

EGZEMPLIFIKACJA INNOWACYJNYCH KONCEPCJI I METOD LOGISTYCZNYCH W BUDOWNICTWIE

Współczesna sytuacja ekonomiczna i ekologiczna świata zmusza nas do ciągłego szukania rozwiązań pozwalających nie tylko ograniczyć wpływ człowieka na środowisko, ale także mogących nas uniezależnić od źródeł konwencjonalnych energii. W budownictwie istnieją duże potrzeby na rozwiązania innowacyjne.

Celem referatu jest opisanie innowacyjnych koncepcji i metod w zakresie przedsiębiorstw budowlanych i przedsięwzięć budowlanych w wymiarze poznawczym i empirycznym w kontekście wyzwań współczesnego budownictwa.

W referacie wychodząc od charakterystyki wyzwań współczesnego budownictwa takich jak konieczność przejścia przez turbulencje, koniec perspektywy unijnej 2010/2023, kurs na zielone, skoncentrowano się na innowacyjnych koncepcjach i metodach.

Główne założenia tych koncepcji i metod koncentrują się wokół budownictwa zrównoważonego, oszczędności energii i wody, oddziaływania na środowisko i wydajności pracy. Jednocześnie są postrzegane jako sposób na zwiększenie efektywności i obniżkę kosztów.

WSTĘP

Camus A. napisał „Usuń ze swojego słownika słowo „problem” i zastąp słowem „wyzwanie”. Życie stanie się bardziej interesujące” [12, s.1].

Wyzwaniem współczesnego budownictwa jest konieczność przejścia przez turbulencje, koniec perspektywy unijnej 2010/2023 oraz kurs na zielone [62, s. 33-35].

Przejście przez turbulencje związane jest z walką o kontrakty, zmniejszeniem marż, wojnami cenowymi i zagrożeniem dla jakości inwestycji [Por.: 63, s. 33]. Jak wynika z danych Deloitte, od początku do końca sierpnia 2016 roku produkcja budowlano-montażowa spadła o blisko 15% r-r, zmniejszyła się liczba i skala przetargów publicznych zarówno centralnych, jak i samorządowych [Por.: 14 za 62, s. 33]. Wygrają zatem ci, którzy będą w stanie lepiej wykorzystywać narzędzia IT, podnosić stopień automatyzacji i wprowadzać innowacje.

Chociaż fundusze UE nie skończą się po roku 2023, to kolejna perspektywa może być dla Polski mniej korzystna. Ratunkiem mogą okazać się środki przeznaczone na innowacyjność i działania związane ze zmianami klimatu.

Kurs na zielone to wyzwanie związane z problematyką zrównoważonego budownictwa czyli takiego które ma na celu stworzenie i odpowiedzialne zarządzanie zdrowym obszarem zabudowanym, opartym na zasadzie efektywnego i ekologicznego wykorzystania zasobów naturalnych. Uwzględni ono aspekt środowiska i jakości życia, ponadto kwestie kulturowe i sprawiedliwości społecznej oraz ekonomiczne ograniczenia [66, s.32-42 za 1, s. 126]¹.

¹ Tematyka rozwoju zrównoważonego w budownictwie w dziedzinie konstrukcji budowlanych została podjęta przez Conseil International du Bâtiment (CIB) w 1995 roku. Następnie w 1998 roku na konferencji w Gävle (Szwecja), została sprecyzowana wiodąca rola procesu budowlanego w zrównoważonym rozwoju w wyniku opracowania przez CIB Agendy 21 w zakresie Budownictwa Zrównoważonego, stanowiącej pośredni dokument pomiędzy Agendą 21 z Rio i Agendą Habitat. : [65 za 1, s.126].

W obecnym stuleciu, potrzeba wprowadzenia rozwoju zrównoważonego do wszystkich obszarów

Tymczasem Dodge Data & Analytics wskazuje, że Polska jest jednym z krajów o najniższej świadomości społeczeństwa dotyczącej korzyści z zielonego budownictwa i zajmuje dalekie miejsce obok Kuby, Brazylii czy Indii [62, s.35]. Natomiast badania empiryczne² w ramach projektu Polski rynek systemów stropowych przeprowadzone w okresie od września 2015 roku do lutego 2016 roku wykazały, że zaskakująco niskie rezultaty wobec dążenia do budownictwa zrównoważonego odgrywają czynniki ekologiczne (6% wskazań). W dalszej kolejności jako ważne parametry w procesie wyboru systemu stropowego znalazła się ochrona zdrowia (8% wskazań). Natomiast najważniejszym kryterium, którym kierują się badani w procesie wyboru systemu stropowego są: dźwiękoizolacyjność (35% badanych), parametry konstrukcyjne (25% badanych), termoizolacyjność (23% badanych) [Por.: 36, s. 90-92].

Budownictwo spełniające wymagania zrównoważonego rozwoju powinno dążyć do minimalizacji zużycia energii i zasobów naturalnych przy możliwie najmniejszym obciążeniu środowiska [Por.: 42, s. 22-32 za 1, s.126].

Obecnie budownictwo powoduje duże obciążenie dla środowiska i jest materiałochłonne [Por.: 66, s.34-42; 60, s. 65-66].

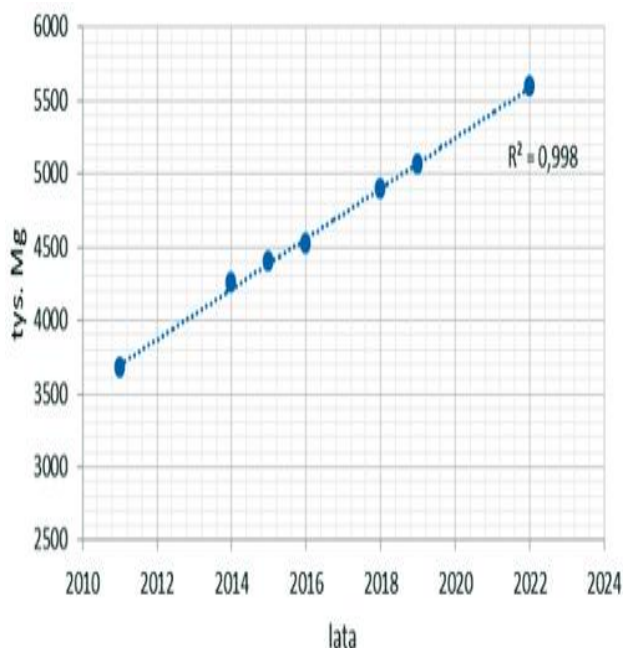
Wykonanie nowych oraz remonty istniejących obiektów budowlanych wymagają znacznego zużycia surowców i wyrobów budowlanych [60, s.65 – 66 za 1, s.127]. Jednocześnie w obu przypadkach mamy do czynienia z odpadami budowlanymi, jakkolwiek

działalności gospodarczej została jednoznacznie sformułowana w maju 2001 roku przez Komisję Europejską, która na posiedzeniu w Göteborgu przedstawiła Radzie Europy propozycję Strategii

Unii Europejskiej na rzecz zrównoważonego rozwoju – tzw. Strategii Göteborgskiej. Podkreślono w niej konieczność wprowadzenia problematyki środowiskowej do wszystkich polityk sektorowych oraz sformułowano najważniejsze zadania dla realizacji rozwoju zrównoważonego, a mianowicie: ograniczenie zmian klimatycznych oraz wzrost zużycia „czystej” energii; odpowiednie postępowanie z zagrożeniami zdrowia publicznego; racjonalne korzystanie z zasobów naturalnych; usprawnienie systemów komunikacji i działania na rzecz optymalizacji wykorzystania przestrzeni.: [66, s. 34-42 za 1, s.126].

² W badaniach wzięło udział 80% projektantów, 13% wykonawców, 4% inwestorów i 3% dystrybutorów: [36, s. 90-92]

skala tego zjawiska przy remontach, a w szczególności całkowitych rozbiórkach, jest zdecydowanie większa i przewidywany jest jego wzrost (rys. 1).



Rys. 1. Prognoza emisji odpadów z budów, remontów i demontażu obiektów budowlanych w Polsce [60, s. 65 na podstawie 2]

Powstające odpady, zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, z uwzględnieniem cyklu życia obiektów i wyrobów budowlanych stanowią ostatnie ogniwo łańcucha dostaw i jednocześnie pierwsze tzw. zwrotnego łańcucha logistycznego, tj. obejmującego strumienie przepływów z miejsca rozbiórki, poprzez wszelkie etapy utylizacji prowadzące do nowego wyrobu lub na wysypisko. Surowce i wyroby budowlane charakteryzują się względnie długim cyklem życia, a procesy logistyczne z nimi związane realizowane są przez wielu uczestników, strumienie zwrotne zaś są najczęściej wielkogabarytowe i asymetryczne względem strumieni pierwotnych [Por.: 60, s. 65].

Szczególne znaczenia nabierają zatem innowacyjne koncepcje i metody logistyczne.

Celem referatu jest opisanie innowacyjnych koncepcji i metod logistycznych w zakresie przedsiębiorstw budowlanych i przedsięwzięć budowlanych³⁴⁵ w wymiarze poznawczym i empirycznym w kontekście wyzwań współczesnego budownictwa.

