

ARCHITEKTURA WIELORAZOWA

**Dekonstrukcja, ponowne użycie i recykling materiałów
jako ekologiczna alternatywa dla tradycyjnego budownictwa**

autorka: mgr inż. arch. Sandra Przepiórkowska

promotor: dr hab. inż. arch. Michał Stangel, prof. Politechniki Śląskiej

opiekun pomocniczy: dr inż. arch. Łukasz Zagała, Medusa Group

Wydział Architektury Politechniki Śląskiej | Szkoła Doktorów Politechniki Śląskiej

Gliwice 2023

Spis Treści

Wprowadzenie	7
Przyczyny i cel podjęcia tematu	10
Problem badawczy i tezy pracy	14
Zakres rozprawy	15
Stan badań	16
Metody badawcze	28
Alfabetyczny wykaz pojęć i skrótów	29
Zarys struktury pracy	31
Rozdział 1: Ogólna charakterystyka problemu	33
1.1. Historia ponownego użycia w architekturze	34
1.2. GOZ w architekturze w kontekście Celów Zrównoważonego Rozwoju ONZ	48
1.3. GOZ w architekturze a zrównoważony rozwój Unii Europejskiej	49
1.4. Liderzy wdrażania GOZ w Europie i na Świecie	50
1.5. GOZ w architekturze w Polsce	52
1.6. Cykl życia budynku i jego komponentów	54
1.7. Odpady budowlane	57
1.8. Miejskie wydobycie i selektywna rozbiórka	60
1.9. Odzysk materiałów, a ponowne użycie i recykling	61
1.10. Projektowanie na potrzeby dekonstrukcji	66
1.11. Potencjalne korzyści	72
1.12. Zagrożenia i ograniczenia	73
1.13. Krytyka idei	74
1.14. Wnioski	75
Rozdział 2: GOZ w praktyce architektonicznej i urbanistycznej	77
2.1. GOZ w skali makro: miasto i region	80
2.1.2. Studia przypadków	82
2.1.2.1. Metodologia	82
2.1.2.2. Lublana	84
2.1.2.3. Kopenhaga	87
2.1.3. Wnioski: skala makro	91
2.1.4. Rekomendacje	92
2.2. GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków	95
2.2.1. Metodologia	95
2.2.2. Typ 1: Adaptacja architektoniczna	96
2.2.3. Typ 2: Budynki z wydobytych materiałów	103
2.2.4. Typ 3: Budynki zaprojektowane do dekonstrukcji	108
2.2.5. Typ 4: Budynki tymczasowe i eksperymentalne	112

2.2.6. Ogólna charakterystyka omówionych przykładów i podsumowanie zestawień	116
2.2.7. Szczegółowe studia przypadków	118
2.2.7.1. Antivilla	118
2.2.7.2. Budynek biurowy Empire House	120
2.2.7.3. Dom dla bezdomnych w Jankowicach	123
2.2.7.4. Dom kolażowy (ang. Collage House)	125
2.2.7.5. Dom Lucy (ang. Lucy's House)	127
2.2.7.6. Dom z korka (ang. Cork House)	129
2.2.7.7. Dom z recyklingu (niem. Recyclinghaus)	132
2.2.7.8. Hotel Dexamenes	134
2.2.7.9. Inwestycja "Fuzja" - rewitalizacja historycznych budynków oraz zagospodarowanie terenu inwestycji	137
2.2.7.10. Adaptacja dawnego targowiska w Melilli	141
2.2.7.11. Siedziba banku Triodos	143
2.2.7.12. Wieża wodna w Castle Acre	145
2.2.7.13. Zabudowa mieszkaniowa Resource Rows	147
2.2.7.14. Zrównoważona zabudowa mieszkalna socjalna przyszłości Lisbjerg Bakke (ang. Sustainable social housing of the future (FBAB) Lisbjerg Bakke)	149
2.2.9. Wyniki pogłębionych badań kwestionariuszowych	152
2.2.10. Wnioski: skala mezo	156
2.3. GOZ w skali mikro: mała architektura i działania akupunkturowe	163
2.3.1. Mała architektura i elementy zagospodarowania terenu	163
2.3.2. Materiały i komponenty cyrkularne	169
2.3.3. Doświadczenie własne i eksperyment: Plastopia	175
2.3.4. Wnioski: skala mikro	178
2.4. GOZ w praktyce - wnioski ogólne	178
Rozdział 3: Modele wdrażania	182
3.1. Wstęp	182
3.2. Wdrożenia I stopnia: interwencyjne (in situ)	184
3.3. Wdrożenia II stopnia: nowa metodologia projektowa	185
3.3.1. Wysokościowy budynek biurowo - usługowy w Warszawie: Upper One	186
3.3.2. Kampus biurowo - usługowy w Warszawie: siedziba firmy CD Project RED	189
3.3.3. Pawilon na wystawę EXPO w Osace 2025	192
3.4. Modelowanie efektywnego wdrażania w procesie projektowo - budowlanym	194
3.4.1. Typ I: Adaptacja architektoniczna	194
3.4.2. Typ II: Budynki z używanych materiałów	195
3.4.3. Typ III: Budynki zaprojektowane do dekonstrukcji	196
3.4.4. Typ IV: Budynki tymczasowe i eksperymentalne	196
3.5. Wytyczne dla projektantów	197
3.6. Wnioski	199

Rozdział 4: Projekty pilotażowe i spojrzenie w przyszłość	201
4.1. Cyrkularna architektura i urbanistyka	201
4.2. Prototypy i innowacje	202
4.2.1. Samowystarczalne dzielnice	202
4.2.2. Inicjatywy badawcze i koncepcje studenckie	204
4.3. Trendy	210
Rozdział 5: Wnioski końcowe	211
5.1. GOZ w praktyce projektowej	211
5.2. Perspektywy i wyzwania	216
5.3. Potencjalne zastosowanie GOZ w Polsce	217
5.4. Podsumowanie i weryfikacja badań	218
5.5. Ograniczenia i wyzwania	220
5.6. Kierunki dalszych badań	220
6. Bibliografia	222
6.1. Publikacje naukowe	222
6.2. Dokumenty	227
7. Spis tabel	229
8. Spis ilustracji	231
9. Streszczenie	239
10. Załączniki	239
10.1. Załącznik 1: Badanie wdrożenia GOZ w skali makro: kwestionariusz wraz z odpowiedziami	239
10.2. Załącznik 2: Badanie wdrożenia GOZ w skali mezo: kwestionariusz wraz z odpowiedziami	239
10.3. Załącznik 3: Autorski projekt "Plastopia" opracowany w ramach stypendium "Praktyka" Fundacji im. Stefana Kuryłowicza	239

Ilustracja 1. Modernizacja 530 jednostek mieszkalnych w Bordeaux we Francji autorstwa Lacaton & Vassal, Frédéric Druot, Christophe Hutin architecture (2016). Realizacja otrzymała nagrodę im. Miesa van der Rohe w 2019. Źródło: P. Ruault

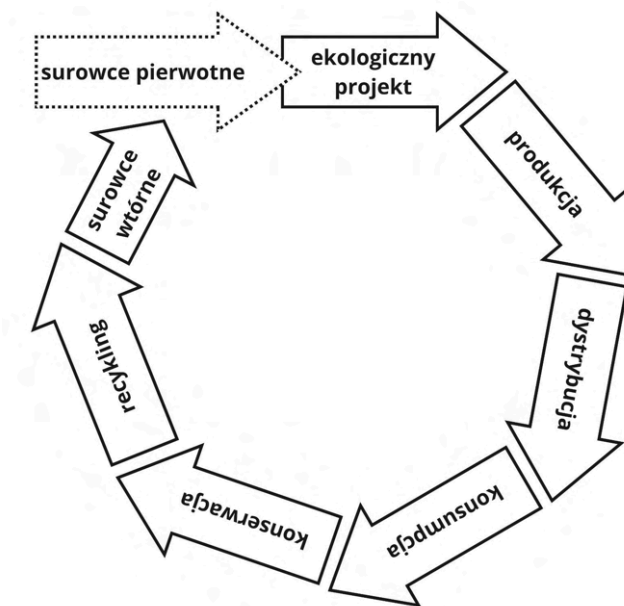


Wprowadzenie

W 2021 roku najważniejsza nagroda w świecie architektury¹ została przyznana francuskiemu duetowi Anne Lacaton i Jean-Phillipe'owi Vassalowi, czyli założycielom studia Lacaton & Vassal. Ich motto projektowe to:

“Nigdy nie należy burzyć, usuwać czy zastępować;
zawsze dodawać, transformować i wykorzystywać ponownie”²

Te same słowa mogą stanowić manifest architektury wpisanej w Gospodarkę Obiegu Zamkniętego (GOZ, ang. circular economy, CE), której zasady są zbieżne z wizją zrównoważonego rozwoju³. **GOZ to koncepcja, która zakłada naśladowanie naturalnych cykli biologicznych obiegu materii w różnych dziedzinach życia i gałęziach przemysłu, w tym także w środowisku zbudowanym, architekturze i urbanistyce.**



Ilustracja 2. Uproszczony model Gospodarki Obiegu Zamkniętego.

Źródło: opracowanie własne

Według raportu opublikowanego przez ONZ w 2017 r. za 36% globalnego zużycia energii są odpowiedzialne przemysł budowlany oraz istniejące budynki, a 39% całkowitej globalnej emisji CO₂

¹ Nagroda Pritzкера jest przyznawana co roku praktykom za szczególny wkład w dziedzinę architektury.

² Anne Lacaton & Jean-Phillipe Vassal, ang. “Never demolish, never remove or replace. always add, transform and reuse”, cytowanie za The Guardian <https://www.theguardian.com/artanddesign/2021/mar/16/lacaton-vassal-unflashy-french-architectures-pritzker-prize>

³ Zrównoważony rozwój zakłada, że wszystkie potrzeby obecnego pokolenia mogą być zaspokojone bez umniejszania szans przyszłych pokoleń na ich zaspokojenie.

oraz 11% ogólnej emisji dwutlenku węgla są wytwarzane przez przemysł budowlany. Liczby zarysowują skalę problemu, który w kontekście wykorzystania materiałów pierwotnych i wtórnych oraz projektowania cyrkularnego cyklu życia budynku jest często pomijany nie tylko w trakcie edukacji i praktyki architektonicznej, ale także w prawodawstwie na różnych szczeblach. Brak ram legislacyjnych, zachęt dla projektantów i inwestorów oraz brak bezpośredniego odniesienia do praktyki projektowej są najistotniejszymi barierami stojącymi na przeszkodzie wdrożenia w architekturze najważniejszej reguły Cradle to Cradle⁴: "Odpady równają się pożywieniu"⁵. Ta fundamentalna zasada podkreśla, że wszystkie odpady produkowane przez jedno ogniwo lub proces mogą być przetworzone i wykorzystane jako surowce lub źródło energii w innym miejscu lub procesie, tworząc tym samym zamknięty i zrównoważony obieg materiałów. Gospodarka Obiegu Zamkniętego w środowisku zbudowanym ma dążyć do rozwiązania problemów z zasobami naturalnymi, stanowić źródło wzrostu gospodarczego i generować korzyści społeczne. Taką definicję GOZ przyjmuje m. in. Unia Europejska, której celem dalekosiężnym jest całkowita konwersja współcześnie funkcjonującego modelu linearnego w cyrkularny. Ponadto działania z zakresu GOZ stanowią główne cele polityki ONZ, do których przestrzegania zobowiązało się również nasze państwo. Koncepcja GOZ ściśle odnosi się do zasady hierarchizacji odpadów "3U" (oryginalnie z j. ang. "3R"):

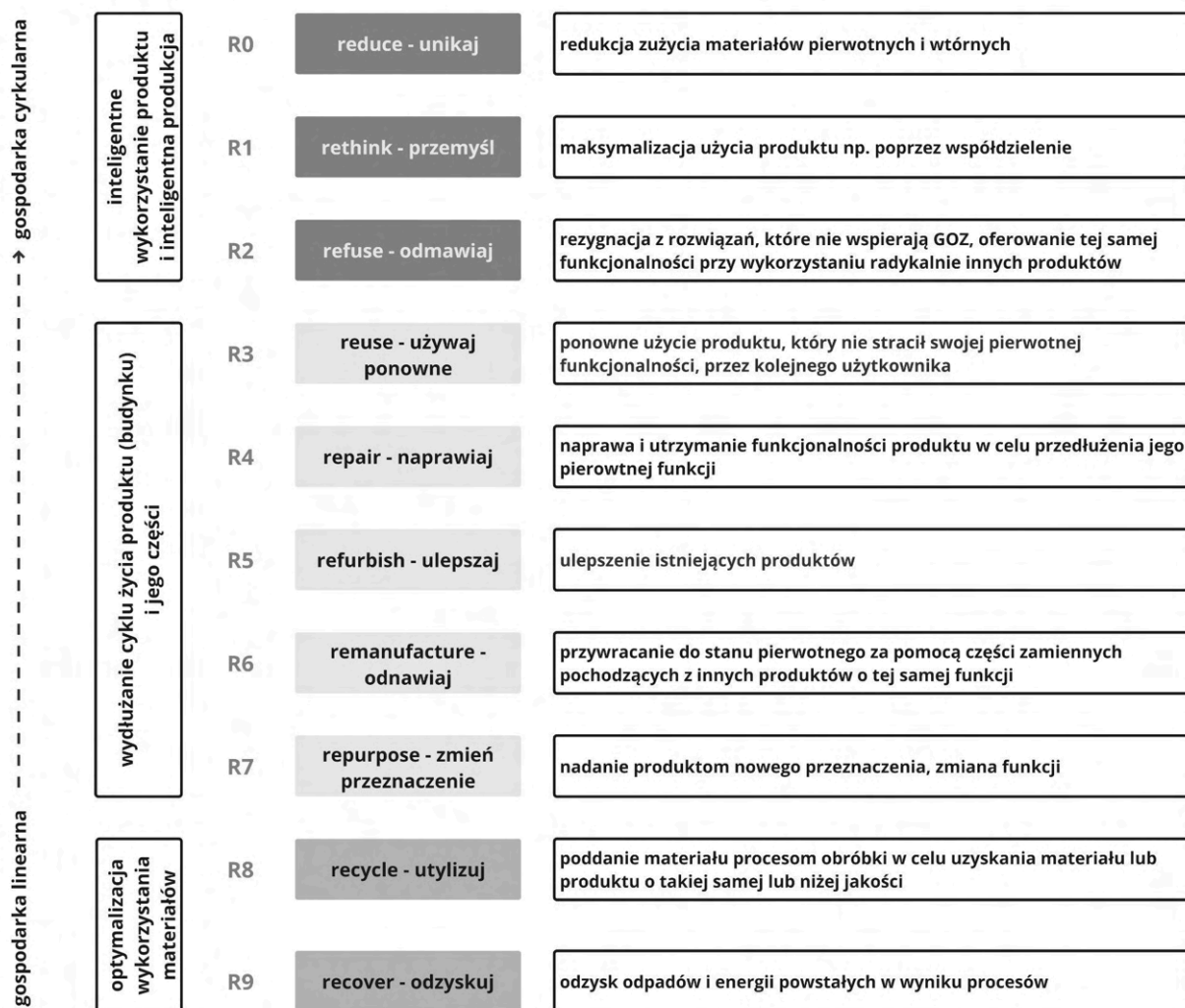
1. **Unikaj** (ang. reduce) - zachowuj i wzbogacaj kapitał naturalnego poprzez kontrolę ograniczonych zapasów i równoważenie wykorzystania zasobów odnawialnych.
2. **Używaj ponownie** (ang. reuse) - optymalizuj wykorzystanie surowców poprzez utrzymywanie produktów, komponentów i materiałów w obiegu, z zachowaniem ich najwyższej użyteczności. Oznacza to projektowanie z uwzględnieniem regeneracji, odświeżania oraz recyklingu komponentów i materiałów.
3. **Utylizuj** (ang. recycle) - rozwijaj wydajności systemów poprzez identyfikację i usuwanie negatywnych efektów zewnętrznych.

Międzynarodowe uznanie takich twórców jak A. Lacaton i J. P. Vassal stanowi o potrzebie zmiany zarówno w procesie tworzenia, jak i postrzegania architektury i urbanistyki. Docenienie realizacji z zakresu adaptacji architektonicznej, m.in. poprzez uhonorowanie Nagrodą im. Miesa van der Rohe w latach 2017 i 2019 spowodowały skupienie uwagi na budownictwie zrównoważonym, powiązanim z racjonalną rewitalizacją i nakierowaniem na korzyści społeczne. W 2017 zwyciężył projekt de Flat Kleiburg, czyli renowacja i adaptacja zespołu mieszkalnego autorstwa NL Architects i XVW architectuur. Istniejący budynek został przearanżowany - wygospodarowano miejsce pod nową komunikację poziomą i pionową oraz zmieniono układ funkcjonalny wewnątrz. W kolejnej edycji, tj. w 2019 roku zwyciężyła pracownia Lacaton & Vassal i ich Grand Parc Bordeaux. To nowatorska realizacja, w której do bryły bloku mieszkalnego została dobudowana kolejna warstwa; nowa część powiększa i doświetla przestrzeń każdego z mieszkań korytarzowca. Popularyzacja i promocja takich realizacji na arenie międzynarodowej świadczy o zmieniających się tendencjach i aspiracjach współczesnej architektury, która ma inne ambicje niż

⁴ "Cradle to Cradle (C2C) to koncepcja projektowania, która promuje pełne odzyskiwanie i ponowne wykorzystywanie materiałów w produktach i systemach, dążąc do minimalizacji odpadów i zrównoważonej gospodarki materiałowej."

⁵ ang. "Waste equals food"

na początku stulecia. Prestiżu i doskonałości w realizacjach można poszukiwać nie tylko w ogromnych nakładach finansowych i środowiskowych, ale również w świadomym stosowaniu zrównoważonych rozwiązań. To sygnał, że współczesna architektura może i powinna być skromniejsza i bardziej odpowiedzialna. Podstawy GOZ, choć lapidarne i skonstruowane w zrozumiały sposób, są trudne do przełożenia na grunt teorii i praktyki architektonicznej. W niniejszej pracy podjęto próbę omówienia implikacji GOZ na środowisko zbudowane, a także na doświadczenia architektów i innych uczestników procesu projektowo - budowlanego.



Ilustracja 3. Zasada 3R wraz ze wzrostem ilości publikacji na temat zrównoważonego rozwoju i cyrkularności została rozszerzona o kolejne wytyczne - czasami jest prezentowana jako zasada 9R, lub nawet 18R.

Źródło: Tłumaczenie i opracowanie własne na podstawie "The Circular Economy: What, Why, How and Where", UCL Institute for Sustainable Resources, University College London

Przyczyny i cel podjęcia tematu

Transformacja klimatyczno - energetyczna, wyludnianie miast globalnej północy i dynamiczna urbanizacja państw rozwijających się

Dynamicznie postępująca urbanizacja w państwach rozwijających się, wyludnianie i rozlewanie się miast w państwach globalnej północy oraz kryzys klimatyczny i wynikające z niego zmiany pogodowe zmuszają rządy, władze lokalne, urbanistów i architektów do opracowywania nowych strategii prowadzących do zrównoważonego rozwoju. Mimo że depopulacja miast europejskich i Północnej Ameryki wydaje się problemem przeciwnym do gwałtownego rozrostu tkanki miejskiej i zwiększenia się populacji państw globalnego południa, to w ostatnich latach Gospodarka Obiegu Zamkniętego zyskuje popularność w obydwóch wymienionych. Zarówno w środowiskach powiązanych z praktyką architektoniczną, jak i urbanistyką oraz planowaniem przestrzennym i strategicznym w miastach i regionach poszukuje się korzyści płynących z wdrożenia strategii i działań wpisanych w GOZ. Joachim Mitchell pisał w "Building from Waste" (Hebel i in. 2014), że:⁶

"Przez wieki projektowaliśmy miasta tak, aby wytwarzały odpady. Teraz nadszedł czas, abyśmy zaczęli projektować odpady tak, aby można z nich było wytworzyć nasze miasta."

GOZ ma na celu przede wszystkim eliminację odpadów i zanieczyszczeń, utrzymanie produktów i materiałów w użyciu oraz regenerację systemów naturalnych (Ellen MacArthur Foundation, 2021). **Fundamentem koncepcji jest zainicjowanie myślenia o odpadach budowlanych i rozbiórkowych jako o pełnowartościowych produktach, jednak otrzymywanych w alternatywny względem tradycyjnej produkcji sposób.** W szerszym kontekście zamykanie obiegu materii w architekturze i urbanistyce odnosi się do różnych skal - mikro (skala materiału, komponentu), mezo (skali budynku) i makro (skali urbanistycznej), które wymagają rewizji w systemie funkcjonowania oraz transformacji z modelu liniowego na cyrkularny. Niezależnie od rozpatrywanej skali, środowisko zbudowane wywiera znaczną presję na środowisko naturalne, stąd jego rola w przejściu do GOZ jest kluczowa (Pomponi, Moncaster 2017). Instytucje, rządy i miasta (np. Amsterdam, Rotterdam, Glasgow, Harlemermeer czy Barcelona) uznają, że strategie prowadzące do wdrożenia GOZ, w tym również w zakresie architektury i planowania przestrzennego powinny być szeroko stosowane i ujednolicone, aby wyprzeć przestarzałe podejście do branży i aby wspierać zrównoważony rozwój (Prendeville i in. 2018). Pomimo że Unia Europejska (poprzez np. unijny Plan Działania na rzecz Gospodarki Obiegu Zamkniętego dla Czystszej i Bardziej Konkurencyjnej Europy - "The European Green Deal")(Komisja Europejska 2019) i Organizacja Narodów Zjednoczonych (poprzez np. Program Środowiskowy ONZ, Cele Zrównoważonego Rozwoju ONZ) (ONZ 2015b) zachęcają do stosowania GOZ od ponad dekady, jest to wciąż stosunkowo nowy temat w sektorze budowlanym. Spowodowane jest to częściowo brakiem kompleksowych wytycznych i szczegółowych badań na

⁶ ang. "For hundreds of years we designed cities to generate waste. Now it is the time that we begin to design waste to regenerate our cities"

temat praktyk podejmowanych w ramach GOZ w dziedzinie architektury, jak również brakiem danych dotyczących kosztów finansowych i środowiskowych, jakie GOZ wnosi do sektora budowlanego.

Nadkonsumpcja zasobów i kryzys śmieciowy



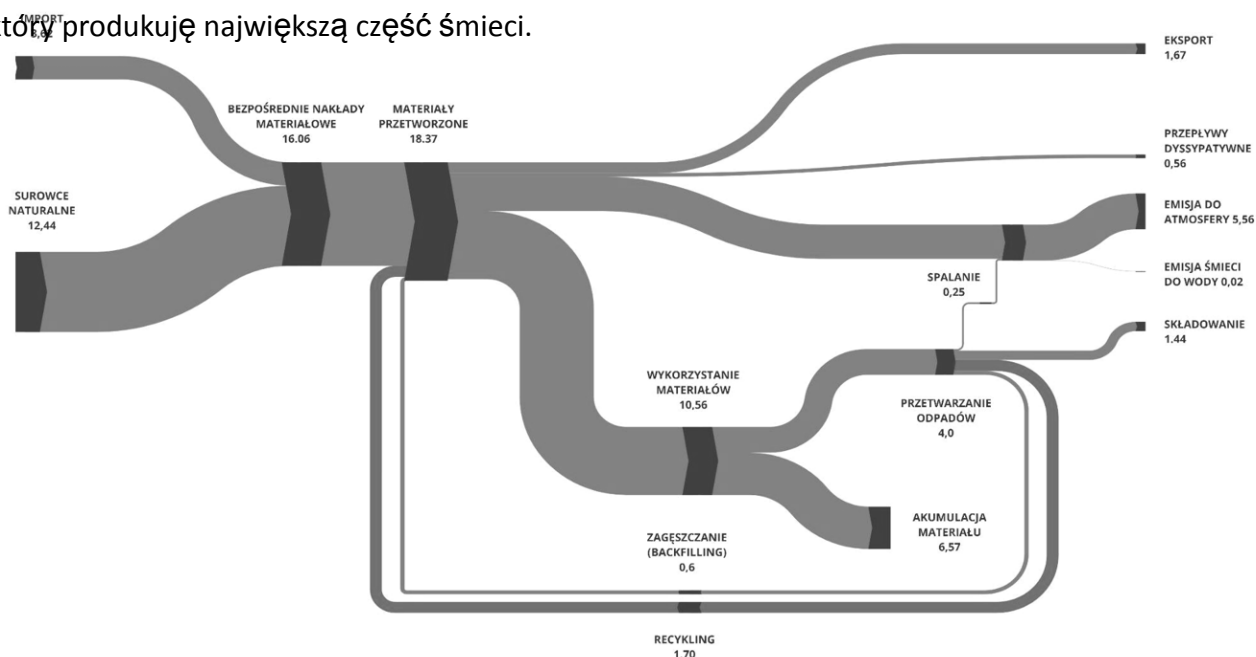
Ilustracja 4. Zebrane w 2021 roku w województwie Śląskim odpady budowlane i rozbiórkowe będące odpadami komunalnymi to ponad 160 000 ton (GUS 2022). Ich skumulowana objętość jest podobna do kubatury największego wieżowca w Katowicach - biurowca .KTW (134 m wysokości).

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Utrudnienia w zbiórce odpadów (w szczególności selektywnej), rosnąca konsumpcja materiałów i zasobów naturalnych, rosnący ślad węglowy oraz zwiększająca się emisja gazów cieplarnianych to czynniki, które najbardziej przyczyniają się globalnie do kryzysu klimatycznego. 75% infrastruktury potrzebnej do funkcjonowania ludzkiej populacji w 2050 roku nie została jeszcze wybudowana. Obszary miejskie na całym świecie powiększają się w tempie szybszym niż ich populacja. W Europie i Ameryce Północnej ściśle powiązany z tym trendem jest problem rozlewania miast⁷, co powoduje głębokie reperkusje dla zrównoważonego rozwoju środowiska w skali lokalnej, regionalnej i globalnej. Zmiana sposobu zarządzania rozwojem miast w zakresie konsumpcji dóbr w kontekście takich problemów jak np. eksurbanizacja, rewitalizacja zdegradowanych terenów czy planowanie i wznoszenie potrzebnych elementów środowiska

⁷ rozlewanie miast, inaczej: eksurbanizacja to proces rozszerzania obszarów miejskich na tereny o niższej gęstości zabudowy, takie jak przedmieścia i obszary wiejskie

zbudowanego - budynków, ale również infrastruktury drogowej czy wodnej będzie miało kluczowe znaczenie dla zagwarantowania zrównoważonej urbanizacji. Co więcej, Organizacja Narodów Zjednoczonych szacuje, że całkowita ilość odpadów wytwarzanych na świecie podwoi się z blisko 2 mld ton w 2016 roku do około 4 mld ton w 2050 roku. W połączeniu z rosnącym śladem materiałowym⁸, rosnącym zużyciem surowców i zasobów⁹ wymusza to zmianę sposobu zarządzania naturalnymi surowcami pierwotnymi, istniejącymi zasobami wbudowanymi w środowisko zbudowane oraz odpadami, które zostały poddane składowaniu zamiast zostać wykorzystane we wtórnym obiegu. W 2016 roku w Unii Europejskiej wygenerowano 2,5 miliarda ton odpadów, co stanowiło około 5 ton na osobę. Największa część pochodziła z sektorów budowlanego (37%), górniczego (25%) i produkcyjnego (10%), a gospodarstwa domowe reprezentowały 9% ogółu. W Polsce produkuje się 307 kg odpadów na osobę rocznie, czyli mniej od średniej w UE (483 kg). Udział recyklingu w produkowanych w Polsce odpadach jest jednak znacznie mniejszy niż w krajach zachodniej i północnej Europy - recyklingowi poddaje się ok. 35% odpadów, a składowaniu aż 46%. Dla porównania w Niemczech, Danii i Szwecji składowuje się tylko 1%, w Austrii i Finlandii - 3%, na Węgrzech i w Czechach - ok. 50%. Powyższe dane potwierdzają, że w Polsce systemy selektywnej zbiórki, segregacji i zrównoważonego przetwarzania odpadów nie są wystarczająco wydajne i nie spełniają ambitnych celów, które nakłada UE. Do 2030 kraje członkowskie są zobowiązane do recyklingu 60% odpadów komunalnych, a do 2035 do składowania mniej niż 10% odpadów komunalnych. Polskę i inne kraje Europy centralnej czeka rewolucja w zarządzaniu odpadami, która musi być przeprowadzona interdyscyplinarnie i powinna objąć najbardziej problematyczne branże i gałęzie przemysłu, w tym również sektor budowlany, który produkuje największą część śmieci.



Ilustracja 5. Przepływ materiałów w UE w 2021 [ton/mieszkańca].

Źródło: tłumaczenie i opracowanie własne na podstawie Eurostat

⁸ 8,1 tony zasobów naturalnych na mieszkańca do prawie 12 ton w 2015 r.

⁹ W 2017 r. zużycie materiałów na świecie wyniosło 92,1 mld ton, co oznacza wzrost z 87 mld w 2015 r. i 254-procentowy wzrost z 27 mld w 1970 r., przy czym tempo wydobywania przyspiesza każdego roku od 2000 r.; prognozuje się, że do 2060 r. może wzrosnąć nawet do 190 bilionów ton.

Zużycie energii i emisja szkodliwych substancji

Miasta są odpowiedzialne za ponad 70% światowego zużycia energii i emisji CO₂. Podobnie jak w przypadku bilansu odpadów, większość zużycia ma źródło w budynkach¹⁰, co oznacza, że istnieje znaczna możliwość skoncentrowania wysiłków na rzecz łagodzenia i adaptacji do zmian klimatu w środowisku zbudowanym. Wbudowane emisje dwutlenku węgla stanowią znaczną część emisji z sektora budowlanego - od 20% do 50% emisji dwutlenku węgla w całym cyklu życia budynku. Wysoki udział procentowy w ogólnym zużyciu energii oraz emisji CO₂ jednoznacznie wskazuje, że obniżenie energochłonności i niszczącego wpływu na środowisko środowiska zbudowanego może mieć realny wpływ na zmniejszenie energochłonności i ograniczenie emisji szkodliwych substancji w miastach. Opisane problemy oraz wyodrębnione trendy zapowiadają konieczność rewizji przestarzałych i tradycyjnych zasad projektowania i wznoszenia obiektów budowlanych. Obiecująca alternatywa rysuje się w powiązaniu z GOZ - zabiegi takie jak dekonstrukcja, selektywna rozbiórka, projektowanie na potrzeby dekonstrukcji i wielokrotnej aranżacji, ponowne użycie i recykling materiałów, komponentów oraz całych budynków stanowią obietnicę rozwiązania trudnej sytuacji, w której znalazła się ta energochłonna i nie zrównoważona branża. Zmiana wymagań energetycznych budynków będzie się wiązać ze zmianą definicji komfortu użytkowników w kontekście optymalizacji energetycznej, która jest rozwijana od lat 70-tych ubiegłego wieku. W artykule "After Comfort" Daniel A. Barber (Barber 2019) pisał:

"Dyskomfort nie musi być czymś negatywnym jeśli będzie zaprojektowany, odpowiednio zarządzany i uczyniony atrakcyjnym. Będziemy go doświadczać albo w wyniku zaplanowanego działania, albo - tak czy inaczej - w miarę upływającego czasu, który zmienia Ziemię we wrogię ludziom środowisko. Dlaczego więc nie zacząć już teraz?"¹¹

¹⁰ Za zużycie odpowiadają m.in. instalacje wewnętrzne odpowiedzialne za utrzymanie odpowiedniej temperatury, urządzenia utrzymujące komfort użytkowników, obsługa budynku, urządzenia i wyposażenie do pracy

¹¹ ang. "Discomfort is not a bad thing if it is designed, managed, and made desirable. We will be discomforted either by design or by default, as the terrors of an uninhabitable Earth make themselves increasingly felt. Why not start now?"

Problem badawczy i tezy pracy

Teza:

Koncepcja Gospodarki Obiegu Zamkniętego (GOZ) stanowi istotne uwarunkowanie rozwoju współczesnej architektury i urbanistyki wobec wyzwań zrównoważonego rozwoju.

Hipotezy:

1. Wdrażanie GOZ w architekturze prowadzi do korzyści środowiskowych,` korzyści dla społeczności oraz korzyści dla biznesu.
2. Implementacja strategii i działań wpisujących się w Gospodarkę Obiegu Zamkniętego skutkuje zmniejszeniem zużycia źródeł odnawialnych, nieodnawialnych i zmniejszeniem emisji. Wdrożenia prowadzą do większej świadomości projektantów i inwestorów dotyczącej całego cyklu życia budynku.
3. GOZ stymuluje powstawanie nowych form współpracy, współdzielenia i współistnienia w architekturze i urbanistyce, które mają bezpośrednie przełożenie na praktykę projektową. W ich zakresie można wyodrębnić nowe typologie budynków oraz nowe sposoby użytkowania przestrzeni.
4. Wdrażanie GOZ w architekturze stanowi bodziec do rozwoju nowych typów biznesu i powoduje konieczność reorganizacji procesu budowy, sposobu utrzymania budynków oraz rozbiórki.
5. GOZ stanowi globalny trend w architekturze i urbanistyce, skutkujący zmianami w ich postrzeganiu oraz projektowaniu w skali mikro, mezo i makro.

Rozwinięcie hipotez i uzasadnienie tezy wymaga odpowiedzi na zarysowujący się szereg pytań badawczych dotyczących:

- roli ponownego wykorzystania materiałów,
- logistyki dekonstrukcji, ponownego wykorzystania i recyklingu materiałów,
- projektowania cyrkularnego cyklu życia budynku lub założenia urbanistycznego i projektowania na potrzeby dekonstrukcji,
- wykorzystania materiałów odzyskiwanych z budynków i budowli poddanych rozbiórce po zakończeniu cyklu ich Życia - miejskiego wydobywania,
- wielokrotnego użycia materiałów w świetle obowiązującego w Polsce prawa oraz jako elementu polityki przestrzennej,
- roli materiałów konstrukcyjnych i budowlanych jako narzędzi estetycznych i artystycznych,
- roli dekonstrukcji, ponownego wykorzystania i recyklingu materiałów w percepcji architektury i urbanistyki,

- „budynków wielorazowych” jako manifestu zrównoważonej architektury nowoczesnej,
- walorów edukacyjnych przedstawionej koncepcji w kontekście społeczno - wychowawczym.

Zakres rozprawy

Wielokrotne wykorzystanie zasobów jest jednym z elementów idei zrównoważonego rozwoju, ważnej we współczesnej gospodarce ze względu na m.in. pogłębiający się kryzys klimatyczny. Jednymi z jej przejawów są idee: Cradle to cradle (C2C, ang. od kołyski do kołyski) (McDonough, Braungart 2002), która odnosi się do cyrkularnego obiegu różnorodnych materiałów oraz Regenerative design, która zakłada użycie odpadów do ukształtowania nowego budulca. Wysoka energochłonność, wzmożona emisja szkodliwych substancji powodowana przez przemysł budowlany oraz przestarzałe metody stosowane w procesie budowlanym niszcząco wpływają na środowisko naturalne, w tym na dobrobyt ludzi i zwierząt. W związku z tym, muszą zostać podjęte różnorodne działania z zakresu wielu dziedzin – w tym podejmowane w dysertacji zagadnienie wielokrotnego użycia i recyklingu materiałów stosowanych w budownictwie. Punktem wyjścia pracy doktorskiej było przeanalizowanie historii i genezy ponownego wykorzystania materiałów w budownictwie. Następnie skatalogowano i scharakteryzowano realizacje przeprowadzone w duchu GOZ, projekty pilotażowe i pochodne inicjatywy. Na tym tle przeanalizowano ekonomię i logistykę ponownego wykorzystania i recyklingu materiałów, projektowania cyrkularnego cyklu życia budynku i dekonstrukcji. W wyniku pracy opisano możliwości i nakreślono perspektywy rozwoju dziedziny w kontekście ochrony środowiska naturalnego oraz wyznaczono kierunki dalszych badań. Na analizę podjętego zagadnienia składają się również:

- przedstawienie stanu badań w zakresie możliwości stosowania materiałów wielokrotnego użytku w architekturze i budownictwie,
- usystematyzowanie i wskazanie zakresu zagadnienia oraz dyskusja definicji podstawowych pojęć z nim związanych,
- wykazanie, że wznoszenie wielorazowych obiektów architektonicznych może stanowić alternatywę dla tradycyjnego budownictwa,
- wskazanie istniejących i proponowanych metod dekonstrukcji, ponownego wykorzystania i recyklingu materiałów w budownictwie,
- przedstawienie wniosków, które mogłyby być przydatne dla architektów, inwestorów, planistów i prawodawców; a także dla przemysłu,
- wskazanie możliwości wdrożeń w praktyce projektowej.

Dysertacja jest okazją do poruszenia newralgicznego tematu budownictwa w kontekście pogłębiającego się kryzysu klimatycznego i ma szansę być nowym głosem w dyskursie traktującym o zasadności i metodach tworzenia nowoczesnej architektury oraz w kontekście budownictwa przyjaznego środowisku w Polsce i Europie. Temat jest również nierozdzielnie związany z zagadnieniem adaptacji i rewitalizacji oraz przebudowy obiektów architektonicznych. Badania mają stanowić zacznik do stosowania zrównoważonych, przyjaznych środowisku metod wznoszenia i projektowania obiektów architektonicznych, a poprzez aspekt edukacyjny mają promować

proekologiczne podejście, by w efekcie długofalowym opisywane metody stały się powszechnie stosowaną dobrą praktyką. Badania wnoszą wkład do dziedziny poprzez studium przypadków i dostarczenie szczegółowych danych określających zakres stosowności wykorzystania praktyk cyrkularnych w architekturze i urbanistyce. Podejmowane zadania badawcze dotyczą podstawowych zasad tworzenia środowiska zbudowanego. W celu umożliwienia rewizji obiegu surowców i materiałów w procesie powstawania środowiska zbudowanego konieczne będzie unowocześnienie systemów funkcjonujących w architekturze i urbanistyce. GOZ w architekturze ze względu na dynamiczny rozwój obserwowanych praktyk i strategii podejmowanych przez miasta oraz równoległe zaczątków tworzenia podstaw teoretycznych stanowi istotny trend, zdobywający coraz większe uznanie zarówno wśród środowisk akademickich, jak i praktyków.

Stan badań

Źródła

Początki idei Gospodarki Obiegu Zamkniętego (GOZ) sięgają lat 70. ubiegłego wieku. Jednym ze źródeł była koncepcja Bouldinga, który w "The Economics of the Coming Spaceship Earth - Ekonomia nadciągającego statku kosmicznego Ziemia" opisał "cykliczny system ekologiczny zdolny do ciągłej reprodukcji formy materialnej" (Boulding 1966). Pomysł nie zyskał większego zainteresowania, dopóki Pearce i Turner (Pearce, Turner 1989) nie opracowali modelu GOZ pod koniec lat 80. Schemat był zakorzeniony w Ekologii Przemysłowej, która zakłada tworzenie systemów przemysłowych z poszanowaniem dla natury opartych na kołowych cyklach obiegu materii i wprowadza koncepcję "projektowania dla środowiska" (Frosch, Gallopoulos 1989). Koncepcja Ekologii Przemysłowej była również interesująco rozwijana i krytykowana przez Graedela i Allenby'ego (Graedel i in. 1995), Lowe'a (Lowe 1993), Froscha i Uenoharę (Frosch, Uenohara 1994). Genezy GOZ można również szukać w biomimikrze (Benyus 1997), która szuka inspiracji i innowacji w naturze i zachęca do naśladowania biologicznych modeli i systemów. "Kapitalizm naturalny" (Lovins, Lovins 1999) zauważa potrzebę zachowania wartości zasobów naturalnych, a także wartości materiałów w trakcie całych cykli ich życia, co stanowi jeden z fundamentów GOZ. Jako jedno ze źródeł można rozpoznać również błękitną gospodarkę (Pauli 2010), która proponuje skupienie się na lokalnym środowisku i na wartościowaniu zasobów. Z kolei Cradle to Cradle (McDonough, Braungart 2002) proponuje radykalną transformację przemysłu poprzez przejście z liniowego schematu "od kołyski do grobu" do modelu "od kołyski do kołyski". C2C, podobnie do biomimikry, zakłada naśladowanie naturalnych cykli natury i projektowanie z wykorzystaniem odpadów (ang. "waste equals food"). Koncepcja spotkała się z krytyką (Llorach-Massana i in. 2015), ale pozostaje jedną z najpopularniejszych i najlepiej funkcjonujących alternatyw dla założeń gospodarki linearnej; istnieje również autorski systemem certyfikacji C2C¹², mający pomóc konsumentom w rozpoznawaniu elementów wpisujących się w założenia idei.

¹²www.c2ccertified.org .

Tabela 1. Źródła GOZ.

I.p.	tytuł	autor	rok	główne założenia zbieżne z GOZ
1	“Ekonomia nadciągającego statku kosmicznego Ziemia”	Boulding	1966	Cykliczny system ekologiczny zdolny do ciągłej reprodukcji formy materialnej, naśladowanie natury
2	“Ekologia przemysłowa”	Frosch, Gallopoulos	1989	Projektowanie dla środowiska, naśladowanie naturalnych cykli natury w różnych gałęziach przemysłu
3	“Biomimikra”	Benyus	1997	Natura jest inspiracją do projektowania, naśladowanie jej formy i cykli obiegu materii ma być punktem wyjściowym do nowoczesnego myślenia o zrównoważonym rozwoju
4	“Kapitalizm naturalny”	Lovins, Lovins	1999	Zrównanie wartości zasobów naturalnych planety z wartością zasobów finansowych, dostrzeganie w modelu ekonomicznym korzyści innych niż tylko finansowe
5	“Performance economy”	Stahel	2006	Skupienie na zrównoważonym rozwoju, docenienie kapitalizacji projektów wykraczającej poza korzyści finansowe
6	“Błękitna gospodarka”	Pauli	2009	Skupienie na lokalnym źródłowaniu materiałów oraz skupienie na środowisku naturalnym w kontekście lokalnym
7	“Cradle to cradle - od kołyski do kołyski”	Braungart, McDonough	2008	Projektowanie z wykorzystaniem odpadów, waste equals food, utrzymywanie wartości materiałów budowlanych
8	“3R - reduce, reuse, recycle”	Petzet	2012	Wprowadzenie cykliczności obiegu materii do tematyki związanej z architekturą, praca z istniejącą tkanką i materiały

Źródło: opracowanie własne

Popularyzacja koncepcji i definicje

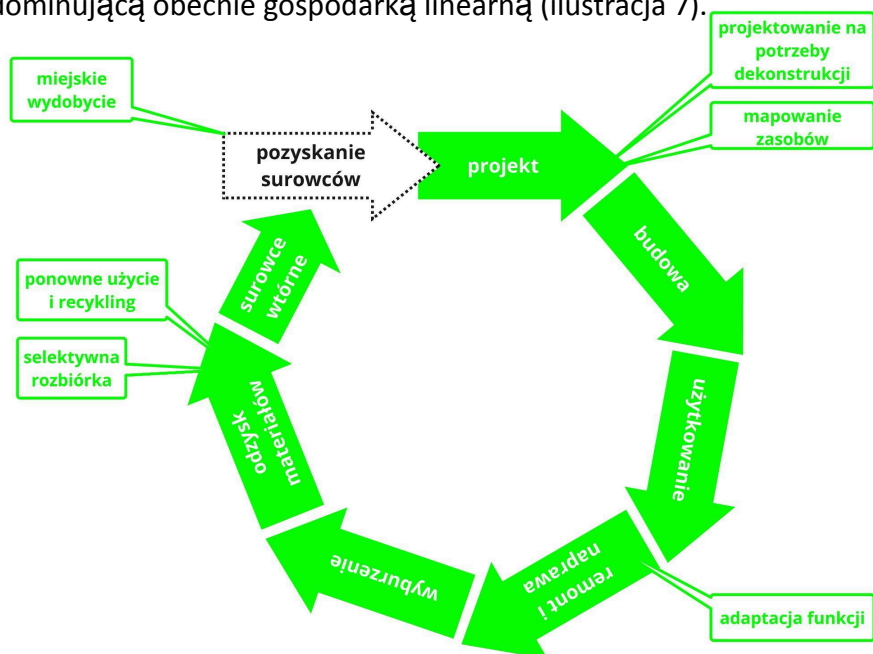
Obecnie GOZ zyskuje coraz większą uwagę, m. in. dzięki działaniom podejmowanym przez fundację Ellen MacArthur. Seria raportów (Ellen MacArthur Foundation, 2012 - 2022) zachęca do implementacji GOZ w wielu dziedzinach, w tym m.in. w produkcji żywności, przemyśle hi-tech czy sektorze budowlanym. Popularność koncepcji wśród środowiska akademickiego i w sferze biznesu wynika m.in. z określonych w politykach na różnych szczeblach dążeń do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju (Kirchherr i in. 2017). W tym ujęciu zasady GOZ mają stanowić strategię prowadzącą do jego osiągnięcia. Pomimo źródeł sięgających ponad pół wieku wstecz, definicje i ramy GOZ są współcześnie formułowane i dostosowywane do różnych gałęzi przemysłu. Z tego samego powodu GOZ jest szeroko krytykowany; zwraca się uwagę na brak ujednoczonych definicji i zbiorów zasad, a jako znaczącą wadę wskazuje się ich niejednoznaczność¹³, (Lewandowski 2016; Lieder, Rashid 2016; Sauvé i in. 2016; Blomsma, Brennan 2017; Geissdoerfer i in. 2017; Kirchherr i in. 2017; Murray i in. 2017; Ghisellini i in. 2018). Jedną z najczęściej stosowanych definicji jest ta ukuta przez Fundację Ellen MacArthur, która wskazuje głównych beneficjentów GOZ tj. Środowisko,

¹³ ang. blurriness

społeczności i biznes. W badaniach literatury wykazano istnienie oraz przeanalizowano 114 różnych definicji GOZ, a następnie ujednociono je w jedną¹⁴ (Kirchherr i in. 2017). Definicja ta wynika z wyczerpujących badań literatury z zakresu różnorodnych dziedzin i ma na celu ujednoczenie znaczeniowe GOZ. Autorka będzie posługiwać się nią w przekształceniu, traktując skalę mezo jako obejmującą budynki oraz zespoły budynków (Pomponi, Moncaster 2017).

GOZ to system ekonomiczny, który zastępuje koncepcję “końca życia” zmniejszeniem, ponownym użyciem, recyklingiem i odzyskiwaniem materiałów podczas ich produkcji, dystrybucji i konsumpcji. GOZ funkcjonuje w skali mikro (w skali pojedynczego produktu, firmy lub konsumenta), mezo (w skali budynków i zespołów budynków) i makro (w skali miasta, regionu, państwa i większej) w celu osiągnięcia zrównoważonego rozwoju. W tym samym czasie GOZ ma generować środowisko wysokiej jakości, dobrobyt gospodarczy i sprawiedliwość społeczną. Mają to umożliwić nowoczesne modele biznesowe oraz odpowiedzialni konsumenci.

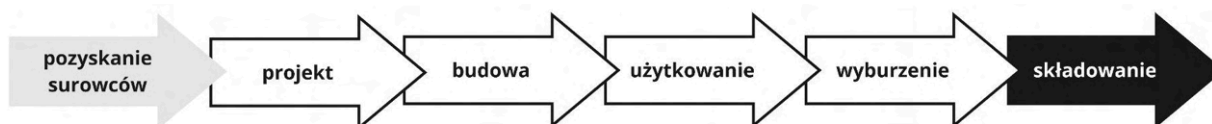
Definiowanie i wyjaśnianie Gospodarki Obiegu Zamkniętego można w prosty sposób unaocznić, porównując schemat obiegu materii w modelu cyrkularnym (ilustracja 6) z modelem cyrkularnym z dominującą obecnie gospodarką linearną (ilustracja 7).



Ilustracja 6. Gospodarka cyrkularna w procesie projektowo - budowlanym.

Źródło: opracowanie własne

¹⁴ ang. “CE is an economic system that replaces the “end-of-life” concept with reducing, alternatively reusing, recycling and recovering materials in production/distribution and consumption processes. It operates at the micro level (products, companies, consumers), meso level (eco-industrial parks) and macro level (city, region, nation and beyond), with the aim to accomplish sustainable development, thus simultaneously creating environmental quality, economic prosperity and social equity, to the benefit of current and future generations. It is enabled by novel business models and responsible consumers.”



Ilustracja 7. Gospodarka linearna w procesie projektowo - budowlanym.

Źródło: opracowanie własne

Zasada ReSolve

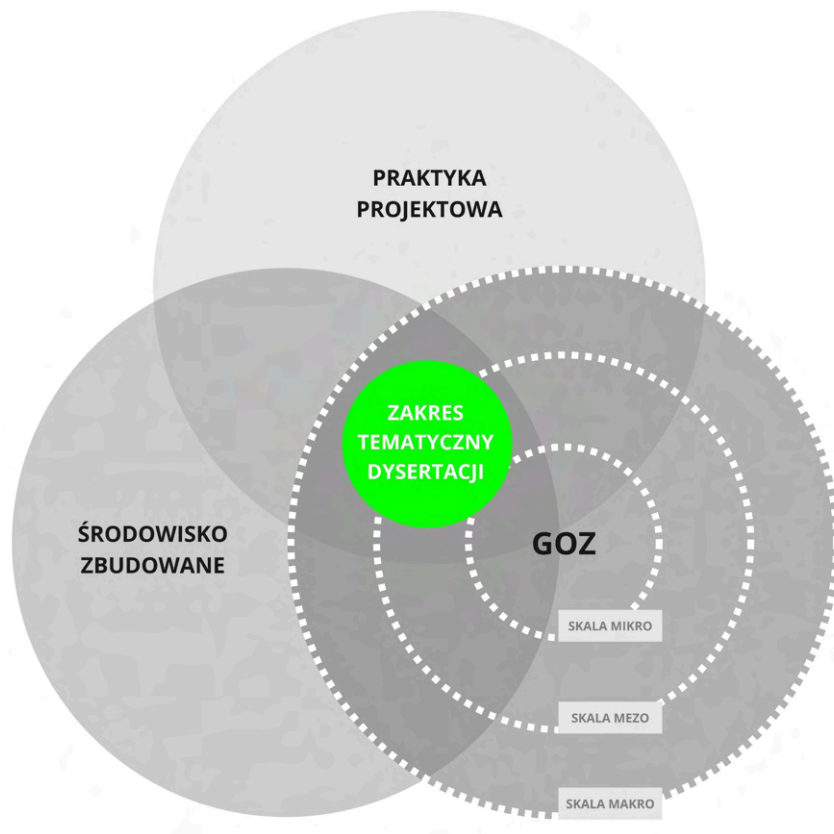
Zasada ReSolve to skrót od sześciu ścieżek działania w systemie GOZ, wskazanych przez fundację Ellen Mac Arthur:

- regenerate - regeneracja,
- share - współdzielenie,
- optimise - optymalizacja,
- loop - zapętlenie,
- virtualise - wirtualizacja,
- exchange - wymiana.

Zasada jest kompleksowym podejściem do wdrożenia zasad GOZ w różnych podmiotach. Obejmuje strategię i działania mające na celu regenerację odnawialnych materiałów i źródeł energii, współdzielenie zasobów i produktów, optymalizację procesów i wydajności, utrzymanie komponentów i materiałów w zamkniętym obiegu, dostarczanie użyteczności wirtualnie zamiast materialnie oraz zastępowanie starych materiałów nowymi zaawansowanymi rozwiązaniami i technologiami. Zasada ReSolve stanowi kompleksowy plan działania dla podmiotów dążących do bardziej zrównoważonej i efektywnej gospodarki cyrkularnej, zakładający minimalizację marnotrawstwa surowców i energii oraz tworzenie bardziej trwałych i zrównoważonych modeli działalności.

