

Ocena cyklu istnienia obiektów na przykładzie budownictwa jednorodzinnego

Mgr inż. Michał Borkowski, Zakład Instalacji Budowlanych i Fizyki Budowli Politechnika Warszawska Filia w Płocku

1. Wprowadzenie

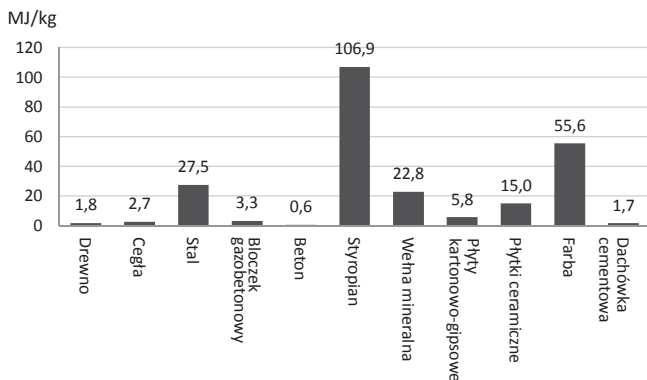
Działalność gospodarcza człowieka sprawia, że do środowiska naturalnego trafia duża ilość zanieczyszczeń w postaci stałej, ciekłej i gazowej. Pośrednio i bezpośrednio powodują one zagrożenie, doprowadzając do erozji gleb, zmniejszenia zasobów tlenu, zanieczyszczenia powietrza, degradacji życia biologicznego wód, niszczenia warstwy ozonowej. Emisja substancji szkodliwych do środowiska zależy ściśle od ilości energii zużywanej w różnych procesach przemysłowych i pozostałych procesach działalności gospodarczej. Zużycie energii jest poważnym problemem, a dążenie do jej ograniczenia jest jednym z głównych priorytetów, jakie stawia sobie współczesna gospodarka. Okazuje się, że 40% zużytej energii w UE przypada na budownictwo i gospodarkę komunalną, co sprawia, że ten sektor gospodarczy zużywa duże ilości surowców i energii. W konsekwencji prowadzi to do generowania dużej ilości zanieczyszczeń i odpadów.

W celu poprawy takiego stanu narodziła się idea tzw. rozwoju zrównoważonego, która polega na takim gospodarowaniu zasobami środowiskowymi, aby w żaden sposób nie ograniczyć do minimum ich potencjału dla przyszłych pokoleń. Zgodnie z tą ideą należy tak zoptymalizować gospodarkę, aby produkowane wyroby zachowywały wysoką jakość i trwałość, przy jak najmniejszym zużyciu nieodnawialnych zasobów przyrody. Wszystkie wyroby i usługi mają wpływ na środowisko, który może mieć miejsce na dowolnym, pojedynczym lub

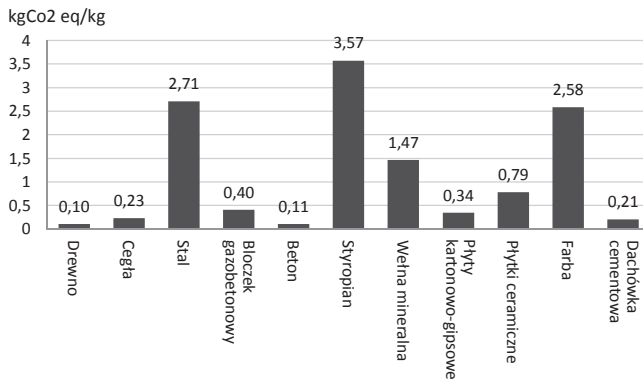
na wszystkich etapach cyklu istnienia wyrobu: pozyskania surowców, produkcji, dystrybucji, użytkowania i użytkowego unieszkodliwiania. Dlatego celowe jest dążenie do minimalizacji oddziaływania wyrobu na środowisko we wszystkich fazach cyklu jego istnienia, a zwłaszcza w fazach, w których to oddziaływanie jest największe. Takie podejście powinno prowadzić także do redukcji kosztów wytwarzania, użytkowania i użytkowego pozbywania się produktów oraz poprawy konkurencyjności przedsiębiorstw [1]. Jednym z przykładów skutecznej realizacji metod mających na celu ochronę środowiska naturalnego jest coraz szersze stosowanie metody „Life Cycle Assessment” (LCA), czyli ekologicznej oceny cyklu istnienia rozpatrywanej działalności. Analiza ta stała się narzędziem oceny działalności gospodarczej, przyjmując ubytek zasobów naturalnych i oddziaływanie zanieczyszczeń, jako kryteria tej działalności.

