

# PROJEKTOWANIE BUDYNKÓW CYRKULARNYCH: strategie i narzędzia

Authors:

Jan Pešta,  
Barbora Vlasatá,  
Nika Trubina,  
Tereza Pavlů



November 2023



Niniejsza publikacja została opracowana w ramach jednego z działań projektu CirCon4Climate. Projekt ten jest częścią Europejskiej Inicjatywy Klimatycznej (EUKI) niemieckiego Federalnego Ministerstwa Gospodarki i Działań na rzecz Klimatu (BMWK).

Supported by:



Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Climate Action



European  
Climate Initiative  
EUKI

on the basis of a decision  
by the German Bundestag

Tytuł:	Projektowanie budynków cyrkularnych: strategię i narzędzia
Podtytuł:	
Wersja:	3.0
Data:	8 December 2023
Autorzy:	Jan Pešta, Barbora Vlasatá, Nika Trubina, Tereza Pavlů
Osoba kontaktowa:	Jan Pešta jan.pesta@cvut.cz
Instytucja:	Politechnika Czeska w Pradze - Uniwersyteckie Centrum Budownictwa Energooszczędnego   Trinecká 1024   273 43 Bustěhrad   Republika Czeska   www.uceeb.cz

# Spis treści

<b>Wprowadzenie</b>	<b>5</b>
<b>1. Zasady projektowania budynków cyrkularnych</b>	<b>6</b>
1.1. Gospodarka o obiegu zamkniętym jako szansa	6
1.2. Struktura 10R	6
<b>2. Strategie budowania cyrkularnego</b>	<b>8</b>
2.1. Projektowanie do demontażu	8
2.2. Projektowanie z myślą o zdolności adaptacyjnych i elastyczności	9
2.3. Projektowanie skupione na Trwałości	10
2.4. Projektowanie z myślą o Ponownym wykorzystaniu	10
2.5. Projektowanie z myślą o Modularności	11
2.6. Projektowanie z myślą o Konserwacji	11
2.7. Projektowanie z myślą o Niezawodności	11
2.8. Projektowanie z wykorzystaniem monomateriałów	11
2.9. Projektowanie konstrukcji z materiałów z recyklingu	12
2.10. Projektowanie z myślą o Przywiązaniu i Zaufaniu	12
2.11. Projektowanie z wykorzystaniem Cyrkularnych Modeli Biznesowych	12
2.12. Budynki jako banki materiałów	12
2.13. Cyfryzacja jako strategia cyrkularna	13
2.14. Selektywne wyburzanie	14
<b>3. Checklista we wstępnej fazie projektowania</b>	<b>15</b>
<b>4. Narzędzie do informacji zwrotnych i pomiarów cyrkularności</b>	<b>15</b>
4.1. Certyfikacja produktów	15
4.1.1. Ślad węglowy produktu	16
4.2. Systemy certyfikacji	17
4.2.1. Od kołyski do kołyski (ang. <i>Cradle to Cradle</i> )	17
4.2.2. Level(s)	18
4.2.3. LEED	18
4.2.4. Certyfikat BREEAM	18
4.2.5. SBToolCZ	19
4.3. Narzędzia do oceny cyrkularności	19
4.3.1. Katalog materiałów pochodzących z recyklingu	19
4.3.2. OneClick LCA	20
4.3.3. Madaster	20
4.3.4. CTI Tool	20
4.4. BIM	20
4.5. Pasporty materiałowe i budowlane	21

<b>5.</b>	<b>Studia przypadków</b>	<b>22</b>
5.1.	Czechy	22
5.1.1.	Rozbudowa budynku szkoły podstawowej w Petrovicach, Czechy	22
5.1.2.	Galeria Mebli, Brno, Czechy	22
5.1.3.	Budynek biurowy Mercury jako przykład Odzyskania materiałów I ich powtórnego użycia (ang. <i>(Re)molition</i> ), Praga, Czechy	23
5.2.	Niemcy	23
5.2.1.	CRCLR House w Berlinie-Neukölln, Niemcy	23
5.2.2.	Nowy budynek UBA (Federal Environment Agency) w Dessau w Niemczech	24
5.2.3.	Dom Sportu w Kolkwitz, Niemcy	24
5.2.4.	Budynek biurowy Oberen Waldplätze 12 (OWP12), Stuttgart, Niemcy	25
5.2.5.	Recyclinghaus w Kronsbergu, Niemcy	25
5.3.	Słowenia	26
5.3.1.	Knauf Insulation Experience Center (KIEXC) w Škofja loka, Słowenia	26
5.3.2.	Instytut Badawczy InnoRenew CoE, Słowenia	26
5.3.3.	Magazyn produkcyjny Saxonia Franke, Žirovnica, Słowenia	27
5.3.4.	Kawiarnia Eipprova, Lublana, Słowenia	27
5.4.	Polska	27
5.4.1.	N Nový Rynek D kompleks biurowy, Poznań, Polska	27
5.4.2.	Budynek Skysawa, Warszawa, Polska	27
5.4.3.	Pawilon tymczasowy Muzeum Sztuki Nowoczesnej w Warszawie	28
5.4.4.	Solace House, Polska	28
5.4.5.	Biurowiec Wave w Gdańsku (strategia: ograniczanie nakładów i ich efektów zewnętrznych)	29
<b>6.</b>	<b>Bibliografia</b>	<b>30</b>
	<b>Spis rycin</b>	<b>33</b>
	<b>Aneks</b>	<b>34</b>

## Wprowadzenie

Aby przyspieszyć i zwiększyć skuteczność przejścia na gospodarkę o obiegu zamkniętym, konieczne jest zapoznanie się z różnymi strategiami, zasadami i narzędziami, których wdrożenie może przynieść nowe, skuteczne rozwiązania dla branży budowlanej.

Niniejsza publikacja zawiera przegląd zasad projektowania budynków cyrkularnym (czyli zgodnie z zasadami gospodarki obiegu zamkniętego) przez pryzmat 10R, w tym projektowanie pod kątem demontażu, odwracalności, możliwości adaptacji, rekonfiguracji i przekształcalności przestrzennej, a także przegląd możliwych narzędzi do generowanie informacji zwrotnej o cyrkularności. Stosując te zasady w projektowaniu, budynki można łatwo demontować, naprawiać lub przystosowywać do nowych funkcjonalności, zmniejszając zapotrzebowanie na nowe materiały i minimalizując wytwarzanie odpadów budowlanych.

Niniejszy przewodnik jest przeznaczony przede wszystkim dla przedstawicieli branży budowlanej, którzy chcą włączyć do swoich działań projektowanie o obiegu zamkniętym, zrównoważony rozwój i odpowiedzialność na rzecz środowiska. Otwierając ten przewodnik, uzyskasz dostęp do wielu informacji na temat strategii i zasad projektowania cyrkularnego. Materiał ten jest cennym źródłem informacji dla firm budowlanych, architektów i projektantów, inwestorów i deweloperów. Dzięki praktycznym poradom zawartym w listach kontrolnych (checklisty) dla różnych etapów budowy, przewodnik ten pomoże Ci włączyć nowe techniki projektowania do Twojej pracy, zmniejszyć ilość odpadów, zużycie wody i energii. Wraz z innymi raportami opublikowanymi w ramach projektu CirCon4Climate, takimi jak między innymi wytyczne dotyczące wyboru materiałów niskoemisyjnych, będzie on wspierał Cię podczas projektowania i optymalizacji projektu.



# 1. Zasady projektowania budynków cyrkularnych

## 1.1. Gospodarka o obiegu zamkniętym jako szansa

Stale dostosowując się do nowych trendów zrównoważonego rozwoju, branża budowlana odgrywa istotną rolę w globalnym zużyciu zasobów i wpływie na środowisko. W związku z tym koncepcja gospodarki cyrkularnej (inaczej gospodarki obiegu zamkniętego, GOZ) pojawiła się jako transformacyjne podejście do rozwiązywania problemów związanych z tradycyjnymi liniowymi modelami produkcji i konsumpcji. Wraz ze wzrostem liczby projektów uznawanych za cyrkularne, zasady i ich formułowanie wciąż ewoluują. Istnieje ponad sto różnych definicji gospodarki o obiegu zamkniętym, ale w ramach tego projektu uznajemy gospodarkę cyrkularną jako: *model ekonomiczny, który poprzez zamykanie obiegu gospodarczego ma na celu:*

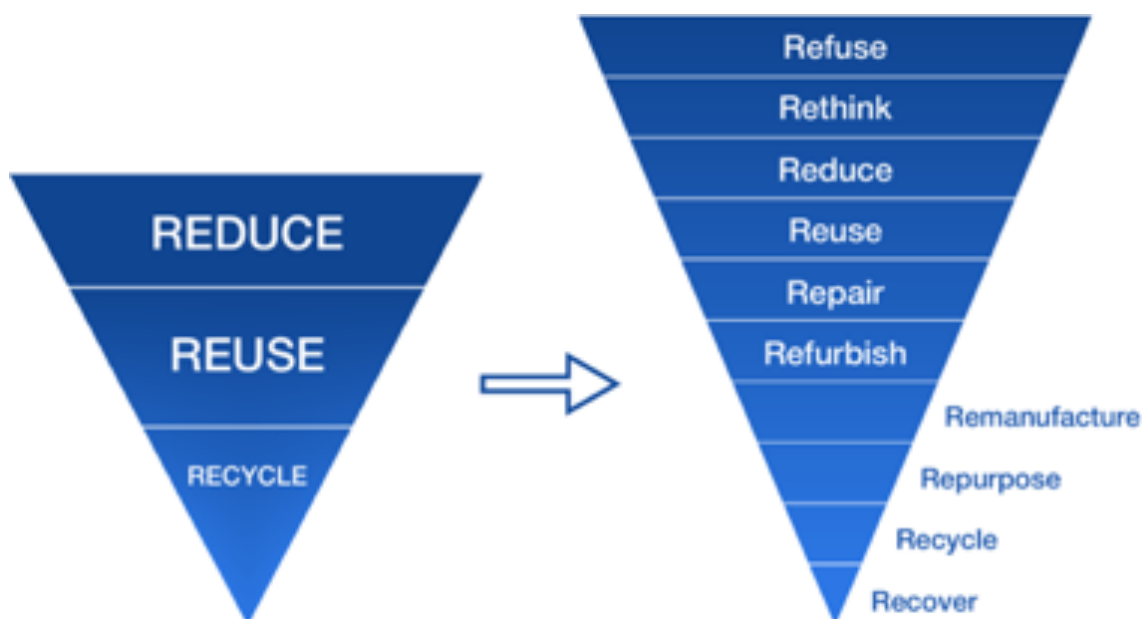
- *Optymalizację wykorzystania zasobów w granicach możliwości planety;*
- *Maksymalizację i utrzymanie wartości aktywów w gospodarce;*
- *oraz minimalizację odpadów.*

W sektorze budowlanym czyni to poprzez zamykanie obiegu wartości ekonomicznych, a tym samym optymalizację wykorzystania zasobów, maksymalizację zachowanej wartości oraz ograniczanie wytwarzania odpadów. W celu osiągnięcia tych ogólnych celów, można zastosować różne różne podejścia, które nazywamy strategiami. Zastosowanie tych strategii daje możliwości zrealizowania tych samych usług przy mniejszym negatywnym wpływie na środowisko, w którym żyjemy.

## 1.2. Struktura 10R

Gospodarka o obiegu zamkniętym jest często utożsamiana z recyklingiem, co jest tylko częściowo słuszne. Koncepcja ta jest głębsza i z czasem została płynnie przekształcona z recyklingu w dobrze znaną zasadę 3R, a następnie w 10R (Rysunek 1). Koncepcja ta obejmuje podstawowe zasady, takie jak Rezygnacja, Ponowne przemyślenie, Redukcja, Ponowne użycie, Naprawa, Odnawianie, Regeneracja, Zmiana przeznaczenia, Recykling, Odzyskiwanie.

*Rysunek 1: Przekształcenie koncepcji 3R w 10R.*



Więcej informacji na temat tych strategii można znaleźć w rozdziale **2. Strategie budowania cyrkularnego**.

Oprócz podążania jedną z wybranych strategii projektowania cyrkularnego ważne jest, aby brać pod uwagę koncepcję 10R. W ramach dziesięciu podstawowych zadań (Rysunek 1) należy ocenić cyrkularne możliwości danego projektu, a następnie wybrać kluczowe mechanizmy i je zastosować.

Na przykład **Rezygnacja**: Pierwsza zasada skłania nas do zakwestionowania konieczności budowania nowej konstrukcji lub wybranych komponentów. Oceniając, czy nowy budynek jest niezbędnym, minimalizujemy zużycie zasobów.

**Zastanów się ponownie**: Przyjęcie tej zasady zachęca nas do ponownej oceny tradycyjnego podejścia do budowania. Rozważając ponownie wybrane przez nas metody, możemy zidentyfikować i skorzystać z bardziej zrównoważonych praktyk budowlanych.

**Ponowne wykorzystanie lub zmiana przeznaczenia**: Opieranie się na już istniejących materiałach i konstrukcjach jest podstawowym aspektem obiegu zamkniętego. Poprzez ponowne wykorzystanie konstrukcji i zmianę przeznaczenia już istniejących budynków, przedłużamy żywotność zasobów i zmniejszamy ilość odpadów, ograniczamy stosowanie materiałów pierwotnych oraz nieodnawialnych w nowych budowlach. Zmiana przeznaczenia budynków lub ich konstrukcji tchnie nowe życie w zasoby, które w przeciwnym razie zostałyby zmarnowane. Zasada ta zachęca do kreatywności w znajdowaniu nowych zastosowań dla tych elementów.

**Renowacja, regeneracja**: Zasada "Renowacja" kładzie nacisk na rewitalizację pojedynczych elementów i systemów budowlanych. Polega ona na modernizacji istniejących elementów w celu zwiększenia ich wydajności i wydłużenia żywotności. Regeneracja to kompleksowy proces, który przywraca budynkowi jego pierwotny wygląd przy użyciu nowych, naprawionych lub ponownie wykorzystanych części w celu zastąpienia przestarzałych komponentów. Regeneracja jest procesem bardziej kosztownym, ponieważ jest bardziej rygorystyczna i spełnia wyższe standardy niż renowacja.