GOZ, środowisko zbudowane a architektura i urbanistyka

W literaturze można znaleźć liczne odniesienia Gospodarki Obiegu Zamkniętego w stosunku do środowiska zbudowanego, definiowanego jako "stworzone przez człowieka obiekty, ich właściwości i elementy postrzegane jako środowisko, które zamieszkują i w którym na co dzień funkcjonują ludzie" (Oxford English Dictionary 1989) lub w uproszczeniu - jako "budynki i infrastrukturę" (Joensuu i in. 2020). W tym kontekście pisze się przede wszystkim o transformacji gospodarki miejskiej z liniowej na kołową (skala makro) lub o rozwiązaniach materiałowych (skala mikro), często zaniedbując jednak kwestię najistotniejszą z perspektywy implementacji zasad Gospodarki Obiegu Zamkniętego w praktyce projektowej architekta, tj. skalę mezo - budynki lub zespoły budynków (Pomponi, Moncaster 2017). W części literatury środowisko zbudowane nie jest w ogóle definiowane, co pogłębia niejasności mnożące się wokół akademickiej dyskusji dotyczącej GOZ; nie wszystkie elementy środowiska zbudowanego (w słownikowym rozumieniu) są przecież w zakresie prac i zainteresowań architektów.



Ilustracja 8. Zakres tematyczny dysertacji.

Źródło: opracowanie własne

GOZ wdrażany jest zarówno na poziomie planowania przestrzennego np. w celu organizacji obiegu materiałów (Wilkinson, Remoy 2017; Leer i in. 2018; Sánchez Levoso i in. 2020), strategii regionalnych, np. w zakresie aktywizacji interesariuszy oraz wymiany doświadczeń pomiędzy podmiotami (Obersteg i in. 2019; Zeller i in. 2019) oraz strategii miejskich (Bonato, Orsini 2018; Bassens i in. 2020). Skali zainteresowania Gospodarką Obiegu Zamkniętego w kontekście zarządzania i implementacji w miastach dowodzą też opisy wdrożeń strategii mających na celu zmianę modelu linearnego na cyrkularny, m. in. w Brukseli (Bassens i in. 2020), Gandawie (Acke i in. 2020), Coventry (Ouillon i in. 2017), Amsterdamie (Heurkens, Dąbrowski 2020), Rotterdamie, Glasgow, Haarlemmermeer, Hadze, Barcelonie (Prendeville i in. 2018), Melbourne, Malmo (Bolger, Doyon 2019), Londynie (Turcu, Gillie 2020) czy Odense (Lanau, Liu 2020), jak również w Chinach (Geng i in. 2017; Sun i in. 2017). W większości studiów wykazano:

- 1) powiązania pomiędzy powodzeniem wdrażania strategii a zaangażowaniem szerokiego grona interesariuszy;
- 2) konieczność współpracy międzysektorowej oraz partnerstwa publiczno-prywatnego, jak również
- 3) konieczność ujednoczenia rodzaju działań na różnych stopniach zarządzania krajem, regionem, miastem

Na podstawie wcześniejszych badań studiów przypadków i podejmowanej praktyki wdrażania GOZ wskazano najbardziej aktualne trendy w badaniach dotyczących podejścia do adaptacji gospodarki cyrkularnej w środowisku zbudowanym, do których można obecnie zaliczyć:

- Zarządzanie na rzecz zrównoważonych miast;
- Usługi miejskie i praktyki konsumenckie dostosowane do gospodarki cyrkularnej;
- Czystszą produkcję i budownictwo (Schut i in. 2016; Adams i in. 2017; Ghisellini i in. 2018; Eberhardt i in. 2019; Hart i in. 2019; Joensuu i in. 2020)

Wspomniana literatura porusza ważną tematykę implementacji systemu CE w miastach, jednak znamienne jest brak szczegółowych badań procesu jej implementacji w skali mezo (Winans i in. 2017). Badania nad cyrkularnością miast są prowadzone m. in. w TU Delft (Holandia), Brighton University (Wielka Brytania), ETH Zurych (Szwajcaria, w szczególności w ramach inicjatywy Future Cities Laboratory), Cornell University (Stany Zjednoczone, szczególnie działalność prof. F. Heisel'a i prof. M. H. Wiśniewskiej), Massachusetts Institute of Technology (Stany Zjednoczone), Harvard Graduate School of Design (Stany Zjednoczone), Karlsruhe Institute of Technology (w Niemczech, prof. E. Hebel), ZHAW School of Architecture, a także w ośrodkach w azjatyckich w Singapurze czy Chinach.

Należy również zwrócić uwagę na publikacje dotyczące nie jedynie zagadnień teoretycznych związanych z GOZ w architekturze, ale również na te opisujące doświadczenia praktyczne. Ze względu na wagę empirycznego wymiaru architektury i ścisły związek praktyki z teorią, warto wspomnieć o publikacjach takich jak: „Design and Detailing for Deconstruction” (Morgan, Stevenson 2005) „Sustainable Materials – with both eyes open” (Allwood i in. 2012), „The Re-use atlas” (Baker-Brown 2019) czy „Design for Disassembly” (Wheaton 2017), które zapewniają przegląd aktualnych trendów, tendencji i praktyk. W „Building from Waste” (Hebel i in. 2014) badacze skupiają się na wyodrębnieniu wytycznych do ponownego użycia różnych części budynków. Na podstawie doświadczeń z realizacji bardzo interesującą analizę GOZ w kontekście przemysłu budowlanego w Niemczech przeprowadzono w publikacji „Building Better - Less - Different: Circular Construction and Circular Economy” (Heisel, Hebel 2022). W tym samym roku ukazał się wydany przez magazyn „Detail” „Manual for Recycling”, w którym wyjaśniono zasady stosowania GOZ w architekturze podczas projektowania K.118 w Wihtherthur w Szwajcarii. Autorki rozważają nad wyzwaniem stojącymi przed projektantami podczas budowy cyrkularnych obiektów. W skali mikro omawia się sposoby przetwarzania materiałów budowlanych m.in. betonu, wielkiej płyty, cementu, metali, szkła, tworzyw sztucznych. Jednym z nurtów w literaturze są również materiały przyszłości wysokich technologii (high-tech) lub biomateriały do ponownego użycia lub rozkładu np. mycelium (Śliwa, Przepiórkowska, Świdziński, 2022, 2023).

Bariery i motory implementacji GOZ

W literaturze wskazuje się okoliczności sprzyjające wdrażaniu i rozwojowi metod wpisanych w GOZ, jak również opisuje się liczne bariery stojące na drodze do ich implementacji. Rozpoznano różne uwarunkowania przyczyniające się do rozwoju GOZ i przyspieszenia jej implementacji w środowisku zbudowanym, m.in.:

technologie cyfrowe:

- AM/RM - Additive and Robotic Manufacturing,
- AI - sztuczna inteligencja,
- BDA - Big Data and Analytics,
- BCT - technologia blockchain,
- BIM - Building Information Modelling,
- platformy cyfrowe - rozwiązania online, które umożliwiają łatwiejszą wymianę, sprzedaż, zakup, wynajem lub udostępnianie produktów i usług w ramach cyfrowego ekosystemu,
- digital twins - wirtualne reprezentacje rzeczywistych obiektów, procesów lub systemów, które pozwalają na monitorowanie, analizę i optymalizację w czasie rzeczywistym za pomocą zbieranych danych i symulacji,
- GIS - Geographic Information System,
- paszporty materiałowe i ich bazy danych,
- IoT - Internet Rzeczy (Çetin i in. 2021),
- przemysł 4.0¹⁵
- smart data (Vacchi i in. 2021).

czynniki kulturowe:

- przywództwo (Charlson, Dunwoody 2018),
- stymulowanie zapotrzebowania, współpraca i edukacja inwestorów w celu promocji GOZ (Hart i in. 2019), również poprzez warsztaty z klientami (Zimmann i in. 2016),
- zaangażowanie na wszystkich etapach łańcucha wartości ,
- partnerstwo długoterminowe i międzysektorowe (Carra, Magdani 2017) (Przepiórkowska i Kociuba, 2022),
- myślenie systemowe (Hart i in. 2019).

czynniki prawne:

- wsparcie prawne wraz z zorientowanymi na GOZ (lub poszczególne zasady GOZ) przetargami publicznymi (Zimmann i in. 2016),
- reforma prawa budowlanego i istotnych aktów prawnych,
- zachęty do stosowania GOZ np. redukcja podatków w przedsiębiorstwach wdrażających zasady GOZ (Carra, Magdani 2017).

czynniki finansowe:

- przyjęcie strategii małych kroków w stosunku do inwestorów i interesariuszy; "Jeśli trudno jest uzyskać poparcie dla uzasadnienia biznesowego GOZ (co sugerują bariery), należy najpierw przyjrzeć się oszczędnościom kosztów, np. w przypadku, gdy stosowanie materiałów z odzysku materiałów może zmniejszyć wydatki inwestycyjne lub gdy projektowanie na potrzeby demontażu oznacza również zaprojektowanie szybkiego montażu/budowy" (Hart i in. 2019)

¹⁵ Spopularyzowane przez K. Schwaba pojęcia odnoszące się do współczesnego rozwoju przemysłu opartego na automatyzacji, przetwarzaniu i wymianie danych, którego najistotniejszym wynalazkiem był Internet (we wcześniejszych rewolucjach przemysłowych linia produkcyjna czy układ cyfrowy).

- Circular Business Models - tj. modele, które kładą nacisk na projektowanie produktów i usług w taki sposób, aby zminimalizować odpady, maksymalizować ponowne wykorzystanie i recykling materiałów, oraz promować długotrwałe relacje z klientami poprzez naprawy, modernizacje i usługi serwisowe.
- skala np. "Łączenie projektów na potrzeby kolaboracji i wymiany może zamieniać bariery w szansy. Ogromna skala materiałów dostępnych w jednym z projektów i równie ogromne zapotrzebowanie na materiały w innym projekcie sprawiło, że współpraca pomiędzy tymi projektami była korzystna finansowo i pomogła pokonać bariery praktyczne i legislacyjne" (Pomponi, D'Amico 2020),

czynniki sektorowe:

- zarówno dla prawodawców, jak i praktyków potrzebna jest baza danych studiów przypadków projektów komercyjnych i pilotażowych, które powinny być analizowane pod kątem finansowym, wpływu na środowisko, wpływu na społeczności itp.,
- ramy GOZ w środowisku zbudowanym powinny zostać szczegółowo wyjaśnione w transparentny i zrozumiały sposób, a poszczególne zasady wpisujące się w GOZ przełożone na praktyczne wytyczne,
- rozwój narzędzi umożliwiających współpracę i projektowanie cyrkularne np. BIM, BAM, bazy danych materiałowych, paszporty materiałowe, powinny zostać rozwinięte metody oceny potencjału wbudowanych materiałów do ponownego wykorzystania oraz metody oceny wartości wbudowanych materiałów,
- rozwój standardów i systemów zabezpieczeń w celu umożliwienia ponownego użycia materiałów konstrukcyjnych i użycia materiałów pochodzących z recyklingu/upcyklingu,
- rozwój infrastruktury logistyki zwrotnej tj. targów/giełd materiałowych, magazynów do przechowywania materiałów, przetwórci i ośrodków zajmujących się recyklingiem i upcyklingiem.

Bariery stanowią z kolei:

- Jednym z najbardziej znaczących utrudnień w ponownym użyciu i recyklingu materiałów budowlanych jest brak wystarczających informacji o materiałach i komponentach budynków w końcowej fazie ich życia oraz po zakończeniu ich użytkowania (Cai, Waldmann 2019; Honic i in. 2019; Munaro i in. 2019; Çetin i in. 2021), co uniemożliwia sprawną rozbiórkę oraz ponowne ich wykorzystanie.

bariery kulturowe:

- brak współpracy międzysektorowej,
- tzw. silo mentality (Despeisse i in. 2017; Hart i in. 2019), czyli brak wieloaspektowego spojrzenia na zagadnienie GOZ w środowisku zbudowanym;
- brak zainteresowania, umiejętności i zaangażowania na każdym etapie łańcucha
- wartości i projektowanie cyrkularne w ramach współczesnego modelu ekonomicznego (linearnego) np. opracowywanie produktów wpisujących się w

GOZ przy jednoczesnym braku infrastruktury logistyki zwrotnej (Carra, Magdani 2017; Hart i in. 2019).

bariery prawne:

- brak jednoznacznych ram prawnych dla funkcjonowania GOZ, sprzeczności w politykach na różnym szczeblu, niejednoznaczności w definiowaniu oczekiwań co do transformacji,
- przepisy i regulacje utrudniające wdrażanie GOZ, np. regulacje dotyczące przetwarzania odpadów plastikowych,
- brak zachęt systemowych i wprowadzanych ogólnie, np. w przetargach publicznych, w zakresie polityki podatkowej lub odpowiedzialności producentów.

bariery finansowe:

- niskie koszty materiałów pierwotnych (Adams i in. 2017; Kirchherr i in. 2017; Howard i in. 2019),
- w inwestycjach dla interesantów istotniejsze są wydatki inwestycyjne niż koszty operacyjne, tj. priorytetyzuje się optymalizację kosztów powstania budynku względem kosztów jego późniejszej obsługi, funkcjonowania, rozbiórki itd. (Carra, Magdani 2017; Hart i in. 2019),
- brak dostępu do przejrzystości opisanych studiów przypadków inwestycji wpisanych w GOZ z perspektywy finansowej (Hart i in. 2019).

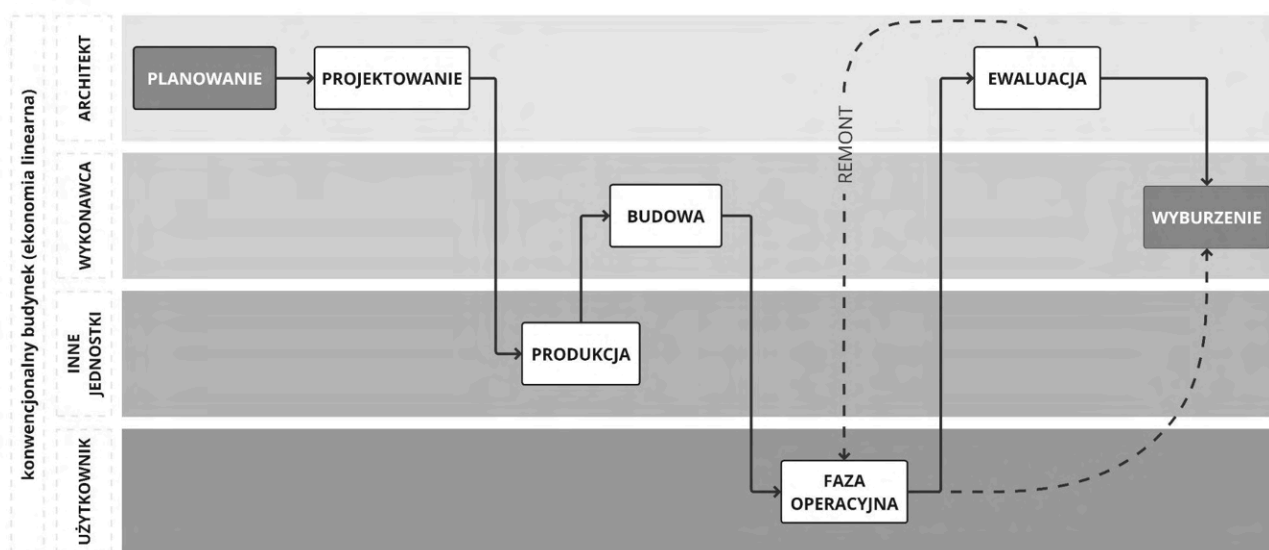
bariery sektorowe (charakterystyczne dla sektora budowlanego):

- brak spójnej wizji i jednoznacznych wytycznych dot. wpisania środowiska i przemysłu budowlanego w ramy GOZ,
- skomplikowanie procesu budowlanego, opisywane jako jedna z najbardziej charakterystycznych cech środowiska i przemysłu budowlanego: "Złożoność jest jedną z cech definiujących środowisko zbudowane. Aktywa środowiska zabudowanego mają zazwyczaj długie cykle życia, w których współdziała wielu interesantów o rozbieżnych priorytetach i motywacjach. Wielość zaangażowanych jednostek i długi czas realizacji oznaczają również, że rzadko występuje ciągłość własności i kontroli." (Zimmann i in. 2016; Hart i in. 2019),
- rozmyta odpowiedzialność w procesie budowlanym oraz zróżnicowanie procesu w każdym z państw, co uniemożliwia przełożenie wzorców 1:1 na podstawie studiów przypadku,
- wydłużony cykl życia obiektów (budynków) względem innych typów przemysłu (np. produktów używanych w przemyśle żywnościowym, opakowań itp.) (Howard i in. 2019); szacuje się, że średnia długość życia budynku to 72 lata (Rodriguez-Anton i in. 2019),
- wyzwania technologiczne dot. recyklingu i utylizacji materiałów budowlanych,
- brak standaryzacji (Luscuere 2017; Campbell-Johnston i in. 2019; Howard i in. 2019),
- niewystarczające użycie i rozwój narzędzi wspomagających projektowanie cyrkularne i wspomagających współpracę w ramach GOZ (Hart i in. 2019),

- przemysł budowlany w literaturze opisywany jest ogólnie jako konserwatywny, niepodejmujący współpracy, unikający ryzyka; wskazuje się, że sektor jest “swoim własnym wrogiem” (Rizos i in. 2016; Kirchherr i in. 2017) inwestorzy są skłonni adaptować jedynie innowacje powiązane z obniżeniem wydatków inwestycyjnych (w przeciwieństwie do kosztów operacyjnych) lub zwiększeniem przychodów wynikających ze sprzedaży/najmu.

Cykl życia budynku

Planowane wdrożenie GOZ ma przebiegać na różnych etapach procesu inwestycyjnego, stąd bardzo istotne w kontekście niniejszej pracy jest pojęcie cyklu życia budynku. Zgodnie z definicją działania wpisane w koncepcję będą odnosiły się do różnych faz tego cyklu; będą go wydłużać, domykać lub przekształcać. Każdą z faz cyklu życia budynku można powiązać z odpowiadającymi jej czynnościami w procesie budowlanym w Polsce (Tabela 2), co pomoże w wyodrębnieniu zadań oraz metodologii projektowania obiektów cyrkularnych w polskich warunkach. Rozważania o GOZ w powiązaniu z cyklem życia budynku będą istotne również w kontekście bilansu kosztów środowiskowych, emisji operacyjnych i wbudowanych, szacowania długości życia budynku oraz antycypowania kosztów finansowych wdrożenia GOZ w praktyce architektonicznej.



Ilustracja 9. Proces projektowania konwencjonalnego budynku. Najistotniejszym aspektem, który zostanie poddany rewizji w odniesieniu do zasad GOZ jest przepływ materii odbywający się w ciągu całego cyklu życia budynku. Model tradycyjny przyjęty w większości konwencjonalnych budynków zostaje zakończony na wyburzeniu i utylizacji bezwartościowych, zniszczonych w trakcie rozbiórki materiałów.

Źródło: opracowanie własne

Tabela 2. Fazy cyklu życia konwencjonalnego budynku zgodnie z procesem budowlanym w Polsce.

lp.	faza	czynności zgodnie z procesem budowlanym w Polsce
1	planowanie	Studium chłonności działki, projekt koncepcyjny, sprawdzenie zgodności ze studium, mpzp i innymi istotnymi wytycznymi lokalnymi, inwentaryzacja
2	projektowanie	Projekt techniczny, projekty branżowe, koordynacja międzybranżowa, przedmiar robót, kosztorys, specyfikacja wykonania robót, model BIM, uzyskanie pozwolenia na budowę, projekt wykonawczy, projekt warsztatowy, projekt zamienny
3	produkcja	Produkcja lub prefabrykacja materiałów, komponentów, transport, zaopatrzenie materiałowe
4	budowa	Wykonanie budynku zgodnie z dokumentacją projektową, inwentaryzacja i dokumentacja powykonawcza, przygotowanie do odbiorów (odpowiednich służb, inwestorskich), uzyskanie pozwolenia na użytkowanie, usunięcie usterek
5	faza operacyjna	Użycie zgodnie z funkcją, obsługa, konserwacja, naprawa usterek, remont
6	ewaluacja	Ocena, poprawa, adaptacja pod nową funkcję, modernizacja zgodnie z nowymi wymaganiami (np. na potrzeby niepełnosprawnych)
7	schyłek życia	Wyburzenie, rozbiórka, utylizacja lub przetwarzanie odpadów

Źródło: opracowanie własne

Teksty źródłowe w Polsce

W obrębie polskich źródeł literatura opisuje przede wszystkim związki CE z innymi niż architektura sektorami, m.in. z gospodarką (Nieżurawska, Dziadkiewicz 2017), energetyką (Środa 2017) czy zarządzaniem łańcuchem dostaw (Kruczek 2017). W kontekście projektowania temat został podjęty m. in. przez A. Lorens (Lorens 2021). W szerszym ujęciu tematyką zajmuje się U. Koźmińska, autorka pracy doktorskiej pt. "Architektura, ekonomia i Środowisko jednostki miejskiej. Wykorzystanie materiałów wtórnych w budownictwie", obronionej na WAPW w 2016 roku. W pracy poruszono istotne zagadnienia i wątki stanowiące podstawę myślenia o GOZ w architekturze i urbanistyce; tematyka pracy obejmuje jednak przede wszystkim ponowne użycie, podczas gdy GOZ na wcześniejszym etapie zakłada również eliminację tychże odpadów (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Autorka m.in. studiuje przykłady budynków, w których zastosowano ponowne użycie lub recykling (Koźmińska 2018). GOZ pojawia się w pracach studentów WAPW zarówno na wydziale architektury, jak i budownictwa. W kontekście projektowania urbanistycznego i transformacji gospodarki europejskiej problem opisuje M. Janik z WA Pol. Śl. (Janik 2022). Można stwierdzić, że w porównaniu do ogólnoswiatowego nurtu, w publikacjach polskojęzycznych temat powiązań GOZ z architekturą jest traktowany szczególnie skąpo.

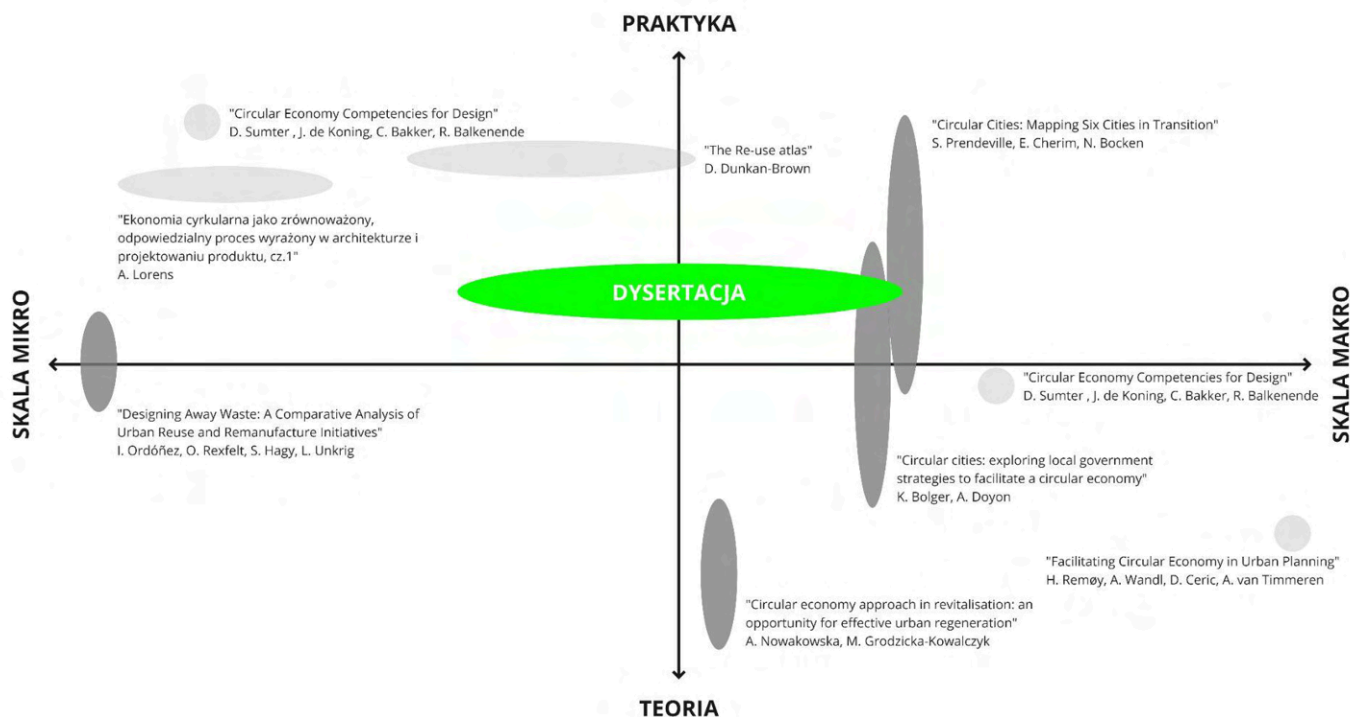
Podsumowanie i wnioski

Z analizy tekstów źródłowych wysunąć można następujące wnioski na temat Gospodarki Obiegu Zamkniętego w architekturze i urbanistyce:

- należy więcej uwagi poświęcić praktyce projektowej,

- potrzebny jest zestaw wytycznych do wdrażania na bieżąco i eksperymentalnego testowania możliwości stwarzanych przez GOZ,
- należy zdefiniować momenty w procesie budowlanym, w których GOZ ma szansę zaistnieć, sprecyzować szanse i ustalić jasne wytyczne dla praktyków i osób zaangażowanych w powstawanie i utrzymanie budynku podczas całego jego cyklu życia.

Badana literatura prezentuje szerokie ujęcie problemu GOZ w architekturze i środowisku zbudowanym, który charakteryzuje brak przywiązania wagi do implikacji wdrożeń idei w praktykę. W niniejszej pracy nacisk położono przede wszystkim na strategiach, zasadach, praktykach cyrkularnych odnoszących się do architektury i urbanistyki, praktyki projektowej. Badanie możliwości wdrożenia tych zasad w praktyce projektowej, przedstawiono alternatywną metodologię projektową, algorytm postępowania, wyodrębniło zasady istotne z punktu widzenia praktyki projektowej oraz przeprowadzono eksperymentalne wdrożenia tych zasad zarówno w praktyce projektowej w firmie Medusa Group, jak i podczas wykonywania indywidualnych projektów autorki.



Ilustracja 10. Umieszczenie pracy w nurcie badań o Gospodarce Obiegu Zamkniętego.

Źródło: opracowanie własne w oparciu o badania literatury

Metody badawcze

W celu weryfikacji postawionych tez i znalezienia odpowiedzi na postawione pytania przyjęto następujące metody badań:

1. Badania literatury,
2. Studia przypadku,
3. Wywiady,
4. Eksperymenty,
5. Obserwacje.

AD 1. Badania literatury przeprowadzono na podstawie źródeł dostępnych internetowo w popularnych repozytoriach naukowych, artykułów i książek, dokumentów strategicznych, strategii planistycznych i polityk miejskich udostępnianych przez władze samorządowe, strategii krajowych udostępnianych przez właściwe ministerstwa.

AD 2. Studia przypadku zostały opisane na podstawie wizyt studialnych, rozmów z twórcami i odbiorcami, na podstawie literatury i opisów zapewnionych przez autorów w źródłach internetowych, naukowych i popularnonaukowych.

AD 3. Wywiady ustrukturyzowane, ankiety oraz wywiady pogłębione wykonano w celu pełniejszego zrozumienia badanych przypadków, wyznaczenia potencjału wdrożeń oraz określenia dalszych kierunków badań w zakresie poruszanej tematyki.

AD 4. Część eksperymentalna obejmuje projekty, których autorką lub współautorką jest autorka pracy, m.in. projekt „Plastopia” wykonany w ramach Stypendium I i II Stopnia „Praktyka” Fundacji im. Kuryłowicza oraz projekty wykonane podczas pracy projektowej w pracowni Medusa Group – w tym adaptacji London Empire House w Londynie, rewitalizacji dawnej Fabryki Scheiblera w Łodzi czy projektu budynku biurowego CD Projekt RED w Warszawie.

AD 5. Autorka prowadziła systematyczne obserwacje wydarzeń i zjawisk w środowisku architektonicznym w kontekście zmian strategii rozwoju UE i celów zrównoważonego rozwoju, co umożliwiło analizę, zrozumienie i wnioskowanie na podstawie obserwowanych wydarzeń, a nie jedynie badania źródeł tekstowych.

W pracy wykorzystano doświadczenia zebrane w ramach grantu badawczego Fulbright Junior Research Award 22-23, jakie autorka uzyskała w Massachusetts Institute of Technology¹⁶, doświadczenia projektowego zdobytego podczas Stypendium „Praktyka” Fundacji im. Stefana Kuryłowicza w celu rozwijania projektu „Plastopia”¹⁷, doświadczenia z praktyki projektowej w firmie Medusa Group¹⁰ oraz doświadczenia nabywanego podczas indywidualnych projektów wykonywanych przez autorkę, w tym eksperymentalnych i teoretycznych projektów dotyczących implementacji zasad Gospodarki Obiegu Zamkniętego w architekturze i urbanistyce¹⁸.

¹⁶ Wrzesień 2022 – luty 2023 w ramach stypendium Fulbright Junior Research Award jako członek zespołu badawczego w Norman B. Leventhal Center for Advanced Urbanism (LCAU), www.lcau.mit.edu

⁹ www.fundacja-sk.pl/laureaci-i-finalisci/

¹⁷ Autorka pracuje w Medusa Group jako architektka od sierpnia 2018 roku

¹⁸ M. in. wyróżniony projekt na konkurs SARP na rozbudowę Muzeum im. Czynu Powstańczego w Górze Św. Anny

Alfabetyczny wykaz pojęć i skrótów

- 1 Adaptacja and. adaptive reuse - proces modyfikacji lub zmiany istniejącej struktury budynku lub projektu architektonicznego, aby dostosować go do nowych celów lub potrzeb, często związanymi z użytkowaniem, estetyką, efektywnością energetyczną lub innymi czynnikami. Adaptacja może obejmować zarówno zmiany wewnętrzne, jak i zewnętrzne budynku.
- 2 Architektura wielorazowa (architektura cyrkularna) architektura, która powstaje przy założeniu minimalizowania odpadów poprzez projektowanie i budowę, które umożliwiają łatwe rozbiórki, recykling materiałów i ponowne wykorzystanie elementów; architektura zgodna z zasadami GOZ
- 3 Bank materiałowy (bank materiałów) ang. material bank - zasób lub miejsce, w którym gromadzone są używane lub nadmiarowe materiały budowlane, które mogą być ponownie wykorzystane lub odsprzedane. Banki materiałów mają na celu zmniejszenie marnotrawstwa i zachęcanie do zrównoważonego korzystania z materiałów w budownictwie
- 4 BIM ang. building information modelling - proces tworzenia i zarządzania cyfrowym modelem trójwymiarowym budynku lub infrastruktury, który integruje informacje dotyczące projektowania, budowy i eksploatacji. Umożliwia efektywną współpracę między różnymi uczestnikami projektu, poprawiając jakość projektu, zmniejszając koszty i zwiększając efektywność zarządzania budynkiem przez cały jego cykl życia
- 5 Cykl Życia budynku kompleksowy okres, który obejmuje projektowanie, budowę, eksploatację, utrzymanie i ewentualną rozbiórkę lub recykling budynku. Zarządzanie cyklem życia budynku odnosi się do dbania o wszystkie etapy jego istnienia, w tym zapewnienie efektywności energetycznej, utrzymania i zrównoważonego korzystania z zasobów przez cały okres użytkowania
- 6 Dekonstrukcja ang. deconstruction - rozbiórka z zachowaniem dbałości o elementy i komponenty wchodzące w skład rozbiieranego obiektu w celu zachowania ich wartości lub przygotowania do ponownego użycia. Użyte w kontraście do ang. demolition. Digitalizacja – ang. digitalisation
- 7 Element budowlany główna część budynku np. ściana, strop, dach
- Gospodarka Linearna and. linear economy - tradycyjny model gospodarczy, w którym surowce są wydobywane, przetwarzane, produkowane, zużywane i wyrzucane po użyciu
- 8 Gospodarka Obiegu Zamkniętego (Gospodarka Cyrkularna, GOZ) ang. circular economy - system ekonomiczny, który zastępuje koncepcję "końca Życia" zmniejszeniem, ponownym użyciem, recyklingiem i odzyskiwaniem materiałów podczas ich produkcji, dystrybucji i konsumpcji. GOZ funkcjonuje w skali mikro (w skali pojedynczego produktu, firmy lub konsumenta), mezo (w skali budynków i zespołów budynków) i makro (w skali miasta, regionu, państwa i większej) w celu osiągnięcia zrównoważonego rozwoju. W tym samym czasie GOZ ma generować środowisko wysokiej jakości, dobrobyt gospodarczy i sprawiedliwość społeczną. Mają to umożliwiać nowoczesne modele biznesowe oraz odpowiedzialni konsumenci

- | | | |
|----|--|---|
| 9 | Komponent budowlany | element budynku lub jego część |
| 10 | Materiały budowlane (wyroby budowlane) | „każdy wyrób lub zestaw wyprodukowany i wprowadzony do obrotu w celu trwałego wbudowania w obiektach budowlanych lub ich częściach, którego właściwości wpływają na właściwości użytkowe obiektów budowlanych w stosunku do podstawowych wymagań dotyczących obiektów budowlanych” (Parlament Europejski, Rada Unii Europejskiej 2011). Dzieli się na materiały naturalne (np. kamień, drewno), materiały wytworzone przez przeróbkę materiałów naturalnych (np. metale, kruszywa, wyroby drewnopochodne, betony, lepiszcza bitumiczne, ceramika, szkło, spoiwa) i syntetyczne (np. tworzywa sztuczne, styropian) |
| 11 | Miejskie wydobywanie | ang. urban mining - praktyki pozyskiwania surowców i materiałów z istniejących struktur miejskich(takich jak zdegradowane budynki czy infrastruktura, budynki i budowle o krótkim cyklu życia) lub nowych materiałów (nieprzydatnych zapasów, odpadów produkcyjnych) zamiast sięgania po nowe zasoby naturalne |
| 12 | Od kołyski do kołyski | ang. cradle to cradle - wyrażenie ukute przez M. Braungarta i W. McDonough’a odnosi się do |
| 13 | Odpady budowlane i rozbiórkowe | Odpady powstałe podczas robót budowlanych (art. 3. ust. 1 pkt 6a Ustawy o odpadach) w wyniku budowy, przebudowy, montażu, remontu czy rozbiórki obiektu budowlanego. Dzieli się na odpady wytwarzane w trakcie robót budowlanych przez podmioty gospodarcze (np. w trakcie budowy, dużego remontu, rozbiórki) oraz odpady wytwarzane w gospodarstwach domowych, które są zagospodarowywane w ramach systemów gminnych |
| 14 | Paszport Materiałowy | ang. material passport - plik lub dokument zawierający informacje o składzie i właściwościach materiałów użytych w budynku lub projekcie, służący do monitorowania i zarządzania zasobami oraz efektywnością energetyczną i środowiskową budynku |
| 15 | Ponowne użycie | ang. reuse - praktyka wykorzystywania ponownie elementów lub materiałów, które zostały wcześniej wykorzystane w innym celu, aby zminimalizować generację odpadów i zmniejszyć zużycie surowców. |
| 16 | Projektowanie regeneracyjne | ang. regenerative design - koncepcja, która dąży do tworzenia budynków i infrastruktury, które nie tylko nie szkodzą środowisku, ale także przyczyniają się do jego poprawy i odbudowy, promując zdrowe ekosystemy. |
| 17 | Recykling | proces przekształcania odpadów lub zużytych materiałów w surowce lub produkty dla utrzymania ich wartości. Można podzielić na upcycling i downcycling |
| 18 | Selektywna rozbiórka | ang. selective demolition - metoda demontażu budynków lub infrastruktury, w której materiały są segregowane i odsprzedawane lub przetwarzane w celu ponownego wykorzystania, zamiast trafiać na składowiska odpadów |

Zarys struktury pracy

Niniejsza praca składa się z wprowadzenia, części teoretyczno-analitycznej, studialnej, wdrożeniowej i podsumowania.

We wprowadzeniu na podstawie badań tekstów źródłowych została przybliżona problematyka związana z Gospodarką Obiegu Zamkniętego oraz jej powiązaniem z architekturą i urbanistyką. Wskazano źródła idei, zagrożenia oraz ograniczenia stosowania koncepcji w architekturze i urbanistyce oraz omówiono tematykę pokrewną istotną w kontekście dysertacji.

Rozdział pierwszy zawiera ogólną charakterystykę podejmowanego problemu. Omówiono historię ponownego użycia w architekturze, uwzględniając przykłady pochodzące z różnych epok historycznych. Wskazano źródła odgórnej implementacji wynikającej ze zobowiązań UE i ONZ. Wyodrębniono liderów na świecie i w Polsce oraz przybliżono najistotniejsze strategie i działania projektowe w cyrkularnej architekturze.

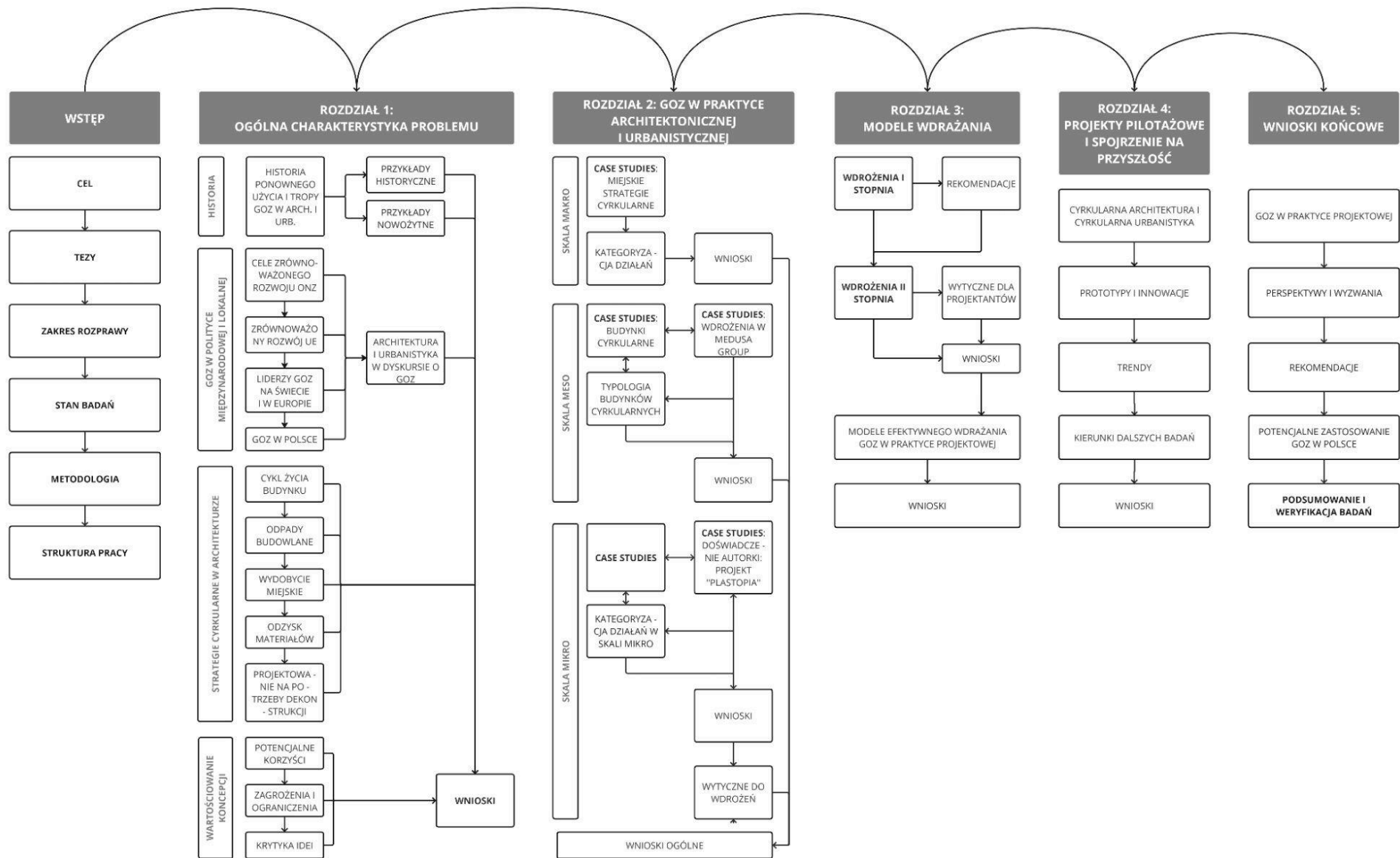
W rozdziale drugim praca odnosi się do praktyki architektonicznej i urbanistycznej. Znajduje się tam omówienie przykładowych, charakterystycznych projektów inkorporujących zasady Gospodarki Obiegu Zamkniętego. Opisano przypadki w skali makro, mezo i mikro.

W rozdziale trzecim przeanalizowano wdrożenia I stopnia (in situ, interwencyjne) oraz II stopnia. Na podstawie otrzymanych wniosków przygotowano modele efektywnego wdrożenia GOZ w procesie projektowo-budowlanym. Rozdział zakończono na wyodrębnieniu wytycznych dla projektantów.

Czwarty rozdział wskazuje cechy architektury cyrkularnej i urbanistyki cyrkularnej. Przedstawiono projekty pilotażowe i prototypy, omówiono innowacje i istotne inicjatywy badawcze z zakresu GOZ w architekturze. Wskazano wiodące trendy i kierunki dalszych badań.

W ostatnim, piątym rozdziale zawarto podsumowanie badań, tabele zestawcze oraz dyskusję o potencjalnym zastosowaniu wniosków i rekomendacji w celu dalszych wdrożeń Gospodarki Obiegu Zamkniętego w praktyce architektonicznej.

Na końcu zawarto bibliografię, spis tabel, spis ilustracji oraz załączniki do pracy doktorskiej - alfabetyczny wykaz pojęć i skrótów, kwestionariusze wraz z odpowiedziami badań wdrożeń w praktyce oraz autorski projekt konkursowy "Plastopia".



Ilustracja 11. Schemat struktury pracy

Źródło: opracowanie własne.

Rozdział 1: Ogólna charakterystyka problemu

Współczesny dyskurs architektoniczny na pograniczu teorii i praktyki niejednokrotnie dotyka architektury cyrkularnej, jednak konkluzje dotyczące związku architektury z ideą są zwykle nieśmiałe i finalnie rozbieżne z podstawowymi założeniami idei. Publikacjom związanym z praktyką architektoniczną trudno się uwolnić od narracji sukcesu, nastawienia na stały rozwój, a jeszcze trudniej refleksyjnie antycypować scenariusze jej przyszłości w świecie antropocenu, postwzrostu, katastrofy klimatycznej czy licznych problemów społecznych. Popularny Duńczyk, architekt i mówca Bjarke Ingels zatytułował w 2011 swoją książkę-manifest „Yes is more” (Ingels i in. 2009). Słowa są parafrazą ikonicznego „Less is more”¹⁹ Ludwiga Miesa van der Rohe, jednak z założeniami modernizmu mają niewiele wspólnego. Jak słusznie zauważył w swojej pracy magisterskiej „Unmaking architecture”²⁰ D. Marschall: „Nie chodzi jedynie o krytykowanie BIG-a za to, że jest niezrównoważony czy wpływowy, ale raczej o postrzeganie sukcesu tej firmy architektonicznej jako wyrazu kulturowego pragnienia budowania więcej”. Z filozofii promowanego przez Ingelsa “zrównoważonego hedonizmu” wybrzmiewa przede wszystkim wspomniane *więcej*, a w kontekście opisywanych problemów drążących branżę architektoniczną i budowlaną zdecydowanie bardziej adekwatne wydawałoby się *lepiej*. Ponad pół wieku wcześniej tezę bardziej przystającą do współczesnych problemów postawiła Jane Jacobs, która sugerowała, że:

„Miasta są kopalniami przyszłości.” (Jacobs 1961)

Współcześnie można powiązać to z rozwojem koncepcji projektowania na potrzeby dekonstrukcji oraz zasadami cradle to cradle. Również w latach 60-tych japońscy metabolisci deklaruowali: “szaleństwem jest myślenie, że można stworzyć wieczne budynki. Budynek jest to coś, co podlega nieustannym zmianom, od prostych napraw do całkowitych przeobrażeń układu wynikających ze zmiany stylu życia”. Sugestia metabolistów jest bardzo zasadna z punktu widzenia konieczności utrzymania wartości materiałów, komponentów i wyposażenia budynków w powiązaniu z dynamicznie zmieniającymi się wymaganiami użytkowników i przeznaczeniem przestrzeni. Wg niektórych Źródeł funkcja budynku dewaluuje się w ciągu jedynie dwóch dekad, co jednoznacznie wskazuje na konieczność uwzględnienia potencjalnej zmiany funkcji jako uwarunkowania w procesie projektowym. J. Otero-Pailos pisał, że:

„Ziemia nie ma zasobów energetycznych, które pozwoliłyby nam na dalsze wyburzanie i odbudowywanie wszystkiego. Logicznym krokiem jest zmniejszenie naszego uzależnienia od budowy od podstaw i zamiast tego skupienie się na dostosowaniu zasobów budowlanych, które posiadamy.” (Otero-Pailos 2014)

¹⁹ Słowa są przypisywane słynnemu architektowi i stanowią parafrazę słów poety R. Browninga.

²⁰ Praca obroniona w 2021 roku w MIT SA+P pod opieką prof. Sheili Kennedy.

Podobne wnioski snuł Daniel Abramson w książce na temat przestarzałości (ang. obsolescence), powiązując spadek wartości budynków z upływającym czasem i szybką dewaluacją funkcji. (Abramson 2016). Zbliżony charakter miał również esej Rainiera de Graffa z pracowni Office for Metropolitan Architecture (OMA) w magazynie „Times”:

„Budujemy z wyraźną świadomością, że ostatecznie wszystkie budynki znikają. Wyobraźcie sobie, że planujemy koniec życia budynku wraz z jego otwarciem. (...) Wszelkie pojęcie żalu, a nawet często irytująco daremna opcja powrotu do jakiegokolwiek stanu z przeszłości, zostaje wyeliminowane z równania. Gruz staje się materiałem Źródłowym dla innych budynków, w innym miejscu i w innym celu” (de Graff 2017).

Punkt widzenia de Graffa dzielają i wdrażają coraz liczniejsi projektanci, m.in. belgijskie biuro projektowe ROTOR, specjalizujące się w miejskim wydobywaniu. Projektanci z Brukseli zapewniają:

„Ponowne wykorzystanie materiałów budowlanych na dużą skalę oferuje planistom i projektantom szerszy i bardziej zniuansowany zestaw opcji wykraczających poza dychotomię konserwacja kontra rozbiórka. Ponowne wykorzystanie pozwoliłoby na dynamiczną i ciągłą przebudowę środowiska zbudowanego, bez rozpoczynania od zera za każdym razem. Jeśli budynek jako całość nie nadaje się już do użytku, należy go traktować jako zbiór komponentów, a dopiero potem jako zbiór cząsteczek.”

1.1. Historia ponownego użycia w architekturze

Ponowne użycie w architekturze jest znane od czasów antycznych (tabela 3). Już w starożytnym Egipcie, Grecji i Rzymie praktykowano wykorzystywanie materiałów z rozbiórek do budowy nowych struktur. Wiele obiektów, np. Koloseum w Rzymie czy Akropol w Atenach, powstało częściowo z ponownie wykorzystanych elementów konstrukcyjnych. Niektóre z kamieni użytych do budowy Koloseum pochodziły z wcześniejszych budowli, takich jak świątynie i teatry, które zostały rozebrane w pobliżu lokalizacji budynku. Marmurowe bloki wykorzystane do budowy Partenonu na Akropolu częściowo pochodziły z wcześniejszej świątyni zniszczonej przez perskich najeźdźców.

Ta praktyka kontynuowana była w Średniowieczu, gdzie kamienie z ruin starożytnych budynków często były używane do wznoszenia nowych konstrukcji - podczas odbudowy katedry Notre-Dame w XIII wieku, po pożarze, wykorzystano kamienie z poprzedniej budowli, która została rozebrana. Ten sam schemat działania zastosowano podczas rekonstrukcji katedry w Reims we Francji czy odbudowy po pożarze katedry w Canterbury w Anglii. Praktyka ponownego użycia materiałów była szeroko stosowana również w czasach nowożytnych, w architekturze renesansu i baroku. Miało to zarówno praktyczne, jak i estetyczne znaczenie, umożliwiając oszczędność zasobów, kontynuację stylistyczną i ochronę dziedzictwa architektonicznego. Podczas rekonstrukcji Bazyliki św. Piotra w XVI wieku, część użytych marmurowych bloków pochodziła z ruin znajdujących się niedaleko Term Dioklecjana. Rozbudowa pałacu Pittich we Florencji w XVI wieku

czepała budulec z pobliskiego Fortezza da Basso. W klasycystycznym Paryżu podczas Rewolucji Francuskiej przeprowadzano adaptację budynków sakralnych na cele przemysłowe, wojskowe lub inne funkcje, które były bardziej zgodne z ówczesnymi potrzebami społecznymi i politycznymi. Kościół Saint-Eustache służył za magazyn i stajnie, a Klasztor Val-de-Grâce po rewolucji przekształcono w koszary wojskowe i szpital. Wraz z rozwojem przemysłu i nowymi technologiami budowlanymi, skupionymi na produkcji masowej, praktyka ponownego użycia zaczęła tracić na popularności. Wyjątek stanowiły sytuacje kryzysowe - np. odbudowa w powojennej Europie.

W doszczętnie zniszczonej w trakcie II wojny światowej Warszawie gruz będący efektem walk prowadzonych w mieście był wykorzystywany jako podstawowy budulec - używano go do niwelowania terenu (powstał tak np. znajdujący się na Mokotowie Kopiec Powstania Warszawskiego), odzyskiwano z niego cegły oraz wytwarzano nowy materiał budowlany - gruzobeton (a z niego np. pustaki). Wcześniej gruzobeton wytwarzano również w Niemczech i Związku Radzieckim (Przywara 2023). W XX wieku (tabela 4), w odpowiedzi na rosnące problemy ekologiczne i zasobowe, odnowiono zainteresowanie ponownym użyciem - tym razem jednak ze względu na świadomość ekologiczną i społeczną, a nie z drążącego budownictwo niedoboru. Architekci i badacze eksplorują metody projektowania i konstrukcji, które uwzględniają możliwość demontażu, adaptacji i ponownego użycia materiałów. Przykłady to projektowanie modułowe, wykorzystanie recyklingu i odzysku, a także adaptacja i rewitalizacja. Dążenie do zrównoważonego rozwoju i minimalizacji odpadów staje się priorytetem w dziedzinie architektury, a historia ponownego użycia materiałów stanowi fundament dla nowych innowacyjnych rozwiązań.



Ilustracja 12. Z lewej strony: Praca artysty T. Borowskiego wizualizująca 50 milionów ton gruzu, które znalazły się w Warszawie w wyniku działań II wojny światowej. Pod koniec lat 40-tych XX wieku, Warszawiacy powszechnie używali go do odbudowy miasta.

Źródło: www.tymekborowski.com



Ilustracja 13. Z prawej strony powyżej: Alfred Funkiewicz, Mężczyźni z organizacji Żydowskiej przy odgruzowywaniu terenu getta warszawskiego, 1947 rok.