2. Metoda LCA

Ocena cyklu istnienia LCA, to „zebranie i ocena wejść, wyjść oraz potencjalnych wpływów na środowisko systemu wyrobu w okresie jego cyklu życia” [2]. Pod pojęciem wejść i wyjść znajduje się materiał lub energia, która wchodzi i wychodzi z procesu jednostkowego [2]. Metoda LCA jest jedną z technik zarządzania środowiskiem. Na jej podstawie możemy dokonać oceny wpływu wyrobu lub procesu na środowisko naturalne. Produkt lub proces można poddawać ocenie w pełnym cyklu jego istnienia albo tylko w jego części. Na podstawie tej metody



Rys. 1 Zużycie energii pierwotnej dla wybranych materiałów budowlanych [MJ/kg]



Rys. 2 Potencjał cieplarniany dla wybranych materiałów budowlanych [kg CO₂ eq/kg]

jesteśmy w stanie porównać między sobą dwa lub więcej procesów albo wyrobów, a następnie wybrać ten, który jest bardziej przyjazny dla środowiska. Wykonując analizę według tej metody, na początku należy określić cel i zakres analizy, gdzie wybieramy jednostkę funkcjonalną, którą może być np. 1 m³ produktu lub 1 MJ energii. Następnie dla wybranego składnika zbierane są informacje odnośnie zużycia materiałów, energii, emisji, generowanych odpadów. Etap ten to analiza zbioru wejść i wyjść, którego wyniki przypisuje się do kategorii wpływu, a następnie w ostatniej fazie dokonuje się interpretacji, w której prezentuje się wyniki badań, poddaje się je analizie i formułuje wnioski. LCA to narzędzie, dzięki któremu jesteśmy w stanie projektować, usprawniać, budować procesy, produkty, które będą bezpieczniejsze dla środowiska naturalnego i człowieka.

3.Zastosowanie techniki LCA w budownictwie

Jednym z głównych celów, jakie stawia sobie współczesne budownictwo, jest dążenie do zmniejszenia zużycia energii i emisji szkodliwych substancji do środowiska naturalnego. Dla określenia tych wielkości należy dokonać analizy energetyczno-ekologicznej w każdej fazie cyklu istnienia, czyli od wydobycia surowca, produkcję materiału budowlanego, budowę obiektu, eksploatację, aż po rozbiórkę i wykorzystanie materiałów do ponownego użycia lub ich utylizację. Ilość energii i emisji szkodliwych substancji, które towarzyszą procesowi produkcyjnemu materiałów budowlanych, zależy w dużej mierze od stopnia ich przetworzenia. Na etapie projektowania powinno się wziąć pod uwagę

szereg czynników, które mogą mieć znaczący wpływ na charakterystykę energetyczno-ekologiczną obiektu. Należałoby zwrócić tutaj szczególną uwagę na materiały budowlane, jakie będą użyte i które mogą oddziaływać przez cały cykl istnienia obiektu. Każdy budynek składa się z kilkuset komponentów i materiałów i każdy z nich w ciągu całego cyklu istnienia wpływa mniej lub bardziej na środowisko naturalne. Postępując się metodą LCA przy ocenie energetyczno-ekologicznej, musimy w sposób szczegółowy zebrać dane dotyczące, zużycia energii, zużytych materiałów, ilości odpadów, sposobu i czasu trwania procesu produkcyjnego, transportu itp. Faza pierwsza cyklu istnienia obiektu budowlanego wiąże się z wydobyciem surowca do produkcji materiału, jego transportu oraz produkcji materiału lub wyrobu, a następnie budowy obiektu. Pozyskanie surowca powoduje zmniejszenie zasobów naturalnych, zajęcie przestrzeni naturalnej, powstawanie odpadów oraz zużycie energii. Następnie surowce są transportowane do produkcji, gdzie podlegają procesom przetwarzania. Transport powoduje dość znaczny wpływ na środowisko naturalne poprzez spalanie paliw, powstawanie odpadów stałych i emisji zanieczyszczeń. Proces produkcyjny obciąża natomiast środowisko, przez zajęcie gruntów pod infrastrukturę przemysłową, zużycie energii, a odpady, które towarzyszą procesowi przetwarzania i obróbki surowca, powodują emisję szkodliwych substancji do środowiska naturalnego. Zużycie energii oraz potencjał cieplarniany wybranych materiałów budowlanych zostały przedstawione na rysunkach 1 i 2. Na etapie budowy mamy do czynienia ze zużyciem paliw, energii, powstawaniem odpadów, zajęciem gruntu pod budowę obiektu.