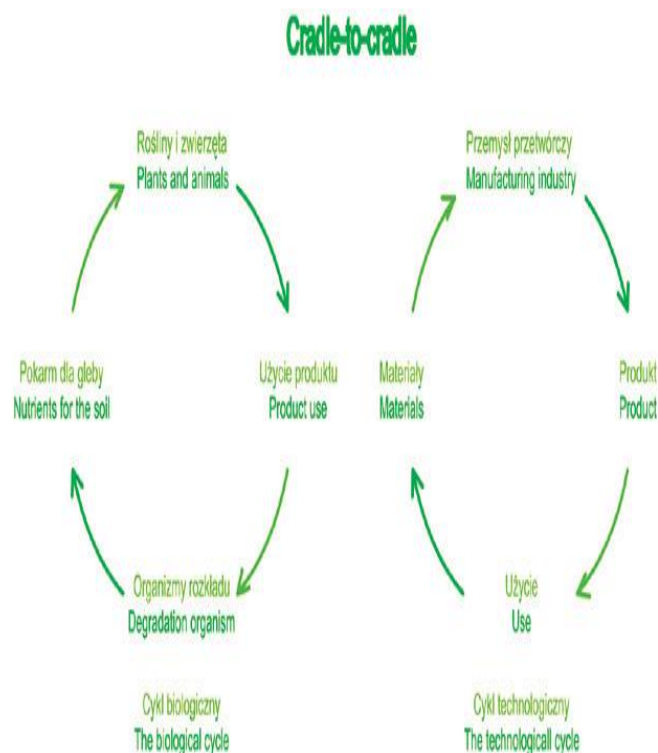
1. PRZYKŁADY INNOWACYJNYCH KONCEPCJI I METOD LOGISTYCZNYCH W BRANŻY BUDOWLANEJ W UJĘCIU TEORETYCZNYM

Budownictwo pomimo, iż jest mało podatne na wdrażanie innowacji, wręcz konserwatywne [Por.: 30 za 10, s. 474 za 57, s. 1492] oferuje następujące koncepcje i metody logistyczne⁶:

Cradle-to-Cradle zakłada, że materiały podlegają procesom ciągłym [Por.: 37, s. 260]. Koncepcja ta postrzega systemy dotyczące człowieka jako cykle pokarmowe, w których każdy materiał może wspomagać życie” [40, s. 1 za 37, s. 260]. Cradle-to-Cradle, w przeciwieństwie do *Cradle-to-grave* (od kołyski do grobu, przyjmuje, że każdy odpad staje się budulcem w następnym cyklu [11, s. 1 za 37, 260]⁷. Omawiana koncepcja ma pozytywnie oddziaływać na środowisko i zdrowie człowieka (*beneficial footprint*).

Wyróżnia się dwa typy obiegów: biologiczny (obejmujący materiały biodegradowalne) i techniczny (technologiczne materiały produktów syntetycznych). Materiały powinny być zatem: zdrowe, nietoksyczne, podlegające recyklingowi, biodegradowalne, szybko odnawialne, adaptowalne, demontowalne, zbierane selektywnie, o zidentyfikowanym składzie, strukturalnie jednolite, o zaplanowanym czasie i sposobie wykorzystania oraz zdefiniowanym przyszłym użyciu⁸.

Cradle-to-Cradle przedstawia obrazuje rysunek 2.



Rys. 2. Cradle-to-cradle [37, s. 263]

³ W budownictwie wyróżnia się następujące płaszczyzny innowacji logistycznych: innowacje w zakresie przedsiębiorstwa budowlanego, innowacje w zakresie przedsięwzięcia budowlanego. Charakterystykę obszaru innowacji logistycznych w budownictwie przedstawia: [57, s. 1486 za 64, s. 59]

⁴ Na potrzeby tego referatu przyjęto następujące rozumienie terminu innowacja - idea, artefakt materialny lub praktyka, które pojawiają się w określonej zbiorowości społecznej, są przez jej członków postrzegane jako nowe (wcześniej nieobecne), oceniane pozytywnie i akceptowane: [6, s. 33 za 10, s.476]

⁵ Podstawy teoretyczne innowacji przedstawia: [48, s. 177- 191] [55, s. 1279-1288]

⁶ Na potrzeby tego referatu przez pojęcie metoda rozumie się sposób postępowania dla osiągnięcia określonego celu: [63, s. 449]

⁷ Trzy zasady C2C: „1. Odpad jest pokarmem, 2. Użycie energii słonecznej jako energii odnawialnej, 3. Różnorodność biologiczna, kulturowa, gatunkowa, innowacyjna”. [40, s. 1 za 37, s. 260]

⁸ „Materiał podlegający recyklingowi jest to materiał, dla którego istnieje co najmniej jedna jednostka poddająca go recyklingowi; materiał szybko odnawialny jest to materiał, który może być zastąpiony w zrównoważony sposób w ciągu 10lat”: 41, s. 10-11 za 37, s. 260].

Respektowanie zasad zrównoważonego rozwoju obliuguje budownictwo do wznoszenia budynków spełniających określone kryteria społeczne, ekologiczne i ekonomiczne [4, s. 161-173]. Rozwiązaniem może być wykorzystanie LCA, które Międzynarodowa Organizacja ds. Standaryzacji ISO (z ang. – International Standard Organization) zdefiniowała jako technikę oceny aspektów środowiskowych i potencjalnych wpływów związanych z wyrobem obejmującą cztery fazy:

- określenie celu i zakresu badań,
- inwentaryzację zbioru istotnych wejść i wyjść w systemie wyrobu,
- ocenę potencjalnych wpływów na środowisko związanych z wejściami i wyjściami systemu,
- interpretację rezultatów analizy zbioru oraz faz oceny wpływu w odniesieniu do celów badań [43 za 38, s. 454-456].

LCA znajduje zastosowanie m.in. w badaniu aspektów środowiskowych i potencjalnych oddziaływań w całym okresie życia produktu czy procesu tj. „od kołyski aż do grobu”, poczynwszy od wydobycia surowców, poprzez wytworzenie, dystrybucję, użycie, ponowne wykorzystanie. LCA umożliwia ocenę aspektów i wpływów środowiskowych, które wynikają z poszczególnych etapów życia wyrobu, obejmujących: wydobycie i przetwarzanie surowców mineralnych, wytwarzanie (proces produkcji), dystrybucję, transport, użytkowanie, powtórne użycie, recykling, ostateczne unieszkodliwienie odpadów [38, s. 454-456].

Borkowski M., traktuje LCA jako metodę [5, s. 15]. Zdaniem tego badacza 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 jesteśmy w stanie porównać między sobą dwa lub więcej procesów albo wyrobów, a następnie wybrać ten, który jest bardziej przyjazny dla środowiska.

Materiały i wyroby budowlane są wytwarzane z surowców pobieranych ze środowiska i następnie w procesach produkcyjnych, o różnym stopniu zaawansowania technologicznego, przetwarzane są na wyroby finalne [1, s. 125]. W procesach produkcji materiałów budowlanych zużywa się nośniki energetyczne, wodę i wiele innych materiałów i surowców, a jednocześnie do środowiska usuwa się ścieki technologiczne, odpady stałe i szkodliwe substancje gazowe [19, s. 63-68 za 1, s. 127].

Na etapie realizacji prac budowlanych negatywny wpływ na środowisko wiąże się z oczyszczaniem i przygotowaniem terenu (usunięciem szaty roślinnej i żyznej warstwy gleby, wyrównaniem gruntu lub wykonaniem wykopów), budową dróg dojazdowych i tymczasowych zabudowań, a także koniecznością magazynowania na placu budowy materiałów i wyrobów, często niebezpiecznych. Ponadto w trakcie budowy występują dodatkowe uciążliwości jak hałas, wibracje, zniekształcenia krajobrazu, naruszenia poziomu wód gruntowych, przemieszczanie mas ziemi itp. Prace budowlane są także nierozdzielnie związane ze zużyciem nośników energetycznych [35 za 1, s. 127].

Szczególnie duży wpływ na obciążenie środowiska ma faza użytkowania (eksploatacji) obiektu budowlanego. Sumaryczne zużycie energii niezbędnej dla zapewnienia właściwego komfortu cieplnego w naszych warunkach klimatycznych jest w fazie użytkowania znacznie wyższe, ze względu na jej długi horyzont czasowy, niż na etapie wytwarzania materiałów budowlanych, czy też samego procesu budowy.

Nie bez wpływu na środowisko ma również faza rozbiórki budynku. Na tym etapie zużywana jest także energia i gromadzone są w środowisku te materiały rozbiórkowe, które nie podlegają recyklingowi.

LCA może zatem wspomagać wybór najkorzystniejszej drogi projektowania nowych wyrobów czy rozwoju już istniejących [Por.: 39 za 38, s. 454-456].

Superużycie (*Superuse*), które może być definiowane jako jakikolwiek rodzaj użycia, który ma na celu dalsze wytwarzanie wartości [16, s.5 za 37, s.257]. Superużycie to koncepcja wtórnego wykorzystania materiału bazująca na twierdzeniu, że obiekt budowlany jest częścią ciągłego procesu i podlega transformacji. Traktuje obiekty budowlane „jak żywe organizmy, nieustannie zmieniające się, rozwijające i degenerujące”. *Superużycie* nadaje obiektom, materiałom i produktom zdolność przechodzenia z jednego cyklu życia do następnego [Por.: 37, s.257]. Koncepcja ta w procesie projektowym kładzie nacisk na wstępną fazę, która powinna być poszerzona o wnikliwe analizy, poszukiwania lokalnych materiałów do wtórnego użycia, badania, testy materiałowe, konsultacje interdyscyplinarne [15, s.258 za 37, s. 258]. Również w późniejszych fazach trzeba liczyć się z koniecznością zmian projektu, dostosowaniem do nie zawsze znanych właściwości materiałów, warunków. Proces projektowy powinien być elastyczny⁹. Rozbiórka powinna zachowywać materiały w jak najlepszym stanie, składowane w odpowiedni sposób [37, s. 258]. Kluczowe jest rozpowszechnianie informacji na temat dostępnych materiałów¹⁰.

Główne ograniczenia we wdrażaniu superużycia dotyczą podejścia, tradycji i usztywnień w kreowaniu przedsięwzięć budowlanych, braku odpowiedniej wiedzy na temat rzeczywistych kosztów, właściwości i możliwości zastosowania materiałów z odzysku, które nie były projektowane z myślą o ponownym użyciu. Istnieją obiekty społeczeństwa, które często nie postrzega materiałów z odzysku jako równoważnych nowym materiałom lub nie akceptuje tego typu rozwiązań [Por.: 16, s. 17 za 37, s. 258]. Ponadto pojawia się pytanie o zużycie energii przy tego typu realizacjach i nie zawsze można uzyskać na nie jednoznaczną odpowiedź [Por.: 37, s.258].

Przykładem innowacyjnej koncepcji logistycznej jest także Bim (Building Information Modeling) czyli Modelowanie informacji o obiekcie budowlanym. Określenie „obiekt budowlany” odnosi się nie tylko do budynków, ale również do obiektów infrastrukturalnych) [57, s. 1486-1492].

