
Katarzyna Krzyżak*

ŚLAD WĘGLOWY PRODUKTU NA PRZYKŁADZIE BUDYNKÓW MODUŁOWYCH I MUROWANYCH

Przedmiotem artykułu jest przedstawienie sposobu zarządzania ilością wytwarzanego śladu węglowego w budownictwie mieszkalnym. Ze względu na konieczność łagodzenia zmian klimatycznych, a także z uwagi na troskę o środowisko naturalne niezbędne jest wprowadzanie nowoczesnych rozwiązań przyczyniających się do obniżenia poziomu emisji dwutlenku węgla oraz innych gazów cieplarnianych. W odpowiedzi na ogólnoswiatową politykę redukcji wytwarzanego śladu węglowego, opartą na *Porozumieniu paryskim* oraz 13. celu zrównoważonego rozwoju ONZ (*Sustainable Development Goal 13*), a także strategii europejskiego zielonego Ładu, zaproponowano pewne rozwiązania dotyczące śladu węglowego w budownictwie. Na podstawie przeprowadzonej analizy porównano także pod względem emisyjności gazu cieplarnianego (*greenhouse gas*, GHG) tradycyjne budownictwo murowane oraz budownictwo modułowe. Wynik otrzymanych analiz przedstawia faktyczną emisyjność obu typów budownictwa i jasno wskazuje, który typ jest dla naszej planety bezpieczniejszy, czyli niżej emisyjny.

PRODUCT CARBON FOOTPRINT USING MODULAR AND MASONRY BUILDINGS AS AN EXAMPLE

The subject of this article is to present how to manage the amount of carbon footprint produced in residential construction. Due to the need to mitigate climate change, as well as environmental concerns, it is necessary to introduce modern solutions that contribute to the reduction of carbon dioxide and other greenhouse gas emissions. In response to the global policy of reducing the carbon footprint produced, based on the *Paris Agreement* and the United Nations *Sustainable Development Goal 13*, as well as the European Green Deal strategy, some solutions for the carbon footprint of construction have been proposed. Based on the analysis carried out, a comparison was also made in terms of greenhouse gas (GHG) emissions between traditional masonry construction and modular construction, which is a new and increasingly. The result of the obtained analyses shows the actual emissivity of both types of construction and clearly indicates which type is safer for the planet, which means lower emissivity.

* AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Łądowej i Gospodarki Zasobami, Studenckie Koło Naukowe „Zarządzanie”.

1. ŚLAD WĘGLOWY I JEGO WPŁYW NA ŚRODOWISKO

Obserwacja ogólnoswiatowych trendów, wśród nich rosnącego konsumpcjonizmu oraz rozwoju przemysłu, wskazuje, że w najbliższych latach zapotrzebowanie na dobra materialne będzie się utrzymywało na wysokim poziomie. Wynika to z poprawy jakości życia społeczeństw – coraz zamożniejsi konsumenci, kierując się chwilowymi modami, nabywają wciąż nowe dobra, popularne w danym momencie [1]. Jednocześnie rośnie populacja ludzi. Jest nas już 8 miliardów, a każdy człowiek przyczynia się do rozwoju konsumpcji [2].