Wydłużenie cyklu życia produktów promuje strategię gospodarki o obiegu zamkniętym, takie jak recykling, naprawa, odnawianie, regeneracja i ponowne użycie, co skutkuje zmniejszonym zużyciem zasobów i zmniejszonym negatywnym wpływem na środowisko oraz jest uważane za lepsze rozwiązanie w koncepcie gospodarki cyrkularnej [1], [2].

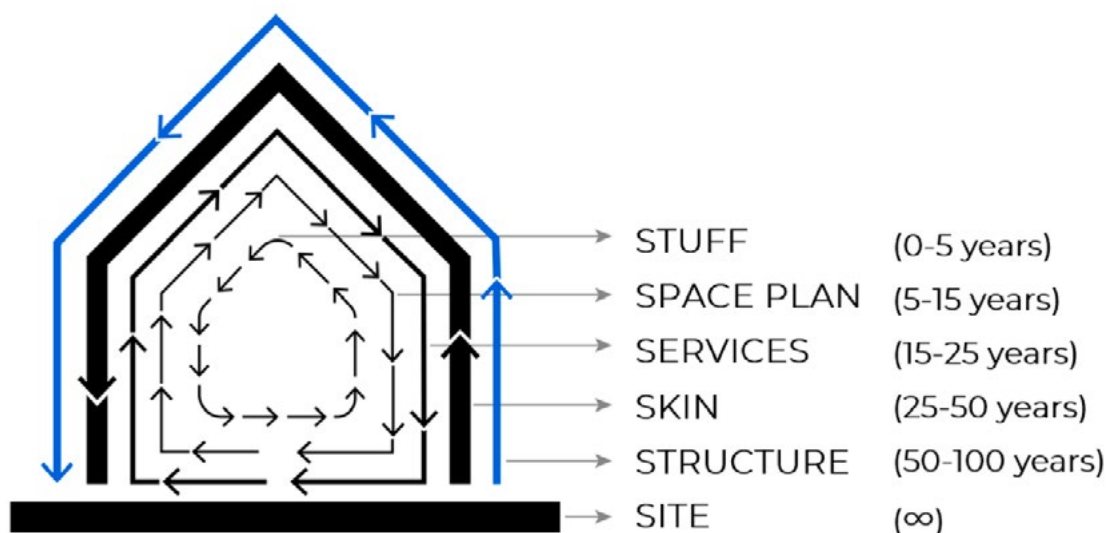
## 2. Strategie budowania cyrkularnego

### 2.1. Projektowanie do demontażu

Przedstawione tutaj zasady koncentrują się głównie na końcu cyklu życia budynku, ze szczególnym uwzględnieniem metod montażu oraz systemów w środowisku budowlanym. Obiekty te powinny być zaprojektowane w taki sposób, aby umożliwić ich demontaż po zakończeniu eksploatacji lub w trakcie renowacji, z możliwością ponownego wykorzystania ich elementów do innych celów i potencjalnie innych obiektów. Należy wziąć pod uwagę następujące zasady:

- Każdy komponent musi być niezależny od pozostałych.
- Nadaj priorytet podejściu „budowanie warstwowe”. Zgodnie z koncepcją Branda „wymienialne warstwy ściągane” budynku są postrzegane jako składające się z odrębnych warstw, które mogą zmieniać się niezależnie od siebie. Koncepcję tę można zilustrować graficznie w następujący sposób [3]:

Rysunek 2: Wymienialne warstwy ściągane wg. Branda. Na podstawie: [3].



Oznacza to, że warstwy te mogą przekształcać się we własnym tempie, nie wpływając na siebie nawzajem. Na przykład integralność strukturalna budynku zwykle trwa około 50 lat, podczas gdy niektóre usługi wymagają wymiany co 10 do 20 lat. W związku z tym komponenty, takie jak systemy ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji, muszą być łatwo dostępne w celu szybkiej wymiany lub naprawy. Wykorzystując zasady prefabrykacji i modułowości, połączenia suche sprawiają, że konstrukcje są łatwe w montażu lub demontażu.

- Wdrożenie standaryzacji wymiarów elementów budynku - wysokości, odległości między ścianami nośnymi, przęsła itp.
- Prostota powinna być priorytetem w projektowaniu, np. należy unikać wykończeń lub napraw wykończeniowych przed zasiedleniem, zwłaszcza jeśli budynek będzie własnością różnych najemców.
- Korzystaj z modeli biznesowych, które promują zasady ponownego użycia i gospodarki o obiegu zamkniętym.



W skutek nadania priorytetu powyższym zasadom projektowania do demontażu, pojawiają się następujące korzyści: minimalizacja emisji dwutlenku węgla, zmniejszenie wydobycia materiałów w czasie, ułatwienie ponownego wykorzystania elementów budowlanych w przyszłości oraz zmniejszenie kosztów w całym cyklu życia budynku.

Wdrażanie tej strategii projektowania może wymagać więcej materiałów ze względu na zastosowanie kilku systemów w odrębnych warstwach, co skutkuje odpowiednio wyższą inwestycją początkową i większym wpływem na środowisko. Podejście to ma jednak na celu optymalizację długości cyklu życia budynku, co przyniesie długoterminowe korzyści, takie jak zmniejszenie ilości odpadów i ogólny mniejszy negatywny wpływ na środowisko, który przewyższy koszty początkowe [4] ***(Więcej o strategiach/materiałach niskoemisyjnych można znaleźć w Przewodniku „Cyrkularne i niskoemisyjne materiały budowlane”.***

## 2.2. Projektowanie z myślą o zdolnościach adaptacyjnych i elastyczności

Konstrukcja zaprojektowana z myślą o elastyczności pozwala na dostosowanie budynku w czasie i zaspokojenie zmieniających się potrzeb użytkowników. Możliwość dostosowania i zmiany elementów projektu zapewnia, że budynek pozostaje funkcjonalny nawet w przypadku zmiany wymagań operacyjnych, zapobiegając tym samym jego przestarzałości lub nieużyteczności. Strategia ta może obejmować następujące zasady:

- Projektuj wielofunkcyjne przestrzenie, wzmacniając zdolności adaptacyjne przestrzeni, np. poprzez zastosowanie ruchomych ścianek działowych lub innych elementów ruchomych.
- Wykorzystaj konstrukcję modułową: podziel budynek na modułowe komponenty, które można łatwo przestawić lub wymienić w razie potrzeby, co pozwala na elastyczne konfigurowanie przestrzeni.
- Postaw na przestronność lub możliwość rozbudowy – np. dużą wysokość od podłogi do sufitu, czy wysokowydajne przestrzenie biurowe. Może to obejmować rozważenie bardzo podstawowych opcji projektowych.
- Zaprojektuj infrastrukturę, która jest łatwo dostępna, uwzględniając dostęp do wykonywania serwisowania oraz elastyczne podłączenia do mediów, aby ułatwić przyszłe modyfikacje lub modernizacje.
- Wdrażaj zasady zasobooszczędnej konserwacji, napraw i elastyczności w korzystaniu z przestrzeni i systemów.
- Rozważ skorzystanie z zasady Odwracalności - „Budynki odwracalne” to obiekty, których poszczególne części można łatwo dodawać i wyjmować bez uszkodzania całej konstrukcji budynku lub jego komponentów. Taki koncept z założenia eliminuje generowanie odpadów.

Projektowanie adaptacyjne zmniejsza ilość odpadów, oszczędza zasoby i łagodzi wpływ na środowisko związany z nowymi materiałami i budynkami. Uważa się jednak, że stosowanie zasad elastyczności może skutkować dodatkowymi kosztami na etapie projektowania. Na przykład może być konieczne zastosowanie dodatkowych materiałów, a także odbycie dodatkowych konsultacji w celu odpowiedniego zaplanowania elementów adaptowalnych. Z tego powodu konieczne jest zaangażowanie architektów i planistów już na etapie konceptualizacji, aby opracować skuteczne rozwiązania, które spełnią Twoje cele oraz zmieszczą się w budżecie. W dłuższej perspektywie przyczynia się to do obniżenia kosztów operacyjnych i ogólnego śladu węglowego w całym

okresie użytkowania budynku, ponieważ zmniejsza potrzebę gruntownych remontów, czy budowy nowych przestrzeni - będą one w stanie dostosować się do nowych potrzeb na bieżąco **(Aby zademonstrować zastosowanie tej strategii w praktyce, zapoznaj się z poniższymi rzeczywistymi przykładami: 5.1.1. Rozbudowa budynku szkoły podstawowej w Petrovicach, Czechy i 5.1.2. Galeria Mebli, Brno, Czechy).**

### 2.3. Projektowanie skupione na Trwałości

W kontekście środowiska zbudowanego zrównoważony rozwój oznacza projektowanie budynków i elementów konstrukcji z myślą o ich trwałości i przetrwaniu próby czasu. Przedstawione tutaj zasady mają zastosowanie we wszystkich fazach cyklu życia budynku, ponieważ minimalizują potrzeby naprawy przez cały okres użytkowania budynku.

- Używaj trwałych materiałów, wybierając te o długiej żywotności, oraz używaj niezawodnych metod i materiałów konstrukcyjnych.
- Bierz pod uwagę kwestie sprężystości i odporności materiałów na warunki atmosferyczne, np. dach i przegrody zewnętrzne budynku powinny być zaprojektowane tak, aby wytrzymały wiatr, deszcz i wahania temperatury, wykluczając możliwą korozję i uszkodzenia.
- Stosuj się do odpowiednich przepisów dotyczących konserwacji - już na wstępnym etapie projektowania należy opracować odpowiednią i nieskomplikowaną strategię konserwacji. Powinno to obejmować monitorowanie warunków.

Stawiając trwałość jako priorytet przy projektowaniu obiektu, firmy mogą zmniejszyć potrzebę częstych napraw, wymian i renowacji, co może pomóc w zmniejszeniu ilości odpadów i ochronie zasobów. Ponadto trwałe budynki i elementy konstrukcji można łatwo ponownie wykorzystać, zmienić ich cel zastosowania lub poddać recyklingowi po zakończeniu ich okresu użytkowania, co dodatkowo promuje obieg zamknięty w branży budowlanej.

Trwałość może również pomóc w poprawie ogólnej jakości środowiska zbudowanego, zapewniając, że budynki są bezpieczne, funkcjonalne i wygodne dla mieszkańców czy najemców. Trwałe budynki mogą wytrzymać ekstremalne warunki pogodowe, klęski żywiołowe i inne zagrożenia, co może pomóc w ochronie mieszkańców i zapobiegać uszkodzeniom środowiska zbudowanego.

Podobnie jak w przypadku poprzednich strategii projektowania, ta również może wymagać większej ilości lub droższych materiałów, co skutkuje odpowiednim wzrostem inwestycji początkowej i większym negatywnym wpływem na środowisko w początkowej fazie. Podejście to skupia się jednak na długoterminowych korzyściach oraz na optymalizacji i wydłużeniu cyklu życia budynku lub jego poszczególnych elementów, co w przyszłości przeważa nad początkowymi kosztami finansowymi i środowiskowymi, co obniży koszty na etapie jego eksploatacji **(Więcej o strategiach/materiałach niskoemisyjnych można znaleźć w Przewodniku „Cyrkularne i niskoemisyjne materiały budowlane”).**

### 2.4. Projektowanie z myślą o Ponownym wykorzystaniu

**Projektowanie z myślą o ponownym wykorzystaniu.** Głównym celem tej strategii jest ponowne użycie. Przykładem może być zaprojektowanie budynku lub poszczególnych jego elementów, tak aby można je było jeszcze raz wykorzystać – jeśli z jakiegoś powodu

budynek musi zostać przeniesiony, przebudowany w innym miejscu lub z niektórych jego istniejących elementów można zbudować zupełnie inny budynek. Lub też, przy budowie nowego budynku, można rozważyć ponowne wykorzystanie wcześniej zagospodarowanego terenu lub terenów poprzemysłowych.

*Aby zademonstrować zastosowanie tej strategii w praktyce, zapoznaj się z poniższym rzeczywistym przykładem: 5.1.3. Budynek biurowy Mercury jako przykład (re)molitionu, Praga, Czechy.*

## 2.5. Projektowanie z myślą o Modularności

Kolejną zasadą ściśle związaną z zasadą ponownego wykorzystania jest **Projektowanie modułowe/modularne**, w którym to podejściu konstrukcja dzielona jest na mniejsze części zwane modułami (od prefabrykowanych elementów konstrukcyjnych po pojedyncze komórki – pomieszczenia w mieszkaniu), które mogą być niezależnie tworzone, modyfikowane lub łatwo wymieniane na inne moduły lub pomiędzy różnymi systemami.

*Aby zademonstrować zastosowanie tej strategii w praktyce, zapoznaj się z poniższym rzeczywistym przykładem: 5.1.1. Rozbudowa budynku szkoły podstawowej w Petrovicach, Czechy.*

## 2.6. Projektowanie z myślą o Konserwacji

Zasady takie jak **Projektowanie pod kątem Konserwacji, Możliwości naprawy, Modernizacji i Renowacji** zostały razem zgrupowane, ponieważ mają jeden cel - przedłużenie żywotności budynku lub jego elementów oraz zmniejszenie potrzeby wymiany lub demontażu. Innymi słowy, celem jest, aby elementy można było łatwo zmodernizować lub dostosować do zmieniających się potrzeb lub technologii poprzez odpowiednio przeprowadzoną konserwację. Na przykład konstrukcja elewacji budynku może wykorzystywać panele ściennie z łatwo wymienialnymi sekcjami, które można konserwować i naprawiać bez znaczącej ingerencji w samą konstrukcję. Jeśli jedna sekcja jest uszkodzona, można ją wymienić na nową lub zmodernizować, przedłużając żywotność całej ściany.

Często strategię te są wykorzystywane do zachowania i adaptacji budynków o znacznej wartości historycznej. Takie budynki wymagają okresowej konserwacji i modyfikacji, aby zachować ich historyczne znaczenie i sprostać współczesnym potrzebom.