Według „BIM Healthy Start” BIM to:

- Kompleksowe rozwiązania z zakresu oprogramowania komputerowego przydatnego do projektowania, wizualizacji, analiz i współpracy, które umożliwią podejmowanie lepszych decyzji zarówno z zakresu rozwiązań technicznych, jak i biznesowych.
- Usprawnianie codziennych procesów dzięki pracy nad materiałem, który umożliwia automatyczne generowanie rysunków, raportów, analiz, harmonogramów i innych niezbędnych informacji o obiekcie.
- Wspieranie rozproszonych zespołów projektowych przez umożliwienie uczestnikom procesu budowlanego efektywnego współdzielenia zadań i informacji o projekcie [69, s. 2 za 57, s. 1488].
- Bim w porównaniu z podejściem tradycyjnym umożliwia obniżkę nakładów. Zmianę nakładów w projektach BIM w odniesieniu do podejścia tradycyjnego przedstawia tabela 1.

⁹ Zagadnienia elastyczności szczegółowo charakteryzuje: [7 s. 1-14; 8, s. 243- 257; 45; 46; 47, s. 331-360; 49, s. 3430 – 3437; 50, s. 523 – 547; 51, s. 13661 – 13669; 52, s. 13670 – 13678; 53, s. 4074-4092; 54, s. 1258-1270; 56, s. 1271-1278; 58, s. 1505-1514]

¹⁰ Dlatego Superuse Studios stworzyło narzędzia zgromadzone na platformie internetowej *Recyclicity.org* zapewniające wolny dostęp do tego typu informacji: *Environmental Impact Calculator*¹⁰, *Urban Metabolism Analysis*¹⁰ oraz *Harvest map*. Są to interaktywne bazy danych, które gromadzą informacje na temat dostępnych materiałów, właściwości oraz ich możliwości transportowych: Kalkulator Oddziaływania na Środowisko – narzędzie przedstawiające wizualnie wpływ materiałów na środowisko: [37, s. 258]

Tab. 1. Zmiana kosztów w projektach BIM w odniesieniu do podejścia tradycyjnego [69, s. 52 za 57, s. 1488]

Etap projektu	Zmiana nakładów w % związana z przejściem od nie-BIM do BIM
Projekt wstępny	+2.5
Zatwierdzenie projektu	0
Projekt konstrukcyjny	+2.5
Postępowanie przetargowe	0
Etap projektowania	+5
Zarządzanie budową	-5
Prace powykonawcze	0
Etap realizacji budowy	-5

BIM pomaga skracać czas realizacji przedsięwzięć budowlanych. Na przykład przy projektach infrastrukturalnych takich jak budowa autostrady, do przeanalizowania jest kilkadziesiąt kilometrów dróg i setki kolizji, co przy zastosowaniu tradycyjnej metody, jaką jest określenie kolizji na podstawie rysunku dwuwymiarowego, może się okazać trudne i czasochłonne. Jednocześnie zdarza się ominąć kolizje związane z ukształtowaniem wysokościowym oraz miejsca z nietypowymi, czasem skomplikowanymi rozwiązaniami.

Dzięki kompletnemu oraz szczegółowemu modelowi przygotowanemu w standardzie BIM, takie problemy są znacznie zminimalizowane. Identyfikacja kolizji między poszczególnymi elementami jest wykonywana przez oprogramowanie. Cały proces wykrycia kolizji ograniczony jest z wielu godzin lub dni do kilku minut, jakie potrzebuje program do sprawdzenia modelu [Por.: 69, s. 2 za 57, s. 1488].

Przedsiębiorstwo budowlane otrzymując projekt zrobiony zgodnie z zasadami BIM, oprócz modelu całego obiektu dysponuje także dodatkowymi informacjami: zaczynając od zestawień powierzchni, liczby drzwi, okien czy materiałów wykończeniowych aż po zestawienia elementów instalacyjnych (np. HVAC, wod.-kan.) oraz maszyn i urządzeń. Mając te wszystkie dane, może łatwo określić zakres robót oraz podać cenę wykonania danej inwestycji. Oczywiście tego typu informacje można zestawiać w arkuszu kalkulacyjnym, jednakże arkusz nie pokazuje miejsca zamontowania danego elementu, czy wpływu jego zmiany na inne elementy. BIM umożliwia także przygotowanie kilku koncepcji realizacji. Można także na bieżąco uzyskać informację o wpływie tych koncepcji na koszt całkowity. Zmieniając koncepcje można zidentyfikować wpływ zmiany na cenę, jednocześnie kontrolując, czy zmiana ta nie spowoduje powstania błędów lub kolizji. Takie różne warianty danej koncepcji stanowią dobrą podstawę do negocjacji z inwestorem, który oprócz wielowariantowej analizy kosztów może, w wirtualnym środowisku, przejść się po obiekcie budowlanym i dokonać oceny najlepszej wersji realizacji danej inwestycji. Zmiany w projekcie można wprowadzać bardzo szybko, uzyskując natychmiastowe wyliczenia kosztów. Mając wstępny kosztorys, określoną technologię wykonania oraz pełny model całego obiektu ze wszystkimi branżami, można przygotować harmonogram robót. Wystarczy, że

każdemu obiektowi przypisane zostanie odpowiednie zdarzenie (np. czas dostawy, czas rozpoczęcia montażu lub czas trwania montażu) albo powiąże z istniejącym harmonogramem.

Dysponując pełną informacją dotyczącą planowanego czasu realizacji każdego elementu projektu, można zobaczyć, jak obiekt będzie powstawał. Istnieje możliwość wpisania daty i sprawdzenia prac, które powinny być wykonane i prac, które jeszcze trzeba wykonać. Poza tym, można przeprowadzić symulację kolejności montażu w celu określenia, czy jest się w stanie zamontować wybrane urządzenie bez konieczności przeprowadzenia niepotrzebnych prac demontażowych. Oprócz planowania prac można także lepiej zarządzać dostawami, co często staje się krytyczne przy bardzo ograniczonej wielkości placu budowy i powierzchni magazynowania na budowie. Odpowiednie zaplanowanie zarówno montażu, jak i harmonogramu dostaw ma też wpływ na bezpieczeństwo na placu budowy, ponieważ wcześniej można przewidzieć powstanie sytuacji, które mogą być niebezpieczne dla pracowników. Łatwość tworzenia symulacji budowy i montażu pozwala na lepsze dobranie i wykorzystanie niezbędnego sprzętu, np. żurawi, koparek. Zmieniając materiały, technologię, zastosowane maszyny i urządzenia czy kolejność montażu można zaobserwować, jak wpływa to na harmonogram oraz koszt realizacji inwestycji. Wystarczy wskazać wybrany element i odczytać wszystkie jego parametry konieczne do zrealizowania zamówienia. A po dostawie na plac budowy i zeskanowaniu kodu kreskowego z osprzętu, maszyny czy urządzenia system oparty na BIM pokaże miejsce i czas montażu. Można wykorzystać także urządzenia przenośne (takie jak tablet, telefon, notebook) zsynchronizowane z modelem znajdującym się w chmurze lub na serwerze firmowym. Pracownik może wyświetlić na tablecie dane techniczne czy filmy instruktażowe, które pomogą mu w poprawnym montażu i ewentualnym uruchomieniu maszyny lub urządzenia. Natomiast po zakończeniu prac wystarczy, że zaznaczy się odpowiednie pole w parametrach modelu i przełożony będzie wiedział, że urządzenie jest już na swoim miejscu i jest gotowe do pracy.

Kolejna ważna kwestia to dokumentacja wykonawcza, powykonawcza i odbiór inwestycji. W procesie budowlanym opartym na BIM dokumentacja tworzy się niejako automatycznie podczas budowy. Do każdego elementu projektu można dołączyć na każdym etapie zdjęcie z komentarzem (np. zdjęcie pokazujące sam proces montażu, problemy, zastosowane rozwiązania czy stan końcowy). Pracownik na budowie może oznaczyć wybrany element na modelu i nagrać swój komentarz, dzięki któremu projektant lub inna osoba uprawniona może wprowadzić zmiany w projekcie odzwierciedlające stan rzeczywisty. Dodatkowo można wprowadzać informacje o stanie zaawansowania prac. Całość zestawiona na przykład w formie wykresów umożliwia bieżący monitoring harmonogramu. Najczęściej przytaczanym argumentem wskazującym na znaczenie BIM jest ponad 95-procentowa redukcja kolizji na etapie projektu. Kolizji, których koszt obecnie ocenia się na około 4% wartości inwestycji.

Dzięki BIM wykonawca może wychwycić oprócz kolizji statycznych, wynikających z wymiarów i geometrii, także kolizje dynamiczne, pojawiające się w związku z kolejnością wykonywanych prac albo z obszarem roboczym jakiejś maszyny nieujętych w projekcie (np. koparki, dźwigu).

Korzystając z BIM, bardzo łatwo można kontrolować ilości materiałów, jakie powinny być zużyte w danym okresie. Dzięki temu uelastycznia się zarządzanie dostawami i magazynem, co pozwala zredukować ilość odpadów i niewykorzystanych materiałów, a więc obniża koszty. Poza tym, kontroluje się zużycie materiałów przez podwykonawców [70, s. 4 za 57, s. 1488].

Recykling, (ang. recycling) – jedna z metod ochrony środowiska naturalnego, której celem jest ograniczenie zużycia surowców naturalnych oraz zmniejszenie ilości odpadów [Por.: 23, s. 1].

Zastosowanie metody recyklingu w budownictwie w dużym stopniu jest determinowane rodzajem odpadu.

Stosowanie betonu na budowie jest generalnie krytykowane [Por. 18, s. 50]. Tradycyjny recykling mieszanki betonowej polega na instalacji do recyklingu resztek mieszanki betonowej metodą wyplukiwania. Tradycyjny recykling pomimo, że wpisuje się w ideę zrównoważonego rozwoju i jest wyrazem troski o środowisko ma pewne ograniczenia z których najważniejsze to: możliwość recyklingu mieszanki betonowej tylko w obrębie wytwórni betonu wyposażonej w instalację recyklingu, co stanowi istotny problem w przypadku dalekiego transportu mieszanki, przestojów betonowozów na budowie, czy też ich (betonowozów) awarii, brak możliwości stosowania do produkcji wody odzyskanej z mieszanki, która modyfikowana jest domieszką napowietrzającą ze względu na ryzyko niekontrolowanego napowietrzania nowoprodukowanego betonu (istotny problem dla wytwórni produkujących duże ilości betonów mrozodpornych).