Źródło: Muzeum Warszawy

Tabela 3. Źródła GOZ w architekturze: koncepcje architektoniczne i typy budownictwa korzystające z wtórnego wykorzystania oraz podejmujące temat cyklu życia i starzenia się budynków. Przykłady historyczne.

okres historyczny	lokalizacja	nazwa nurtu/ metody/ zjawiska	opis	przykłady projektów i realizacji
starożytność	Afryka	mobilne konstrukcje namiotowe	Konstrukcje o zróżnicowanej strukturze, wykonywane z materiałów niskich technologii dostępnych lokalnie, zazwyczaj pełniące podstawowe funkcje - np. mieszkalną (sypialni), ochrony przed zimnem, wykorzystywane również jako architektura służąca celom militarnym, stanowiąca element ekwipunku armii. Konstrukcje tymczasowe często z możliwością wielorazowego rozłożenia i złożenia	Namioty plemion beduińskich o konstrukcji membranowej
	Bliski Wschód i Azja			Jurty: namioty mieszkalne na planie koła budowane z naturalnych materiałów wznoszone przez azjatyckich nomadów od V w. n. e.
	Chiny			Wielokrotnie demontowane struktury pao (Koolhaas i in. 2011)
	Europa północna			Trójkątne namioty wikingów (VIII-XI w n.e.)
	Starożytny Rzym			Namioty rzymskie: obiekty stanowiące schronienie dla rzymskich Żołnierzy w castrum romanum (warownym obozie rzymskim) składające się z powłoki napinanej na system dwóch masztów wewnętrznych
	Europa	metoda spolium	Ponowne wykorzystanie starszego elementu architektonicznego (kolumny, kamiennego detalu itp.) w nowym budynku. Powszechne było stosowanie antycznych kolumn we wczesnochrześcijańskich bazylikach	Kaplica pałacowa Karola Wielkiego w Akwizgranie: kolumny pochodzące z Rawenny, Hagia Sofia w Stambule: kolumny z czerwonego porfiru z gimnazjonu portowego w Efezie oraz z Baalbek, Łuk Konstantyna w Rzymie: rzeźbione elementy pochodzą z różnych okresów historycznych, Wielki Meczet (La Mezquita) w Kordobie: wtórne wykorzystanie rzymskich kolumn do budowy arabskiego meczetu

okres historyczny	lokalizacja	nazwa nurtu/ metody/ zjawiska	opis	przykłady projektów i realizacji
starożytność	Chiny	technika wapan	Technika wapan to tradycyjny sposób odbudowy domów po częstych zniszczeniach wywołanych tajfunami. Polega na łączeniu różnych miejscowych odpadów budowlanych, takich jak cegły, kamienie, dachówki, płytki ceramiczne i gruz, za pomocą zaprawy. Ta metoda umożliwia ponowne wykorzystanie uszkodzonych i niesprawnych materiałów budowlanych do budowy nowych budynków (Koźmińska 2018)	echa chińskiej techniki wapan można doszukiwać się we współczesnych realizacjach takich jak np. Muzeum Historyczne w Ningbo (proj. W. Shu, Amateur Architecture Studio)
	Japonia	koncepcja ciągłej linii	Według koncepcji budynki są traktowane jako obiekty czasowe, które podlegają procesom starzenia się i wymagają okresowych aktualizacji. W ramach tej filozofii, wiele budowli, w szczególności świątyń shinto, przechodzi cykliczne rekonstrukcje w określonych odstępach czasu, obejmujące zarówno drobne prace konserwacyjne, malowanie czy naprawy dachu, jak i bardziej znaczące modyfikacje, a nawet demontaż i budowę od nowa. Koncepcja ciągłej linii odzwierciedla ideę ciągłych procesów natury i przewiduje elastyczność oraz możliwość dostosowania budynku do zmieniających się potrzeb i stylu życia.. Zgodnie z tą koncepcją budynek jest to "kompletny system architektoniczny, który umożliwia rozszerzanie, modyfikację, usunięcie oraz odbudowę obiektu w zależności od stylu życia" (Kikutake 1995)	Świątynia Ise, która począwszy od 690 r. n.e. jest demontowana i odbudowywana co dwie dekady

okres historyczny		lokalizacja	nazwa nurtu/ metody/ zjawiska	opis	przykłady projektów i realizacji
Średniowiecze	romanizm	Europa	wielokrotne użycie wysokiej jakości materiałów	W Średniowieczu z powodzeniem wykorzystywano materiały pochodzące ze starożytnych świątyń lub innych obiektów kamiennych przede wszystkim do budowy romańskich i gotyckich budynków sakralnych. Gotyckie świątynie często powstawały w miejscu wcześniejszych obiektów wczesnochrześcijańskich - wykorzystywano części fundamentów lub materiały, które nie uległy degradacji; czasami w kościoły wbudowywano całe istniejące budynki	Gotycka katedra w Magdeburgu: pochodzące z Włoch kolumny (użyte jako części słuzek)
	gotyk	Europa			
architektura nowożytna	XV-wieczny okres Muromachi	Japonia	kintsugi	Japońska sztuka klejenia i naprawy ceramiki złotą fugą. Metoda odnosi się przede wszystkim do przedmiotów użytkowych, jednak filozofia stojąca za kintsugi podkreśla wagę materiału i skończonego dzieła, które warto naprawiać ze względu na jego wysokie walory estetyczne, które stanowi świadectwo czasu	Miska z Muzeum Historii Ceramiki w Fukuoka z epoki Muromachi (1336-1573 n.e.)
	renesans	Europa	ponowne użycie	Popularną praktykę w renesansie i baroku stanowiło wielokrotne używanie tych samych elementów, szczególnie jeżeli były wykonane z wysokiej jakości elementów, z materiału trudnego do pozyskania lub kosztownego. Niestety takie działania czasami prowadziły do dewaloryzacji lub zniszczenia dzieł wcześniejszych epok i stylów	Pałac Farnese w Rzymie: budowa na fundamentach dawnej twierdzy stojącej w tym samym miejscu; marmur użyty wcześniej do budowy Koloseum stanowi część elewacji pałacu (Goodwin 1977), Most Rialto w Wenecji: W XV wieku, podczas budowy wykorzystano drewno z wcześniejszych konstrukcji mostowych, zapewniając trwałość i ekonomiczność projektu
	barok	Europa	ponowne użycie		Wersal we Francji: podczas rozbudowy pałacu w XVII wieku, część materiałów została pochodziła z pobliskich zamków i fortyfikacji, Kościół św. Karola Boromeusza w Wiedniu: podczas odbudowy kościoła po pożarze w XVII wieku, część

okres historyczny		lokalizacja	nazwa nurtu/ metody/ zjawiska	opis	przykłady projektów i realizacji
architektura nowożytna	barok	Europa	ponowne użycie	Popularną praktykę w renesansie i baroku stanowiło wielokrotne używanie tych samych elementów, szczególnie jeżeli były wykonane z wysokiej jakości elementów, z materiału trudnego do pozyskania lub kosztownego. Niestety, takie działania czasami prowadziły do dewaloryzacji lub zniszczenia dzieł wcześniejszych epok i stylów	materiałów została ponownie użyta, co przyczyniło się do szybszej i bardziej efektywnej odbudowy, Pałac Buckingham w Londynie: podczas rozbudowy pałacu w XVIII wieku, część materiałów została ponownie wykorzystana z pobliskiego pałacu St. James, Zamek Zwinger w Dreźnie: Podczas budowy w XVIII wieku, zastosowano ponowne wykorzystanie kamieni z wcześniejszych budynków, w tym fragmentów murów obronnych Drezna
	klasycyzm	Francja	desakralizacja kościół i świątyń (zmiana funkcji)	"Podczas rewolucji francuskiej w XVIII wieku budynki sakralne, po ich konfiskacie i sprzedaży, były adaptowane do funkcji przemysłowych i wojskowych. Te na ogół "pragmatyczne" interwencje nie mieściły się w żadnym pojęciu tego, co dziś możemy nazwać "ochroną dziedzictwa". Ich siłą napędową były zwykle względy czysto funkcjonalne i finansowe" (Plevoets, Van Cleempoel 2013)	Kościół Sainte-Geneviève w Paryżu (obecnie Panteon): po rewolucji francuskiej został przekształcony w mauzoleum dla upamiętnienia zasłużonych obywateli. Zmieniono jego funkcję z sakralnej na laicką, Kościół Saint-Joseph-des-Carmes w Paryżu: po rewolucji francuskiej został przekształcony na więzienie. Zmieniono jego wnętrze i dostosowano je do potrzeb więźniów, Klasztor Val-de-Grâce w Paryżu: został przekształcony w koszary wojskowe i szpital wojskowy po rewolucji francuskiej. Wymagało to dostosowania wnętrza budynku do nowych funkcji, Kościół Saint-Eustache w Paryżu: podczas rewolucji francuskiej został przekształcony na magazyny i stajnie. Przeprowadzono reorganizację przestrzeni w celu pomieszczenia towarów

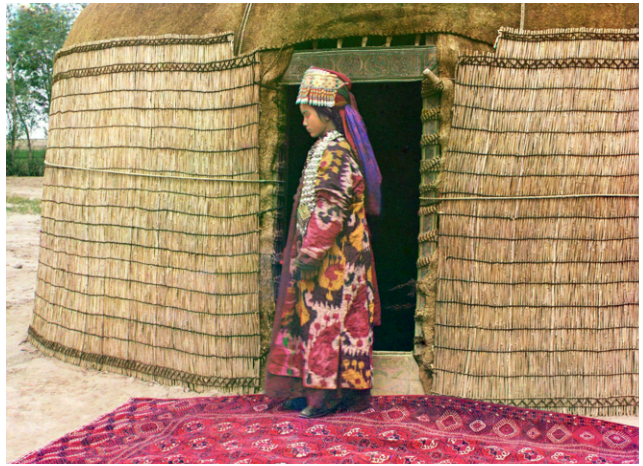
Źródło: opracowanie własne



Ilustracja 14. Z lewej strony: Przykład zastosowania spoliei w Heptapyrgionie w Salonikach w Grecji, zawierający rzymskie i bizantyjskie rzeźby umieszczone w murze.

Źródło:

commons.wikimedia.org/wiki/File:Paris_-_Eglise_Saint-Eustache_-_Vue_g%C3%A9n%C3%A9rale.jpg



Ilustracja 15. Z prawej strony: Kobieta Turkmeńska przy wejściu do jurty w Turkiestanie; zdjęcie z 1913 roku autorstwa Prokudina-Gorskiego.

Źródło:

https://en.wikipedia.org/wiki/Yurt#/media/File:Gorskii_04412u.jpg



Ilustracja 16. Z lewej strony: Łuk Konstantyna w Rzymie: rzeźbione elementy pochodzą z różnych okresów historycznych: czasów cesarzy Trajana, Hadriana, Marka Aureliusza i Konstantyna.

Źródło: commons



Ilustracja 17. Z prawej strony: Kościół Saint-Eustache w Paryżu służący jako magazyn i stajnie w czasach rewolucji francuskiej.

Źródło:

commons.wikimedia.org/wiki/File:Paris_-_Eglise_Saint-Eustache_-_Vue_g%C3%A9n%C3%A9rale.jpg

Tabela 4. Źródła GOZ w architekturze: koncepcje architektoniczne i typy budownictwa korzystające z wtórnego wykorzystania oraz podejmujące temat cyklu życia i starzenia się budynków. XX wiek.

okres historyczny	lokalizacja	nazwa nurtu/ metody/ zjawiska	opis	przykłady projektów i realizacji	istotni twórcy
lata 30. XIX w. - współcześnie	trend globalny	budownictwo modułarne i prefabrykacja	Trend pojawił się w Anglii i Stanach Zjednoczonych, m.in. w czasach kalifornijskiej Gorączki Złota czy w latach powojennych, żeby zaspokoić potrzeby mieszkaniowe. Jednym z pierwszych przykładów zastosowania metody prefabrykacji w dużej skali jest Pałac Kryształowy - dzięki wcześniejszemu przygotowaniu komponentów obiekt został wzniesiony w 2 tygodnie, a po zakończeniu wystawy rozmontowany. Stosowanie modułarnych komponentów ułatwia potencjalne ponowne użycie czy kategoryzację elementów po zakończeniu użytkowania budynku, co wpisuje się w strategię wspomagającą wdrożenie GOZ	Pałac Kryształowy wybudowany na EXPO w Londynie, Anglia, 1851, autor: Sir Joseph Paxton, Dymaxion House w Wichita, USA, autor: Buckminster Fuller; mobilny budynek mieszkalny, panele aluminiowe przeznaczone do wielokrotnego użytku (ilustracja 10)	Buckminster Fuller
od 1945	Europa	odbudowa powojenna	Powszechnym zjawiskiem podczas odbudowy powojennej (po I WŚ oraz II WŚ) w Europie, w tym w Polsce, było korzystanie z materiałów pochodzących z budynków i obiektów budowlanych zniszczonych w wyniku bombardowań lub walk. Wynikało to zarówno z braku funduszy, odpowiedniego planowania, jak i braku wykwalifikowanej kadry inżynierskiej. Zjawisko było rutynową metodą pozyskiwania materiałów, m. in. w Warszawie, Szczecinie, Gdańsku czy Wrocławiu. Na uwagę zasługuje wystawa w Muzeum Warszawy pt. Zgruzowstanie (2022) oraz książka o tym samym tytule pod redakcją A. Przywary (Przywara 2023), gdzie omówiono losy materiałów w powojennej odbudowie Warszawy	warszawska dzielnica Wola została wzniesiona na gruzach (budynki stoją na charakterystycznych nasypach) oraz częściowo z materiałów pochodzących z budynków wyburzonych w trakcie wojny antyprzykład - Pałac Kultury i Nauki - na potrzeby budowy rozebrano XIX wieczne kamienice, które przetrwały II WŚ	

okres historyczny	lokalizacja	nazwa nurtu/ metody/ zjawiska	opis	przykłady projektów i realizacji	istotni twórcy
XIX w. - współcześnie	trend globalny	adaptacja architektoniczna	<p>Koncepcja wykorzystania istniejących budynków do innych celów towarzyszy architekturze od jej początków i jest ściśle powiązana z tematyką konserwacji zabytków i rewitalizacji. Adaptacja stała się niezwykle istotna w XX w., kiedy rozległe tereny i liczne obiekty postindustrialne, stanowiące pozostałości rewolucji przemysłowej (pierwszej, drugiej i trzeciej) zatraciły swoją pierwotną funkcję; rozpoznano potrzebę rewitalizacji budynków poprzez adaptację ich pod inne funkcje. W ten sposób powstały liczne obiekty, których tradycyjna typologia nie jest powiązana z ich obecną funkcją (np. domy w budynkach przemysłowych, usługi w dawnych obiektach sakralnych). Współczesne postrzeganie adaptacji architektonicznej wyrosło na rozważaniach m. in. Francuza E.E. Viollet-le-Duc'a, który propagował rekonstrukcję (ang. restoration movement; postulat Le Duca: "Reproduire avec une exactitude mathématique" – odtworzyć z matematyczną dokładnością), J. Ruskina i W. Morrisa w Anglii, którzy propagowali konserwację (ang. conservation movement; wg Ruskina, wszelkie działania na obiektach zabytkowych powinny się skupiać na ich zabezpieczeniu przed dalszą destrukcją: „tego rodzaju roboty polegają: na zastąpieniu kruszących się kamieni nowymi wszędzie tam, gdzie jest to nieodzowne, aby konstrukcja nie runęła; na umocowaniu lub scementowaniu fragmentów rzeźb, którym zagraża odpadnięcie (...). Nigdy jednak w żadnych warunkach nie wolno stwarzać pozorów, iż rzeźba współczesna lub imitująca dawną jest oryginalnym dziełem zabytkowym”), nieco później Austriaka A. Riegla i Włocha C. Boito (Plevoets, Van Cleempoel 2013)</p>	<p>Dom i siedziba studia architektonicznego R. Bofilla, La Fabrica w Sant Just Desvern k/Barcelony, 1975, autor: Ricardo Bofill (ilustracja 11), Rewitalizacja największej kopalni węgla w Europie Zollverein, początek lat 2000., autorzy masterplanu: OMA, Prof. Henri Bava, Gasometer A, Jean Nouvel, 2001, Wiedeń, ruiny barokowego kościoła zamienione w bibliotekę - Escuelas Pías de San Fernando in Lavapiés, Madryt, J. I. Linazasoro, 2004, arena byków zaadaptowana na centrum handlowe Plaza De Toros De Las Arenas, Barcelona R. Rogers, A. Balaguel, XIX-wieczna hala zaadaptowana na centrum kreatywne Red Bull, Langarita Navarro Arquitectos, 2011, dawne zbiorniki gazu zaadaptowane na apartamentowce - Gasholders</p>	<p>Ricardo Bofill, Rem Koolhaas, Norman Foster, OMA</p>

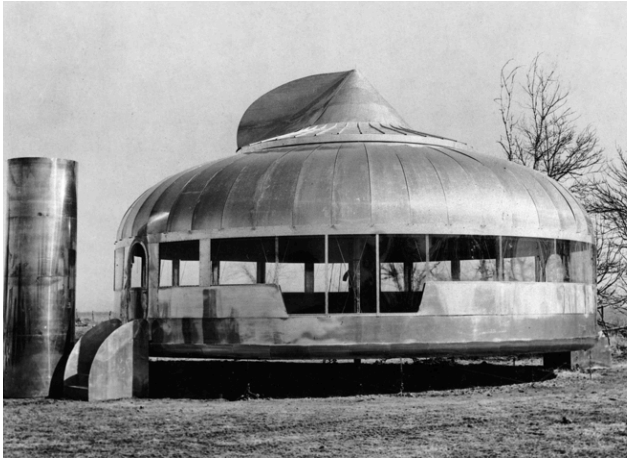
okres historyczny	lokalizacja	nazwa nurtu/ metody/ zjawiska	opis	przykłady projektów i realizacji	istotni twórcy
				London, WilkinsonEyre, 2018	
1959 - lata 70.	Japonia	Metabolizm	<p>“Szaleństwem jest myślenie, że można stworzyć wieczne budynki. Budynek jest to coś, co podlega nieustannym zmianom, od prostych napraw do całkowitych przeobrażeń układu wynikających ze zmiany stylu życia” (K. Kikutake)</p> <p>Wg metabolistów każda z funkcji budynku charakteryzowała się innym czasem użytkowania: dla usług wynosił on 5 lat, dla sklepów, biznesu i obiektów edukacyjnych - 10lat, budynków mieszkalnych - 25 lat, przestrzeni publicznej – 125 lat, obiektów kultury – 625 lat, natury –15000 lat.</p> <p>Opracowano szereg niezrealizowanych projektów urbanistycznych, których podstawowy trzon miał pozostawać nienaruszony, a układ funkcjonalno-przestrzenny mógł być modyfikowany w zależności od potrzeb użytkowników lub zgodnie z długością cyklu życia „elementów miasta” (Koźmińska, 2017; Kikutake, Marine City, 1958; Isozaki, Clusters in the Air, 1962)</p>	<p>Dom jednorodzinny w Tokio, 1962, autorzy: Kikutake, dom wielorodzinny w Tokio, 1958, autorzy: Kikutake, Move-net, Nakagin Capsule Tower 40 w Tokio, autor: Kisho Kurokawa; moduły zaprojektowano w sposób umożliwiający ich wymianę lub rearanżację</p>	<p>Kenzō Tange, Takashi Asade, Kisho Kurokawa, Kiyonori Kikutake, Noboru Kawazoe, Fumihiko Maki, Sachio (Masato) Otaka</p>
1959	Polska	Teoria Formy Otwartej	<p>Teorię zaprezentował O. Hansen podczas Międzynarodowego Kongresu Architektury Nowoczesnej CIAM w Otterlo w 1959 roku (Springer 2013). "Hansenowie proponowali radykalną zmianę sposobu myślenia o roli architekta. Miała ona polegać przede wszystkim na tworzeniu „tła dla zdarzeń”, passe partout dla codziennego życia. Architektura miała za zadanie eksponować ludzi i bogactwo ich codziennej aktywności w przestrzeni." (Stawiarski 2017). U podstaw teorii znajdowała się przemiana - funkcji i atrybutów architektury wraz ze zmianami charakteru życia jej użytkowników. Przestrzenie miały być łatwe do adaptacji. Forma Otwarta stanowiła przeciwieństwo Formy Zamkniętej - "do końca zaprojektowanym, nie pozostawiającym żadnego marginesu dla kreatywności ich użytkowników i stanowiących raczej pomnik wystawiony ich twórcom niż komfortową przestrzeń do życia" (Stawiarski 2017)</p>	<p>Koncepcja Linearnego Systemu Ciągłego, 1972, autorzy: Zofia Garlińska-Hansen, Oskar Hansen, osiedle im. J.Słowackiego w Lublinie, 1963-7, autorzy: Zofia Garlińska-Hansen, Oskar Hansen</p>	<p>Zofia Garlińska-Hansen, Oskar Hansen</p>

okres historyczny	lokalizacja	nazwa nurtu/ metody/ zjawiska	opis	przykłady projektów i realizacji	istotni twórcy
lata 60.	Anglia	Archigram	<p>“Całe środowisko miejskie może być zaprogramowane i ustrukturyzowane z przeznaczeniem na zmianę” (Cook 1972)</p> <p>Miasto w utopijnych projektach urbanistycznych Archigramu postrzegane było jako nieustannie zmieniająca się mobilna struktura, gdzie demontowalne jednostki mieszkalne i miejsca pracy miały być sytuowane w niezmiennym ramieniu zgodnie z hierarchią żywotności (ang. hierachy of obsolescence), według której najłatwiej dostępne powinny być najszybciej starzejące się i najczęściej serwisowane elementy budynku. Podobnie jak Metaboliści, Archigram proponował podział funkcji ze względu na czas użytkowania: łazienka i kuchnia projektowana powinna być na 3 lata, salon, sypialnia – 5-8 lat, usytuowanie mieszkania przewidziana na 15 lat, sklepu – 3-6 lat, a miejsc pracy – 4 lata</p>	Koncepcja Walking City, 1964, autorzy: grupa Archigram, koncepcja Plug-in-City, 1964, autorzy: grupa Archigram	Peter Cook, Warren Chalk, Ron Herron, Dennis Crompton, Michael Webb, David Greene
lata 60.	Holandia, Anglia	Teoria Open Building	<p>Zgodnie z koncepcją budynek powinien być zorganizowany hierarchicznie i podzielony na dwa poziomy: trwały szkielet (ang. „support”) i zmiennie wyposażenie (ang. „infill”). Podział ten jest podstawą kształtowania większości obiektów drewnianych i podobnie należy projektować współczesne budynki wielorodzinne, gdzie stała betonowa konstrukcja nośna wypełniania powinna być jednostkami mieszkalnymi tworzonymi przez użytkowników (Kozłowska 2018). Z manifestu Habrakena pochodzi powszechnie używane sformułowanie "fit-out" odnoszące się do elementów wyposażenia np. budynku biurowego, które jest w zakresie wykonania i dostarczenia przez najemcę budynku</p>		John Habraken
XX w. - współcześnie	trend globalny	współczesne budownictwo tymczasowe	<p>Obiekty charakteryzuje szybki montaż, sprawne funkcjonowanie, łatwy demontaż, krótki cykl życia i zmieniająca się lokalizacja. Można do nich zaliczyć pawilony wystawowe lub handlowe, instalacje artystyczne, obiekty pokazowe (np. demonstrujące rozwiązania techniczne) - wszystkie powyższe przeznaczone do wielokrotnego użytku. Budownictwo tymczasowe stanowi dobre pole do eksperymentów we wdrożeniach zasad GOZ przed ich zastosowaniem w budynkach przeznaczonych do stałego użytkowania</p>	Paper Church w Kobe, Japonia, 1995, autor: Shigeru Ban, Pawilon Japonii na EXPO w Hanowerze, Niemcy, autor: Shigeru Ban	Shigeru Ban

okres historyczny	lokalizacja	nazwa nurtu/ metody/ zjawiska	opis	przykłady projektów i realizacji	istotni twórcy
XX w. - współcześnie	trend globalny	współczesne budownictwo interwencyjne i low-tech	<p>Budownictwo interwencyjne i low-tech często przybiera spontaniczne formy, jest tworzone ad lib w wyniku braku czasu na przygotowanie projektu lub niemożności pozyskania potrzebnych materiałów. W takich sytuacjach często wykorzystywane są materiały z drugiej ręki dostępne w lokalizacji wznoszonych obiektów; obiekty są często budowane przy wykorzystaniu tradycyjnych rozwiązań technicznych (low-tech) oraz bez udziału wykwalifikowanych pracowników (projektantów, inżynierów, pracowników budowlanych).</p> <p>Należy zwrócić uwagę, że budownictwo interwencyjne to zwykle działanie oddolne, podczas gdy architektura w obliczu kryzysu społecznego i klimatycznego to działania odgórne, inicjowane np. przez miasta lub regiony</p>		Działania mają charakter oddolny, inicjatorami są często lokalni działacze społeczni
lata 70. - współcześnie	obszary dotknięte klęskami żywiołowymi lub kryzysami społecznymi	architektura w obliczu kryzysu społecznego i klimatycznego	<p>Kategorię potraktowano odrębnie od "budownictwa tymczasowego" ze względu na charakter kryzysów, na które odpowiadają zawierające się w kategorii realizacji. Obozy uchodźców powstające w wyniku kryzysu migracyjnego często mają charakter wieloletni, trwały np. obóz uchodźców ludu Sahrawi w Algierii istnieje nieprzerwanie od 1975 r.</p> <p>Architektura kryzysowa odpowiada na potrzeby mieszkaniowe pojawiające się podczas kryzysów migracyjnych z obszarów dotkniętych wojną, w wyniku zniszczeń zabudowy miejskiej przez działania wojenne lub klęski żywiołowe; współcześnie jedną z przyczyn był kryzys zdrowotny związany z pandemią, przepełnieniem szpitali, niewydolnością systemów zdrowotnych oraz koniecznością izolacji chorych</p>	Schronienia tymczasowe dla migrantów i ofiar katastrof żywiołowych, autor: Shigeru Ban (ilustracja 13 - przykład realizacji idei Bana w Chełmie w woj. Śląskim po rozpoczęciu się kryzysu związanego z migracją w wyniku agresji Rosji na Ukrainę)	Shigeru Ban

okres historyczny	lokalizacja	nazwa nurtu/ metody/ zjawiska	opis	przykłady projektów i realizacji	istotni twórcy
lata 80. - współcześnie	trend globalny	architektura kontenerowa	<p>Architekturze kontenerowej indywidualnie poświęcono dużo miejsca w literaturze, rozpoznano i opisano dziesiątki przypadków - zarówno w Polsce, jak i na świecie (Kotnik 2008; Sławik i in. 2010; Radwan 2015; Martin 2016; Sun i in. 2017); stąd przykładów budynków z kontenerów nie rozpatrywano jako studia przypadków wpisujących się w GOZ.</p> <p>Trend narodził się pod koniec lat 80-tych w powiązaniu z rosnącą popularnością environmentalizmu i projektowania w duchu zrównoważonego rozwoju. Na zainteresowanie w kontekście tematyki niniejszej pracy zasługują wywodzące się z tego nurtu współczesne przykłady i próby zakładania cyrkularnych dzielnic, które inkorporują pomysł używania kontenerów transportowych jako modularnych komponentów tworzących budynki, jak np. "De Ceuvel" w Amsterdamie czy "Circular Village" - domy studenckie zaprojektowane zgodnie z wytycznymi GOZ. Nurt zyskuje popularność w różnych skalach; jedną z najnowszych realizacji jest "Stadium 974" - tymczasowy stadion wzniesiony z kontenerów na Mistrzostwa Świata w Piłce Nożnej w Katarze w 2022 roku (obecnie w trakcie rozbiórki)</p>	<p>Mieszkania studenckie Spacebox, Utrecht, Holandia, 2003, autorzy: Mart de Jong, Architectenbureau De Vijf,</p> <p>sklep Freitag flagship store w Zurychu, Szwajcaria, 2005, autor: spillmann echsle architekten ag,</p> <p>Fawood Children's Centre, 2004, Londyn, Anglia, autorzy: Alsop Architects,</p> <p>Urban rigger, jednostki mieszkalne umieszczone na nabrzeżu wykonane z kontenerów morskich, proj. Bjarke Ingels Group (ilustracja 15)</p>	Alsop, BIG

Źródło: opracowanie własne



Ilustracja 18. Z lewej strony: Mobilny modułowy budynek mieszkalny Dymaxion House w Wichita, USA, zaprojektowany przez konstruktivistę i popularyzatora nurtu high-tec Buckminstera Fullera.

Źródło:

https://www.researchgate.net/figure/Dymaxion-House-by-Buckminster-Fuller_fig5_320405093



Ilustracja 19. Z prawej strony: La Fabrica, dom urządony w dawnej fabryce cementu, przykład adaptacji architektonicznej z funkcji przemysłowej na funkcję mieszkalną, arch. Ricardo Bofill.

Źródło: Materiały ricardobofill.com



Ilustracja 20. Z lewej strony: System Shigeru Bana zastosowany w hali byłego supermarketu w Chełmie po rozpoczęciu kryzysu migracyjnego w wyniku zaostrzenia wojny w Ukrainie w 2022.

Źródło: fot. Jerzy Łątka, Notes Na 6 Tygodni



Ilustracja 21. Z prawej strony: Urban rigger, jednostki mieszkalne umieszczone na nabrzeżu wykonane z kontenerów morskich, proj. Bjarke Ingels Group.

Źródło: materiały BIG

1.2. GOZ w architekturze w kontekście Celów Zrównoważonego Rozwoju ONZ

Implementacja zasad GOZ jest obecnie jednym z najbardziej istotnych celów strategicznych realizowanych na poziomie polityki wewnętrznej państw należących do Organizacji Narodów Zjednoczonych, do których zaliczają się państwa członkowskie Unii Europejskiej. Jest konsekwencją m. in. procesu wdrożenia Protokołu z Kioto (ONZ 1997), Protokołu z Göteborga (ONZ 1999) i jego rewizji, który w międzyczasie został rozszerzony przez Porozumienie Paryskie w sprawie zmian klimatu (ONZ, 2015a). Zakres tematyczny dysertacji jest zbieżny z celami Porozumienia Paryskiego przede wszystkim w kwestii redukcji emisji przez ograniczania transportu oraz poprawiania zdolności społeczeństwa do radzenia sobie ze skutkami zmian klimatu. Gospodarka Obiegu Zamkniętego jest także integralną częścią Celów Zrównoważonego Rozwoju Organizacji Narodów Zjednoczonych (Rodriguez-Anton i in. 2019) w ramach Agendy ONZ 2030 (ONZ, 2015b), a w szczególności:

- Celu 6: "zapewnienia wszystkim ludziom dostępu do wody i warunków sanitarnych poprzez zrównoważoną gospodarkę zasobami wodnymi" - np. poprzez małoskalowe oczyszczalnie wody, zrównoważone systemy sanitacji, oczyszczalnie ścieków, ponowne wykorzystanie wody i recykling i inne systemy pomagające zwiększyć dostęp do bezpiecznej wody pitnej, zmniejszyć zanieczyszczenia i poprawić jakość wody,
- Celu 8: "promowanie stabilnego, zrównoważonego i inkluzywnego wzrostu gospodarczego, pełnego i produktywnego zatrudnienia oraz godnej pracy dla wszystkich ludzi" - np. poprzez prowadzące do zwiększenia efektywności i wydajności wykorzystania zasobów, waloryzacji odpadów oraz tworzenia zielonych miejsc pracy
- Celu 9: "budowanie stabilnej infrastruktury, promowanie zrównoważonego uprzemysłowienia oraz wspieranie innowacyjności" - np. poprzez budowanie infrastruktury do produkcji energii odnawialnej, zarządzania obiegiem wody i gospodarką odpadami/zasobami, wsparcie dla badań i innowacji oraz zapewnienie dostępu do odpowiedniego finansowania,
- Celu 11: "uczynienie miast i osiedli ludzkich bezpiecznymi, trwałymi i sprzyjającymi włączeniu społecznemu" - np. poprzez projektowanie modułowe, na potrzeby adaptacji i dekonstrukcji,
- Celu 12: "zapewnienie wzorców zrównoważonej konsumpcji i produkcji" - rozdzielanie aktywności gospodarczej od korzystania z zasobów i związanego z nimi wpływu na środowisko i społeczeństwo,
- Celu 13: "podjęcie pilnego działania w celu przeciwdziałania zmianie klimatu i jej skutkom" - zgodnie z Circular Gap Report (Circle Economy 2019), wdrożenie praktyk gospodarki o obiegu zamkniętym może zmniejszyć emisje gazów cieplarnianych o więcej niż jedną trzecią do 2100 roku,
- Celu 15: "chronienie, przywracanie oraz promowanie zrównoważonego użytkowania ekosystemów lądowych, zrównoważonego gospodarowania lasami, zwalczanie pustynnienia, powstrzymanie i odwrócenie procesu degradacji gleby oraz powstrzymanie utraty różnorodności biologicznej" - np. poprzez przywracanie kapitału naturalnego, przyjmowanie zrównoważonych i regeneracyjnych praktyk, które promują i chronią bioróżnorodność.

1.3. GOZ w architekturze a zrównoważony rozwój Unii Europejskiej

Unia Europejska uczyniła z GOZ priorytetowy cel, zobowiązując państwa członkowskie do wdrożenia ustanowionych wytycznych i dyrektyw. Według Komisji Europejskiej gospodarka cyrkularna jest rozumiana jako gospodarka, **"w której wartość produktów, materiałów i zasobów jest utrzymywana przez jak najdłuższy czas, a wytwarzanie odpadów jest zminimalizowane"** (Komisja Europejska 2015). Nowatorskim filarem Europejskiego Zielonego Ładu jest Plan Działania na Rzecz Gospodarki o Obiegu Zamkniętym (CEAP), obejmujący 35 kroków mających na celu potrojenie wskaźnika odzyskiwania surowców do końca dekady. Plan działania UE na rzecz gospodarki cyrkularnej (tzw. pierwszy CEAP, FCEAP) (Komisja Europejska 2015) i związane z nim propozycje legislacyjne w ramach Pakietu na rzecz gospodarki cyrkularnej (CEP) ustanawiają nowe cele, które należy zrealizować do 2030 r. Jednym z nich jest wdrożenie nowej Dyrektywy ramowej w sprawie odpadów (Parlament Europejski 2018), która wyznacza podwyższone poziomy recyklingu odpadów różnych frakcji.

Działania te są częścią polityki UE, dążącej do osiągnięcia ambitnego celu przejścia do zerowej emisji dwutlenku węgla i neutralności klimatycznej do 2050 r., który został oficjalnie wprowadzony przez Europejskie Prawo o Klimacie (Parlament Europejski 2021) zatwierdzone w czerwcu 2021 r. W 2020 roku, UE przyjęła "A new Circular Economy Action Plan. For a Cleaner and More Competitive Europe" (tzw. nowy CEAP) (Komisja Europejska 2020) - element Europejskiego Zielonego Ładu (Komisja Europejska 2019) - który zakłada stworzenie "neutralnej klimatycznie, efektywnie korzystającej z zasobów i konkurencyjnej gospodarki". Działania CEAP skierowane są przede wszystkim do sektorów, w których zużywa się najwięcej zasobów oraz tych, które mają "wysoki potencjał cyrkularności". Jednym z nich jest budownictwo. Według prognoz Komisji Europejskiej, wprowadzenie zasad GOZ może wygenerować potrzebę stworzenia około 700 tysięcy nowych miejsc pracy do 2030 roku. Co więcej, ma to umożliwić przedsiębiorstwom zwiększenie rentowności i konkurencyjności poprzez zmniejszenie ryzyka związanego z wahaniami cen surowców.

Przygotowywana strategia dla Środowiska miejskiego ma na celu zapewnienie spójności w działaniach zmierzających do ugruntowania bardziej zrównoważonego charakteru budownictwa. Działającą na rzecz transformacji gospodarki z modelu linearnego na cyrkularny inicjatywą jest również Fala renowacji, której nadrzędnym celem jest przeprowadzenie skutecznych modernizacji energetycznych i materiałowych w budynkach. Program ma na celu redukcję ubóstwa energetycznego, tworzenie licznych miejsc pracy oraz przyspieszenie rozwoju technologii. Wśród kluczowych wymagań stawianych właścicielom nieruchomości znajdzie się obowiązek posiadania świadectwa charakterystyki energetycznej dla wszystkich budynków oferowanych do wynajmu lub sprzedaży. Ważność świadectwa wynosi 10 lat dla budynków klasy A, B lub C oraz 5 lat dla pozostałych. Fala Renowacji zakłada również standaryzację terminologii poprzez wprowadzenie definicji kompleksowej modernizacji, która oznacza remont, po którym budynek staje się niemal zero energetyczny (do 2030 roku) lub w pełni bezemisyjny (od 2030 roku). Ze względu na hierarchiczny charakter systemu planowania polityki rozwoju państw członkowskich UE, strategie i regulacje są transponowane i wdrażane w przepisach aktów prawnych i dokumentów niższego szczebla - krajowych, regionalnych i lokalnych (Kociuba, Wajs

2021).

1.4. Liderzy wdrażania GOZ w Europie i na Świecie



Ilustracja 22. W centrum społeczno - artystycznym w Brukseli Rotor wykorzystał odzyskane ramy okienne, z których jedna została eksperymentalnie zamontowana do góry nogami, 2020.

Źródło: domusweb.it, materiały Rotor/Rotor DC

Ogniska zwolenników wielokrotnego użycia materiałów w architekturze i budownictwie znajdują się w różnych częściach świata. Przykłady płyną z północy - od belgijskich pionierów działających na granicy aktywizmu z Rotor i Rotor DC²¹, holenderskiego Super Use²², przez Rau Architects i firmę-siostrę zajmującą się rozbiórkami i sprzedażą używanych materiałów Turntoo²³, aż do duńskiego zaangażowanego biura projektowego Lendager²⁴. Kursy dotyczące ponownego użycia i zachowania wartości materiałów prowadzi się w Arkitektuskolen Aarhus w Arhus w Danii czy na wydziale Architektury Uniwersytetu Technicznego w Delft, który w Europie może pochwalić się największą liczbą publikacji o związku sektora budowlanego z GOZ. Holandia

²¹ www.rotordc.com

²² www.superuse-studios.com

²³ www.turntoo.com

²⁴ www.lendager.com

jest uważana za jednego z liderów odgórnego wdrażania GOZ ze względu na jej zaawansowane systemy zarządzania odpadami, rozwinięte technologie recyklingu i odzysku oraz inicjatywy promujące zrównoważone korzystanie z zasobów. Istotne działania w Europie prowadzą również Szwecja, Niemcy czy Finlandia, które inwestują w zaawansowane technologie recyklingu, efektywność energetyczną i odzysk surowców. Szwajcarskie ETH Zurich Future Cities Laboratory (ETH FCL) pracuje nad teorią opisującą stosunki architektury i GOZ oraz prowadzi zajęcia dla studentów, które uwzględniają wdrażanie podstawowych zasad GOZ w budownictwie. Politechnika w Lozannie (EPFL) i Uniwersytet we Fryburgu (Universität Freiburg) finansują projekty badawcze powiązane z GOZ i Środowiskiem zbudowanym. W Bazylei działa Zirkular a w kilku krajach europejskich swoje działania rozwija cyfrowa giełda odpadów Cyrkl²⁵. Concular²⁶ to niemiecki sklep z używanymi materiałami i komponentami budowlanymi i rozbiórkowymi, a wiedeńskie studio materialnomaden²⁷ organizuje spotkania fokusowe z liderami cyrkularności w Europie - circular[x]change.

Wspierany z budżetu UE fiński projekt ReCreate skupia się na odzysku i ponownym użyciu prefabrykatów betonowych - co może być interesującą dobrą praktyką do przeniesienia na grunt Polski, gdzie znajduje się znaczna ilość wielorodzinnych budynków z wielkiej płyty. Gospodarka Obiegu Zamkniętego w budownictwie w Stanach Zjednoczonych stanowi jedno z narzędzi używanych w celu osiągnięcia zrównoważonego rozwoju, jednak jest inicjowany przede wszystkim przez prywatne przedsiębiorstwa (w tym uczelnie - np. wspomniany wcześniej Cornell University w Nowym Jorku, Massachusetts Institute of Technology w Cambridge czy Uniwersytet Harvarda w Cambridge), interesariuszy działających oddolnie w ramach NGOs lub przez miasta (np. Nowy Jork czy Austin w Teksasie). Obecnie Stany Zjednoczone nie wdrażają GOZ jako strategii na szczeblu federalnym. Przykłady amerykańskie są jednak bardzo istotne ze względu na wysoką rangę oraz ilość publikacji przygotowywanych przez amerykańskie uniwersytety. Publikacje trafiają do szerokiego grona odbiorców, są chętnie cytowane przez badaczy europejskich i azjatyckich oraz przez popularne media, co ma znaczący wpływ na podnoszenie świadomości odbiorców na całym świecie.

W podobny sposób kształtują się ruchy związane z GOZ w budownictwie i architekturze w obu Amerykach - charakteryzują je akupunkturowe (rozsiane i miejscowe) ruchy oddolne, działalność organizacji non-profit w zakresie edukacji oraz prywatna działalność firm związanych z recyklingiem odpadów budowlanych lub produkcją opartą o materiały uzyskane z rozbiórek; wdrażanie jest więc oparte o studia przypadku i popularyzację działających schematów, a nie o odgórne ustalenia polityki państw. W promowaniu zasad GOZ można zauważyć również rosnące zaangażowanie rządów i organizacji azjatyckich. Po tsunami w 2011 Japonia wdrożyła Strategię Gospodarki Obiegu Zamkniętego - W stronę społeczeństwa gospodarki obiegu zamkniętego (Circular Economy Strategy - Towards the Establishment of a Sound Material-Cycle Society), która zakłada wprowadzenie przepisów i regulacji sprzyjających gospodarce obiegu zamkniętego, promowanie innowacji technologicznych i wspieranie badań nad materiałami i procesami

²⁵ www.cyrkl.com

²⁶ www.concular.de

²⁷ www.materialnomaden.at

produkcyjnymi, wspieranie recyklingu i odzyskiwania surowców z odpadów, wzmacnianie współpracy między sektorem publicznym a sektorem prywatnym w celu tworzenia zrównoważonych modeli biznesowych oraz edukację i podnoszenie świadomości społecznej. W realizacjach architektonicznych uwypukla się również trend związany z ponownym użyciem, np. eksperymentalny dom M^ême autorstwa Kengo Kuma & Associates w Taiki w Japonii, który częściowo został wybudowany z używanych plastików, które zastąpiły tradycyjne materiały budowlane (interesujący efekt estetyczny wynikający z użycia tych materiałów widać na poniższej ilustracji). Wdrożony w 2021 Singapur Blue Plan koncentruje się na trzech kluczowych obszarach: redukcji odpadów, zwiększaniu efektywności wykorzystania zasobów oraz promowaniu innowacji. W Singapurze działają również liczne organizacje oddolne wspierające zasady GOZ np. "Circular Economy Building Alliance" (CEBA), "Better Building Materials Lab" czy "Circular Construction Lab". Zlokalizowane na całym świecie ogniska rozwoju podstaw teoretycznych oraz doskonalenia praktyk cyrkularnych jednoznacznie wskazują, że GOZ jest istotną koncepcją rozwoju w duchu zrównoważonego rozwoju, a transformacja wysoko energochłonnego i przestarzałego przemysłu budowlanego jest kluczowe do jej pełnego wdrożenia.

1.5. GOZ w architekturze w Polsce

Zgodnie z dokumentami strategicznymi - *Krajowym Programem Ochrony Środowiska do roku 2020 (z perspektywą do 2030) (Ministerstwo Środowiska 2015)*, *Strategią na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030r.) (Ministerstwo Rozwoju 2016)*, *Polityką ekologiczną państwa 2030 (Ministerstwo Środowiska 2019)²⁸*, *Krajowym planem gospodarki odpadami 2022 (Rada Ministrów 2016)* – strategia rozwoju państwa jest zorientowana na podejście zbieżne z ideą zrównoważonego rozwoju i na rozwiązywanie problemów środowiskowych związanych z kryzysem klimatycznym, zwiększającą się konkurencją o zasoby naturalne, zarządzaniem odpadami i materiałami szkodliwymi dla środowiska naturalnego.

Zasady GOZ wspierane są również przez "Program Czyste Powietrze", który wspiera termomodernizację budynków, co ma przyczynić się do zwiększenia efektywności energetycznej i ograniczenia zużycia surowców. Program obejmuje także zachęty do recyklingu i ponownego wykorzystania materiałów budowlanych - np. dotacje na termomodernizację budynków czy wymianę okien (co ma prowadzić do wydłużenia cyklu operacyjnego budynku), preferencyjne kredyty na inwestycje związane z poprawą efektywności energetycznej budynków czy wspieranie instalacji OZE. Polskie miasta deklarują kampanie sprzyjające wdrażaniu zasad GOZ, m.in. Katowice (w 2019 miasto zadeklarowało wraz z WWF Polska stworzenie planu "Katowice zamykają obieg"), Kraków, Gdańsk, Lublin (wszystkie trzy deklarują, że "wpisują GOZ w strategię rozwoju do roku 2030").

Mimo odgórnie wprowadzanych inicjatyw zarówno na poziomie zarządzania państwem,

²⁸ "Polityka ekologiczna państwa 2030" to dokument strategiczny sporządzony przez Ministerstwo Środowiska. Bezpośrednio odnosi się do kwestii nasilających się skutków zmian klimatu i w tym kontekście na orientowanie gospodarki odpadami w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym, co stanowi jedno z założeń dysertacji.

jak regionami i miastami, w dokumentach strategicznych zauważono, że “wysoka innowacyjność technologii środowiskowych poprawia konkurencyjność gospodarek oraz minimalizuje negatywny wpływ działalności człowieka na środowisko. Jednocześnie niska pozycja Polski w europejskim rankingu ekoinnowacyjności świadczy o występowaniu barier we wdrażaniu innowacji w kraju.”²⁹ Skłania to do refleksji nad egzekucją i słusnością zapisów dokumentów strategicznych, a także nad dedykacją jednostek do wprowadzania działań wpisanych w zarządzane strategię.

Zabiegi prowadzące do popularyzacji i edukacji o koncepcjach kierujących do zrównoważonego rozwoju, w tym również zawierających zasady GOZ istotne w architekturze podejmują m.in. Koło Architektury Zrównoważonej Okręgu Warszawskiego SARP (np. poprzez serię wykładów “Architektura Kryzysu Klimatycznego”), Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego (PLGBC), Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego (OSBN). Istotne oddolne jednostki działające w podobnym obszarze tematycznym to również: "Platforma Budownictwa Ekologicznego"³⁰, "Inicjatywa Zero Waste"³¹ czy "Stowarzyszenie Bioróżnorodności w Architekturze"³².

GOZ znajduje się również w obszarze zainteresowań badaczy i studentów Politechniki Śląskiej, która jest zaangażowana w międzynarodowy, finansowany przez Unię Europejską program Eureca - Pro, skupiony wokół odpowiedzialnej i zrównoważonej produkcji i konsumpcji. Kompleksowa rewitalizacja pogórnicy dzielnicy Wałbrzycha - Sobięcina, z flagową realizacją rozwiązań GOZ i budownictwa energooszczędnego to projekt przygotowany przez prof. M. Stangla (Politechnika Śląska) oraz prof. A. Drobniaka (Uniwersytet Śląski).³³ Podobne projekty urbanistyczne inkorporujące wątki GOZ to m.in. “Kompleksowa analiza dot. kierunków zagospodarowania i transformacji terenów pogórnicych na terenie Miasta Zabrze”³⁴, czy “Zielona Strefa Nauki – rekonstrukcja zielono - niebieskiej infrastruktury na Śródmiejskim odcinku doliny rzeki Rawy”³⁵, w której przy planowaniu przestrzeni publicznych nad rzeką w Katowicach zastosowano ponowne użycie i recykling.

Wdrożenia w praktyce mają miejsce przede wszystkim w najbardziej tradycyjnym zakresie mieszczącym się w GOZ, czyli w adaptacji architektonicznej czy rewitalizacji terenów przemysłowych - jedną z pionierskich jest projekt i realizacja Bolko Loftu z 2001 r. autorstwa Medusa Group. Inne realizacje pracowni wpisujące się w podstawowe założenia GOZ to m.in.

²⁹ Cytat za: “Polityka ekologiczna państwa 2030”, str. 69.

³⁰ Jest to inicjatywa mająca na celu wspieranie rozwoju budownictwa ekologicznego i zrównoważonego w Polsce. Platforma skupia różne podmioty, takie jak architekci, inżynierowie, deweloperzy i naukowcy, w celu wymiany wiedzy i doświadczeń dotyczących GOZ.

³¹ Inicjatywa społeczna, która propaguje ideę minimalizacji odpadów i wdrażanie zasad GOZ w różnych sektorach, w tym w budownictwie. Inicjatywa Zero Waste organizuje warsztaty, szkolenia i kampanie społeczne, aby zwiększać świadomość i angażować społeczność w działania na rzecz gospodarki obiegu zamkniętego.

³² Stowarzyszenie, które promuje integrację bioróżnorodności w projektach architektonicznych i urbanistycznych. Celem stowarzyszenia jest tworzenie przyjaznych dla środowiska i zrównoważonych przestrzeni miejskich poprzez wykorzystanie zasad GOZ.

³³ Autorka pracy brała udział w opracowywaniu koncepcji na potrzeby projektu w Wałbrzychu w 2018 r.

³⁴ Autorzy: M. Stangel, A. Drobniak, Ł. Gawor, 2023

³⁵ Autorki/rzy :K. Rostański, M. Stangel, E. Sierka, A. Ziemińska-Buczyńska, M. Sozańska, K. Gerlic, M. Chrapek, S. Trocer, J. Serwotka

budynek biurowy London Empire House, budynek biurowy i siedziba firmy Kanlux w Radzionkowie, inwestycja Fuzja Łódź, siedziba CD Projekt Red w Warszawie czy obecnie realizowany projekt budynku wysokościowego na miejscu dawnego biurowca Atrium.

Adaptację stosuje też szereg innych rozpoznawalnych pracowni architektonicznych, takich jak APA Wojciechowski (np. Elektrownia Powiśle), JEMS (np. Hala Koszyki), Grupa 5 (np. Monopolis) czy Bulak Projekt (np. cukrownia Żnin). Z kolei realizacje XY studio stanowią przykład zastosowania w projektowaniu ponownego użycia i recyklingu. Projektanci zajmują się również popularyzacją koncepcji GOZ poprzez wystąpienia publiczne czy artykuły w prasie specjalistycznej - każdorazowo posługując się przykładami zrealizowanych przez siebie obiektów: Publicznego Przedszkola Kido nr 6 w Aleksandrowie Łódzkim (2021) czy Domu dla bezdomnych w Jankowicach (2019). Na uwagę zasługuje też projekt powiązany z działaniami humanitarnymi, przeprowadzony przez warszawską fundację Brda o nazwie Okna. Działacze zbierali okna w Polsce (uzyskano m. in. okna z rozbiórki budynku Atrium, omawianego jako studium przypadku w rozdziale 3.3.1.) w celu ich ponownego użycia w Ukrainie.

Inicjatywa zaowocowała też projektem artystycznym przygotowanym na London Design Biennale 2023, który otrzymał nagrodę za najwybitniejszy wkład całościowy. Kuratorzy polskiego pawilonu to aktywistka Z. Jaworowska, architekt M. Sikorski i artysta P. Vladimirov. Jednym z efektów pracy fundacji jest również komercyjny projekt Budo, służący jako platforma do sprzedaży oraz wymiany używanych lub niepotrzebnych materiałów między podmiotami. Projekt, co prawda, dopiero rozpoczyna swoją działalność, ale wydaje się być bardzo obiecujący. Na początku swojej drogi jest również platforma użyj.to, która ma służyć jako giełda wymiany używanych materiałów budowlanych. Oddolne działania zw. z GOZ w Polsce w powiązaniu z architekturą zyskują na popularności - pomiędzy 2019 a 2023 r. inicjatywy (w latach powstawania dysertacji) można zauważyć wzrost ilości wydarzeń popularnonaukowych, na których dyskutuje się GOZ w środowisku zbudowanym, zwiększyła się też liczba oddolnych inicjatyw wpisanych w koncepcję.

1.6. Cykl życia budynku i jego komponentów

Konieczność podziału różnych elementów budynku pod względem ich trwałości zauważyli już w latach 60-tych XX w. japońscy metabolisci, a następnie brytyjska grupa Archigram (tabela 4). Nieco później, w latach 80-tych opracowano teorię warstw (Duffy 1989), a następnie podział ze względu na funkcję pomieszczeń (Crowther 1999). ARUP kategoryzuje ustrój budynku wraz z zagospodarowaniem terenu, nie wskazując żywotności elementów, ale wyodrębniając dobre praktyki GOZ prowadzące do wydłużenia ich fazy operacyjnej

Inne źródła również starają się określić żywotność elementów budynku oraz samych budynków - często uzyskane wyniki różnią się jednak między sobą ze względu na różne lokalizacje badań oraz odmienne warunki geograficzne i klimatyczne. Podejmowane próby wykazują zasadność podziału budynku na warstwy, biorąc pod uwagę zarówno okres jego użytkowania, jak i sposób, w jaki wykorzystywane są jego różne elementy. Kategoryzacja elementów budynku ułatwia przeprowadzanie napraw i remontów, antycypowanie przyszłych scenariuszy użycia przestrzeni i finalnie - procesu demontażu (Koźmińska 2018).

