

Marcin Furtak*

orcid.org/0000-0001-9175-1747

Michał Ciuła**

orcid.org/0000-0002-4345-0381

Anna Korzeniowska***

orcid.org/0009-0004-5523-379X

Ślady środowiskowe tradycyjnego domu drewnianego – ekologiczne dziedzictwo kulturowe Małopolski

Environmental Footprints of a Traditional Wooden House: Ecological Cultural Heritage of Lesser Poland

Słowa kluczowe: ślady środowiskowe, dom drewniany, ekologia, architektura, tradycja

Keywords: environmental footprints, wooden house, ecology, architecture, tradition

Wstęp

Tradycyjne metody gospodarowania zasobami, tradycyjna wiedza i praktyki, które odzwierciedlają głębokie zrozumienie i szacunek dla lokalnych środowisk, stanowią kluczowy element zarządzania zasobami naturalnymi i ochrony bioróżnorodności. Budynki i struktury, które są częścią dziedzictwa kulturowego, często integrują elementy naturalne i są dostosowane do lokalnych warunków środowiskowych. Poszukując dziś nowoczesnych rozwiązań energooszczędnych i ekologicznych, często niestety sięgamy po takie, które są oderwane od lokalnej tradycji i tożsamości. Ten artykuł porusza temat polskiej spuścizny budowlanej, uwypuklając jej często zapomniany ekologiczny charakter. Jako protoplastyczny wzór posłuży typowy historyczny dom drewniany z bala, stanowiący charakterystyczny przykład dawnej architektury powszechnej w południowej części Polski aż do połowy XX w. (ryc. 1). Analiza środowiskowa tego typu obiektu tylko pozornie jest spóźniona. Wskazanie praktyk budowlanych na bazie dziedzictwa kulturowego może dostarczyć cennych lekcji na temat efektywności

Introduction

Traditional methods of resource management, traditional knowledge, and practices that reflect a deep understanding and respect for local environments are a key element of natural resource management and biodiversity conservation. Buildings and structures that are part of cultural heritage often integrate natural elements and are adapted to local environmental conditions.

In the search for modern energy-efficient and eco-friendly solutions, we unfortunately often turn to approaches disconnected from local tradition and identity. This article addresses the topic of Polish architectural heritage, highlighting its often forgotten eco-friendly character.

As a prototypical model, it uses the typical historical log house, a characteristic example of early architecture that was common in the southern part of Poland until the mid-twentieth century (Fig. 1). The environmental analysis of such structures may seem belated, but it can provide valuable lessons on energy efficiency, durability, and integration with the natural environment.

* dr hab. inż. arch., prof. PK, Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, Małopolskie Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego

** dr inż. arch., Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, Małopolskie Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego

*** mgr inż. arch., absolwentka Wydziału Architektury Politechniki Krakowskiej

* Ph.D. D.Sc. Eng. Arch., Professor at the Cracow University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Małopolska Laboratory of Energy-Efficient Building

** Ph.D. Eng. Arch., Cracow University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Małopolska Laboratory of Energy-Efficient Building

*** M.Sc. Eng. Arch., graduate of the Cracow University of Technology, Faculty of Architecture

Cytowanie / Citation: Furtak M., Ciuła M. Environmental Footprints of a Traditional Wooden House: Ecological Cultural Heritage of Lesser Poland. *Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation* 2025, 82:56–69

Otrzymano / Received: 30.09.2024 • **Zaakceptowano / Accepted:** 3.04.2025

doi: 10.48234/WK82HOUSE

Praca dopuszczona do druku po recenzjach

Article accepted for publishing after reviews

energetycznej, wytrzymałości oraz integracji z otoczeniem naturalnym. Benchmarkowe metody mogą pomóc w odnalezieniu prawdziwie ekologicznej drogi w rozwoju, a nawet wskazać wartości, które powinny być bardziej dostrzegane, analizowane i rozwijane globalnie. W związku z tym artykuł oferuje połączenie perspektywy historycznej z bezpośrednimi odniesieniami do współczesnych wartości ekologicznych i energooszczędnych.

Historyczne budownictwo drewniane – lokalizacja i układ przestrzenny

„Mówiąc, polskie budownictwo drewniane, powiadamy bezmała tyle, co: polska rodzima architektura” [Puszet 1903, s. 1]. Jednakże w ostatnich dziesięcioleciach wiele drewnianych konstrukcji zostało, z różnych powodów, niemal całkowicie zniszczonych. „Jeszcze w latach 50. XX wieku Państwowy Zakład Ubezpieczeń Społecznych szacował liczbę zachowanych obiektów drewnianych (niesakralnych) na 5 milionów, z czego 10% uznawano za wartościowe jako zabytki” [Pruszyński 2001, s. 219–220]. „W 1962 roku liczbę budynków drewnianych na wsiach szacowano już na 4 miliony (a więc w ciągu kilku lat ubył milion obiektów), przy czym co roku płonęło aż 25 tysięcy drewnianych budynków (w tym 2 tysiące od uderzenia piorunów)” [Grabski 2012, s. 196]. Krajowa Ewidencja Zabytków zawiera obecnie 145 261 obiektów architektury, w tym 39 960 obiektów drewnianych [Kłoczko 2023, s. 38].

Upředzenie do architektury drewnianej wynikało w dużej mierze z zakorzenionego od starożytności postrzegania konstrukcji drewnianych jako wskaźnika niskiego poziomu rozwoju materialnego i duchowego społeczeństw „barbarzyńskich”. Już w I w. n.e., opisując świat germańskich plemion, które leżały poza północnymi granicami terytorium Rzymu, Tacyt zauważył: „Nie znają oni zaprawy ani cegieł; do wszelkich celów używają surowego, niekształtnego drewna, nie dbając o estetykę” [Khodakovsky, Lexau 2015, s. 8]. Proces usuwania architektury drewnianej przyspieszył w 2. połowie XX w., za sprawą postępującej urbanizacji i modernizacji. Wiele starych drewnianych domów zostało zastąpionych nowoczesnymi budynkami wykonanymi z cegły, betonu czy innych materiałów, które uznano za bardziej trwałe i nowoczesne.

Architektura drewniana służy obecnie swojemu celowi tylko okazjonalnie. „Budownictwo drewniane stanowi zaledwie ok. 1% całości branży w Polsce. [...] Co siódmy dom drewniany powstaje w Małopolsce, tylko 2% na Mazowszu” [~kafal 2020]. Dane te uwzględniają konstrukcje szkieletowe, domy z CLT i konstrukcje z bala. Te ostatnie są jednak budowane nową, hybrydową metodą, która jest zgodna z obowiązującymi przepisami budowlanymi, ale nie uwzględnia naturalnych właściwości (pojemności cieplnej) ścian z bali.

W klimacie chłodnym i umiarkowanym historycznie domostwa o konstrukcji drewnianej lokalizowano w dolinach, co ułatwiało dostęp do dróg komunikacyjnych, zapewniało źródło wody z dolin rzecznych i chroniło



Ryc. 1. Przykład tradycyjnego domu z bala, fot. M. Ciula

Fig. 1. Example of a traditional log house; photo by M. Ciula

Benchmark methods based on cultural heritage can help identify truly eco-friendly development paths and even highlight values that should be more widely recognized, analyzed, and developed globally.

Therefore, this article offers a combination of historical perspective with direct references to contemporary eco-friendly and energy-efficient values.

Historical wooden architecture – location and spatial layout

When we say Polish wooden architecture, we almost mean the same as: native Polish architecture” [Puszet 1903, p. 1]. However, in recent decades, for various reasons, many wooden structures have been almost completely destroyed. “As late as the 1950s, the State Social Insurance Institution estimated the number of preserved wooden structures (non-religious) at 5 million, of which 10% were considered valuable as monuments” [Pruszyński 2001, pp. 219–220]. “In 1962, the number of wooden buildings in rural areas was estimated at 4 million (meaning that within just a few years, a million structures had disappeared), with as many as 25,000 wooden buildings burning down each year (including 2,000 struck by lightning)” [Grabski 2012, p. 196]. The National Register of Monuments currently lists 145,261 architectural structures, including 39,960 wooden structures [Kłoczko 2023, p. 38].

Prejudice against wooden architecture largely stems from the deep-seated perception, rooted in antiquity, that wooden structures indicate a low level of material and spiritual development among “barbarian” societies. As early as the first century AD, when describing the world of Germanic tribes located beyond the northern borders of the Roman Empire, Tacitus noted: “They do not know mortar or brick; for all purposes, they use raw, unshaped wood, without concern for aesthetics” [Khodakovsky, Lexau 2015, p. 8]. The process of re-

przed silnymi wiatrami. Z drugiej strony takie położenie mogło się przyczyniać do zalegania w dolinach smogu. Wybór miejsca do osiedlenia był uzależniony od potrzeb gospodarczych, takich jak hodowla zwierząt czy rolnictwo, co także wpływało na podział terenu. Struktura przestrzenna wsi zależała od wymogów przestrzennych niezbędnych do funkcjonowania społeczności. Osady zazwyczaj tworzone w takiej odległości od pól uprawnych, pastwisk i lasów, by możliwy był powrót do domu w ciągu dnia, co powodowało efektywne wykorzystanie ziemi do utrzymania mieszkańców.