Wymienionych ograniczeń pozbawiona jest innowacyjna metoda utylizacji niewykorzystanej mieszanki betonowej z wykorzystaniem pakietu domieszek chemicznych opartych na bazie sorbentów wilgoci. Zaproponowana metoda recyklingu mieszanki betonowej ma tą zaletę, że do jej stosowania nie jest wymagana specjalna instalacja. Utylizacja mieszanki następuje wewnątrz bębna betonowozu. Nie musi być także przeprowadzona w obrębie wytwórni betonu. Poza tym, walorem tej metody jest także brak jakichkolwiek odpadów (np. w postaci szlamu) w rezultacie jej stosowania.

Podstawowym elementem zestawu do recyklingu mieszanki betonowej jest pakiet proszkowych domieszek. W skład pojedynczego pakietu, który służy do utylizacji 1 m³ betonu wchodzi 0,5 kg komponentu A i 6 kg komponentu B. Utylizacja niewykorzystanych resztek mieszanki betonowej polega na dozowaniu bezpośrednio do mieszalnika betonowozu odpowiedniej ilości najpierw komponentu A i potem komponentu B i ich rozmieszaniu. Po procesie mieszania mieszanka betonowa przekształca się w granulát, który należy rozsycać na utwardzonej powierzchni i po 24 godzinach dojrzewania można ponownie wykorzystać do produkcji betonu. Po rozładunku granulatu wewnątrz mieszalnika betonowozu pozostaje na tyle czyste, że jego mycie nie jest konieczne, gdy jest on przeznaczony do kolejnych transportów mieszanki betonowej, ponieważ ewentualne pozostałości preparatu nie wpływają negatywnie na właściwości betonu [Por. 20, s.31].

Materiał rozbiórkowy z budynków betonowych na chwilę obecną podlega recyklingowi i trafia w formie kruszywa na budowy dróg i autostrad. Jednak jest to w dużej mierze działanie na swój sposób sprzeczne z postulatami ekologicznego społeczeństwa – minimalizacją transportu opartego na samochodach. Jeśli beton ma być przetworzony przed ponownym wykorzystaniem, aby usprawnić jego recykling należy prawidłowo oddzielić gruz betonowy od gruzu z murów, innych materiałów, kamieni, kruszyw oraz innych odpadów przemysłu budowlanego.

Cegła może i powinna być zwracana do użycia po rozbiórce. Lepsze odzyskiwanie materiału zależy od oddzielenia różnych rodzajów cegieł w trakcie rozbiórki i stosowania zapraw, które ułatwiają demontaż. Największym kosztem ponownego wykorzystania cegły jest jej oczyszczenie.

Stal jest szczególnie materiałem z uwagi na możliwość budowania z niej komponentów o dużych rozpiętościach przy dużo mniejszym zużyciu materiału niż np. żelbeton. Stal można także względnie łatwo poddać recyklingowi poprzez proces termiczny.

Zdecydowanie zbyt dużo tworzyw sztucznych używanych jest w budownictwie, część z nich zawiera ciężkie metale, takie jak ołów, a niektóre z nich generują dioksyny zarówno w procesie produkcji, jak i unieszkodliwiania. Nowe rodzaje bioplastiku są korzystniejsze, jednak należy zadbać o możliwość łatwego oddzielenia go od innych materiałów. Niektóre odpady z tworzyw sztucznych mogą być rozdrabniane i wykorzystywane jako wypełniacz w innych materiałach, takich jak: beton, tworzywa i lekkie kruszywa do zapraw murarskich.

Drewno jest kluczowym materiałem budowlanym mającym ułatwić rozbiórkę/demontaż i ponowne wprowadzenie materiału lub wyrobu na rynek. W rzeczywistości nieomal wszystkie materiały wyprodukowane z drewna można zdemontować [18, s. 50]¹¹.

Upcydling związany jest z wydobyciem ukrytego potencjału materiału „poprzez wzmocnienie i podkreślenie jego właściwości albo poprzez całkowite przekształcenie dające mu nowe zastosowanie” [Por.: 37, s. 260].

Jednym z przykładów koncepcji *Upcydlingu* jest wtórne użycie kontenerów transportowych, modułowych jednostek stalowych o dużej wytrzymałości, łatwej dostępności i stosunkowo niskiej cenie. Wykorzystuje się je w realizacjach o różnych funkcjach, tymczasowych i stałych. Kontenery transportowe stanowią doskonały materiał budulcowy, ponieważ są wytrzymałe (stal kortenowska), odporne na zniszczenia i niekorzystne warunki atmosferyczne. Ich modularność umożliwia łatwość łączenia, projektowania, transportu i modyfikacji. Istotną zaletą jest atrakcyjność cenowa (tańsze rozwiązanie, które nie wymaga dużych nakładów pracy przy montażu) [26 za 37, s. 260]. Oszczędności finansowe przy tego typu rozwiązaniach są oczywiste. Modularność, powtarzalność oraz łatwość połączeń redukuje koszty budowy, ilość odpadów, czas potrzebny do montażu o połowę oraz korzystnie wpływa na wydajność [Por.: 15 za 37, s. 260].

Cargotecture jest to termin opisujący każdy system budowlany, który powstał całkowicie lub częściowo z kontenerów transportowych typu ISO [37, s. 260].

Cargotecture przedstawia rysunek 3.



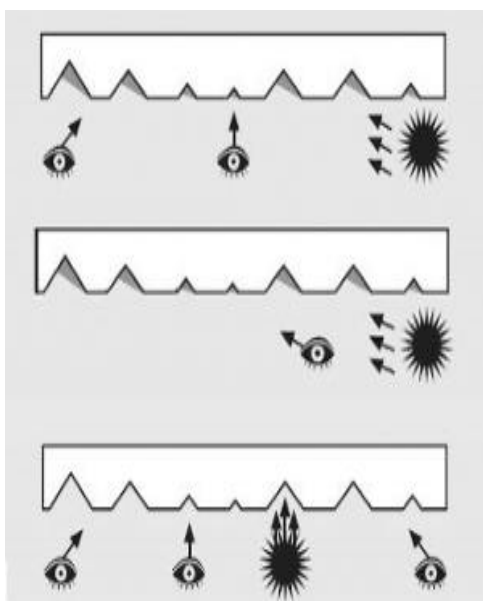
Rys.3. Cargotecture [25, s. 1]

¹¹ Recykling odpadów z ceramiki sanitarnej szczegółowo charakteryzuje: [48, s. 177-191]

Jedną z możliwości nowoczesnego kształtowania powierzchni betonu jest przenoszenie na powierzchnię betonowego elementu fotografii [33, s. 87]. Fotobeton jest jedną z najnowszych metod kształtowania powierzchni betonu. Metoda polega na przeniesieniu fotografii lub grafiki na powierzchnię betonową bez konieczności powierzchniowego nanoszenia farb lub innych materiałów barwiących. Poprzez odpowiednie formowanie powierzchni betonowej wynikającej z jej fakturowej różnorodności i wykorzystując grę światłocienia, otrzymuje się naturalną iluminację dającą wrażenie obrazu w czarno-białych kolorach.

Fotobeton można tworzyć poprzez Fotolith lub fotograwerowanie [Por. 33, s. 87-88]¹².

Najlepiej fotografia jest czytelna, kiedy światło pada pod kątem 45°, a obserwator ogląda ją z kierunku przeciwnego lub na wprost obrazu (rysunek 4) [33, s. 89].



Rys. 4. Kształtowanie się światłocienia [31 za 33, s. 89]

Metoda fotobetonu daje możliwości nie tylko urozmaicenia surowej powierzchni betonu, ale również tworzenia artystycznych obrazów i symbolicznej ekspresji [33, s. 91]. Pozwala na prezentację motywów, portretów, napisów, znaków informacyjnych, obrazów czy też akcentowanie historii i przeznaczenia miejsc zewnętrznych obiektów (np.: elementów mostu, ekranów drogowych, ścian opo-

¹² Fotolith powstaje w wyniku przeniesienia techniką sitodruku dowolnego slajdu lub zdjęcia na folię, którą wykładane jest deskowanie. Chemiczna substancja natrykiwana na folię powoduje, że wierzchnia warstwa zaprawy w miejscach odcisniętego wzoru pozostaje chemicznie niezwiązana i po zdjęciu deskowania można ją wypłukać. Fotografia z postaci analogowej przekształcana jest w numeryczną, a następnie przetwarzana punkt po punkcie w film, służący do produkcji ekranu do sitodruku w wielkości żadanego końcowego betonowego obrazu. Następnie matryca powlekana jest powierzchniowym opóźniaczem - opóźniającą farbą (lakierem) płynącą wybiórczo przez szkielet otworków na sztywny polistyren o grubości kilku milimetrów, który umieszczany jest w formie. W kontakcie z betonem kropelki opóźniacza lokalnie zapobiegają wiązaniu cementu, który w niezaimpregnowanych miejscach twardnieje normalnie. Po rozformowaniu elementu niezwiązany zaczyn zostaje usunięty mechanicznie za pomocą strumienia wody, dzięki czemu na powierzchni betonu powstaje dwubarwny obraz - jasny kolor tworzy niewypłukana mieszanka, na której powierzchni zachodzi normalny proces wiązania, a ciemne miejsca to odkryte w wyniku pęknięcia kruszywo.

Fotograwerowanie polega na komputerowym przetworzeniu dowolnego zdjęcia w trójwymiarowy obraz i przeniesieniu go, za pomocą procesu frezowania, na model formy, wykorzystując w tym celu technologię CNC. Model służy jako podstawa do wykonania matrycy z elastomerów poliuretanowych, którą układa się luźno w formie lub przykleja do deskowania, a następnie dwukrotnie pokrywa środkiem antyadhezyjnym. W odróżnieniu od metody Fotolith nie ma konieczności używania mieszanek samozagęszczalnych. Po ułożeniu mieszanki można ją zagęszczać na stole wibracyjnym, co ułatwia odpowietrzenie i pozbycie się porów z powierzchni: [33, s. 87-88]

rowych) czy wykończania obiektów użyteczności publicznej (takich jak np. stacje metra).

Przedstawione innowacyjne koncepcje i metody logistyczne koncentrują się na problematyce budownictwa zrównoważonego, oszczędności energii i wody, oddziaływaniu na środowisko, doskonaleniu przepływów informacyjnych i wydajności pracy. Postrzegane są także jako sposób na zwiększenie efektywności i obniżkę kosztów.