## 2.7. Projektowanie z myślą o Niezawodności

**Projektowanie pod kątem Niezawodności** w kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym obejmuje metody mające na celu zapewnienie niezawodności i bezpieczeństwa w całym cyklu życia budynku, jak również na poprawie wewnętrznych cech obiektu, dzięki czemu cykl życia, a tym samym jego okres użytkowania, będzie dłuższy, np. poprzez konserwację. Strategia ta jest bardzo podobna do podejścia "Projektowanie z myślą o Trwałości". Zasadniczo obie koncepcje mają na celu poprawę wydajności i trwałości produktu, ale projektowanie oparte na trwałości koncentruje się bardziej na fizycznych aspektach produktu i jego odporności na zużycie, podczas gdy projektowanie oparte na niezawodności kładzie większy nacisk na zapewnienie niezawodnego działania produktu bez nieoczekiwanych awarii przez cały cykl życia [5].

## 2.8. Projektowanie z wykorzystaniem monomateriałów

**Ten rodzaj projektowania** w architekturze i budownictwie polega na użyciu tylko jednego materiału do większości elementów budynku lub jego konstrukcji w celu umożliwienia późniejszego ponownego przemyślenia projektu i/lub uproszczenia go. Na przykładzie konstrukcji drewnianych podkreśla się, że główną zaletą budowania z monomateriału jest to, że można go łatwo zdemontować i w pełni poddać recyklingowi jako konstrukcję jednoczęściową, ponieważ nie zastosowano materiałów pochodzenia niebiologicznego, takich jak kleje, metalowe łączniki i panele izolacyjne [6],[7].

## 2.9. Projektowanie konstrukcji z materiałów z recyklingu

Wykorzystanie **strategii projektowania budynków z wykorzystaniem materiałów z recyklingu** i/lub **odpadów** w znacznym stopniu przyczynia się do zmniejszenia zużycia zasobów pierwotnych poprzez ponowne wykorzystanie wcześniej używanych materiałów lub przekierowanie odpadów z różnych sektorów - budownictwa, przemysłu lub gmin - w celu stworzenia nowych, innowacyjnych materiałów budowlanych. Na przykład poprzez stosowanie produktów i materiałów budowlanych, takich jak alternatywy dla cementu, alternatywne kruszywa do betonu, czy nawierzchnia asfaltowa pochodząca z recyklingu. Lub podczas projektowania, używając materiałów takich jak drewno z odzysku czy stal, szkło lub plastik z recyklingu, które pozwalają stworzyć nowe produkty [7].

*Aby zademonstrować zastosowanie tej strategii w praktyce, zapoznaj się z poniższym rzeczywistym przykładem: 5.1.3. Budynek biurowy Mercury jako przykład (re)molitionu, Praga, Czechy.*

## 2.10. Projektowanie z myślą o Przywiązaniu i Zaufaniu

Ta strategia polega na tworzeniu produktów, które będą kochane, lubiane i kreują przywiązanie na dłużej. Zaprojektuj konstrukcję tak, aby użytkownik przywiązał się do niej, a tym samym zachęć go do ostrożnego obchodzenia się z danym obiektem i będzie mniej skłonny do jego wymiany. Jest to szczególnie istotne w przypadku budynków użyteczności publicznej o wartości kulturowej lub społecznej, np. oper czy kościołów.

## 2.11. Projektowanie z wykorzystaniem Cyrkularnych Modeli Biznesowych

**Projektowanie z wykorzystaniem Cyrkularnych Modeli Biznesowych** to oczywista nazwa, która skłania do ponownego przemyślenia istniejącego modelu biznesowego stosowanego w branży budowlanej. Nawet jeśli odwołujemy się do projektu budynku o obiegu zamkniętym, usługa świadczona przez ten obiekt nadal pozostaje liniowa. Budynek jest projektowany – budowany – użytkowany – i ostatecznie zutyliczowany. Projektowanie z wykorzystaniem cyrkularnych modeli biznesowych stara się zasugerować alternatywy, takie jak wynajem budynku lub poszczególnych technologii. Przykładem może być wynajem oświetlenia w budynku jako usługi określonej wielkością oświetlanej przestrzeni. Tego rodzaju usługa przenosi odpowiedzialność za jakość technologii z użytkowników (właściciela budynku) na producenta. Choć można sobie wyobrazić wynajem innych części budynku (np. przegród zewnętrznych budynku), takie podejście jest ograniczone bardzo długą żywotnością konstrukcji i niegwarantowanym istnieniem firmy świadczącej taką usługę [1], [2].

## 2.12. Budynki jako banki materiałów

Ważne jest, aby ponownie wykorzystać poszczególne elementy budowlane lub materiały po zakończeniu ich eksploatacji. Budynki zamiast stawać się odpadami, będą pełniły rolę banków cennych materiałów, dzięki czemu można znacznie zmniejszyć udział odpadów budowlanych lub rozbiórkowych oraz zużycie zasobów pierwotnych.

Jednym z pierwszych, który promował tę ideę, był projekt Horyzont 2020 Budynki jako banki materiałów (BAMB). W tym projekcie idea „Budynków jako banku materiałów” została zinterpretowana w kierunku recyklingu, aby zapewnić, że elementy nadają się do recyklingu. W ramach projektu BAMB zrealizowano projekt pilotażowy „Nowy budynek biurowy” [8] (Rysunek 3). Budynek biurowy został wybudowany w Essen w pobliżu kompleksu przemysłowego kopalni węgla kamiennego Zeche Zollverein. Koncepcja przestrzeni wewnętrznej pozwala na przekształcanie obiektu w celu realizacji różnych zastosowań. Budynek może albo pozostać biurem z podziałem na kilka stref, albo może się stać hotelem. Wykorzystując aspekty projektowania zgodnie z zasadami obiegu zamkniętego, w pilotażowym studium przypadku 4 641 ton odpadów zostało wycofanych ze składowisk, 91 ton odpadów nie zostało spalonych, a kolejne 12 108 ton materiału można było poddać recyklingowi w celu uzyskania produktów o tej samej jakości [8].

Rysunek 3: Nowy biurowiec



Źródło: <https://www.bamb2020.eu>

Takie projekty pokazują nam, że te same strategie cyrkularne mogą działać w różnej skali – nie tylko na poziomie budynku, ale także produktu. Ponieważ wszystkie wyżej wymienione strategie mają zastosowanie podczas projektowania budynków, projektanci i wykonawcy budowlani mogą wybrać materiały budowlane, które mają być cyrkularne i niskoemisyjne. Na przykład projektowanie zorientowane na trwałość może koncentrować się bezpośrednio na materiałach, co wiąże się z wyborem wysokowydajnych i trwałych materiałów (takich jak stal lub beton), których cykl życia wykracza poza cykl życia budynku, zmniejszając potrzebę częstej wymiany i minimalizując wytwarzanie odpadów. Można ją również rozpatrywać holistycznie, na poziomie budynku, i obejmować opracowanie prostych strategii konserwacji. Jednocześnie strategie projektowania cyrkularnego mają inny cel, który pozytywnie wpływa na zrównoważony rozwój: **minimalizowanie kosztów operacyjnych netto**, takich jak energia, woda, czy jakość powietrza.

### 2.13. Cyfryzacja jako strategia cyrkularna

Integracja technologii cyfrowych jest potężną siłą napędową gospodarki o obiegu zamkniętym w branży budowlanej. Kluczem do tej transformacji jest zdolność technologii cyfrowych do dostarczania i przekazywania dokładnych informacji na temat dostępności, lokalizacji i stanu produktów, co pomaga spowolnić i zamknąć pętle materiałowe, promując tym samym cyrkularne modele biznesowe. Cyfryzacja umożliwia również optymalizację takich modeli, zmniejszenie ilości odpadów, wydłużenie cyklu życia produktów i obniżenie kosztów transakcji [9].



Digitalizacja procesów w każdej fazie projektowania konstrukcji budynku jest często integrowana za pomocą programu BIM (Building Information Modelling) jako najczęściej używanego narzędzia. **Narzędzie to zostanie opisane bardziej szczegółowo w rozdziale 4.3.**

Innym podejściem do gromadzenia i przechowywania informacji o budynku, a zwłaszcza o jego elementach, było opracowanie paszportów materiałowych i budowlanych. **Narzędzie to zostanie opisane w rozdziale 4.4.**

Wykorzystanie innych technologii cyfrowych, takich jak sztuczna inteligencja czy blockchain, umożliwia również innowacyjne sposoby zwiększenia identyfikowalności i przejrzystości w całym cyklu życia produktu. Inteligentne, połączone produkty umożliwiają producentom ciągłe śledzenie, monitorowanie, analizowanie i optymalizowanie wydajności produktów poprzez gromadzenie cennych danych dotyczących użytkownika.

Zapis cyfrowy lokalizacji przedmiotów w czasie rzeczywistym za pomocą Systemu Informacji Geograficznej (GIS) zwiększa dostępność przedmiotów w czasie rzeczywistym, co znacznie poprawia zdolność do zbierania, odzyskiwania, recyklingu i utylizacji przedmiotów wycofanych z eksploatacji. W ten sposób można utworzyć Kataster Materiałowy, który może działać na poziomie lokalnym lub regionalnym. Zapewnia przegląd rodzaju, ilości i stanu materiałów użytych na danym obszarze i służy jako podstawa do mapowania dynamiki zużycia materiałów w środowisku mieszkaniowym miasta lub regionu. Można to wykorzystać do zdefiniowania cyrkularnych strategii budowlanych w miastach i regionach w celu przewidywania stanu konserwacji, przedłużania żywotności zarówno całego budynku, jak i poszczególnych elementów oraz wykorzystywania materiałów do nowych konstrukcji. **Więcej informacji można znaleźć w Przewodniku „Katastry materiałów budowlanych - praktyczny przewodnik”.** Wreszcie, zrozumienie dostępności produktów ułatwia tworzenie scenariuszy przepływu materiałów za pośrednictwem platform cyfrowych i rynków, co wzmocniłoby praktyki recyklingu.

## 2.14. Selektywne wyburzanie

Selektywna rozbiórka jest jednym z najważniejszych aspektów nowoczesnych, cyrkularnych praktyk budowlanych. W dążeniu do zrównoważonego rozwoju można wyróżnić kilka metod:

- Metoda rozbiórki polegająca na starannym demontażu budynku lub konstrukcji kawałek po kawałku. Celem jest odzyskanie i ponowne wykorzystanie jak największej liczby komponentów w innych projektach.
- Selektywne wyburzanie jako usuwanie poszczególnych części budynku z zachowaniem podstawowej konstrukcji. Metoda ta jest cenna w re-modelowaniu obiektu, zachowaniu istniejących struktur i zmniejszeniu ogólnego śladu środowiskowego budynku. Materiały i produkty usunięte z budynku mogą podlegać krajowym przepisom dotyczącym odpadów, a wykonawca musi pamiętać o hierarchii postępowania z odpadami i innych związanych z tym wymogach. **Więcej na temat tych wymagań można znaleźć w Przewodniku „Bezpieczne wykorzystanie wtórnych materiałów budowlanych”.**
- Selektywne wyburzanie nadaje priorytet odpowiedzialności za środowisko w całym procesie wyburzania. Podejście to obejmuje minimalizację wytwarzania odpadów, recykling materiałów, stosowanie nietoksycznych materiałów budowlanych oraz podejmowanie kroków w celu zapewnienia minimalnego wpływu na środowisko. Taka rozbiórka jest zgodna z Celami Zrównoważonego Rozwoju i pomaga chronić ekosystem.

**Aby zademonstrować zastosowanie tej strategii w praktyce, zapoznaj się z poniższym rzeczywistym przykładem: 5.1.3. Budynek biurowy Mercury jako przykład (re)molitionu, Praga, Czechy.**



### 3. Checklista we wstępnej fazie projektowania

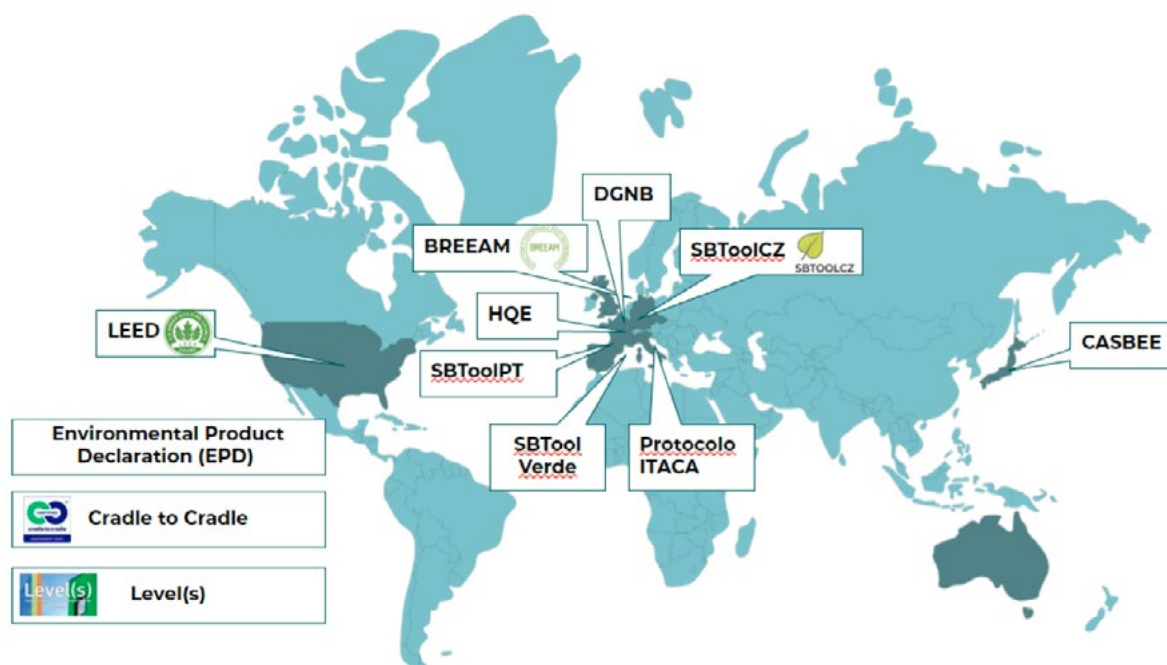
Wpływanie na projekt budowlany na wczesnych etapach projektowania może mieć znaczący wpływ na jego powodzenie. Ta Checklista to ważne narzędzie oferujące cenne wskazówki dla firm budowlanych, architektów i projektantów oraz innych zainteresowanych stron. Starannie skategoryzowane sugestie dotyczące projektowania cyrkularnego mogą pomóc w wyborze właściwego kierunku od samego początku i podjęciu konkretnych kroków na wszystkich etapach przygotowania projektu - od fazy koncepcyjnej do końca cyklu życia obiektu. Korzystając z poniższej listy, realizatorzy nowych projektów mogą zacząć działać na rzecz bardziej cyrkularnego, zrównoważonego i przyjaznego dla środowiska budownictwa.