Długość cyklu życia budynku i jego komponentów jest istotną informacją na temat potencjału cyrkularnego różnych typów materiałów i wyposażenia. Należy zauważyć, że wbudowane komponenty oraz wyposażenie w chwili rozbiórki budynku zwykle nie osiągnęły jeszcze schyłku swojego cyklu życia i mogą być bez przeszkód wykorzystane ponownie. W tym kontekście wiedzą niezbędną dla projektanta jest okres trwałości, na jaki jest projektowany budynek oraz poszukiwanie strategii opóźniających jego przestarzałość.

Tabela 5. Porównanie różnych koncepcji długości cyklu życia elementów budynku i zagospodarowania terenu.

Japońscy metabolisci	Archigram	Teoria warstw	Model warstwowy S. Brandta	ARUP
lata 60. XX w.	lata 60. XX w.	lata 80. XX w.	1994	2017
podział ze względu na funkcję budynku (w latach)	podział ze względu na funkcję pomieszczeń (w latach)	podział ze względu na typ elementu (w latach)	podział ze względu na typ elementu (w latach)	podział ze względu na typ elementu (w latach)
1. usługi – 5 2. sklepy, biznesy, obiekty edukacyjne – 10 3. budynki mieszkalne – 25 4. przestrzeń publiczna – 125 5. obiekty kultury – 625 6. natura – 15000	1. łazienka i kuchnia – 3 lata 2. salon, sypialnia – 5 – 8 3. usytuowanie mieszkania – 15 4. sklep – 3 – 6 5. miejsca pracy – 4	1. Konstrukcja – 50 2. Instalacje – 15 3. wykończenia wewnętrzne – 5 – 15 4. Elementy ruchome – zmieniające się z dnia na dzień	1. Lokalizacja – wieczna 2. Konstrukcja – 30 – 300 3. Okładziny zewnętrzne – 20 4. Instalacje – 7 – 15 5. Układ przestrzenny – 3 – 30 6. Elementy ruchome – zmieniające się z dnia na dzień	1. system 2. teren 3. konstrukcja 4. powłoka zewnętrzna 5. instalacje 6. wnętrze 7. wyposażenie

Źródło: opracowanie własne

Tabela 6. Typologia budynków wg długości cyklu ich życia.

typ budynku	długość życia	przykłady budynków
budynek tymczasowy	0 - 10	Pawilon wystawowy, obiekty usługowe typu pop-up
budynek o średniej długości cyklu życia	11 - 40	Parkingi kubaturowe, małe obiekty usługowe, centra handlowe, budynki biurowe
budynek o wydłużonym cyklu życia	41 - 90	Domy jednorodzinne, budynki wielorodzinne i
budynek permanentny (stały)	90 i więcej	Budynki sakralne. domy jednorodzinne i budynki wielorodzinne

Źródło: opracowanie własne

Tabela 7. Długość cyklu życia komponentów i materiałów wbudowanych w obiekt architektoniczny.

kategoria	lp	typ materiału	przewidywany czas naprawy	przewidywany czas wymiany
system	1	lokalizacja w mieście	--	--
teren	2	działka	--	--
	3	projekt zagospodarowania terenu	--	3-30
	4	układ funkcjonalny	--	3-30
konstrukcja	5	blok betonowy	--	165
	6	fundamenty żelbetowe	--	170-175
	7	główny układ konstrukcyjny	--	30-300
	8	mur ceglany	--	92
	9	płyta żelbetowa	--	75
	10	podłoga betonowa prefabrykowana	--	82
	11	prefabrykaty - wielka płyta	--	82
	12	szkielet konstrukcyjny drewniany	--	92
	13	szkielet konstrukcyjny stalowy	--	75-100
	14	szkielet konstrukcyjny żelbetowy	--	75-100
	15	ściana kamienna lub ceglana	--	133
powłoka zewnętrzna	16	więźba dachowa drewniana	--	92
	17	dachówki kompozytowe lub betonowe	20	50
	18	elewacja	--	20
	19	membrana dachowa	10	20
	20	okładzina ceglana	25	75
	21	okna aluminiowe	--	46
	22	okna PCV	--	45
	23	pokrycie dachowe z blachy stalowej	--	30
instalacje	24	stalowe okładziny zewnętrzne	--	37
	25	kable	--	73
	26	klimatyzacja, ogrzewanie	--	18- 25
wnętrze	27	rury PCV	--	44
	28	kafle ceramiczne	10-15	40
	29	kafle winylowe	8-15	20
	30	podłoga drewniana	5-10	40
	31	podłoga z terazzo	0-15	60

kategoria	lp	typ materiału	przewidywany czas naprawy	przewidywany czas wymiany
	32	stiuk	--	133
	33	sufity podwieszane	--	25
	34	toalety, instalacje sanitarne	--	47-51
	35	tynk akrylowy	20	--
	36	wewnętrzna ściana działowa g-k	3-10	25
	37	wykładzina podłogowa	5-10	40
	wyposażenie	38	grzejniki	--
39		meble i urządzenia	--	13-18
40		windy hydrauliczne	--	37

Źródło: opracowanie własne w oparciu o "DfD: Design for Disassembly in the built environment: a guide to closed-loop design and building" (Guy, Ciarimboli 2005), "Designing for disassembly" (Crowther 1999), "Project Japan. Metabolism Talks" (Koolhaas i in. 2011)

1.7. Odpady budowlane

Powstawanie cyrkularnych inicjatyw jest możliwe w systemie, w którym obowiązuje hierarchizacja odpadów. W Polsce, w ślad za wytycznymi Unii Europejskiej, przyjęto 5 stopniową skalę: wzorowo u podstaw powinno stać zapobieganie powstawaniu odpadów, poprzez praktyki coraz bardziej szkodliwie wpływające na środowisko - od blisko neutralnego ponownego użycia, poprzez recykling, inne metody odzysku, aż do unieszkodliwienia tj. składowania lub spalania bez odzysku energii (ilustracja 23).



Ilustracja 23. Hierarchizacja odpadów.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wytycznych UE

Zgodnie z ustawą o odpadach (art. 3. ust. 1 pkt 6a) "odpady budowlane i rozbiórkowe to

odpady powstałe podczas robót budowlanych, czyli odpady powstałe w wyniku budowy, przebudowy, montażu, remontu czy rozbiórki obiektu budowlanego. Odpady budowlane i rozbiórkowe dzieli się na dwie kategorie: odpady wytwarzane w trakcie robót budowlanych przez podmioty gospodarcze (np. w trakcie budowy, dużego remontu, rozbiórki) oraz odpady wytwarzane w gospodarstwach domowych, które są zagospodarowywane w ramach systemów gminnych.” Od 1 stycznia 2023 odpady te miały być selektywnie zbierane zgodnie z podziałem na 6 kategorii: drewno, metale, szkło, tworzywa sztuczne, gips, odpady mineralne (beton, cegłę, płytki i materiały ceramiczne oraz kamienie). Ustawa nie weszła jednak w życie ze względu na inne regulacje prawne, a obowiązywanie selektywnej zbiórki zostało przesunięte na 1 stycznia 2025. Obowiązek selektywnej zbiórki odpadów budowlanych i rozbiórkowych nie będzie dotyczył gospodarstw domowych i Punktów Selektywnej Zbiórki Odpadów Komunalnej (PSZOK), oraz odpadów budowlanych i rozbiórkowych, dla których nie ma obowiązku prowadzenia ewidencji odpadów określonych w odrębnych przepisach³⁶. Nowelizacja ma na celu wprowadzenie zasad, zgodnie z którymi każdy podmiot uzyskujący decyzję administracyjną uprawniającą do prowadzenia robót budowlanych, rozbiórkowych lub innych działań o podobnym charakterze, będzie zobowiązany przedstawić dokumentację dotyczącą sposobu postępowania z wytworzonymi odpadami.

Producent odpadów budowlanych, czyli zarówno deweloper, jak i przedsiębiorstwo zajmujące się pracami remontowo-budowlanymi, powinien już na etapie generowania odpadów dokonać ich wstępnej segregacji na sześć kategorii w miejscu prowadzenia prac, na przykład przez zakup odpowiednich pojemników. W sytuacji dostarczania samodzielnie odpadów budowlanych i rozbiórkowych do PSZOK, obowiązek ich segregacji spoczywa na osobie dostarczającej odpady. PSZOK również muszą dostosować się do nowych wymogów, tworząc miejsca do segregacji nowych frakcji.

Tabela 8. Frakcje odpadów budowlanych wraz z podkategoriami obowiązujące od 2025.

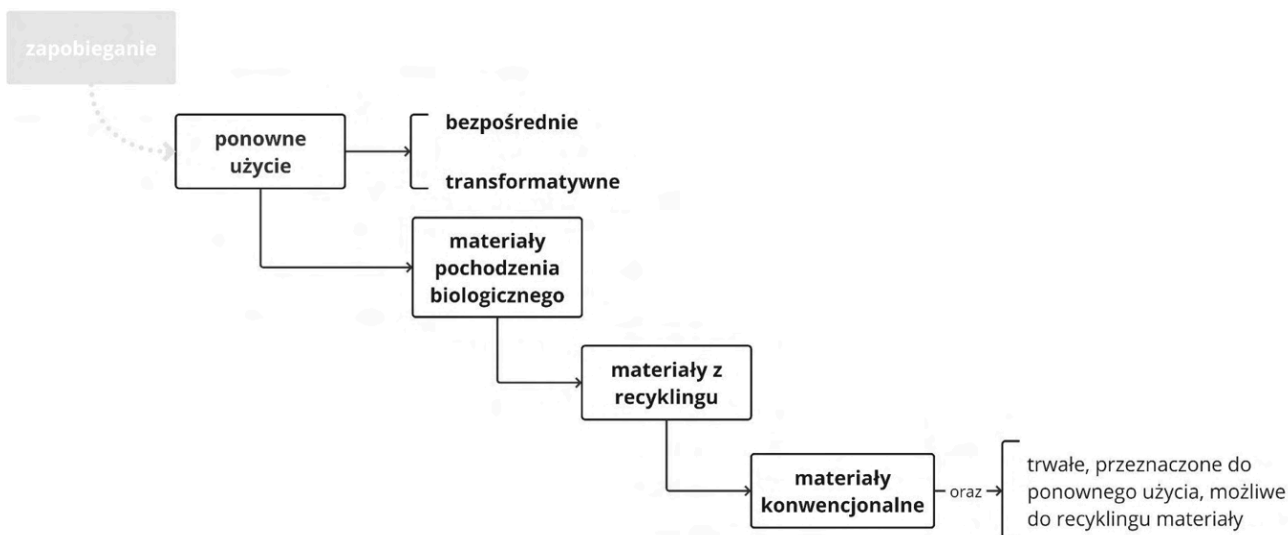
lp	frakcja odpadów budowlanych	opis szczegółowy
1	drewno	drewno, opakowania z drewna
2	metale	opakowania z metali, miedź, brąz, mosiądz, aluminium, ołów, cynk, żelazo i stal, cyna, mieszaniny metali, odpady metali zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi, kable zawierające ropę naftową, smołę i inne substancje niebezpieczne, kable (inne)
3	szkło	opakowania ze szkła, szkło
4	tworzywa sztuczne	opakowania z tworzyw sztucznych, tworzywa sztuczne
5	gips	materiały budowlane zawierające gips zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi, materiały budowlane zawierające gips (inne)

³⁶ Zgodnie z art. 66, ust. 5 ustawy o odpadach

lp	frakcja odpadów budowlanych	opis szczegółowy
6	odpady mineralne (beton, cegły, płytki i materiały ceramiczne oraz kamienie)	odpady betonu oraz gruz betonowy z rozbiórek i remontów, gruz ceglany, odpady innych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia, zmieszane lub wysegregowane odpady z betonu, gruzu ceglanoego, odpadowych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia zawierające substancje niebezpieczne, zmieszane odpady z betonu, gruzu ceglanoego, odpadowych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia inne niż wymienione w 17 01 06, odpady z remontów i przebudowy dróg, inne niewymienione odpady

Źródło: opracowanie własne na podstawie ustawy o odpadach

W kontekście hierarchizacji odpadów należy zwrócić uwagę na realną sytuację w Polsce w zakresie ich wykorzystania. “Mimo wprowadzenia pięciostopniowej hierarchii gospodarowania odpadami w prawie polskim, począwszy od zapobiegania ich powstawaniu, poprzez przygotowywanie do ponownego użycia, recykling, inne procesy odzysku, a skończywszy na unieszkodliwianiu, duża część odpadów pochodzących z działalności gospodarczej jest jednak składowana. Ilość odpadów składowanych w 2021 r. wyniosła 47 mln ton i zajmowała łączną powierzchnię 8 tys. ha. Największe powierzchnie składowania znajdują się w województwach, w których wytwarzane są największe ilości odpadów, tj. w województwie dolnośląskim, łódzkim, śląskim i świętokrzyskim. W 2021 r. zrekultywowano 2,7 ha powierzchni (0,03% spośród istniejących terenów składowania).” W porównaniu do innych państw UE, jak wspomniano we wstępie pracy, Polska znajduje się wśród państw o najwyższym współczynniku składowania odpadów. Wykorzystanie odpadów budowlanych w większości również polega na składowaniu.



Ilustracja 24. Hierarchizacja użycia materiałów budowlanych wg Superuse.

Źródło: Opracowanie własne

W nawiązaniu do hierarchizacji odpadów, biuro projektowe Superuse korzysta z pięciostopniowego drzewa hierarchii wyboru materiałów (ilustracja 16):

- zapobieganie - pozwala zaoszczędzić najwięcej emisji CO₂ i zmniejszyć wpływ na środowisko (w myśl popularnego wśród architektów żartobliwego powiedzenia, że "najbardziej ekologiczny budynek to ten, który nie powstał"),
- materiały do ponownego użycia³⁷ - wprowadzenie materiałów w kolejny cykl życia bez wykorzystania energochłonnych procesów ich przetwarzania; ponowne wykorzystanie zapobiega produkcji nowego materiału budowlanego, a transport i związane z nim emisje są zminimalizowane,
- materiały pochodzenia biologicznego i materiały odnawialne pozyskane lokalnie,
- materiały z recyklingu - głównie surowce wtórne,
- materiały konwencjonalne - jeśli żadna z powyższych opcji nie jest dostępna, wybiera się materiały budowlane konwencjonalne. Nie przynoszą one oszczędności pod względem emisji CO₂ ani wpływu na środowisko. Jeżeli ma zostać użyty, to powinien być wbudowany w taki sposób, aby umożliwić ponowne użycie lub recykling w przyszłości.

1.8. Miejskie wydobywanie i selektywna rozbiórka

Jednym ze sposobów odzysku materiałów w Gospodarce Obiegu Zamkniętego, osadzonym w hierarchizacji odpadów, jest miejska eksploatacja zasobów - zwykle znana pod angielską nazwą *urban mining* lub polskim tłumaczeniem *górnictwo miejskie* lub *miejskie wydobywanie*. Jest to proces odzyskiwania surowców, materiałów i zasobów z odpadów lub nieużywanych produktów, budynków i elementów infrastruktury znajdujących się w obszarach miejskich lub przemysłowych. Jorg Stollman postulował w eseju "Hands off: urban mining!" (Hebel i in. 2014):

"Surowce używane w sektorze budowlanym gromadziliśmy w naszych miastach przez wieki, więc są one niemal wyczerpane w miejscach ich pochodzenia. Kopalnie przyszłości znajdują się więc nie pod ziemią, lecz w środowisku zbudowanym."³⁸

Chociaż koncepcja miejskiego wydobywania wydaje się przejrzysta, w praktyce spotyka się z szeregiem problemów dla wszystkich stron potencjalnie biorących udział w procesie: od władz miejskich, poprzez projektantów, na placu rozbiórki i następnie, już podczas ponownego użycia lub recyklingu, na placu budowy czy w przetwórni zajmującej się recyklingiem. Skomplikowanie związane z indywidualnym charakterem projektu powstałego z materiałów wyekstrahowanych z zabudowań miejskich oraz samego procesu ekstrakcji - selektywnej rozbiórki wymaga wypracowania szczegółowych ram legislacyjnych oraz schematów postępowania w celu przeprowadzenia sprawnego i efektywnego kosztowo i środowiskowo procesu. Nieodzowna do

³⁷ W komentarzu do przyjętej przez siebie hierarchii, architekci wyjaśniają: "Czasami inne materiały mogą mieć mniejszy wpływ. Na przykład, gdy materiały do ponownego użycia muszą być sprowadzane z daleka, lub gdy wymagane jest wiele obróbki lub konserwacji. Zdarza się to również, gdy materiały do ponownego użycia są przestarzałe i nie przyczyniają się do efektywności energetycznej budynku (np. pojedyncze szyby)."

³⁸ang. "Since the material resources used in the building sector have been accumulated in our cities for centuries, they are more and more exhausted at their places of origin. The mines of the future are therefore not underground, they are yet to be found in our built environment" Jorg Stollmann

miejskiego wydobycia jest szczegółowa kategoryzacja, inwentaryzacja oraz ocena stanu technicznego oraz przydatności wbudowanych materiałów i komponentów. Ze względu na konieczność przeprowadzenia czynności przygotowawczych, do miejskiej eksploatacji zasobów konieczny jest interdyscyplinarny zespół, zdolny ocenić potencjał oraz ryzyka procesu.

Jorg Stollman zwraca też uwagę, że urban mining to nie jedynie poszukiwanie źródeł materiałów, ale filozofia patrzenia na miasto w sposób wieloaspektowy i z szerokiej perspektywy, dzięki której można odnaleźć wartość w zabudowaniach czy infrastrukturze miejskiej, która pierwotnie wydawała się bezwartościowa. W tym kontekście miejskie górnictwo wychodzi poza ramy adaptacji architektonicznej, ponieważ stanowi część polityki miejskiej względem środowiska zbudowanego. Stollman przytacza przykład zabudowań w Berlinie, które powstały w latach 1952 – 1968 w ramach programu odbudowy powojennej z tanich materiałów, często pozyskanych z gruzów zbombardowanego Berlina. W pierwszej dekadzie XX wieku budynki zostały uznane za bezwartościowe ze względu na niską jakość użytych materiałów, uproszczony układ funkcjonalny czy niewielką wysokość brutto w świetle kondygnacji. Sytuacja odmieniła się jednak wraz z rosnącym kryzysem na berlińskim rynku mieszkaniowym – i o ile budynki wciąż nie stanowią wartości dla deweloperów – stanowią szansę dla miasta na zapewnienie podstawowych mieszkań socjalnych. Z punktu widzenia Gospodarki Obiegu Zamkniętego, pomimo ustępstw w zakresie jakości, w interesie miasta należy maksymalnie przedłużyć fazę operacyjną zabudowań, które stanowią mieszkania dostępne dla najbardziej potrzebujących.

Bardzo pomocnym narzędziem w miejskim górnictwie są mapy cennych zasobów³⁹, czyli narzędzia graficzne i informacyjne, które ilustrują i identyfikują dostępność oraz lokalizację różnego rodzaju zasobów lub aktywów w określonym obszarze geograficznym. Te zasoby mogą być różnorodne, obejmować materiały budowlane, energię, nieużywane budynki, infrastrukturę miejską, źródła energii, surowce wtórne i inne aktywa związane z budownictwem, gospodarką odpadami czy energetyką. Mapy zasobów pomagają w identyfikacji, analizie oraz optymalizacji wykorzystania tych zasobów, wspierając projektowanie i podejmowanie zrównoważonych decyzji i działań. Mapy zasobów zostały stworzone dla różnych miast, takich jak Rotterdam, Amsterdam, Dordrecht, Utrecht czy Nowy Jork. Opracowano również ogólnodostępne mapy online dla innych regionów, takich jak Holandia - Oogstkaart⁴⁰ oraz dla krajów Beneluksu i Francji - Opalis⁴¹ (pierwotnie dla Brukseli).

³⁹ ang. harvest map

⁴⁰ www.oogstkaart.nl

⁴¹ www.opalis.eu

1.9. Odzysk materiałów, a ponowne użycie i recykling



Ilustracja 26. Wspierany przez fundusze UE program ReCreate ma na celu odzysk prefabrykowanych elementów konstrukcyjnych. Na zdjęciu proces rozbiórki
Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=OREdk6I1eqw>



Ilustracja 27. Przygotowane do ponownego użycia prefabrykaty odzyskane w wyniku selektywnej rozbiórki prowadzonej przez program ReCreate.
Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=OREdk6I1eqw>

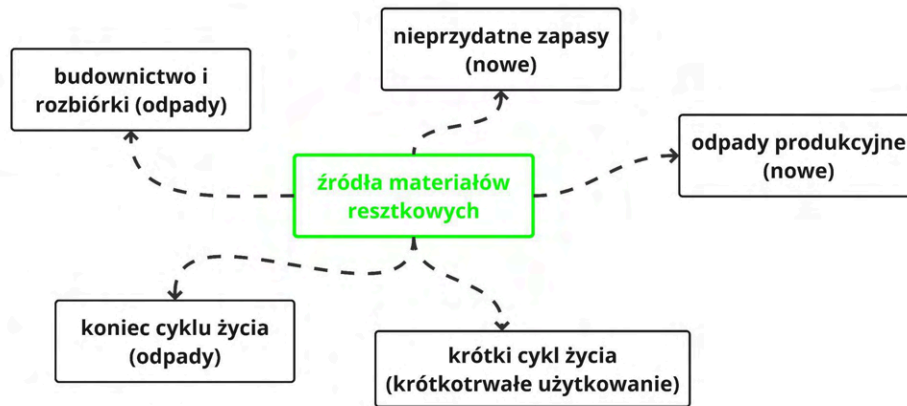
Jedną z kluczowych zasad GOZ w odniesieniu do środowiska zbudowanego, mającą swoje źródło w koncepcji Cradle to cradle jest zrównanie wartości surowców użytych do budowy oraz tych samych surowców u schyłku życia obiektu:

"W miastach przyszłości nie będzie rozróżnienia pomiędzy odpadami i zasobami."⁴²

Wydobyte z tkanki miejskiej materiały, pochodzące z budynków i infrastruktury, która nie była zaprojektowana do selektywnej rozbiórki, mogą zostać ponownie użyte lub wprowadzone do cyrkularnego obiegu poprzez recykling. Ponowne użycie to praktyka wykorzystywania przedmiotów lub produktów wielokrotnie, zamiast wyrzucania ich po jednorazowym użyciu. Budynki, produkty lub materiały są naprawiane, odnawiane lub wykorzystywane w inny sposób, aby przedłużyć ich żywotność. Przykładem może być ponowne używanie elementów wyposażenia wewnątrz czy elektroniki lub dostosowywanie produktów do innych funkcji (np. wykorzystanie skrzynek jako elementów do budowy ścian w Pawilonie Polskim na Expo 2015 w Mediolanie). Z kolei recykling to proces przetwarzania odpadów i surowców wtórnych w nowe produkty lub materiały, które mogą mieć inną funkcję niż oryginalne (np. recykling plastiku może prowadzić do produkcji nowych opakowań lub tkanin). Proces często jest zautomatyzowany i wymaga specjalnych zakładów przetwarzania oraz dedykowanych technologii. Szczególnymi przypadkami recyklingu są upcykling - kiedy uzyskany produkt końcowy to wyroby o wyższej wartości lub jakości (np. zastosowanie kontenerów do transportu morskiego jako budulca domu modułowego) - i downcycling - kiedy powstają produkty o niższej jakości lub wartości niż oryginalne surowce (np. użycie odzyskanego betonu jako kruszywa podkładowego). W tabeli 9

⁴² Mitchell Joachim, ang. „The future city would make no distinction between waste and supply.”

scharakteryzowano właściwości, procesy przetwarzania i zastosowanie materiałów budowlanych i rozbiórkowych oraz wyodrębnilo przykłady realizacji architektonicznych, w których je wykorzystano. Tabelę zorganizowano zgodnie z kategoryzacją odpadów budowlanych i rozbiórkowych przyjętą w ustawie o odpadach. Ponowne użycie przynosi zwykle więcej korzyści środowiskowych i finansowych względem recyklingu, ze względu na brak konieczności przetworzenia materiału. Bardziej skomplikowany jest jednak w tym wypadku proces oceny stanu technicznego elementów przeznaczonych do ponownego użycia.



Ilustracja 25. Źródła materiałów przeznaczonych do odzysku mogą być różne - elementy utracone w procesie projektowo - budowlanym tj. nadwyżki czy niewykorzystane zapasy również stanowią bazę materiałów do potencjalnego odzysku. Źródło: opracowanie własne

Tabela 9. Właściwości, procesy przetwarzania, potencjalne zastosowanie i przykłady realizacji z użyciem materiałów budowlanych i rozbiórkowych z recyklingu. Podział odpadów zgodnie z kategoryzacją przyjętą w ustawie o odpadach.

lp	frakcja odpadów	właściwości	potencjalne wykorzystanie	proces odzysku	przykłady zastosowania
1	drewno	w budownictwie wykorzystuje się przede wszystkim drewno pochodzące z drzew iglastych m. in. ze świerku, sosny, jodły, daglezi oraz drzew liściastych np. dębu, buka, brzozy, jaworu, jesionu, klonu, orzechu, wiązu	ponowne użycie elementów konstrukcyjnych np. słupów, belek, płyt drewnianych, więźby dachowej, paneli ściennych, posadzek, schodów, stolarki okiennej i ślusarki drzwiowej, przetworzenie na płyty drewnopochodne tj. wiórowe, płyty OSB, MDF	przetwarzanie drewna zanieczyszczonego chemicznymi środkami konserwującymi takimi jak kreozot, pentachlorofenol, rozwiązania wykorzystujące miedź i bor może powodować niebezpieczeństwo dla zdrowia (toksyczne środowisko pracy), wtórne wykorzystanie jest również utrudnione ze względu na nieoczekiwane reakcje ze środkami chemicznymi na powierzchni drewna, spalanie wymaga specjalnych warunków (Kozłowska 2018); segregacja drewna do odzysku przebiega poprzez ocenę wizualną, laboratoryjną, przy użyciu dedykowanych technik oceny pod względem zawartości szkodliwych środków konserwujących oraz zanieczyszczeń biologicznych	Villa Welpeloo w Holandii - elewację wykonano z drewna odzyskanego ze szpul kablowych, Holiday Cabin w Danii - współpraca z producentem podłóg, pozyskanie resztek poprodukcyjnych i wykorzystanie we wnętrzu
2	metale	w budownictwie wykorzystuje się głównie stal, miedź, aluminium, cynk, żelazo, żeliwo	recykling zbrojeń z elementów żelbetowych, ponowne wykorzystanie bez konieczności przetworzenia (recyklingu) elementów konstrukcyjnych: słupów, belek, okładzin elewacyjnych, pokryć dachowych, przewodów instalacyjnych, ślusarki okiennej i drzwiowej, schodów i balustrad i innych elementów wyposażenia wnętrz	przetapianie stali zbrojeniowej na nowe zbrojenia, ponowne przetapianie odpadów aluminiowych i miedzianych, ponowne wykorzystanie bez konieczności przetworzenia (recyklingu), konieczne oczyszczenia, naprawa, malowanie adaptacja elementów na inną funkcję poprzez obróbkę	odzysk zbrojeń z żelbetu jest standardowym procesem przetwarzania stali - nawet 90% stali i aluminium jest recyklowane

lp	frakcja odpadów	właściwości	potencjalne wykorzystanie	proces odzysku	przykłady zastosowania
3	szkło	szkło wykorzystuje się powszechnie w budownictwie jako element ślusarki okiennej, okładziny, elementy wykończeniowe	stłuczka szklana powstaje w wyniku recyklingu szkła poprzez proces kruszenia i topienia, używana w budownictwie drogowym, jako wypełnienie konstrukcyjne i niekonstrukcyjne, jako warstwa filtracyjna, przetworzona stłuczka to ballotini - niewielkie kulki szklane można wykorzystać jako izolację, znajduje również zastosowanie w innych gałęziach przemysłu	największą przeszkodą w recyklingu szkła jest jego zanieczyszczenie, segregacja powinna polegać na rozdzieleniu na rodzaje i kolory, w wyniku recyklingu można uzyskać produkt o takich samych właściwościach jak surowiec początkowy	Villa Welpeloo, Enschede - otwory okienne ze szkłem z odzysku, Upcycle Studios Townhouses w Danii - ponowne użycie całych ram okiennych
4	tworzywa sztuczne	materiały syntetyczne z surowców petrochemicznych, charakteryzują się łatwością kształtowania, długim cyklem życia, w budownictwie używa się przede wszystkim polichlorku winylu, poliuretanu, polistyrenu (opakowania, rury, kable, izolacje, okładziny, ramy okienne, podłogi, powłoki dachowe)	z recyklowanych tworzyw sztucznych można wytwarzać materiały o tej samej funkcji i podobnej charakterystyce, recyklat plastikowy może być wykorzystany jako filament do drukarek 3d	utrudnione przetwórstwo ze względu na zanieczyszczenia oraz złożoną strukturę kompozytów, w celu efektywnego recyklingu tworzywa sztuczne należy segregować zgodnie z ich typem i technologią przetwarzania	Villa Welpeloo, Enschede – termoizolacja z paneli polistyrenowych, okładzina ścian z jednorazowych kubków do kawy, WORM w Holandii – pojemniki z tworzyw sztucznych jako kabiny toalet (Koźmińska 2018)
5	gips	płyty gipsowe i płyty g-k to bardzo popularny materiał wykorzystywany do wznoszenia ścian działowych	wykorzystanie sproszkowanego gipsu odzyskanego w procesie recyklingu w produkcji nowych płyt (nawet do 30% domieszki recyklatu)	proces recyklingu odpadów gipsowych rozpoczyna się od usuwania zanieczyszczeń - gwoździ, wkrętów, elementów drewnianych i izolacyjnych; w przypadku płyt g-k usuwana jest także okładzina papierowa, następnie specjalistyczny sprzęt jest wykorzystywany do rozdrabniania i przesiewania surowca, który może być ponownie wykorzystywany przez producentów wyrobów gipsowych	firma Rigips prowadzi zbiórkę używanych płyt g-k, a następnie wykorzystuje odzyskany gips w produkcji nowych płyt

lp	frakcja odpadów	właściwości	potencjalne wykorzystanie	proces odzysku	przykłady zastosowania
6	odpady mineralne (beton, cegły, płytki i materiały ceramiczne oraz kamienie)	Odpady betonu oraz gruz betonowy z rozbiórek i remontów: wysokie zużycie energii podczas produkcji cementu, wysokie zużycie surowców pierwotnych	Ponowne wykorzystanie monolitycznych elementów konstrukcyjnych: prefabrykatów, bloczków, słupów, belek, fragmentów stropów, ścian i tarcz, zastąpienie kruszywa naturalnego odzyskanym surowcem, ekstrakcja gotowych komponentów o dużym gabarycie - zastąpienie 20% naturalnego kruszywa tym z odzysku nie zmienia właściwości betonu, który może być wciąż używany w celach konstrukcyjnych (Addis 2012; Cabral 2013; Tam i in. 2014; Koźmińska 2018), całkowita wymiana kruszywa na recyklowane wymaga zwiększenia wymiarów elementów konstrukcyjnych o 10% (Tam i in. 2014; Koźmińska 2018)	Konieczna ocena stanu technicznego: jakości cementu i kruszywa, relacji betonu ze zbrojeniem, wad spowodowanych warunkami atmosferycznymi, oddziałującymi czynnikami chemicznymi i biologicznymi; przeprowadzenie testów mechanicznych za pomocą specjalistycznych urządzeń (rentgen, aparatura poddźwiękowa)	Brunnerstrasse 9 w Niemczech - użycie istniejącej konstrukcji betonowej, Upcycle Studios Townhouses w Danii - wykorzystanie betonu z domieszką recyklowanego kruszywa, Plattenpalast w Niemczech - ponowne użycie prefabrykatów z wielkiej płyty
		Gruz ceglany: często używany jako zamiennik do remontów i rewitalizacji ceglanych budynków historycznych ze względu na wymagania konserwatorskie oraz charakter patyny	Ponowne wykorzystanie pojedynczych cegieł, odzysk fragmentów ścian poprzez wycięcie - przez właściwości spoin wapiennych czasami nie udaje się odzyskać pojedynczych cegieł wykorzystanie gruzu ceglanoego jako kruszywa do wytworzenia innych materiałów i elementów budowlanych, w tym również do produkcji nowych cegieł	Ułatwiony odzysk dzięki modułowemu ułożeniu elementów ceramicznych oraz nieskomplikowanym technikom murarskim, ocena jakości na podstawie analizy wizualnej oraz badanie pod kątem zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych	Resource Rows w Danii - wykorzystanie wycinków ścian ceglanych jako drugiej skóry budynku, Osiedle Zielona Ostropa w Gliwicach - ponowne wykorzystanie cegły rozbiórkowej z budynku zdemontowanym na działce do wzniesienia ścian, murków i napraw w historycznym budynku starej cegielni, inwestycja "Fuzja" w Łodzi - naprawy cegły w zabytkowych budynkach

Źródło: opracowanie własne w oparciu o "DfD: Design for Disassembly in the built environment: a guide to closed-loop design and building" (Guy, Ciarimboli 2005), "Designing for disassembly" (Crowther 1999).

1.10. Projektowanie na potrzeby dekonstrukcji

Projektowanie na potrzeby dekonstrukcji to polski odpowiednik sformułowania “design for disassembly”, który oznacza podejście projektowe mające na celu ułatwienie procesu demontażu i rozbiórki wbudowanych materiałów, aby umożliwić ich powtórne użycie lub przetworzenie. Działanie odnosi się przede wszystkim do fazy analityczno - projektowej procesu projektowo - budowlanego, podczas której interdyscyplinarny zespół projektowy może zaplanować fazę schyłku życia budynku w taki sposób, aby zachować wartość wbudowanych w niego materiałów i komponentów oraz umożliwić i jak najbardziej uprościć ich selektywną rozbiórkę. Proces projektowy obejmuje rozwijanie zespołów, komponentów, materiałów, technik budowlanych oraz systemów informacyjnych i zarządzania w celu osiągnięcia maksymalizacji wartości ekonomicznej materiałów i komponentów oraz minimalizację wpływu na środowisko poprzez ich późniejsze wykorzystanie, naprawę i recykling.

W szerszym kontekście można poszukiwać związku tej strategii z oczekiwanym w UE prawem do naprawy⁴³, które ma rozprawić się z przestarzałością - “niektóre produkty są tak zaprojektowane, że ulegają awarii po pewnym czasie lub razach użycia. W niektórych przypadkach elementy urządzeń są tak zamocowane, że nie można ich wyjąć i wymienić” (Parlament Europejski 2022). Prawo do naprawy to narzędzie przede wszystkim odnoszące się do urządzeń elektrycznych⁴⁴, ale jego zapisy poprzez pojęcie projektowania na potrzeby dekonstrukcji w przejrzysty sposób można ekstrapolować na środowisko zbudowane, a więc również na praktykę architektoniczną. Strategia nie zyskuje popularności w sektorze budowlanym ze względu na:

- brak ram prawnych i odgórnych zobowiązań względem projektantów i inwestorów,
- wydłużony czas potrzebny na demontaż i selektywną rozbiórkę (względem tradycyjnej rozbiórki) oraz niskie koszty utylizacji materiałów (Echols, Guy 2004),
- zwiększające się zużycie materiałów kompozytowych i inżynierskich, które są trudne do recyklingu w związku z ich skomplikowaną strukturą chemiczną (Guy, Ciarimboli 2005),
- wysokie koszty pracy związanej z demontażem i montażem rozwiązań rzemieślniczych i struktur modułowych - w sektorze budowlanym współcześnie pracy nie wykonują rzemieślnicy, ale przede wszystkim niewykwalifikowani pracownicy, przez co rozwiązania o podwyższonym poziomie skomplikowania nie mogą zostać wykonane w estetyczny sposób,
- charakterystykę cyklu życia budynku - koszty adaptacji, renowacji i rozbiórki często nie są ponoszone przez pierwotnego właściciela,
- “przekonanie, że włączenie elementów i systemów zaprojektowanych do demontażu, poza tymi, które są jawnie przeznaczone na krótki okres użytkowania (np. przestrzenie wystawowe, miejsca rozrywki, itp.), obniży wartość i wpłynie na estetykę lub kompromituje bezpieczeństwo użytkowania” (Guy, Ciarimboli 2005)

⁴³ Prawo do naprawy to istotny krok unijnego planu osiągnięcia gospodarki o obiegu zamkniętym do 2050 r. w ramach Europejskiego Zielonego Ładu.

⁴⁴ Urządzenia elektryczne to najszybciej rosnące źródło odpadów w UE. W 2017 r. zebrano ponad 3,5 mln ton, a tylko 40% poddano recyklingowi.

Dekonstrukcja istotnie zmienia tradycyjny proces gospodarki odpadami i jest ważną strategią mającą na celu ochronę surowców naturalnych. Zasady projektowania na potrzeby dekonstrukcji obejmują strategie i działania zestawione w tabeli poniżej.

Tabela 10. Wytyczne do projektowania na potrzeby dekonstrukcji.

lp	zasada	strategie i działania wynikające z zasady
1	Minimalizacja użytych materiałów	Konsolidowanie systemów mechanicznych, elektrycznych i hydraulicznych w jednostkach centralnych, aby zminimalizować długość przewodów i tym samym niepotrzebne skomplikowanie
2	Projektowanie dostępnych połączeń	Minimalizowanie połączeń chemicznych i spawalniczych, stosowanie połączeń na śruby, wkręty, gwoździe
		Projektowanie łatwo dostępnych metod łączenia materiałów, zwiększanie dostępności połączeń (np. unikanie warstwowych obudów)
3	Standaryzacja	Minimalizowanie liczby różnych rodzajów komponentów, aby zwiększyć ilość podobnych komponentów, które można odzyskać
		projektowanie prostych struktur i form, które umożliwiają standaryzację elementów i wymiarów
		Stosowanie struktur prefabrykowanych lub modułowych
		Używanie standardowej siatki konstrukcyjnej, aby umożliwić stosowanie standardowych rozmiarów materiałów, które można odzyskać
4	Świadomy wybór materiałów	Minimalizowanie różnych rodzajów materiałów, co redukuje złożoność i liczbę występujących typów połączeń
		Unikaj materiałów kompozytowych
		Unikaj toksycznych i niebezpiecznych materiałów, które zwiększają potencjalne negatywne wpływy na zdrowie ludzi i środowisko, a także potencjalne koszty obsługi w przyszłości, ryzyko odpowiedzialności i trudności techniczne.
		Używaj materiałów monolitycznych
		Używanie materiałów o wysokiej jakości, które promują rynki odzyskiwania materiałów
5	Ułatwienie demontażu	Oddzielenie konstrukcję od obudowy, aby zwiększyć adaptacyjność i rozdzielenie demontażu nienoszącego obciążenia od demontażu konstrukcyjnego
		Oddzielenie materiałów niepodlegających recyklingowi, ponownemu wykorzystaniu i utylizacji, takich jak systemy mechaniczne, elektryczne i instalacje sanitarne, od materiałów przeznaczonych do odzysku
		Projektowanie mające na uwadze praktyki demontażu związane z bezpieczeństwem i higieną pracy, oraz optymalizacją wydajności na placu rozbiórki
		Umożliwienie równoczesnego demontażu, aby skrócić czas przebywania na miejscu podczas procesu demontażu.
		Używanie lekkich materiałów i komponentów, które są łatwiej obsługiwane przez pracę ludzką lub mniejszy sprzęt.

lp	zasada	strategie i działania wynikające z zasady
		Zapewnienie odpowiedniej przestrzeni, aby umożliwić demontaż i zminimalizować konieczność stosowania metod destrukcyjnych, które wpłyną na sąsiednie komponenty
6	Umożliwienie adaptacji funkcji	Projektowanie fundamenty tak, aby umożliwiały potencjalną pionową rozbudowę budynku zamiast jego rozbiórki.
		Projektowanie połączenia i złącza tak, aby wytrzymały wielokrotne montaże i demontaże, umożliwiając adaptację i ponowne wykorzystanie złączy
7	Wykonanie szczegółowej dokumentacji	Wykonanie szczegółowej dokumentacji materiałów i metod demontażu
		Zapewnienie standardową i stałą identyfikację chemiczną materiałów
8	Zapewnienie możliwości wymiany	Unikanie wtórnych wykończeń materiałów, które mogą zakrywać połączenia i materiały, co utrudnia odnalezienie punktów połączenia
		Wymienność odnosi się do zdolności do zastępowania jednego elementu lub komponentu innym o podobnych właściwościach lub funkcjach bez konieczności wprowadzania większych zmian w systemie czy procesie
		Zapewnienie części zamiennych i miejsca na ich przechowywanie, aby ułatwić dostosowanie i ponowne wykorzystanie całego komponentu, gdy uszkodzona jest tylko jego część

Źródło: opracowanie własne na podstawie "DfD: Design for Disassembly in the built environment: a guide to closed-loop design and building" (Guy, Ciarimboli 2005), "Designing for disassembly" (Crowther 1999) (Rios i in. 2015).

Znaczna część strategii odnosi się do rozwiązań technicznych, których wybór implikuje na cały ustrój, co może dawać wrażenie odwrócenia cyklu projektowego od rozwiązywania detali do koncepcji. Wczesne fazy analityczne i projektowe powinny być jednak przeprowadzone ze szczegółową wiedzą o przewidywanych rozwiązaniach technicznych, jeśli projektant planuje uwzględnić strategię projektowania na potrzeby dekonstrukcji. Proces projektowy uwzględniający projektowanie na potrzeby dekonstrukcji powinien uwzględniać kilka kluczowych kroków:

1. Wyjaśnienie zespołowi projektowemu roli projektowania na potrzeby dekonstrukcji i omówienie ich wspólnego działania,
2. Analiza kosztów cyklu życia budynku, uwzględniając przewidywany okres użytkowania i budżet,
3. Uwzględnienie ograniczeń terenu, funkcji budynku i procesu budowlanego w ustaleniu celów projektu,
4. Skoncentrowanie się na systemach mechanicznych i konstrukcyjnych, aby zastąpić aktywne rozwiązania pasywnymi i stworzyć dostępne i demontowalne połączenia,
5. Wybór konkretnych elementów do odzysku materiałów i rozważenie kosztów i korzyści z ich ponownego wykorzystania,
6. Uwzględnienie aspektów estetycznych i komunikacja z klientem i wykonawcami,

7. Wykorzystanie technologii BIM do modelowania procesu,
8. Szczegółowa dokumentacja i opracowanie planu dekonstrukcji,
9. Zaangażowanie całego interdyscyplinarnego zespołu projektowego od inicjalnych faz projektowych,
10. Wykonanie, utrzymywanie i aktualizowanie dokumentacji powykonawczej na potrzeby konserwacji i dekonstrukcji.

Tabela 11. Popularne rodzaje połączeń oraz ich wady i zalety w kontekście projektowania na potrzeby dekonstrukcji.

lp	rodzaj połączenia	zalety	wady
1	śruby	Szybkość usunięcia, szybkość aplikacji	Ograniczone możliwości ponownego wykorzystania zarówno otworu, jak i śruby, koszty
2	wkręty	Silnie wiążący, wielorazowy	Może się zaklinować i być przez to trudny do usunięcia, koszty
3	gwoździe	Bardzo szybka aplikacja do wykonania przez niewykwalifikowanych pracowników, niewielkie koszty	Trudne do usunięcia, usuwanie zazwyczaj niszczy kluczową część elementu - jego końce
4	połączenia oporowe	Utrzymuje element konstrukcyjny w nienaruszonym stanie podczas montażu i demontażu	Montaż lub demontaż wymaga wykwalifikowanych pracowników, którzy znają schemat działania połączenia, może być strukturalnie słabszy niż pozostałe połączenia
5	zaprawy	Łatwość aplikacji, elementy łączone mogą być wykonane mniej dokładnie	Nie może być ponownie wykorzystana lub recyklingowana, często używa się zaprawa wiążących zbyt silnie, co powoduje uszkodzenie związanych elementów podczas rozbiórki
6	kleje	Silnie wiążą, są wydajne, radzą sobie z trudnymi połączeniami o różnych wytrzymałościach	Związane warstwy są bardzo trudne lub niemożliwe do rozdzielania, przez co nie mogą być łatwo przetworzone lub ponownie wykorzystane, sam klej również nie nadaje się do ponownego wykorzystania lub recyklingu
7	nity	Szybki w aplikacji	Trudny do usunięcia bez zniszczenia znacznej części nitowanego elementu

Źródło: tłumaczenie i opracowanie własne na podstawie "DfD: Design for Disassembly in the built environment: a guide to closed-loop design and building" (Guy, Ciarimboli 2005), "Designing for disassembly" (Crowther 2009)

Tabela 12. Popularne typy konstrukcji oraz ich wady i zalety w kontekście projektowania na potrzeby dekonstrukcji.

lp	typ konstrukcji	zalety	wady
1	technologia murowana	Modułowość, łatwość aplikacji, nadające się do ponownego użycia pod warunkiem zastosowania odpowiedniego typu zaprawy, monolityczna ściana może zostać poddana recyklingowi, ponowne użycie nie musi implikować na wyraz estetyczny przegrody z używanej cegły	Cegły powinny być wiązane zaprawą o minimalnej wytrzymałości w celu umożliwienia ich odzysku, co wiąże się z osłabieniem wytrzymałości całej przegrody, układ konstrukcyjny oparty na ścianach murowanych wymaga większej ilości ścian nośnych względem układu wspartego żelbetem
2	konstrukcja lekka szkieletowa	Łatwa do demontażu na części, które można ponownie wykorzystać, może być prefabrykowana, szybka aplikacja	Trudna do demontażu, chyba że rama jest dokładnie zaprojektowana z odpowiednimi połączeniami, wycięcia, otwory i łączenie żywicami mogą ograniczać możliwości ponownego wykorzystania, w zależności od rozmiaru i typu może być demontowana ręcznie lub mechanicznie
3	system panelowy	Panelowe elementy konstrukcyjne są wytwarzane w fabryce, co pozwala na uzyskanie precyzyjnych wymiarów i jakości, co jest trudniejsze do osiągnięcia na placu budowy, wszystkie elementy konstrukcyjne mogą być wykonane w konstrukcyjnym systemie panelowym, co minimalizuje ilość odpadów generowanych na placu budowy,	Materiały w systemie panelowym są ze sobą związane i trudno je oddzielić, co może stanowić problem podczas próby ich demontażu i ponownego wykorzystania, konieczność stosowania wzmocnień ścian poprzecznych (bracing) może ograniczać możliwości konfiguracji wnętrza budynku, ponieważ te wzmocnienia mają wpływ na układ przestrzenny
4	konstrukcja słupowo - belkowa	Obudowa budynku jest odseparowana od konstrukcji, więc podlegają odrębnej wymianie i użyciu, pozwala na standaryzację wymiarów elementów konstrukcyjnych oraz stosowanie jednorodnych materiałów, co może ułatwiać produkcję i budowę. Wybór konstrukcji słupowo-belkowej może prowadzić do zmniejszenia masy konstrukcji poprzez ograniczenie liczby skomplikowanych elementów na rzecz prostszych, liniowych komponentów	Mniejsza ilość większych elementów wymaga mechanicznej dekonstrukcji, mniejsza wielofunkcyjność jest możliwa, na przykład łączenie konstrukcji z wykończeniem itp.

Źródło: tłumaczenie i opracowanie własne na podstawie "DfD: Design for Disassembly in the built environment: a guide to closed-loop design and building" (Guy, Ciarimboli 2005), "Designing for disassembly" (Crowther 2009) Major Structure Systems Related to Deconstruction (Morgan, Stevenson 2005)

Projektowanie na potrzeby dekonstrukcji oznacza często projektowanie wszystkich komponentów budynku, które pozostają po jego rozbiórce - pośrednio projektuje się więc odpady budowlane i rozbiórkowe, które przez cały cykl życia budynku mają zachować swoją wartość.

„Przez wiele lat projektowaliśmy miasta tak, aby wytwarzały odpady.

Nadszedł czas, abyśmy zaczęli projektować odpady,

które będą materiałem do ich regeneracji (...).

Pierwszym krokiem, który musimy podjąć, jest redukcja -

- co oznacza masowe zaprzestanie projektowania starzejących się produktów.

Następnie potrzebujemy radykalnego planu ponownego wykorzystania.”⁴⁵

Korzyści wynikające z projektowania na potrzeby dekonstrukcji to :

- Optymalizacja wykorzystania zasobów i redukcja odpadów już na etapie projektowania budynku oraz przez cały okres jego użytkowania,
- Spełnianie wymagań rynku dotyczących budynków elastycznych i łatwych do przekształcenia, zwłaszcza w przypadku obiektów spekulacyjnych, które często podlegają zmianom wewnętrznej przestrzeni,
- Dostosowanie budynku do potrzeb jego właściciela lub użytkownika, umożliwiając przyszłe zmiany, zarówno w postaci adaptacji, jak i rozbudowy lub redukcji,
- Utrzymanie wartości nieruchomości, co jest szczególnie istotne dla przyszłych właścicieli, którzy mogą chcieć wprowadzić zmiany lub usunąć części budynku. To przekłada się na niższe koszty adaptacji i demontażu dla przyszłych właścicieli,
- Ułatwienie konserwacji i naprawy komponentów i zespołów, a także możliwość wprowadzenia systemów leasingu i zwrotu produktów,
- Redukcja toksyczności w wyborze materiałów, poprzez uwzględnienie możliwości ich ponownego wykorzystania i recyklingu, co z kolei ogranicza ryzyko narażenia pracowników i mieszkańców na negatywne skutki zdrowotne i środowiskowe wynikające z materiałów budowlanych,
- Ograniczenie potencjalnej przyszłej odpowiedzialności i kosztów związanych z utylizacją odpadów oraz obciążeniem społeczności, w której znajduje się budynek,
- Zapewnienie przyszłej ekonomicznej opłacalności zarządzania materiałami pochodzącymi z użytkowania, adaptacji i demontażu budynków w kontekście wzrostu kosztów pracy, sprzętu i paliwa,
- Zachowanie zamkniętej energii zainwestowanej w materiały budowlane oraz ułatwienie zastępowania odzyskanych materiałów surowcami wtórnymi, co przyczynia się do ograniczenia wykorzystania nowych zasobów,

⁴⁵ ang. “For hundreds of years we designed cities to generate waste. Now it is the time that we begin to design waste to regenerate our cities (...). The first step we must take is reduction – meaning a massive discontinuation of objects designed for obsolescence. Then we need a radical reuse plan.” Joachim Mitchell

- Zwiększenie opłacalności branży dekonstrukcji w Stanach Zjednoczonych poprzez potencjalne skrócenie czasu i zapotrzebowania na pracę, które obecnie stanowią główne przeszkody w procesie rozbiórki i odzyskiwania materiałów z budynków,
- Umożliwienie właścicielom budynków komercyjnych skorzystania z korzyści podatkowych poprzez segregację komponentów budynku, co pozwala na klasyfikację jako mienia osobistego, o znacznie krótszym okresie amortyzacji niż jako nieruchomości.

1.11. Potencjalne korzyści

Potencjalne korzyści z wdrażania GOZ obejmują szerokie spektrum efektów. Bardzo istotne w kontekście przemysłu budowlanego jest optymalne wykorzystanie zasobów. GOZ promuje efektywne wykorzystanie zasobów poprzez minimalizację odpadów i maksymalne wykorzystanie istniejących materiałów. Poprzez odzyskiwanie, ponowne wykorzystanie i recykling materiałów budowlanych można zredukować zapotrzebowanie na nowe surowce, co prowadzi do oszczędności energii i zmniejszenia negatywnego wpływu na środowisko. Równie ważna jest redukcja odpadów. Praktyki GOZ pozwalają na zmniejszenie ilości generowanych odpadów budowlanych poprzez zapobieganie ich powstawaniu (działania prewencyjne) i promowanie selektywnej rozbiórki oraz odzysku. To bezpośrednio prowadzi do zmniejszenia obciążenia lokalnych składowisk odpadów. Projektowanie budynków zgodnie z zasadami GOZ może prowadzić do zwiększenia efektywności energetycznej. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, poprawa izolacji termicznej, optymalne wykorzystanie naturalnego światła i wprowadzenie energooszczędnych rozwiązań mogą przyczynić się do zmniejszenia zużycia energii i emisji gazów cieplarnianych. Ponadto korzyści obejmują innowacje i nowe możliwości projektowe: GOZ w budownictwie i architekturze wymaga innowacyjnego podejścia do projektowania i wykorzystania materiałów. Otwiera to nowe możliwości twórczego projektowania, wykorzystywania nietypowych materiałów i eksperymentowania z adaptacyjnymi rozwiązaniami. W rezultacie powstają nowe koncepcje i modele biznesowe. Stosowanie GOZ z definicji ma przynosić korzyści w trzech kluczowych aspektach, w tym również na wszystkich etapach procesu budowlanego oraz podczas wszystkich faz cyklu Życia budynku, co opisano w tabeli 1.