Z punktu widzenia współczesnych koncepcji ekologicznych warto wskazać, że taka lokalizacja osady mogła wpływać na zużycie energii. Ochrona przed wiatrem odgrywa istotną rolę w jego minimalizacji, zwłaszcza w kontekście wentylacji oraz zabezpieczenia budynków przed nadmiernym wychłodzeniem. Historyczny problem smogu w takim położeniu jest dziś ograniczany dzięki nowym technologiom redukującym emisję. Dodatkowo koncentracja działalności gospodarczej i życiowej w jednym miejscu pomagała minimalizować potrzebę długich podróży, co z kolei dzisiaj możemy interpretować jako właściwe rozwiązanie ograniczające emisje związane z transportem [Wegener 1996, s. 103].

Orientacja domów w kierunku południowym była kluczowa, by w pełni czerpać z dobrodziejstw światła słonecznego, zarówno do ogrzewania, jak i do rozświetlania wnętrza głównej sali. Chłodniejsze pomieszczenia, przeznaczone do przechowywania żywności, znajdowały się po stronie północnej. Izba, choć mogła zdziwić swoimi skromnymi rozmiarami, była skutecznie izolowana od zewnętrznych warunków przez przestrzenie buforowe, takie jak piwnica, strych czy sień. W obrębie tego samego dachu umieszczano również pomieszczenia dla zwierząt, takie jak stajnie lub obory, które nie tylko służyły swojemu bezpośredniemu celowi, ale także przyczyniały się do dodatkowego ogrzewania budynku ciepłem wydzielanym przez zwierzęta. W górnych partiach budynku, na strychu, gdzie przechowywano siano, często znajdowały się również dodatkowe miejsca do spania, optymalizując wykorzystanie dostępnej przestrzeni [Gumułka 2015, s. 121–127].

Patrząc przez pryzmat obecnych zasad ekologicznych, analizowany budynek historyczny miał wszystkie cechy projektu zrównoważonego środowiskowo. Zastosowanie wspomnianych stref buforowych do izolacji głównego pomieszczenia mieszkalnego od warunków zewnętrznych to metoda zwiększania efektywności energetycznej budynku. Ciepło zwierząt z kolei to nic innego jak biogeniczny system ogrzewania lub ogrzewanie pasywne. Historyczne rozwiązania w sposób inteligentny wykorzystywały lokalne zasoby i naturalne procesy w celu zwiększenia wydajności energetycznej budynku i komfortu mieszkańców.

Urok historycznego małopolskiego domu wiejskiego tkwi w jego nieskomplikowanym, ale genialnym układzie funkcjonalnym, który doskonale łączy prostotę z funkcjonalnością. Te niewielkie, ale starannie zaplanowane przestrzenie, ograniczone do absolutnie

moving wooden architecture accelerated in the second half of the twentieth century, driven by ongoing urbanization and modernization. Many old wooden houses were replaced by modern buildings made of brick, concrete, or other materials considered more durable and contemporary.

Wooden architecture today serves its purpose only occasionally. "Wooden construction accounts for only about 1% of the entire industry in Poland. [...] One in seven wooden houses is built in Lesser Poland, and only 2% in Mazovia" [~kafal 2020]. These figures include frame structures, CLT houses, and log constructions. However, the latter are built using a new hybrid method that complies with current building regulations but does not account for the natural properties (thermal capacity) of log walls.

In cold and temperate climates, historically, wooden houses were located in valleys, which facilitated access to transport routes, provided a source of water from river valleys, and protected against strong winds. On the other hand, such locations could contribute to the accumulation of smog in the valleys. The choice of settlement location depended on economic needs, such as animal husbandry or agriculture, which also influenced land division. The spatial structure of villages depended on the spatial requirements necessary for the functioning of the community. Settlements were usually established at a distance from fields, pastures, and forests that allowed a return home during the day, resulting in efficient use of land to sustain the inhabitants.

From the perspective of modern ecological concepts, it is worth noting that such settlement locations could affect energy consumption. Wind protection plays a significant role in minimizing energy loss, especially in the context of ventilation and protecting buildings from excessive cooling. The historical smog problem in such locations is now mitigated by new technologies that reduce emissions. Additionally, the concentration of economic and daily activities in one place helped minimize the need for long journeys, which today can be interpreted as a practical solution for reducing transport-related emissions [Wegener 1996, p. 103].

The orientation of houses towards the south was crucial to fully benefit from sunlight, both for heating and for illuminating the main room. Cooler rooms used for food storage were located on the northern side. Although modest in size, the main room was effectively insulated from external conditions by buffer spaces such as a cellar, attic, or vestibule. Under the same roof, spaces for animals, such as stables or barns, were often included, not only serving their direct purpose but also to contribute to additional heating through the warmth generated by the animals. In the upper parts of the building, in the attic where hay was stored, there were often additional sleeping spaces, optimizing the use of available space [Gumułka 2015, pp. 121–127].

niezbędnych elementów, miały jedno główne zadanie: zapewnić rodzinie ciepło, schronienie i poczucie bezpieczeństwa. Choć ich powierzchnia mieszkalna często nie przekraczała 25 m², wnętrza tętniły życiem – to tutaj rodzina spała, jadła posiłki, wychowywała dzieci, modliła się i przygotowywała do przetrwania srogich zim. Praca, rozrywka i większość codziennych zajęć odbywały się na zewnątrz, co jeszcze bardziej podkreślało pragmatyczny charakter tych budynków [Gawliński 2022, s. 35]. Małopolski dom wiejski, choć skromny, pulsował energią rodzinnej bliskości i wzajemnej troski, będąc świadectwem nieustępliwości i siły ducha kolejnych pokoleń, które żyły pod jego dachem.

Na przełomie XIX i XX w. tradycyjne budownictwo drewniane w Polsce i w innych częściach Europy opierało się na wielowiekowej praktyce przekazywanej z pokolenia na pokolenie. „Na fundament pod budowlę używają albo takich łamańców, albo okrągławych, granitowych kamieni, zawałających dna potoków i pola. Kamienie układają albo wprost na ziemię, albo na wapno” [Matlakowski W. 1892, s. 25]. Niejednokrotnie cieśle, którzy budowali domy w XIX w., nie rozpoczynali swojej pracy od zera, lecz wykorzystywali istniejące już fundamenty stanowiące pozostałość po wcześniejszych konstrukcjach. Budowle te mogły mieć swoje początki nawet w XVIII, a czasem i XVII w. Fundamenty kamienne były na tyle solidne, że mogły przetrwać stulecia.

Pierwszym błędem, który współcześnie popęnia wielu budowniczych domów z bali, jest wznoszenie konstrukcji drewnianej na niewłaściwym fundamencie. Kapilarność, przenikanie wody gruntowej, kondensacja, niewłaściwa izolacja lub brak drenażu mogą spowodować, że fundament zawiedzie i dom szybko znacznie niszczyć [Czupajłło 2011, s. 1063]. Sprawdzona od pokoleń sucha lokalizacja stanowiła gwarancję trwałości ścian. Można ją też uznać za historyczną formę recyklingu – roboty ziemne zawsze były energochłonne. Chęć maksymalnego ograniczania kosztów energetycznych realizowanych przy użyciu siły fizycznej jawi się jako rozsądne podejście. Jednakże wraz z rozwojem technologii koszty energetyczne zostały przerzucone na węgiel, ropę i gaz. Korzystając z doświadczeń dziedzictwa kulturowego, jednoznacznie możemy stwierdzić, że zawsze najekonomiczniej jest korzystać z już istniejących obiektów czy ich elementów, w których trwałości możemy odnaleźć energooszczędność [Otero-Pailos 2016, s. 83], a recykling to gwarant ekologicznego bezpieczeństwa.

Historyczny dom małopolski ideowo odpowiada współczesnym trendom mieszkaniowym. Zyskujący na popularności minimalizm, który ogranicza posiadanie rzeczy i przestrzeń do tego, co jest absolutnie konieczne, ma na celu uproszczenie życia i skupienie na tym, co najważniejsze. Dziś obserwujemy podobne podejście w projektowaniu nowoczesnych wnętrz, które muszą być elastyczne i wielofunkcyjne (multifunkcyjne). Małe mieszkania czy domy z otwartym planem coraz częściej są projektowane tak, aby mogły zmieniać swoje przeznaczenie w zależności od potrzeb.

From the perspective of contemporary ecological principles, the historical building under analysis had all the features of an environmentally sustainable design. The use of buffer zones such as a cellar, attic, or vestibule to insulate the main living area from external conditions is a method of increasing the energy efficiency of the building. Animal heat can be considered a biogenic heating system or passive heating. Historical solutions intelligently utilized local resources and natural processes to increase energy efficiency and comfort for the inhabitants.