[Zapoznaj się z Checklistą w Aneksie niniejszego Przewodnika.](#)

### 4. Narzędzia do informacji zwrotnych i pomiarów cyrkularności

Obieg zamknięty w budownictwie można rozpatrywać z perspektywy całego budynku, ale także z perspektywy poszczególnych materiałów użytych do jego budowy. Z tego powodu w tej sekcji skupimy się na narzędziach, które pozwalają na certyfikację zarówno produktów, jak i budynków. Należy zauważyć, że na świecie istnieje wiele różnych sposobów oceny i certyfikacji cyrkularności budynków czy ich elementów. Najpopularniejsze z nich zaprezentowano na Rysunku 4.

*Rysunek 4: Wiodące systemy certyfikacji w zakresie oceny cyrkularności budynków i elementów*



#### 4.1. Certyfikacja produktów

Oznakowanie środowiskowe jest koncepcją stosowaną na całym świecie w oparciu o normy międzynarodowe (seria ISO14020), które są dobrowolnymi narzędziami informacyjnymi. Opiera się ono na ocenie cech produktów lub usług oraz ich efektywności środowiskowej.

Polega ono na oznaczaniu produktów różnymi etykietami, w niektórych przypadkach wraz z krótką informacją o cechach produktu. Ogólnym celem oznakowań ekologicznych i deklaracji jest stymulowanie popytu i podaży na produkty, które mają mniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez przekazywanie weryfikowalnych, dokładnych i niewprowadzających w błąd informacji na temat aspektów środowiskowych produktów, stymulując w ten sposób potencjał ciągłej, napędzanej przez rynek poprawy stanu środowiska.

Istnieją trzy znormalizowane (normatywne) rodzaje oznakowania i deklaracji środowiskowej:

### Oznakowanie ekologiczne (typ I):

jest narzędziem opartym na etykietowaniu produktów (i usług), które mają mniejszy negatywny wpływ na środowisko niż porównywalne produkty, n.p. są wymienne w fazie użytkowania. Produkty, które spełniają wcześniej określone kryteria środowiskowe w ramach danej kategorii produktów i które są niezależnie weryfikowane przez stronę trzecią, mogą być etykietowane.

### Własne oznakowanie sugerujące ekologiczne cechy (typ II):

definiuje się jako „oświadczenie, znak lub cyfrę wskazującą na efekt środowiskowy produktu, komponentu lub opakowania”. (np. ulegające biodegradacji, nadające się do recyklingu itp.). Jest ono wydawane przez producenta, bez weryfikacji lub certyfikacji przez stronę trzecią, ale musi być publicznie weryfikowalne tzw. „weryfikacji drugiej strony” (second-party verification) na podstawie informacji udostępnionych przez zgłaszającego.

### Deklaracja środowiskowa produktu (ang. *Environmental Product Declaration, EPD*) (typ III):

Dostarcza informacji ilościowych na temat efektywności środowiskowej produktu w całym jego cyklu życia – tj. od wydobycia surowców po utylizację lub recykling. Opiera się to na zastosowaniu metody oceny cyklu życia (ang. *Life Cycle Assessment, LCA*). Aby stworzyć porównywalne deklaracje EPD, muszą one być zgodne z tymi samymi zasadami metodologicznymi (EN 15804) oraz wytycznymi przygotowanymi przez operatorów programów zwanymi PCR. EPD to informacja techniczna, która dostarcza wymiernych danych środowiskowych dla wyrobów budowlanych o określonej funkcji technicznej na poziomie budynku. Norma EN 15804 określa podstawowe zasady tworzenia deklaracji EPD dla wyrobów i materiałów budowlanych. EPD umożliwi analizę cyklu życia produktów pod kątem ich wpływu na środowisko oraz przedstawienie tych analiz w przejrzysty i ustandaryzowany sposób. Program EPD jest dobrowolny i obejmuje wszystkie wyroby budowlane zgodnie z definicją zawartą w załączniku IV do europejskiego rozporządzenia w sprawie wyrobów budowlanych (nr 305/2011, [13]) i jest otwarty dla wszystkich zainteresowanych producentów wyrobów budowlanych [12].

Podczas gdy certyfikacja niewątpliwie podnosi wartość produktów i budynków w oczach konsumentów i interesariuszy, ważne jest, aby rozpoznać potencjalne pułapki. Certyfikacja produktów może przyciągnąć profesjonalistów i firmy, które chcą wykorzystać rosnące zapotrzebowanie na zrównoważone rozwiązania. Dlatego przy wyborze materiałów i uczestnictwie w certyfikacji ważne jest, aby dokładnie zbadać informacje i normy, na których się opierają, oraz dać pierwszeństwo certyfikatom, które są ugruntowane na rynku.

#### 4.1.1. Ślad węglowy produktów

Ślad węglowy produktu (ang. *Product Carbon Footprint, PCF*) to suma emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych w cyklu produkcyjnym danego produktu, wyrażona w ekwiwa-

lentach CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>e). Obliczenie opiera się na analizie cyklu życia produktu i uwzględnia jedno kryterium oddziaływania, którym w tym przypadku jest całkowita emisja gazów cieplarnianych (GHG). Emisje te są wytwarzane i usuwane przez cały cykl życia produktu (np. „od kołyski do grobu”, ang. *“Cradle to Grave”*), od wydobycia surowców poprzez produkcję, użytkowanie i utylizację odpadów. Procedura obliczania śladu węglowego produktów podana jest w Specyfikacji Technicznej PCF, która jest zgodna z normą ISO 14067:2013.

Ponadto rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych wprowadza zasadniczy wymóg 7 – zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych. Jego definicja brzmi następująco:

Budynek musi być zaprojektowany, zbudowany i rozebrany w taki sposób, aby zapewnić zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych, a w szczególności:

- a. ponownego użycia lub możliwości recyklingu konstrukcji, materiałów i części składowych po rozbiórce;
- b. żywotność konstrukcji;
- c. wykorzystanie w budownictwie przyjaznych dla środowiska surowców i materiałów wtórnych.” [13]

Wyroby budowlane muszą spełniać limity odpowiedniej jakości środowiska wewnętrznego, a jednocześnie minimalizować obciążenie środowiska zewnętrznego. Ponadto wyroby budowlane wbudowane w obiekt muszą spełniać wymóg wysokiej jakości funkcjonalnej przez długi okres użytkowania budynku. Projektowanie oraz optymalizacja konstrukcji musi zatem uwzględniać zachowanie się konstrukcji przez cały cykl jej życia oraz przewidywać cykle konserwacji, napraw i wymiany poszczególnych elementów. **Więcej informacji na temat związanych z tym wymagań i ograniczeń można znaleźć w Przewodniku *“Bezpieczne stosowanie wtórnych materiałów budowlanych – Pakiet informacyjny dla producentów”*.**

## 4.2. Systemy certyfikacji

### 4.2.1. Od kołyski do kołyski (ang. *Cradle to Cradle*)

Program C2C Certified Product, ustanowiony w 2005 roku, działa w oparciu o standard certyfikowanych produktów Cradle to Cradle. Jego głównym celem jest ocena biologicznej i technicznej możliwości recyklingu produktów – aspektów cyrkularności, bezpieczeństwa produktów oraz odpowiedzialności materiałów i produktów w pięciu kategoriach zrównoważonego rozwoju: Zdrowie materiałów, Cyrkularność produktów, Czyste powietrze i ochrona klimatu, Woda i jej zarządzanie oraz Sprawiedliwość społeczna. Certyfikat [Cradle to Cradle Certified™](#) [14], jest przyznawany produktom, które spełniają te kryteria, następnie otrzymują ocenę od brązowej do platynowej we wszystkich 5 kategoriach. Każdy parametr jest oceniany niezależnie, a jeśli co najmniej jeden z nich jest spełniony na minimalny poziomie, cały produkt otrzyma minimalny poziom certyfikacji, czyli Brązowy. Oznacza to, że nawet jeśli niektóre parametry są doskonałe, najniższy parametr określa ogólny poziom certyfikacji.

Obecność tego certyfikatu dla materiału lub produktu jest również uznawana, gdy budynek jest oceniany za pomocą systemów certyfikacji zrównoważonego rozwoju, takich jak [LEED](#) (Leadership in Energy and Environmental Design) [15], [BREEAM](#) (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) [16] i inne. Na tej podstawie przyznawane są punkty, które wpływają na ocenę końcową.

#### 4.2.2. Level(s)

Level(s) to powszechnie znane europejskie ramy, które zapewniają wspólny język w ocenie i sprawozdawczości zrównoważonego charakteru budynków. Oprócz zrównoważonego rozwoju, ramy te stanowią punkt wyjścia do osadzenia zasad gospodarki o obiegu zamkniętym w tworzonym przez nas środowisku. Level(s) to ugruntowany system oceny i promowania ulepszeń w całym cyklu życia, począwszy od fazy projektowania aż do końca cyklu życia budynku. Może być stosowany w różnych typach budynków, takich jak budynki mieszkalne lub biura [17].

Level(s) wykorzystuje fundamentalne wskaźniki zrównoważonego rozwoju, takie jak ocena emisji dwutlenku węgla, czynników zdrowotnych i komfortu oraz wpływu zmian klimatycznych na cały okres życia budynku. W kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym, istnieją również istotne wskaźniki, takie jak „Efektywne i zasobooszczędne materiały w całym cyklu życia”. Ta część pomaga ocenić zużycie materiałów, korzystając z „Przedmiału robó” (ang. *Bill of Quantities, BoQ*), oraz identyfikować przybliżoną trwałość i okres użytkowania materiałów czy produktów w odniesieniu do przewidywanego okresu życia budynku. Można ocenić całkowitą ilość odpadów budowlanych lub rozbiórkowych, włączając w to zdolność projektu budynku do przyszłej adaptacji i możliwej renowacji. Struktura Level(s) obejmuje także ocenę efektywnego wykorzystania zasobów wodnych.

#### 4.2.3. LEED

Innym systemem certyfikacji zrównoważonych budynków, który obejmuje wskaźniki cyrkularne, jest LEED. Leadership in Energy and Environmental Design to uznany na całym świecie system certyfikacji zielonych budynków opracowany przez United States Green Building Council (USGBC) [15]. Zapewnia kompleksowe ramy oceny projektowania, budowy i certyfikacji zrównoważonych budynków, przestrzeni, a nawet dzielnic, miast i społeczności.

Podręcznik oceny zawiera punkty i wymagania, które pomogą ocenić aspekty cyrkularne wykorzystane w projekcie budynku. Wewnątrz każdego kryterium znajdują się wskazówki krok po kroku, aby pomyślnie uzyskać najwyższy wynik. Na przykład kryterium, które ocenia odpady budowlane i rozbiórkowe (ang. *Construction and Demolition Waste, CDW*), wymaga opracowania i wdrożenia Planu Zarządzania Odpadami poprzez zapobieganie ich powstawaniu i/lub ich odpowiednie przekierowywanie do dalszego użycia. Wymagane jest osiągnięcie co najmniej 50 % przekierowania CDW. Bardziej szczegółowe kroki opisane są w instrukcji.

Dalsze kryteria, które wspierają i oceniają cyrkularność, można znaleźć w części „Materiały i Zasoby”. Na przykład informacje o zapewnianiu możliwości przechowywania i zbiórki surowców wtórnych w celu ograniczenia składowania odpadów komunalnych, ponownym wykorzystaniu materiałów budowlanych, stosowaniu Deklaracji Środowiskowej Produktu zawierającej wszystkie niezbędne informacje o produkcie i materiałach pozyskiwanych wyłącznie w sposób odpowiedzialny, czy informacje o wdrożeniu elastycznych zasad projektowania itp. Szczególną uwagę zwraca się również na gospodarkę wodną w celu zminimalizowania zużycia wody.

#### 4.2.4. Certyfikat BREEAM

BREEAM to wiodący na świecie system walidacji i certyfikacji dla zrównoważonego budownictwa [16].

Od 1990 r. niezależne standardy BREEAM pomagają poprawić wydajność zasobów na każdym etapie, od projektu, przez budowę, po użytkowanie i renowację. Miliony budynków na całym świecie są zarejestrowane jako zgodne z holistycznym podejściem BREEAM do

osiągania celów ESG, lepszego zdrowia i zerowej emisji netto. Jej właścicielem jest BRE – organizacja z ponad 100-letnim doświadczeniem w dziedzinie budownictwa i badań.

Certyfikat składa się z kilku sekcji, z których każda zawiera inną liczbę kryteriów oceny. Punkty są przyznawane w zależności od stopnia, w jakim spełnione są określone kryteria zrównoważonego rozwoju i cyrkularności w danej sekcji. Zgromadzone punkty stanowią podstawę procesu oceny BREEAM.

Silne dostosowanie i wsparcie dla zasad gospodarki o obiegu zamkniętym można znaleźć w prawie każdej sekcji certyfikatu. To wyrównanie jest szczególnie widoczne w sekcjach Materiały, Odpady i Woda. W tym przypadku podstawowe zasady gospodarki cyrkularnej są wyraźnie zintegrowane z kryteriami oceny, takimi jak projektowanie pod kątem trwałości i odporności, co zachęca do ponownego przemyślenia tradycyjnych podejść do projektowania; Efektywność materiałowa, gdzie wyższy wynik zostanie uzyskany dla bardziej wydajnych i mniejszych ilości materiału użytego do budowy budynku; Gospodarka odpadami, Kruszywa pochodzące z recyklingu, Wybór lokalizacji i inne kryteria oceny.