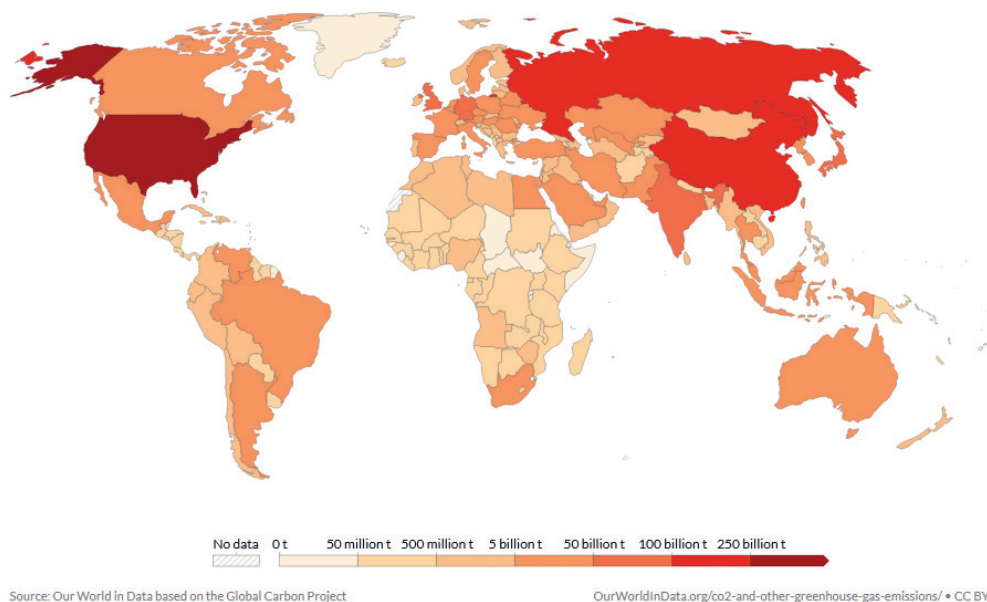
Produkcja niemal każdego dobra materialnego wiąże się z emisją do atmosfery dwutlenku węgla, którego nadmierna ilość wpływa negatywnie na środowisko. Zgodnie z definicją „Mianem śladu węglowego określa się wyliczenie całkowitej emisji gazów cieplarnianych podczas pełnego cyklu życia produktu (przedsiębiorstwa). Jest on wyrażony jako ekwiwalent dwutlenku węgla na jednostkę funkcjonalną produktu (eCO_2 /jedn. funkcjonalna). Ślad węglowy obejmuje emisję dwutlenku węgla, metanu, podtlenku azotu i innych gazów szklarniowych (cieplarnianych)” [3].

Emisje gazów cieplarnianych stanowią zjawisko naturalnie występujące na Ziemi, związane z procesami geologicznymi, głównie wulkanicznymi, jednak postępująca industrializacja oraz zwiększone przetwarzanie zasobów naturalnych naszej planety powodują, że ilość emitowanych gazów pochodzenia antropogenicznego jest coraz większa, zbyt duża w stosunku do możliwości ich asymilacji przez Ziemię (głównie roślinność i wodę). Ma to negatywny wpływ na cały ekosystem i przejawia się nadmiernym efektem cieplarnianym. Odnotowuje się duży przyrost temperatur, a to przekłada się na zmianę klimatu, w tym katastrofalne zmiany pogody, a przez to wymieranie różnych gatunków zwierząt [4].

Wytwarzanie antropogenicznego śladu węglowego wzmożło się od czasów średniowiecza, kiedy populacja ludzka zaczęła się zwiększać, a w związku z tym znacząco rozwinęło się rolnictwo i budownictwo stanowiące w tamtych czasach główne źródło emisji dwutlenku węgla i innych gazów cieplarnianych. Kolejnym istotnym w chronologii momentem było powstanie maszyny parowej oraz następstwa postępu technologicznego związane z kolejnymi rewolucjami przemysłowymi. Wówczas rolę głównego emitenta gazów cieplarnianych przejął przemysł. Jednakże największy w historii wzrost emisji gazów szklarniowych (w tym przede wszystkim antropogenicznych) nastąpił w XX wieku i obserwowany jest do dziś. Aktualny poziom emisji śladu węglowego w układzie globalnym przedstawiono na rysunku 1 [5].