Tabela 13. Korzyści i szanse dla architektury i urbanistyki płynące z wdrażania gospodarki obiegu zamkniętego.

lp.	faza	potencjalne szanse i korzyści
1	planowanie	Planowanie zwartej zabudowy miejskiej - gęstej, mieszanej pod względem funkcji i zorientowanej na transport publiczny. Planowanie lokalnych obiegów materiałowych. Zwiększenie samowystarczalności. Zwiększenie integracji między interesariuszami w łańcuchu wartości budownictwa
2	projektowanie	Projektowanie na potrzeby adaptacji funkcji, elastyczny rzut. Projektowanie na potrzeby demontażu i rozbiórki. Projektowanie na potrzeby zachowania wysokiej wartości użytych materiałów i komponentów. Wykorzystywanie procesów projektowych opartych na współpracy. Wykorzystywanie współpracy, cyfryzacji i optymalizacji opartych na BIM. Integracja wyboru materiałów w proces projektowania. Czerpanie

lp.	faza	potencjalne szanse i korzyści
		inspiracji z natury – integracja zasad biomimikry i naśladowanie schematów naturalnych
3	produkcja	Strategiczne pozyskiwanie materiałów, wzmacnianie lokalnego Źródłowego zaopatrzenia w materiały i komponenty. Budowanie przy użyciu technik efektywnego wykorzystania zasobów. Budowanie "budynków jako banków materiałów" (BAMB, inaczej: "składów materiałów"). Ułatwianie selektywnej rozbiórki. Ułatwianie miejskiej gospodarki surowcami wtórnymi. Ułatwianie wspólnego i lokalnego wytwarzania, produkcji opartej na współpracy
4	budowa	Usprawnienie montażu ze względu na wysoką szczegółowość projektu. Usprawnienie logistyki transportu materiałów Źródłowanych lokalnie (brak konieczności transportu z daleka)
5	faza operacyjna	Uzyskiwanie dostępu do przestrzeni mieszkalnej za pomocą schematów współdzielenia użytkowania. Uzyskiwanie dostępu do przestrzeni komercyjnej za pomocą schematów współdzielenia użytkowania. Zwiększanie efektywnego wykorzystania przestrzeni. - Wykorzystywanie inteligentnych rozwiązań w celu wzmocnienia schematów współdzielenia użytkowania
6	ewaluacja	Wykorzystywanie inteligentnej technologii do efektywnego zarządzania budynkami. Wykorzystywanie modeli produktu jako usługi do wyposażania budynków. Wprowadzanie baz danych materiałowych - "paszportów materiałowych". Adaptowanie budynków do alternatywnych zastosowań (adaptacyjne ponowne wykorzystanie). Remontowanie budynków w celu ich efektywnego funkcjonowania. Zwiększanie integracji między interesariuszami w budownictwie
7	schyłek życia	Ocena i krytyczna analiza zastosowanych rozwiązań w celu ich ulepszenia. Powrót do planowania (w celu adaptacji, rewitalizacji)

Źródło: badania własne w oparciu o wytyczne z Raportu fundacji Ellen MacArthur (Ellen MacArthur Foundation 2021)

1.12. Zagrożenia i ograniczenia

Wdrażanie GOZ w sektorze budownictwa i architektury napotyka szereg zagrożeń i ograniczeń, które mogą utrudnić jego realizację. Jednym z najistotniejszych zagrożeń jest utrudniony pomiar wpływu podejmowanych strategii na środowisko. Pomiar i ocena ekologicznego wpływu działań związanych z GOZ może być skomplikowana ze względu na różnorodność czynników i zmiennych, które należy uwzględnić. Niezbędne są rozbudowane systemy monitorowania i ewaluacji, które umożliwią precyzyjne określenie efektów działań w kierunku osiągnięcia zamkniętego obiegu materiałów. Kolejnym ograniczeniem jest skomplikowanie finansowe. Wdrożenie GOZ w budownictwie może wymagać inwestycji początkowych, które mogą być obciążeniem dla niektórych podmiotów. Wzrost kosztów związanych z uzyskaniem materiałów z rozbiórki oraz potrzeba dostosowania procesów projektowych i konstrukcyjnych mogą stanowić wyzwanie dla budżetów projektów. Antycypowane korzyści (również finansowe) są długofalowe i dalekosiężne, co zniechęca potencjalnych interesariuszy i inwestorów. Dodatkowym zagrożeniem jest skomplikowanie pod

względem prawnym, szczególnie w obszarze upcyklingu i recyklingu materiałów in situ. Brak jednolitej regulacji prawnej dotyczącej przepływu materiałów w GOZ może utrudniać ich efektywne wykorzystanie i przekształcenie. Innym istotnym ograniczeniem jest problem z mierzalnością stopnia cyrkularności. Konieczne jest opracowanie wskaźników, miar i metryk umożliwiających obiektywną ocenę stopnia implementacji GOZ w projektach architektonicznych i urbanistycznych. Wypracowanie spójnych standardów i narzędzi pomiaru będzie kluczowe dla skutecznego monitorowania postępów w kierunku osiągnięcia zamkniętego obiegu materiałów. Konieczne jest prowadzenie dalszych badań i opracowanie strategii, które pomogą przezwyciężyć ograniczenia. Wymaga to współpracy różnych interesariuszy, takich jak architekci, projektanci, producenci materiałów, inwestorzy oraz instytucje rządowe. Konieczne jest opracowanie kompleksowych i spójnych ram prawnych, które będą wspierać i regulować działania związane z Gospodarką Obiegu Zamkniętego. Bardzo istotne jest również wspieranie badań naukowych i innowacji technologicznych w obszarze recyklingu, odzysku i materiałów z odnawialnych Źródeł.

1.13. Krytyka idei

Koncepcja GOZ jest szeroko krytykowana za brak jednoznacznych ram znaczeniowych pojęcia GOZ dla architektury, a pomimo licznych realizacji wpisujących się w nurt ciężko mówić o celowości i kompletności wdrażanych rozwiązań; zasady są wprowadzane wybiórczo i chaotycznie, a czasami mają nawet znamiona greenwashingu⁴⁶. Deweloperzy i agencje reklamowe często posługują się hasłem GOZ jak reklamą i hasłem obiecującym zrównoważone podejście do budownictwa, co w większości przypadków nie ma przełożenia na rzeczywistość. Koncepcją posłużyli się np. organizatorzy Mistrzostw Świata w Piłce Nożnej w Katarze w 2022 roku (2022 FIFA World Cup), na które z kontenerów morskich zbudowano stadion Ras Abu Aboud, jednocześnie informując publicznie, że to przejaw wdrożenia GOZ - podczas gdy w rzeczywistości projekt oraz proces budowy nie miały zrównoważonego charakteru (warto chociażby wspomnieć, że ten otwarty stadion był klimatyzowany).

Idea jest więc podatna na zniekształcenia ze względu na jej medialny charakter. (Naude, Badenhorst 2011) nawet określa to jako "teoretyczne marzenie [a nie] możliwa do wdrożenia rzeczywistość", a (Engelman 2013) pisze, że: "żyjemy dzisiaj w epoce "sustainababble", gwarnym zatrzęsieniu użyć słowa zrównoważony, które oznacza wszystko od lepszego dla środowiska, po modne". Moncaster i Pomponi zwracają uwagę na utrudniony pomiar wpływu podejmowanych strategii na środowisko w przypadku zastosowania GOZ w architekturze. Wskazują, że brakuje kompleksowych narzędzi i metryk, które umożliwiłyby dokładne i porównywalne oceny wpływu zastosowanych rozwiązań na środowisko. Autorzy wskazują na skomplikowanie finansowe związane z wprowadzaniem GOZ w architekturze. Zauważają, że koszty uzyskania materiałów z rozbiórki i recyklingu mogą być wyższe niż koszty używania nowych materiałów, co może stanowić barierę dla szerokiego wdrażania GOZ w branży budowlanej, gdzie konkurencyjność cenowa jest istotnym czynnikiem (Pomponi, Moncaster 2017).

⁴⁶ Tzw. "zielona ściema" - zjawisko polegające na wywoływaniu u klientów poszukujących ekologicznych produktów wrażenia, że przedsiębiorstwo je wytwarzające działa w zgodzie z naturą i ekologią.

Niektórzy krytycy uważają, że w praktyce jest trudno osiągnąć rzetelną cyrkularność obiegu w sektorze budownictwa ze względu na złożoność procesów, różnorodność materiałów i trudności technologiczne związane z odzyskiem i recyklingiem. Może to skutkować wybiórczym i niepełnym zastosowaniem zasad GOZ. Funkcjonuje również pogląd, że skoncentrowanie się na odzysku materiałów i recyklingu może nie uwzględniać wystarczająco aspektów związanych z efektywnością energetyczną i emisjami CO₂ i szkodliwych substancji. W niektórych przypadkach transport, demontaż i przetwarzanie materiałów mogą generować duże zużycie energii i emisje, które mogą przeważać nad oszczędnościami wynikającymi z recyklingu. Wprowadzenie zasad GOZ w pełnym zakresie może wymagać znacznych inwestycji w infrastrukturę, technologie i systemy zarządzania odpadami. Niektóre materiały i procesy mogą być technologicznie i ekonomicznie nieodpowiednie do recyklingu lub odzysku, co utrudnia osiągnięcie zamierzonego celu. Niemniej istotna jest krytyka związana z kwestiami higienicznymi i zdrowotnymi. Istnieje obawa, że niektóre materiały odzyskiwane lub recyklingowane mogą być narażone na zanieczyszczenia, co może stanowić zagrożenie dla zdrowia i środowiska.

1.14. Wnioski

GOZ jest obecnie istotnym celem strategicznym na poziomie polityki wewnętrznej państw członkowskich ONZ oraz UE. Wdrażanie zasad GOZ jest motywowane potrzebą ochrony środowiska, redukcją emisji i efektywnym wykorzystaniem zasobów. Koncept ma potencjał znacząco zmienić sposób projektowania architektonicznego i urbanistycznego, jednak jest ideą podatną na zniekształcenia ze względu na szerokie ramy znaczeniowe, niedopowiedzenia w zakresie faktycznego oddziaływania zasad cyrkularnych na środowisko zbudowane i przemysł budowlany oraz potencjalne wykorzystanie zasad koncepcji w celu greenwashingu. Przełamanie tych barier wymaga determinacji, współpracy i długofalowej strategii, która uwzględnia wszystkie aspekty zrównoważonego rozwoju i innowacyjnego podejścia ze strony różnych interesariuszy, w tym inicjatyw odgórnych i oddolnych.

Istotne zagadnienia teoretyczne wspierające kwestie projektowe to cykl życia budynku (podrozdział 1.5) i jego komponentów oraz hierarchizacja i kategoryzacja odpadów budowlanych i rozbiórkowych (podrozdział 1.6). Z punktu widzenia praktyki architektonicznej, bardzo ważnymi działaniami strategicznymi są miejskie wydobywanie i selektywna rozbiórka (podrozdział 1.7), odzysk materiałów, ponowne użycie, recykling (podrozdział 1.8) oraz projektowanie na potrzeby dekonstrukcji (podrozdział 1.9).

Ilustracja 28. Third Wave Kiosk autorstwa Tony Hobba Architects.
Niewielki budynek wykonano z dawnego falochronu.
Źródło: P. Ruau, materiały Tony Hobba architects



Rozdział 2: GOZ w praktyce architektonicznej i urbanistycznej

GOZ w środowisku zbudowanym może być wdrażany poprzez działania oddolne lub odgórne, a implementacja może mieć zróżnicowany stopień - od interwencyjnego, jedynie sygnalizującego zasady GOZ, aż do całościowego, uwzględniającego standardy cyrkularne od fazy projektu, poprzez proces budowy, aż do schyłku życia budynku. Często stopień zaawansowania GOZ w realizacji architektonicznej jest trudny do określenia bez szczegółowej analizy obiektu, m.in. ze względu na to, że bardzo istotny jest czynnik czasu - zaplanowane strategie dotyczące np. materiałów przygotowanych do ponownego użycia nie wpływają na wygląd zewnętrzny czy plan budynku obserwowanego w teraźniejszości, ale stanowią bank materiałowy, który zostanie wykorzystany dopiero u schyłku życia budynku. Stosuje się różne narzędzia, które są pomocne w charakteryzowaniu GOZ w projektach i w studiach przypadku m.in. Life Cycle Assessment (LCA, ocena cyklu życia)⁴⁷, Circular Building Assessment (CBA, ocena budynku cyrkularnego)⁴⁸, Urban Metabolism Analysis (UMA, analiza miejskiego metabolizmu)⁴⁹, Zero Waste Index (index braku odpadów)⁵⁰, Design Structure Matrix (projektowa maczyca struktury)⁵¹ czy wspomniane wcześniej mapy zbiorów. Interesujące podejście do kategoryzacji zastosowań GOZ uwzględnia główne zasady idei zgodnie ze schematem ReSolve opracowanym przez Fundację Ellen MacArthur w odniesieniu do składowych środowiska zbudowanego uporządkowanych wg skali trwałości (Tabela 14).

System jest warstwą o najdłuższym potencjalnym okresie użytkowania i obejmuje struktury i usługi, które ułatwiają ogólne funkcjonowanie w kontekście urbanistycznym, takie jak drogi, koleje, systemy dostarczania energii elektrycznej, wody i odprowadzania ścieków, telekomunikacja, parki, szkoły, infrastruktura cyfrowa, itp. Teren to ustalone położenie budynku, czyli miejsce, na którym się znajduje. Powłoka zewnętrzna obejmuje elewację i zewnętrzne części wykończenia budynku np. pokrycie dachowe. Konstrukcja to struktura budynku, która obejmuje fundamenty i elementy nośne. Składa się z komponentów konstrukcyjnych, które utrzymują budynek w pionie i zapewniają mu stabilność. Instalacje to infrastruktura techniczna w budynku, która obejmuje sieci przewodowe, systemy elektryczne, systemy grzewcze, chłodnicze, wentylacyjne i sanitarno - higieniczne, które dostarczają niezbędne zasoby, takie jak woda, energia elektryczna, ciepło, chłodzenie i odprowadzanie ścieków. Wnętrze budynku obejmuje wykończenie wewnętrzne, takie jak ściany i podłogi, których cykl życia jest wydłużony względem elementów wyposażenia wewnątrz.

⁴⁷ Narzędzie do analizy wpływu budynków na środowisko na różnych etapach ich cyklu życia. Może pomóc w ocenie zużycia surowców, energii i emisji CO₂ związanych z budynkiem.

⁴⁸ Narzędzie stworzone przez Ellen MacArthur Foundation, które pomaga ocenić i mierzyć cyrkularność w budynkach. CBA analizuje różne aspekty, takie jak projektowanie, materiały, zużycie energii, i końcowy okres życia budynku.

⁴⁹ Narzędzie do szacowania i śledzenia przepływów materiałów, energii, żywności itp., pokazujące ich geograficzną lokalizację w kontekście składowania, użytkowania i produkcji. UMA jest skalowalne i może być używane na różnych poziomach, od budynków po kraje, umożliwiając projektowanie przyszłych połączeń między podmiotami.

⁵⁰ Narzędzie do oceny systemów gospodarowania odpadami w planowaniu zamkniętych jednostek urbanistycznych. Oparty na 56 kluczowych wskaźnikach uwzględniających aspekty geo-administracyjne, społeczno-kulturowe, ekonomiczne, środowiskowe, organizacyjne i polityczne.

⁵¹ Narzędzie diagnostyczne, mające na celu wizualizację i mapowanie elementów budynku oraz ich wzajemnych relacji, ma za zadanie ustalenie optymalnych strategii ich grupowania i podziału na różne warstwy. To narzędzie umożliwia także ocenę elastyczności i zdolności do dostosowania budynku do przyszłych zmian.

W tej przestrzeni ludzie pracują, mieszkają, spotykają się i korzystają z różnych funkcji. Wyposażenie to pozostałe elementy takie jak meble, oświetlenie, sprzęt komputerowy, elementy dekoracyjne itp. Rzeczy te wypełniają wnętrze budynku i są odpowiedzialne za zapewnienie funkcjonalności, komfortu użytkowników i estetyki

Tabela 14. Klasyfikacja składowych środowiska zbudowanego w odniesieniu do zasady ReSolve.

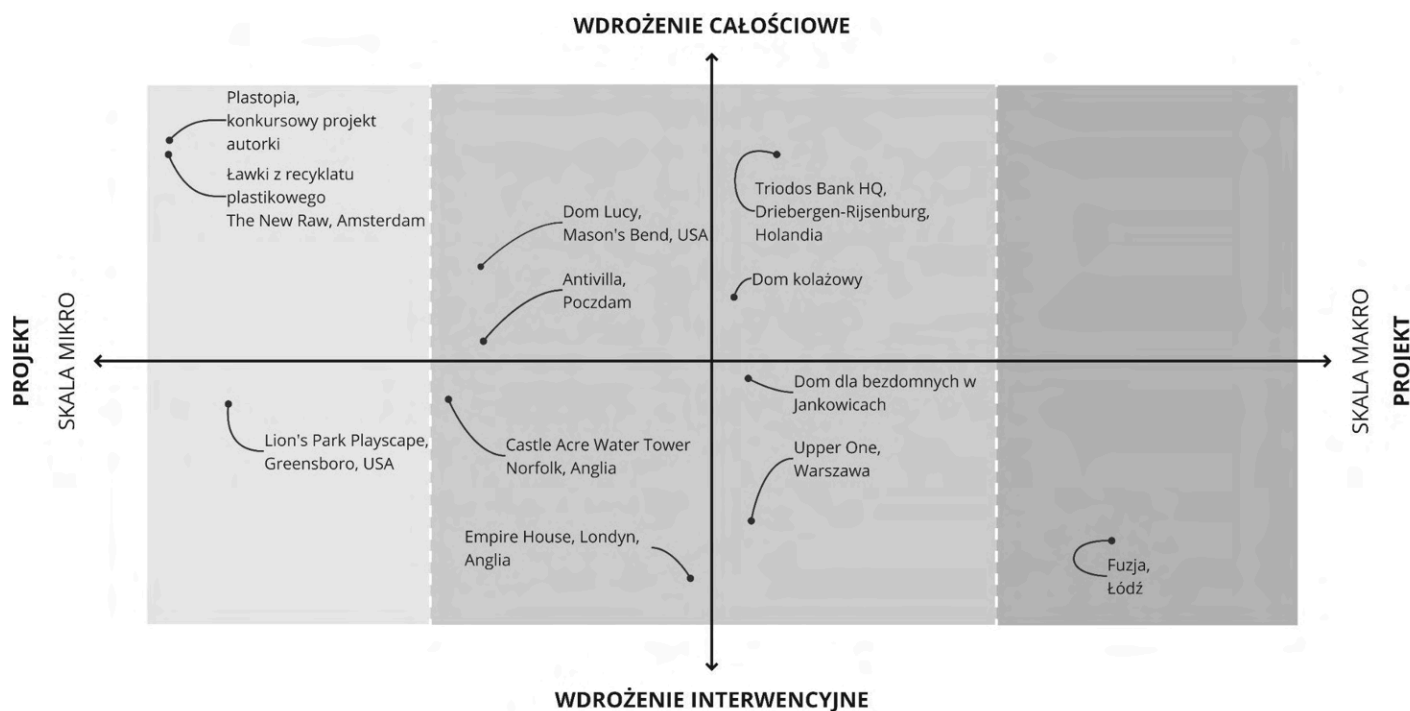
-	regeneracja	współdzielenie	optymalizacja	zapętlenie	wirtualizacja	wymiana
system	Pozyskiwanie i ponowne wykorzystanie zasobów biologicznych poprzez beztlenową fermentację w celu dostarczenia energii odnawialnej do sieci elektrycznej	Sprzedaż energii wytworzonej przez OZE z powrotem do sieci elektrycznej	Optymalizacja połączeń transportowych między istniejącymi składowymi infrastrukturą miejskiej, integracja systemów o niskiej emisji węgla, projektowanie strategii eliminujących marnotrawstwo	Odnawialne źródła energii i cyrkulacyjne przepływy zasobów (energii, wody, odpadów itp.), dostosowanie użytkowania w czasie, np. z komercyjnego na mieszkalne	Wirtualne przechowywanie za pomocą systemów chmurowych, inteligentne technologie w celu poprawy integracji systemów ⁵²	Zintegrowane podejście do projektowania cyrkularnego miasta uwzględniające samowystarczalność opartą na lokalnej produkcji (np. Regen Villages)
teren	Usunięcie zanieczyszczeń oraz regeneracja terenów przemysłowych w celu odnowy i opieki nad biosferą	Platformy internetowe umożliwiające współdzielenie przestrzeni np. The Collective, otwarte platformy danych do udostępniania projektów np. WikiHouse	Wykorzystanie lokalnych, odnawialnych źródeł energii i rozproszonych sieci	Modernizacja i ponowne wykorzystanie istniejących budynków i zasobów do różnych celów	Udostępnianie projektów na otwartej licencji w ogólnodostępnych bazach danych i na ogólnodostępnych platformach internetowych np. WikiHouse	Budowa przy użyciu alternatywnych, zrównoważonych i niskoemisyjnych materiałów
konstrukcja	Rozwiązania projektowe oparte na naturze, niskoemisyjne materiały, stosowanie zasad biomimikry	Ponowne użycie materiałów konstrukcyjnych budynków, np. odzyskanych belek drewnianych lub stalowych	Projektowanie na potrzeby wydłużonego cyklu operacyjnego produktów oraz na potrzeby adaptacji pod inną funkcję	Projektowanie na potrzeby dekonstrukcji, remont i rewitalizacja budynków pod zróżnicowane funkcje	Internet rzeczy (IoT), technologia informacyjno-komunikacyjna (ICT) oraz BIM służą monitorowaniu wydajności, ułatwianiu konserwacji i napraw	Wykorzystanie materiałów odnawialnych (np. drewno, bio-kompozyty), recyklingowanych, o niskim śladzie węglowym (np. beton niskoemisyjny), lokalnych i o wysokiej trwałości, które wymagają mniej częstych napraw i wymian

⁵² Wykorzystując technologie inteligentne, takie jak Internet rzeczy (IoT), czujniki, systemy zarządzania budynkami, automatyzację, można poprawić integrację różnych systemów w budynkach i infrastrukturze. Inteligentne systemy umożliwiają optymalizację zużycia energii, zarządzanie zasobami, monitorowanie warunków środowiskowych, dostosowanie oświetlenia i klimatyzacji do potrzeb, a także zapewnienie wydajnego funkcjonowania i komfortu dla użytkowników.

-	regeneracja	współdzielenie	optymalizacja	zapętlenie	wirtualizacja	wymiana
powłoka zewnętrzną	Integracja zielonych ścian i powierzchni - zwiększenie filtracji powietrza, absorpcji CO ₂ , poprawa termoregulacji, redukcja efektu wyspy ciepła	Współdzielenie lub wspólne wykorzystywanie zasobów, sprzętu i personelu, projektowanie z myślą o rozbiórze	Długoterminowe wypożyczenie fasady, zwrot do regeneracji lub remontu po zakończeniu cyklu życia	Prefabrykacja i projektowanie modułowe	BIM do monitorowania wydajności budynku i określenia potrzeby potencjalnej naprawy	Stosowanie zielonych fasad, integracja zieleni na elewacji
instalacje	Recykling biologicznych składników odżywczych i biogazu	Ponowne użycie komponentów wchodzących w skład instalacji branżowych, np. hvac (przewodów wentylacyjnych) czy elektrycznej (np. opraw oświetleniowych)	Wypożyczenie opraw oświetleniowych, światła na czujki w celu optymalizacji wykorzystania zasobów	Otwarte licencje na projekty i standardy operacyjne, zbieranie deszczówki, recykling szarej wody, zakładanie magazynów energii	Inteligentne czujniki - zdalne zarządzanie, diagnozowanie, naprawa i utrzymanie budynków oraz infrastruktury	Zmiana na usługi względem zakupu, np. leasing opraw oświetleniowych
wnętrze	Użycie biodegradowalnych i biokompostowalnych materiałów	Maksymalizacja wykorzystania przestrzeni np. HeadBox	Maksymalizacja użycia światła dziennego i możliwości naturalnego przewietrzania	Przywracanie, odnawianie i regenerowanie produktów do stanu pierwotnego (lub zbliżonego), w celu ponownego użycia	Wideo konferencje i spotkania wirtualne	Rozwiązania oparte o naturalne oświetlenie i naturalne przewietrzanie
wyposażenie						

Źródło: tłumaczenie i opracowanie własne na podstawie "The Circular Economy in the Built Environment" (Zimmann i in. 2016)

Przyjęta w tabeli 14 systematyka ułatwia kompleksowe sprawdzenie poziomu zaawansowania wdrożenia GOZ w budynku, jednak nie odnosi się do istotnych w praktyce projektowej skali urbanistycznej (regionu, miasta czy dzielnicy), jak również skali małej architektury (produktu, komponentu). Przebadane studia przypadków usystematyzowano więc względem skali projektu, w którym wykonano wdrożenie, a poprzez zastosowanie schematów badawczych odnoszących się do tabeli 14 i odrębnych dla skal projektu (mikro, mezo i makro) określono poziom zaawansowania wdrożenia GOZ w projekcie (od wdrożenia interwencyjnego do całościowego). Szczegółowe kryteria doboru studiów przypadku opisano w podrozdziałach dotyczących realizacji w skali makro, mezo i mikro.



Ilustracja 29. Matryca rozpoznania skal badanych studiów przypadków.

Źródło: opracowanie własne

2.1. GOZ w skali makro: miasto i region

Wdrożenia Gospodarki Obiegu Zamkniętego w skali makro, czyli dotyczące dzielnic, całych miast czy nawet regionów, mają charakter skoordynowanych działań obejmujących różne dziedziny i gałęzie przemysłu. W Unii Europejskiej takie wdrożenia mają przede wszystkim charakter odgórny, wynikający z konieczności realizacji strategii zrównoważonego rozwoju. Strategie cyrkularne są implementowane na różnych poziomach zarządzania - od polityki europejskiej, poprzez państwową i lokalną, do polityk miejskich.

Transformację obiegu w niektórych jednostkach urbanistycznych wspierają instytucje pozarządowe i non-profit, które zajmują się edukacją zarówno prawodawców, jak i potencjalnych beneficjentów strategii. Wiele miast na świecie przyjmuje i wdraża programy mające prowadzić do transformacji gospodarki liniowej w cyrkularną (tabela 15). Podejmowane działania mają zróżnicowane motywacje (zrównoważony rozwój, mitygacja zmian klimatycznych, rewitalizacja itp.) i tylko niektóre z nich uwzględniają wątki związane ze środowiskiem zbudowanym i architekturą. Z punktu widzenia praktyki projektowej skala miejska jest szczególnie istotna, bo oddziałuje na każdą z mniejszych skal; prawodawstwo na szczeblu miejskim, np. miejskie plany zagospodarowania przestrzennego (MPZP) czy studium kierunków zagospodarowania przestrzennego (SKZP) zobowiązują projektantów do przyjmowania określonych rozwiązań w zakresie projektowania urbanistycznego dzielnic, osiedli czy projektowania architektonicznego pojedynczych obiektów. Jednocześnie podejmowane strategie miejskie dają miastom dużą swobodę do kształtowania wewnętrznego, miejskiego reżimu społeczno - gospodarczego, który często jest bardziej innowacyjny niż polityka państwa w tym samym zakresie. Istotne dla

praktyków są więc rekomendacje dla miast prowadzące do odgórnego wdrażania GOZ w środowisku zbudowanym, które stanowią wniosek niniejszego badania.

Tabela 15. Miasta, które opracowały i/lub przyjęły do realizacji strategie cyrkularne.

nr	miasto	państwo	nazwa strategii
1	Albergaria-a-Velha	Portugalia	Municipal Sustainability Strategy for the Municipality of Ibergaria-a-Velha, Institutional Pact for the Valorization of the Circular Economy in the Centro Region
2	Amsterdam	Holandia	Amsterdam Circular Strategy 2020-2025
3	Auckland	USA	bd
4	Austin	USA	bd
5	Belo Horizonte	Brazylia	bd
6	Bergen	Norwegia	Green Strategy Bergen
7	Braga	Portugalia	Municipal Strategy for Adaptation to Climate Change
8	Bruksela	Belgia	Brussels Regional Programme for Circular Economy
9	Budapeszt	Węgry	Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP) and the Mid-term Urban Development Strategy
10	Cape Town	RPA	bd
11	Eskilstuna	Szwecja	Waste Action Plan and Climate Plan
12	Espoo	Finlandia	Espoo Story, Sustainable Espoo
13	Florencja	Włochy	Firenze Circular City plan
14	Freiburg im Breisgau	Niemcy	59 sustainability goals for Freiburg
15	Gandawa	Belgia	Climate Action Plan 220-2025
16	Glasgow	Szkocja	Circular Economy Route Map for Glasgow 2020
17	Grenoble	Francja	Master Plan 2020-2030 for repair and reuse
18	Guelph	Kanada	bd
19	Guimaraes	Portugalia	G4CE - Guimarães for Circular Economy
20	Haarlem	Holandia	Haarlem Circulair 2040
21	Helsinki	Finlandia	Roadmap for Circular and Sharing Economy
22	Hoje-Taastrup	Dania	Hoje-Taastrup development strategy, Climate plan
23	Kopenhaga	Dania	Circular Copenhagen Resource and Waste Management Plan 2018 - 2024, Climate Plan
24	Lappeenranta	Finlandia	Circular Economy Road Map
25	Leuven	Belgia	Platform Leuven Circular
26	Lille (obszar metropolitalny)	Francja	Circular Economy Strategy, Blueprint on Household Waste, Climate and Energy Action Plan
27	Lublana	Słowenia	bd
28	Londyn	Anglia	The London Plan Guidance Circular Economy Statements
29	Malmo	Szwecja	Malmo Environmental Programme
30	Maribor	Słowenia	Circular Economy Strategy
31	Mechelen	Belgia	Action plan on Circular Economy and Citizen Involvement in Mechelen
32	Mediolan	Włochy	Milan Circular Economy Strategy within the Resilience Strategy
33	Murcia	Hiszpania	Circular Economy Strategy

34	Nowy Jork	USA	bd
35	Oslo	Norwegia	Climate Strategy, Strategy for Futur Consumption, Action Plan for Reduced Plastic Pollution of the Oslo Fjord
36	Oulu	Finlandia	Circular Economy Roadmap
37	Paryż (Est Ensemble Grand Paris)	Francja	Circular Economy Plan
38	Peterborough	Anglia	The Circular Peterborough
39	Porto	Portugalia	Roadmap to a circular city
40	Praga	Republika Czeska	Circular Prague 2020, Prague Climate Plan 2030
41	Prato	Włochy	Prato Circular City
42	Roskilde	Dania	Property Strategy
43	San Fransisco	USA	bd
44	Sao Paulo	Brazylia	bd
45	Sewilla	Hiszpania	Towards a Circular Economy for the City of Seville
46	Shenzen	Chiny	bd
47	Singapur	Singapur	Green Plan, Zero Waste Masterplan
48	Tampere	Finlandia	Climate Neutral Tampere 2030 Roadmap, Action Plan on Circular Economy
49	Tirana	Albania	General Local Plan Tirana 2030
50	Toronto	Kanada	bd
51	Turku	Finlandia	Circular Turku Roadmap
52	Umea	Szwecja	Strategic Environmental Plan
53	Venlo	Holandia	bd
54	Wiltz	Luksemburg	Commitment charter for the circular economy

Źródło: opracowanie własne

2.1.2. Studia przypadków

2.1.2.1. Metodologia

Niniejsze badanie identyfikuje i opisuje różne strategiczne podejścia do wprowadzania zasad GOZ w środowisku zbudowanym miast. Ze względu na specyfikę każdego badanego miasta, zastosowano metodę porównawczą (Yin 2009). Jest ona przydatna do analizy składników planowania strategicznego, ponieważ skutecznie pozwala na ich badanie w różnych kontekstach, co prowadzi do szczegółowego zrozumienia popularnych problemów miejskich i ich rozwiązań (Farthing 2015). Metoda ta została już wcześniej skutecznie wykorzystana w badaniach dotyczących GOZ. Studia przypadków zostały wybrane przy użyciu metody celowego doboru (Frankfort-Nachmias, Leon-Guerrero 2016), która jest typowo stosowana w badaniach pilotażowych i porównawczych (Ranta i in. 2018; Bolger, Doyon 2019; Hartley i in. 2020). W ramach tego badania zidentyfikowano 4 kryteria wyboru przypadków:

- (1) Otrzymanie Europejskiej Nagrody Zielonego Miasta (EGCA - European Green City Award),

- (2) Podpisanie Deklaracji Miast Cyrkularnych (CCD - Circular City Declaration) (Zarówno EGCA, jak i CCD są inicjatywami, które mają swoje Źródło w przepisach i celach określonych przez Komisję Europejską w swoich dokumentach strategicznych),
- (3) Członkostwo w Unii Europejskiej,
- (4) Funkcja stolicy.

Wybrano dwa miasta - pierwsze pochodzące z tzw. "starej Unii Europejskiej" - Kopenhaga, Dania, a drugie z "nowej Unii Europejskiej" - Lublana, Słowenia. Taki wybór zwiększa wartość porównawczą badania dzięki możliwości wykazania związku między czasem od przystąpienia do UE, a stopniem wdrożenia GOZ, co jest istotne w przypadku potencjalnej replikacji rozwiązań w Polsce. Odpowiedni wybór potwierdzony jest faktem, że Lublana i Kopenhaga są jedynymi dwoma stolicami UE, które zostały zaproszone przez Fundację Ellen MacArthur do wstąpienia do sieci Circular Cities. Dane Źródłowe badania są ogólnie dostępne i pochodzą z wielopoziomowych dokumentów strategicznego planowania, które opisują adaptację zasad GOZ wybranych krajów. Analizowane dokumenty obejmują strategie na poziomie krajowym (Duńska strategia zrównoważonego rozwoju 2014; Duńska strategia gospodarki o obiegu zamkniętym 2018; Słoweńska Strategia Rozwoju Przestrzennego 2050; Słoweńska Strategia Rozwoju 2030; Mapa drogowa do gospodarki o obiegu zamkniętym w Słowenii 2018)(Duńska Rada Ministrów 2014, 2018; Słoweńskie Zgromadzenie Narodowe 2017, 2021; Godina i in. 2019), strategie na poziomie regionalnym (Regionalna strategia wzrostu i rozwoju - Wielka Kopenhaga)(Miasto Kopenhaga 2020) i strategii na poziomie lokalnym (Plan adaptacji do zmian klimatu Kopenhagi / Kopenhaga neutralna pod względem emisji CO₂ do 2025 roku (Miasto Kopenhaga 2011); Kopenhaga Cykliczna - Plan Zasobów i Odpadów 2024 (RAP24), (Miasto Kopenhaga 2019); Program działań środowiskowych dla Miasta Lublana 2014-2020, (Miasto Lublana 2014a); Strategia rozwoju działań związanych z gospodarką odpadami w Mieście Lublana 2014-2035, (Miasto Lublana 2014b). Przeważająca część tych strategii opiera się na najważniejszych zasadach UE i ONZ dotyczących zrównoważonego rozwoju, które stanowią odpowiedź na potrzebę łagodzenia zmian klimatycznych. Dostępne publicznie dane (głównie Źródła online) zostały zebrane między lutym a kwietniem 2021 r. Aby dokładnie przeanalizować transformację na rzecz GOZ, w maju 2021 r. przeprowadzono badanie ankietowe, wysyłając je elektronicznie do jednostek samorządowych odpowiedzialnych za koordynację strategii związanych z GOZ. Ankieta była podzielona na 3 części:

1. Ramy przejścia do GOZ - pytania dotyczące dokumentów strategicznych, podmiotów zarządzających wdrażaniem strategii oraz podmiotów wykonujących działania strategiczne,
2. Beneficjenci strategii przejścia do GOZ - pytania dotyczące grup beneficjentów strategii oraz zbierania i udostępniania danych związanych z GOZ przez miasto,
3. Wydajność strategii przejścia do GOZ - pytania dotyczące metod badania wydajności zastosowanych strategii, wskaźników używanych do pomiaru stopnia transformacji w środowisku zbudowanym oraz możliwości implementacji praktyk konsumenckich związanych z GOZ.

Pełna ankieta wraz z udzielonymi odpowiedziami znajduje się w Załączniku 1. Oprócz wykonania badania ankietowego, przeprowadzono także pogłębiony wywiad z decydentami odpowiedzialnymi za strategię transformacji miejskiej w kierunku GOZ. Zastosowano wywiad ustrukturyzowany, w którym postawiono pytania dotyczące oceny efektów i dynamiki wdrażania

strategii, grup beneficjentów, innowacji i dobrych praktyk w zakresie stosowania GOZ w Środowisku zbudowanym.

Tabela 16. Schemat badawczy.

Źródło: opracowanie własne

problem	nr	kryterium	opis szczegółowy
(1) zarządzanie	1	model zarządzania	Badanie sposobu zarządzania i wdrażania strategii (odgórne i oddolne)
	2	obszary priorytetowe	Określenie kluczowych obszarów priorytetowych i strategicznych działań w celu wdrożenia GOZ w Środowisku zbudowanym
	3	dynamika zmian	Analiza zmian obszarów priorytetowych i kierunków działań strategicznych
	4	zaangażowanie interesariuszy i beneficjenci	Badanie zakresu społecznego oddziaływania strategii, identyfikacja grup bezpośrednio i pośrednio zaangażowanych w działania
	5	wskaźniki pomiarowe	Rozpoznanie wskaźników służących pomiarowi wdrożenia strategii
(2) usługi miejskie i praktyki konsumenckie	6	usługi w mieście cyrkularnym	Identyfikacja innowacyjnych usług miejskich, które wspierają wdrożenie GOZ w Środowisku zbudowanym
	7	cyrkularne praktyki konsumenckie	Badanie zakresu zmian w praktykach konsumenckich w mieście
	8	zaangażowanie beneficjentów	Wyodrębnienie wskaźników służących pomiarowi skuteczności wprowadzonych usług miejskich i zmian w praktykach konsumenckich
(3) czystsza produkcja i przemysł budowlany	9	studia przypadków	Identyfikacja przykładów skutecznego wdrażania zasad GOZ w Środowisku zbudowanym w celu formułowania rekomendacji

2.1.2.2. Lublana

Lublana jest stolicą Słowenii o powierzchni 275 km²; liczy ok. 279 tysięcy mieszkańców. 75% powierzchni miejskiej to tereny zielone, w tym obszary rolnicze, bagna, lasy i parki. Jednym z głównych problemów miasta jest niekontrolowany rozrost i rozlewanie się tkanki miejskiej oraz degradacja istniejącej infrastruktury (Stanilov 2007; Sýkora, Bouzarovski 2012; Hirt 2013). Lublana stopniowo wprowadza zasady GOZ od 2014 roku poprzez współpracę z Fundacją Ellen MacArthur. Deklaruje się jako pierwsza europejska stolica, która przeprowadziła konwersję do modelu zero waste. Jako główny motyw podjęcia strategii transformacji do GOZ, miasto wskazuje problem rozlewania się obszaru zurbanizowanego miasta, związane z nim wysokie koszty, emisję oraz trudności w zarządzaniu, a także konieczność przeciwdziałania tym zjawiskom. Kolejnym

powodem jest poszukiwanie ekologicznych alternatyw i wytycznych dotyczących rewitalizacji i przekształcania zdegradowanych terenów miejskich.

Podstawy wdrożenia stanowiły działania w kierunku zrównoważonego rozwoju podejmowane w ramach prowadzonej od 2012 r. polityki miejskiej zorientowanej na zrównoważony rozwój, a następnie wdrażanie strategii na wzór EU - Mapa drogowa do gospodarki o obiegu zamkniętym w Słowenii, (Godina i in. 2019). Korzystając z doświadczeń innych miast Unii, w strategiach uwzględniono zróżnicowane modele działania z przeważającym podejściem bazującym na procesach odgórnych (top-down), które mają wspomagać działania oddolne oraz o profilu działania w partnerstwie publiczno-prywatnym. W dokumentach strategicznych wskazano priorytetowe obszary objęte strategią przejścia na GOZ – system żywnościowy, leśnictwo, przemysł wytwórczy, mobilność. W kontekście architektury i urbanistyki najważniejszym wskazanym obszarem jest przemysł wytwórczy.; architektura oraz budownictwo nie zostały wyodrębnione w wytycznych. W ramach obszaru priorytetowego wskazano najbardziej obiecujące perspektywy, w tym. m.in. ekologiczny design, symbiozę przemysłową (wymiana, recykling, ponowne użycie w wyniku współpracy pomiędzy podmiotami publicznymi i prywatnymi), ograniczenie zużycia materiałów, zmniejszenie wykorzystania tworzyw sztucznych.

Kluczowymi działaniami są przedsięwzięcia podjęte przez instytucje publiczne, np. centrum recyklingu RCERO (przedłużanie żywotności produktów i materiałów poprzez kreatywne ponowne wykorzystanie i podnoszenie wartości), VOKA SNAGA (wspieranie retencji i ponownego wykorzystania wody deszczowej) oraz miejskie punkty recyklingu Repair Café (promowanie naprawy i ponownego wykorzystania). Energetika Ljubljana gromadzi odpady z procesu spalania węgla i wykorzystuje je jako surowiec do produkcji kompozytów budowlanych. W działaniach strategicznych duży nacisk kładzie się na partnerstwo publiczno-prywatne i współpracę pomiędzy różnymi podmiotami, akcje miejskie dotyczące segregacji odpadów oraz wsparcie edukacji w tym zakresie, które mają na celu zwiększenie zaangażowania i poszerzenie grona beneficjentów strategii. Miasto promuje zmianę praktyk konsumenckich poprzez wprowadzanie inicjatyw odgórnych i zachęt do rozwoju nowoczesnych modeli biznesowych wpisujących się w GOZ - np. wypożyczenie zamiast kupna, selektywna rozbiórka. W zakresie projektowania wspiera się modułową konstrukcję produktu, umożliwiającą konserwację, naprawę, renowację lub recykling, np. poprzez Repair Cafe czy The Library of Things, gdzie można wypożyczać różnego rodzaju przedmioty do użytku w domach lub miejscach pracy.

Wyniki ankiety potwierdziły wnioski uzyskane w trakcie badań dokumentów strategicznych. Uzupełniono wiedzę o informacje dotyczące grup interesariuszy i beneficjentów, które stanowią: mieszkańcy miasta, organizacje pozarządowe (NGO), podmioty prywatne, podmioty publiczne, władze miejskie, instytucje miejskie. Rozszerzono zakres informacji o wdrażaniu zmian praktyk konsumenckich. Względem przebadanych strategii nowością okazał się fakt, że miasto zachęca do zmiany praktyk w zakresie rozbiórki miejskiej infrastruktury tj. selektywnej rozbiórki; jednak brak jest danych dotyczących kolejnych faz obiegu odzyskanych materiałów lub infrastruktury umożliwiających ich ponowne wprowadzenie na rynek. Z drugiej strony, ankieta potwierdziła kwestię braku miary wydajności wdrażania strategii – miasto nie stosuje wskaźników do badania powodzenia wdrożeń, jak również nie prowadzi badań opinii publicznej dotyczących strategii i działań podejmowanych w celu jej implementacji, natomiast planuje takie badania w przyszłości.

Wywiad pogłębiony wykazał, że zrównoważony rozwój w Lublanie opiera się przede wszystkim na ochronie i utrzymaniu istniejącej infrastruktury miejskiej oraz środowiska zbudowanego. Najodpowiedniejszym sposobem umożliwienia tego jest rozwój na terenach niezabudowanych lub opuszczonych.

Poprzez częściowe ulepszenia i stopniowe przekształcenie struktur przestrzennych oraz rewitalizację, następuje poprawa systemu miejskiego pod względem zrównoważonego zagospodarowania przestrzennego i energetycznego. W Lublanie rewitalizacja w duchu GOZ stanowi strategię odnowy miejskiej poprzez zachowanie starego centrum miasta, modernizację istniejącego zasobu budowlanego oraz restrukturyzację nieużytkowanych obszarów, na których uzasadnione jest bardziej intensywne użytkowanie i gęstszy rozwój, rehabilitację jako strategię reaktywacji zdegradowanych obszarów, przede wszystkim w celu budowy osiedli mieszkaniowych z miksem funkcji i usług wzdłuż linii transportu publicznego (TOD).

Tabela 17. Harmonogram podjętych działań, inicjatyw i dobrych praktyk jako część przejścia do GOZ w Środowisku zbudowanym w Lublanie w odniesieniu do zidentyfikowanych obszarów wspierających pomyślny proces wdrażania.

typ działania	nr	działanie strategiczne, inicjatywa	dobra praktyka implementowana w mieście
(1) zarządzanie	1	Zmiana polityki podatkowej i subsydiów; Dopasowanie polityki inwestycyjnych	Program dotacji "Lublana - Moje Miasto" wspierający remont budynków prywatnych Zielone zamówienia publiczne
	2	Adaptacja architektoniczna	Remont i rozbudowa starego budynku Opery Rozbudowa dawnych budynków centralnych koszar na cele muzealne i nową galerię sztuki nowoczesnej. Przekształcenie dawnego kina w miejskie centrum kultury
	3	Kierowanie nauką i badaniami, stymulowanie innowacji wpisanych w GOZ	Koordinacja działań i transfer wiedzy z Uniwersytetem w Lublanie, Wydziałem Architektury
	4	Edukacja i podnoszenie świadomości wśród interesariuszy i beneficjentów	Programy nauczania na rzecz GOZ w przedszkolach, szkołach i publicznych uniwersytetach
	5	Budowanie odpowiedniej infrastruktury służącej GOZ	Centrum recyklingu RCERO Centrum ponownego wykorzystania Repair Cafe Biblioteka rzeczy
(2) usługi miejskie i praktyki konsumenckie	6	Symbioza przemysłowa - wymiana produktów między podmiotami w celu minimalizacji odpadów	Renowacje przeprowadzane w partnerstwie publiczno-prywatnym z firmą energetyczną Ponowne wykorzystanie odpadów poprodukcyjnych
	7	Zmiana praktyki konsumenckiej ze sprzedaży produktów na usługi -	Centrum ponownego wykorzystania Repair Café Biblioteka rzeczy

typ działania	nr	działanie strategiczne, inicjatywa	dobra praktyka implementowana w mieście
		wynajem i współdzielenie zamiast własności	
(3) czystsza produkcja i przemysł budowlany	8	Ekologiczne projektowanie: projektowanie modułowe, promowanie regularnych napraw, ponowne wykorzystanie i remontowanie, utrzymanie wartości produktów, recykling produktów i materiałów, projektowanie przedmiotów o dłuższym okresie użytkowania	Remont 48 budynków publicznych: obiektów kulturalnych, sportowych i zdrowotnych, placówek edukacyjnych oraz budynków administracji miejskiej. Układanie ścieżek parkowych z wykorzystaniem recyklingowanych materiałów budowlanych
	9	Zamknięcie cykli energetycznych, Minimalizowanie wpływu na środowisko, Optymalizacja energetyczna budynków	

Źródło: własne badania oparte na: Planie działań na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym w Słowenii (Słoweńskie Zgromadzenie Narodowe 2017), Programie działań środowiskowych dla miasta Lublana 2014-2020 (Miasto Lublana 2014a), Strategii rozwoju działań związanych z gospodarką odpadami w mieście Lublana 2014-2035 (Miasto Lublana 2014b), badaniu ankietowym i wywiadzie pogłębionym

2.1.2.3. Kopenhaga

Kopenhaga to stolica Danii, która liczy ponad 600 tys. mieszkańców. Stanowi rdzeń obszaru metropolitalnego Wielkiej Kopenhagi. W dokumentach strategicznych miasto deklaruje przekształcenie się w stolicę neutralną pod względem emisji węglowej do 2025 roku (jako „pierwsza neutralna pod względem emisji węglowej stolica”) oraz recykling 70% odpadów komunalnych do 2024 roku. Miasto zwraca znaczną uwagę na redukcję emisji budynkowych, które są odpowiedzialne za 75% emisji CO₂ w mieście (Floater i in. 2013).

Krótkoterminowa perspektywa osiągnięcia celów wymusiła podjęcie działań obejmujących szerokie grono interesariuszy. Jako przyczyny strategicznych działań zmierzających do transformacji w kierunku GOZ, miasto wskazuje zagrożenia wynikające ze zmian klimatycznych, które mają destrukcyjny wpływ na środowisko zbudowane i powodują m.in. konieczność częstszych napraw, utratę wartości komponentów i materiałów budowlanych. Zwrócono uwagę na równowagę kosztów dostosowania istniejących budynków do zmian klimatycznych, które mogą przewyższać koszty budowy nowych budynków odpornych na te ryzyka.

Ustawa o Ochronie Środowiska, uchwalona w latach 70., zapewniła Danii podstawę prawno-ustrojową umożliwiającą stopniowe postępy w dziedzinie zrównoważonego rozwoju na przestrzeni lat. W 2009 roku Kopenhaga podjęła decyzję o priorytetowym traktowaniu "zielonego wzrostu" i zrównoważonego rozwoju, co przekłada się na działania dotyczące gospodarki odpadami i łagodzenia zmian klimatycznych. Krajowe strategie w zakresie Gospodarki Obiegu Zamkniętego są wdrażane od 2018 roku, co jest zgodne z obecną polityką UE dotyczącą rozwoju i ekologii. W strategiach uwzględniono zróżnicowane modele działań, przy czym przeważające

podejście oparte na procesach odgórnych (ang. top - down) ma na celu wspieranie działań oddolnych (ang. bottom - up). W dokumentach strategicznych wskazano priorytetowe obszary przejścia na Gospodarkę Obiegu Zamkniętego, które dotyczą architektury i urbanistyki, m.in. stymulowania ponownego użycia i wymiany, recyklingu materiałów budowlanych oraz recyklingu betonu. Dużą uwagę poświęca się działaniom związanym z recyklingiem odpadów budowlanych i rozbiórkowych, które stanowią 1/3 wszystkich odpadów. W strategii przedstawiono innowacyjne sposoby przetwarzania tych odpadów, w tym koncepcje rozbiórki istniejących budynków, np. poprzez selektywną rozbiórkę oraz wprowadzanie do obiegu materiałów pochodzących z rozbiórki budynków i elementów infrastruktury należących do miasta.

Rentowność modernizacji infrastruktury i budynków jest powiązana z modernizacją energetyczną oraz koniecznością utrzymania wartości materiałów, co stanowi fundament GOZ. Procesy transformacji są wspierane przez platformę "Circular Copenhagen", która ma na celu popularyzację tematyki związanej z GOZ, wskazywanie przyjaznych dla środowiska usług oraz udostępnianie aktualnych danych dotyczących transformacji (np. sekcja dotycząca remontów i rewitalizacji). Jednym z kluczowych elementów wdrażania strategii i działań strategicznych jest edukacja w zakresie transformacji do GOZ. Należy zwrócić uwagę na edukację dzieci i młodzieży uniwersyteckiej w zakresie przetwarzania odpadów i ponownego wykorzystania. Wiedza jest rozpowszechniana poprzez konferencje i warsztaty, prowadzone są systemowe działania edukacyjne. Wymiana informacji i dobrych praktyk służy Sieci Innowacyjnej koordynowanej przez Ministerstwo Edukacji i Nauki. Tworzone są również klastry promujące działania związane z Gospodarką Obiegu Zamkniętego (np. Lifestyle & Design Cluster, We Build Denmark National Cluster). Edukacja wpływa na praktyki konsumenckie i rozszerza grono beneficjentów wśród mieszkańców miasta oraz podmiotów funkcjonujących w mieście.