Tabela 1. Charakterystyka energetyczna analizowanych obiektów

Nazwa	Budynek 1	Budynek 2	Budynek 3
Powierzchnia całkowita	100 m ²	182 m ²	218 m ²
Liczba kondygnacji	2	2	2
Współczynniki przenikania ciepła dla przegród budowlanych			
U [W/m ² K]	Ściany zewnętrzne		
	0,28	0,21	0,21
	Dach		
	0,23	0,23	0,23
	Podłoga na gruncie		
	0,251	0,24	0,23
	Stolarka okienna		
1,1	1,1	1,1	
Stolarka połaciowa			
1,4	1,4	1,4	
Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzewanie i wentylację			
Q _{H,nd}	6600 kWh/rok	10100 kWh/rok	15500 kWh/rok
Projektowe obciążenie cieplne			
	6,0 kW	9,5 kW	12 kW
Zapotrzebowanie na ciepło na ciepłą wodę użytkową			
Q _{W,nd}	1800 kWh/rok	2400 kWh/rok	3000 kWh/rok
Średnie zapotrzebowanie na moc do przygotowania c.w.u			
	1,4 kW	1,8 kW	2,3 kW
Sumaryczne roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną			
EP	104 kWh (m ² rok)	87 kWh (m ² rok)	107 kWh (m ² rok)

Tabela 2. Zapotrzebowanie i zużycie mediów dla analizowanych budynków

	Budynek 1	Budynek 2	Budynek 3
Łączne zapotrzebowanie na gaz [m ³ /rok]	1068	1584	2355,856998
Łączne zużycie energii [kWh/rok]	5365	5592	5592
Łączne zużycie wody [m ³ /rok]	146	146	146
Ilość ścieków [m ³ /rok]	131,4	131,4	131,4

Kolejną fazą jest eksploatacja budynku. W tym czasie należałoby uwzględnić niezbędne remonty i konserwacje elementów budowlanych. Największe jednak obciążenie dla środowiska w tym okresie będzie związane ze zużyciem energii niezbędnej do ogrzewania i energii elektrycznej. Ostatnia faza cyklu istnienia budynku to demontaż i związane z nim emisje gazów oraz pyłów, powstające w trakcie prac rozbiórkowych. Niektóre z materiałów możemy ponownie wykorzystać lub poddać recyklingowi, a niektóre unieszkodliwić. Na tym etapie należałoby oszacować możliwości „odzyskania” energii z materiałów, które zostały użyte do budowy obiektu, a więc ilość, jaką możemy pozyskać przy jak najmniejszym wkładzie energii pod budowę innych obiektów.

W niniejszym artykule omówiono analizę cyklu istnienia dla trzech dowolnie wybranych budynków jednorodzinnych o całkowitych powierzchniach 100 m², 182 m² i 218 m² (tabela 1). Do wykonania analizy posłużono się techniką LCA, wykorzystując program SimaPro w wersji 7.1 [3] autorstwa holenderskiego przedsiębiorstwa Pre Consultants. Na podstawie projektu i szczegółowego kosztorysu oszacowano rodzaj i ilość materiałów, a także zapotrzebowanie na ciepło, na ogrzewanie i wentylację oraz ciepłą wodę użytkową. W tabeli 1 zostały również zamieszczone informacje dotyczące współczynników przenikania ciepła, zapotrzebowania na ciepło i projektowego obciążenia cieplnego dla poszczególnych budynków. Okres eksploatacji budynków założono na 50 lat. Każdy budynek będzie zamieszkiwany przez 4 osoby. Roczne zużycie paliwa na cele centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej, a także zużycie energii elektrycznej oraz wody i ścieków zestawiono w tabeli 2.

4. Budowa modelu cyklu istnienia w programie SimaPro

Analizy cyklu istnienia dokonano na podstawie metody IMPACT 2002, która jest dołączona do programu SimaPro. Na początku określono ilość oraz rodzaj użytych materiałów, energii i procesów. Na podstawie tych danych program dokonuje obliczeń wielkości obciążenia dla środowiska, w rozbiciu na poszczególne substancje, które mają postać emisji lub poborów ze środowiska. Następnie program segreguje je w cztery pola oddziaływania: woda, powietrze, gleba, surowce. W następnej kolejności wyniki zostają scalone w 15 tzw. kategorii wpływu: czynniki rakotwórcze, czynniki nierakotwórcze, wpływ związków nieorganicznych na układ oddechowy, promieniowanie jonizujące, wpływ związków

organicznych na układ oddechowy, zubożenie warstwy ozonowej, ekotoksyczność (dla wód i gleby), eutrofizacja wód, zagospodarowanie terenu, zakwaszanie gleby, globalne ocieplenie, eksploatacja surowców mineralnych, energia nieodnawialna. W dalszej kolejności program segreguje je w 4 kategorie szkód: zdrowie ludzkie, jakość ekosystemu, zmiany klimatu, zużycie zasobów.