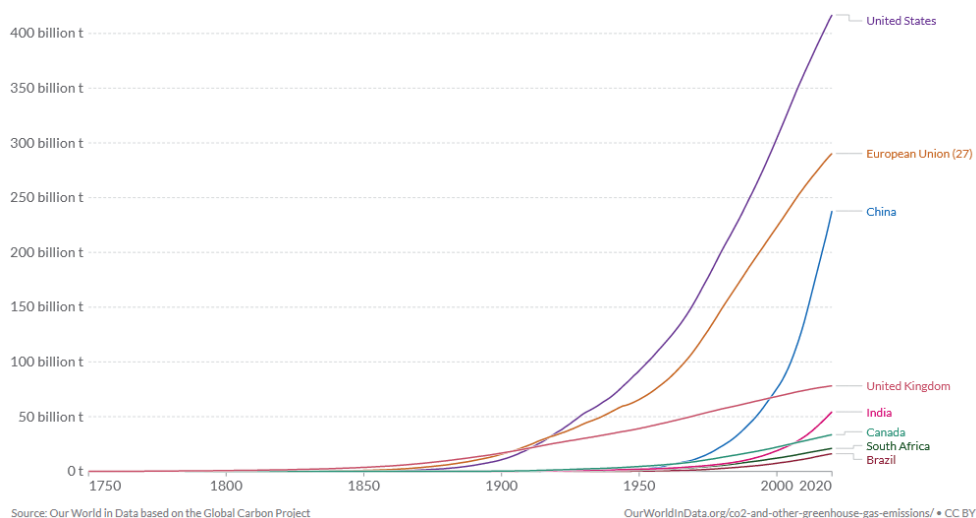
Największymi światowymi emitentami GHG są Stany Zjednoczone, Chiny oraz Rosja. Jak można zauważyć na rysunku 2, tempo wzrostu tych emisji w Chinach radykalnie się zwiększa i w najbliższym czasie może się przyczynić do zmiany lidera światowych emisji eCO_2 , którym obecnie są Stany Zjednoczone [6].

Nadmierny ślad węglowy stanowi ogromne wyzwanie dla ludzkości. Obserwowane zmiany klimatyczne, związane z nimi katastrofy naturalne, a dalej wymieranie gatunków zwierząt i roślin są najważniejszymi negatywnymi skutkami produkcji gazów cieplarnianych. Na szczęście zwiększa się wrażliwość społeczna na problemy związane z ochroną środowiska naturalnego, a co za tym idzie – rośnie świadomość potrzeby monitorowania poziomu śladu węglowego i konieczności jego zmniejszania.



Rys. 1. Emisja dwutlenku węgla według podziału administracyjnego świata

Źródło: [5]



Rys. 2. Linia trendu wzrostu poziomu emisji dwutlenku węgla w czasie

Źródło: [6]

Za główne determinanty gospodarki niskoemisyjnej uznaje się:

- megatrendy społeczne [7],
- wymagania interesariuszy,
- społeczną odpowiedzialność biznesu (*corporate social responsibility*, CSR) [8],
- działalność organizacji Carbon Disclosure Project (raportowanie środowiskowe) [9].

Piąty globalny megatrend – makroekonomiczny – dotyczy zagadnień związanych z klimatem oraz gospodarowaniem zasobami, prognozuje kierunki rozwoju gospodarki w aspekcie środowiskowym, a także promuje sposoby racjonalnego gospodarowania surowcami. Większa świadomość społeczeństw na temat negatywnych skutków ingerowania w środowisko naturalne wpływa również na wybory i preferencje klientów. Instytucje wspierające rozwiązania prośrodowiskowe cieszą się coraz większą popularnością i zaufaniem. Obserwowane trendy wskazują, że coraz więcej organizacji podejmuje wysiłek na rzecz ochrony bądź odbudowy naturalnego ekosystemu.

2. WYZNACZANIE ŚLADU WĘGLOWEGO PRODUKTU

Wyliczenie śladu węglowego danego produktu rozpoczyna się od ustalenia materiałów wchodzących w jego skład. Sumując ich cząstkowe ślady węglowe, uzyskuje się wartość emisyjności danego produktu. Dobranie wszystkich składowych do takich wyliczeń stanowi jednak nie lada wyzwanie – ponieważ tematyka śladu węglowego produktu nie została jeszcze mocno spopularyzowana, niewystarczająca jest baza materiałów i odpowiednich standardów, które zbierane są w tzw. deklaracjach środowiskowych produktów (*environmental product declarations*, EPDs) [10].