Jednak „sama wiedza nie wystarczy, trzeba jeszcze umieć ją stosować [17, s.1]. Dlatego też istotne jest dokonanie przeglądu scharakteryzowanych koncepcji i metod logistycznych w ujęciu empirycznym.

2. PRAKTYCZNE ASPEKTY INNOWACYJNYCH KONCEPCJI I METOD LOGISTYCZNYCH W BRANŻY BUDOWLANEJ

Gradle to cradle można zidentyfikować i zakresie przedsięwzięć budowlanych i przedsiębiorstw budowlanych. W pierwszym przypadku przykładem cradle – to cradle jest ICEhouse [30, s. 1]. Budynek ICEhouse stworzono z płyt poliwęglanowych Lexan firmy Sabic w połączeniu z zaawansowanymi rozwiązaniami budowlanymi (rewolucyjna konstrukcja aluminiowa). Jako pokrycie zastosowano wielowarstwową płytę Lexan Thermoclear wypełnioną nanożelem, która ponadto charakteryzuje się bardzo dobrymi parametrami izolacyjnymi. Konstrukcję można szybko zmontować, zdemontować, a następnie wykorzystać ponownie po pewnym czasie.

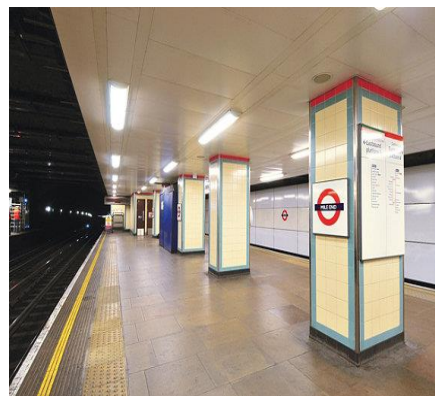
Cradle – to cradle stosuje firma Armstrong [28, s. 1].

Podstawowym założeniem, na którym opiera się filozofia Cradle to Cradle® firmy, jest zrozumienie zasady, że wszelkie odpady (zużyte produkty i ich składniki) to surowce, które są w całości przetwarzalne i służą produkcji kolejnych wyrobów.

Produkty powstające w procesie podstawowym opartym na idei Cradle to Cradle® muszą spełniać bardzo surowe kryteria związane z bezpieczeństwem dla środowiska i zdrowia człowieka. Tylko wtedy mogą być powtórnie wykorzystane, jako składniki uzdatniające w produkcji przemysłowej (pętla techniczna) lub jako nawóz (pętla biologiczna), nie generując przy tym żadnych odpadów. Wytwarzane produkty krążą w zamkniętym, ciągłym i praktycznie niekończącym się cyklu, tworząc zapętlony system.

W firmie zdecydowano się poddać produkty jak również cały proces ich powstawania skomplikowanej weryfikacji według metodologii Cradle to Cradle®.

Firma Armstrong otrzymała certyfikaty Cradle to Cradle® dla kilku produktów (Srebrny Certyfikat dla sufitu PERLA OP 0.95 oraz Brązowy Certyfikat dla całej grupy najnowszych płyt ULTIMA+). Produkty firmy są obecne w infrastrukturze logistycznej (rysunek 5) [Por.: 21, s. 1-3].



Rys. 5. Infrastruktura logistyczna w udziale produktów firmy Armstrong [22, s. 3]

Program Od kołyski z powrotem do kołyski szczegółowo charakteryzuje tabela 1.

Tab. 1. Cradle to Cradle firmy Armstrong [Opracowanie własne na podstawie 21, s. 1, 22, s. 3]

Cradle to Cradle firmy Armstrong	
1. Nieszkodliwość materiału:	
<ul style="list-style-type: none"> • Pomaga chronić i zachować nasze środowisko naturalne dla przyszłych pokoleń • Każdy składnik musi być bezpieczny i nieszkodliwy dla zdrowia lub środowiska. • W firmie Armstrong wytwarzane są produkty sufitowe, które są bezpieczne i nieszkodliwe dla ludzi i środowiska od ich powstania, przez cały okres ich stosowania, aż do ich ponownego użycia. • Produkty złożone są ze składników pochodzenia naturalnego, które mogą w bezpieczny sposób powrócić do natury lub być wykorzystane w procesach przemysłowych • W procesie podstawowym wykorzystuje się do 5% materiałów podlegających szybkiemu przetworzeniu, przy zawartości materiału przetworzonego od 30% do 64%, w tym powtórnie przetworzonych materiałów uzyskanych od konsumentów w formie papieru gazetowego oraz zużytych płyt sufitowych odzyskanych z rynku. 	
2. Energia odnawialna i gospodarowanie związkami węgla:	
<ul style="list-style-type: none"> • firma przewiduje przyszłość, w której całość procesów produkcyjnych zasilana jest w 100% przez czystą, odnawialną energię. • Firma Armstrong angażuje się w działania zmierzające do zmniejszenia wpływu swojej działalności na środowisko naturalne (tzw. „ślądu środowiskowego”) poprzez ograniczenie zużycia energii. Stale zwiększa udział energii odnawialnej wykorzystywanej w zakładach produkujących płyty sufitowe oraz elementy konstrukcji nośnej, a także wdrożyła strategię oraz programy inwestycyjne zmierzające do zmniejszenia • wykorzystania energii opartej na paliwach będących pochodnymi węgla. Wykorzystanie energii odnawialnej stanowi pomiędzy 22% a 100% całkowitego zużycia energii elektrycznej. • Podczas opracowywania produktów, zużycie energii wliczane jest jako część kosztów w kategorii wykorzystanie materiałów i zużycie wody. 	
3. Gospodarowanie wodą:	
<ul style="list-style-type: none"> • Woda ma podstawowe znaczenie dla działalności firmy, która, zarówno w przeszłości jak i teraz, gospodaruje wykorzystaniem wody w odpowiedzialny i przyjazny dla środowiska sposób, stale zmniejszając zużycie tego cennego zasobu naturalnego. • Firma Armstrong przyjęła zasady gospodarowania wodą bazujące na Zasadach Hanowerskich projektowania dla zrównoważonego rozwoju oraz Zasadach gospodarowania wodą Światowej Rady Biznesu Na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju, w tym w szczególności: : fizyczne oczyszczenie wody na terenie zakładu produkcyjnego jeszcze przed jej przepompowaniem do lokalnej oczyszczalni w celu dalszego oczyszczenia; wszędzie tam, gdzie jest to możliwe należy zastosować koncepcję cyklicznego wykorzystania wody pochodzącej z wód powierzchniowych, lekko zanieczyszczonej wody pochodzącej z gospodarstw domowych, lub każdego innego rodzaju wody wykorzystywanej w systemach produkcyjnych; zużycie wody jest starannie monitorowane podczas całego procesu produkcyjnego 	
4. Sprawiedliwość społeczna:	
<ul style="list-style-type: none"> • Działalność biznesowa prowadzona w odpowiedzialny sposób, z poszanowaniem zdrowia, bezpieczeństwa i praw ludzi i planety. 	

Działalność jest w pełni zgodna z następującymi wytycznymi i zasadami:

- Europejska karta społeczna Rady Europy
 - Globalne zasady Sullivana (Global Sullivan)
 - Globalne porozumienia (Global Compact)
 - ISO 14001, oznaczającą wdrożenie systemu zarządzania środowiskowego (EMS), którego celem jest ochrona, ograniczenie oraz, w ostatecznym rozrachunku, poprawa gospodarowania zasobami rzadkimi oraz środowiskiem w szerszym sensie.
- Zastosowanie LCA w budownictwie można zobrazować na podstawie trzech przedsięwzięć budowlanych (tabela 2) [5, s. 16].

Tab. 2. Charakterystyka Energetyczna analizowanych obiektów [5, s. 16]

Nazwa	Budynek 1	Budynek 2	Budynek 3
Powierzchnia całkowita	100m ²	182m ²	218m 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	9,5kW	12kW
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)	107kwh (m ² rok)

Okres eksploatacji obiektów określono na 50 lat. Roczne zużycie paliwa na cele centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej, a także zużycie energii elektrycznej oraz wody i ścieków zestawiono w tabeli 3.

Tab. 3. Zapotrzebowanie i zużycie mediów dla analizowanych budynków [5, s. 17]

	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

Do wykonania analizy wykorzystano program SimaPro w wersji 7.1 autorstwa holenderskiego przedsiębiorstwa PreConsultants [61 za 5, s. 17]. 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 3 zostały również zamieszczone informacje dotyczące współczynników przenikania ciepła, zapotrzebowania na ciepło i projektowego obciążenia cieplnego dla poszczególnych obiektów.

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 [5, s. 17].

LCA dla wyróżnionych faz przedstawiają tabele 4, 5, 6.