The charm of the historical Lesser Poland rural house lies in its uncomplicated yet ingenious functional layout, which perfectly combines simplicity with functionality. These small but carefully planned spaces, limited to the absolutely essential elements, had one main task: to provide the family with warmth, shelter, and a sense of security. Although their living space often did not exceed 25 m², the interiors were full of life—this is where families slept, ate, raised children, prayed, and prepared to survive harsh winters. Work, entertainment, and most daily activities took place outdoors, further emphasizing the pragmatic character of these homes [Gawliński 2022, p. 35]. The Lesser Poland rural house, though modest, pulsed with the energy of family closeness and mutual care, bearing witness to the resilience and spirit of the generations that lived under its roof.

At the turn of the nineteenth and twentieth centuries, traditional wooden construction in Poland and other parts of Europe relied on centuries-old practices passed down from generation to generation. “For the foundations of buildings, they use either such angular stones or round granite stones, clogging the bottoms of streams and fields. Stones are placed either directly on the ground or on lime” [Matlakowski W. 1892, p. 25]. Often, carpenters who built houses in the nineteenth century did not start their work from scratch but used existing foundations that were remnants of earlier structures. These buildings could have origins dating as far back as the eighteenth or even seventeenth centuries. Stone foundations were solid enough to last for centuries.

The first mistake that many modern log house builders make today is constructing the wooden structure on an improper foundation. Capillarity, ground-water infiltration, condensation, improper insulation, or lack of drainage can cause the foundation to fail, and the house will quickly begin to deteriorate [Czupajłło 2011, p. 1063]. Generations-proven dry location was a guarantee of wall durability. It can also be seen as a historical form of recycling—earthworks were always energy-intensive. The desire to minimize energy costs associated with physical labor seems a reasonable approach. However, as technology developed, these energy costs were shifted to coal, oil, and gas. Drawing on the lessons of cultural heritage, we can clearly state that it is always most economical to use already existing structures or their elements, where durability can

Kuchnia staje się miejscem spotkań, salon pełni funkcję biura, a taras czy ogród zamienia się w dodatkowy pokój na świeżym powietrzu [Mielnik 2012, s. 258]. Tak jak w przykładowym domu przestrzeń była nie tylko miejscem do mieszkania, ale też adaptowała się do różnych form aktywności, podobnie dzisiaj minimalistyczne projekty szukają sposobów na maksymalizację funkcjonalności na jak najmniejszej powierzchni.

Małe okna i niskie drzwi w tradycyjnych domach Małopolski stanowiły celowe rozwiązanie, które ograniczało wpływ zewnętrznych warunków atmosferycznych, takich jak ekstremalne temperatury czy silne wiatry [Poradnik remontu 2023, s. 7], a jednocześnie zapewniało podstawowy dostęp do światła i możliwość wentylacji. Wejście do domu wymagało pochylecia się, co dodatkowo zmniejszało straty ciepła.

Współcześnie zdecydowana większość inwestorów, kierując się modą i oczekiwaniami wizualnymi, preferuje projekty mocno przeszklone, często wręcz przeszłonecznione. W efekcie konieczne staje się wprowadzanie dodatkowych rozwiązań chroniących przed nadmiernym nasłonecznieniem, takich jak rolety, żaluzje czy szkło przeciwsłoneczne. Mniejsze okna i drzwi mogłyby znaleźć zastosowanie w projektach pasywnych, gdzie minimalizacja strat ciepła i ochrona przed warunkami atmosferycznymi są priorytetem. Warto zauważyć, że prawdziwa architektura pasywna to przemyślana strategia zarządzania ciepłem: otwierania się na zyski cieplne z otoczenia i ochrony przed stratami, np. przez stosowanie okiennic, podcieni. Dziś mianem pasywnego określa się często budynki zeroenergetyczne, w których nacisk kładzie się przede wszystkim na parametry materiałowe i technologię, pomijając pierwotne założenia projektowania pasywnego jako podejścia holistycznego. Okna, nawet jeśli nowoczesne, wiążą się nie tylko z potencjalnymi stratami, ale stanowią też ważne źródło energii cieplnej. Kluczem jest równowaga, którą w przeszłości udawało się kierować, a nie przesadna minimalizacja lub maksymalizacja.

Historyczne budownictwo drewniane – materiał regionalny

Materiały używane do budowy domów w przeszłości charakteryzowały się przede wszystkim lokalnym pochodzeniem. Główne surowce, takie jak drewno, glina i wapno, były pozyskiwane oraz przygotowywane w bliskiej odległości od placu budowy, zależnie od bieżących potrzeb. Piasek rzeczny i metale wytopiane w lokalnych hutach, a następnie obrabiane przez miejscowych rzemieślników-kowali również stanowiły fundament budownictwa. Proste materiały, trafiając w ręce doświadczonych rzemieślników z okolicy, przekształcały się w rozmaite przedmioty: od tradycyjnych mebli przez stolarkę okienną i drzwiową po sprzęty codziennego użytku w domu i kuchni.

Glina, wzbogacona sieczką i piaskiem, była uniwersalnym materiałem stosowanym w tradycyjnym budownictwie [Szewczyk 2011, s. 40]. Z niej tworzo-

be found as a form of energy efficiency [Otero-Pailos 2016, p. 83], and recycling is a guarantee of ecological safety.

The historical Lesser Poland house ideologically aligns with contemporary housing trends. The growing popularity of minimalism, which limits possessions and space to what is absolutely necessary, aims to simplify life and focus on what is most important. Today, we observe a similar approach in modern interior design, which must be flexible and multifunctional. Small apartments or houses with open floor plans are increasingly often designed to adapt to changing needs. The kitchen becomes a meeting place, the living room serves as an office, and the terrace or garden transforms into an additional outdoor room [Mielnik 2012, p. 258]. Just as in the example of the historical house, space was not only a place to live but also adapted to various forms of activity, similarly today, minimalist designs seek ways to maximize functionality within the smallest possible footprint.

Small windows and low doors in traditional Lesser Poland houses were intentional solutions that limited the impact of external weather conditions, such as extreme temperatures or strong winds [Poradnik remontu 2023, p. 7], while still providing basic access to light and ventilation. Entering the house required bending down, which additionally reduced heat loss.

Contemporarily, the vast majority of project owners—guided by fashion and visual expectations—prefer heavily glazed, often overly sunlit designs. As a result, it becomes necessary to introduce additional solutions to protect against excessive sunlight, such as blinds, shutters, or solar glass. Smaller windows and doors could find application in passive designs, where minimizing heat loss and protection from weather conditions are priorities. It is worth noting that true passive architecture is a well-planned strategy of heat management: capturing heat gains from the environment and protecting against losses, for example, through the use of shutters or overhangs. Today, buildings labeled as passive are often zero-energy structures that focus primarily on material parameters and technology, overlooking the original holistic approach of passive design. Windows—even modern ones—are not only potential sources of heat loss but also important sources of thermal energy. The key is balance, which in the past was skillfully managed, rather than excessive minimization or maximization.

Historical wooden architecture – regional material

Materials used for building houses in the past were primarily characterized by their local origin. The main raw materials, such as wood, clay, and lime, were sourced and prepared in close proximity to the construction site, depending on immediate needs. River sand and metals smelted in local foundries and then processed by local craftsmen-blacksmiths also formed

no fundamenty o dużej odporności na wilgoć, posadzki w sieniach oraz polepy, które pełniły funkcję izolacji cieplnej na strychach, a jednocześnie stanowiły naturalne zabezpieczenie przeciwpożarowe. Gлина była również szeroko stosowana do wyrobu naczyń kuchennych. Miejscowi kowale, którzy zajmowali się produkcją metalowych elementów takich jak zawiasy i zamki, wykorzystywali swoją rzemieślniczą wiedzę do tworzenia funkcjonalnych przedmiotów, które jednocześnie były estetyczne. Rzemieślnicy często zdobili swoje wyroby, nadając im unikatowy, lokalny charakter, odzwierciedlający zarówno tradycję, jak i wierzenia danej społeczności. Ta estetyczna dbałość o szczegóły była wyrazem kultury, w której przywiązywano wagę do piękna i funkcjonalności nawet w codziennych przedmiotach, podkreślając więź między użytkownikiem a jego otoczeniem.

Współczesna perspektywa pokazuje, że używanie surowców budowlanych takich jak drewno, glina, wapno i piasek rzeczny, pochodzących z lokalnych źródeł, jest kluczowym elementem zrównoważonego rozwoju. Tęgo rodzaju podejście nie tylko redukuje ślad węglowy przez ograniczenie emisji związanych z transportem materiałów, ale także wspiera lokalną gospodarkę, promując wykorzystanie zasobów z okolicy oraz zrównoważone nimi zarządzanie. Ponadto minimalizuje ogólny wpływ na środowisko, pozwalając na harmonijną współpracę z naturalnym otoczeniem. Korzystanie z lokalnych materiałów i rzemieślników w procesie budowy wpisuje się w obecne koncepcje promowania lokalnego rzemiosła oraz wspierania gospodarki opartej na zrównoważonych praktykach. Tęgo rodzaju podejście wzmacnia więzi w społeczności i podkreśla znaczenie tradycji w nowoczesnym, zrównoważonym rozwoju.