Emisyjność produktu podzielona została na pięć etapów. W tabeli 1 zaprezentowano poszczególne etapy cyklu życia produktu wraz z elementami składowymi każdego z nich.

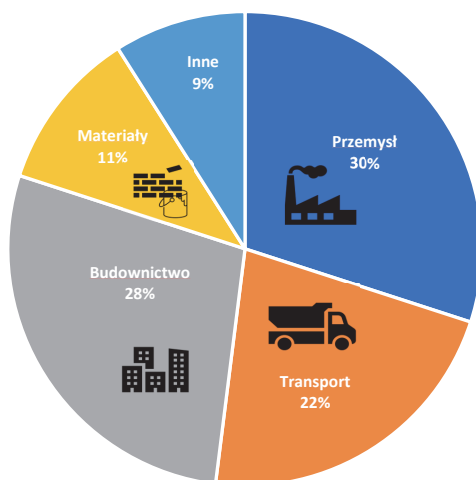
Tabela 1. Podział cyklu życia produktu na etapy

A			B		C						D			E		
Zakres produkcji			Zakres budowy		Etap użytkowania						Etap końcowy życia produktu			Korzyści i obciążenia poza granicami systemu		
Dostawy surowców	Transport	Produkcja	Transport na miejsce	Montaż	Wykorzystanie	Obsługa techniczna	Naprawa	Wymiana	Remonty	Operacyjne zużycie energii	Operacyjne zużycie wody	Rozbórka	Transport	Przetwarzanie odpadów	Utylizacja	Potencjał ponownego użycia, odzysku, recyklingu

Źródło: opracowanie własne na podstawie [10]

3. BADANIE POZIOMU ŚLADU WĘGLOWEGO BUDOWNICTWA MUROWANEGO I MODUŁOWEGO W POLSCE

Wpływ śladu węglowego budownictwa doskonale obrazuje następujący fragment: „Każdego roku powstaje ponad 6 miliardów metrów kwadratowych nowych budynków. [...] Jeśli te liczby odniesiemy do wbudowanego śladu węglowego w tych budynkach [...], przełoży się to w przybliżeniu na 3,7 miliardów ton dwutlenku węgla. To w przeliczeniu taka ilość CO₂, jaką Polska by wyemitowała przez ponad 10 lat” [11]. Na rysunku 3 zaprezentowano podział gospodarki z wyszczególnieniem jej najbardziej emisyjnych pod względem eCO₂ obszarów.



Rys. 3. Udział poszczególnych gałęzi gospodarki w emisyjności eCO₂

Źródło: opracowanie własne na podstawie [11]

Dane przedstawione na rysunku 4 potwierdzają istotną rolę budownictwa pod względem emisyjności eCO₂. W przemyśle największy wpływ na produkcję dwutlenku węgla ma przemysł ciężki oraz odzieżowy – gałąź ta ma 30-procentowy udział w ogólnej ilości eCO₂ wytwarzanego w gospodarce. W przypadku transportu, który generuje 22% gazów cieplarnianych, kluczową rolę odgrywa branża lotnicza. Z kolei szczególnie interesująca autorokę branża budowlana ma aż 28-procentowy udział w produkcji śladu węglowego w całej światowej gospodarce, dlatego próby jej minimalizowania mogą znacząco wpłynąć na ogólnoswiatową poprawę klimatu i ograniczenie ilości dwutlenku węgla w atmosferze [12].

Budownictwo murowane jest powszechnie stosowanym rozwiązaniem, polegającym na tworzeniu obiektu od początku do końca w miejscu, w którym docelowo będzie on ulokowany. Charakteryzuje się wykorzystaniem materiałów budowlanych opartych na betonie oraz materiałów budowlanych na bazie ilów, piasków i żwirów [13]. Natomiast budownictwo modułowe charakteryzuje się bardziej złożonym procesem, składającym się z trzech głównych etapów: najpierw w fabryce tworzone są elementy zwane modułami, które następnie

transportowane są na teren budowy, po czym z gotowych elementów powstaje budynek. Podstawowym materiałem wykorzystywanym w tej formie konstrukcji jest drewno. Technologię modułową stosuje się zarówno w budownictwie mieszkaniowym, jak i usługowo-handlowym.