#### 4.2.5. SBToolCZ

SBToolCZ to krajowe czeskie narzędzie certyfikacyjne służące do wyrażania poziomu jakości budynków, zgodnie z zasadami zrównoważonego budownictwa. Proces certyfikacji został oficjalnie wprowadzony i uruchomiony w czerwcu 2010 roku [18].

Celem certyfikacji metodą SBToolCZ jest dostarczenie wiarygodnego certyfikatu zgodności konstrukcji z wymaganiami prawnymi oraz z zasadami zrównoważonego budownictwa:

- zwiększenie wartości rynkowej budynków i obniżenie kosztów ich eksploatacji,
- wsparcie na rzecz obniżania energochłonności budynków, zgodnie z Dyrektywą 2010/31/EU Parlamentu Europejskiego oraz EPBD II,
- ocena budynków w aspekcie budownictwa zrównoważonego,
- narzędzie optymalizacyjne do projektowania budynków lepiej spełniających wymagania klienta,
- ograniczanie wpływu budynków na środowisko w całym cyklu życia,
- wspieranie tworzenia dobrego i zdrowego środowiska wewnątrz budynków,
- stymulowanie popytu na zrównoważone budynki,
- stymulowanie producentów do wytwarzania i wprowadzania na rynek produktów przyjaznych środowisku, zgodnych z nowymi wymogami dla budownictwa zapisanymi w Rozporządzeniu PE i Rady UE nr 305/2011,
- zachęta dla producentów do dołączania deklaracji środowiskowej produktu (ang. *EPD, product environmental declaration*).

### 4.3. Narzędzia do oceny cyrkularności

#### 4.3.1. Katalog materiałów pochodzących z recyklingu

Opracowano Katalog materiałów pochodzących z recyklingu, aby przedstawić możliwe zastosowania, zagrożenia i bariery w recyklingu odpadów w budownictwie. Katalog podzielony jest na 2 sekcje, które prezentują produkty z zawartością materiałów pochodzących z recyklingu oraz same materiały pochodzące z recyklingu nadające się do zastosowania w sektorze budowlanym wraz z przykładami dobrych praktyk: od betonu po płyty gipsowo-kartonowe.

Ponadto kompilacja zawiera wymagania prawne oraz odpowiednie przepisy norm i procedur badawczych dotyczące praktycznego zastosowania produktów pochodzących z recyklingu w specyficznych warunkach Republiki Czeskiej [19].



### 4.3.2. OneClick LCA

One Click LCA to najpopularniejsze, łatwe w użyciu i zautomatyzowane oprogramowanie do oceny cyklu życia (ang. *Life Cycle Assessment, LCA*), które pomaga obliczyć i zmniejszyć wpływ na środowisko projektów, produktów, czy zespołu budynków. OneClick LCA oferuje wbudowane algorytmy do ilościowego określania cyrkularności budynków [20].

### 4.3.3. Madaster

Madaster to internetowy rejestr materiałów i produktów (kataster materiałów budowlanych). W systemie Madaster rejestrowane są dane dotyczące wszystkich materiałów i produktów, które są wbudowane w nieruchomość lub obiekt infrastrukturalny, taki jak budynek, czy most [21]. Rejestracja każdego komponentu zapewnia m.in. informację, w jakim stopniu dany obiekt może być zdemontowany, dane o jego wbudowanym śladzie węglowym lub toksyczności użytych materiałów i produktów. Umożliwia również określenie, czy materiały te i produkty mogą być ponownie wykorzystane po demontażu. Budowanie w taki cyrkularny sposób pozwala na drastyczne zmniejszenie ilości generowanych odpadów i emisji CO<sub>2</sub> oraz lepsze dbanie o naszą planetę. **Więcej informacji na temat tworzenia katastrów materiałowych można znaleźć w Przewodniku „Katastry materiałów budowlanych - praktyczny przewodnik”.**

### 4.3.4. CTI Tool

CTI Tool to narzędzie, które zostało opracowane, aby pomóc firmom z różnych branż w mierzeniu i poprawie ich wyników w zakresie cyrkularności. Ma na celu przeprowadzić firmę przez proces wykorzystania „Wskaźników Transformacji Cyrkularnej”. Narzędzie strukturyzuje dane i oblicza współczynniki dla danych firm, wspierając je tym samym w podejmowaniu konkretnych działań na rzecz ich celów związanych z obiegiem zamkniętym. Wspiera również użytkowników w kontaktowaniu się z partnerami w całym łańcuchu wartości w celu uzyskania dostępu do danych, które pozwalają uniknąć problemów z poufnością [22].

Wykorzystując moc cyfryzacji i inteligentnych rozwiązań oprogramowania, narzędzie CTI umożliwia firmom przyspieszenie przejścia na gospodarkę o obiegu zamkniętym i pełne zrozumienie ich poziomu cyrkularności.

## 4.4. BIM

Program Building Information Modelling (BIM) jest najczęściej używanym narzędziem cyfrowym do przedstawiania cech fizycznych i funkcjonalnych budynku. Zapewnia dokładną i aktualną cyfrową reprezentację komponentów danego budynku oraz jego instalacji i systemów w celu wsparcia projektowania, budowy i eksploatacji obiektów. [23]

Istnieje kilka kluczowych punktów, które należy wziąć pod uwagę podczas wdrażania BIM w kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym. BIM może być używany do śledzenia i zarządzania poziomem wpływu budynku na środowisko w całym jego cyklu życia - od projektu i budowy po eksploatację, a następnie rozbiórkę lub renowację. Pozwala to na lepsze zrozumienie zużycia zasobów i wytwarzania odpadów. Wspomnianą wcześniej wtyczkę do narzędzia OneClick można łatwo zainstalować w programie Revit lub Archicad.

Narzędzia BIM mogą pomóc w wyborze zrównoważonych materiałów i produktów, które są zgodne z zasadami gospodarki cyrkularnej, takich jak te o wysokim potencjale ponownego wykorzystania, recyklingu lub utylizacji. Informacje na temat efektywności środowiskowej materiałów mogą być włączone do modelu BIM, jak również wyodrębnione w celu stworzenia paszportów budowlanych lub materiałowych.



Wykorzystanie BIM i stworzenie cyfrowego bliźniaka może pomóc w projektowaniu budynków, które uwzględniają możliwość demontażu i ponownego wykorzystania, ułatwiając identyfikację elementów budynku do powtórnego wykorzystania w innych projektach, promując tym samym zasadę cyrkularności.

Podobnie program pozwala na śledzenie zużycia zasobów oraz wytwarzania odpadów podczas budowy i eksploatacji, a także ułatwia planowanie konserwacji, napraw i modernizacji.

Ponadto BIM ułatwia współpracę i wymianę informacji między różnymi interesariuszami, w tym architektami, inżynierami, wykonawcami i właścicielami. Współpraca ta może prowadzić do podejmowania bardziej świadomych decyzji w zakresie zrównoważonego projektowania i praktyki.

#### 4.5. Paszporty materiałowe i budowlane

Aby przyspieszyć uzyskanie wglądu we właściwości materiałów i w ich potencjał do powtórnego użycia, należy wprowadzić paszporty materiałowe. Pierwszy raz wykorzystane zostały w projekcie BAMB w ramach programu „Horyzont 2020” i są zdefiniowane w następujący sposób: *Paszporty materiałowe (PM) to (cyfrowe) zbiory danych opisujące określone właściwości materiałów i komponentów w produktach i systemach, które nadają im wartość dotyczącą bieżącego użytkowania, renowacji i ponownego wykorzystania. PM są narzędziem informacyjno-edukacyjnym, które porusza kwestie często nie zawarte w innych dokumentach lub certyfikatach wyrobów budowlanych, zwłaszcza w odniesieniu do cyrkularności produktów. Paszporty materiałowe nie oceniają danych, lecz dostarczają informacji, które wspierają ocenę i certyfikację wykonywaną przez inne strony oraz umożliwiają zawarcie już istniejących ocen i certyfikatów do paszportu w formie dołączonych dokumentów [10].*

Paszporty mogą uwzględniać już istniejące normy i narzędzia. Paszporty materiałowe przedstawione zarówno w projekcie BAMB, jak i ogólnie mają potencjał do włączenia istniejących mechanizmów, takich jak TDS - Total Dissolved Solids (całkowita ilość rozpuszczonych substancji stałych), MSDS - Material Safety Data Sheet (Karta charakterystyki substancji niebezpiecznych) do postępowania z substancjami i/lub mieszaninami niebezpiecznymi, EPD - Environmental Product Declaration (Deklaracja środowiskowa produktu), Bill of Materials (Zestawienie materiałów) jako lista wszystkich podzespołów, części i wykorzystanych materiałów, z których wytwarzany jest produkt końcowy, w tym wymagany Bill of Quantities (Przedmiar robot), oraz inne informacje istotne z punktu widzenia cyrkularności.

Zintegrowanie projektu w programie BIM, umożliwi wykorzystanie narzędzi cyfrowych, w tym paszportów materiałowych lub budowlanych w tej strukturze cyfrowej, co skutkuje kompleksową wirtualną reprezentacją projektu budowlanego. Pozwala to na wspólne projektowanie, wykrywanie i wizualizację kolizji, zapewnia scentralizowane repozytorium danych materiałowych, informacji o zaopatrzeniu, a tym samym skutkuje mniejszą liczbą błędów i pozwala na podejmowanie bardziej świadomych decyzji.

## 5. Studia przypadków

### 5.1. Czechy

#### 5.1.1. ROZBUDOWA BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ W PETROVICACH, CZECHY

Niniejsze studium przypadku jest przykładem zastosowania **Strategii Projektowania Modułowego** (Rysunek 5). W skutek rosnącej liczby uczniów szkoła podstawowa, już pierwotnie wybudowana w formule modułowej, potrzebowała więcej miejsca. Dlatego też do budynku dołączono 2 dodatkowe sale lekcyjne. Metoda modułowa pozwoliła na szybką i łatwą rozbudowę z użyciem prefabrykowanych, znormalizowanych modułów budynku zapewniając tym samym **Elastyczność i zdolność adaptacji**. Projekt od samego początku był skoncentrowanym na stosowanie strategii **ponownego wykorzystania** [24].

Rysunek 5: Modułowa szkoła podstawowa w Petrovicach, Czechy

Czechy



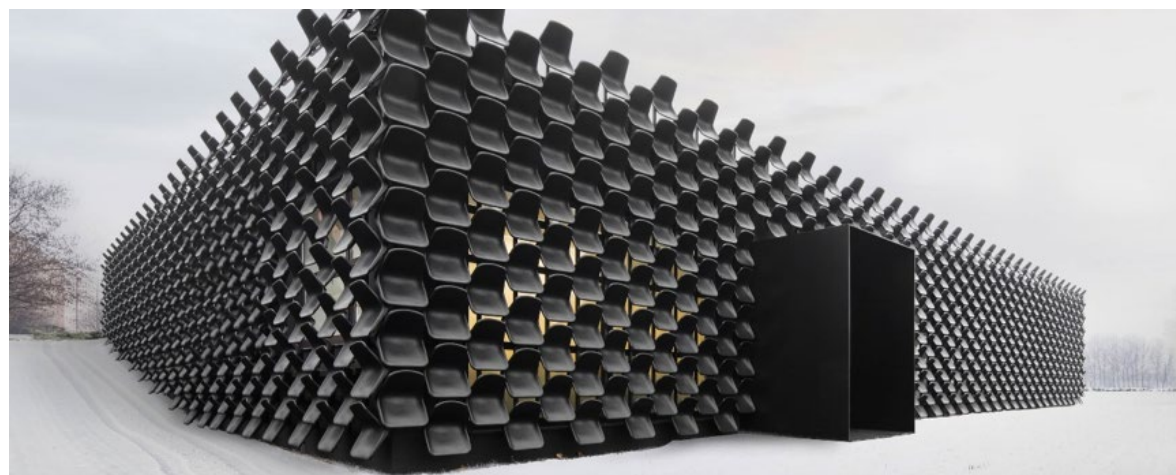
Źródło: <https://www.koma-modular.cz/reference/rozsireni-modularni-skoly-praha-petrovice>, [24]

#### 5.1.2. GALERIA MEBLI, BRNO, CZECHY

Ten parterowy budynek - obecna galeria mebli w Brnie, pierwotnie pełnił funkcję salonu samochodowego (Rysunek 6). Architekci zdecydowali się na **Modyfikację zastosowania** plastikowych siedzisk i wykorzystali je do budowy nowej elewacji, pełniącej również funkcję reklamy galerii mebli. Wnętrze zostało przeprojektowane, aby było **elastyczną** i modyfikowalną przestrzenią o wielofunkcyjnym układzie, optymalizując tym samym jego wykorzystanie. Zamiast budować dodatkową przestrzeń, istniejąca konstrukcja została **odnowiona, zmodyfikowano jej przeznaczenie i ponownie wykorzystano**, oszczędzając tym samym materiały i energię [25], [26].

Rysunek 6: Galeria mebli, Brno, Czechy

Czechy



Źródło: <https://www.chybik-kristof.com/projects/gallery-of-furniture>, [25]

### 5.1.3. BUDYNEK BIUROWY MERCURY JAKO PRZYKŁAD ODZYSKANIA MATERIAŁÓW I ICH POWTÓRNEGO UŻYCIA (ANG. (RE)MOLITION), PRAGA, CZECHY

Biurowiec Mercury na Rysunku 7 jest pierwszym budynkiem biurowym w Republice Czeskiej wybudowanym zgodnie z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym. Nowy budynek Mercury zostanie wybudowany poprzez **Ponowne użycie** materiałów z poprzednika, który aktualnie stoi na tym miejscu. Zgodnie z filozofią zrównoważonego rozwoju, poprzedni budynek został **starannie kawałek po kawałku zdemontowany** oddzielając od siebie wszystkie materiały - od okładziny po konstrukcje nośne - tak, aby jak najwięcej materiałów mogło zostać zwróconych powtórnie do obiegu. Ten proces "odzyskania" (ang. *(Re)molition*), jak nazywa go firma, zamiast rozbiórki, pozwoli zaoszczędzić do 12 000 ton betonu. Znaczna część materiału zostanie wykorzystana bezpośrednio w nowym budynku Mercury, zaś reszta zostanie wykorzystana w innych projektach firmy [27],[28].