Współcześnie drewno jest postrzegane jako jeden z najbardziej ekologicznych i zrównoważonych materiałów budowlanych, szczególnie gdy pochodzi z odpowiedzialnie zarządzanych lasów. Jako surowiec odnawialny, może być zastępowane nowymi nasadzeniami, co czyni je bardziej przyjaznym dla środowiska w porównaniu do takich materiałów jak beton czy stal, które wymagają intensywnych procesów wydobywczych i produkcyjnych. Co więcej, drzewa w trakcie wzrostu pochłaniają dwutlenek węgla, przyczyniając się do redukcji emisji gazów cieplarnianych, a drewno używane w budownictwie dalej magazynuje węgiel przez cały okres użytkowania. Produkcja materiałów drewnianych wymaga zazwyczaj mniej energii niż wytwarzanie innych materiałów budowlanych, co przekłada się na mniejszy ślad węglowy [Švajlenka, Maroušková 2023, s. 1827]. Certyfikaty takie jak FSC (Forest Stewardship Council) gwarantują, że drewno jest pozyskiwane w sposób, który nie szkodzi lasom ani bioróżnorodności.

Dzięki zdolności do sekwestracji węgla oraz łatwości obróbki drewniane materiały budowlane charakteryzują się niewielką energią wcieloną i często mają ujemny ślad węglowy.

Drewno ma też dobre właściwości izolacyjne i dobrą pojemność cieplną, co może się przyczynić do zmniejszenia energii potrzebnej na ogrzewanie i chł-

the foundation of traditional construction. Simple materials, when placed in the hands of skilled local craftsmen, were transformed into a wide range of objects: from traditional furniture and window and door frames to everyday household items and kitchen utensils.

Clay, enriched with chaff and sand, was a universal material used in traditional construction [Szewczyk 2011, p. 40]. It was used to create foundations with high moisture resistance, floors in entryways, and wattle and daub, which served as thermal insulation in attics while also providing natural fire protection. Clay was also widely used for making kitchenware. Local blacksmiths, who produced ironmongery such as hinges and locks, used their craftsmanship to create functional items that were also aesthetically pleasing. Craftsmen often decorated their products, giving them a unique, local character that reflected both the traditions and beliefs of a given community. This aesthetic attention to detail was an expression of a culture that valued beauty and functionality even in everyday objects, emphasizing the bond between the user and their surroundings.

From a contemporary perspective, using building materials such as wood, clay, lime, and river sand from local sources is a key element of sustainable development. This approach not only reduces the carbon footprint by limiting emissions associated with transporting materials, but also supports the local economy, promoting the use of nearby resources and sustainable management of them. Additionally, it minimizes the overall environmental impact, allowing for harmonious coexistence with the natural environment. Using local materials and craftsmen in the construction process aligns with current concepts of promoting local craftsmanship and supporting economies based on sustainable practices. This approach strengthens community bonds and highlights the importance of tradition in modern, sustainable development.

Today, wood is considered one of the most ecological and sustainable building materials, especially when sourced from responsibly managed forests. As a renewable resource, it can be replaced by new plantings, making it more environmentally friendly compared to materials like concrete or steel, which require intensive extraction and production processes. Moreover, trees absorb carbon dioxide during their growth, helping to reduce greenhouse gas emissions, while the wood used in construction continues to store carbon throughout its lifecycle. The production of wood materials generally requires less energy than the manufacturing of other building materials, resulting in a lower carbon footprint [Švajlenka, Maroušková 2023, p. 1827]. Certifications like FSC (Forest Stewardship Council) ensure that the wood is sourced in a way that does not harm forests or biodiversity.

Thanks to its carbon sequestration capacity and ease of processing, wooden building materials have

dzenie budynków. Możliwość recyklingu lub ponownego wykorzystania drewna dodatkowo zmniejsza odpady i potrzebę wykorzystywania nowych surowców.

Analiza wybranych wartości środowiskowych historycznego budownictwa drewnianego

Drewno – materiał konstrukcyjny

Współczesna Polska rzadko korzysta z drewna jako głównego materiału budowlanego, co stanowi znaczące odejście od wielowiekowej tradycji ciesielskiej. Ta zmiana została przypieczętowana w latach 60. i 70. XX w., kiedy to nowe przepisy prawa budowlanego zaczęły wykluczać drewno z konstrukcji nowych domów, a samo drewniane budownictwo zostało społecznie odrzucone jako symbol zacofania, w ramach socjalistycznej polityki dążącej do modernizacji i zerwania z przeszłością. W efekcie popyt na tradycyjne umiejętności takie jak ciesielstwo czy stolarstwo znacznie zmalał, prowadząc do stopniowego zanikania tych zawodów. Współczesne normy budowlane w Polsce, kładące nacisk na trwałość, izolację i energooszczędność, faworyzują materiały inne niż drewno. Choć jest ono czasami stosowane w niektórych aspektach konstrukcji lub w mniejszych projektach budowlanych, to jednak nie stanowi już podstawowego surowca w głównym nurcie budownictwa. Odzwierciedla to szerszy trend modernizacji i technologicznego postępu, ale jednocześnie prowadzi do zatracenia bezcennej wiedzy i tradycji rzemieślniczej, która przez wieki kształtowała polski pejzaż architektoniczny. Tymczasem B. Allan Mackie we wstępie do ósmej edycji książki *Building with Logs* (Budowanie z bala) zauważa, że „ciało drzewa składa się z ciasno upakowanych pustych komórek. Pod mikroskopem wyglądają one jak plaster miodu. Kiedy drzewo zostaje ścięte, a jego życiodajne płyny wysychają, te maleńkie komory powietrzne zamykają się, stając się niemal idealnym materiałem izolacyjnym [...]. Drzewo w swojej naturalnej postaci jest niemal idealnym materiałem budowlanym” [Mackie 1997, s. 46].

Obliczanie izolacyjności termicznej zewnętrznych ścian budynku bazuje na parametrze znanym jako współczynnik przewodzenia ciepła λ , który jest charakterystyczny dla konkretnego materiału. W Polsce dla drewna ułożonego w poprzek włókien wartość tego współczynnika wynosi $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$. Parametr U dla ścian zewnętrznych, opisujący współczynnik przenikania ciepła, w Polsce w 2021 r. został ustalony na poziomie równej bądź mniejszej niż $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ [Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 15 kwietnia 2022 r.]. Od tego momentu, aby spełnić wymagania izolacyjności, ściany wykonane z prostokątnych bali z drewna litego lub klejonego, które nie są dodatkowo izolowane, muszą mieć grubość co najmniej 78 cm. Dla ścian z bali okrągłych wymagana jest średnica minimum 88 cm [Nitka 2017]! Parametr U nie jest jedynym czynnikiem wpływającym na zużycie energii. Ściana drewniana od południowej strony będzie akumulować ciepło słoneczne w ciągu dnia i stopniowo oddawać je w nocy. Ten proces trwa aż do nadejścia jesieni, kiedy konieczne staje się dogrzewanie wnętrza.

low embodied energy and often a negative carbon footprint. Wood also has good insulation properties and thermal capacity, which can contribute to reducing the energy required for heating and cooling buildings. The possibility of recycling or reusing wood further reduces waste and the need for new raw materials.

Analysis of selected environmental values of historical wooden architecture

Wood – construction material

Modern Poland rarely uses wood as the primary building material, which marks a significant departure from centuries-old carpentry traditions. This shift was solidified in the 1960s and 1970s, when new building regulations began to exclude wood from the construction of new homes, and wooden architecture itself was socially rejected as a symbol of backwardness, in line with socialist policies aimed at modernization and breaking with the past. As a result, demand for traditional skills like carpentry and joinery significantly declined, leading to the gradual disappearance of these trades. Contemporary building codes in Poland, which emphasize durability, insulation, and energy efficiency, favor materials other than wood. Although it is sometimes used in certain construction aspects or smaller building projects, it no longer serves as the primary material in mainstream construction. This reflects a broader trend of modernization and technological progress, but at the same time leads to the loss of invaluable knowledge and craftsmanship that has shaped the Polish architectural landscape for centuries.

Meanwhile, B. Allan Mackie, in the introduction to the eighth edition of his book *Building with Logs*, notes that “the body of a tree is made up of tightly packed hollow cells. Under a microscope, they look like a honeycomb. When the tree is cut down and its life-giving fluids dry out, these tiny air chambers close, becoming nearly ideal insulation material [...]. In its natural form, wood is almost the perfect building material” [Mackie 1997, p. 46].

Calculating the thermal insulation of external walls is based on a parameter known as the thermal conductivity coefficient, λ , which is characteristic of a particular material. In Poland, for wood laid across the grain, this coefficient is $0.16 \text{ W/m}^2\text{K}$. The U -value for external walls, describing the heat transfer coefficient, was set in Poland in 2021 at a level equal to or lower than $0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$ [Rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 15 kwietnia, 2022]. From this point on, to meet insulation requirements, walls made of rectangular logs from solid or glued wood, which are not additionally insulated, must have a thickness of at least 78 cm. For round log walls, a minimum diameter of 88 cm is required [Nitka 2017].