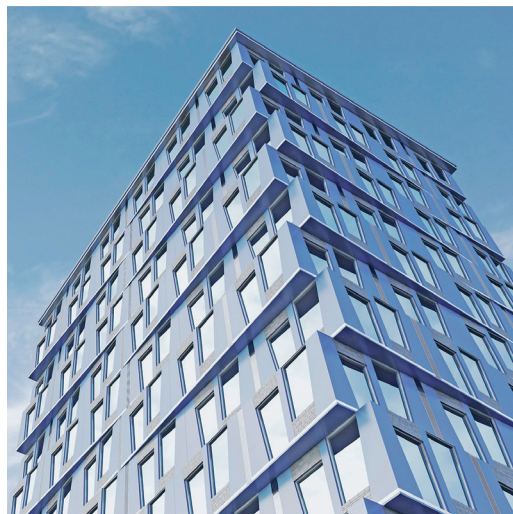
Autorska analiza emisyjności eCO_2 została przeprowadzona na podstawie danych otrzymanych od Grupy Kapitałowej ERBUD, jednej z czołowych grup budowlanych w Polsce. Przedmiotem badań były dwa tej samej wielkości budynki reprezentujące oba wymienione powyżej typy budownictwa. Pierwszy z budynków był wykonany w technologii murowanej, a drugi złożony z modułów wytworzonych przez MOD21 sp. z o.o. – spółkę produkcyjną Grupy ERBUD zajmującą się takimi konstrukcjami. Oba obiekty zostały zbudowane we Wrocławiu. Autorka nie otrzymała zgody na pokazanie zdjęć tych budynków, dlatego na rysunkach 4 i 5 przedstawiono przykładowe projekty koncepcyjne budynku murowanego i domu modułowego. Badanie emisji śladu węglowego obu obiektów budowlanych polegało na zebraniu odpowiednich norm środowiskowych (EPD) materiałów wchodzących w skład danego budynku [10]. Następnie przeliczono ogólną ilość poszczególnych materiałów wykorzystanych w budynku na ilość przypadającą na 1 m^2 jego powierzchni. Do obliczania emisyjności budynków wykorzystano normy środowiskowe dla materiałów wytwarzanych w Unii Europejskiej, głównie w Polsce i Niemczech.



Rys. 4. Projekt koncepcyjny domu murowanego

Źródło: [14]

Na podstawie uzyskanych danych zidentyfikowano elementy w domu tradycyjnym mające, z powodu wysokiej emisyjności eCO_2 , największy wpływ na klimat. W grupie tej znalazł się beton, stal konstrukcyjna oraz płyty filigran. Kolejnymi istotnymi elementami wpływającymi na powstawanie gazów cieplarnianych były okna i drzwi, wełna mineralna, a także wylewka cementowa i betonowa. Pozostałe materiały odpowiadały za emisję eCO_2 w niewielkim, wręcz śladowym stopniu, więc ich nieuwzględnienie nie miało istotnego wpływu na oszacowanie poziomu śladu węglowego analizowanego budynku.



Rys. 5. Widok przykładowego domu modułowego

Źródło: [15]

W tabeli 2 przedstawiono wyniki dotyczące wszystkich materiałów wchodzących w skład domu murowanego, jednak w kilku grupach zestawienia podana nazwa obejmuje zbiór zbliżonych do siebie materiałów. Dla zachowania większej przejrzystości wyników grupowanie dotyczy okien i drzwi, drewna, tynku oraz farb i elewacji.

Tabela 2. Zestawienie materiałów wykorzystanych w analizowanym budynku murowanym w ujęciu wartości emisji eCO₂

Nazwa materiału	Ilość eCO ₂ [kg]
Beton	70,91
Blacha dachówkowa	2,91
Drewno	-13,33
Wylewka cementowa	18,08
Wylewka betonowa	14,41
Folia dachowa FFO-FF	0,32
Folia PE	0,04
Membrana paroprzepuszczalna	0,09
Okna i drzwi	15,46
Płyta GK	0,56

Tabela 2 cd.