Rysunek 7: Budynek biurowy Mercury: nowy i istniejący budynek



Źródło: <https://cyrkl.com/cs/case-studies/166>, <https://www.skanska.cz/en-us/Expertise/development/commercial-development/projects-in-pipeline/mercury/mercury-story-cz/>

## 5.2. Niemcy

### 5.2.1. CRCLR HOUSE W BERLINIE-NEUKÖLLN, NIEMCY

The Circular Economy House (CRCLR house) został zbudowany na miejscu dawnego browaru Kindl w Berlinie Neukölln (Rysunek 8). Jest to połączenie renowacji istniejącego już obiektu oraz rozbudowy. Istniejący budynek dawnego magazynu butelek jest aktualnie poddawany **Modyfikacji, Renowacji i Rozbudowie** o dwie i pół kondygnacji (nowa konstrukcja). Nowa część jest budowana przy użyciu zrównoważonych konstrukcji drewnianych. Podejmując decyzje w trakcie procesu planowania, zwrócono uwagę na wykorzystanie **materiałów budowlanych pochodzących z recyklingu** i ich **możliwości powtórne użycia**. We współpracy z architektami i użytkownikami firma ZRS Ingenieure opracowała konstrukcję nośną dla istniejącego budynku i jego części rozbudowywanej [29].

Rysunek 8: Remont istniejącego budynku i rozbudowa w konstrukcji drewnianej



Źródło: <https://www.zrs.berlin/en/project/crclr-house-2/>, [28]



### 5.2.2. NOWY BUDYNEK UBA (FEDERAL ENVIRONMENT AGENCY) W DESSAU W NIEMCZECH

Pod względem konstrukcyjnym nowy budynek jest solidną konstrukcją betonowo-żelbetową (Rysunek 9). Na plac budowy dostarczono prawie 3 000 metrów sześciennych betonu do wykorzystania w tej konstrukcji. 60 procent dostarczonego betonu pochodziło **z recyklingu**. Materiał pochodzący z recyklingu w betonie ma wielkość ziarna od 8 do 16 mm i został zatwierdzony przez Niemiecki Instytut Techniki Budowlanej (DIBt) w Berlinie [30].

Jako materiał izolacyjny w ścianach wewnętrznych wykorzystane zostały konopie. Kolejnym surowcem **odnawialnym** wykorzystanym w tym obiekcie było drewno w postaci parkietu listwowego. Obiekt ten jest budynkiem plus-energetycznym (w ciągu roku wytwarza więcej energii niż jej wykorzystuje) i został zaprojektowany przez berlińskie biuro architektoniczne Anderhalten Architekten.

Rysunek 9: Budynek UBA – nowa konstrukcja z betonu pochodzącego z recyklingu



Źródło: <https://www.bvse.de/gut-informiert-mineralik/hachrichten-mineralik/2403-uba-erweiterung-mit-rund-60-recyclingbeton.html>, (OPTERRA/Sven-Erik Tornow) <https://www.umweltbundesamt.de>

### 5.2.3. DOM SPORTU W KOLKWITZ, NIEMCY

Planowanie obiektu oraz nadzór budowlany nad budową nowego domu sportowego (budynek klubowy: Rysunek 10) w Kolkwitz/Lausitz przejęło biuro „P.Jähne Ingenieurbüro GmbH”. Jest to dobry przykład rozbiórki starego domu sportowego, nowej budowy i [31] **ponownego wykorzystania** płyt żelbetowych PII z budowy płyt GDR we współpracy z BTU Cottbus (Przewodniczący ds. Terenów Skażonych: Dr. Mettke Siemens-Halske-Ring 8 03046 Cottbus).

Rysunek 10: Dom Sportowy Kolkwitz – ponowne wykorzystanie płyt żelbetowych



Źródło: <https://www.ib-jaehne.de/referenz/archiv/sportlerheim-kolkwitz.html>

#### 5.2.4. BUDYNEK BIUROWY OBERE WALDPLATZ 12 (OWP12), STUTTGART, NIEMCY

Budowa nowego biurowca (Rysunek 11) wykorzystwała **Zasady Projektowania od kolyski do kolyski (Cradle to Cradle)**. Zespół projektowy skupił się na wyborze **materiałów bez szkodliwych substancji** oraz na projekcie umożliwiającym łatwy **demontaż** w trakcie planowania i realizacji projektu. Stworzono paszport materiałowy zawierający informacje o wszystkich użytych materiałach, aby zapewnić wysoką jakość możliwości **recyclingu** podczas ewentualnej fazy likwidacji. OWP12 to budynek energooszczędny, posiadający wysokoizolowaną fasadę wraz z systemem fotowoltaicznym, odwiertami geotermalnymi oraz zieloną fasadą. Generuje więcej energii niż zużywa i tworzy przyjemny mikroklimat [32].

Rysunek 11: Budynek biurowy Obere Waldplatz 12 (OWP12), Stuttgart, Niemcy



Źródło: <https://www.dreso.com/at/projekte/details/neubau-buerogebaeude-obere-waldplaetze-12-stuttgart-1>

#### 5.2.5. RECYCLINGHAUS W KRONSBERGU, NIEMCY

Zaprojektowano prototypowy budynek mieszkalny (Rysunek 12) z myślą o jego demontażu, wykorzystujący wtórne i przemysłowo przetworzone materiały, co zapewniło znaczne oszczędności zasobów i redukcję emisji CO<sub>2</sub>. Większość wnętrza wykonano z materiałów używanych, przy szczególnym nacisku na wykorzystanie **lokalnych surowców** lub materiałów pochodzących z istniejącego już zasobu budowlanego klienta [33], [34].

Rysunek 12: Recyclinghaus w Kronsbergu, Niemcy



Źródło: [https://www.cityfoerster.net/projekte/recyclinghaus\\_-218-1.html](https://www.cityfoerster.net/projekte/recyclinghaus_-218-1.html)



## 5.3. Słowenia

### 5.3.1. KNAUF INSULATION EXPERIENCE CENTER (KIEXC) W ŠKOFJA LOKA, SŁOWENIA

Zaprojektowane od samego początku, aby służyć jako dobry przykład zrównoważonego budownictwa, Knauf Insulation Experience Center prezentuje rozwiązania izolacji cieplnej i akustycznej opracowane według własnego projektu firmy (Rysunek 13). Prawidłowa **izolacja budynku** jest kluczowa dla energooszczędnych rozwiązań budowlanych, ponieważ **zapobiega marnotrawstwu energii**. Prezentowany budynek zapewnia wysoki poziom modyfikowalności i dostosowywania się do wszystkich potencjalnych przyszłych zmian funkcjonalnych/przestrzennych. KIECX jest również projektem pilotażowym zgodnym ze schematem **Level(s)** - wytycznych dotyczących zrównoważonej budowy [35].

Rysunek 13: Knauf Insulation Experience Center (KIEXC) w Škofja loka, Słowenia



Źródło: <https://www.dgnb.de/de/zertifizierung/dgnb-zertifizierte-projekte/projektetails/knauf-insulation-experience-center>

### 5.3.2. INSTYTUT BADAWCZY INNORENEW COE, SŁOWENIA

Hybrydowa konstrukcja na Rysunek 14 wykonana jest z drewna, betonu i stali oraz wyposażona jest w **System inteligentnego zarządzania budynkiem** ponad stu czujników do monitorowania wilgotności, temperatury i drgań. To okaże się przydatne przy przyszłych pracach konserwacyjnych oraz do monitorowania zużycia energii. Dzięki temu monitorowaniu zespół jest w stanie dokładnie obserwować starzenie się drewna oraz nasycanie się wilgocią zużytych materiałów drewnianych, co pozwoli lepiej planować konstrukcje drewniane w przyszłości, zwiększając **trwałość** budynków. Podczas budowy szczególny nacisk został położony na wykorzystanie **lokalnych materiałów** (surowców naturalnych), unikając zanieczyszczenia spowodowanego transportem [36].

Rysunek 14: Instytut Badawczy Centrum Doskonałości InnoRenew, Słowenia



Źródło: <https://www.regionalobala.si/novica/innorenew-zakljucil-z-gradnjo-najvecje-lesene-stavbe-v-sloveniji-edinstven-primer-trajnostne-gradnje>



Słowenia

### 5.3.3. MAGAZYN PRODUKCYJNY SAXONIA FRANKE, ŽIROVNICA, SŁOWENIA

Budynek ten jest przykładem zrównoważonego budownictwa, wykorzystuje ciepło wytworzone z odpadów poprodukcyjnych, zatem system grzewczy działa w obiegu zamkniętym, zapewniając **energooszczędne zarządzanie** temperaturą [37].

Słowenia

### 5.3.4. KAWIARNIA EIPPROVA, LUBLANA, SŁOWENIA

Podczas renowacji starego, nieużywanego budynku przekształcanego na kawiarnię, projektanci skupili się na wykorzystaniu przede wszystkim **używanych, przerobionych lub zrecyklowanych** materiałów do aranżacji wnętrza. Materiały z oryginalnego budynku zostały sprawdzone i ponownie wykorzystane tam, gdzie było to możliwe [38].

## 5.4. Polska

Polska

### 5.4.1. N NOVÝ RYNEK D KOMPLEKS BIUROWY, POZNAŃ, POLSKA

Ten nowy biurowiec odznaczony **certyfikatem LEED** został wybudowany przy użyciu **materiałów z recyklingu** i wyrobów z **niską zawartością lotnych związków organicznych**, które są szkodliwe zarówno dla środowiska, jak i dla mieszkańców (Rysunek 15). **Nowoczesne technologie** takie jak instalacja fotowoltaiczna, system odzysku wody szarej i deszczowej czy wolnoobrotowa wentylacja zapewniają efektywność energetyczną tego budynku, który zasilany jest w 100% **energią odnawialną**. Nie zabrakło również specjalnego chodnika, który redukuje szkodliwe spaliny samochodowe [39].

Rysunek 15: Kompleks biurowy Nový Rynek D, Poznań, Polska



Źródło: [https://www.propertydesign.pl/dossier/132/nowy\\_rynek\\_d\\_doceniony\\_za\\_ekologie,40988.html](https://www.propertydesign.pl/dossier/132/nowy_rynek_d_doceniony_za_ekologie,40988.html)

Polska

### 5.4.2. BUDYNEK SKYSAWA, WARSZAWA, POLSKA

Ten kompleks handlowo-biurowy otrzymał najwyższy poziom certyfikacji **BREEAM** z wysokimi wynikami w takich kategoriach jak lokalizacja i połączenia komunikacyjne, **oszczędność wody** oraz **zarządzanie procesem deweloperskim**. Poszukiwano zrównoważonych opcji zarówno na etapie rozbiórki, jak i budowy, np. ochrona lokalnej zieleni, tam gdzie to możliwe stosowanie certyfikowanych materiałów budowlanych oraz pochodzących z **lokalnej produkcji**, skupienie się na wyborze wyłącznie dostawców posiadających certyfikat ekologiczny, korzystanie z **odpadów** budowlanych pochodzących z recyklingu, energooszczędne oświetlenie, wodooszczędna armatura sanitarna czy wykorzystanie wystarczającej ilości rodzimej zieleni (w tym wieloletni plan właściwej pielęgnacji wybranych roślin) wokół całego kompleksu [40], [41].

### 5.4.3. PAWILON TYMCZASOWY MUZEUM SZTUKI NOWOCZESNEJ W WARSZAWIE

Od 2017 r. w Pawilon tymczasowy stoi w Warszawie and Wisłą I znajduje się w nim Muzeum Sztuki Nowoczesnej Rysunek 16). Jednak już w 2024 r. muzeum przeniesione zostanie do swojej ostatecznej lokalizacji. Ta tymczasowa placówka została bezpłatnie użyczona muzeum przez Fundację Thyssen-Bornemisza. Wcześniej, w latach 2008-2010, pawilon ten służył do prezentacji sztuki na Placu Zamkowym w Berlinie.

Projekt obiektu został zrealizowany przez austriackiego architekta Adolfa Krischanitza z myślą o dotrzymaniu terminu i zmieszczeniu się w ograniczonym budżecie. Pawilon posiada konstrukcję pozwalającą na jego szybki montaż i demontaż. Krischanitz zdecydował się na konstrukcję wykonaną z gotowych elementów drewnianych, wypełnioną od wewnątrz wełną mineralną i usztywnioną płytami cementowymi z domieszką włókien na zewnątrz, dzięki czemu budynek można było wybudować w stanie surowym w zaledwie trzy tygodnie. Zewnętrzna część budynku została zaprojektowana tak, aby mogła być wykorzystywana przez artystów jako płótno [42].

Rysunek 16: Pawilon tymczasowy Myseum Sztuki Nowoczesnej w Warszawie



Źródło: <https://artmuseum.pl/en/muzeum>

### 5.4.4. SOLACE HOUSE, POLSKA

Solace House to **adaptowalny, prefabrykowany** dom wykorzystujący technologię, która zapewnia **redukcję** kosztów operacyjnych, przede wszystkim w postaci niższych kosztów energii (Rysunek 17). Obecnie w Polsce wdrażanych jest kilka projektów z wykorzystaniem właśnie tego typu konstrukcji i technologii.

Przegrody budowlane w Solace House charakteryzują się bardzo dobrą izolacją termiczną, co przekłada się na pozytywny bilans energochłonności budynku oraz brak kosztów na ogrzewanie. Niski współczynnik przepuszczalności cieplnej, a tym samym niskie straty ciepła, to unikalna cecha technologii Solace w budownictwie. Wyjątkowa izolacyjność termiczna ścian w połączeniu z kubaturą budynku i instalacją fotowoltaiczną sprawia, że budynki SOLACE są budynkami nie wymagającymi dostarczania energii z zewnątrz.