5. Ocena energetyczno-ekologiczna budynków jednorodzinnych – omówienie wyników analizy energetyczno-ekologicznej budynków jednorodzinnych

Cykl istnienia budynków podzielono na trzy fazy:

- faza I: pozyskanie surowców, produkcja materiałów budowlanych, transport i budowa obiektu;
- faza II: eksploatacja budynku (zużycie energii do ogrzewania budynku, energii elektrycznej oraz wykonanie niezbędnych remontów: wymiana okien, drzwi, ponowne malowanie, wymiana podłóg, wymiana pokrycia dachu);
- faza III: rozbiórka obiektu, ponowne wykorzystanie materiałów, recykling i utylizacja.

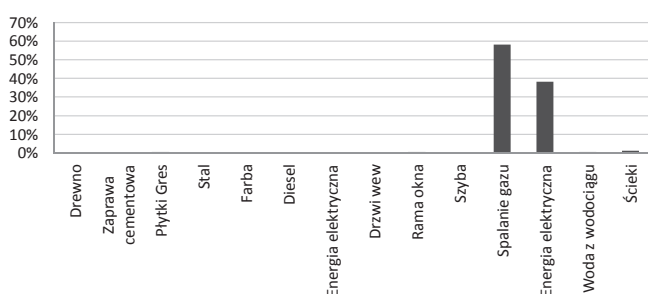
Na podstawie zebranych informacji odnośnie ilości, rodzaju oraz zużycia energii uzyskano po wprowadzeniu do programu SimaPro wielkości dotyczące emisji szkodliwych substancji do środowiska, jak również zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej. Na etapie produkcji materiałów zużywa się nośniki energetyczne, wodę oraz materiały i surowce, a jednocześnie do środowiska wprowadza się ścieki technologiczne, odpady stałe i szkodliwe substancje gazowe [4].

Proces wznoszenia wiąże się z przygotowaniem terenu pod budowę obiektu, jak również ze zużyciem nośników energetycznych. Średnie zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej dla pierwszej fazy cyklu istnienia w odniesieniu do trzech budynków mieści się w granicach 4 do 5,2GJ/m². Różnice w wielkości zużycia energii wynikają przede wszystkim z ilości i rodzaju użytych materiałów. Wysokie wartości dla kategorii ekotoksyczność wody wynika z użycia takich materiałów, jak beton, elementy stalowe, beton komórkowy, szkło. Na potencjał cieplarniany największy wpływ ma proces produkcji cementu, który jest głównym składnikiem betonu oraz dachówki cementowej. W tabeli 3 przedstawiono kategorie oddziaływania na środowisko naturalne dla trzech budynków jednorodzinnych w fazie wznoszenia. W kolejnej fazie, a więc w fazie eksploatacji budynku będą produkowane odpady stałe, ciekłe oraz gazowe. Budynek

Tabela 3. Charakterystyka energetyczno-ekologiczna dla fazy wznoszenia obiektów

Faza wznoszenia				
Kategoria wpływu	Jednostka	Budynek 1 [100 m ²]	Budynek 2 [182 m ²]	Budynek 3 [218 m ²]
Energia nieodnawialna	MJ primary	465344,884	767181,866	1168291,985
Eksploatacja surowców mineralnych	MJ surplus	991,816	1762,352	2901,24
Globalne ocieplenie	kg CO2 eq	43213,659	68619,011	105899,721
Zubożenie warstwy ozonowej	kg CFC-11 eq	0,003	0,004	0,006
Zakwaszenie gleby	kg SO2 eq	625,723	1057,733	1623,395
Zakwaszenie wód	kg SO2 eq	133,897	228,039	346,772
Wpływ związków organicznych na układ oddechowy	kg C2H4 eq	15,684	27,94	44,522
Eutrofizacja wód	kg PO4 P-lim	1,12	1,696	2,705
Ekotoksyczność (woda)	kg TEG water	598900,291	894464,401	1488009,959
Ekotoksyczność (gleba)	kg TEG soil	2140241,99	3150009,766	4976378,978
Promieniowanie jonizujące	Bq C-14 eq	722287,738	1110929,732	1697458,807
Czynniki rakotwórcze	kg C2H3Cl eq	491,625	842,05	1422,656
Czynniki nierakotwórcze	kg C2H3Cl eq	774,572	1196,214	1973,654
Wpływ związków nieorganicznych na układ oddechowy	kg PM2.5 eq	36,948	60,461	104,72
Zagospodarowanie terenu	m2org.arable	3426,737	5844,912	9474,648