Nazwa materiału	Ilość eCO ₂ [kg]
Płyta OSB	-0,66
Płyty cementowo-włóknowe	0,00
Przewody	2,18
Kanały wentylacyjne	0,94
Stal konstrukcyjna	38,72
Styropian	6,49
Terakota	5,22
Tynk	7,03
Wełna mineralna skalna	16,94
Błoczek wapienno-piaskowy	2,70
Płyty filigran	95,25
Elewacja	4,46
Farby	5,94
Suma	294,78

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez przedsiębiorstwo MOD21

Uzyskane wyniki wskazują, że dwa materiały zdecydowanie najmocniej wpływają na ilość emitowanego śladu węglowego. Są to beton i stal. Ich wysoki poziom emisji gazów cieplarnianych wiąże się głównie z zaawansowanymi procesami produkcyjnymi tych materiałów. Podstawowe materiały wchodzące w skład konstrukcji budynku należą do najbardziej ingerujących w środowisko naturalne, ponieważ ze względu na swój dominujący udział w bazie wszystkich wykorzystanych w budynku surowców odpowiadają za ponad połowę jego ogólnej emisyjności eCO₂.

Jak już wspomniano, w przypadku budynków modułowych niemal cała konstrukcja ściany nośnej powstaje z materiałów pochodzenia naturalnego, a dokładnie – drewna. Dzięki temu wyeliminowane zostają znaczne ilości betonu, stali oraz płyt filigran, które w typie murywanym w największym stopniu wpływały na emisyjność gazów cieplarnianych.

W tabeli 3 przedstawiono wykaz materiałów wchodzący w skład domu modułowego. W celu zachowania większej przejrzystości wyników, analogicznie do powyższego przykładu, dane dotyczące kilku zbliżonych do siebie produktów podano łącznie. Grupowanie dotyczyło tych samych co w poprzednim przykładzie kategorii produktów, a więc okien i drzwi, drewna, tynku oraz farb i elewacji.

Tabela 3. Zestawienie materiałów wykorzystanych w analizowanym budynku modułowym w ujęciu wartości emisji eCO₂

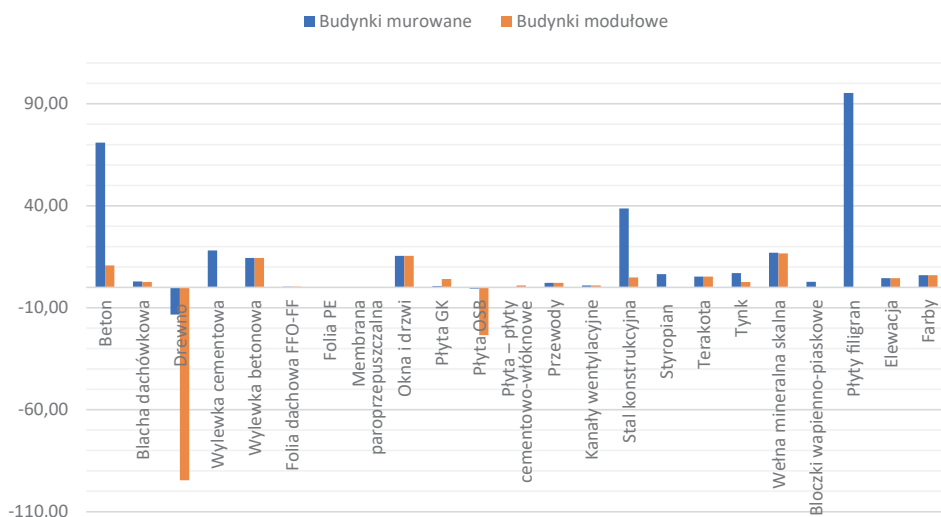
Nazwa materiału	Ilość eCO ₂ [kg]
Beton	10,75
Blacha dachówkowa	2,64
Drewno	-94,53
Wylewka betonowa	14,41
Folia dachowa FFO-FF	0,32
Membrana paroprzepuszczalna	0,09
Okna i drzwi	15,46
Płyta GK	4,12
Płyta OSB	-23,40
Płyty cementowo-włóknowe	0,94
Przewody	2,18
Kanały wentylacyjne	0,93
Stal konstrukcyjna	4,87
Terakota	5,22
Tynk	2,66
Wełna mineralna szklana	13,82
Wełna mineralna skalna	16,62
Elewacja	4,46
Farby	5,94
Suma	-12,50