W działania na rzecz transformacji w kierunku GOZ zaangażowani są różnorodni interesariusze. Nadzór i koordynację sprawują władze miejskie oraz specjalistyczne departamenty w strukturach miasta, a także instytucje miejskie (np. Sydhavn Recycling Centre). W działania angażują się również podmioty publiczno-prywatne oraz firmy, organizacje pozarządowe, jednostki edukacyjne (szkoły, uniwersytety), a także fundacje i stowarzyszenia mieszkańców. Jednym z kluczowych efektów wdrażania strategii GOZ są zmiany praktyk konsumenckich, które prowadzą do współdzielenia dóbr i usług z innymi mieszkańcami. Wspierają je miejskie inicjatywy, na przykład wypożyczanie zamiast sprzedaży (np. wyposażenie biur, wypożyczalnie sprzętu elektronicznego, AGD), świadczenie usług zamiast sprzedaży oraz działania mające na celu ponowne wykorzystanie odpadów, np. recykling zamiast składowania (np. plastiki i materiały izolacyjne), ponowne wykorzystanie zamiast składowania (np. elementy wyposażenia wnętrza), selektywna rozbiórka zamiast rozbiórki (np. w ramach rozbiórek budynków miejskich prowadzonych przez miasto na jego terenach). Te praktyki prowadzą do zmniejszenia zużycia materiałów, ograniczenia produkcji odpadów oraz redukcji emisji CO₂. Wprowadzenie zmian w praktykach konsumenckich wspomagane jest przez dedykowane i wyspecjalizowane miejskie usługi, np. wspierana przez miasto sieć centrów recyklingu, w których elementy uzyskane dzięki selektywnej rozbiórce są ponownie wykorzystane. Recykling może być wprowadzany do cyklu gospodarczego.

Wyniki ankiety wskazały szeroki zakres zmian praktyk konsumenckich w kontekście wielokrotnego użycia materiałów budowlanych oraz reorganizacji procesu rozbiórki, a także uzupełniono informacje w zakresie używanych przez miasto wskaźników i metod pomiaru poziomu wdrożenia strategii. Oprócz tych zdefiniowanych na podstawie analizy dokumentów strategicznych miasto stosuje również wskaźniki dotyczące: ilości wykorzystanych materiałów budowlanych, ilości recyklowanych odpadów budowlanych oraz redukcji emisji CO₂. Badania ankietowe pozwoliły na uzupełnienie informacji dotyczących transformacji ku GOZ w zakresie modeli zarządzania - wykazano szerszy zakres podmiotów zarządzających, który obejmuje również podmioty publiczno-prywatne, przedsiębiorstwa/prywatne podmioty, Organizacje pozarządowe (NGO), Jednostki edukacyjne (szkoły, uniwersytety), fundacje/stowarzyszenia mieszkańców. Ponadto wskazano interesariuszy, którzy jednocześnie stanowią grono beneficjentów. W wyniku wprowadzenia strategii przewiduje się oszczędności środowiskowe i finansowe (Report for the Voluntary National Review, 2017)(ONZ 2017).

Obserwuje się tendencję spadkową w zużyciu surowców, co wspomaga przyjęty cel zmniejszenia wpływu środowiska zbudowanego na środowisko naturalne. Miasto zainicjowało kilka polityk i programów dotyczących modernizacji starzejącego się zasobu budynków, który w dużej mierze charakteryzuje się niską efektywnością energetyczną; programy wspomagają ponowne (nowe, ze zmienioną funkcją) wykorzystanie przestrzeni w budynkach. Kopenhaga mierzy osiągnięcia wdrażanych strategii w różnorodny sposób, w tym poprzez wskaźniki i badania społeczne. W ankiecie wskazano typy wskaźników, z których korzysta miasto, a także sposoby badania opinii interesariuszy i konsumentów, takie jak sondaże opinii publicznej, spotkania z mieszkańcami lub pogłębione wywiady.

Dynamika zmian wykazuje zbieżność celów lokalnych strategii z polityką UE oraz stopniowe zwiększanie liczby inicjatyw oddolnych w stosunku do inicjatyw odgórnych. Określenie ram odgórnych - Plan Działania na Rzecz Cyrkularności, (Komisja Europejska 2020) ma stanowić koło zamachowe transformacji obejmującej szerokie grono interesariuszy i beneficjentów. Wymaga to zaangażowania zarówno finansowego, jak i planowania, oraz włączenia działań w prowadzoną politykę miejską. W przypadku redukcji zużycia materiałów i surowców, kompleksowe działania obejmują zwłaszcza upcykling i ponowne wykorzystanie materiałów budowlanych z istniejących nieruchomości, a zmiany w dotychczasowych politykach miejskich znajdują odzwierciedlenie w dostosowaniu polityk inwestycyjnych i wzroście tzw. zamówień publicznych opartych na zasadach ekologii (tzw. "zielone przetargi miejskie").

Tabela 18. Harmonogram podjętych działań, inicjatyw i dobrych praktyk jako część przejścia do GOZ w Środowisku zbudowanym w Kopenhadze w odniesieniu do zidentyfikowanych obszarów wspierających pomyślny proces wdrażania.

typ działania	nr	działanie strategiczne, inicjatywa	dobra praktyka implementowana w mieście
(1) zarządzanie	1	Kompilacja obecnego stanu technicznego i bezpieczeństwa istniejącej architektury i infrastruktury oraz udostępnienie tych danych publicznie	Platforma Circular Copenhagen Krajowy Klaster "Budujemy Danię"
	2	Edukacja interesariuszy	Program nauczania w szkołach publicznych i na uniwersytetach Lifestyle & Design Cluster, Sieć Innowacji pod Ministerstwem Szkolnictwa Wyższego i Nauki Platforma Circular Copenhagen
	3	Opisywanie materiałów za pomocą tzw. klasyfikacji zrównoważonej; Opracowanie klasyfikacji obiektów za pomocą paszportów materiałowych	Krajowy Klaster "Budujemy Danię"
	4	Informowanie o całkowitym koszcie posiadania w trakcie cyklu życia budynku (uwzględnienie kosztów operacyjnych finansowych oraz środowiskowych), a nie tylko kosztu początkowego (zakupu)	Platforma Circular Copenhagen
	5	Dopasowanie polityk inwestycyjnych	Zielone zamówienia publiczne
(2) usługi miejskie i praktyki konsumenckie	6	Wspieranie systemu udzielania pożyczek Wspieranie napraw jako części umowy zakupu Udostępnianie informacji na temat całego cyklu życia budynków	Centrum Recyklingu Sydhavn, punkty recyklingu materiałów pochodzących z rozbiórek
	7	Rozwinięcie lokalnych centrów recyklingu i ponownego wykorzystania komponentów (również materiałów budowlanych, mebli, drewna)	Laboratorium zasobów w Centrum Recyklingu Sydhavn
(3) czystsza produkcja i przemysł budowlany	8	Przetwarzanie odpadów przemysłowych na materiały wysokiej jakości Partnerstwa między podmiotami	Punkty recyklingu dla materiałów pochodzących z rozbiórek Sieć Innowacji Ministerstwa Szkolnictwa Wyższego i Nauki
	9	Selektywna rozbiórka w celu maksymalnego odzysku materiałów z istniejących budynków Usuwanie substancji niebezpiecznych i skażonych Ponowne wykorzystanie materiałów budowlanych z istniejących nieruchomości	Selektywna rozbiórka zabudowań miejskich u kresu cyklu ich życia (zamiast wyburzenia)
	10	Ponowne wykorzystanie materiałów budowlanych z istniejących nieruchomości	Sprzedaż materiałów pochodzących z budynków należących do miasta w centrach recyklingu

Źródło: własne badania oparte na: Duńska Strategia dla Gospodarki Obiegu Zamkniętego (2018), Plan Adaptacji Klimatycznej Kopenhagi/Kopenhaga Neutralna pod względem emisji węglowej do 2025 roku (2012), Kopenhaga Obiegu Zamkniętego - Plan Zasobów i Odpadów 2024 (RAP24) (2019) oraz badaniach ankietowych

2.1.3. Wnioski: skala makro

Praca wypełnia lukę badawczą, która obejmuje brak szczegółowych i pogłębionych badań w zakresie procesu implementacji GOZ w architekturze i urbanistyce na poziomie miejskim (Winans i in. 2017) oraz indyktorów służących do oceny efektów podejmowanych działań strategicznych (Kalmykova i in. 2018; Moraga i in. 2019). Ustalono, że oba miasta obrały ambitne cele, które obejmują konwersję do zero-waste (Lublana), przejście do neutralności emisji CO₂ (Kopenhaga), zmianę praktyk konsumenckich i wypracowanie modelu partnerstwa publiczno-prywatnego we wdrażaniu transformacji ku GOZ. Oba miasta wykazują podobne cele strategiczne, co wynika z obligatoryjności implementacji polityk i prawodawstwa UE (np. CE Package, Waste Directive itp.) w krajach członkowskich. Najważniejsze działania w zakresie architektury obejmują redukcję odpadów poprzez zmniejszenie zużycia materiałów pierwotnych, wydłużenie cyklu życia budynków, materiałów i małej architektury dzięki odpowiedzialnemu projektowaniu oraz rozwinięciu baz danych materiałowych (tworzenie tzw. banków materiałowych) oraz cyfryzacji procesu inwentaryzacji; zachowanie wartości materiałów, komponentów, elementów tworzących miejską infrastrukturę i budynki poprzez remonty, adaptację i ponowne użycie.

Analiza wykazała, że inicjatywy odgórne podejmowane przez miasta stymulują rozwój działań oddolnych. Wykazane w pracy podstawowe zmiany w zakresie praktyk konsumenckich oraz edukacja umożliwiają stopniowe wdrażanie nowoczesnych form obiegu materiałów oraz umożliwiają popularyzację i rozpoznanie koncepcji GOZ w szerokim gronie osób, które następnie mają szansę zostać beneficjentami realizowanych strategii. Przyzwyczajenie mieszkańców i podmiotów do kołowego obiegu materiałów w efekcie rzutuje również na architekturę i urbanistykę – selektywna rozbiórka, funkcjonowanie sieci centrów recyklingu stanowią kamień węgielny transformacji ku GOZ. Zakres działań podejmowanych przez miasta wykazuje pewne zróżnicowanie – Lublana poprzez postulaty GOZ adresuje szerokie spektrum problemów miejskich związanych z rozlewaniem się tkanki miejskiej i niekontrolowanym wzrostem przedmieść i koniecznością rewitalizacji, odnowy zdegradowanych przestrzeni miejskich oraz kładzie nacisk na utworzenie sieci współpracy pomiędzy podmiotami publiczno-prywatnymi.

Działania Kopenhagi skupiają się na zarządzaniu miastem w duchu GOZ w środowisku zbudowanym oraz na zmianie praktyk konsumenckich mieszkańców. W obu miastach zbieżne są katalogi działań strategicznych podejmowanych w celu zmiany praktyk konsumenckich, które mają na celu domykanie cyklu obiegu materiałów oraz zmniejszanie ilości wytwarzanych odpadów. W zarządzaniu procesami transformacji ku GOZ dominuje podejście odgórne, gdzie głównymi aktorami są władze lokalne, prowadzone ze zróżnicowanym większym (Kopenhaga) i mniejszym (Lublana) zaangażowaniem interesariuszy w działania oddolne. Analogiczne w obu stolicach jest również podejście do edukacji na różnych poziomach (podstawowa do wyższej) traktowane jako podwaliny do przeprowadzania dalszych efektywnych zmian.

Oba miasta - Lublana od ponad dekady, Kopenhaga od lat 70-tych XX w - wdrażają rozwiązania prowadzące do zrównoważonego rozwoju. Zaawansowanie transformacji do GOZ w miastach jest zróżnicowane m.in. ze względu na ich odmienną do niedawna sytuację polityczno-społeczno-gospodarczą. Stolica Słowenii jako miasto postsocjalistyczne, które weszło w okres transformacji ustrojowej w 1991 r., a po przystąpieniu do UE w 2004 roku za jeden z celów strategicznych obrało ideę GOZ, obecnie znajdując się w początkowej fazie jej wdrażania. Kopenhaga, państwo tzw. „starej unii”, funkcjonujące w strukturach UE od 1973 r. jest wieloletnim liderem wdrażania strategii zrównoważonego rozwoju. Oba miasta korzystają podczas wdrażania z bazy wiedzy oraz funduszy UE, a podstawę do wdrożeń stanowią strategie UE, które państwa członkowskie mają obowiązek implementować do swego prawodawstwa oraz założeń polityki rozwoju na szczeblu regionalnym i lokalnym. Od czasu przyjęcia przez Unię Europejską First Circular Economy Action Plan (FCEAP, 2015) plany strategiczne obu miast skupione są na wprowadzaniu zasad Gospodarki Obiegu Zamkniętego i są zbieżne zarówno z ECEAP (Komisja Europejska 2015), jak i z głównymi celami UE podjętymi w obecnej perspektywie, które znalazły przełożenie w zapisach the European Green Deal (Komisja Europejska 2019) oraz jego dokumencie programowo-wykonawczym Circular Economy Action Plan (Komisja Europejska 2020), związanymi m.in. z regulacją kwestii wymogów zawartości materiałów z recyklingu w kontekście rozporządzenia w sprawie wyrobów budowlanych, propagowania działań mających na celu poprawę trwałości i zdolności adaptacji środowiska zbudowanego, opracowywania cyfrowych dzienników budowy, zmiany docelowych poziomów odzysku odpadów z budowy i rozbiórki oraz ich frakcji (Komisja Europejska 2015,2019,2020).

Kopenhaga wykazuje większy stopień systemowej, odgórnej realizacji zadań takich jak utrzymanie wartości materiałów czy domykanie obiegu materiałów budowlanych poprzez selektywną rozbiórkę, dystrybucję materiałów używanych w centrach recyklingu. Kopenhaga za przykład stawia działania miejskie, które w późniejszym etapie mają zostać naśladowane przez mieszkańców i podmioty prywatne, podczas gdy Lublana wskazuje jedynie kierunki działań, jakie mają zostać podjęte – bez jasnej zmiany systemowej wymuszającej inne wzorce zachowań. Działania Kopenhagi wydają się bardziej skoordynowane i wielostronne, a zapisy strategii wykazują większą synergię z podejmowanymi działaniami. W dokumentach strategicznych poziomu lokalnego w niewielkim stopniu uwzględnia się obszary związane z przejściem na GOZ w dziedzinie architektury.

2.1.4. Rekomendacje

W odniesieniu do założeń przebadanych w niniejszej pracy dokumentów programowo-strategicznych oraz wyników badań kwestionariuszowych przeprowadzonych z przedstawicielami Lublany i Kopenhagi wskazano rekomendacje do przyszłych wdrożeń GOZ w miastach w trzech kategoriach (tabela poniżej). Zmiana modelu konsumpcji ma na celu utrwalenie zrównoważonych norm oraz rewizję zachowań mieszkańców badanych miast: zamiast konwencjonalnego kupna materiałów, komponentów i elementów wyposażenia wdrażane są usługi, np. wypożyczanie, zamiast utylizacji proponuje się ponowne użycie, recykling lub upcyckling (Ouillon i in. 2017).

Dodatkową praktyką wdrażaną w procesie budowlanym jest selektywna rozbiórka zamiast wyburzeń (Bolger, Doyon 2019). Redukcja zużycia materiałów w skali miejskiej powinna odbywać się poprzez ponowne użycie materiałów porozbiórkowych z budynków i infrastruktury miejskiej, a działania powinny być zarządzane i koordynowane ogólnie. Zachowanie wartości takich materiałów umożliwia wprowadzenie ich na rynek wyrobów używanych oraz tworzenie banków danych i banków materiałowych z budynków istniejących oraz szczegółową cyfryzację procesu inwentaryzacji (Wilkinson, Remoy 2017; Leer i in. 2018; Sánchez Levoso i in. 2020). Zmiany istniejących polityk mają prowadzić do nowych inwestycji podejmowanych w ramach koncepcji GOZ (Bonato, Orsini 2018; Bassens i in. 2020), które wspierają zmiany praktyk konsumenckich oraz zrównoważone projektowanie (Bassens i in. 2020). Edukacja w zakresie GOZ ma na celu prowadzenie do poszerzenia grona interesantów i beneficjentów strategii. Zwieńczeniem powinno być wykreowanie odpowiedzialnych polityk oraz odpowiadających ich skutecznemu wdrażaniu ram prawnych dla wprowadzenia skoordynowanej zmiany, np. przepisów budowlanych oraz dedykowanych dokumentów programowo-strategicznych na szczeblu regionalnym i lokalnym. Stanowi to jedno z największych wyzwań stojących przed zarządzającymi strategiami transformacji do GOZ.

Tabela 19. Rekomendacje do przyszłych wdrożeń GOZ w miastach.

typ działania	nr	rekomendacje	przykład
(1) zarządzanie	1	Zachęty finansowe, wsparcie dla nowych modeli biznesowych	Dofinansowania inwestycji wpisujących się w GOZ oraz biznesów i działań oddolnych umożliwiających wdrażanie GOZ (np. prywatne centra wymiany i recyklingu)
	2	Organizacja „zielonych” przetargów publicznych i zamówień publicznych (GPP)	Stosowanie zasad GOZ w projekcie jednym z kryteriów wyboru projektanta
	3	Edukacja w zakresie GOZ	Prelekcje dla beneficjentów w różnym wieku wraz z dedykowanym programem
	4	Rozszerzenie przepisów budowlanych i stworzenie jasnych ram prawnych dla ponownego użycia, adaptacji, recyklingu w architekturze i urbanistyce	Zapisy w prawie lokalnym o konieczności stosowania zasad GOZ np. % materiałów używanych lub konieczność zachowania istniejących zabudowań miejskich
	5	Informowanie o całkowitym koszcie posiadania i użytkowania w trakcie cyklu życia budynku (uwzględnienie kosztów operacyjnych finansowych oraz środowiskowych), a nie tylko kosztu początkowego (zakupu)	Rozszerzenie informacji o wynajmowanym lub kupowanym lokalu miejskim o dane środowiskowe oraz koszty operacyjne lokalu - wysokie koszty kupna lokalu i niskie koszty operacyjne w budynku efektywnym energetycznie powinny być konkurencyjne względem wysokich kosztów operacyjnych i niskich kosztów kupna lokalu w budynku nieefektywnym energetycznie (zachęta inwestorów do przeprowadzenia renowacji i podniesienia efektywności energetycznej budynku)

typ działania	nr	rekomendacje	przykład
	6	Symbioza przemysłowa - wymiana produktów między podmiotami w celu minimalizacji odpadów	Współpraca jednostek publicznych z prywatnymi
(2) usługi miejskie i praktyki konsumenckie	7	Zmiana praktyk konsumenckich, utrwalanie zrównoważonych norm	Sieć centrów recyklingu prowadzonych odgórnie jako alternatywa dla linearnego modelu konsumpcyjnego
	8	Wypożyczanie zamiast sprzedaży	Wypożyczanie środków transportu, np. samochodów lub rowerów przyczynia się do zmniejszenia ilości parkujących jednostek, obniża konieczność produkcji kolejnych jednostek (z jednego samochodu korzysta kilka rodzin, z jednego roweru o różnym czasie korzystają różni użytkownicy)
	9	Usługi zamiast sprzedaży	Wynajem mieszkań miejskich, zmiana programu funkcjonalnego lokali socjalnych wraz z dynamiczną zmianą potrzeb mieszkańców miasta
	10	Recykling zamiast utylizacji	Upcykling lub downcykling materiałów wbudowanych w infrastrukturę miejską
	11	Ponowne wykorzystanie zamiast utylizacji	Ponowne użycie przestrzeni lub zabudowań miejskich poprzez adaptację architektoniczną
	12	Selektywna rozbiórka zamiast wyburzeń	Ponowne użycie komponentów wbudowanych w miejską infrastrukturę
(3) czystsza produkcja i przemysł budowlany	13	Wdrażanie GOZ na szczeblu miejskim w odniesieniu do budynków i infrastruktury miejskiej	Utrzymywanie wartości budynków oraz maksymalizacja fazy operacyjnej zabudowań i infrastruktury miejskiej
	14	Cyfryzacja procesu inwentaryzacji	Katalogowanie materiałów wbudowanych w miejskie "banki materiałowe" oraz wykonywanie szczegółowej dokumentacji powykonawczej obiektów miejskich
	15	Tworzenie banków danych	Gromadzenie danych o materiałach, komponentach, obiektach i przestrzeniach dostępnych w mieście
	16	Tworzenie centrów wymiany i recyklingu	Zbieranie i sprzedaż materiałów po przeprowadzonej selektywnej rozbiórce zabudowań miejskich

Źródło: opracowanie własne

2.2. GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków

Skala mezo stanowi bezpośrednie odniesienie do praktyki architektonicznej - to wielkość obejmująca budynek lub zespół budynków o uzupełniających się funkcjach. Proponowany podział analizowanych przypadków wynika z typów podejmowanych w praktyce architektonicznej działań. Kategoryzacja analizowanych realizacji ma na celu wyodrębnienie ich cech wspólnych i indywidualnych względem projektów i realizacji konwencjonalnych.

2.2.1. Metodologia

Badanie GOZ w architekturze w skali mezo identyfikuje i opisuje przypadki budynków, w których zostały wdrożone zasady zgodne z badaną koncepcją. Zidentyfikowano 4 kryteria wyboru przypadków:

- (1) Kryterium wykonalności: badanie identyfikuje jedynie zrealizowane obiekty i budynki, co jest szczególnie istotne ze względu na charakter niniejszej dysertacji, która jest skupiona na praktyce projektowej,
- (2) Kryterium samoświadomości: uwzględniono obiekty, których projektanci lub inwestorzy deklarują stosowanie zasad GOZ

oraz zastosowano metodę doboru celowego. Dane Źródłowe badania są ogólnodostępne i pochodzą z literatury oraz Źródeł internetowych, zostały zebrane pomiędzy grudniem 2019 a lutym 2023. Aby dokładnie przeanalizować aspekty i wątki GOZ w badanych przypadkach, niektóre z zebranych w zestawieniu tabelarycznym zostały poddane pogłębionemu badaniu we wrześniu 2022 r. Badania kwestionariuszowe przeprowadzono, wysyłając je elektronicznie do projektantów lub inwestorów opisywanych przypadków. Pytania kwestionariuszowe zostały ułożone zgodnie z badanym cyklem życia budynku. Uzyskano informacje w zakresie:

- Procesu projektowego: jaki wpływ na praktykę projektową ma stosowanie zasad GOZ,
- Procesu produkcji: zaopatrzenia w surowce, wykonania materiałów i komponentów oraz logistyki transportu,
- Procesu budowy: porównywano, czy budowa budynku cyrkularnego różni się od budowy konwencjonalnego budynku,
- Fazy operacyjnej: użytkowania, konserwacji, naprawy - ustalono, czy doświadczenia związane z fazą eksploatacji różnią się względem konwencjonalnego budynku w wyniku zastosowania zasad GOZ,
- Schyłku życia budynku: dekonstrukcji, przetwarzania i usuwania odpadów, scenariuszy po końcu życia budynku,
- Bariery i czynników ułatwiających wdrożenie,
- Kosztów finansowych i środowiskowych,
- Korzyści z wdrożenia GOZ w projektach.

W ostatniej sekcji kwestionariusza zmapowano badane szczegółowo projekty względem zasady ReSOLVE. Część z badanych studiów stanowią eksperymentalne wdrożenia podjęte podczas prac projektowych i budowlanych w budynkach, których współprojektantką jest autorka pracy. Doświadczenia zdobyte podczas tych prac stanowią bardzo istotny wkład w kontekście badania, którego wynikami są praktyczne rekomendacje.

2.2.2. Typ 1: Adaptacja architektoniczna

“Po pierwsze - nie burzyć”⁵³

Adaptacja architektoniczna to jeden z nurtów w architekturze nowożytnej i współczesnej, który od setek lat korzysta z ponownego użycia, recyklingu i odzysku materiałów. Współczesne doświadczenia związane z tymi najistotniejszymi w GOZ strategiami są więc wnioskami płynącymi z projektów adaptacyjnych, prób remontów, renowacji, przebudów i odbudów. W rysie historycznym (tabela 3, tabela 4) wykazano, że adaptacja jest jednym z najistotniejszych źródeł koncepcji. **Podczas analizy przykładów z XXI wieku adaptację należy jednak zakwalifikować nie tylko do koncepcji pomocniczych, ale jako trzon GOZ w architekturze.** Przykładami współczesnych działań i strategii zmierzających do zamykania obiegów, które stanowią przejaw wdrażania cyrkularności w architekturze są również rewitalizacja architektoniczna i urbanistyczna, które w ciągu ostatniego dwudziestolecia zdobyły popularność, zostały dobrze przyjęte i szczegółowo opisane. Przykłady można znaleźć niemal na całym świecie, np. park liniowy Highline w Nowym Jorku (autorstwa P. Oudolfa, J. Cornera, C. Renfro), LX Factory w Lizbonie (Bousquet Vieira Arquitectos) czy fabryka Scheiblera w Łodzi⁵⁴.

Adaptacja architektoniczna to kategoria, która obejmuje wszystkie rodzaje działań z uwzględnieniem istniejącej in situ tkanki architektonicznej oraz odnosi się do najbardziej podstawowego, jak również najpopularniejszego zabiegu wpisującego się w konwencję GOZ w architekturze - ponownego użycia istniejącego budynku w miejscu, w którym się wcześniej znajdował. Rewizji ulegają jego funkcja, wyraz estetyczny; wymianie instalacje, wnętrza, wyposażenie. Zachowane są zazwyczaj konstrukcja i powłoka zewnętrzna - jednak te w ramach adaptacji architektonicznej również mogą ulec remontowi czy przebudowie. Nadrzędnym celem przykładów adaptacji, które zostały uwzględnione jako studia przypadków w niniejszym badaniu jest konieczność przedłużenia cyklu operacyjnego ich życia. Strategie związane z adaptacją można podzielić na:






1. Strategię adaptacyjną, która oznacza zmianę funkcji obiektu na nową, powodującą modyfikacje w jego strukturze i wyposażeniu np. przekształcanie starzejących się biurowców na mieszkania lub przekształcenie budynków postindustrialnych w centra handlowe. Ta kategoria zmian pozwala na adaptację istniejących obiektów do zmieniających się potrzeb społecznych i rynkowych,
2. Strategię ekspansywną, czyli celowe rozszerzenie zastosowania budynku przez dodanie nowych przestrzeni obok, nad lub pod istniejącą strukturą, co znacząco zwiększa jego funkcjonalność.
3. Strategię proaktywną, która odnosi się do działań prewencyjnych podejmowanych na obiektach, które nadal są w użyciu, w celu uniknięcia ich zniszczenia lub utraty funkcjonalności. Te zmiany mają na celu wprowadzenie nowych technologii, poprawę efektywności i zwiększenie komfortu użytkowników. Naprawiane są również punktowe problemy, które mogą wpływać na funkcjonalność budynku.

W zakresie kompetencji projektantów adaptacja jest ogólnie przyjętym narzędziem, które spotyka się z aprobatą potencjalnych użytkowników i mieszkańców miast, w których się ją stosuje.

⁵³ (Przywara 2023)

⁵⁴ znana obecnie pod marketingową nazwą “Fuzja”, autorstwa Medusa Group







Tabela 20. Zestawienie studiów przypadków rozpoznanych realizacji cyrkularnych zgodnie z przyjętymi kryteriami. Typ 1: Adaptacja architektoniczna
 F - funkcja, M - mieszkalna, W - wystawowa, U - usługowa, E - edukacyjna, X - mieszana, B - biurowa

GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków. Typ 1: Adaptacja architektoniczna									
lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	F	architekt	rok	metraż [m2]	inwestor/ podmiot	opis	zdjęcie
01	Bolko Loft	Bytom, Polska	M	Medusa Group	2001	bd	prywatny, dom własny P. Łukasika	Budynek dawnej lampowni kopalni Bolko przekształcony w dom jednorodzinny (strategia adaptacyjna)	
02	Kolumba Museum	Kolonia, Niemcy	W	Peter Zumthor	2007	bd	publiczny	Muzeum zbudowano wokół ruin budynków znajdujących się na działce, jedna z elewacji budynku istniejącego została wbudowana w nową elewację (co tworzy interesujący efekt wizualny zbudowany przez kontrast nowe - stare) (strategia ekspansywna)	
03	Caixa Forum	Madryt, Hiszpania	U	Herzog and de Meuron	2008	1834	prywatny	Elektrownia zaadaptowana pod centrum sztuki (strategia ekspansywna)	
04	Brunner - strasse 9	Berlin, Niemcy	M	Arno Brandhuber	2010	1353	prywatny	Rozbudowa budynku w ruinie, który był efektem złej inwestycji z lat 90. Szczegółowy opis w tabeli (strategia adaptacyjna)	
05	Antivilla	Poczdám, Niemcy	X	Brandhuber	2014	500	prywatny	Szwalnia (wytwórnia bielizny) przekształcona w dom i studio; cechuje się surowym, industrialnym charakterem, antyestetyką. Szczegółowy opis - tabela (strategia adaptacyjna)	







GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków. Typ 1: Adaptacja architektoniczna

lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	F	architekt	rok	metraż [m2]	inwestor/ podmiot	opis	zdjęcie
06	Muzeum Tadeusza Kantora "Cricoteca"	Kraków, Polska	U	NSMOONSTUDIO, Wizja	2014	5342	Instytut dokumentacji sztuki T. Kantora	Rozbudowa z salami wystawowymi znajduje się ponad zabytkowymi budynkami Elektrowni Podgórskiej (strategia ekspansywna)	
07	Sala Beckett	Barcelona, Hiszpania	U	Flores and Prats	2014	2923	prywatny	Adaptacja budynku klubu społecznego na teatr i szkołę teatralną (strategia proaktywna)	
08	Fundazione Prada	Mediolan, Włochy	U	OMA	2015	18900	prywatny	Muzeum Prady zaprojektowane jako rozbudowa opuszczonych zabudowań przemysłowych (strategia ekspansywna)	
09	Castle Acre Water Tower	Norfolk, Anglia	M	Tonkin Liu	2016	160	prywatny	Wieża ciśnień przekształcona w dom mieszkalny. Szczegółowy opis str. (strategia adaptacyjna)	
10	PC Caritas	Melle, Belgia	U	Architecten De Vylder Vinck Taillieu	2016	1800	prywatny	Szpital zaadaptowany na otwartą przestrzeń publiczną (strategia adaptacyjna)	
11	siedziba Kanlux	Radzionków, Polska	U	Medusa Group	2016	900	prywatny, firma Kanlux	Siedziba firmy będąca adaptacją dawnej stołówki w Radzionkowie (strategia ekspansywna)	






GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków. Typ 1: Adaptacja architektoniczna

lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	F	architekt	rok	metraż [m2]	inwestor/ podmiot	opis	zdjęcie
12	Alila Yangshuo Hotel	Guangxi, Chiny	M	Vector Architects	2017	16000	prywatny	Cukrownia zaadaptowana na hotel (strategia ekspansywna)	
13	Mode and Design Brussels	Bruksela, Belgia	U	ROTOR, V+	2017	3000	publiczny	Kompleks biurowo - magazynowy zaadaptowany pod centrum mody (strategia adaptacyjna)	
14	Muzeum Sztuki Współczesnej Zeitz MOCAA	Kapsztad, RPA	U	Heatherwick Studio	2017	9500	publiczny non-profit	Nieużywany od 1990 silos przekształcony w muzeum sztuki współczesnej (strategia ekspansywna)	
15	The Silo	Kopenhaga, Dania	M	Cobe	2017	10000	prywatny	Budynek mieszkalny urządzony w dawnym silosie (strategia adaptacyjna)	
16	Harvard HouseZero	Cambridge, USA	E	Snohetta	2018	427	prywatny, Harvard	Instytut DSG Harvard w typowym domu z konstrukcji drewnianej, w którym przeprowadzono gruntowną renowację w duchu zrównoważonego rozwoju (strategia proaktywna)	
17	Elementary School	Vresovice, Republika Czeska	E	Public atelier and Fuuze	2019	950	publiczny	Barokowa zabudowa przykościelna, desakralizowana w XX wieku zaadaptowana na szkołę (strategia ekspansywna)	

GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków. Typ 1: Adaptacja architektoniczna

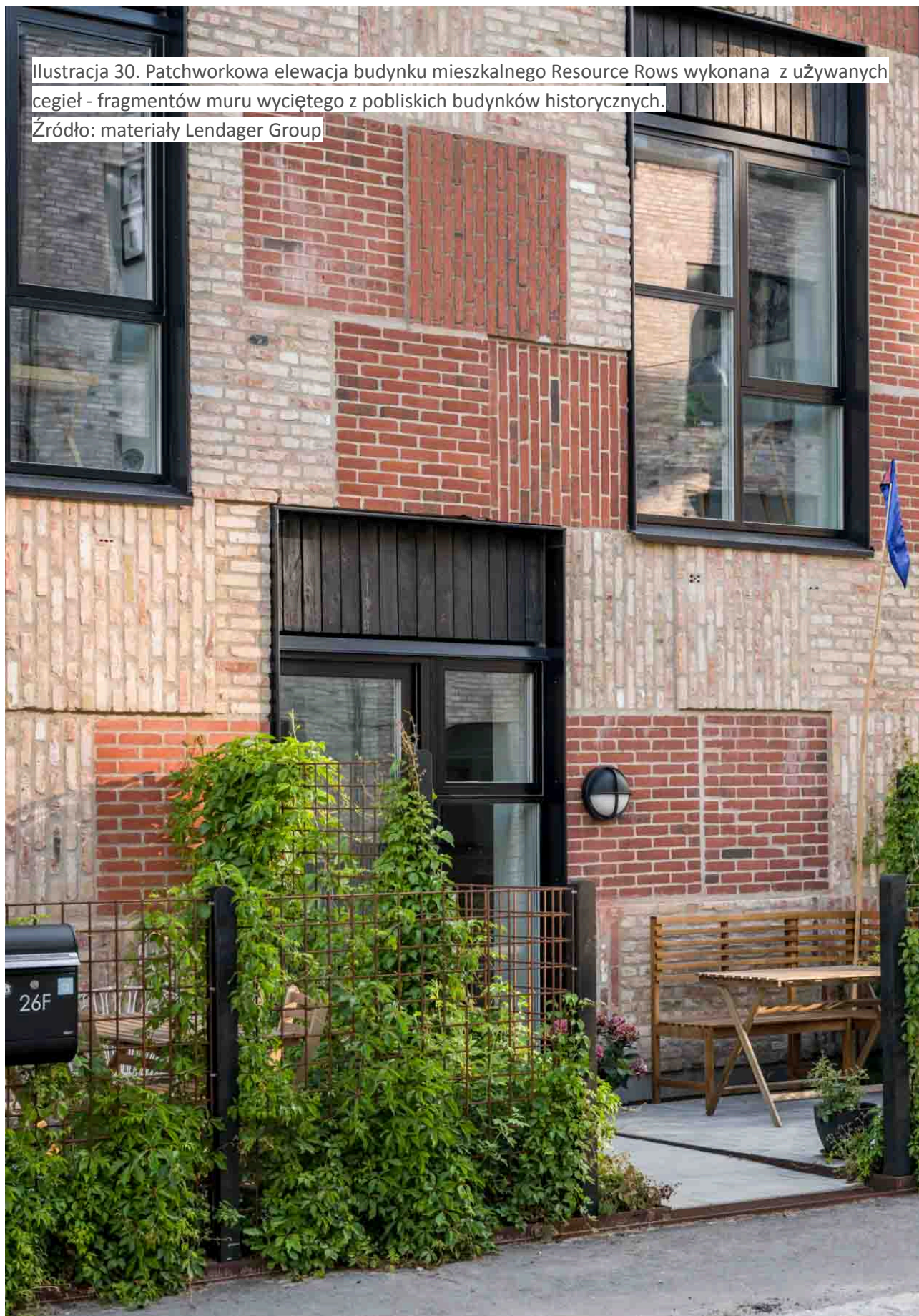
lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	F	architekt	rok	metraż [m2]	inwestor/ podmiot	opis	zdjęcie
18	Empire House	Londyn, Anglia	B	Medusa Group	2019	1441	prywatny komercyjny, TACIT Investment	Dawny magazyn przekształcony w przestrzeń biurową, zgodnie z miejskimi wymaganiami część elementów wyposażenia pochodziła z recyklingu. Szczegółowy opis w tabeli 25 (strategia adaptacyjna)	
19	Masquerade	Pekin, Chiny	U	123 Architectst	2019	480	prywatny	Adaptacja budynku przemysłowego na studio fotograficzne oraz sale konferencyjne; wykorzystanie motywów futuryzmu w połączeniu z industrialnym charakterem przestrzeni unaocznia szerokie spektrum możliwości jakie daje adaptacja (strategia adaptacyjna)	
20	OParty and Public Service Center	Shiyan, Chiny	U	LUO Studio	2019	546	publiczny	Opuszczony plac budowy przekształcony w lokalny ośrodek kultury (strategia adaptacyjna)	
21	Quinglongq u Capsule Hotel	Jinhua, Chiny	U	Atelier tao+c	2019	232	prywatny	Zabudowa wiejska przekształcona w hotel oraz bibliotekę (strategia adaptacyjna)	
22	Cukrownia Żnin	Żnin, Polska	U	Bulak Projekt	2020	1500	prywatny	Rewitalizacja cukrowni (strategia adaptacyjna)	
23	Dexamenes Seaside Hotel	Kourouta, Grecja	U	K-Studios	2020	2060	prywatny komercyjny	Hotel urządzony w dawnej winnicy. Szczegółowy opis w tabeli 31 (strategia adaptacyjna)	

GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków. Typ 1: Adaptacja architektoniczna

lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	F	architekt	rok	metraż [m2]	inwestor/ podmiot	opis	zdjęcie
24	EOI Melilla Language School	Melilla, Hiszpania	E	Angel Verdasco Arquitectos	2020	bd	prywatny	Szkoła w dawnej hali targowej. Szczegółowy opis w tabeli 10 (strategia adaptacyjna)	
25	Gare Maritime	Bruksela, Belgia	X	Neutelings Riedijk Architects	2020	45000	prywatny	Elementy z drewna klejonego CLT zaprojektowane do demontażu (strategia adaptacyjna)	
26	Silo Erlenmatt	Bazylea, Szwajcaria	X	Harry Gugger Studio	2020	2690	prywatny	Adaptacja silosu pod funkcję mieszkaniową i biurową (strategia ekspansywna)	
27	Harrow Arts Center	Harrow, Anglia	U	DK-CM	2021	bd	publiczny	Rozbudowa centrum kultury (strategia ekspansywna)	
28	Inwestycja "Fuzja"	Łódź, Polska	U	Medusa Group	2021	3 250	prywatny komercyjny, ECHO Investment	Rewitalizacja dawnej Fabryki Scheiblera w Łodzi, która obejmuje wprowadzenie nowych funkcji do budynków historycznych, budowę nowych obiektów oraz wytworzenie na terenie fabryki tkanki urbanistycznej dla mieszkańców. Szczegółowy opis w tabeli 32 (strategia adaptacyjna)	

Źródło: opracowanie własne

Ilustracja 30. Patchworkowa elewacja budynku mieszkalnego Resource Rows wykonana z używanych cegieł - fragmentów muru wyciętego z pobliskich budynków historycznych.
Źródło: materiały Lendager Group



2.2.3. Typ 2: Budynki z wydobytych materiałów

Miejskie wydobywanie, nazywane również miejskimi zbiorami⁵⁵, umożliwia zgromadzenie materiałów ze środowiska zbudowanego u kresu swojego życia i ich ponowne wykorzystanie lub recykling. Używane materiały mogą zostać przeszczepione do zupełnie nowych projektów, opartych o cyrkularne zasady projektowe, ale mogą służyć również do naprawy i uzupełnienia tych już istniejących. Stanowią bazę do budowy lub wykończenia budynków cyrkularnych zachowując swoją funkcję, lub podlegają procesom upcyklingu, naprawy, dostosowaniu, oczyszczeniu (np. z potencjalnie szkodliwych substancji i zanieczyszczeń biologicznych).






Projektowanie zorientowane na materiały⁵⁶ to podejście projektowe, które od początku procesu uwzględnia skupienie koncepcji architektonicznej wokół kreatywnego użycia elementów pozyskanych z banków materiałowych, które stanowi starzejąca się miejska zabudowa i infrastruktura. Należy zwrócić uwagę, że wykorzystanie materiałów z miejskiego wydobywania determinuje zmianę procesu projektowego i wymaga dodania w nim dodatkowych etapów, co implikuje zarówno na czas wykonania projektu, jak i na skład zespołu projektowego - pracownia "Zirkular zatrudnia ekspertów/ekspertki odzysku (niem. ReUse Expert*innen), czy łowców/łowczynie materiałów budowlanych (niem. Bauteiljager*innen)" (Przywara 2023), a Superuse deklaruje, że projekt "oprócz standardowych rysunków zawiera mapę zbiorów, która pokazuje pochodzenie materiałów oraz dynamiczne zestawienie materiałów, które rozkłada projekt na wszystkie jego komponenty architektoniczne".

W cyrkularnym procesie projektowo - budowlanym istnieje kilka strategii wyboru materiałów. Jedną z nich jest podejście oparte na wspólnej odpowiedzialności, gdzie architekt, wykonawca i klient uzgadniają materiały na naradach koordynacyjnych. Jeśli mają wystarczającą wiedzę i doświadczenie, dzielą się odpowiedzialnością za wybór. Innym podejściem jest zaakceptowanie materiałów poprzez zewnętrzną ocenę, które polega na poddaniu materiału testom przez organ certyfikujący w przypadku braku odpowiedniej ekspertyzy. Trzecią strategią jest przechowywanie zapasów materiałów w budynku, zwłaszcza tych podatnych na zużycie lub uszkodzenia, co może ułatwić przyszłe prace konserwacyjne. Przykładem zastosowania wszystkich powyższych jest Villa Welpeloo (Superuse 2023).

⁵⁵ ang. harvest

⁵⁶ ang. material - driven design







Tabela 21. Zestawienie studiów przypadków rozpoznanych realizacji cyrkularnych zgodnie z przyjętymi kryteriami. Typ 2: Budynki z wydobytych materiałów
 F - funkcja, M - mieszkalna, W - wystawowa, U - usługowa, E - edukacyjna, X - mieszana, B - biurowa

GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków. Typ 2: Budynki z wydobytych materiałów									
lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	F	architekt	rok	metraż [m2]	inwestor podmiot	opis	zdjęcie
29	Lucy's House	Mason's Bend, USA	M	Rural Studio	2002	bd	prywatny	Ściany domu zbudowane są z 72 000 płytek dywanowych, które stanowiły odpad poprodukcyjny. Szczegółowy opis tabela 28	
30	Galeria Am Kupfergraben 10	Berlin, Niemcy	W	David Chipperfield Architects	2007	2000	prywatny	Budynek znajdujący się naprzeciwko Neues Museum na Wyspie Muzeów jest wykonany z używanej cegły na podmurówce z odzyskanego kamienia, bez widocznych połączeń	
31	dom Strohaus	Zurych, Szwajcaria	M	Felix Jerusalem	2008	bd	prywatny	Zbudowany z odpadów słomy dom został wzniesiony w ciągu jedynie 4 miesięcy. Wszystkie bloki sprasowanej słomy zostały prefabrykowane; słomianych bloków użyto jako elementów konstrukcyjnych oraz jako materiału izolacyjnego	
32	Muzeum Historyczne w Ningbo	Ningbo, Chiny	U	Wang Shu, Amateur Architecture Studio, Lu Wenyu	2008	30000	publiczny	Fasadę muzeum stanowi mozaika materiałów pochodzących z odzysku: kształtek ceramicznych, dachówek, kamienia, technika wykonania nawiązuje do chińskiej techniki wapan, opisanej w tabeli 3	
33	Dordtyart	Dordrecht, Holandia	W	Superuse Studios	2012	1600	prywatny, Fundacja DordtYart	Budynek został przekształcony na muzeum i pracownię rzeźbiarską. Po zakończeniu projektu DordtYart, różni najemcy teraz zajmują halę, co pokazuje, że budynek nadal znajduje zastosowanie	

GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków. Typ 2: Budynki z wydobytych materiałów

lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	F	architekt	rok	metraż [m2]	inwestor podmiot	opis	zdjęcie
34	Muzeum Sztuki	Ravensburg, Niemcy	U	LRO Lederer Ragnasdottir Oei	2012	1900	publiczny	Cegły do budowy odzyskano z rozbiórki pobliskiego klasztoru	
35	Noorderparkbar	Amsterdam, Holandia	U	Bureau SLA	2012	36	prywatny	Pawilon powstał w pełni z materiałów z drugiej ręki. Cały proces - od finansowania i pozyskiwania sponsorów po etap projektowy i wykonawstwo został przeprowadzony przez architektów	
36	Third Wave Kiosk	Torquay, Australia	U	Tony Hobba Architects	2012	105	publiczny	Kiosk wykonany z recyklingowanych grodziec Larsena, stosowanych jako falochrony	
37	Upcycle House	Nyborg, Dania	M	Lendager Hroup	2013	129	prywatny	Konstrukcja nośna składa się z prefabrykowanych kontenerów przemysłowych. Dach i obudowa fasady wykonane są z recyklingowanych aluminiowych puszek po napojach. Panele fasady wykonane są z przetworzonego papieru. Kuchnia wyłożona jest kafelkami z resztek korków od szampana, płytki łazienkowe są z recyklingowanego szkła. Ściany i podłogi pokryto panelami OSB, które składają się z wiórów drewna będących produktami ubocznymi; nie zastosowano połączeń chemicznych	
38	community center Hub67	Londyn, Anglia	U	LYN Atelier	2014	240	publiczny, London Legacy Development Corporation	Obiekt wykonany z odpadów powstałych podczas Olimpiady w Londynie w 2012 r	
39	Kringloop Zuid	Maastricht, Holandia	U	Superuse Studios	2014	2000	prywatny, Kringloop Zuid	Wykorzystanie używanej stolarki okiennej pochodzącej z pobliskiego budynku mieszkalnego.	

GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków. Typ 2: Budynki z wydobytych materiałów

lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	F	architekt	rok	metraż [m2]	inwestor podmiot	opis	zdjęcie
40	Collage House	Mumbai, Indie	M	S+PS Architects	2016	520	prywatny	Dom, którego elewację wykonano z używanej stolarki okiennej i drzwiowej oraz materiałów wyposażeniowych pochodzących z drugiej ręki. Szczegółowy opis w tabeli 27.	
41	EU Headquarters	Bruksela, Belgia	B	Samyn and Partners	2016	53815	publiczny, Unia Europejska	Elewacja wykonana z używanych okien dębowych pochodzących z różnych krajów europejskich - GOZ dla podkreślenia symbolicznego wydziwisku obiektu	
42	Kamikatsu Public House	Kamikatsu, Japonia	U	Hiroshi Nakamura & NAP	2016	115	prywatny komercyjny	Przerobiono sprzęt rolniczy; lokalnie produkowane deski cedrowe z odpadów drewnianych pomalowano naturalną farbą z taniny z owoców kaki. Wykorzystano porzucone przedmioty z fabryki płytek do stworzenia podłogi, puste butelki na żyrandol oraz gazety na tapetowanie ścian	
43	Villa Welpeloo	Enschede, Holandia	M	Superuse Studios	2017	bd	prywatny	Konstrukcja składa się z profili stalowych, które wcześniej stanowiły maszynę do produkcji tekstyliów. Wewnątrz budynku użyto windy budowlanej z placu budowy. Fasada pokryta jest drewnianymi listwami z nieużywanych szpul kablowych pozyskanych z lokalnej fabryki kabli	
44	Holiday Cabin	Dania	M	Lendager Group	2018	160	prywatny komercyjny	Projektanci podjęli współpracę międzysektorową z producentem podłóg, która zaowocowała, użyciem materiałów stanowiących odpad przemysłowy.	
45	Dom dla bezdomnych w Jankowicach	Jankowice, Polska	M	XY Studio	2019	1229	publiczny	Jeden z niewielu przykładów w Polsce, który w dyskursie omawiany jest jako budynek korzystający z zasad GOZ. Szczegółowy opis tabela 26	

GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków. Typ 2: Budynki z wydobytych materiałów

lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	F	architekt	rok	metraż [m2]	inwestor podmiot	opis	zdjęcie
46	Max Fordham House	London, England	M	Bere Architects	2019	bd	prywatny	Zastosowano efektywne środki energooszczędne, w tym potrójnie oszklone okna, minimalizujące potrzebę używania światła elektrycznego w ciągu dnia. Podczas budowy zastosowano materiały o niskiej zawartości węgla, takie jak drewno, korek i naturalne izolacje. Emisje związane z budową zostały zrównoważone poprzez inwestycje w programy offsetowe, przekraczając rynkowy koszt, aby wspierać redukcję emisji	
47	Resource Rows	Kopenhaga, Dania	M	Lendager Group	2019	9148	prywatny komercyjny, Nordic Real Estate Partners	Budynek z używanych materiałów z interesującą odzyskaną fasadą ceglana. Wykorzystano komponenty wydobyte. Szczegółowy opis tabela 36	
48	Upcycle Studios Townhouses	Kopenhaga, Dania	M	Lendager Group	2019	3909	prywatny komercyjny, Nordic Real Estate Partners	W projekcie zabudowy szeregowej wykorzystano partnerstwo międzyprzedsiębiorcze w celu pozyskania materiałów m. in. desek; użyto odzyskanej stolarki okiennej, zastosowano żelbet z domieszką recyklatu (gruzu betonowego) zamiast naturalnego kruszywa	
49	Music Pavilion at the Sint-Oelbert Gymnasium	Oosterhout, Dania	E	Grosfeld Bekkers Van der Velde Architecten	2020	bd	publiczny	Fasada sali gimnastycznej została wykonana z kafelek z przetworzonego plastiku, który produkuje firma Pretty Plastic	
50	Itterbeek Chiro	Dilbeek, Belgia	U	ROTOR	bd	19	publiczny	Toalety publiczne z używanych materiałów, odpadów z innych budów oraz nowych materiałów	
51	Circular Office Alliaander	Duiven, Holandia	B	RAU Architects	2015	21852	prywatny	Wykorzystano m.in. odpad drewna do fasad, beton z rozbiórek, stalową konstrukcję do rozbudowy budynków oraz recykling asfaltu z istniejących dachów. Konstrukcja dachu została zoptymalizowana, aby zminimalizować zużycie surowców i umożliwić łatwy demontaż w przyszłości. Wprowadzono paszporty materiałowe (autorami są pomysłodawcy paszportów - RAU Architects)	






Źródło: opracowanie własne

2.2.4. Typ 3: Budynki zaprojektowane do dekonstrukcji





Typ trzeci skali mezo obejmuje budynki o starannie zaplanowanym cyklu Życia - od fazy projektowej do schyłku Życia, z uwzględnieniem selektywnej rozbiórki, ustanowieniem banku materiałów cyrkularnych i wydaniem paszportów materiałowych. Proces projektowania budynku przeznaczonego do dekonstrukcji zawiera działania i strategie omówione w tabeli 10 - projektowanie na potrzeby dekonstrukcji. Materiały i komponenty wybiera się i montuje w myśl Modelu warstw Brandt'a w sposób umożliwiający sprawną selektywną rozbiórkę oraz zachowanie ich wartości. Implikacje wynikające z nowych zadań w procesie projektowo - budowlanym (m.in. rozwiązania techniczne bez połączeń chemicznych oraz nowe typy materiałów cyrkularnych) obejmują wydłużenie tego procesu oraz konieczność zacieśnienia współpracy pomiędzy wszystkimi uczestnikami procesu projektowo - budowlanego. Paszporty materiałowe stanowią cyfrową reprezentację wbudowanych elementów, która zawiera najistotniejsze informacje dotyczące elementu oraz surowców, z których powstał. Podczas istnienia budynku paszport pomaga w podejmowaniu decyzji dotyczących konserwacji obiektu, a w ciągu kilkudziesięciu lat życia budynku może on także służyć jako źródło dla dostawców materiałów do ponownego użycia (Superuse 2023). Dodatkowe wartościowe informacje umożliwiające rozpoznanie potencjalnego kolejnego zastosowania wbudowanych materiałów zawarte są również w szczegółowych modelach BIM. Informacje te w miarę możliwości powinny być udostępnione zainteresowanym i zawarte w ogólnodostępnych mapach cennych zasobów.