Prefabrykaty zbudowane są z płyty przeznaczonej do użytku konstrukcyjnego w środowisku o wysokiej wilgotności powietrza, produkowane są bez użycia formaldehydów. Wewnętrzne elementy konstrukcyjne wykonane są z drewna klejonego warstwowo. Przestrzeń pomiędzy prefabrykatami wypełniona jest zamkniętą komorową pianką poliuretanową [43].

Rysunek 17: Dom Pocieszenia, Polska



Źródło: <https://solace.house/solace-double/>

#### 5.4.5. BIUROWIEC WAVE W GDAŃSKU (STRATEGIA: OGRANICZANIE NAKŁADÓW I ICH EFEKTÓW ZEWNĘTRZNYCH)

Biurowiec Wave w Gdańsku priorytetowo potraktował wykorzystanie **materiałów pochodzących z recyklingu** oraz **lokalne pozyskiwanie surowców** (Rysunek 18). Prawie jedna czwarta materiałów użytych do produkcji Wave zawierała **elementy z recyklingu**. Z drugiej strony prawie połowa użytych produktów pochodziła od **lokalnych** firm i dostawców. Podczas budowy biurowca wykorzystano również produkty o niskiej zawartości lotnych związków organicznych. Drewno użyte do jego budowy posiadało certyfikat FSC, wyznaczający standardy odpowiedzialnej gospodarki leśnej [44].

Rysunek 18: Biurowiec Wave w Gdańsku, Polska



Źródło: <https://www.skanska.pl/en-us/offer/offices/bur-offer/gdansk/wave/>



## 6. Bibliografia

- [1] J. Mesa, A. González-Quiroga, and H. Maury, "Developing an indicator for material selection based on durability and environmental footprint: A Circular Economy perspective," *Resour Conserv Recycl*, vol. 160, p. 104887, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.resconrec.2020.104887.
- [2] Y. Yang, J. Guan, J. M. Nwaogu, A. P. C. Chan, H. Chi, and C. W. H. Luk, "Attaining higher levels of circularity in construction: Scientometric review and cross-industry exploration," *J Clean Prod*, vol. 375, p. 133934, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.133934.
- [3] S. Brand, *How Buildings Learn: What Happens after They're Built*. New York: Penguin-Books, 1995.
- [4] M. J. Eckelman, C. Brown, L. N. Troup, L. Wang, M. D. Webster, and J. F. Hajjar, "Life cycle energy and environmental benefits of novel design-for-deconstruction structural systems in steel buildings," *Build Environ*, vol. 143, pp. 421–430, Oct. 2018, doi: 10.1016/j.buildenv.2018.07.017.
- [5] C. Sassanelli, A. Urbinati, P. Rosa, D. Chiaroni, and S. Terzi, "Addressing circular economy through design for X approaches: A systematic literature review," *Comput Ind*, vol. 120, p. 103245, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.compind.2020.103245.
- [6] O. Bucklin, R. Di Bari, F. Amtsberg, and A. Menges, "Environmental Impact of a Mono-Material Timber Building Envelope with Enhanced Energy Performance," *Sustainability*, vol. 15, no. 1, p. 556, Dec. 2022, doi: 10.3390/su15010556.
- [7] M. Riesener, M. Kuhn, F. Hellwig, J. Ays, and G. Schuh, "Design for Circularity – Identification of Fields of Action for Ecodesign for the Circular Economy," *Procedia CIRP*, vol. 116, pp. 137–142, 2023, doi: 10.1016/j.procir.2023.02.024.
- [8] "Buildings As Material Banks (BAMB2020)." Accessed: Nov. 06, 2023. [Online]. Available: <https://www.bamb2020.eu/>
- [9] M. Antikainen, T. Uusitalo, and P. Kivikytö-Reponen, "Digitalisation as an Enabler of Circular Economy," *Procedia CIRP*, vol. 73, pp. 45–49, 2018, doi: 10.1016/j.procir.2018.04.027.
- [10] M. Heinrich and W. Lang, *Materials Passports - Best Practice - Innovative Solutions for a Transition to a Circular Economy in the Built Environment*. 2019.
- [11] M. Honic, I. Kovacic, and H. Rechberger, "Concept for a BIM-based Material Passport for buildings," *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, vol. 225, p. 012073, Feb. 2019, doi: 10.1088/1755-1315/225/1/012073.
- [12] European Committee for Standardization (CEN), "CEN EN 15804: 2012+ A2: 2019 Sustainability of Construction Works—Environmental Product Declarations—Core Rules for the Product Category of Construction Products." Brussels, Belgium, 2019.
- [13] European Commission, Regulation (EU) No 305/2011. 2011. Accessed: Nov. 06, 2023. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2011/305/oj>
- [14] "Cradle to Cradle Certified®." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://c2ccer-tified.org/>

- [15] USGBC, "LEED v4.1 Building Design and Construction," 2021.
- [16] BREEAM, "BREEAM International New Construction 2016 - Technical Manual," 2016.
- [17] European Commission, "Level(s) - European framework for sustainable buildings." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: [https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_en)
- [18] "SBToolCZ," 2022, Accessed: Feb. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.sbtool.cz/online/>
- [19] T. Pavlů, J. Pešta, M. Volf, and A. Lupíšek, "Katalog výrobků a materiálů s obsahem druhotných surovin z průmyslových provozů a komunálních odpadů pro použití ve stavebnictví," Praha, 2021.
- [20] "OneClick LCA." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.oneclicklca.com/>
- [21] "Madaster: the cadastre for materials and products."
- [22] "CTI Tool." Accessed: Dec. 02, 2023. [Online]. Available: <https://ctitool.com/>
- [23] S. Mihindu and Y. Arayici, "Digital Construction through BIM Systems will Drive the Re-engineering of Construction Business Practices," in 2008 International Conference Visualisation, 2008, pp. 29–34. doi: 10.1109/VIS.2008.22.
- [24] Koma Modular, "Rozšíření modulární školy Praha, Petrovice." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.koma-modular.cz/reference/rozsireni-modularni-skoly-praha-petrovice>
- [25] CHYBIK KRISTOF ARCHITECTS MY DVA GROUP, "Gallery of Furniture. Brno, Czech Republic." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.chybik-kristof.com/projects/gallery-of-furniture>
- [26] Arup, "Gallery of Furniture. Brno, Czech Republic." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: [https://ce-toolkit.dhub.arup.com/case\\_studies/48](https://ce-toolkit.dhub.arup.com/case_studies/48)
- [27] Vesna Mrázková, "Remolice, nikoliv demolice. Na návštěvě u společnosti Skanska, která v České republice zavádí unikátní cirkulární postup," Zajimej se. Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://zajimej.se/remolice-nikoliv-demolice-na-navsteve-u-spolecnosti-skanska-ktera-v-ceske-republice-zavadi-unikatni-cirkularni-postup/>
- [28] Skanska, "Mercury." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.skanska.cz/co-delame/development/komercni-development/pripravovane-projekty/mercury/mercury-story-cz/>
- [29] ZRS, "CRCLR House, Berlin-Neukolln, Germany." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.zrs.berlin/en/project/crclr-house-2/>
- [30] F. M.-R. und V. bvse, "UBA-ERWEITERUNG MIT RUND 60% RECYCLINGBETON." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.bvse.de/gut-informiert-mineralik/nachrichten-mineralik/2403-uba-erweiterung-mit-rund-60-recyclingbeton.html>
- [31] P. Jähne Ingenieurbüro GmbH, "Sportlerheim Kolkwitz." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.ib-jaehne.de/referenz/archiv/sportlerheim-kolkwitz.html>



- [32] Drees&Sommer, "7 Days To Go Until The Opening: Innovation Building Owp12 Steps Into A Sustainable Future." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.dreso.com/de/en/news/details/7-days-to-go-until-the-opening-innovation-building-owp12-steps-into-a-sustainable-future>
- [33] Cityförster, "Recyclinghaus." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: [https://www.cityfoerster.net/projekte/recyclinghaus\\_-218-1.html](https://www.cityfoerster.net/projekte/recyclinghaus_-218-1.html)
- [34] Arup, "Recyclinghaus am Kronsberg." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: [https://ce-toolkit.dhub.arup.com/case\\_studies/53](https://ce-toolkit.dhub.arup.com/case_studies/53)
- [35] DGNB, "Knauf Insulation Experience Center." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.dgnb.de/de/zertifizierung/dgnb-zertifizierte-projekte/projektetails/knauf-insulation-experience-center>
- [36] Regional, "Innorennew Zaključil Z Gradnjo Najvecje Lesene Stavbe V Sloveniji: Edinstven Primer Trajnostne Gradnje", Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.regionalobala.si/novica/innorennew-zakljucil-z-gradnjo-najvecje-lesene-stavbe-v-sloveniji-edinstven-primer-trajnostne-gradnje>
- [37] IZS, "Saxonia Franke - primer trajnostne gradnje v industriji." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <http://arhiv.izs.si/dobra-praksa/primeri-dobre-prakse/poslovni-objekti/saxonia-franke-primer-trajnostne-gradnje-v-industriji/>
- [38] Hype&Hyper, "Old materials come to life in the Lolita Eiprova café in Ljubljana." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://hypeandhyper.com/old-materials-come-to-life-in-the-lolita-eiprova-cafe-in-ljubljana/>
- [39] PropertyDesign.pl, "Nowy Rynek D doceniony za ekologię." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: [https://www.propertydesign.pl/dossier/132/nowy\\_rynek\\_d\\_doceniony\\_za\\_ekologie,40988.html](https://www.propertydesign.pl/dossier/132/nowy_rynek_d_doceniony_za_ekologie,40988.html)
- [40] PHN, "THE FIRST SKYSAWA BUILDING RECEIVES THE HIGHEST BREEAM CERTIFICATE IN POLAND AT THE 'FINAL' STAGE." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.phnsa.pl/en/aktualnosc/first-skysawa-building-receives-highest-breeam-certificate-poland-final-stage>
- [41] PORR, "SKYSAWA awarded BREEAM certificate at the Outstanding level." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://porr.pl/en/media/press-releases/overview/press-release/news/skysawa-z-certyfikatem-breeam-na-poziomie-outstanding/>
- [42] "PAWILON MUZEUM NAD WISŁĄ ZAPROJEKTOWANY PRZEZ ADOLFA KRISCHANITZA DLA TEMPORÄRE KUNSTHALLE W BERLINIE." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://artmuseum.pl/pl/doc/pawilon-projektu-adolfa-krischanitza>
- [43] "Solace house ." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://solace.house/>
- [44] "Jedyny taki w Trójmieście. Biurowiec Wave z prestiżowym certyfikatem WELL Core & Shell na poziomie Gold." Accessed: Dec. 01, 2023. [Online]. Available: <https://www.skanska.pl/o-skanska/media/informacje-prasowe/260642/Jedyny-taki-w-Trojmiestcie.-Biurowiec-Wave-z-prestizowym-certyfikatem-WELL-Core--Shell-na-poziomie-Gold->

## Spis rycin

Rysunek 1	Przekształcenie koncepcji 3R w 10R.	6
Rysunek 2	Ścinające warstwy zmian marki. Na podstawie: [3].	8
Rysunek 3	Nowy budynek biurowy, źródło: <a href="https://www.bamb2020.eu/topics/pilot-cases-in-bamb/new-office-building/">https://www.bamb2020.eu/topics/pilot-cases-in-bamb/new-office-building/</a> ; Zdjęcie: Jens Kirchner kadawittfeldarchitektur <a href="https://www.kadawittfeldarchitektur.de/en/projekt/rag-stiftung-und-rag-ag-zollverein/">https://www.kadawittfeldarchitektur.de/en/projekt/rag-stiftung-und-rag-ag-zollverein/</a>	13
Rysunek 4	Wiodące systemy certyfikacji w zakresie oceny obiegu zamkniętego dla budynków i produktów	15
Rysunek 5	Modułowa szkoła podstawowa w Petrovicach, Republika Czeska, źródło: <a href="https://www.koma-modular.cz/reference/rozsireni-modularni-skoly-praha-petrovice">https://www.koma-modular.cz/reference/rozsireni-modularni-skoly-praha-petrovice</a> , [24]	22
Rysunek 6	Galeria mebli, Brno, Czechy, źródło: <a href="https://www.chybik-kristof.com/projects/gallery-of-furniture">https://www.chybik-kristof.com/projects/gallery-of-furniture</a> , [25]	22
Rysunek 7	Budynek biurowy Mercury: nowy i istniejący budynek, źródło: <a href="https://cyrkl.com/cs/case-studies/166">https://cyrkl.com/cs/case-studies/166</a> , <a href="https://www.skanska.cz/en-us/Expertise/development/commercial-development/projects-in-pipeline/mercury/mercury-story-cz/">https://www.skanska.cz/en-us/Expertise/development/commercial-development/projects-in-pipeline/mercury/mercury-story-cz/</a>	23
Rysunek 8	Renowacja istniejącego budynku i rozbudowa w budownictwie drewnianym, źródło: <a href="https://www.zrs.berlin/en/project/crclr-house-2/">https://www.zrs.berlin/en/project/crclr-house-2/</a> , [28]	23
Rysunek 9	Budynek UBA – nowa konstrukcja z betonu pochodzącego z recyklingu, źródło: <a href="https://www.bvse.de/gut-informiert-mineralik/nachrichten-mineralik/2403-uba-erweiterung-mit-rund-60-recyclingbeton.html">https://www.bvse.de/gut-informiert-mineralik/nachrichten-mineralik/2403-uba-erweiterung-mit-rund-60-recyclingbeton.html</a> , (OPTERRA/Sven-Erik Tornow) i <a href="https://www.umweltbundesamt.de">https://www.umweltbundesamt.de</a>	24
Rysunek 10	Dom Sportowy Kolkwitz – ponowne wykorzystanie płyt żelbetowych, źródło: <a href="https://www.ib-jaehne.de/referenz/archiv/sportlerheim-kolkwitz.html">https://www.ib-jaehne.de/referenz/archiv/sportlerheim-kolkwitz.html</a>	24
Rysunek 11	Budynek biurowy Oberen Waldplätze 12 (OWP12), Stuttgart, Niemcy, źródło: <a href="https://www.dreso.com/at/projekte/details/neubau-buerogebaeude-obere-waldplaetze-12-stuttgart-1">https://www.dreso.com/at/projekte/details/neubau-buerogebaeude-obere-waldplaetze-12-stuttgart-1</a>	25
Rysunek 12	Recyclinghaus w Kronsbergu, Niemcy, źródło: <a href="https://www.cityfoerster.net/projekte/recyclinghaus_-218-1.html">https://www.cityfoerster.net/projekte/recyclinghaus_-218-1.html</a>	25
Rysunek 13	Knauf Insulation Experience Center (KIEXC) w Škofja loka, Słowenia, źródło: <a href="https://www.dgnb.de/de/zertifizierung/dgnb-zertifizierte-projekte/projektetails/knauf-insulation-experience-center">https://www.dgnb.de/de/zertifizierung/dgnb-zertifizierte-projekte/projektetails/knauf-insulation-experience-center</a>	26
Rysunek 14	Instytut Badawczy Centrum Europy InnoRenew, Słowenia, źródło: <a href="https://www.regionaloba.si/novica/innorenew-zakljucil-z-gradnjo-najvecje-lesene-stavbe-v-sloveniji-edinstven-primer-trajnostne-gradnje">https://www.regionaloba.si/novica/innorenew-zakljucil-z-gradnjo-najvecje-lesene-stavbe-v-sloveniji-edinstven-primer-trajnostne-gradnje</a>	26
Rysunek 15	Kompleks biurowy Nowy Rynek D, Poznań, Polska, źródło: <a href="https://www.propertydesign.pl/dossier/132/nowy_rynek_d_doceniony_za_ekologie.40988.html">https://www.propertydesign.pl/dossier/132/nowy_rynek_d_doceniony_za_ekologie.40988.html</a>	27
Rysunek 16	Pawilon tymczasowy Myseum Sztuki Nowoczesnej w Warszawie (źródło: <a href="https://artmuseum.pl/en/muzeum">https://artmuseum.pl/en/muzeum</a> )	28
Rysunek 17	Dom Pocieszenia, Polska. źródło: <a href="https://solace.house/solace-double/">https://solace.house/solace-double/</a>	28
Rysunek 18	Budynek biurowy Wave w Gdańsku, Polska, źródło: <a href="https://www.skanska.pl/en-us/offer/offices/our-offer/gdansk/wave/">https://www.skanska.pl/en-us/offer/offices/our-offer/gdansk/wave/</a>	29