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez przedsiębiorstwo MOD21

Wyniki dotyczące budownictwa modułowego okazały się zaskakujące. Łączna emisyjność materiałów wchodzących w skład domu modułowego wyniosła poniżej 0, co oznacza, że budynki tego typu są bezpieczne dla środowiska. Na wartość tę w największym stopniu wpłynęła zawartość drewna oraz płyt OSB. Uzyskane wyniki wskazują na niską emisyjność tej technologii budownictwa i jej prośrodowiskowe walory, co stwarza duże możliwości jej promocji i przyszłego rozwoju.

Autorka pragnie przypomnieć, że sektor budownictwa jest źródłem aż 28% emisji eCO₂ w gospodarce. Wobec tego dążenie do redukcji nawet niewielkiej ilości zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery przez tę branżę może mieć duże znaczenie dla klimatu i ogólnie poprawy jakości środowiska naturalnego.

Jak pokazały powyższe analizy, w przypadku budownictwa tradycyjnego głównym budulcem są materiały wysoko przetworzone, takie jak beton, cement, stal konstrukcyjna czy płyty filigran. Niestety proces ich wytwarzania generuje znaczne ilości gazów cieplarnianych, co w efekcie wpływa na większą emisyjność domów murowanych. W drugiej metodzie budownictwa, opartej na modułach, wykorzystywane są w znacznej ilości produkty drzewne, co wpływa na ograniczenie emisji eCO₂. Na rysunku 6 zaprezentowano zestawienie zbiorcze materiałów stosowanych w obu omawianych typach budownictwa.



Rys. 6. Zestawienie zbiorcze wszystkich materiałów stosowanych w analizowanych budynkach

W tabeli 4 przedstawiono porównanie emisyjności budynków typu murowanego oraz modułowego w przeliczeniu na 1 m² budynku. Obiekty będące przedmiotem badań mają powierzchnię całkowitą równą 5115,67 m². Są to czteropiętrowe budynki bez kondygnacji podziemnych, których średnia powierzchnia mieszkaniowa wynosi 50,31 m².

Tabela 4. Analiza porównawcza emisyjności domu murowanego oraz domu modułowego

	Budynek murowany	Budynek modułowy
Emisyjność na 1 m ² [kg eCO ₂]	294,78	-26,32

Otrzymane wyniki wskazują, że budownictwo modułowe charakteryzuje się znacznie niższym poziomem emisyjności niż tradycyjne murowane. Główną determinantą tak istotnej różnicy w ilości generowanych gazów cieplarnianych jest zastąpienie w rozwiązaniach modułowych drewnem materiałów dominujących w rozwiązaniach murowanych, czyli betonu, stali i płyt filigran. Uzyskane przez autorkę wyniki dotyczące śladu węglowego potwierdzają dużą wagę stosowania w budownictwie materiałów przyjaznych dla środowiska oraz ich istotny wpływ na klimat.

4. PODSUMOWANIE

Wylimitowanie materiałów betonowych i stalowych, będących głównym budulcem stosowanym w metodzie tradycyjnej – murowanej, na rzecz drewna w domach modułowych, pokazuje przewagę tej drugiej metody pod względem minimalizacji emisji gazów cieplarnianych. W wyniku przeprowadzonych badań ustalono, że na każdy metr kwadratowy analizowanego budynku murowanego przypada 294,78 kg eCO₂, natomiast w przypadku metody modułowej – 26,32 kg eCO₂. Uzyskane w badanym modelu modułowym wyniki wskazują, że zyskujące coraz większą popularność budownictwo oparte na łączeniu w miejscu budowy gotowych modułów nie stanowi dla środowiska żadnego obciążenia gazami cieplarnianymi. Nasuwa się w związku z tym pytanie, dlaczego wobec tych niewątpliwych atutów budownictwo modułowe nadal nie jest mocno rozpowszechnione? Otóż jest to wciąż nowy sposób prowadzenia działań budowlanych, wymaga też dość skomplikowanego transportu, a także jest droższe w porównaniu z tradycyjnym sposobem budowania.