Tab. 4. Charakterystyka energetyczno-ekologiczna dla fazy pierwszej [5, s. 18]

Kategoria wpływu	Jednostka	Budynek 1 [100m ²]	Budynek 2 [182m 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 CO ₂ eq	43213,659	68619,011	105899,721
Zubożenie warstwy ozonowej	Kg CFC-11 eq	0,003	0,004	0,006
Zakwaszenie gleby	kg SO ₂ eq	625,723	1057,733	1623,395
Zakwaszenie wód	kg SO ₂ eq	133,897	228,039	346,772
Wpływ związków organicznych na układ oddechowy	Kg C ₂ H ₄ eQ	15,684	27,94	44,522
Eutrofizacja wód	Kg PO ₄ 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 C ₂ H ₃ Cl eq	491,625	842,05	1422,656
Czynniki nierakotwórcze	kg C ₂ H ₃ Cl eq	774, 572	1196, 214	1973, 654
Wpływ związków nieorganicznych na układ oddechowy	kg PM _{2.5} eq	36,948	60,461	104, 72
Zagospodarowanie terenu	M ₂ org.arable	3426, 737	5844, 912	9474, 648

Tab. 5. Charakterystyka energetyczno-ekologiczna dla fazy drugiej [5, s. 18]

Kategoria wpływu	Jednostka	Budynek 1 [100m ²]	Budynek 2 [182m 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 CO ₂ eq	2210418,445	274065,497	363538,439
Zubożenie warstwy ozonowej	Kg CFC-11 eq	0,022	0,032	0,047
Zakwaszenie gleby	kg SO ₂ eq	1790,523	2094,22	2463,649
Zakwaszenie wód	kg SO ₂ eq	632,44	715,282	805,585
Wpływ związków organicznych na układ oddechowy	Kg C ₂ H ₄ eQ	37,643	53,347	75,03
Eutrofizacja wód	Kg PO ₄ P-lim	23,139	23,336	23,586
Ekotoksyczność (woda)	Kg TEG water	59023102,67	59835822,81	607600711,84
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 C ₂ H ₃ Cl eq	1805,076	2497,634	3504,673
Czynniki nierakotwórcze	kg C ₂ H ₃ Cl eq	3318,878	3486,723	3609,421
Wpływ związków nieorganicznych na układ oddechowy	kg PM _{2.5} eq	100,779	117,566	138,485
Zagospodarowanie terenu	M ₂ org.arable	1685,984	2108,173	2229,206

Tab. 6. Charakterystyka energetyczno-ekologiczna dla fazy trzeciej [5, s. 19]

Kategoria wpływu	Jednostka	Budynek 1 [100m ²]	Budynek 2 [182m 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 CO ₂ eq	4652,087	7545,527	12734,62
Zubożenie warstwy ozonowej	kg CFC-11 eq	0,000586	0,000946	0,001536
Zakwaszenie gleby	kg SO ₂ eq	300,0297	353,2859	572,0223
Zakwaszenie wód	kg SO ₂ eq	289,8346	263,4118	422,8938
Wpływ związków organicznych na układ oddechowy	kg C ₂ H ₄ eQ	3,489213	5,633005	9,156124
Eutrofizacja wód	kg PO ₄ P-lim	0,22414	0,360087	0,587546
Ekotoksyczność (woda)	kg TEG water	307158,7	511476,8	8488611,1
Ekotoksyczność (gleba)	kg TEG soil	78302,75	125815,2	204690,1
Promieniowanie jonizujące	Bq C-14 eq	92521,66	14589,2	240665,9
Czynniki rakotwórcze	kg C ₂ H ₃ Cl eq	140,1826	231,9423	369,6414
Czynniki nierakotwórcze	kg C ₂ H ₃ Cl eq	588,21135	970,0214	1542,837
Wpływ związków nieorganicznych na układ oddechowy	kg PM _{2.5} eq	19,40161	21,09149	34,16346
Zagospodarowanie terenu	M ₂ org.arable	169,6169	275,1701	445,4685

LCA wykazało, że największe wartości wskaźników występują w kategorii globalnego ocieplenia, wpływu związków nieorganicznych na układ oddechowy oraz nieodnawialnej energii. Faza druga 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. Ostatnia faza to wykorzystanie materiałów budowlanych w całości albo jako dodatek do produkcji innych materiałów budowlanych.

Dzięki kompleksowej analizie aspektów środowiskowych i wskazaniu miejsc generujących największe zagrożenie można ustalać sposoby minimalizowania wpływu produktu lub procesu na środowisko, poprzez wprowadzanie zmian w tej fazie „życia” produktu czy procesu, który jest najbardziej uciążliwy dla środowiska [Por. 5, s. 20-21]¹³.

Jednym z przykładów superużycia stanowią typowe, holenderskie obiekty budowlane z lat powojennych, zlokalizowane w miejscu, które starzeje się pod względem materiałowym i przestrzennym. Superużyciu poddano trzy czterokondygnacyjne budynki, w tym dwa galeriowce. Do budowy wykorzystano materiały odpadowe z placu budowy oraz okolicznych przedsiębiorstw. Konstrukcję budynków stanowią betonowe ściany i stropy. Północną fasadę zaprojektowano z recyklingowanych pojemników z tworzyw sztucznych, elewację południową (fasada klimatyczna) ze zreutilizowanych ram okiennych będących materiałem porożbiórkowym a szklenie wewnętrzne atrium z szyb samochodowych pochodzących z pobliskiej fabryki samochodów. Wtórnie wykorzystano grzejniki płytowe. Fundamenty i warstwę drenażową wykonano z materiałów porożbiórkowych. Izolację termiczną zaprojektowano z granulatu gruzu porożbiórkowego. Do izolacji akustycznej użyto zdemontowa-

¹³ Inne przejawy innowacji można zidentyfikować w: [57, s. 1486-1492; 59, s. 1493-1504]

nych płyt sufitowych. Reużyciu podlegał również grunt usunięty spod parkingu do wyrównania poziomu terenu [Por.: 15 za 37, s. 260].

Egzemplifikację upcylingu może stanowić projekt mobilnej przestrzeni do pracy o powierzchni 185 m² [Por.: 34, s. 30]. Jako główny budulec wykorzystano makulaturę i kartony z supermarketu, które w postaci sprasowanych kostek trafiły na plac budowy. Wzniesione za pomocą nietypowych elementów ściany wyróżniają się bogactwem kolorów i wyraźną fakturą. O wyrazie decydują papierowe odpady wyeksponowane w swojej surowej formie. Źródło pochodzenia budulca i zarazem materiału wykończeniowego jest czyste – autorzy śmiało manifestują recyclingowy charakter.

Plastikowe butelki, obok innych takich jak deski, stare palety, używane drzwi zostały wykorzystane w budowie teatru Jellyfish w Southwark, w Londynie. Materiałowy misz-masz, z którego udało się stworzyć ciekawą, dynamiczną formę w przestrzeni. Efekt końcowy to nieszablona elewacja zbita ze zróżnicowanej wielkości elementów o niejednorodnej kolorystyce. Lekko obła bryła ze znakiem szczególnym w postaci piętrzących się nieregularnie palet, tworzy dynamiczną formę nasuwającą skojarzenia statku bądź meduzy [Por.: 34, s. 32].

Równie interesującą opcję zastosowania wielkoformatowych odpadów jest wtórne wykorzystanie zełmowanych samolotów. Koncepcja pawilonu studenckiego w Seattle czy projekt biblioteki w Guadalajara w zachodniej części Meksyku to przykłady ciekawych propozycji zastosowania nieużywanych samolotów. O ile w przypadku pawilonu studenckiego zmiany dotyczyły jedynie funkcji obiektu, o tyle budynek biblioteki jest przykładem twórczego wykorzystania zełmowanych maszyn do latania (zwarta bryła, składająca się z blisko 200 kadłubów Boeinga 727 i 737 ustawionych jeden na drugim).

Upcyling złomu, ceramiki i rozbitego szkła na dużą skalę przedstawia Watts Towers. Obiekt składa się z 17 budowli a najwyższy osiąga ponad 30 metrów (rysunek 6) [23, s. 1].

Upcyling w Polsce to mało znane jeszcze określenie ale są już osoby które żyją tą ideą [24, s. 1]. W Katowicach powstało UPstore – showroom upcylingu. UPstore ma być miejscem w którym mieszkańcy Śląska odkryją artystów i twórców z całej Polski zajmujących się tworzeniem produktów w duchu upcylingu. Organizowane wystawy, warsztaty i spotkania będą miały na celu zainspirować Polaków i przybliżyć im ideę wspomnianego upcylingu. W UPstore można znaleźć także przykłady upcylingu z zakresu logistyki w budownictwie (np. betonowe doniczki, meble z palet).

Egzemplifikację cargotecture stanowi powierzchnia handlowa Puma złożona z 40 kontenerów (rysunek 7) [27, s. 1]. Natomiast fotobeton zastosowano w stacji metra w Niemczech.



Rys. 6. Upcyling. [23, s. 1]



Rys. 6. Cargotecture [27, s. 1]



Rys. 7. Stacja metra z panelami z fotobetonu, Nurnberg, Niemcy: [31 za 33, s. 88]

W związku z dynamiczną rozbudową i unowocześnianiem infrastruktury drogowej w naszym kraju polscy wykonawcy nawierzchni asfaltowych stanęli przed wyzwaniem pogodzenia nowoczesności z ekologią. Mając na względzie potrzeby współczesnych, ale także przyszłych pokoleń opracowali asfalt z dodatkiem gumy pochodzącej ze zużytych opon, który pozwala efektywnie zagospodarować odpady gumowe, ale również zwiększa trwałość i bezpieczeństwo nawierzchni drogowej.

Ekologiczny asfalt to nowość na polskim rynku, a zastosowanie rozdrobnionej gumy z recyklingu opon samochodowych jako materiału jest przejawem realizacji polityki zrównoważonego rozwoju.

Zastosowany materiał jest idealny do budowy cichych i trwałych nawierzchni. Pozwala także na redukcję hałasu o 3-6 decybeli w porównaniu do tradycyjnych dróg czy też najcichszych dróg betonowych. W zależności od zawartości procentowej gumowego dodatku i grubości konstrukcji nawierzchni wykonanie 1 km drogi asfaltowej modyfikowanej gumą pozwala na zagospodarowanie nawet od 400 do 1200 zużytych opon samochodowych.

Ciche nawierzchnie z asfaltem modyfikowanym gumą są nie tylko ekologiczne, ale i ekonomiczne, gdyż umożliwiają znaczną redukcję, a często nawet eliminację ekranów akustycznych. Nawierzchnię asfaltową modyfikowaną gumą można też łatwo poddać recyklingowi, a odzyskany materiał jest pełnowartościowym produktem, który może być ponownie zastosowany do budowy dróg. Materiał z remontu nawierzchni asfaltowych nie jest także kierowany na składowiska odpadów, co pozwala na zmniejszenie zużycia surowców oraz obciążenie wysypisk śmieci.

Dodatkowo, nawierzchnie asfaltowe modyfikowane gumą, w porównaniu do tradycyjnych nawierzchni asfaltowych charakteryzują się zwiększoną odpornością na spękania, starzenie i działanie czynników klimatycznych, w szczególności niskich temperatur. Gwarantuje to większą trwałość nawierzchni, a tym samym zmniejsza koszty jej eksploatacji poprzez zmniejszenie nakładów na remonty i utrzymanie dróg. Nawierzchnie porównane z zastosowaniem

asfaltów gumowych zwiększają bezpieczeństwo kierowców podczas deszczu poprzez redukcję zjawiska aquaplaningu, czyli utraty przyczepności opony podczas jazdy po mokrej nawierzchni.