Proces projektowania na potrzeby dekonstrukcji ma na celu maksymalizację wartości ekonomicznej wbudowanych materiałów, komponentów i budynku oraz minimalizację ich wpływu na środowisko poprzez ponowne wykorzystanie, przywrócenie do sprawności i recykling. Zgodnie z radykalnymi zasadami GOZ, jest to jedyna forma projektowania z nowych materiałów, która wpisuje się w zrównoważony rozwój i zapewnia zamknięcie obiegu materii w przemyśle budowlanym. W tym sensie dekonstrukcja może oznaczać nie tylko wprowadzenie w obieg zamkniętych materiałów o długiej żywotności, ale również wyburzenie, które nie pozostawia po sobie odcisku na środowisku. Udaną dekonstrukcją można więc również nazwać, w przypadku użycia biomateriałów, proces ich kompostowania i *oddania ziemi* (co będzie stanowiło koniec Życia bloków wykonanych ze zrębków korkowych w Cork House). Projektowanie budynków do dekonstrukcji dziś stanowi zaledwie alternatywę projektową - powinna stać się standardem, który przyczyni się do osiągnięcia ambitnych celów stawianych sobie przez ONZ i UE.

Tabela 22. Zestawienie studiów przypadków rozpoznanych realizacji cyrkularnych zgodnie z przyjętymi kryteriami. Typ 3: Budynki zaprojektowane do dekonstrukcji
 F - funkcja, M - mieszkalna, W - wystawowa, U - usługowa, E - edukacyjna, X - mieszana, B - biurowa

GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków. Typ 3: Budynki zaprojektowane do dekonstrukcji									
lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	F	architekt	rok	metraż [m2]	inwestor podmiot	opis	zdjęcie
52	R128	Stuttgart, Niemcy	M	Werner Sobek	2000	200	prywatny	Budynek w pełni przeszklony posiada wysokiej jakości potrójne oszklenie o współczynniku przenikania ciepła wynoszącej 0,4 W/m ² K. Ma modułową konstrukcję, która nie tylko ułatwia montaż i demontaż dzięki złączom rozporowym, ale jest także w pełni podatna na recykling	
53	Brummen Town Hall	Brummen, Holandia	U	RAU Architects	2013	bd	publiczny	~90% materiałów może być ponownie wykorzystane po demontażu. Modułowy projekt znacznie skrócił czas budowy. Budynek otrzymał pierwszy paszport materiałowy który zawiera informacje o każdym elemencie	
54	Green Solution House	Ronne, Dania	U	3XN	2015	4500	prywatny	Dzięki współpracy z lokalnymi producentami wykorzystano odpady kamieniarskie do stworzenia bezbitumicznej powierzchni parkingowej. Lokalna szkoła szklarska przekazała szkło kruszone, które wykorzystano do utwardzenia ścieżek w ogrodzie. Woda jest oczyszczana do jakości wody pitnej przez filtry z algami. Resztki kuchenne są przekształcane w składniki odżywcze i czystą energię. Zaprojektowany do dekonstrukcji	
55	City Hall Venlo	Venlo, Holandia	U	Kraaijvanger Architects, Laudy /Ballast Nedam NV	2016	27 700	publiczny	Fasada z roślinnych modułów oczyszczających powietrze. Wykorzystano odzyskane materiały z pobliskiego regionu. System paszportów materiałowych dla innowacji bez odpadów. Budynek neutralny energetycznie, korzysta z odnawialnych źródeł. Zielona fasada wspiera bioróżnorodność dla 100+ gatunków. Producenci uzyskują certyfikaty C2C	
56	Housing on Lisbjerg Hill	Lisbjerg, Dania	M	Vandkunsten Architects	2018	bd	publiczno - prywatny, non-profit	Mieszkania socjalne w zrównoważonym modelu budowlanym. Szczegółowy opis tabela 37	

GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków. Typ 3: Budynki zaprojektowane do dekonstrukcji

lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	F	architekt	rok	metraż [m2]	inwestor podmiot	opis	zdjęcie
57	People's Pavilion	Eindhoven, Holandia	W	Overtreders W	2018	250	prywatny, Dutch Design Foundation	Tymczasowy przenośny pawilon, w którym użyto interesujących łączów modularnych belek drewnianych - łączenie opaskami stalowymi, rozwiązanie bez kleju umożliwiające sprawne użycie i 100% zachowanie wartości materiału, fasada z recyklingowanego plastiku	
58	RAUM Pavilion	Utrecht, Holandia	W	Overtreders W	2018	bd	prywatny komercyjny	Pawilon mobilny zaprojektowany do sprawnego wzniesienia i dekonstrukcji	
59	Urban Mining Recycling Unit (UMAR)	Dubendorf, Szwajcaria	E	Werner Sobek, Dirk E. Hebel, Felix Heisel	2018	bd	publiczny, Empa Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology	Eksperymentalny budynek wykonany we współpracy z lokalnym uniwersytetem. Jednym z podstawowych założeń było to aby każdy użyty materiał był możliwy do ponownego użycia, recyklingu bądź był kompostowalny.	
60	Cork House	Anglia	M	Matthew Barnett Howland, Dido Milne, Oliver Wilton	2019	44	prywatny	Wykonany z kompostowalnego materiału - korka, ze ścianą jednowarstwową. Szczegółowy opis tabela 29	

GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków. Typ 3: Budynki zaprojektowane do dekonstrukcji

lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	F	architekt	rok	metraż [m2]	inwestor podmiot	opis	zdjęcie
61	Recycling House	Hannover, Niemcy	M	Cityfoerster	2019	285	prywatny	Dom wykonany z pozostałości materiałów, które były w posiadaniu dewelopera. Szczegółowy opis tabela 30	
62	Rigot Collective Dwelling	Genewa, Szwajcaria	M	aca architecture	2019	7070	publiczny	Przeznaczona dla migrantów zabudowa mieszkaniowa, po dekadzie przewidywany recykling i przywrócenie działki do poprzedniego stanu	
63	Triodos Bank HQ	Driebergen - Rijsenburg, Holandia	B	Thomas Rau	2019	12994	prywatny komercyjny, Triodos Bank	Siedziba banku zaprojektowana w pełni do dekonstrukcji i z celowym zastosowaniem zasad GOZ. Szczegółowy opis tabela 34.	
64	Nordic Health Lab	Hillerod, Dania	B	Arcgency	2018	150	prywatny non-profit w partnerstwie z publicznym, Nordic Health Lab	Modularny, powtarzalny, zaprojektowany do dekonstrukcji	

Źródło: opracowanie własne

2.2.5. Typ 4: Budynki tymczasowe i eksperymentalne

Budynek eksperymentalny można analizować jak przedmiot użytkowy o uniwersalnym przeznaczeniu ze względu na jego niewielką skalę oraz tymczasowy charakter. Kontekst nie pełni istotnej roli, a jedynie stanowi jedną z ogólnych wytycznych. W tym zakresie można porównać projektowanie architektoniczne z projektowaniem produktu. Wyróżnikiem jest zwykle skala projektu, który jest znacznie większy, przez co ma również większe zapotrzebowanie na materiały pierwotne i wtórne. W jego wykonanie włożone jest więcej pracy - co przekłada się na zwielokrotnione względem przedmiotów użytkowych koszty środowiskowe i koszty finansowe. Budynki eksperymentalne obejmują pawilony pokazowe i wystawowe, o charakterze tymczasowym i funkcji przede wszystkim edukacyjnej, wystawienniczej lub dekoracyjnej; często są obiektami wzniesionymi na branżowe spotkania, targi i wystawy, np. Biennale Architektury w Wenecji czy Międzynarodowe EXPO. W kategorii ujęto również obiekty stanowiące eksperymenty jednostek badających wdrożenia GOZ w architekturze (np. Uniwersytetu w Karlsruhe czy ETH w Zurychu), które stanowią interesujące i inspirujące przykłady zastosowania zasad cyrkularnych w praktyce, jednak nie doczekały się jeszcze przeniesienia zastosowanych rozwiązań do budynków w większej skali, których trwałość jest wydłużona lub których funkcje są niezwiązane z edukacją z zakresu GOZ.

Budynków eksperymentalnych powstaje tyle, ile rodzi się pomysłów na kreatywne wykorzystanie zasobów stanowiących odpady po końcu cyklu życia budynków, pochodzące z rozbiórek, ale również nadwyżek magazynowych, odpadów produkcyjnych czy wykorzystania produktów o krótkim okresie użytkowania (np. butelek PET). Zaprezentowane przykłady można podzielić na:

1. eksperymentalne ponowne użycie - z zachowaniem pierwotnej funkcji,
2. eksperymentalne transformatywne ponowne użycie - ponowne użycie z adaptacją funkcji elementu na inną niż pierwotna,
3. prototypowanie oparte o recykling - ukazujące możliwości recyklingu wyrobów do materiału, który nie jest produkowany na szeroką skalę,
4. działania artystyczne.








Ilustracja 31-33. Eksperymentalny budynek Plattenpalast, wzniesiony z recyklowanych konstrukcyjnych elementów prefabrykowanych.

Źródło: materiały Wiewiorra studio, <http://wwstudio.de/>






Tabela 23. Zestawienie studiów przypadków rozpoznanych realizacji cyrkularnych zgodnie z przyjętymi kryteriami. Typ 4: Budynki tymczasowe i eksperymentalne
 F - funkcja, M - mieszkalna, W - wystawowa, U - usługowa, E - edukacyjna, X - mieszana, B - biurowa

GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków. Typ 3: Budynki zaprojektowane do dekonstrukcji. Typ 4: Budynki tymczasowe i eksperymentalne									
lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	F	architekt	rok	metraż [m2]	inwestor/ podmiot	opis	zdjęcie
1	Pawilon wystawowy firmy Artek (Artek Pavilion)	Mediolan, Włochy, następnie m. in. Miami, Helsinki,	W	Shigeru Ban	2007	bd	prywatny (firma Artek)	Pawilon powstał z kompozytu składającego się z odpadów papierowych powstających przy produkcji metek sklepowych (do ubrań i produktów). W 2008 pawilon został sprzedany na aukcji dzieł sztuki w prestiżowym domu aukcyjnym Sotheby's ("Istotne obiekty designu w XX wieku")	
2	Earthship	Zwolle, Holandia	W	bd	2009	400	prywatny	Dom wzniesiony z materiałów odnawialnych oraz materiałów niskich technologii (low - tech) poddanych recyklingowi. Earthshipy to samowystarczalne i ekologiczne budynki, które wykorzystują ponowne użycie, energię słoneczną oraz samodzielnie gospodaruje wodą i odpadami, minimalizując wpływ na środowisko naturalne. Twórcą koncepcji jest Michael Reynolds, amerykański architekt. W 1972 roku w Taos, USA, zrealizował swoją pierwszą budowlę o nazwie "Thumb", która powstała z recyklingu puszek po piwie.	
3	Open-Air Library Salbke	Magdeburg, Niemcy	U	KARO	2009	488	publiczny	Ponowne wykorzystanie fasady modernistycznej z lat 60., niewielki budynek wzniesiony we współpracy z lokalną społecznością; społeczne prototypowanie z plastikowych skrzyń na napoje	
4	Plattenpalast	Berlin, Niemcy	U	Wiewiorra Hopp Architekten, TU Berlin	2009	39	prywatny w partnerstwie z publicznym	Pierwszy projekt w przestrzeni miejskiej Berlina, w którym stare prefabrykowane elementy konstrukcji panelowej typu WBS 70 zostały wykorzystane do zmontowania nowego budynku; szklenie pochodzi z Pałacu Republiki. Prototyp w ramach badań uniwersyteckich	
5	PHZ2	Oberhausen, Niemcy	U	Dratz & Dratz Architects	2010	bd	prywatny	Zlokalizowany na terenie zrewitalizowanej fabryki Zollverein w Niemczech pawilon służył jako przestrzeń coworkingowa i biurowa z małymi usługami. Budynek wykonano z bloków sprasowanej makulatury	

GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków. Typ 3: Budynki zaprojektowane do dekonstrukcji. Typ 4: Budynki tymczasowe i eksperymentalne

lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	F	architekt	rok	metraż [m2]	inwestor/ podmiot	opis	zdjęcie
6	The Corrugated Cardboard Pod	Auburn, Alabama, USA	M	Rural Studio, studenci Auburn University w Alabamie w USA	2012	bd	prywatny	Tymczasowy projekt mieszkalny dla studentów zbudowany przez studentów Rural Studio na Uniwersytecie w Auburn wykonany z bloków utworzonych ze zgniecionego kartonu falistego	
7	Dom z mycelium (Tiny Mushroom House)	USA	E	Ecovative	2013	bd	prywatny	Eksperymentalny dom wzniesiony z wyhodowanego w 15 dni między drewnianymi okładzinami mycelium. Dom podróżował jako przyczepa po różnych miejscach USA	
8	Hy-fi biocompostable tower	Nowy Jork, USA	E	The Living	2014	bd	prywatny, MoMA	Tymczasowy pawilon wybudowany z cegieł wyhodowanych z grzybní (ang. mycelium)	
9	Waste House	Brighton, Anglia	M	Thomas Baker-Brown, University of Brighton	2014	85	publiczny, University of Brighton	Eksperymentalny dom wzniesiony przez studentów	
10	Zrównoważona miejska jednostka mieszkalna (SECU)	Addis Abeba, Etiopia	E	Ethiopian Institute of Architecture, Building Construction and City Development, ETH Zurich/FCL Singapore, Bauhaus University	2014	bd	prywatny w partnerstwie z publicznym	Do budowy eksperymentalnego obiektu użyto paneli słomianych z okładziny z recyklowanego papieru, który pełnił funkcję konstrukcyjną (co odróżnia ten przykład od innych reprezentantów budownictwa naturalnego opartego o słomę)	

GOZ w skali mezo: budynki i zespoły budynków. Typ 3: Budynki zaprojektowane do dekonstrukcji. Typ 4: Budynki tymczasowe i eksperymentalne

lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	F	architekt	rok	metraż [m2]	inwestor/ podmiot	opis	zdjęcie
11	Circe House	Aarhus, Denmark	E	3XN Architects, Lendager Group, Vandkunsten	2018	bd	prywatny non-profit, Lejerbo	Zaprojektowane do dekonstrukcji eksperymentalne jednostki mieszkalne (60 mieszkań socjalnych)	
12	Zero waste barn	Biddinghuizen, Holandia	W	Overtreders W	2018	bd	prywatny komercyjny	Pawilon mieści restaurację, obiekt wzniesiono z wypożyczonych materiałów	
13	Qiaotou Ruin Garden	Shenzen, Chiny	E	ARCITY Office	2019	1000	prywatny	Zachowanie pustostanu i "współczesnych ruin", obiekt ma charakter artystyczny, eksperymentalny	
14	Pawilon Holandii na EXPO 2020	Dubaj, Zjednoczone Emiraty Arabskie	W	V8 Architects	2021	3727	publiczny	Pawilon wykonany z materiałów z odzysku zmontowanych w sposób, który umożliwia zachowanie wartości materiałów	
15	Mexico City Pavilion	Mexico City, Meksyk	W	MIT LCAU	2022	bd	publiczny	Pawilon wystawowy wzniesiony do którego wykonania użyto recyklingowanego drewna z dawnego drewnianego rollercoastera w parku rozrywki, zastosowane lokalne metody splotu materiałów	

Źródło: opracowanie własne

2.2.6. Ogólna charakterystyka omówionych przykładów i podsumowanie zestawień

Większość zidentyfikowanych przypadków znajduje się w Europie w krajach Unii Europejskiej, gdzie GOZ stanowi oficjalną strategię zrównoważonego rozwoju, narzuconą przez dokumenty strategiczne na poziomie międzynarodowym (unijnym). Przykłady w skali mezo zidentyfikowano jednak w bardzo wielu miejscach na świecie (ilustracja 34) wykazując, że GOZ w architekturze stanowi istotny, globalny trend.

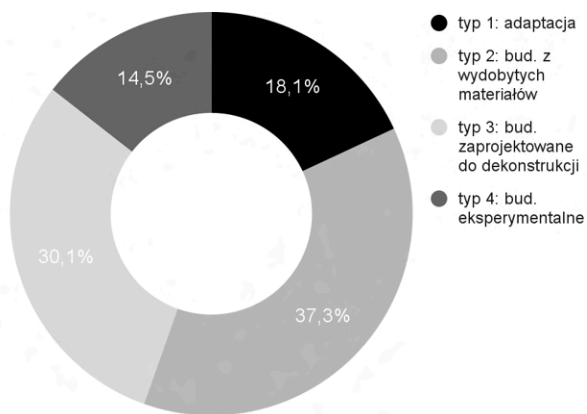


Ilustracja 34. Mapa przedstawiająca lokalizację badanych przypadków na mapie świata.

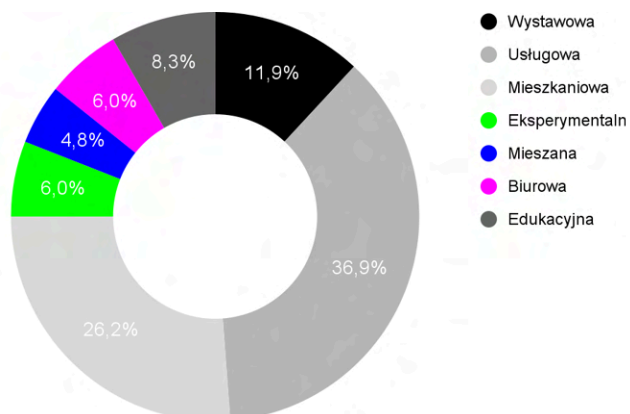
Źródło: opracowanie własne

GOZ najczęściej wdraża się w budynkach usługowych (ponad 36%) i mieszkalnych (ponad 26%). Większość rozpoznanych przypadków została wzniesiona pomiędzy 2010, a 2018 rokiem, jednak aż 35% rozpoznanych budynków cyrkularnych to realizacje z lat 2019 - 2023, tj. czasu zaangażowania autorki w badania nad niniejszą dysertacją, co podkreśla dynamiczny rozwój dziedziny oraz zwrot architektury w kierunku zrównoważonego rozwoju.

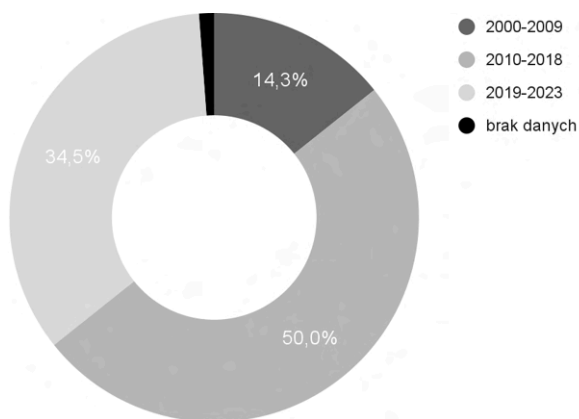
Większość rozpoznanych przypadków stanowią inwestycje finansowane przez podmioty prywatne. Jest to znamienne w kontekście konieczności odgórnego wdrożenia GOZ również w przypadku zabudowy należącej do miast i mniejszych miejscowości oraz zbieżne z wnioskami uzyskanymi podczas badań GOZ w architekturze w skali mezo.



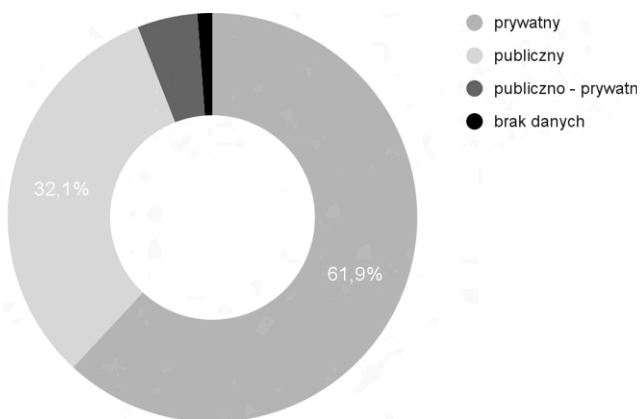
Ilustracja 35. Z lewej strony: Wykres przedstawiający podział badanych przypadków ze względu na typ budynku cyrkularnego wyodrębniony przez autorkę.
Źródło: opracowanie własne



Ilustracja 36. Z prawej strony: Wykres przedstawiający podział badanych przypadków ze względu na funkcję.
Źródło: opracowanie własne



Ilustracja 37. Z lewej strony: Wykres przedstawiający podział badanych przypadków ze względu na rok realizacji. Realizacja niniejszej pracy rozpoczęła się w 2019 roku - od tego czasu powstała ponad 1/3 badanych przypadków, co zarysowuje dynamikę badanej dziedziny.
Źródło: opracowanie własne



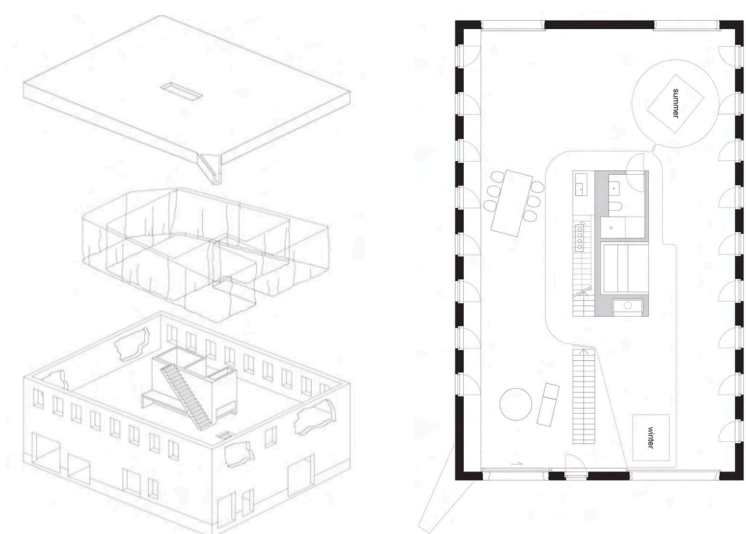
Ilustracja 38. Z prawej strony: Wykres przedstawiający podział badanych przypadków ze względu na typ inwestora.
Źródło: opracowanie własne

2.2.7. Szczegółowe studia przypadków

Tabela 24. Szczegółowe studium przypadku nr 1.

Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	2.2.7.1. Antivilla
lokalizacja	Poczdam, Niemcy
powierzchnia	500 m ²
data realizacji	2014
inwestor	prywatny
autorzy	Brandlhuber
funkcja	mieszkaniowa (jednorodzinna), biurowa
typ	2
główne założenia projektowe	adaptacja ruin, ponowne użycie
udział w wywiadzie pogłębianym	nie



Ilustracja 39, 40. Schematy rysunkowe - aksonometria, rzut budynku Antivilla.

Źródło: Materiały Brandlhuber

Antivilla znajduje się w Poczdamie. Budynek kiedyś służył jako fabryka bielizny „Ernst Lück”. „To miejsce poddaje w wątpliwość relacje między normami i standardami budowlanymi, wydajnością energetyczną, a także koncepcją ponownego wykorzystania i elastycznego zamieszkania.”⁵⁷⁵⁸

⁵⁷ Opis autorów, <https://www.archdaily.com/627801/antivilla-brandlhuber-emde-schneider>

⁵⁸ ang. adaptive living - koncepcja projektowania przestrzeni mieszkalnych tak, aby były one łatwo dostosowywane do zmieniających się potrzeb mieszkańców i zmieniających się okoliczności. W praktyce oznacza to projektowanie domów i mieszkań w taki sposób, aby można było je dostosować do różnych celów i funkcji, bez konieczności znaczących zmian w konstrukcji budynku

Aby stworzyć otwartą przestrzeń, usunięto wszystkie ściany nienośne, a na obu piętrach w centralnym miejscu zainstalowano funkcjonalny trzon zawierający schody, łazienkę, aneks kuchenny, kominek oraz saunę. Przestrzeń może być podzielona na strefy za pomocą termoizolacyjnych zasłon z PCV. Latem zasłony są odsłonięte, nie zakłócając pierwotnego układu funkcjonalnego budynku, zimą natomiast poprzez ich zasłonięcie ogrzewana powierzchnia może zostać ograniczona do 60 m².

Proces budowy obiektu przypominał bardziej interwencję artystyczną, niż konwencjonalną budowę - główny projektant zaprosił przyjaciół i poprosił ich o wybicie otworów w miejscach, które sami sobie wybrali. Antivilla jest przykładem antyestetyki, która wynika z zastosowania działań wpisujących się w GOZ, np. adaptacji, minimalizacji zużycia energii, recyklingu i stanowi interesujący przykład budynku, którego rozwiązania techniczne i redukcja formy wynikają z jego funkcjonalności podporządkowanej koncepcji zrównoważonego rozwoju.



Ilustracja 41, 42. Surowe ściany bez wykończenia, industrialna aranżacja oraz otwarty plan będące manifestacją zasad GOZ w architekturze są zgodne z filozofią Brandlhubera o konserwacji "ruin". Źródło: Materiały Brandlhuber



Ilustracja 43, 44. Elewacja zewnętrzna dawnej fabryki bielizny. Otwory okienne wykonano podczas happeningu zorganizowanego przez projektantów z Brandlhuber. Źródło: Materiały Brandlhuber

Tabela 25. Szczegółowe studium przypadku nr 2.

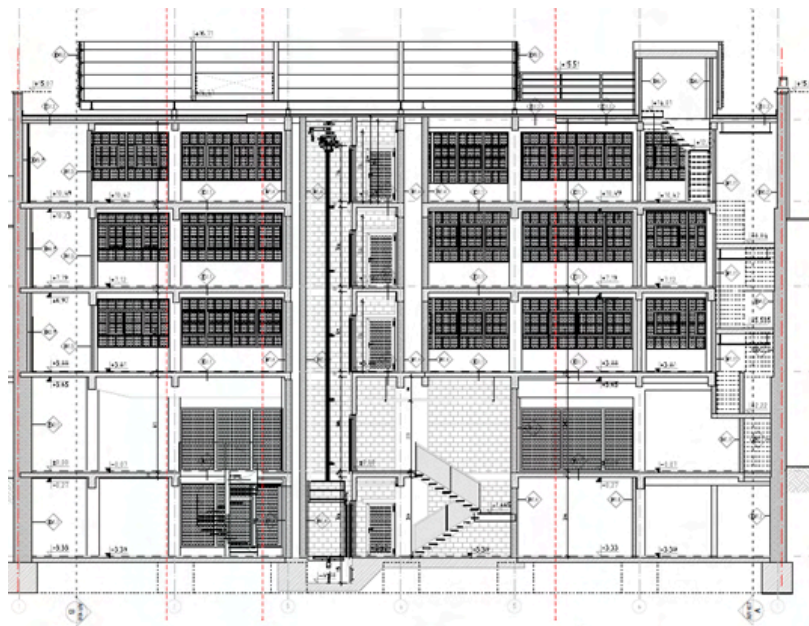
Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	2.2.7.2. Budynek biurowy Empire House
lokalizacja	Londyn, Anglia
powierzchnia	1441 m ²
data realizacji	2020
inwestor	prywatny (Tacit Investment)
autorzy	Medusa Group Przemysław Łukasik, Łukasz Zagała, Michał Bienek, Bartłomiej Karaś, Maciej Hetmańczyk, Sandra Przepiórkowska, Michał Sokołowski, Konrad Basan, Mateusz Rymar, Michał Laskowski
funkcja	biurowa
Typ	2
Główne założenia projektowe	Rewitalizacja w duchu GOZ, adaptacja, lokalny recykling
Udział w wywiadzie pogłębianym	T



Ilustracja 45. Empire House w Londynie, 2020, elewacja zewnętrzna.

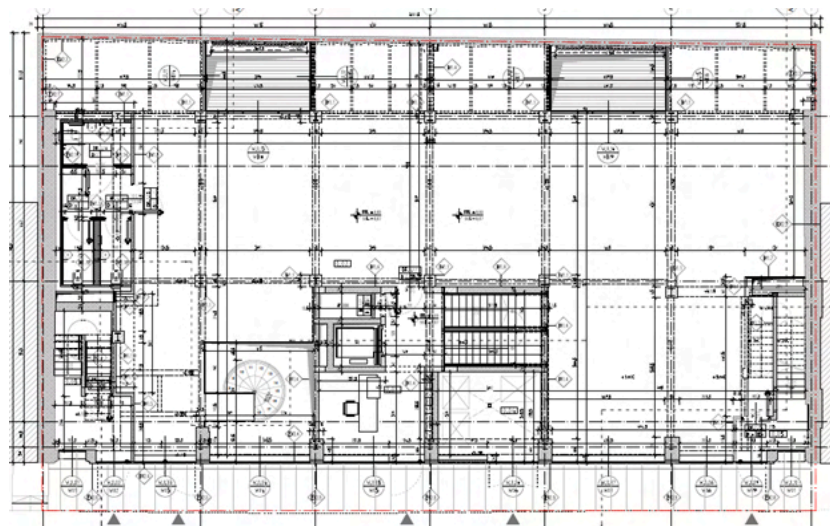
Źródło: Materiały Medusa Group



Ilustracja 46. Z lewej strony: Empire House w Londynie, 2020, przekrój.

Źródło: Materiały Medusa Group

Ilustracja 47. W środku: Empire House w Londynie, 2020, rzut parteru.

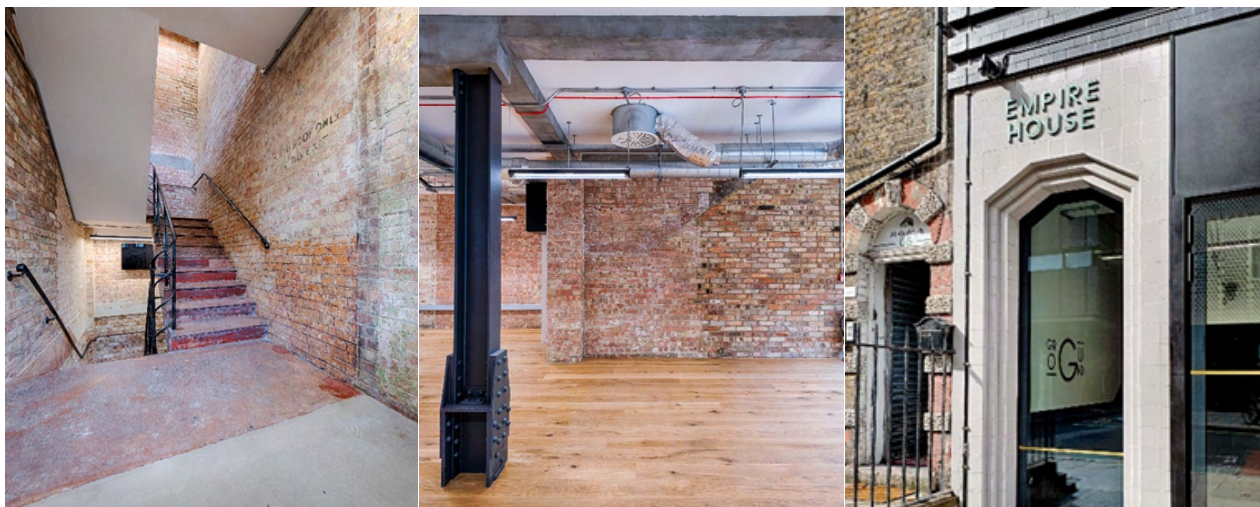


Źródło: Materiały Medusa Group

Budynek London Empire House to dawny magazyn zaadaptowany na nową funkcję biurową. Obiekt znajduje się na obszarze chronionym konserwatorsko ze względu na wartość historyczną. Zastosowano elastyczny plan, ułatwiający adaptację pod następną funkcję. Budynek wyposażono w instalację wentylacji, CO, wod - kan umożliwiające zmianę ilości użytkowników. Zachowano oryginalne elementy stalowe, przeprowadzając naprawę oraz odpowiednie zabezpieczenie antykorozyjne i przeciwpożarowe (ilustracja 48, 49). Wykorzystano elementy przemysłowe jako elementy dekoracyjne oraz wyposażenie wnętrza, np. dawne pudła elektryczne (wycięte ze starej, usuniętej instalacji).

Wzmocniono elewację w celu wydłużenia cyklu życia budynku, maksymalizując długość fazy użytkowania. Zachowano kafle elewacyjne (ilustracja 50). Naprawiono ubytki w elewacji używając cegły pochodzącej z budynków w tej samej dzielnicy w celu minimalizacji emisji związanej z logistyką i transportem. Odzyskano cegłę z elewacji północnej oraz nadbudowy na

dachu (ilustracja 51, 52) - również z powodu wytycznych konserwatorskich oraz wytycznych urzędu dot. ponownego użycia w obiektach objętych ochroną obszarową.



Ilustracja 48. Z lewej strony: Empire House w Londynie, 2020, zachowana klatka schodowa z oryginalną posadzką oraz balustradami.
Źródło: Materiały Medusa Group

Ilustracja 49. W środku: Empire House w Londynie, 2020, zachowane słupy żelwne.
Źródło: Materiały Medusa Group

Ilustracja 50. Z prawej strony: Empire House w Londynie, 2020, wejście frontowe z zachowanymi kaflami ceramicznymi.
Źródło: Materiały Medusa Group



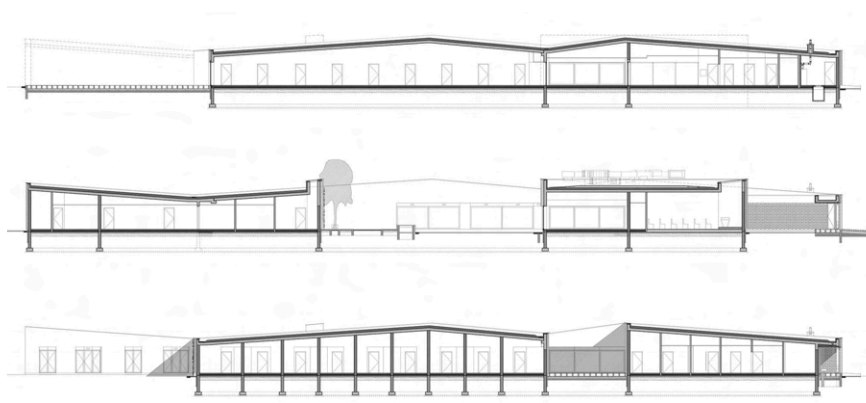
Ilustracja 51. Z lewej strony: Empire House w Londynie, 2020, cegła odzyskana z tylnej elewacji podczas remontu budynku.
Źródło: Materiały Medusa Group

Ilustracja 52. Z prawej strony: Empire House w Londynie, 2020, naprawy elewacji historycznej z cegły używanej.
Źródło: Materiały Medusa Group

Tabela 26. Szczegółowe studium przypadku nr 3.

Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	2.2.7.3. Dom dla bezdomnych w Jankowicach
lokalizacja	Jankowice, Polska
powierzchnia	1229 m ²
data realizacji	2019
inwestor	publiczny (Fundacja Domy Wspólnoty Chleb Życia siostry Małgorzaty Chmielewskiej)
autorzy	XY studio
funkcja	mieszkaniowa (zamieszkania zbiorowego)
Typ	3
Główne założenia projektowe	recykling lokalny
Udział w wywiadzie pogłębionym	nie



Ilustracja 53. Przekroje Domu dla bezdomnych.

Źródło: Materiały XY Studio



Ilustracja 54. Rzut Domu dla bezdomnych.

Źródło: Materiały XY Studio

Dom dla bezdomnych w Jankowicach to jeden z niewielu przykładów budynków, w których celowo zastosowano zasady GOZ w Polsce. Architekci z XY Studio mieli w założeniu stworzyć ekologiczny, samowystarczalny i ekonomiczny dom. Mimo, że ze względów ekonomicznych nie udało się zainstalować OZE, w obiekcie zastosowano wiele innych ekologicznych rozwiązań, takich jak ogrzewanie podłogowe, wentylacja z rekuperacją, ciepłe ściany i okna, ekologiczna oczyszczalnia ścieków oraz zbiorniki na deszczówkę do podlewania terenu.⁵⁹

Ceramiczne ściany oraz elewacje powstały z przetworzonych materiałów, takich jak cegły pochodzące z pobliskiego dwustuletniego młyna. Deski elewacyjne miały zostać odzyskane z okolicznych stodół, jednak po wykonaniu wyceny robót rozbiórkowych oraz transportu tańszym ekwiwalentem okazały się nowe materiały.⁶⁰ Przykład obrazuje jedną z najistotniejszych barier stojących przed wdrożeniem GOZ: ze względu na brak systemowego wsparcia, oddolne inicjatywy ponownego użycia materiałów są nierentowne. Koszty pracy w Polsce i w innych krajach UE oraz koszty transportu często przewyższają cenę tańszych alternatywnych, produkowanych seryjnie produktów, które są nowe, mają opisane właściwości i często podlegają gwarancji producenta. Brak korzyści finansowych lub innych wymiernych i mierzalnych benefitów płynących ze stosowania GOZ⁶¹ dla projektantów i inwestorów w architekturze blokuje rozwój cyrkularnych biznesów i cyrkularnego projektowania.



Ilustracja 55. Dom dla Bezdomnych w Jankowicach, widok z lotu ptaka.

Źródło: Materiały XY Studio



Ilustracja 56. Wejście główne do budynku.

Źródło: Materiały XY Studio

⁵⁹ Informacje za: Architektura-Murator, <https://www.architekturaibiznes.pl/>

dom-dla-bezdomnych-w-jankowicach-projektu-xystudio-z-nagroda-architektoniczna-polityki,3969.html .

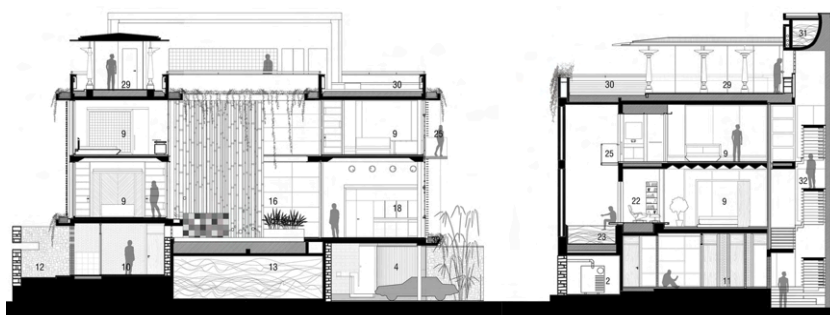
⁶⁰ informację przekazali projektanci D. Sibińska i F. Domaszczyński podczas prezentacji na konferencji "Weekend Architektury" w Gdyni w 2021 roku

⁶¹ benefitów związanych z sytuacją ekonomiczną, z pominięciem korzyści środowiskowych, kulturowych, społecznych itd.

Tabela 27. Szczegółowe studium przypadku nr 4.

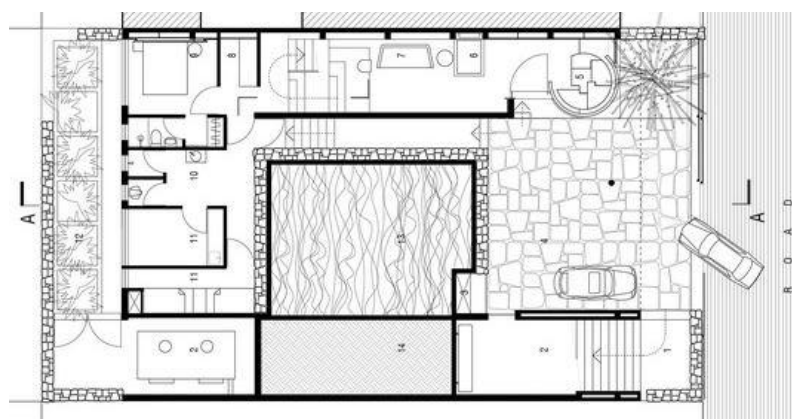
Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	2.2.7.4. Dom kolażowy (ang. Collage House)
lokalizacja	Bombaj, Indie
powierzchnia	520 m ²
data realizacji	2016
inwestor	prywatny
autorzy	S+PS Architects
funkcja	mieszkaniowa (jednorodzinna)
typ	3
Główne założenia projektowe	Lokalny recykling, wykorzystanie lokalnych materiałów, wspieranie lokalnych społeczności, promocja tradycyjnego rzemiosła
Udział w wywiadzie pogłębionym	tak



Ilustracja 57. Przekrój Domu kolażowego.

Źródło: Materiały S+PS Architects



Ilustracja 58. Rzut domu kolażowego.

Źródło: Materiały S+PS Architects



Ilustracja 59: Elewacja zewnętrzna wykonana z recyklowanych drzwi i okien.

Źródło: Materiały S+PS Architects



Ilustracja 60. Widok elewacji od wnętrza budynku.

Źródło: Materiały S+PS Architects

Collage House to dobrze znany przykład recyklingu w architekturze ze względu na swój charakterystyczny wyraz estetyczny - główna elewacja budynku składa się z recyklowanych drzwi i okien, pozyskanych z budynków poddanych rozbiórce. Użyto również innych materiałów z drugiej ręki - starych bloków tekstylnych, podłóg wykonanych z dawnych krokwi, kolonialnych mebli czy odpadów tekstylnych (tzw. chindi). Kilka ze ścian wykończono kolorowymi próbkami kafli, inne wyłożono odłamkami kamieni (odpadami) z kamieniołomu oraz odpadami powstałymi na miejscu podczas budowy.

Proces projektowo - budowlany wychodzą jednak poza ramy samego ponownego użycia; autorzy zwracają uwagę, że "projekt zachowuje i rozwija tradycyjne rzemiosło i praktyki rzemieślnicze przy użyciu lokalnych materiałów, w przeciwieństwie do zatrudniania zbyt wysoko wykwalifikowanej lub wyspecjalizowanej kadry technicznej oraz używania materiałów produkowanych przemysłowo"⁶². W ten sposób projekt przyniósł korzyści lokalnej społeczności - przyczynił się do propagowania tradycyjnego rzemiosła, w trakcie budowy zatrudnienie znaleźli mieszkańcy okolicy (co wzmogło również lokalne poczucie dumy po wykonaniu obiektu), korzystano z materiałów lokalnych - wspierano miejscowy biznes.



Ilustracja 61: Inwentaryzacja drzwi i okien odzyskanych z rozbiórek okolicznych domów. Każda para drzwi i okno zostały poddane renowacji oraz odpowiednio zabezpieczone przed wbudowaniem w elewację.

Źródło: Materiały SPS+S Studio

⁶² Wypowiedzi autorów uzyskane w wyniku wywiadu pogłębionego. Oryginalny zapis w Aneksie 2.

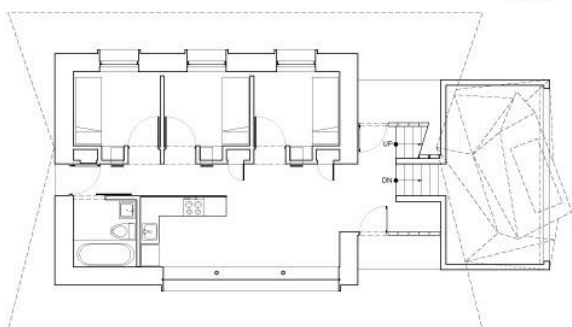
Tabela 28. Szczegółowe studium przypadku nr 5.

Źródło: opracowanie własne

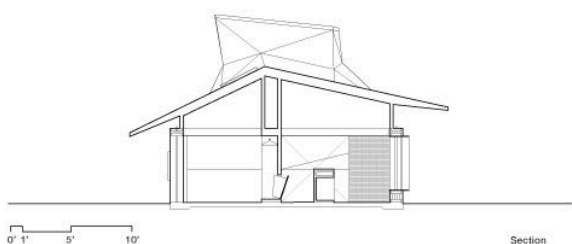
nazwa projektu	2.2.7.5. Dom Lucy (ang. Lucy's House)
lokalizacja	Mason's Bend, Alabama, USA
powierzchnia	bd
data realizacji	2002
inwestor	prywatny
autorzy	Rural studio we współpracy z Uniwersytetem w Auburn
funkcja	mieszkaniowa (jednorodzinna)
typ	3
Główne założenia projektowe	Recykling lokalny, partnerstwo międzypodmiotowe
Udział w wywiadzie pogłębionym	nie



Section



Plan



Section



Ilustracja 62, 63. Z lewej strony: rzut i przekroje domu.

Źródło: Materiały Rural Studio

Ilustracja 64: Bryła budynku po zakończeniu budowy.

Źródło: Materiały Rural Studio

Dom Lucy to jednorodzinny dom wolnostojący w USA, w którym wykorzystano współpracę międzysektorową i dzięki zaangażowanym projektantom z Rural Office, związanych z lokalnym uniwersytetem, pozyskano materiał do ponownego użycia.

Budowa domu została dofinansowana przez dużą firmę produkującą wykładziny przemysłowe. Ściany domu zawierają 72 000 pojedynczych, używanych ułożonych na stos kafelków utrzymywanych pod naciskiem drewnianego wieńca. Kafelki były przechowywane przez 7 lat, aby upewnić się, że nie wydzielają już żadnych szkodliwych substancji lotnych. Przypadek stanowi dobry przykład współpracy pomiędzy podmiotami - projektantami, wykonawcami a producentem wykładzin, który udostępnił swoje odpady w celu opracowania alternatywnego budulca. Ściany z kafli wykładzinowych są nośne - stabilizują je stalowe pręty.

Ponowne kreatywne użycie materiału mało wpływ na geometrię i wyraz estetyczny obiektu. Wysunięte w charakterystyczny sposób okapy dachu mają za zadanie chronić ściany przed obfitymi deszczami. Wykonany we współpracy z lokalnym uniwersytetem dom stanowi wczesny (2002) samoświadomy przykład wdrożenia zasad GOZ w architekturze. W procesie budowy i projektowania domu uczestniczyli studenci Uniwersytetu w Auburn.



Ilustracja 65: Budowa ścian z kafelek dywanowych.

Źródło: Materiały Rural Studio

Tabela 29. Szczegółowe studium przypadku nr 6.

Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	2.2.7.6. Dom z korka (ang. Cork House)
lokalizacja	Hrabstwo Norfolk, Anglia
powierzchnia	75 m ²
data realizacji	2019
inwestor	prywatny
autorzy	Matthew Barnett Howland, Dido Milne (CSK Architects), Oliver Wilton (UCL)
funkcja	mieszkaniowa (jednorodzinna)
myp	4
Główne założenia projektowe	Zdrowe materiały, projektowanie na potrzeby dekonstrukcji, recykling, innowacja
Udział w wywiadzie	



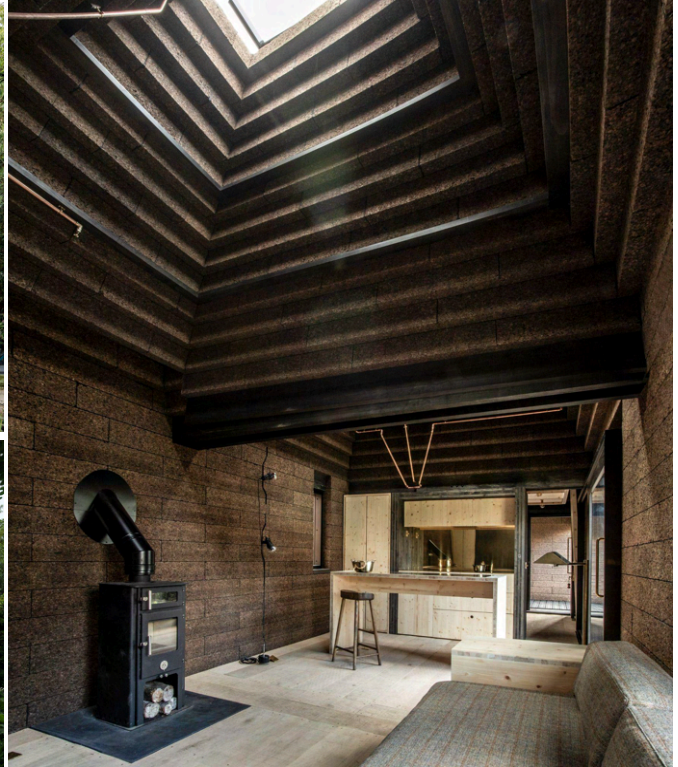
tak



pogłębionym

Ilustracja 66, 67. Z Przekrój i rzut Domu z korka.

Źródło: Materiały Matthew Barnett Howland



Ilustracja 68. Z lewej strony u góry: mikroklimat we wnętrzu budynku w porze wegetacji roślin wspomaga wysoka roślinność zapewniająca dopływ zimnego powietrza, widok od strony wejścia.

Źródło: Materiały Matthew Barnett Howland

Ilustracja 69. Z lewej strony u dołu: Powtarzalna bryła od strony ogrodu.

Źródło: Materiały Matthew Barnett Howland

Ilustracja 70. Z prawej strony: Obiekt charakteryzuje jednolity wygląd ścian, która składa się z jednej warstwy z bloku sprasowanego korka. Oprócz interesującego wyrazu estetycznego, nietypowy kształt wspomaga cyrkulację świeżego powietrza oraz utrzymanie optymalnej temperatury w poziomie przebywania człowieka.

Źródło: Materiały Matthew Barnett Howland

“Projekt jest budynkiem pilotażowym dla systemu konstrukcyjnego opartego na roślinach o niskim wpływie na środowisko, kierowanym przez holistyczne rozumienie wydajności budowlanej koncepcji od kołyski do kołyski⁶³. Jako innowacja zakłócająca kontekst wielowarstwowej nowoczesnej budowy ścian, dąży do pokazania korzyści ze zwracania uwagi na cykl życia materiałów i prostoty konstrukcyjnej - od pozyskania zasobów do końca życia budynku i dalej. Projekt koncentruje się w szczególności na wykorzystaniu materiału przyjaznego środowisku, zachowując jego wykorzystanie przez cały cykl życia budynku w taki sposób, że może powrócić do szerszego obiegu materiałów, czy to w biosferze, czy w technosferze. Projekt tworzy dochód i zapotrzebowanie na "gospodarkę korkową" w rejonie Morza Śródziemnego, zwłaszcza w Portugalii, co obejmuje korzyści społeczne z zatrudnienia w dziedzinach takich jak: rolnictwo, przetwarzanie korka, rzemiosło związane z korkiem i budownictwo. Szerzej rzecz biorąc, projekt przyczynia się do tworzenia wykwalifikowanych miejsc pracy w sektorze produkcji poza miejscem

⁶³ Ang. Cradle to cradle.

budowy. Twórcy polityki rządowej skorzystają z wiedzy na temat metod budowlanych z ujemnym wpływem na emisję CO₂, w tym dostępu do projektu jako szczegółowego studium przypadku. Projekt skierowany jest również na poczucie zaangażowania i umocnienia generowanego przez systemy umożliwiające gospodarstwom domowym stworzenie swojego własnego otoczenia budowlanego. Mieszkańcy budynku skorzystają z konstrukcji, która tworzy zdrowsze środowisko wewnętrzne. Producenci i dostawcy korka oraz drewna skorzystają z nowego rynku dla swoich produktów, co zwiększy obroty i zapotrzebowanie na bioprzyjazne produkty, zwłaszcza korek niskiej jakości i odpady korka. Dom zwiększył widoczność przemysłu korkowego i korka jako materiału budowlanego. Projekt dostarcza także studium przypadku w zakresie cyrkularnej gospodarki budowlanej opartej na prostym demontażu na końcu życia budynku i odzyskiwaniu korka w celu ponownego wykorzystania, recyklingu lub powrotu do biosfery w celu regeneracji nowego wzrostu.”⁶⁴



Ilustracja 71. Spojrzenie na kontekst: nowoczesny dom z korka znajduje się w okolicy zdominowanej przez historyczną zabudowę.