However, the U -value is not the only factor influencing energy consumption. A wooden wall on the

Kilka krótkich, intensywnych paleń w szczelnym piecu na drewno może wystarczyć, aby ogrzać dobrze zbudowany nowoczesny dom z bali w zimie. Kluczem jest utrzymanie temperatury bali powyżej tej ustawionej na termostacie dla pieca lub kotła na paliwo kopalne. Polskie prawo budowlane niestety całkowicie pomija kwestie pojemności cieplnej ściany drewnianej.

Brak rozpoznania domu drewnianego przez decydentów polskiego dziedzictwa kulturowego spowodował całkowite podporządkowanie się nowoczesnym trendom izolacyjności. Trendy te nie uwzględniają rzeczywistej fizyki tradycyjnego budynku z drewna w polskich realiach klimatycznych. Co interesujące, w krajach, w których klimat jest jeszcze surowszy, udało się wprowadzić właściwe przepisy i normy.

Przykładowo, na Alasce jest możliwe budowanie domów z bali, których grubość nie przekracza 6 lub 8 cali (15,24 cm lub 20,32 cm). „Można to osiągnąć poprzez przemyślane zastosowanie izolacji do fundamentu lub podłogi oraz wysoce izolowany dach, energooszczędne okna skierowane na słońce i efektywne ogrzewanie. Bale muszą być szczególnie szczelne, a system wentylacyjny musi być zgodny z sekcją 2.5 normy BEES” [Musick 1992, s. 3].

W ramach badań ASSET Study [Bettgenhaeuser et al. 2020, s. 7], wykonanych dla potrzeb Komisji Europejskiej, przeanalizowano wpływ budynków drewnianych na klimat, energię wcieloną i emisję gazów cieplarnianych. Główne wnioski z przeprowadzonych analiz są następujące:

1. W wypadku przeciętnego drewnianego domu jednorodzinnego emisje wynoszą 0,3 t CO₂e dla procesu budowlanego, jednocześnie dom magazynuje 42,8 t CO₂e w samym drewnie, podczas gdy dla przeciętnego domu jednorodzinnego wykonanego z mieszanki mineralnej emisje dla procesu budowlanego są na poziomie 73,5 t CO₂e.
2. Dla pojedynczego budynku oszczędność emisji gazów cieplarnianych sięga powyżej 90%, jeśli materiały konstrukcyjne składające się z mieszanki mineralnej zostaną zastąpione drewnem (w dodatku nie uwzględniając przy tym magazynowania CO₂ w drewnie).
3. Jeżeli obecny udział drewna w rynku nowych budynków będzie stale wzrastał z 5,5% w roku 2020 do 75% w 2050 (przy założeniu obecnej struktury energetycznej), to w 2050 nie wprowadzimy do atmosfery 62 Mt gazów cieplarnianych, a sumaryczna oszczędność wyniesie 827 Mt.
4. Oprócz efektu substytucji mieszanki mineralnej drewno jako materiał budowlany może zmagazynować do 83 Mt CO₂ w postaci węgla w 2050 r. (w porównaniu z ok. 6 Mt dzisiaj). W całym okresie do 2050 r. budynki mogłyby zgromadzić w sumie 1112 Mt CO₂.
5. Efekt magazynowania CO₂ w budynkach drewnianych może być utrzymany przez długi czas, o ile utylizowane lub spalone drewno będzie zastępowane no-

southern side of a house will accumulate solar heat during the day and gradually release it at night. This process continues until the arrival of autumn, when additional heating becomes necessary. A few short, intense burns in a tightly sealed wood stove can be sufficient to heat a well-built, modern log home in winter. The key is to maintain the log temperature above the setting on the thermostat for a fossil fuel stove or boiler. Unfortunately, Polish building law completely overlooks the thermal mass of wooden walls.

The lack of recognition of wooden houses by Polish cultural heritage decision-makers has resulted in a complete submission to modern insulation trends. These trends do not account for the actual physics of traditional wooden buildings in Polish climatic realities. Interestingly, in countries with even harsher climates, appropriate regulations and standards have been successfully implemented.

For example, in Alaska, it is possible to build log homes with a thickness not exceeding 6 or 8 inches (15.24 cm or 20.32 cm). “This can be achieved through thoughtful use of foundation or floor insulation, highly insulated roofs, energy-efficient windows facing the sun, and efficient heating. Logs must be particularly tightly sealed, and the ventilation system must comply with section 2.5 of the BEES standard” [Musick 1992, p. 3].

As part of the ASSET Study [Bettgenhaeuser et al. 2020, p. 7], conducted for the European Commission, the impact of wooden buildings on climate, embodied energy, and greenhouse gas emissions was analyzed. The main conclusions from the analyses are as follows:

1. For an average wooden single-family house, the emissions amount to 0.3 t CO₂e for the construction process, while the house itself stores 42.8 t CO₂e in the wood. In comparison, for an average single-family house made of mineral mix, the emissions for the construction process are at the level of 73.5 t CO₂e.
2. For a single building, the greenhouse gas emissions savings can exceed 90% if the mineral mix construction materials are replaced with wood (not including the carbon storage in the wood itself).
3. If the current share of wood in the new building market steadily increases from 5.5% in 2020 to 75% in 2050 (assuming the current energy structure), by 2050, 62 Mt of greenhouse gases will be prevented from entering the atmosphere, and the total savings will amount to 827 Mt.
4. In addition to the substitution effect of mineral mix, wood as a building material can store up to 83 Mt of CO₂ in the form of carbon in 2050 (compared to about 6 Mt today). Over the entire period until 2050, buildings could store a total of 1112 Mt of CO₂.
5. The carbon storage effect in wooden buildings can be maintained over a long period, provided that the

wymi produktami z drewna. Najlepiej, jeśli drewno będzie recyklingowe, aby uniknąć uwalniania węgla. W sumie efekt substytucji i magazynowania gazów cieplarnianych może odpowiadać nawet 145 Mt w roku 2050 (maksymalnie) oraz 1939 Mt, licząc sumarycznie do 2050.

Brak rozpoznania wartości drewna jako doskonałego materiału budowlanego w Polsce, wynikający z historycznych przekonań, uniemożliwia wykorzystanie jego potencjału w kontekście efektywności energetycznej i ochrony środowiska.

Strefy buforowe – przedsionek, wiatrołap, sień

Funkcje izolacji od czynników zewnętrznych w nowoczesnych budynkach przejmują materiały i rozwiązania konstrukcyjne. Co gorsza, bardzo często projekty współczesnych domów są pozbawione przedsionków. O konieczności ich stosowania mówi „§ 63. Przedsionki” [Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 15 kwietnia 2022 r.], jednak w istocie jest to przepis martwy. Nie istnieje regulacja prawna, która wskazywałaby na wymiary wiatrołapów, bardzo często ich funkcję spełniają hole, w skrajnych przykładach w wiatrołapach mogą się znajdować nawet klatki schodowe.

Dla przykładu rozważymy sytuację, w której są dwa budynki o ogrzewanej kubaturze 400 m³, z tą różnicą, że jeden ma nieogrzewany wiatrołap. Interesuje nas, jakie straty energetyczne poniesie zarówno pierwszy, jak i drugi teoretyczny obiekt budowlany po otwarciu drzwi na 20 s w teoretycznej sytuacji, w której temperatura otoczenia wynosi 0°C. W przykładzie przyjęto uproszczenie dla przepływu powietrza na poziomie 0,5 m/s oraz nie uwzględniono strat temperaturowych przez przegrody.

Budynek z wiatrołapem

Dane wyjściowe

- a) Temperatura:
 - początkowa temperatura w wiatrołapie: 0°C, przestrzeń nieogrzewana
 - temperatura na zewnątrz: 0°C
 - temperatura w budynku: 22°C
- b) Wymiary i kubatura:
 - wymiary drzwi wiatrołapu i drzwi do budynku: 90 cm (szer.) × 200 cm (wys.)
 - wymiary wiatrołapu: 200 cm (szer.) × 200 cm (dł.) × 270 cm (wys.), tj. 10,8 m³
 - kubatura budynku (bez wiatrołapu): 400 m³
- c) Czas otwarcia drzwi:
 - czas otwarcia zewnętrznych drzwi wiatrołapu: 20 s
 - czas otwarcia wewnętrznych drzwi wiatrołapu po zamknięciu drzwi zewnętrznych: 10 s
 - prędkość przepływu powietrza przez otwarte drzwi: 0,5 m/s

Obliczenie zmian temperatury

- a) Otwarcie zewnętrznych drzwi wiatrołapu.
Obliczamy objętość powietrza wpływającego do wiatrołapu, gdy zewnętrzne drzwi są otwarte przez 20 s:

disposed of or burned wood is replaced with new wood products. Ideally, the wood should be recycled to avoid carbon release. In total, the substitution and carbon storage effect could amount to as much as 145 Mt in 2050 (at maximum) and 1939 Mt in total up to 2050.