Obecnie drogi asfaltowe z wykorzystaniem gumy ze zużytych opon są budowane między innymi w Stanach Zjednoczonych, Hiszpanii, Portugalii, Szwecji i Czechach i Polsce (na przykład obwodnica miasta Gdowa koło Krakowa) [Por.: 13, s. 1].

Inny przykład recyklingu to wykorzystanie kruszywa odzyskanego z mieszanki betonowej za pomocą pakietu domieszek chemicznych [20, s. 31].

Celem potwierdzenia przydatności granulatu powstałego wskutek recyklingu resztek niewbudowanej mieszanki betonowej przeprowadzono badania empiryczne. Próby wykonano w skali przemysłowej. Pierwszym krokiem było zutilizowanie pozostałej mieszanki betonowej za pomocą zestawu domieszek, po uprzednim wykonaniu podstawowych badań mieszanki i pobraniu ciał próbnych betonu porównawczego, tj. wykonanego bez udziału kruszywa recyklingowego. W celu sprawdzenia właściwości betonu z dodatkiem granulatu wykonano zaroby próbne z następującymi poziomami jego dozowania, jako zamiennik kruszywa naturalnego, w ilości 10%, 25% i 50%.

Zestawienie szczegółowych receptur mieszanek betonowych zamieszczono w tabeli 7.

Tab. 2. Receptury przedmiotowych mieszanek betonowych [20, s. 32]

Składnik [kg/m ³]	0% RE-CON	10% RE-CON	25% RE-CON	50% RE-CON
Cement CEM 42,5 N	280	280	280	280
Popiół lotny	50	50	50	50
Piasek 0/2	680	659	604	512
Żwir 2/8	401	329	238	110
Żwir 8/16	750	659	531	293
Granulat	0	182	454	908
Woda	165	165	165	165
Mapefluid	2,3	2,3	2,3	2,3

Badano następujące cechy mieszanki betonowej: konsystencję, gęstość i zawartość powietrza. Następnie z mieszanki betonowej formowano ciała próbne w postaci kostek i próbek walcowych. Próbkę betonu rozformowywano po 24 godzinach i do 28 dnia przechowywano w wodzie o temperaturze 20^o C. Potem oceniano: wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na dojrzewanie, nasiąkliwość wagową i głębokość penetracji wody pod ciśnieniem.

Badania pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Pełna przydatność pakietu domieszek do recyklingu niewykorzystanej mieszanki betonowej.

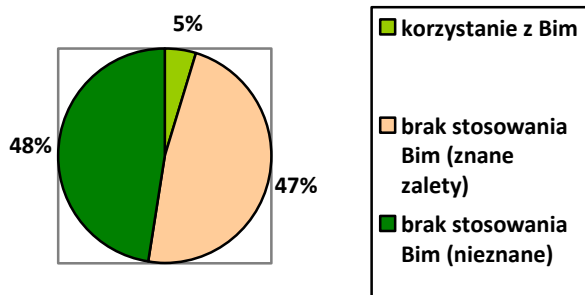
2. Dodatek granulatu jako zamiennik kruszywa praktycznie nie wpływa na wytrzymałość na ściskanie i rozciąganie przy rozłupywaniu w całym okresie dojrzewania.

3. Stosowanie granulatu w ilości ponad 25% masy kruszywa powoduje zmniejszenie szczelności betonu, co znajduje swoje odbicie w zwiększonych wartościach nasiąkliwości wagowej i głębokości wnikięcia pod ciśnieniem.

W związku z powyższym dodatek granulatu odzyskanego z mieszanki betonowej za pomocą pakietu domieszek można stosować w sposób gwarantujący trwałość konstrukcji w określonych granicach.

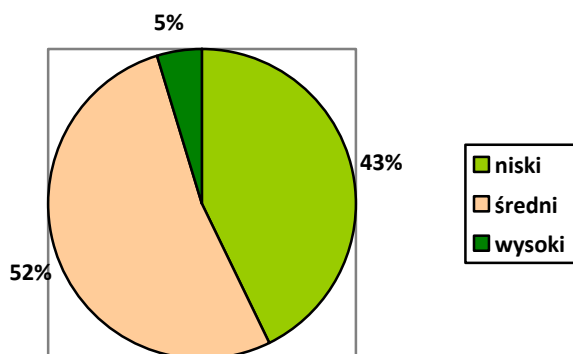
W 2016 roku przeprowadzono badania ankietowe, których celem było poznanie planów wdrażania Bim. W badaniach uczestniczyło 21 polskich przedsiębiorców budowlanych. Ankietowani udzielili odpowiedzi na pytania dotyczące wykorzystywania BIM, poziomu świadomości na temat stosowania Bim w projektowaniu obiektów budowlanych oraz planów wdrożenia BIM [71, s. 63].

Przeprowadzone badania empiryczne wykazały, że 4,80% przedsiębiorstw korzysta z Bim natomiast 47,60% przedsiębiorstw nie stosuje Bim chociaż zna zalety Bim. Dla relatywnie wielu przedsiębiorstw Bim nie jest znane (rysunek 8).



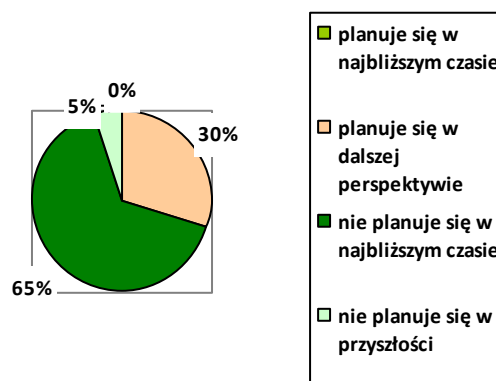
Rys. 8. Wykorzystywanie BIM. [Por.: 71, s. 63]

W celu stwierdzenia poziomu gotowości przedsiębiorstw budowlanych do wdrażania Bim zastosowano skalę trójstopniową tj. poziom wysoki, średni i niski. Badania wykazały średni i niski poziom świadomości Bim (rysunek 9).



Rys. 9. Poziom świadomości przedsiębiorców na temat Bim. [Por.: 71, s. 63]

Identyfikacja planów przedsiębiorstw dotyczących wdrożenia Bim prowadzi do wniosku, że przedsiębiorstwa nie planują w najbliższym czasie ale przewidują w dalszej perspektywie wdrażanie Bim (rysunek 10).



Rys. 10. Plany dotyczące wdrożenia Bim. [Por.: 71, s. 63]

Dokonany przegląd innowacyjnych koncepcji i metod logistycznych w ujęciu empirycznym wskazuje, że niewiele jest przykładów ich implementacji w rodzimym budownictwie pomimo, że nie jest to branża, której atrybutem jest petyfikacja.

PODSUMOWANIE

Konkludując można stwierdzić, że konieczne jest nowe spojrzenie na wiele działań i operacji logistycznych, również podejmowanych w budownictwie. Logistyka, w tym również logistyka związana z budownictwem nie tylko musi nadążać za zmianami, ale przede wszystkim generować możliwości osiągnięcia odpowiedniej pozycji konkurencyjnej firm budowlanych [Por.: 9, s. 4525].

W referacie scharakteryzowano wyzwania współczesnego budownictwa (takie jak: dynamika otoczenia, koniec perspektywy unijnej 2010/2023 i kurs na zielone) oraz koncepcje i metody logistyczne (takie jak superużycie, recyding, upcycling, cargotecture, cradle-to-cradle, fotobeton, LCA) w wymiarze poznawczym i empirycznym.

Innowacyjne koncepcje i metody logistyczne obecnie powoli zyskują coraz większą popularność w polskim budownictwie. W literaturze branżowej często jednak zwraca się uwagę na wykorzystanie odnawialnych źródeł energii poprzez na przykład: zastosowanie technologii pozyskiwania energii słonecznej (passive solar, active solar., techniki fotowoltaniczne) czy też wykorzystywanie drzew i roślin przez tworzenie zielonych dachów oraz ogrodów deszczowych oraz wykorzystanie wody szarej, która wytwarzana w czasie mycia rąk może być ponownie wykorzystywana do nawadniania ogrodów [Por.: 68, s. 58].

Warto także przeprowadzić dyskusję na ten temat na konferencji, której termin zbiega się z corocznymi obchodami światowego Dnia Ziemi [67, s. 1].

BIBLIOGRAFIA

- Adamczyk J., Dylewski R., *Recycling odpadów budowlanych w kontekście budownictwa zrównoważonego*, „Problemy Ekorozwoju – Problems of Sustainable Development” 2010, vol. 5, no 2
- Aktualizacja Planu Gospodarki Odpadami 2014m, projekt z dnia 17 września 2015 r., Warszawa 2015*