Potencjał kg CO₂ eq



Rys. 4. Procentowy udział potencjału cieplarnianego w fazie eksploatacji obiektu

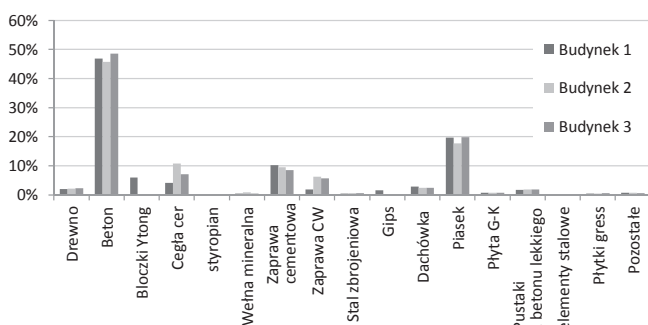
w tym czasie poddawane są remontom i konserwacji. Przykładowo dla budynku o powierzchni ok. 100 m², zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej to 35 GJ/m², natomiast w fazie wznoszenia obiektu, zużycie energii wynosi zaledwie 4,6GJ/m². Należy również zwrócić uwagę na wskaźnik emisji CO₂, który będzie największy w przypadku spalania gazu (58%) i produkcji energii elektrycznej (38%), natomiast pozostałe 4% to produkcja materiałów niezbędnych do wykonania remontów, a także proces oczyszczania ścieków i dostarczenia wody pitnej dla użytkowników obiektu (rys. 4). Charakterystyka energetyczno-ekologiczna dla fazy eksploatacji budynków została przedstawiona w tabeli 4.

Tabela 4. Charakterystyka energetyczno-ekologiczna dla fazy eksploatacji obiektów

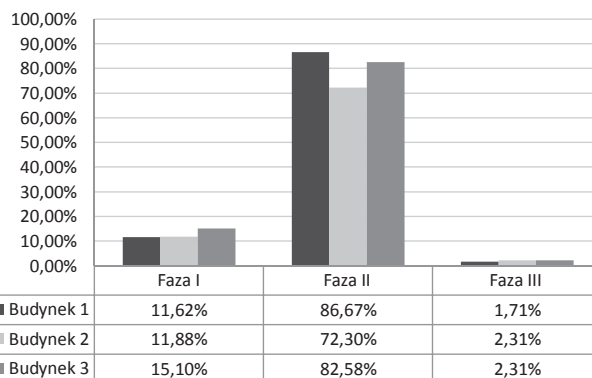
Faza eksploatacji				
Kategoria wpływu	Jednostka	Budynek 1 [100 m ²]	Budynek 2 [182 m ²]	Budynek 3 [218 m ²]
Energia nieodnawialna	MJ primary	3470779,747	4669375,228	6388567,471
Eksploatacja surowców mineralnych	MJ surplus	1048,426	1260	1495,6
Globalne ocieplenie	kg CO2 eq	210418,445	274065,497	363538,439
Zubożenie warstwy ozonowej	kg CFC-11 eq	0,022	0,032	0,047
Zakwaszenie gleby	kg SO2 eq	1790,523	2094,22	2463,649
Zakwaszenie wód	kg SO2 eq	632,44	715,282	805,585
Wpływ związków organicznych na układ oddechowy	kg C2H4 eq	37,643	53,347	76,035
Eutrofizacja wód	kg PO4 P-lim	23,139	23,336	23,586
Ekotoksyczność (woda)	kg TEG water	59023102,67	59835822,81	60760071,84
Ekotoksyczność (gleba)	kg TEG soil	6542107,467	6755874,082	7021779,926
Promieniowanie jonizujące	Bq C-14 eq	979944,331	1136679,592	1320867,377
Czynniki rakotwórcze	kg C2H3Cl eq	1805,076	2497,634	3504,673
Czynniki nierakotwórcze	kg C2H3Cl eq	3318,878	3486,723	3609,421
Wpływ związków nieorganicznych na układ oddechowy	kg PM2.5 eq	100,779	117,566	138,485
Zagospodarowanie terenu	m2org.arable	1685,984	2108,173	2229,206

Ostatnim etapem „życia” obiektu jest rozbiórka i ewentualne pozyskanie oraz utylizacja materiałów budowlanych. W tym etapie należałoby zwrócić szczególną uwagę na możliwość pozyskania części materiałów i wykorzystania pod budowę innych obiektów lub jako dodatku do produkcji innych materiałów budowlanych. Wykorzystanie w całości lub części elementów i materiałów z rozbiórki pozwoli zaoszczędzić zużycie energii do ich wytworzenia. Zużycie nieodnawialnej energii jest jedną z ważniejszych kategorii oddziaływania. Z energią są związane surowce mineralne, których pozyskanie, przetwarzanie oraz spalanie powoduje emisję substancji niebezpiecznych dla środowiska naturalnego. Warto więc zwrócić uwagę na materiały i ich zawartości w obiektach w celu oszacowania włożonej energii pierwotnej do ich wytworzenia oraz pozyskania części tych materiałów do dalszej produkcji lub budowy. Wśród wszystkich materiałów użytych do budowy analizowanych obiektów 50% masy stanowi beton, który może być materiałem do dalszego wykorzystania (rys. 5).