The lack of recognition of wood as an excellent building material in Poland, resulting from historical perceptions, prevents its potential from being fully utilized in the context of energy efficiency and environmental protection.

Buffer zones – vestibule, entrance hall, foyer

The functions of insulation from external factors in modern buildings are taken over by materials and structural solutions. Even worse, modern house designs very often lack vestibules. The requirement for their use is mentioned in § 63. Vestibules [Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 15 kwietnia, 2022], but in reality, this is a dead regulation. There is no legal regulation specifying the dimensions of vestibules, and very often their function is performed by hallways. In extreme cases, even staircases can be located in vestibules.

For example, consider a situation where there are two buildings with a heated volume of 400 m³, with the difference being that one has an unheated vestibule. We are interested in the energy losses incurred by both the first and second theoretical buildings after the door is opened for 20 seconds in a theoretical situation where the outside temperature is 0°C. In this example, a simplified air flow rate of 0.5 m/s is assumed, and heat losses through partitions are not taken into account.

Building with a vestibule

Initial data

- a) Temperature:
 - Initial temperature in the vestibule: 0°C (unheated space)
 - Outside temperature: 0°C
 - Temperature Inside the building: 22°C
- b) Dimensions and volume:
 - Dimensions of the vestibule doors and building doors: 90 cm (width) × 200 cm (height)
 - Vestibule dimensions: 200 cm (width) × 200 cm (length) × 270 cm (height), i.e., 10.8 m³
 - Building volume (excluding vestibule): 400 m³
- c) Door opening time:
 - Time for opening the external vestibule doors: 20 s
 - Time for opening the internal vestibule doors after closing the external doors: 10 s
 - Airflow speed through open doors: 0.5 m/s

Temperature change calculation

- a) Opening the external vestibule doors
We calculate the volume of air entering the vestibule when the external doors are open for 20 seconds:

objętość przepływu = [szer. drzwi] × [wys. drzwi] × [prędkość przepływu] × [czas otwarcia]
 objętość przepływu = 0,9 m × 2,0 m × 0,5 m/s × 20 s = 18 m³

Przepływ jest większy niż kubatura wiatrołapu. Należy uznać, że ponad 166% powietrza zostało wymienione.

- b) Zamknięcie drzwi zewnętrznych i otwarcie drzwi wewnętrznych wiatrołapu.

Przy prędkości przepływu 0,5 m/s i otwarciu drzwi na 20 s analogicznie całe powietrze z wiatrołapu wymieszają się z powietrzem wewnętrznym: 18 m³ > 10,8 m³. W obliczeniach dotyczących mieszania przyjmujemy więc kubaturę wiatrołapu 10,8 m³.

$T_{\text{mieszanie 2}} = (V \text{ budynku} \times T \text{ budynku} + V \text{ wiatrołapu} \times T \text{ wiatrołapu}) / (V \text{ budynku} + V \text{ wiatrołapu})$
 = (400 × 22 + 10,8 × 0) / (400 + 10,8) = 21,42°C
 Temperatura w budynku o kubaturze 400 m³ spada do 21,42°C.

- c) Obliczenie ilości energii potrzebnej do podgrzania powietrza w budynku.

Przyjmujemy, że gęstość powietrza wynosi około 1,225 kg/m³ przy temperaturze 20°C i ciśnieniu atmosferycznym na poziomie morza. Gęstość ta może się nieznacznie zmieniać w zależności od temperatury i ciśnienia, ale dla uproszczenia użyjemy tej wartości.

Obliczenie zmian temperatury:

$$\Delta T = T_{\text{końcowa}} - T_{\text{początkowa}}$$

$$\Delta T = 22^\circ\text{C} - 21,42^\circ\text{C} = 0,58^\circ\text{C}$$

$$m = \text{objętość powietrza} \times \text{gęstość powietrza} = 400 \text{ m}^3 \times 1,225 \text{ kg/m}^3 = 490 \text{ kg}$$

$$Q = 490 \text{ kg} \times \text{ok. } 1005 \text{ J/(kg} \times \text{K)} \times 0,58^\circ\text{C} = 285\,621 \text{ J}$$

Obliczenie niezbędnej mocy grzewczej

Przyjmując czas potrzebny na ogrzanie: 1 h

$$\text{moc} = 285\,621 \text{ J} / 3600 \text{ s} = 79,33 \text{ W}$$

Otwarcie drzwi na 20 s w omawianym przykładzie z wiatrołapem to wydatek energetyczny na poziomie 79,33 W.

Budynek bez wiatrołapu

Dane wyjściowe

- Temperatura – analogicznie
- Wymiary i kubatura – analogicznie
- Czas otwarcia drzwi i przepływ powietrza – analogicznie

Obliczenie zmian temperatury

- a) Otwarcie zewnętrznych drzwi wiatrołapu

Objętość przepływu analogicznie = 18 m³

Obliczamy temperaturę w budynku po wymieszaniu powietrza z powietrzem zewnętrznym:

$$T_{\text{mieszanie 1}} = (V \text{ budynku} \times T \text{ budynku} + V \text{ przepływu} \times T \text{ zewn}) / (V \text{ budynku} + V \text{ przepływu}) = (400 \times 22 + 18 \times 0) / (400 + 18) = 21,05^\circ\text{C}$$

- b) Obliczenie zapotrzebowania na energię budynku bez wiatrołapu

airflow volume = [door width] × [door height] × [airflow speed] × [time open]
 airflow volume = 0,9 m × 2,0 m × 0,5 m/s × 20 s = 18 m³

The airflow volume is greater than the volume of the vestibule. This means that over 166% of the air has been exchanged.

- b) Closing the external doors and opening the internal vestibule doors.

At an airflow speed of 0.5 m/s and a door opening time of 20 seconds, all the air in the vestibule will mix with the indoor air, as the volume of the exchanged air (18 m³) is greater than the vestibule volume (10.8 m³). For mixing calculations, we therefore assume the vestibule volume is 10.8 m³.

$$T_{\text{mixing 2}} = (V \text{ building} \times T \text{ building} + V \text{ vestibule} \times T \text{ vestibule}) / (V \text{ building} + V \text{ vestibule}) = (400 \times 22 + 10,8 \times 0) / (400 + 10,8) = 21,42^\circ\text{C}$$

The temperature in a building with a volume of 400 m³ drops to 21.42°C.

- c) Calculation of the amount of energy needed to heat the air in the building

We will assume that the density of air is approximately 1.225 kg/m³ at a temperature of 20°C and atmospheric pressure at sea level. This density may vary slightly depending on temperature and pressure, but for simplicity, we will use this value.

Temperature change calculation:

$$\Delta T = T_{\text{final}} - T_{\text{initial}}$$

$$\Delta T = 22^\circ\text{C} - 21,42^\circ\text{C} = 0,58^\circ\text{C}$$

$$m = \text{air volume} \times \text{air density} = 400 \text{ m}^3 \times 1,225 \text{ kg/m}^3 = 490 \text{ kg}$$

$$Q = 490 \text{ kg} \times \text{ca. } 1005 \text{ J/(kg} \times \text{K)} \times 0,58^\circ\text{C} = 285,621 \text{ J}$$

Heating power calculation

Assuming a heating time of 1 hour

$$\text{Power} = 285\,621 \text{ J} / 3600 \text{ s} = 79,33 \text{ W}$$

Opening the doors for 20 seconds in the discussed vestibule example results in an energy expenditure of 79.33 W.

Building without a vestibule

Initial data

- Temperature – same as above
- Dimensions and volume – same as above
- Door opening time and airflow – same as above

Temperature change calculation

- a) Opening the external doors of the vestibule

Airflow volume (same as above) = 18 m³

Calculating the building temperature after mixing indoor air with outdoor air:

$$T_{\text{mixing 1}} = (V \text{ building} \times T \text{ building} + V \text{ vestibule} \times T \text{ vestibule}) / (V \text{ building} + V \text{ vestibule}) = (400 \times 22 + 18 \times 0) / (400 + 18) = 21,05^\circ\text{C}$$

- b) Calculating the energy demand for a building without a vestibule\

Obliczamy zmianę temperatury:

$$\Delta T = T_{\text{końcowa}} - T_{\text{początkowa}}$$
$$\Delta T = 22^{\circ}\text{C} - 21,05^{\circ}\text{C} = 0,95^{\circ}\text{C}$$

$m = 490 \text{ kg}$ (analogicznie)

$$Q = 409 \text{ kg} \times \text{ok. } 1005 \text{ J}/(\text{kg} \times \text{K}) \times 0,95^{\circ}\text{C} = 390\,492,75 \text{ J}$$

Obliczenie niezbędnej mocy grzewczej

Przyjmując czas potrzebny na ogrzanie: 1 h

$$\text{moc} = (390\,492,75 \text{ J}) / (3600 \text{ s}) = 108,47 \text{ W}$$

Otwarcie drzwi na 20 s w omawianym przykładzie bez wiatrołapu to wydatek energetyczny na poziomie 108,47 W.