	Koncepcja projektu	Projekt	Zaopatrzenie	Budowa	Eksploatacja i konserwacja	Dekonstrukcja
<b>Zasady cyrkularne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przed rozpoczęciem projektu określ pośrodknie i końcowe cele oraz odpowiadające im cele cyrkularne.</li> <li>Przeanalizuj krajową politykę gospodarki o obiegu zamkniętym.</li> <li>Rozważ wdrożenie nowych modeli biznesowych o obiegu zamkniętym lub przemysł ponownie już istniejące.</li> <li>Uświadamiaj zespół i interesariuszy na temat aktualnych zasad gospodarki o obiegu zamkniętym.</li> <li>Rozważ wykorzystanie certyfikatów budowlanych, takich jak SBTool, LEED itp., oraz indywidualnych kryteriów, które pomogą zidentyfikować luki i wdrożyć cyrkularność</li> </ul>	<p>Zastosuj co najmniej jedną z tych strategii projektowych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Projektowanie pod kątem demontażu.</li> <li>Projektowanie pod kątem zdolności adaptacyjnych i elastyczności.</li> <li>Projektowanie pod kątem trwałości</li> </ul> <p><b>Lub poszczególne zasady ram 9R:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Odrzuć (budowanie nowych obiektów i zamiast tego korzystaj z istniejących).</li> <li>Przemyśl na nowo (poprzednie podejścia, podział przestrzeni na strefy, integrację większej liczby funkcji z elementami).</li> <li>Redukuj (odpady, źródła pierwotne, zbędne elementy).</li> <li>Ponownie wykorzystaj (istniejące produkty, części budynku).</li> <li>Naprawiaj, poddawaj renowacji, czy regeneracji (przedłużenie żywotności elementów budynku, przebudowa budynku zamiast rozbiórki).</li> <li>Zmień przeznaczenie (istniejących budynków).</li> <li>Stosuj recykling (materiały pochodzące z recyklingu).</li> <li>Odzyskaj (odzysk energii/kompostowanie).</li> <li>Przygotuj plan eksploatacji i konserwacji, w tym wytycznych technicznych dotyczących renowacji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zorganizuj konsultacje przedzakupowe.</li> <li>Przygotuj cyrkularny plan zamówień ze zdefiniowanym celem, który jest istotny dla Twojego projektu.</li> <li>Wyznacz na tym etapie kierownika kontraktu, który jest zmotywowany do wdrożenia cyrkularności.</li> <li>Zidentyfikuj dostawców, którzy mogą być najbardziej odpowiedni na każdym kolejnym etapie i omów nowe modele lub produkty, które wspierają koncepcje produkcji cyrkularnej.</li> <li>Wybieraj producentów z doświadczeniem w zakresie systemów odbioru lub rozszerzonymi obowiązkami producenta.</li> <li>Nadaj priorytet lokalnym łańcuchom dostaw.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przygotuj plan gospodarki odpadami budowlanymi i segreguj odpady budowlane na placu budowy.</li> <li>Korzystaj z produktów i materiałów od dostawców, którzy mogą odebrać niewykorzystane produkty.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Skorzystaj z planu eksploatacji i konserwacji, który zawiera wskazówki techniczne dotyczące niezbędnej renowacji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przygotuj audyt przed rozbiórką i stwórz plan rozbiórki.</li> <li>Stosuj selektywne podejście do demontażu produktów i materiałów.</li> <li>Postępuj zgodnie z hierarchią gospodarki odpadami i preferuj stosowanie zdemontowanych produktów w innych miejscach. Możliwe jest również wykorzystanie lokalnych modeli biznesowych do ponownego wykorzystania lub recyklingu obiektów budowlanych i remontowych.</li> <li>Odmawiaj wyburzenia budynku po zakończeniu jego okresu użytkowania, aby istniejąca konstrukcja mogła zostać ponownie wykorzystana do nowych celów.</li> </ul>
<b>Konstrukcja i materiały</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Wykorzystaj „szczupłą produkcję” (ang. <i>lean manufacturing</i>) i mniej inwazyjną dla środowiska produkcję materiałów.</li> <li>Wybieraj produkty z zawartością materiałów pochodzących z recyklingu (z mieszanym kruszywem pochodzącym z recyklingu).</li> <li>Wybieraj materiały o wysokim potencjale recyklingu i ponownego wykorzystania.</li> <li>Wybieraj materiały nadające się do recyklingu i ponownego wykorzystania.</li> <li>Wybieraj trwałe materiały (stal/kamień).</li> <li>Korzystaj z cyfrowych paszportów materiałowych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preferuj lokalne materiały</li> <li>Rozważ możliwość wykorzystania odpadów/materiałów pochodzących z recyklingu z okolicy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preferuj łatwe do demontażu elementy konstrukcyjne (prefabrykaty betonowe z usualnymi spoinami).</li> </ul>	<p>Korzystaj z planu eksploatacji i konserwacji.</p>	<p>Rozważ użycie zdemontowanych materiałów i produktów z innych rozbiórek.</p>

	Koncepcja projektu	Projekt	Zaopatrzenie	Budowa	Eksploatacja i konserwacja	Dekonstrukcja
<b>Lokalizacja</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Weź pod uwagę lokalne warunki i korzystaj z lokalnych łańcuchów dostaw, korzystaj z materiałów z terenu.</li> <li>Pod nową budowę wybiera tereny przemysłowe lub wcześniej zagospodarowane tereny, jego remediacja może oczyścić skażony teren i przywrócić go do czystszej stanu.</li> </ul>	<p>Wspieraj korzystanie z lokalnych modeli biznesowych i łańcuchów dostaw.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zapewnij najbardziej optymalną lokalizację oraz plan transportu odpadów budowlanych.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Podczas rozbiórki korzystaj na miejscu z mobilnej stacji do selektywnej zbiórki odpadów.</li> <li>Zapewnij najbardziej optymalną lokalizację oraz plan transportu odpadów rozbiórkowych.</li> </ul>
<b>Woda i energia</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Zaproponuj plan/środki mające na celu zmniejszenie ilości zużywanej wody, np. poprzez gromadzenie deszczówki w zbiornikach oraz dalsze wykorzystanie szarej wody. Zaprojektuj środki oszczędzania wody, takie jak toalety z podwójnym spłukiwaniem, zawory perlujące oraz zawory zamykające do umywalk i pryszniców, itp.</li> </ul>	<p>Wykorzystaj wskaźniki z certyfikatów zrównoważonego budownictwa, aby podnieść jakość całego budynku.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wdrażaj innowacyjne rozwiązania, np. t.j. odzysk ciepła ze ścieków i przeznaczanie go na do nawiewania ciepłego powietrza do pomieszczenia.</li> <li>Rozważ wykorzystanie „Root Zone Waste-water Treatment” (Oczyszczanie ścieków w strefie korzeniowej) w celu usprawnienia usuwania zanieczyszczeń i zbadaj zrównoważone opcje ponownego wykorzystania tak uzdatnionej wody do nawadniania i oczyszczania otaczającego środowiska.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korzystaj z monitoringu zużycia wody i energii połączonego z systemem zarządzania całym obiektem, aby zachęcić do zmniejszenia zużycia tych surowców.</li> <li>Korzystaj z systemu oczyszczania ścieków - wody szarej oraz pitnej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oddzielaj rury i inne instalacje w celu efektywnego ich recyklingu oraz zbadaj możliwości ich ponownego wykorzystania.</li> </ul>
<b>Odpady (Odpady budowlane, rozbiórkowe i komunalne)</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Przygotuj plan eksploatacji i konserwacji, w tym wytycznych technicznych dotyczących renowacji w celu minimalizacji wytwarzania odpadów. Przygotuj prognozy ilościowe i finansowe dotyczące przewidywanych odpadów.</li> </ul>	<p>Wybieraj producentów z systemami zwrotu i rozszerzoną odpowiedzialnością producenta, będzie to miało pozytywny wpływ na odpowiedzialne gospodarowanie odpadami w przyszłości.</p>	<p>Wypełnij szablony do monitorowania różnych kategorii odpadów i obliczania potencjalnych wskaźników recyklingu, w tym wskaźników ponownego użycia, recyklingu, składowania, odzysku energii i eliminacji odpadów.</p>	<p>Korzystaj z pojemników do sortowania odpadów komunalnych.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przygotuj audyt przed rozbiórką w celu zidentyfikowania materiałów i komponentów (niebezpiecznych i innych niż niebezpieczne, nadających się do ponownego użycia i nienadających się do ponownego użycia), które powstaną w wyniku działań rozbiórkowych.</li> <li>Wykorzystaj wzór z protokołu UE w sprawie odpadów budowlanych i rozbiórkowych do śledzenia odpadów należących do różnych kategorii odpadów i obliczania potencjalnych wskaźników recyklingu, w tym wskaźników ponownego użycia, recyklingu, składowania, odzysku energii i eliminacji odpadów.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Stwórz plan gospodarowania odpadami komunalnymi</li> <li>Zapoznaj się z możliwościami wykorzystania odpadów komunalnych do produkcji wyrobów budowlanych.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Wyposaż miejsce w punkt zbiórki odpadów, zapewnij wystarczającą liczbę pojemników na różne rodzaje odpadów (mieszane, szklane, papierowe itp.).</li> </ul>	

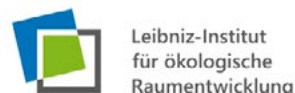


	Koncepcja projektu	Projekt	Zaopatrzenie	Budowa	Eksploatacja i konserwacja	Dekonstrukcja
<b>Cyfryzacja</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Użyj technologii BIM i zintegruj paszporty materiałowe oraz budowlane. Procesy cyfrowe w każdej fazie projektowania budowy, zwłaszcza za pomocą Modelowania Informacji o Budynku (BIM), umożliwiają korzystanie z narzędzi cyfrowych, takich jak paszporty materiałowe czy budowlane, aby stworzyć kompleksową wirtualną reprezentację projektu. To ułatwia współpracę, wykrywanie konfliktów, wizualizację oraz gromadzenie danych o materiałach i informacji dotyczących źródeł w jednym miejscu. W rezultacie można podejmować lepiej poinformowane decyzje i unikać błędów.</li> <li>Dodatkowo, stworzenie podstawowego modelu dla rozbiórki lub znaczącej przebudowy istniejących budynków ułatwi śledzenie dostępnych materiałów i zdefiniowanie etapów demontażu.</li> </ul>				
<b>Rozwiązania oparte na surowcach pochodzenia biologicznego</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Wybieraj materiały pochodzenia biologicznego, które można kompostować pod koniec okresu eksploatacji</li> <li>Rozważ rozwiązanie konstrukcyjne pochodzenia biologicznego lub drewniane.</li> </ul>	<p>Określ wymagania dot. stosowania produktów pochodzenia biologicznego. W przypadku produktów drewnianych można zażądać certyfikatów takich jak FSC i PEFC.</p>	<p>Rozważ wykorzystanie bioproduktów z placu budowy lub pozwól na ich wykorzystanie przez lokalną społeczność (np. drewno ze ściętych drzew, trawa).</p>	<p>Stosuj się do planu eksploatacji i konserwacji, który powinien zawierać wytyczne techniczne dotyczące konserwacji produktów drewnianych i innych pochodzenia biologicznego.</p>	<p>Jeśli to możliwe, rozważ takie zarządzanie odpadami, które umożliwi recykling „blisko natury” (np. kompostowanie roślinnych odpadów, odzysk energii z wykorzystaniem biogazowni).</p>

# CirCon4Climate



Członkowie konsorcjum:



Supported by:



on the basis of a decision  
by the German Bundestag

<https://www.euki.de/en/>

Wyłącznie odpowiedzialność za opinie przedstawione w niniejszej publikacji ponosi autor (autorzy) i nie muszą one odzwierciedlać poglądów Federalnego Ministerstwa Gospodarki i Działań na rzecz Klimatu (BMWK).