3. Attmann O., *Green architecture: advanced technologies and materials*, New York 2010
4. Aysin S., *How Can the Construction Industry Contribute to Sustainable Development? A Conceptual Framework*, w: „Sustainable development” 2009, vol. 17.
5. Borkowski M., *Ocena cyklu istnienia obiektów na przykładzie budownictwa jednorodzinnego*, „Przegląd Budowlany” 2015, nr 3.
6. Borkowski T., Marcinkowski A., *O wielowymiarowym rozumieniu innowacji, proinnowacyjnych organizacjach i proinnowacyjnym myśleniu*, w: *Zmiana warunkiem sukcesu. Zmiana a innowacyjność organizacji* pod red. Skali J., Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2004.
7. Bujak A., Puszko-Machowczyk K., *Kształtowanie elastyczności infrastruktury w logistyce morskiej*, „Logistyka” 2009, nr 6
8. Bujak A., Puszko-Machowczyk K., *Elastyczność systemów logistycznych w budownictwie*, Logistyka 2011, nr 3.
9. Bujak A., Puszko K., *Budownictwo transportowe a logistyka*, „Technika Transportu Szynowego” 2012, nr 9.
10. Bujak A., Puszko K., *Innowacje w logistyce na przykładzie budownictwa*, „Gospodarka Materiałowa & Logistyka” 2013, nr 5.
11. B. van de Westerlo, J.I.M. Halman, E. Durmisevic, *Translate the Cradle to cradle Principles for a Building*, 2012.
12. Camus A., <http://www.photoblog.pl/chichoootek/163996462>; 18.04.2014 r*Camus.
13. *Ciche nawierzchnie asfaltowe z dodatkiem gumy ze zużytych opon ekologicznymi drogami przyszłości*, http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika,materiały_i_tehnologia,artykul,ciche_nawierzchnie_asfaltowe_z_dodatkiem_gumy_ze_zuzytych_opon_ekologicznymi_drogami_przyszlosci,8186; 14.02.2017 rok
14. Deloitte” 2016, nr 10.
15. Enlow C., *Design Perspectives: Real architecture, but it's from a factory*, „Daily Journal of commerce Seattle” 2008, nr 6.
16. E. van Hinte, C. Peeren, J. Jongert, *Superuse. Constructing new architecture by shortcutting material flows*, 2007.
17. Goethe J.W., <http://www.neobazy.pl/cytadnia;8.01.2015http://www.photoblog.pl/chichoootek/163996462>; 18.04.2014.
18. Golański M., *Recycling materiałów budowlanych*, „Przegląd Budowlany” 2011, nr 9.
19. Górzyński J., *Analiza emisji zanieczyszczeń w pełnym cyklu istnienia budynku*, w: X Ogólnopolska Interdyscyplinarna Konferencja Naukowo-Techniczna „Ekologia a Budownictwo”, PZTB, Bielsko Biała 1998.
20. Gruszczynski M., *Możliwości wykorzystania kruszywa odzyskanego z mieszanki betonowej za pomocą pakietu domieszek chemicznych*, „Przegląd Budowlany” 2017, nr 2.
21. http://www.armstrong.pl/commlgeu/eu1/pl/pl/srodowisko_cradle-to-cradle.html; 13.03.2017 r
22. http://www.armstrong.pl/commlgeu/pl-pl/ceilings/_/N-1z1405j; 13.03.2017 r
23. <https://cottonara.blogspot.com/2014/01/upcycling-wyzsza-forma-recyclingu.html>; 13.03.2017 r
24. <http://slaskietrendy.pl/w-katowicach-powstalo-upstore-showroom-upcyclingu/>; 14.03.2017 r
25. <https://www.google.pl/search?q=%2B%22cargotecture%22%2B&client=firefox-b&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwiLpcTe6NXSAhXEXi-wKHT14CAAQsAQIKQ&biw=1280&bih=890#imgrc=s1fVImAKqfOuOM:14.03.2017>
26. <http://www.lot-ek.com>, 23/03/13
27. <http://openbuildings.com/buildings/puma-city-shipping-container-store-profile-359>; 13.03.2017 r
28. http://www.muratorplus.pl/biznes/firmy-i-ludzie/zrownowazony-rozwoj-certyfikacja-cradle-cradle-dla-sufitow-podwieszanych-armstrong_82771.html; 13.03.2017 r
29. http://www.pi.gov.pl/PARP/chapter_86197.asp?soid=1426E24B543A4D6B9E1FFC6951DAEF7Chttp://www.pi.gov.pl/PARP/chapter_86197.asp?soid=1426E24B543A4D6B9E1FFC6951DAEF7C:16.01.2013
30. <https://www.plastech.pl/wiadomosci/Poliweglan-w-budownictwie-opartym-na-gospodarce-cyrkularnej-10677>; 13.03.2017 r
31. <http://www.reckli.net>
32. http://www.ztch.umcs.lublin.pl/materiały/rozdzial_25.pdf; 22.02.2017 r
33. Jackiewicz-Rek W., *Fotobeton-możliwości i zastosowanie*, „Inżynier Budownictwa” 2016, nr 3.
34. Janiak J., *Recycling i upcycling w służbie architektury. Estetyka obiektów z materiałów wtórnych*, „Przegląd Budowlany” 2017, nr 1.
35. Jaworski K., *Metodologia realizacji procesów budowy*, PWN, Warszawa 1999.
36. Kisiołek A., *Rynek systemów stropowych w Polsce w latach 2015-2016*, „Inżynier Budownictwa” 2017, nr 2.
37. Koźmińska U., *Nowe materiały w architekturze mieszkaniowej.Reutilizacja, recycling, upcycling, crade – to crade-przyszłość czy utopia?*, „Środowisko mieszkaniowe” 2013, nr 11.
38. Lesiuk A., Oleszczuk P., Kuśmierz M., *Zastosowanie techniki LCA w ekologicznej ocenie produktów, technologii i gospodarce odpadami*: http://www.ztch.umcs.lublin.pl/materiały/rozdzial_25.pdf; 22.02.2017 r.
39. Lewandowska A., *Środowiskowa Ocena Cyklu Życia Produktu na przykładzie wybranych typów pomp przemysłowych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Poznań 2006.
40. McDonough W., Braungart M., *Towards a sustaining architecture for the 21st century:the promise of cradle-to-cradle design*, 2003.
41. NL Agency, *Cradle to cradle and Sustainable Public Procurement*, Utrecht 2010.
42. Pawłowski A., *Wielowymiarowość rozwoju zrównoważonego w: „Problemy Ekorozwoju/ Problems of Sustainable Development” 2006, vol. 1, no 1.*
43. PN-EN ISO 14040: *Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Zasady i struktura*, PKN, Warszawa 2009.
44. PN-EN ISO 14044: *Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Wymagania i wytyczne*, PKN, Warszawa 2009.
45. Puszko-Machowczyk K., Bujak A., *Elastyczność logistyki transportu*, „Logistyka” 2009, nr 3.
46. Puszko – Machowczyk K., *Elastyczność strategii marketingowych jako uwarunkowanie efektywności przedsiębiorstwa transportowego*, „Logistyka” 2009, nr 3.
47. Puszko-Machowczyk K., Bujak A., *Zmiany egzogeniczne determinantą elastyczności organizacji*, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu pod redakcją naukową Stefana Forlicza” 2011, nr 25.
48. Puszko K., *Innowacyjne metody pozyskiwania surowców budowlanych z odpadów*, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu” 2013, nr 5 (37).
49. Puszko K., *Elastyczność systemu logistycznego przedsiębiorstwa*, „Technika Transportu Szynowego” 2013, nr 10.

50. Puszeko K, Bujak A., *Współczesna logistyka obszarem elastyczności*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka” 2014, nr 5 .
51. Puszeko K, *Elastyczność strategii logistycznej na przykładzie dystrybutora wody* , „Logistyka” 2014, nr 6.
52. Puszeko K, *Elastyczność systemu mikrologistycznego w aspekcie kontroli* , „Logistyka” 2014, nr 3.
53. Puszeko K., *Podsystem zaopatrzenia i jego elastyczność przestrzenna* , „Logistyka” 2015, nr 3.
54. Puszeko K., *Elastyczność podsystemu zaopatrzenia w wymiarze kontroli*, „Technika Transportu Szynowego” 2015, nr 12.
55. Puszeko K., *Preferencje klienta determinantą wprowadzania innowacji w zakresie logistycznej obsługi klienta na przykładzie budownictwa*, „Technika Transportu Szynowego” 2015, nr 12.
56. Puszeko K., *Elastyczność strategiczna i operacyjna na przykładzie podsystemu zaopatrzenia*, „Technika Transportu Szynowego” 2015, nr 12.
57. Puszeko K., *Bim jako przejaw innowacji logistycznych w budownictwie*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe”, 2016, nr 6.
58. Puszeko K., *Wykorzystanie zmian ewolucyjnych i rewolucyjnych do kreowania elastyczności podsystemu zaopatrzenia w teorii i praktyce*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, nr 6.
59. Puszeko K., *Innowacyjne metody nauczania logistyki*, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, nr 6.
60. Sagan J., Sobotka A., *Odzysk materiałów podczas remontów obiektów budowlanych*, „Inżynier budownictwa” 2016, nr 12.
61. SigmaPro 7.1: Pre Consultants, Amsterdam 2010.
62. Skanska., *Trzy wyzwania, które wymuszają innowacyjne zmiany w budownictwie*, „Inżynier budownictwa”, 2017, nr 1.
63. Sobol E., *Nowy słownik języka polskiego*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
64. Sobotka A., *Logistyka przedsiębiorstw i przedsięwzięć budowlanych*, AGH, Kraków 2010.
65. Stawicka-Wałkowska M., *Procesy wdrażania zrównoważonego rozwoju w budownictwie*, Wydawnictwo Instytutu Techniki Budowlanej, Warszawa 2001.
66. Wierzbicki S.M., Gajownik R., *Problemy zrównoważonego budownictwa*, w: *Konferencja Naukowo-Techniczna „Budownictwo spełniające wymagania zrównoważonego rozwoju”*, ITB, Mrągowo 2002.
67. *Zielona miedź*, Polskie Centrum Promocji Miedzi: http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika,materiały_i_techнологie,artykul,zielona_miedz,4614; 14.02.2017 rok:
68. *Zielone biurowce przyszłością budownictwa komercyjnego*, „Inżynier Budownictwa” 2012, nr 7/8.
69. http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika,oprogramowanie_komputerowe,artykul,przygotowanie_do_projektowania_infrastruktury_w_bim_-_cz_i,8558; 1.02.1016 r
70. http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika,oprogramowanie_komputerowe,artykul,bim_dla_wykonawstwa,8559; 1.02.2016
71. www.materiałybudowlane.info.pl, Górecki J., Śliżewska D., *Bim w budownictwie drogowym*, 10.04.2017 r., s. 63

Exemplification of innovative conceptions and methods of logistics in the building

The contemporary situation of economic and ecological word focuses us to constantly go seek solutions to not only reduce the human impact on the environment, but also likely to wean us from the environmental sources of energy.

There are big needs on innovative solutions in the building trade.

The aim of this article is to describe modern theory and methods in building enterprises and building undertakings in theoretical and empirical dimension in the context of the challenges of contemporary building trade.

In the article the author started by presenting the challenges of contemporary building trade such as the need to pass through the turbulence, the end of the 2010/2023 EU perspective, the echange rate of the green and ended with the presentation of the logistic modern conceptions and methods.

The main principals of this conceptions and methods revolve around sustainable building industry, energy and water saving, environmental footprint and worker productivity.

At the same time they are perceived as a way to improve efficiency and reduce the costs).

Autorzy:

dr **Katarzyna Puszeko** – Wyższa Szkoła Bankowa we Wrocławiu, Instytut Logistyki; katarzyna.puszeko@wsb.wroclaw.pl