Beton, w przypadku materiału odpadowego, może być wykorzystany w formie kruszywa do budowy dróg i autostrad [5]. Według danych szwajcarskich [6] istnieje możliwość pozyskania z rozbiórki obiektu kruszywa betonowego nawet w 60%, pozostała część to frakcje drobne i zawierające inne materiały, które nie nadają się do recyklingu. W odniesieniu do analizowanych obiektów ilość energii włożonej w produkcję betonu dla poszczególnych budynków wynosi odpowiednio: dla budynku 100 m² – 66GJ, 182 m² – 102GJ, 216 m² – 184GJ. Stosując się do danych szwajcarskich odzyskamy część włożonej nieodnawialnej energii pierwotnej w ilości: dla budynku 100 m² – 6,5GJ, 182 m² – 8,7GJ, 216 m² – 11GJ. W obliczeniach uwzględniono dodatkowe zużycie nieodnawialnej energii pierwotnej na prace rozbiórkowe, transport i sortowanie materiału. Dobrym materiałem, który możemy ponownie wykorzystać, jest cegła. Po oczyszczeniu może ona ponownie posłużyć jako materiał budowlany, nadając szczególny charakter wnętrzom lub elewacjom. Według analizy dla ww. przykładu budynku, jesteśmy



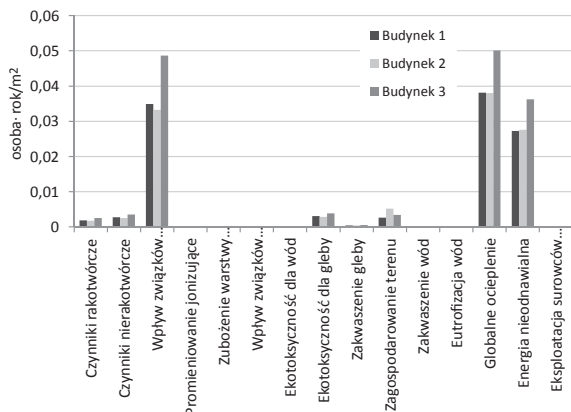
Rys. 5. Porównanie udziału materiałów w analizowanych budynkach



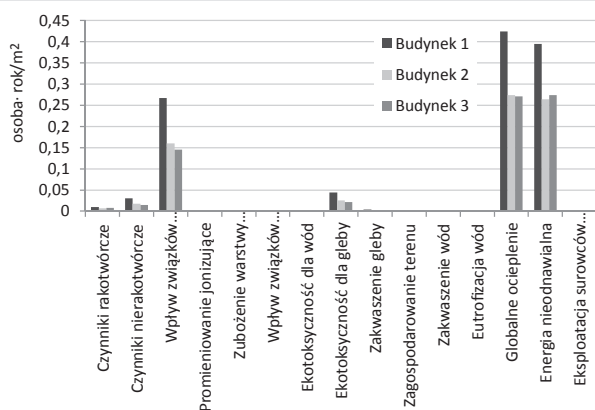
Rys. 6. Średni udział zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej w cyklu istnienia analizowanych budynków

