie ułożono w pionie, zapewniając szczelinę wentylacyjną. Projekt, oprócz wprowadzenia materiałów o zmniejszonym wpływie na środowisko, bazuje również na wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii. Ekologia i energooszczędność to aspekty wzajemnie uzupełniające się, dlatego też projekt domu uwzględnia wyposażenie w pompę ciepła, wentylację mechaniczną oraz panele fotowoltaiczne.



**Ryc. 1.** Rzut parteru

0/01 – wiatrołap; 0/02 – hol; 0/03 – łazienka; 0/04 – kuchnia; 0/05 – jadalnia; 0/06 – salon; 0/07 – klatka schodowa; 0/08 – pomieszczenie gospodarcze; 0/09 – garaż, oprac. Karolina Kasprzycka

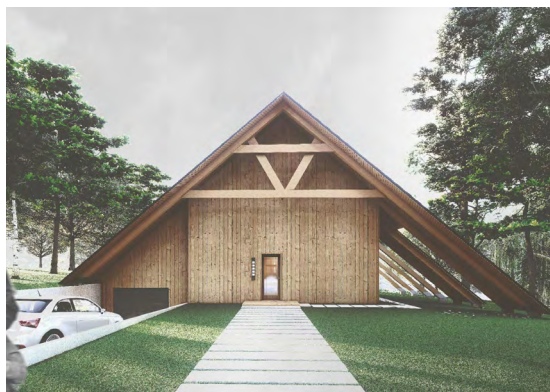


**Ryc. 2.** Rzut I piętra

1/01 – pokój dziecięcy; 1/02 – ubikacja; 1/03 – sypialnia; 1/04 – komunikacja; 1/05 – klatka schodowa; 1/06 – pokój dziecięcy, oprac. Karolina Kasprzycka



**Ryc. 3.** Widok 3d – Elewacja południowa i wschodnia, oprac. Karolina Kasprzycka



**Ryc. 4.** Widok 3d – Elewacja północna, oprac. Karolina Kasprzycka

## Podsumowanie

Wykorzystanie materiałów pochodzenia naturalnego, organicznego w projektowaniu architektonicznym oraz budownictwie stwarza wiele nowych możliwości dla projektantów. Zastosowanie innowacyjnych technologii łączących materiały organiczne z powszechnie dostępnymi materiałami budowlanymi umożliwia optymalizację kosztów realizacji inwestycji a także wykorzystanie odpadów produkcyjnych przemysłu rolniczego w budownictwie. Konopia bądź kukurydza może stanowić znaczącą sposobność do poprawy gospodarki rolnej, dzięki niskim wymaganiom glebowym oraz szerokim zastosowaniu wśród różnorodnych gałęzi przemysłu. Pomimo obiecującego rozwoju produktów biodegradowalnych, w szczególności konopi, ich postęp może być

uzależniony od popytu rynkowego a także świadomości przyszłych inwestorów. Podsumowując, idea oraz właściwości materiałów biodegradowalnych wymagają przedsięwzięć popularyzujących wśród sektora budowlanego. Rozwiązania konstrukcyjne bazujące na wykorzystaniu surowców odnawialnych oraz zasobów naturalnych w sposób zrównoważony, mogą odgrywać ważną rolę w eliminacji wysokiej emisji dwutlenku węgla oraz śladu węglowego na świecie.

## Literatura

- [1] P. Tobin, N.M. Schmidt, J. Tosun, C. Burns, Mapping states' Paris climate pledges: Analysing targets and groups at COP 21, *Global Environ. Change* 48 (2018) 11–21.
- [2] Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, "Bâtiments et villes durables – Déchets du bâtiment" 2012.
- [3] P. Aversa, A. Marzo, C. Tripepi, S. Sabbadini, G. Dotelli, P. Lauriola, C. Moletti, V.A.M. Luprano Hemp-lime buildings: thermo-hygrometric behavior of two casestudies in North and South Italy, *Energy & Buildings* 247 (2021) 111147.
- [4] A. Laborel-Préneron, C. Magniont, J. E. Aubert, Characterization of Barley Straw, Hemp Shiv and Corn Cob as Resources for Bioaggregate Based Building Materials, *Waste Biomass Valor* (2018) 9:1095–1112, DOI 10.1007/s12649-017-9895-z.
- [5] G. Crin, E. Lichtfouse, G. Chanet, N. Morin-Crini, Applications of hemp in textiles, paper industry, insulation and building materials, horticulture, animal nutrition, food and beverages, nutraceuticals, cosmetics and hygiene, medicine, agrochemistry, energy production and environment: a review, *Environmental Chemistry Letters* (2020) 18:1451–1476.
- [6] P. Sokołowski, P. Kossakowski, Kompozyt wapienno-konopny – materiał ekologiczny, *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej* ISSN 0526-5916 nr 25 (2019), 230–240.
- [7] Y. Gündüz, Y. Şahin, Relation of the Thermal Conductivity and the Electrical Resistivity to the Unit Weight of Hemp Based Composites, *International Journal of Thermophysics* (2021) 42:103, <https://doi.org/10.1007/s10765-021-02857-8>
- [8] P. Ranalli, G. Venturi, Hemp as a raw material for industrial applications, *Euphytica* 140: 1–6, 2004.
- [9] I. Bošković, A. Radivojević, Life cycle greenhouse gas emissions of hemp-lime concrete wall constructions in Serbia: The impact of carbon sequestration, transport, waste production and end of life biogenic carbon emission, *Journal of Building Engineering* 66 (2023) 105908.
- [10] M. Degrave-Lemeurs, P. Glé, A. Hellouin de Menibus, Acoustical properties of hemp concretes for buildings thermal insulation: Application to clay and lime binders, *Construction and Building Materials* 160 (2018) 462–474.
- [11] F. Bennai, M. Yacine Ferroukhi, F. Benmahiddine, R. Belarbi, A. Nouviaire, Assessment of hygrothermal performance of hemp concrete compared to conventional building materials at overall building scale, *Construction and Building Materials* 316 (2022) 126007.

## “Biodegradable House” – designing in a way that is compatible with nature as a challenge for an architect

**Abstract:** The purpose of this article is to show the possibility of using selected materials of natural origin in single-family housing. The impulse to carry out study design work is the increase in global carbon dioxide emissions, in which the construction sector plays an important role. The solution to reduce greenhouse gas emissions is the use of biodegradable materials, among which we can distinguish a hemp-lime composite. Thanks to its practical features, hemp is widely used in various industries, including architecture. In the engineering diploma thesis, special attention was paid to the possibility of using hemp composite in the designed architectural elements. The assumption was made to minimize materials with unfavorable properties and a large carbon footprint, thus reducing energy consumption and the negative impact of residential buildings on the environment.

**Keywords:** architecture, ecology, biodegradable materials, hemp, hemp construction, hempcrete, hemp-lime composite