Bez wątpienia rozwiązania oparte na technologii wykorzystującej jako budulec drewno mogą się istotnie przyczynić do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych do atmosfery, a w rezultacie wpłynąć na złagodzenie zmian klimatycznych. Najbliższe lata będą kluczowe dla powstrzymania niekorzystnych zmian klimatycznych, dlatego warto przeanalizować rozwiązania mające na celu redukcję emisji GHG do atmosfery. Jednym z takich prośrodowiskowych rozwiązań jest właśnie budownictwo modułowe.

LITERATURA

- [1] European Commission, *Growing consumption*, https://knowledge4policy.ec.europa.eu/growing-consumerism_en [dostęp: 4.03.2023].
- [2] United Nations, *World Population Prospects 2022*, <https://population.un.org/wpp/Graphs/DemographicProfiles/Line/900> [dostęp: 10.03.2023].
- [3] Polski Rynek Węgla, *Ślad węglowy*, <https://polskirynekwegla.pl/goz-slad-weglowy> [dostęp: 19.05.2023].
- [4] WWF, *Gatunki, które zabiera nam zmiana klimatu*, <https://www.wwf.pl/aktualnosci/gatunki-ktore-zabiera-nam-zmiana-klimatu> [dostęp: 4.03.2023].
- [5] Our World in Data, *Cumulative CO₂ emissions, 2021*, <https://ourworldindata.org/grapher/cumulative-co-emissions?tab=map&time=latest> [dostęp: 3.12.2022].
- [6] Our World in Data, *Cumulative CO₂ emissions*, <https://ourworldindata.org/grapher/cumulative-co-emissions> [dostęp: 3.12.2022].

- [7] PWC, *Five Megatrends and Their Implications for Global Defense & Security*, November 2016, <https://www.pwc.com/gx/en/government-public-services/assets/five-megatrends-implications.pdf> [dostęp: 5.03.2023].
- [8] United Nations Industrial Development Organization, *What is CSR?*, <https://www.unido.org/our-focus/advancing-economic-competitiveness/competitive-trade-capacities-and-corporate-responsibility/corporate-social-responsibility-market-integration/what-csr> [dostęp: 3.03.2023].
- [9] CDP, *About us*, <https://www.cdp.net/en/info/about-us> [dostęp: 5.03.2023].
- [10] The International EPD System®, *Planed and painted softwood*, <https://www.environdec.com/library/epd9144> [dostęp: 20.05.2023].
- [11] Sweco, *Jak potężny jest świat budownictwa?*, 26.09.2019, <https://www.sweco.pl/aktualnosci/blog/jak-potezny-jest-slad-weglowy-budownictwa/> [dostęp: 3.12.2022].
- [12] Itle K., Ford M., Penich T., *Best practices for masonry veneer construction*, The Construction Specifier, 14.08.2019, <https://www.constructionspecifier.com/best-practices-for-masonry-veneer-construction/> [dostęp: 10.03.2023].
- [13] UN Environment Programme, *2022 Global Status Report for Buildings and Construction*, 9.11.2022, <https://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction> [dostęp: 3.12.2022].
- [14] Extradom, *Projekt budynku Saturn. Budynek wielorodzinny*, <https://www.extradom.pl/projekt-budynku-wielorodzinnego-saturn-budynek-wielorodzinny-BSA2085> [dostęp: 10.03.2023].
- [15] McKinsey & Company, *Modular construction: From projects to products*, <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/modular-construction-from-projects-to-products> [dostęp: 26.08.2023].