Tabela 5. Charakterystyka energetyczno-ekologiczna dla fazy rozbiórki obiektów

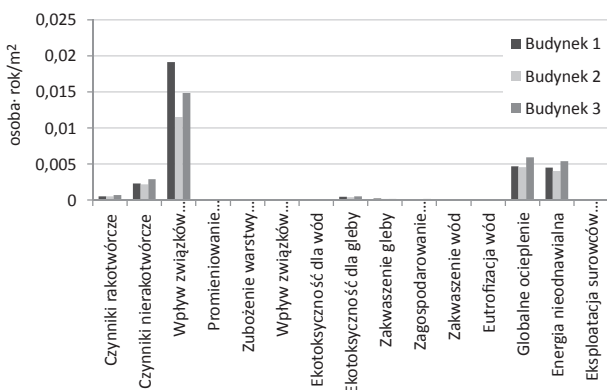
Faza rozbiórki				
Kategoria wpływu	Jednostka	Budynek 1 [100 m ²]	Budynek 2 [182 m ²]	Budynek 3 [218 m ²]
Energia nieodnawialna	MJ primary	68415,07	110062,6	178943,1
Eksploatacja surowców mineralnych	MJ surplus	45,39687	73,31728	118,7679
Globalne ocieplenie	kg CO2 eq	4652,087	7545,527	12734,62
Zubożenie warstwy ozonowej	kg CFC-11 eq	0,000586	0,000946	0,001536
Zakwaszenie gleby	kg SO2 eq	300,0297	353,2859	572,0223
Zakwaszenie wód	kg SO2 eq	289,8346	263,4118	422,8938
Wpływ związków organicznych na układ oddechowy	kg C2H4 eq	3,489213	5,633005	9,156124
Eutrofizacja wód	kg PO4 P-lim	0,22414	0,360087	0,587546
Ekotoksyczność (woda)	kg TEG water	307158,7	511476,8	848861,1
Ekotoksyczność (gleba)	kg TEG soil	78302,75	125815,2	204690,1
Promieniowanie jonizujące	Bq C-14 eq	92521,66	147589,2	240665,9
Czynniki rakotwórcze	kg C2H3Cl eq	140,1826	231,9423	369,6414
Czynniki nierakotwórcze	kg C2H3Cl eq	588,2135	970,0214	1542,837
Wpływ związków nieorganicznych na układ oddechowy	kg PM2.5 eq	19,40161	21,09149	34,16346
Zagospodarowanie terenu	m2org.arable	169,6169	275,1701	445,4685



Rys. 7. Normalizacja wskaźników kategorii wpływu fazy wznoszenia obiektów



Rys. 8. Normalizacja wskaźników kategorii wpływu w fazie eksploatacji obiektów



Rys. 9. Normalizacja wskaźników kategorii wpływu w fazie rozbiórki obiektów

w stanie „odzyskać” z tego materiału aż 60% energii. Stal to materiał, który w 100% poddawany jest recyklingowi, jednak wiąże się to, z pochłonięciem znacznej ilości energii w procesie przetwarzania. Oczywiście, korzystniejszym rozwiązaniem jest pozyskanie elementów konstrukcyjnych, np. słupów, belek, dźwigarów do ponownego wykorzystania, ale robi się to bardzo rzadko [5]. Styropian może być wykorzystany jako dodatek do pustaków i tynków, jak również do spulchniania gleby ze względu na właściwości obojętne dla środowiska [7]. Wętna mineralna i szklana może być dodawana do pulpy papierowej

jako materiał wzmacniający. Pulpa mineralna lub szklana może być również dodatkiem do betonów i tynków mineralnych, przez co materiał może być wzmocniony, a także zostaną zlikwidowane rysy skurczowe [8]. Drewno to doskonały materiał, który jesteśmy w stanie ponownie wykorzystywać w procesie budowlanym. Może ono również posłużyć jako paliwo, ale tylko wtedy, gdy nie jest pokryte impregnatami i powłokami ochronnymi, które zawierają związki chlorowoorganiczne lub metale ciężkie.

Oszacowanie możliwości odzysku materiałów z rozbiórki budynków jest bardzo trudne, ponieważ w Polsce nie ma jednoznacznych danych, które określałyby ich procentowy odzysk. Dane, które zawarte są w materiałach dołączonych do programu SimaPro, podają jedynie maksymalne możliwości odzysku materiałów, a nie faktyczną ilość, jaka jest pozyskiwana. Stosując się do tych informacji jesteśmy w stanie odzyskać jedynie 1/6 nieodnawialnej energii pierwotnej z materiałów, jakich użyto przy budowie obiektu. Strata nieodnawialnej energii pierwotnej towarzysząca rozbiórce w analizowanych obiektach to zaledwie 1,7%–2,3% udziału w całkowitej fazie cyklu istnienia obiektu (rys. 6). Pełną analizę ostatniej fazy cyklu istnienia obiektów przedstawia tabela 5.

Normalizacja wskaźników kategorii wpływu dla trzech faz cyklu istnienia budynków określa wielkość ich oddziaływania na środowisko naturalne. Wskaźniki te zostały podane w ogólnej jednostce [osoba-rok/m²]. Należy jednak pamiętać, że oddziaływanie budynków w fazie eksploatacji przewidziano na okres 50 lat, natomiast program odnosi wyniki normalizacji do jednorocznego obciążenia mieszkańca Europy Zachodniej. Wyniki normalizacji na etapie wznoszenia obiektu (rys. 7) wykazują, że budynek nr 3 odznacza się największymi wartościami w stosunku do pozostałych obiektów w wymienionych wyżej kategoriach. Różnica ta jest wynikiem dużej ilości betonu użytego do budowy obiektu. W fazie eksploatacji (rys. 8) najbardziej wyróżnia się budynek nr 1 w trzech wymienionych kategoriach wpływu. Jest to związane ze spalaniem gazu na cele centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej. Duże zapotrzebowanie na moc cieplną obiektu to wynik słabszych właściwości izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych w stosunku do pozostałych budynków. W fazie rozbiórki obiektów (rys. 9) można zauważyć znaczną różnicę w kategoriach wpływu związków nieorganicznych na układ oddechowy dla budynku nr 1. Spowodowane to jest przede wszystkim sortowaniem materiałów gipsowych. Różnice w pozostałych kategoriach wpływu dla analizowanych budynków wykazują niewielkie różnice.