Różnica w budynku z wiatrołapem i bez wiatrołapu w omawianym przykładzie, w którym otwieramy drzwi na 20 s przy temperaturze zewnętrznej wynoszącej 0°C wynosi 29,14 W.

Łatwo na podstawie omawianego przykładu strefy buforowej (wiatrołapu) zidentyfikować podstawowe zależności kształtujące zużycie energii w domu mieszkalnym:

- Powierzchnia wiatrołapu – parametr kluczowy, jeśli bowiem wiatrołap jest duży i nieogrzewany, tj. objętość przepływu po otwarciu drzwi jest mniejsza niż kubatura wiatrołapu, to nie odgrywa on żadnej roli z punktu widzenia energooszczędności. We współczesnych projektach całkowicie niedopuszczalne powinno być stosowanie zbyt dużych wiatrołapów czy niezdyktowanych termicznie garaży (brama garażowa z racji swoich gabarytów generuje ogromny przepływ powietrza do wnętrza obiektu).
- Ogrzewanie wiatrołapu – przeprowadzono analogiczne obliczenia dla wiatrołapu ogrzewanego, z których wynika, że jeśli wiatrołap jest mały i ogrzewany, również nie jest to korzystne z punktu widzenia energooszczędności. Otwarcie drzwi powoduje całkowitą wymianę ciepłego powietrza na zimne. Jest to jednak rozwiązanie minimalnie lepsze niż zastosowanie dużego ogrzewanego wiatrołapu, co z punktu widzenia zużycia energii niczym się nie różni od budynku bez przedsionka.
- Wielkość i czas otwarcia drzwi – historyczny budynek z niewielkimi otworami drzwiowymi powinien być inspiracją dla współczesnych rozwiązań. Bardzo racjonalnym rozwiązaniem jest projektowanie „wejść letnich” (ogrodowych) o dużych gabarytach bez wiatrołapów i „zimowych” o mniejszych gabarytach z niewielkimi, szczelnymi nieogrzewanymi wiatrołapami.

Lokalne pochodzenie materiałów budowlanych

Współczesne wyzwania związane z ochroną środowiska wymagają nowego spojrzenia na wykorzystanie materiałów budowlanych – główną rolę odgrywa tu ich lokalne pochodzenie. Redukcja śladu węglowego, będącego konsekwencją długodystansowego transportu materiałów, staje się nieodzownym elementem zrów-

Calculating the temperature change:

$$\Delta T = T_{\text{final}} - T_{\text{initial}}$$
$$\Delta T = 22^{\circ}\text{C} - 21,05^{\circ}\text{C} = 0,95^{\circ}\text{C}$$

$m = 490 \text{ kg}$ (same as above)

$$Q = 409 \text{ kg} \times \text{ca. } 1005 \text{ J}/(\text{kg} \times \text{K}) \times 0,95^{\circ}\text{C} = 390\,492,75 \text{ J}$$

Heating power calculation

Assuming the same heating time: 1 hour

$$\text{Power} = (390\,492,75 \text{ J}) / (3600 \text{ s}) = 108,47 \text{ W}$$

Opening the doors for 20 seconds in the discussed example without a vestibule results in an energy expenditure of 108,47 W.

The difference in energy expenditure between a building with a vestibule and one without a vestibule in the discussed example, where the doors are opened for 20 seconds at an outside temperature of 0°C , is 29,14 W.

It is easy to identify the basic factors influencing energy consumption in a residential building based on the discussed buffer zone (vestibule) example:

- Vestibule size – a critical parameter, because if the vestibule is large and unheated, meaning that the airflow volume upon door opening is smaller than the volume of the vestibule, it plays no significant role from an energy efficiency perspective. In modern designs, the use of excessively large vestibules or thermally uninsulated garages should be completely avoided (garage doors, due to their size, can generate a significant volume of air exchange into the interior of the building).
- Heating the vestibule – similar calculations were performed for a heated vestibule, showing that if the vestibule is small and heated, it is also not advantageous from an energy efficiency perspective. Opening the doors results in a complete exchange of warm air for cold air. However, this is a minimally better solution than using a large heated vestibule, which, from the standpoint of energy consumption, is no different from a building without a vestibule.
- Door size and time open – a historical building with small door openings should serve as inspiration for contemporary solutions. It is a very rational approach to design large, vestibule-free “summer” (garden) entrances and smaller, tightly sealed, unheated vestibules for “winter” entrances.

Local origin of building materials

Modern environmental challenges require a new perspective on the use of building materials, with a primary focus on their local origin. Reducing the carbon footprint associated with the long-distance transportation of materials has become an essential element of sustainable construction. Transporting wood or other materials from distant parts of the world generates significant CO_2 emissions, often undermining the ecological benefits of their use.

noważonego budownictwa. Transport drewna czy innych materiałów z odległych zakątków świata generuje znaczne emisje CO², podważając często ekologiczne korzyści płynące z ich użycia.

Drewno w Małopolsce jest ekologicznym materiałem budowlanym zwłaszcza wtedy, gdy pochodzi z małopolskich drzew. Obecny obieg surowców bywa jednak zaskakujący. Przykładowo, polskie deski recyklingowe, z niepowtarzalnym charakterem, nasiąknięte historią i barwami natury, zyskują międzynarodowe uznanie. Ich wyjątkowa estetyka, w której naturalne odcienie przeplatają się ze śladami przeszłości, staje się obiektem pożądania na światowych rynkach. Paradoks polega na tym, że drewno to często podróżuje na ogromne odległości – deski z Polski trafiają do Azji, podczas gdy w Europie z kolei cenione są amerykańskie relikty wiejskich budowli. Taki międzykontynentalny transport, mimo że może wydawać się ekscytującym elementem globalnego obiegu surowców, stoi w sprzeczności z zasadami ekologii i zrównoważonego rozwoju.

Z punktu widzenia ekologicznej odpowiedzialności niezmiernie ważne staje się zagadnienie lokalnego recyklingu. Drewno pozyskiwane z małopolskich stodół powinno znaleźć nowe życie w ramach lokalnych projektów budowlanych czy renowacyjnych. Takie podejście nie tylko wspiera miejscową gospodarkę, ale przede wszystkim minimalizuje ślad węglowy związany z transportem. Jest to zgodne z zasadą, że najlepiej wykorzystywać zasoby tam, gdzie one powstają.

Niestety, często się zdarza, że wartość i piękno tradycyjnych materiałów budowlanych jest dostrzegana dopiero poza granicami kraju. Zamiast doceniania ich na miejscu przez konserwatorów zabytków czy architektów, są one eksportowane, przez co tracą swój pierwotny, lokalny charakter. Zjawisko to rzuca światło na konieczność większego uznania dla miejscowych materiałów i technik budowlanych, ze względów nie tylko estetycznych, ale przede wszystkim ekologicznych. Zmiana podejścia do wykorzystania i doceniania lokalnych zasobów może być kluczem do bardziej zrównoważonego rozwoju, łączącego w sobie tradycję z nowoczesnymi wymogami ekologicznymi.

Podsumowanie

Dziedzictwo kulturowe zawarte w historycznym budownictwie polskiego domu drewnianego stanowi bezcenną skarbnicę wiedzy dla tych, którzy dążą do tworzenia architektury związanej z tradycją, ale też współczesnej, funkcjonalnej i zrównoważonej. To właśnie w tych tradycyjnych domach kryją się odpowiedzi na współczesne pytania o trwałość, ekologię i estetykę. Dom drewniany, z jego specyficzną konstrukcją i odpornością na trudne warunki atmosferyczne, stanowi przykład, jak można łączyć funkcjonalność z harmonią środowiska naturalnego.

Rezygnacja z dziedzictwa kulturowego w budownictwie to nie tylko strata dla tożsamości narodowej, ale również zaprzepaszczenie szansy na uczenie się od przodków. Współczesne społeczeństwa, które coraz bardziej oddalają

Wood in Lesser Poland is an environmentally friendly building material, especially when it comes from local trees. However, the current flow of raw materials can be surprisingly complex. For example, Polish reclaimed wood planks, with their unique character, steeped in history and the colors of nature, have gained international recognition. Their distinctive aesthetics, where natural shades intertwine with the marks of the past, have become highly sought after in global markets. The paradox is that this wood often travels vast distances—planks from Poland reach Asia, while in Europe, American relics from rural structures are highly valued. This intercontinental transport, while it may seem like an exciting aspect of the global raw materials market, stands in direct contradiction to the principles of ecology and sustainable development.

From the perspective of environmental responsibility, local recycling becomes a critical issue. Wood reclaimed from Lesser Poland barns should find new life in local construction or renovation projects. This approach not only supports the local economy but also significantly reduces the carbon footprint associated with transportation. It aligns with the principle that resources should be used where they are sourced.

Unfortunately, it often happens that the value and beauty of traditional building materials are only fully appreciated outside the country. Instead of being valued locally by conservationists or architects, these materials are exported, stripping them of their original, local character. This phenomenon highlights the need for greater recognition of local materials and building techniques, not only for aesthetic reasons but, more importantly, for ecological ones. Changing the approach to the use and appreciation of local resources can be the key to more sustainable development, combining tradition with modern environmental requirements.

Conclusions

The cultural heritage embodied in the historical architecture of the Polish wooden house is an invaluable repository of knowledge for those who seek to create architecture that is both rooted in tradition and contemporary, functional, and sustainable. It is within these traditional homes that we find answers to modern questions of durability, ecology, and aesthetics. The wooden house, with its distinctive construction and resilience to harsh weather conditions, serves as a model for how functionality can be harmonized with the natural environment.

Abandoning cultural heritage in construction is not only a loss for national identity but also a missed opportunity to learn from the past. Modern societies, increasingly distanced from nature and tradition, risk losing the values that have shaped their living environments for centuries. A historical wooden house is

się od natury i tradycji, mogą wiele stracić, zapominając o wartościach, które przez wieki kształtowały ich środowisko życiowe. Historyczny dom drewniany to nie tylko ściany i wiatrołap – to cały system przemyślanej adaptacji do surowego klimatu, inteligentnego zarządzania przestrzenią oraz wykorzystania lokalnych surowców.

Każda decyzja o porzuceniu dziś elementu tego dziedzictwa to kolejne zadanie dla przyszłych pokoleń, by ponownie odkrywać raz już zdobyte rozwiązania. Szukanie optymalnych wymiarów ściany drewnianej czy wyznaczanie proporcji wiatrołapu to zadania, które już raz zostały wykonane. Warto informacje te wpisywać w prawo budowlane i dobre praktyki.

W kontekście globalnych wyzwań, takich jak zmiana klimatu i zrównoważony rozwój, powinniśmy zatem nie tylko chronić nasze dziedzictwo kulturowe, ale też aktywnie je wykorzystywać. Zintegrowanie tradycyjnych metod z nowoczesnymi technologiami może prowadzić do tworzenia budynków, które będą nie tylko piękne i trwałe, ale także ekologiczne i energooszczędne. Dziedzictwo kulturowe polskiego domu drewnianego jest w tym kontekście nie tylko przeszłością do podziwiania, ale także przyszłością, którą należy mądrze wykorzystać.

not just walls and a vestibule—it represents an entire system of well-planned adaptation to a harsh climate, intelligent space management, and the use of local raw materials.

Every decision to abandon an element of this heritage today creates a new challenge for future generations to rediscover solutions that have already been developed. Determining the optimal dimensions of a wooden wall or defining the proportions of a vestibule are tasks that have already been solved. It is worth incorporating this knowledge into building codes and best practices.

In the context of global challenges such as climate change and sustainable development, we should not only protect our cultural heritage but also actively use it. Integrating traditional methods with modern technologies can lead to the creation of buildings that are not only beautiful and durable but also ecological and energy-efficient. In this context, the cultural heritage of the Polish wooden house is not only a past to be admired but also a future to be wisely utilized.

Bibliografia / References

Opracowania / Secondary sources

- Bettgenhaeuser Kjell, Rupp Gereon, Berg Tom, Kerkhof Annemarie, Hermelink Andreas, *ASSET Study on Impact of Wooden Buildings on Climate, Embodied Energy and GHG-Emissions*, Luxembourg 2020.
- Czupajłło Jan, *Woda i zawilgocenie jako istotna przyczyna destrukcji obiektów budowlanych*, [w:] *Awarie budowlane. Zapobieganie, diagnostyka, naprawy, rekonstrukcje. XXV konferencja naukowo-techniczna, Szczecin–Międzyzdroje, 24–27 maja 2011*, Szczecin 2011.
- Gawliński Filip, *Poradnik opiekuna domu drewnianego*, Warszawa 2022.
- Grabski Marek, *Ochrona budownictwa drewnianego. Małopolskie realizacje skansenowskie w końcu wieku XIX i w XX wieku*, Kraków 2012.
- Gumułka Piotr, *Kronika Gdowa. Przez wiek XVIII i XIX – do lat 60-tych XX wieku z opowieści, zapisków, dokumentów i not historycznych spisana*, Kraków 2015.
- Khodakovsky Evgeny, Lexau Siri S., *Historic Wooden Architecture in Europe and Russia: Evidence, Study and Restoration*, 2015.
- Kłoczko Agata, *Rozpoznanie zbiorów Narodowego Instytutu Dziedzictwa*, [w:] *Raport o stanie architektury drewnianej w Polsce*, Warszawa 2023.
- Mackie B. Allan, *Building with Logs*, Toronto 1997.
- Matlakowski Władysław, *Budownictwo ludowe na Podhalu*, Kraków 1892.
- Mielnik Anna, *Współczesne tendencje minimalistyczne w architekturze domów jednorodzinnych. Część trzecia, „Przestrzeń i Forma” 2012, nr 17.*

- Otero-Pailos Jorge, *The Parthenon's Disembodied Energy*, [w:] *Embodied Energy and Design*, ed. David Benjamin, New York 2016.
- Poradnik remontu i konserwacji historycznej stolarki okiennej*, red. Monika Bogdanowska, Warszawa 2023.
- Pruszyński Jan, *Dziedzictwo kultury Polski. Jego straty i ochrona prawna*, t. 2, Kraków 2001.
- Puszet Ludwik *Studyja nad polskim budownictwem drewnianem*, Kraków 1903.
- Švajlenka Jozef, Maroušková Anna, *Preproduction of wooden buildings makes them a promising tool for carbon sequestration*, „Clean Technologies and Environmental Policy” 2023, nr 25.
- Szewczyk Jarosław, *Nietypowe materiały budowlane – glina, gnoj i domieszki – w świetle dawnego polskiego piśmiennictwa. Cz. 1. Klepiska, podłogi, ściany i tynki*, „Architectura et Artibus” 2011, t. 3, nr 4.
- Wegener Michael, *Reduction of CO2 Emissions of Transport by Reorganisation of Urban Activities*, [w:] *Transportation Research, Economics and Policy*, Berlin 1996.

Akty prawne / Legal acts

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 15 kwietnia 2022 r., w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, załącznik nr 2: Wymagania izolacyjności cieplnej i inne wymagania związane z oszczędnością energii

Źródła elektroniczne / Electronic sources

- ~kafal, 7 na 10 domów drewnianych powstaje na wsi – aktualnie budownictwo drewniane przenosi się do miast, „Gazeta Przemysłu Drzewnego”, 9 listopada 2020,

https://gpd24.pl/wiadomosci/7-na-10-domow-drewnianych-powstaje-na-wsi-aktualnie-budownictwo-drewniane-przenosi-sie-do-miast/?utm_source=chatgpt.com (dostęp: 27.02.2025).

Musick Michael, *Alaska Log Building Construction Guide: Building Energy-Efficient, Quality Log Structures in Alaska*, Alaska Housing Finance Corporation, 1992,

<https://www.logbuilding.org/alaska-log-building-guide.pdf>.

Nitka Wojciech, *Domy z bali – jaka jest wymagana grubość bali?*, *Drewno.pl*, 21 września 2017, <https://www.drewno.pl/artykuly/10968,domy-z-bali-jaka-jest-wymagana-grubosc-bali.html> (dostęp: 27.02.2025).

Streszczenie

Artykuł ukazuje, jak cenne jest polskie dziedzictwo kulturowe w erze rosnącej globalnej świadomości ekologicznej. Autorzy z pełną uwagą pochylają się nad przykładem historycznego tradycyjnego domu drewnianego z Małopolski, tworząc z niego swoisty benchmark dla współczesnych technik zrównoważonego budownictwa. Uwzględniono układ przestrzenny wsi, organizację siedliska, zagospodarowanie otoczenia budynków oraz dobór materiałów budowlanych. Analizowane są również najważniejsze cechy formy budynku drewnianego, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu parametrów aerodynamicznych na efektywność cieplną i odporność na działanie wiatru. Wnioski wskazują, że integracja historycznych metod budowlanych z nowoczesnymi rozwiązaniami architektonicznymi pozwala na osiągnięcie lepszej harmonii między człowiekiem a środowiskiem naturalnym. Artykuł podkreśla znaczenie lokalnych tradycji w projektowaniu budynków o dużej efektywności energetycznej, minimalizujących wpływ na ekosystem i wpisujących się w koncepcję współczesnej ekologicznej odpowiedzialności.

Abstract

This article highlights the value of Polish cultural heritage in an era of increasing global ecological awareness. The authors carefully examine the example of a historical, traditional wooden house from Lesser Poland, turning it into a kind of benchmark for modern sustainable construction techniques. It considers the spatial layout of villages, the organization of homesteads, the management of building surroundings, and the selection of building materials. The key features of wooden building forms are also analyzed, with particular attention to the impact of aerodynamic parameters on thermal efficiency and wind resistance. The conclusions indicate that integrating historical construction methods with modern architectural solutions allows for a better balance between humans and the natural environment. The article emphasizes the importance of local traditions in designing energy-efficient buildings that minimize environmental impact and align with the concept of modern ecological responsibility.