6. Podsumowanie

Na przykładzie analizowanych budynków jednorodzinnych przedstawiono możliwość oceny oddziaływania obiektów na środowisko naturalne w pełnym cyklu istnienia. Analiza wykazała, że największe wartości wskaźników występują w kategorii globalnego ocieplenia,

wplywu związków nieorganicznych na układ oddechu oraz nieodnawialnej energii. Faza eksploatacji budynków ma największy wpływ na środowisko spośród wszystkich faz cyklu istnienia. Powodem tego stanu jest przede wszystkim spalanie paliw na cele centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej oraz produkcji energii elektrycznej. Ten znaczny wskaźnik jesteśmy w stanie zmniejszyć przez dobór materiałów o mniejszym współczynniku przewodzenia ciepła oraz stosowaniu bardziej energooszczędnych technologii. Ostatni etap cyklu istnienia obiektu to wykorzystanie materiałów budowlanych w całości albo jako dodatek do produkcji innych materiałów budowlanych. Materiały te powinny być w jak najmniejszym stopniu przetworzone tak, aby proces ten nie powodował większych strat dla środowiska, niż ponowne ich wyprodukowanie.

Analiza LCA wyrobów ma szeroki zakres zastosowań, dzięki czemu jest ona chętnie wykorzystywana w wielu krajach Europy Zachodniej. Wyniki badań można uwzględnić przy modernizacji lub optymalizacji istniejących przedsięwzięć i przy tworzeniu nowych, bardziej przyjaznych środowisku inwestycji. Jednak jednym z najważniejszych zastosowań analizy LCA jest możliwość identyfikacji oraz oceny oddziaływania na środowisko konkretnego wyrobu lub procesu technologicznego w całym cyklu jego istnienia bądź też w poszczególnych

jego etapach, np. wydobycia surowców, produkcji wyrobu, użytkowania oraz końcowego zagospodarowania. Dzięki kompleksowej analizie aspektów środowiskowych i wskazaniu miejsc generujących największe zagrożenie można ustalać sposoby minimalizowania wpływu produktu lub procesu na środowisko, poprzez doskonalenie technologii w tej fazie „życia” produktu czy procesu, który jest najbardziej uciążliwy dla środowiska.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Górzyński J., Podstawy analizy środowiskowej wyrobów i obiektów. Warszawa, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2007
- [2] PN-EN ISO 14040: Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Zasady i struktura
- [3] SimaPro 7.1: Pre Consultants. Amsterdam 2010
- [4] Górzyński J., Analiza emisji zanieczyszczeń w pełnym cyklu istnienia budynku, w: X Ogólnopolska Interdyscyplinarna Konferencja Naukowo-Techniczna „Ekologia a Budownictwo”, PZTB, Bielsko Biała 1998, s. 63-68
- [5] Golański M., Recykling materiałów budowlanych. Przegląd Budowlany 9/2011
- [6] Doka G., Building Material Disposal. Life Cycle Inventories of Waste Treatment Services. Ecoinvent report No. 13, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, December 2003
- [7] Adamczyk J, Dylewski R., Recykling odpadów budowlanych w kontekście budownictwa zrównoważonego PROBLEMY EKOROZWOJU – PROBLEMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT 2010, vol. 5, no 2, 125-131
- [8] Żelaziński J., Recykling na placu budowy. Dachy, nr 6 (138) 2011

FORUM PRZESTRZENIE MIEJSKIE

ogólnopolska konferencja naukowa pt.
„Budownictwo infrastrukturalne - miejskie w programach finansowych Unii Europejskiej”

MIASTO - PRZESTRZEŃ - „KRAJOWA POLITYKA MIEJSKA” - JAKOŚĆ ŻYCIA

POTRZEBY SENIORÓW - ZJAWISKO DEPOPULACJI - FUNDUSZE UNIJNE 2014-2020

ŚRODOWISKO - ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ - EKOLOGIA

MAŁA ARCHITEKTURA MIEJSKA

12 CZERWIEC 2015

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach



ZAREJSTRUJ SIĘ NA WWW.FORUMPRZESTRZENIEMIEJSKIE.PL

ORGANIZATORZY



WSPÓLORGANIZATORZY



PARTNERZY WPIERAJĄCY