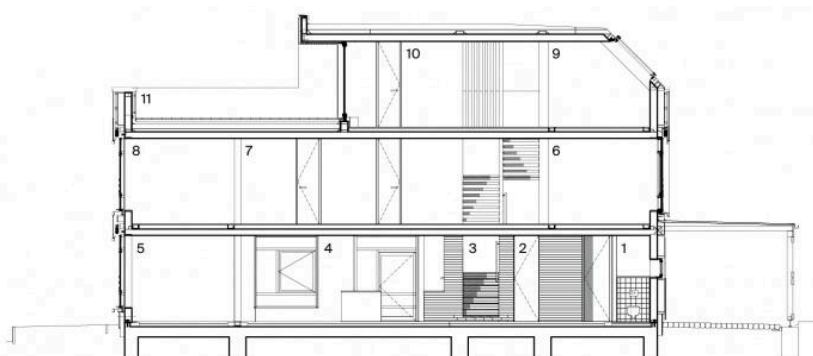
Źródło: Materiały Matthew Barnett Howland

⁶⁴ Wypowiedzi autorów uzyskane w wyniku wywiadu pogłębionego. Oryginalny zapis w Aneksie 2.

Tabela 30. Szczegółowe studium przypadku nr 7.

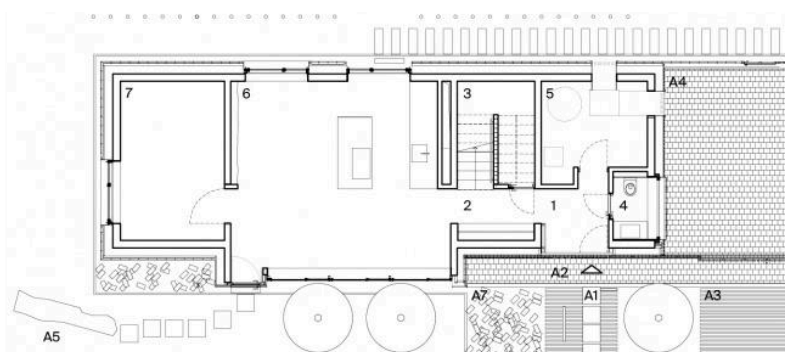
Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	2.2.7.7. Dom z recyklingu (niem. Recyclinghaus)
lokalizacja	Hannover, Niemcy
powierzchnia	155 m ²
data realizacji	2019
inwestor	prywatny, Gundlach GmbH & Co. KG
autorzy	Cityförster
funkcja	mieszkaniowa (jednorodzinna)
Typ	3, 4
Główne założenia projektowe	Dom eksperymentalny, projektowanie na potrzeby dekonstrukcji, lokalny recykling, materiały niskoemisyjne, wykorzystanie lokalnych materiałów, utrzymanie wartości materiałów
Udział w wywiadzie pogłębianym	tak



Ilustracja 72. Przekrój Domu z recyklingu.

Źródło: Materiały Cityforster

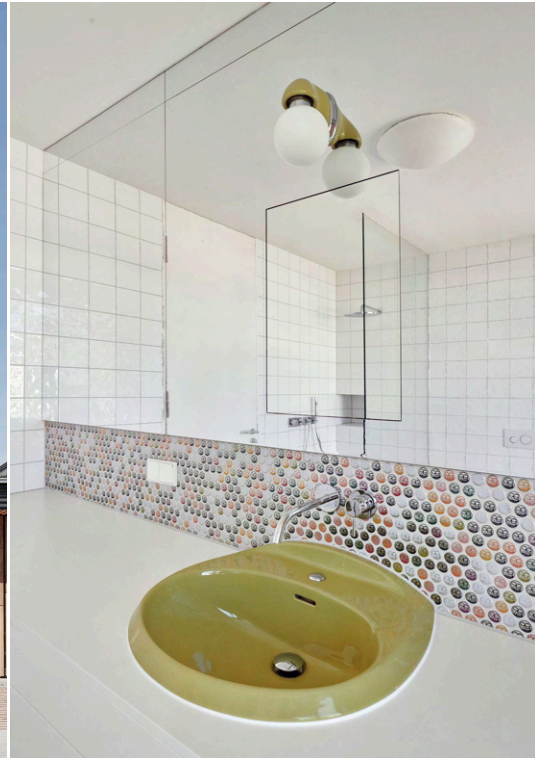


Ilustracja 73. Rzut parteru Domu z recyklingu.

Źródło: Materiały Cityforster



Ilustracja 74. Z lewej strony: elewacja frontowa. Zastosowano materiały stanowiące końcówki serii np. dyle szklane z poprzednich inwestycji.
Źródło: Materiały Cityförster



Ilustracja 75. Z prawej strony: wbudowane materiały w większości pochodzą z odzysku, co wpływa na wyraz estetyczny obiektu; na zdjęciu widać umywalkę z odzysku. Na ścianie wykonano mozaikę z kapsli z butelek.
Źródło: Materiały Cityförster

Dom z recyklingu to budynek wykonany przez dewelopera, którego podczas inwestycji interesują oszczędności kosztów środowiskowych. W zakresie doboru materiałów starano się korzystać z bazy nadmiarowych materiałów, które już są w posiadaniu wykonawcy (zostały np. poddane reklamacji lub są resztkami, nadwyżkami niewykorzystanymi przy budowie innych budynków).

Fundamenty wykonano z recyklowanego betonu, izolację ścian stanowią używane worki jutowe. W obiekt wbudowano odzyskane szkło profilowe, używaną blachę trapezową, recyklowane elementy stolarki okiennej, cegłę rozbiórkową, stare stojaki na rowery, używane płyty terazzo, krawężniki drogowe, żużel, kostkę brukową, płyty betonowe. Okładzina elewacyjna jest wykonana z desek pochodzących z rozbiórki sauny. Konstrukcję stanowią belki drewniane, spajane za pomocą połączeń suchych, bez użycia kleju i środków chemicznych, co umożliwia zachowanie wartości wbudowanych materiałów, a w przyszłości ułatwi rozbiórkę.

Tabela 31. Szczegółowe studium przypadku nr 8.

Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	2.2.7.8. Hotel Dexamenes
lokalizacja	Kourouta, Western Peloponnese, Greece
powierzchnia	2060 m ²
data realizacji	2019
inwestor	prywatny
autorzy	K-studio
funkcja	usługowa (hotel)
typ	2
Główne założenia projektowe	Adaptacja architektoniczna, ewaluacja projektu w trakcie procesu budowlanego w celu umożliwienia recyklingu i upcyklingu, lokalny recykling, wykorzystanie lokalnych materiałów, wspieranie lokalnych społeczności
Udział w wywiadzie pogłębionym	tak



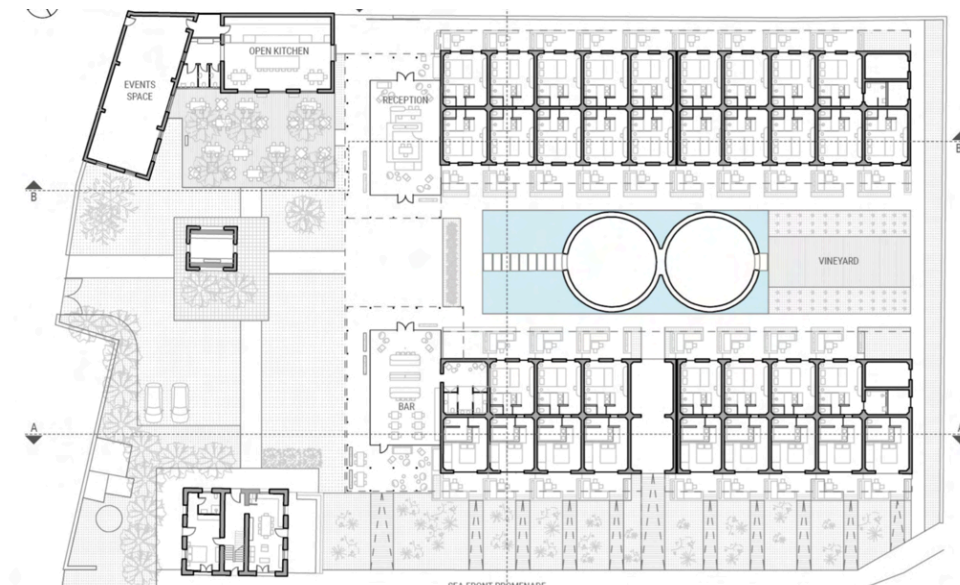
Ilustracja 76. Przekrój przez budynek.

Źródło: Materiały hotelu Dexamenes



Ilustracja 77. Elewacja frontowa.

Źródło: Materiały hotelu Dexamenes



Ilustracja 78. Rzut założenia zlokalizowanego w dawnej winiarni.

Źródło: Materiały hotelu Dexamenes

Dexamenes jest przykładem adaptacji architektonicznej na cele usługowe - inwestor prywatny prowadzi tam hotel. Usługę ulokowano w dawnej winiarni; pokoje hotelowe urządzono w fermentorach. Wyróżnia go wysoki stopień zaangażowania projektantów w proces odzysku materiałów in situ. Przedstawiciel inwestora zauważył, że "intrygującym wyzwaniem było pozostawienie "przestrzeni" oraz "czasu" w procesie projektowym i budowlanym w taki sposób, żeby projekt mógł ulegać zmianom wraz z kolejnymi odkryciami i wyzwaniami wynikającymi w trakcie procesu budowlanego. Na przykład w celu utworzenia otworów wejściowych do tanków po winie, należało wyciąć otwory z żelbetowych ścian zbiorników. Rezultatem było uzyskanie bloków betonowych, które chcieliśmy poddać recyklingowi i użyć jako stopni schodów, stopni w basenie czy mebli. W związku z tym inicjalny projekt musiał wielokrotnie ulec rewizji."⁶⁵

Podczas wstępnych robót z zakładu ekstrahowano różnorodne materiały, którym potem nadawano nowe życie przez upcykling: "Użyliśmy odzyskanych cegieł z magazynu winiarni do wykonania podłogi restauracji i dziedzińca. Stare rurociągi, które służyły do zaopatrywania winiarni w wodę, zostały przekształcone w balustrady na naszym tarasie. Stare meble również zostały zmodyfikowane i teraz są ponownie wykorzystywane w naszej willi nadmorskiej. Większość materiałów użytych w procesie przekształcenia pochodzi z lokalnych źródeł. Prawie wszyscy wykonawcy byli lokalnymi fachowcami, którzy stosowali jak najwięcej tradycyjnych technik (takich jak np. wykonywanie powierzchni z terrazzo). Nawet ceramiczne płytki na nowym dachu restauracji i przestrzeni wielofunkcyjnej zostały wykonane w rzemieślniczej pracowni (mniej niż 20 km od hotelu), która wzięła próbki oryginalnych płytek i wykonała współczesne repliki, używając tego samego rodzaju gliny co w oryginale."

Autorzy rozważyli również kwestie dotyczące mikroklimatu miejsca: "Stworzyliśmy jezioro na terenie dziedzińca, które chłodzi całą strefę. Ponadto, lokalne odmiany winogrona i porzeczki

⁶⁵ Wypowiedź uzyskana w wyniku wywiadu pogłębionego. Oryginalny zapis w Aneksie 2.

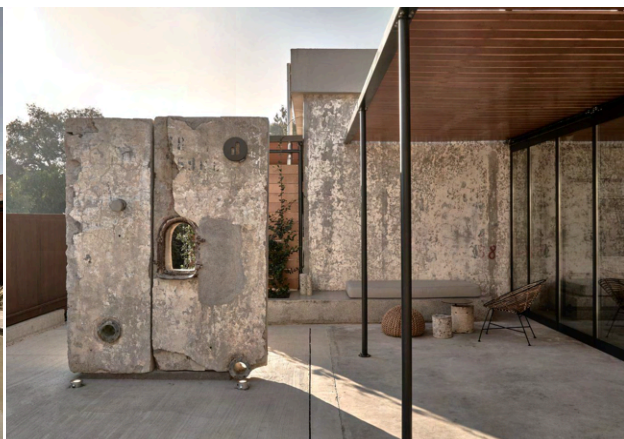
zostały dobrze zakorzenione wzdłuż krawędzi ogrodu i stopniowo przyczynią się do mikroklimatu i produktywności hotelu.” “Zainwestowaliśmy w sprzęt mechaniczny (w tym pompy ciepła i kolektory słoneczne), który minimalizuje zużycie energii elektrycznej do ogrzewania lub chłodzenia pokoi. Dodatkowo, energia zużywana na klimatyzację jest jednocześnie wykorzystywana do podgrzewania wody używanej przez gości.”

Idea architektoniczna ma w hotelu również swój przekład na odpowiedzialne praktyki konsumenckie: “Zachowujemy dokumentację zużycia energii miesięcznie, zużycia detergentów i wszystkich środków czystości (wszystkie muszą posiadać etykiety ekologiczne). Wszystkie odpady zbierane z pokoi i kuchni są sortowane na materiały nadające się do recyklingu oraz nienadające się do recyklingu.” Zagospodarowanie terenu jest integralną częścią projektu utrzymaną w tym samym duchu: “Nasza przestrzeń zielona składa się z lokalnych roślin (większość z nich jest jadalna). Wybrane rośliny są w pełni dostosowane do lokalnego środowiska i klimatu, głównie są to zioła, które wymagają minimalnego podlewania (co wspomaga nasz program redukcji zużycia wody), jednocześnie zwiększając produktywność terenu (włączamy je w ofertę kulinarną i program wellness).” Co istotne z perspektywy inwestorów, zwrócono uwagę na zapotrzebowanie na zrównoważone usługi, jak te oferowane w hotelu: “Wartość dodana wynikająca z naszych ekologicznych praktyk przekłada się na wzrost sprzedaży, ponieważ zarówno goście, jak i agenci turystyczni szukają świadomych hoteli i firm do współpracy.”



Ilustracja 79. Z lewej strony: Centralnie ulokowany dawny tank na wino.

Źródło: Materiały hotelu Dexamenes



Ilustracja 80. Z prawej strony: “artefakty” po dawnej funkcji hotelu stanowią świadectwo czasu oraz umożliwiają dialog z historią miejsca. Charakterystyczna estetyka “ruin” stanowi jedną z wartości obiektu.

Źródło: Materiały hotelu Dexamenes

Tabela 32. Szczegółowe studium przypadku nr 9.

Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	2.2.7.9. Inwestycja "Fuzja" - rewitalizacja historycznych budynków oraz zagospodarowanie terenu inwestycji
lokalizacja	Łódź, Polska
powierzchnia	bud. E02: 1097m ² , bud. E03: 153m ² , bud. E05: 364 m ² , projekt zagospodarowania terenu: 3 250 m ²
data realizacji	2022
inwestor	prywatny (Echo Investment)
autorzy	Medusa Group
funkcja	usługowa
typ	II
Główne założenia projektowe	Rewitalizacja w duchu GOZ, adaptacja, recykling lokalny, wydłużenie fazy operacyjnej
Udział w wywiadzie pogłębionym	tak



Ilustracja 81. Rzut inwestycji, na biało oznaczono budynki projektowane.

Źródło: Materiały Medusa Group

Budynek usługowy - mała gastronomia (oznaczenie na rzucie - E03). Przystosowanie budynku produkcyjnego pofabrycznego pod nową funkcję zakładało kilka kluczowych kroków. Po pierwsze, opracowano elastyczny plan, który umożliwi łatwą adaptację budynku na różne cele. Celem tego podejścia jest maksymalizacja długości fazy użytkowania obiektu, zapewniając mu długotrwałą wartość. W celu dokładnego zrozumienia stanu istniejącego budynku, wykonano skan 3D, aby stworzyć szczegółowy model BIM, który posłużył jako podstawa do dalszych prac. Ceglana elewacja została pozbawiona szkodliwych zanieczyszczeń, a następnie pokryta hydrofobizującym środkiem; parapety i skośne obróbki pokryto tynkiem renowacyjnym zabezpieczającym je przed zamakaniem. Zgodnie z ogólnie przyjętym standardem wykonano odcięcie poziome ścian fundamentowych, zabezpieczając je przed podciąganiem kapilarnym.

Budynek biurowo - usługowy z małą gastronomią (oznaczenie na rzucie - E02). O zachowanie elewacji ceglanej zadbano poprzez naprawy z używanej cegły, częściowo pochodzącej z rozbiórek in situ. W ten sposób dąży się do przedłużenia fazy użytkowania elewacji i zachowania jej historycznego charakteru. Podobnie jak w przypadku poprzedniego budynku, przeprowadzono skan 3D, aby dokładnie zarejestrować stan istniejącej elewacji. Otrzymane dane posłużyły do stworzenia szczegółowego modelu BIM, który wykorzystano w dalszych pracach. Istotnym działaniem było zachowanie posadzek klinkierowych, które najpierw zostały zdemontowane, a następnie oczyszczone i ponownie wykorzystane w tym samym budynku. Co więcej, staranne zachowanie i renowacja schodów żeliwnych, uzyskanie odstępstwa od standardowych procedur oraz naprawa ścian ceglanych są kluczowymi elementami procesu konserwacji i utrzymania oryginalnego charakteru obiektu. Wykorzystanie cegieł używanych w czerpniach wykonanych w wieży stanowi dalszy przykład dbałości o historyczne elementy architektoniczne.

W budynkach historycznych oznaczonych na rzucie jako E05 oraz E04 wykonano działania analogiczne do opisanych powyżej. W **projekcie zagospodarowania terenu** wykorzystano płyty żeliwne z posadzki istniejących budynków fabryki Scheiblera. W trakcie prac przygotowawczych przed rozpoczęciem budowy zinwentaryzowano kilka tysięcy płyt, które następnie przeznaczono do ponownego wykorzystania.



Ilustracja 82. Budynek E02.
Źródło: Materiały
Medusa Group



Ilustracja 87. Z lewej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, naprawa (zszywanie) ścian ceglanych w celu uniknięcia wymiany ściany konstrukcyjnej. Źródło: Materiały Medusa Group, zdjęcie Sandra Przepiórkowska



Ilustracja 88. Z prawej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, budynek E05; widoczne ceglane uzupełnienia na elewacji. Źródło: Materiały Medusa Group, zdjęcie Sandra Przepiórkowska



Ilustracja 89. Z prawej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, ściana historyczna uzupełniona cegłą z odzysku, zachowanie historycznych tynków. Źródło: Materiały Medusa Group, zdjęcie Sandra Przepiórkowska



Ilustracja 85. Z lewej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, odkrywka historycznej posadzki z cegły klinkierowej w budynku E2. Źródło: Materiały Medusa Group, zdjęcie Sandra Przepiórkowska



Ilustracja 86. Z prawej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, cegła klinkierowa po procesie odzysku z bud. E2; następnie oczyszczona i użyta w tym samym budynku. Źródło: Materiały Medusa Group, zdjęcie Sandra Przepiórkowska



Ilustracja 90. Z lewej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, posadzka na zagospodarowaniu terenu wykonana z odzyskanych płyt żeliwnych.
Źródło: Materiały Medusa Group

Ilustracja 91. Z prawej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, Widok na budynek E3 z fragmentem odzyskanej posadzki na pierwszym planie.
Źródło: Materiały Medusa Group



Ilustracja 83. Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, Budynek E03.
Źródło: Materiały Medusa Group

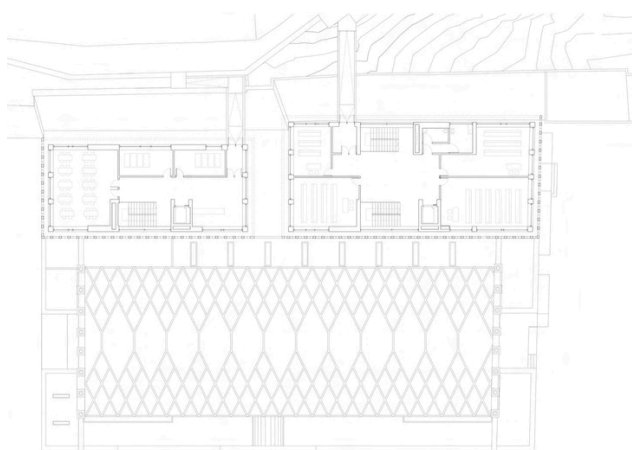


Ilustracja 83. Wnętrze budynku E03, widoczne naprawy muru ceglanego i nowa więźba dachowa wraz z wzmocnieniami belkami żelbetowymi
Źródło: Materiały Medusa Group

Tabela 33. Szczegółowe studium przypadku nr 10.

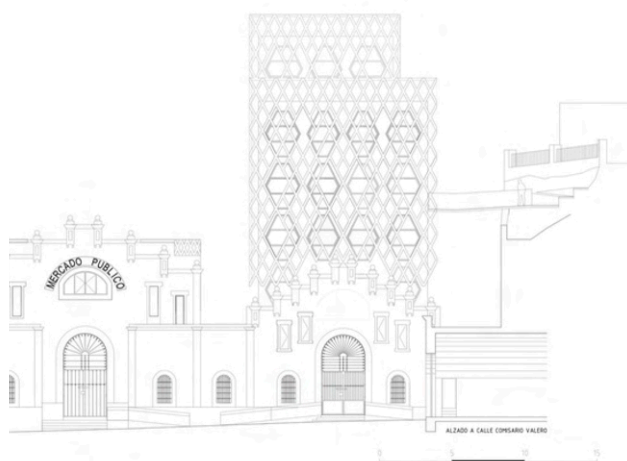
Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	2.2.7.10. Adaptacja dawnego targowiska w Melilli
lokalizacja	Melilla, Hiszpania
powierzchnia	7548 m ²
data realizacji	2019
inwestor	publiczna
autorzy	Angel Verdasco Arquitectos
funkcja	edukacyjna (konserwatorium muzyczne, szkoła językowa, centrum edukacyjne dla dorosłych)
Typ	2
Główne założenia projektowe	Adaptacja istotnego kulturowo budynku, promocja lokalnego rzemiosła, wspieranie lokalnych społeczności
Udział w wywiadzie pogłębionym	tak



Ilustracja 92. Z prawej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, Widok na budynek E3 z fragmentem odzyskanej posadzki na pierwszym planie.

Źródło: Materiały Angel Verdasco Arquitectos



Ilustracja 93. Elewacja frontowa.

Źródło: Materiały Angel Verdasco Arquitectos

“Budynek jest punktem spotkań. To miejsce, które tworzy relacje społeczne między muzułmanami i chrześcijanami. Obiekt wzmacnia wielokulturowość i tożsamość społeczności.” Realizacja jest szczególnie ważna ze względu na jej duży wkład w społeczność lokalną. Poddany adaptacji dawny targ był w złym stanie technicznym, wymiany wymagały istotne elementy konstrukcyjne, w tym m.in. dach. Autorzy zdecydowali się na wbudowanie w istniejącą skorupę dodatkowej konstrukcji zamiast wzmocnienia istniejących elementów, co znacząco wpłynęłoby na ich wygląd i odbiór społeczny. “To obszar biedny, niedostatecznie obsługiwany i pełen nieufności.

Największym wyzwaniem było przekonanie mieszkańców okolicy, że przekształcenie budynku w ośrodki edukacyjne korzystne dla nich i ich dzieci.” Dialog z lokalną społecznością rozpoczął się już w trakcie procesu budowlanego, dzięki zaplanowanym metodom budowlanym: “Zastosowano lokalne metody budowy i montażu, aby zaangażować społeczność. Użyto lokalnych materiałów, takich jak ceramika i tynk.” Uwzględniono również estetykę charakterystyczną dla lokalnych mniejszości: “Lokalna architektura została zinterpretowana na nowo, na przykład wzory kratownicowe charakterystyczne dla Afryki Północnej.”



Ilustracja 94. Omawiany budynek z otoczeniem; poszanowanie kontekstu stanowiło istotną wytyczną projektową.

Źródło: Materiały Angel Verdasco Arquitectos

Tabela 34. Szczegółowe studium przypadku nr 11.

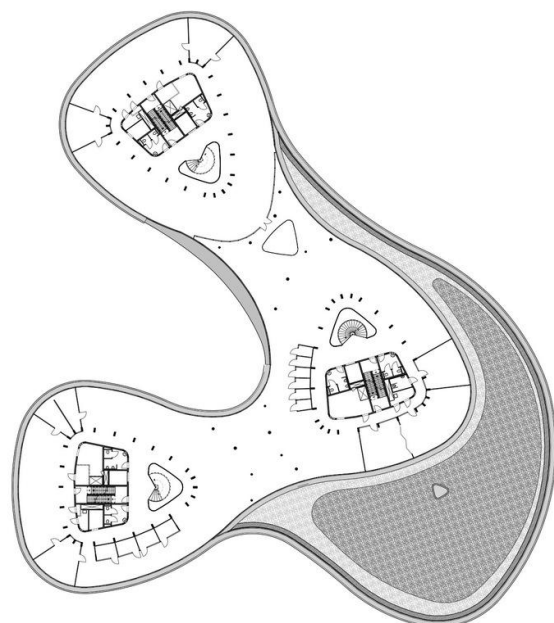
Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	2.2.7.11. Siedziba banku Triodos
lokalizacja	Driebergen - Rijsenburg, Holandia
powierzchnia	12994 m ²
data realizacji	2019
inwestor	prywatny (Bank Triodos)
autorzy	Rau Architects
funkcja	biurowa
typ	4
Główne założenia projektowe	Projektowanie na potrzeby dekonstrukcji, założenie banku materiałowego, utrzymanie wartości materiałów, paszporty materiałowe
Udział w wywiadzie pogłębionym	nie, odmowa udziału w badaniach



Ilustracja 95. Powyżej: przekrój podłużny budynku.

Źródło: Materiały Rau Architects



Ilustracja 96. Z lewej strony: rzut budynku.

Źródło: Materiały Rau Architects

Siedziba Banku Triodos to wg deklaracji projektantów pierwszy budynek biurowy na świecie w pełni zaprojektowany na potrzeby dekonstrukcji i utrzymania wartości materiałów. Jego struktura została zaprojektowana tak, aby umożliwić łatwą rozbiórkę, wykorzystując łączenie elementów drewnianych za pomocą śrub zamiast trwałego połączenia za pomocą kleju. Dzięki temu budynek może być bezproblemowo demontowany, a poszczególne komponenty mogą być ponownie wykorzystane w innych projektach. Ta elastyczność i adaptowalność wpisują się w dążenie do minimalizacji marnotrawstwa i optymalnego wykorzystania zasobów. Obiekt stanowi także bank materiałów, gdzie każdy zastosowany materiał jest starannie skatalogowany; dostęp online do katalogu jest publiczny. To umożliwi kontrolę nad stanem i jakością materiałów, co skutkuje łatwiejszym ich przyszłym ponownym wykorzystaniem. Część podziemna budynku została wykonana z żelbetu ze względu na wysoki poziom wód gruntowych. Konstrukcja jest przede wszystkim drewniana, co pomogło zaoszczędzić istotną ilość emisji CO₂ (wg autorów aż 1635 ton). Niestety, biuro projektowe RAU zdecydowanie odmówiło udziału w badaniu pogłębionym, odsyłając do własnych publikacji na temat budynku. Decyzja wydaje się znamieną ze względu na brak pokrycia deklaracji biura o cyrkularnych ambicjach z rzeczywistością (jedną z zasad GOZ jest przecież wirtualizacja i transparentność).



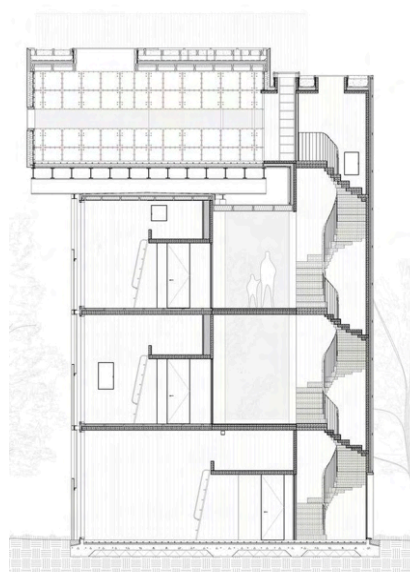
Ilustracja 97. Triodos bank - widok z lotu ptaka.

Źródło: Materiały Materiały Rau Architect

Tabela 35. Szczegółowe studium przypadku nr 12.

Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	2.2.7.12. Wieża wodna w Castle Acre
lokalizacja	Norfolk, Anglia
powierzchnia	160 m ²
data realizacji	2016
inwestor	prywatny
autorzy	Tonkin Liu
funkcja	mieszkaniowa (jednorodzinna)
typ	2
Główne założenia projektowe	Adaptacja, wspieranie lokalnych biznesów
Udział w wywiadzie pogłębianym	nie



Ilustracja 98. Z lewej strony: przekrój przez wieżę wodną w Castle Acre.

Źródło: Materiały Tonkin Liu



Ilustracja 99. Pośrodku: bryła budynku z zewnątrz w trakcie dnia i wieczorem.

Źródło: Materiały Tonkin Liu



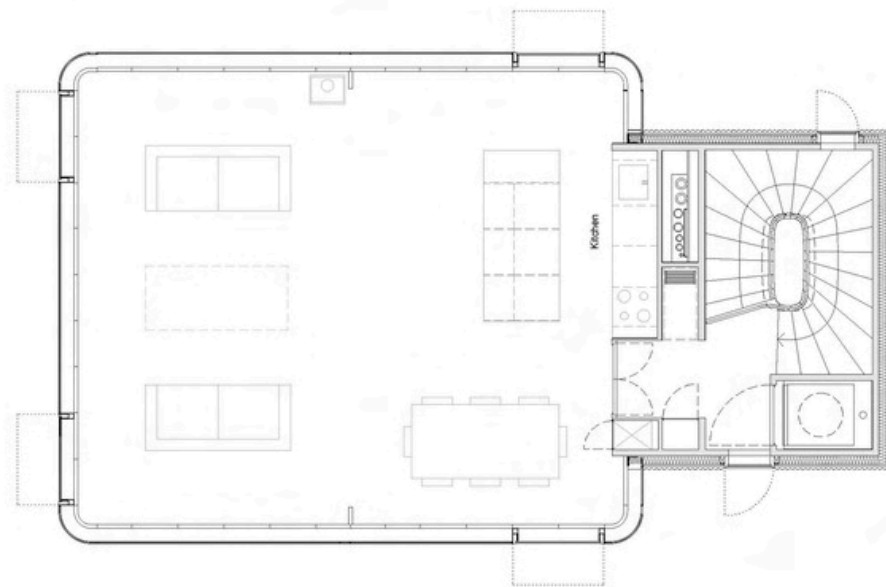
Ilustracja 100. Z prawej strony: bryła budynku z zewnątrz w trakcie dnia i wieczorem.

Źródło: Materiały Tonkin Liu

Budynek wieży wodnej zaadaptowany na dom mieszkalny. “Pomimo sympatii ze strony lokalnej społeczności, obiekt miał zostać zlicytowany przez firmy skupujące złom. Przed takim losem budynek został jednak zachowany przez lokalnego inwestora”⁶⁶. Stary zbiornik wodny został przebudowany oraz zaizolowany z zewnątrz, ale zachowano jego wartościową konstrukcję stalową, którą następnie wyeksponowano we wnętrzach. Na czterech poziomach znajdują się pokoje mieszkalne, a korytarze szklane zapewniają kojący widok na otoczenie i dostęp światła dziennego.

Charakterystycznymi elementami są przekształcone przemysłowe fragmenty zbiornika, służące teraz np. jako lampy wiszące. Wnętrze urządzone wykorzystując zakupione lokalnie używane meble i inne elementy wyposażenia wnętrz. Przebudowa została wykonana przez lokalną firmę, wcześniej wyspecjalizowaną w wykonywaniu mebli na wymiar - skorzystano z lokalnych usług, dzięki czemu wsparto lokalny biznes i społeczność.

Budynek jest dobrym przykładem spożytkowania dziedzictwa przemysłowego (nazwanego przez projektanta “industrialnymi ruinami”) do zachowania różnorodności - budynek to jedyny relikw XX wiekowej zabudowy w okolicy, gdzie dominuje typowa angielska zabudowa wiejska, w pobliżu znajduje się zamek - oraz konserwacji obiektu istotnego z historycznego punktu widzenia. Koncepcja GOZ jest sprzymierzeńcem przy projektach, w którym architekci starają się zachować ducha miejsca i podjąć dialog z kontekstem.



Ilustracja 101. Rzut wieży wodnej w Castle Acre.

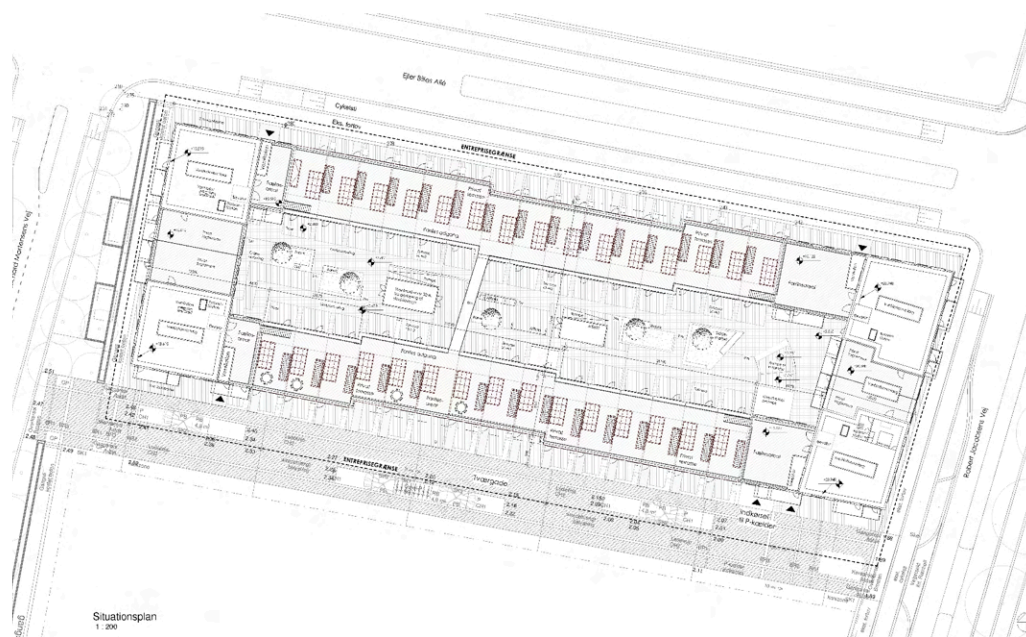
Źródło: Materiały Tonkin Liu

⁶⁶ Źródło: <https://www.architectural-review.com/awards/new-into-old/water-tower-in-castle-acre-uk-by-tonkin-liu?tkn=1>.

Tabela 36. Szczegółowe studium przypadku nr 13.

Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	2.2.7.13. Zabudowa mieszkaniowa Resource Rows
lokalizacja	Kopenhaga, Dania
powierzchnia	9148 m ²
data realizacji	2019
inwestor	prywatny (Nordic Real Estate Partners)
autorzy	Lendager Group
funkcja	mieszkaniowa (wielorodzinnna)
typ	3
Główne założenia projektowe	Recykling lokalny, partnerstwo międzypodmiotowe
Udział w wywiadzie pogłębionym	nie, odmowa udziału w badaniach



Ilustracja 102. Rzut założenia Resource Rows.

Źródło: Materiały Lendager Group

Istotą projektu jest upcykling komponentów i materiałów, które pierwotnie miały trafić na wysypisko. Pomysł ten znalazł głównie odzwierciedlenie w elewacji zewnętrznej, wykonanej z paneli ceglanych wcześniej wydobytych z innych budynków. Fragmenty ścian, które służą jako panele elewacyjne, pochodzą z trzech różnych lokalizacji, w tym z dawnej fabryki Carlsberga w Kopenhadze. Każdy z paneli ma powierzchnię 3m². Fragmenty zostały wycięte razem z fugami z

powodu ich specyficznego typu - spoiny między cegłami z lat 60. zachowały lepsze właściwości fizyczne niż same cegły, które uległyby zniszczeniu podczas oddzielania i nie nadawałyby się do ponownego użycia. Jednak w tym przypadku ta niedogodność została wykorzystana jako zabieg estetyczny - na elewacji ułożono patchwork z ceglanych paneli ułożonych pod różnym kątem.

Drewno użyte do wykończenia elewacji, okien, podłóg i tarasów było wcześniej wykorzystywane jako skrzynie transportowe do prefabrykowanych elementów betonowych do rozbudowy metra w Kopenhadze. Ponad 900 ton takiego drewna zostało wykorzystane podczas rozbudowy linii metra - Lendager Up⁶⁷ zdołał uratować prawie jedną trzecią z tych materiałów przed wyrzuceniem. Podłogi wewnętrzne wykonane są z odpadów drewnianych pochodzących z fabryki parkietu. Pergole i podłogi na publicznych tarasach znajdujących się na dachach wykonane są z używanych ram okiennych i przetworzonego szkła. Stalowa kładka biegnąca przez teren pierwotnie stanowiła część konstrukcji hali magazynowej o dużej rozpiętości. Ściany dziedzińca wykończone są używanymi stalowymi panelami elewacyjnymi.

Mimo wysiłków nie udało się całkowicie wyeliminować użycia betonu. Zgodnie z lokalnym prawem budowlanym parking musiał znajdować się pod ziemią. Beton użyty do konstrukcji parkingu nie został poddany recyklingowi ze względu na duży popyt na ten materiał i związane z nim koszty. Z uwagi na optymalizację kosztów, ścianki działowe wykonano z tradycyjnych płyt gipsowo-kartonowych na aluminiowych ramach. Początkowo ścianki miały być również wykonane z odzyskanego drewna.



Ilustracja 103. Elewacja frontowa, Resource Rows.

Źródło: Materiały Lendager Group

⁶⁷ Firma zajmująca się pozyskiwaniem i sprzedażą materiałów z recyklingu związana z pracownią projektową Lendager Group.

Tabela 37. Szczegółowe studium przypadku nr 14.

Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	2.2.7.14. Zrównoważona zabudowa mieszkalna socjalna przyszłości Lisbjerg Bakke (ang. Sustainable social housing of the future (FBAB) Lisbjerg Bakke)
lokalizacja	Lisbjerg, Dania (k. Aarhus)
powierzchnia	3800 m ²
data realizacji	2017
inwestor	publiczno - prywatny; Ministerstwo Miast, Zamieszkania i Terenów Wiejskich, władze miasta Aarhus, organizacja non-profit i wspólnota mieszkaniowa AL2bolig
autorzy	Vandkunsten Architects
funkcja	mieszkaniowa (wielorodzinna), 40 mieszkań i 1 budynek wspólny
typ	IV
Główne założenia projektowe	Projektowanie na potrzeby dekonstrukcji, prefabrykacja, swobodny plan
Udział w wywiadzie pogłębionym	tak



Ilustracja 104. Zabudowa mieszkaniowa Lisbjerg Hill - elewacja frontowa i przekrój.

Źródło: Materiały Vandkunsten Architects



Ilustracja 105. Zabudowa mieszkaniowa Lisbjerg Hill - układ urbanistyczny.

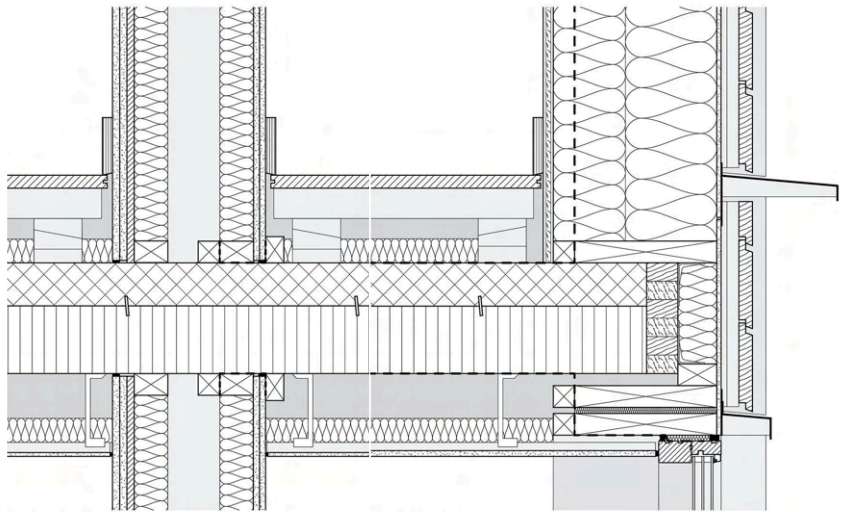
Źródło: Materiały Vandkunsten Architects

Zabudowa mieszkaniowa socjalna Lisbjerg Bekke ma konstrukcję hybrydową - składa się z prefabrykowanych elementów drewnianych, betonu i stali. Autorzy zauważają, że typowym rozwiązaniem duńskim jest konstrukcja wielopoziomowego budownictwa mieszkaniowego z prefabrykowanych betonowych elementów konstrukcyjnych - Lisbjerg Bekke jest więc alternatywą do duńskiego standardu.

Elewacje nie niosą obciążeń kolejnych kondygnacji, w związku z czym jest pełna dowolność w ich kształtowaniu, w tym w lokalizacji otworów okiennych. Do produkcji słupów, belek, stropów oraz dachu i elementów elewacji użyto drewna klejonego. Beton spełnia rygorystyczne wymagania dotyczące izolacji akustycznej w wielopoziomowych budynkach mieszkalnych, dlatego został użyty w klatkach schodowych, szybach windy i jako część podkładów. Belki stalowe zastępują drewno w niektórych miejscach, gdzie potrzebne jest dodatkowe wsparcie. Wszystkie elementy z litego drewna mogą być zdemontowane i ponownie wykorzystane. Schody drewniane w mieszkaniach dwupoziomowych są wykończone drewnem ługowanym. Wszystkie ściany zewnętrzne są wykończone wewnątrz trójwarstwowym, skrzyżowanym drewnem świerkowym, również traktowanym ługiem. Smukłe okapy wychodzące poza kontur dachu zapewniają ochronę surowej drewnianej fasady świerkowej oraz jednocześnie stanowią jej tożsamość architektoniczną.

Układ konstrukcyjny oparty o modułarną siatkę słupów zapewnia elastyczność rzutu i sprawia, że projekt jest dostosowany do potencjalnych zmian. Zdaniem autorów: "projekt jest jednym z głównych przypadków (zastosowania GOZ) przez wiele lat i prawdopodobnie doprowadził do aktualnych zmian w przepisach, które określają limit emisji CO₂ na powierzchnię zabudowy. Badanie oceny użytkowania (POE) wykazało, że ludzie mieszkający w budynku są bardzo zadowoleni (...). Po pierwszych 5 latach utrzymania koszty wydają się bardzo niskie, ponieważ naprawy są szybkie i łatwe - ale precyzyjną odpowiedź na to pytanie będziemy mogli uzyskać dopiero po kilku latach i kiedy fasada osiągnie szacowany czas swojego użytkowania"⁶⁸

⁶⁸ Wypowiedzi autorów uzyskane w wyniku wywiadu pogłębionego. Oryginalny zapis w Aneksie 2.



Ilustracja 106, 107. Detal połączenia słupa wykonanego z drewna klejonego z prefabrykowanym stropem drewnianym

Źródło: Materiały Vandkunsten Architects



Ilustracja 108. Z lewej strony: “Kuchnie są wyposażone jedynie w podstawowe elementy, aby utrzymać czynsz na jak najniższym poziomie. (...) W ten sposób mieszkańcy mogą projektować przestrzeń zgodnie z własnymi potrzebami i utrzymać układ swojego domu otwarty lub zwiększyć liczbę pomieszczeń, dodając ściany.”

Źródło: Materiały Vandkunsten Architects

Ilustracja 109. Z prawej strony: Modułowa konstrukcja budynku mieszkalnego widoczna podczas procesu budowy.

Źródło: Materiały Vandkunsten Architects

2.2.9. Wyniki pogłębionych badań kwestionariuszowych

Pogłębione badania kwestionariuszowe wykazały, że inicjatywę w zakresie wdrażania GOZ każdorazowo podejmowali architekci, których decyzję wzmocniły wytyczne odgórne. W ponad 60% przypadków, proces projektowania budynku cyrkularnego był wydłużony względem procesu projektowego konwencjonalnego budynku. Jako nieodzowne uznano działania z zakresu ponownego użycia materiałów, projektowania na potrzeby dekonstrukcji i adaptację architektoniczną.

Ważne wg respondentów było używanie niekonwencjonalnych metod łączenia materiałów, modularyzacja wbudowanych materiałów, projektowanie na potrzeby zmiany funkcji oraz zachowanie wartości wbudowanych materiałów wbudowanych. Pomimo zastosowania różnorodnych środków w celu wdrożenia GOZ sam proces złożenia i uzyskania pozwolenia na budowę w większości nie różnił się od konwencjonalnego ubiegania się o pozwolenie na budowę; w większości nie były potrzebne żadne dodatkowe zgody, jednostkowe dopuszczenia materiałów lub inne ekspertyzy.

Przeważająca ilość architektów nie otrzymała dodatkowej pomocy w zakresie wdrażania GOZ ze strony zewnętrznych organizacji NGO lub innych odgórnych. W niektórych biurach zatrudniono wewnętrznego konsultanta lub korzystano z pomocy zewnętrznej firmy konsultingowej (po 38%). W kilku przypadkach architekci otrzymali pomoc ze strony organizacji pozarządowych, a w jednym przypadku podjęto współpracę z lokalnym uniwersytetem (wsparcie ze strony środowiska akademickiego).

Jako największe wyzwania podczas procesu projektowego wskazano:

- "Początkową niechęć klienta, brak wystarczających dokumentowanych precedensów dla rozwiązań technicznych, niewystarczające lub nieadekwatne rozwiązania proponowane przez konsultantów technicznych, którzy nie zawsze wiedzą, jak radzić sobie z nowymi, powstającymi w ramach GOZ typologiami budowlanymi, opór wykonawców w stosowaniu recyklingu istniejących materiałów"
- "Zastosowanie nietypowego materiału budowlanego do wzniesienia odsłoniętej konstrukcji monolitycznej"
- "Konieczność, aby klient zaangażował się w ideę i wspierał cyrkularny proces projektowy. Również wszyscy pozostali zaangażowani uczestnicy procesu budowlanego muszą szanować innowację jako integralną część projektu. Jest to kluczowe, ponieważ konwencjonalne umowy zazwyczaj nie obejmują niezbędnych, dodatkowych etapów procesu. Wszystkie zaangażowane strony muszą działać w sposób iteracyjny, akceptując wiele kompromisów i szukając nowych sposobów na wiele typowych wyzwań wykonywanych w nietypowy sposób"
- "Ciekawym wyzwaniem było pozostawienie "miejsca" i "czasu" w procesie projektowania, aby projekt mógł być aktualizowany w zależności od wyników procesu budowlanego. Na przykład, aby stworzyć drzwi do betonowych zbiorników na wino, musieliśmy wykonać otwory przez wycinanie fragmentów ścian betonowych. W efekcie wydobyliśmy bloki betonu, które chcieliśmy poddać recyklingowi, tworząc z nich stopnie, kamienie do basenu,

meble itp. W związku z tym początkowy projekt musiał być wielokrotnie zmieniany i aktualizowany, aby uwzględnić te nowe odkrycia i zastosowania recyklingu”

- “Lokalizacja inwestycji jest biedna, zaniedbana i pełen nieufności. Największym wyzwaniem było przekonanie mieszkańców, że przekształcenie tego budynku w centrum edukacyjne będzie dla nich i ich dzieci korzystne (budynek przekształcił opuszczony targ w trzy budynki edukacyjne: konserwatorium muzyczne, szkołę językową i szkołę dla dorosłych).”

Planowany cykl życia budynku w ponad połowie przypadków jest przewidywany na więcej niż 50 lat. Co ciekawe, jeden z respondentów udzielił odpowiedzi, że nie ma limitu czasu życia budynku pod warunkiem prawidłowego serwisowania budynku i wszystkich jego elementów.

Wskazano pochodzenie wbudowanych materiałów (Ilustracja 110). Prawie 100% instalacji technicznych to zupełnie nowe elementy i wyroby. Najczęściej poddawane ponownemu użyciu i recyklingowi były materiały do budowy ścian.



Ilustracja 110. Pochodzenie materiałów wbudowanych w szczegółowych studiach przypadku.

Źródło: opracowanie własne

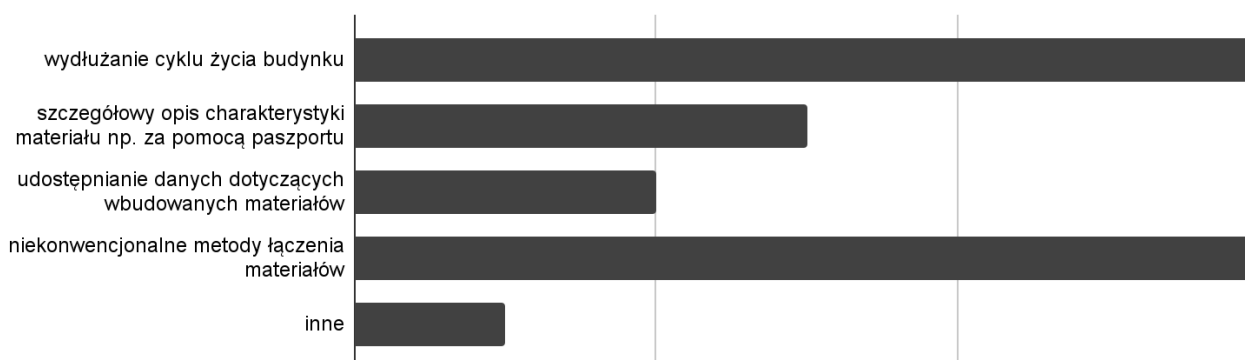
W ponad 60% przypadków proces projektowo - budowlany analizowanych obiektów był wydłużony i bardziej skomplikowany względem konwencjonalnego. Podczas wznoszenia budynku użyto nietypowych metod budowlanych, jak np.:

- “Ściany i dach zostały zmontowane za pomocą montażu na pióro i wpust w suchym montażu - bez użycia zaprawy lub kleju.”
- “Konstrukcja pięter była hybrydowa, z wykorzystaniem elementów nośnych z klejonego drewna laminowanego (glulam), podczas gdy pozostała część była wykonana w technice szkieletu drewnianego (ballon frame).”
- “W projekcie zastosowano lokalne metody budowy i montażu, aby zaangażować społeczność. Przykładem jest wykorzystanie miejscowych materiałów, takich jak ceramika i gips. Wykorzystano również pasywne metody energooszczędne oraz wprowadzono elementy stanowiące reinterpretację lokalnej architektury Afrykańskiej np. charakterystyczne kratownice.”

Według respondentów omawiane budynki cyrkularne w większości nie wymagają więcej konserwacji niż konwencjonalne obiekty. W zakresie dodatkowej funkcjonalności dzięki wdrożeniu zasad GOZ wskazano przede wszystkim korzyści dot. społeczności:

- “Budynek stał się znakiem tożsamości dla lokalnej społeczności dzięki swojej unikalności i międzynarodowemu uznaniu. Jak ktoś z tej społeczności powiedział: Navi Mumbai⁶⁹ wreszcie osiągnął sukces!”
- “Realizacja zyskała szerokie uznanie w Danii jako klarowny, dobry przykład budynku skoncentrowanego na wielokrotnym wykorzystaniu zasobów”
- “Ponowne wykorzystanie istniejących budynków było nie tylko świadomym ekologicznie wyborem, ale także dało nam szansę podkreślenia historii tego miejsca związanego z Erą Porzeczkową⁷⁰, bardzo ważnym okresem historii Grecji. Pomieszczenia hotelowe były kiedyś zbiornikami fermentacyjnymi do produkcji wina. Obecnie budynek jest rodzajem "żywego muzeum", gdzie goście śpią w przetworzonych zbiornikach na wino, a jednocześnie poznają historię tego miejsca i lokalną kulturę we wszystkich aspektach naszej działalności (karta win z lokalnymi winami, kulinaria, wydarzenia kulturalne itp.)”
- “Budynek zyskał dzięki temu, że społeczność i lokalne firmy brały udział w jego budowie i teraz dbają o niego, traktując go jak swoją własność”

W 75% przypadków zaplanowano proces rozbiórki budynku oraz przewidziano działania związane z przetwarzaniem odpadów budowlanych pozostałych po tym procesie. Wskazano działania podjęte w celu przyszłej dekonstrukcji budynku (Ilustracja 111). Jako metodę prewencyjną wskazano maksymalizację długości cyklu życia budynku. W zakresie rozwiązań projektowych wskazano niekonwencjonalne łączenia z eliminacją łączy chemicznych, szczegółowy opis charakterystyki wbudowanych wyrobów oraz udostępnianie danych o projekcie.



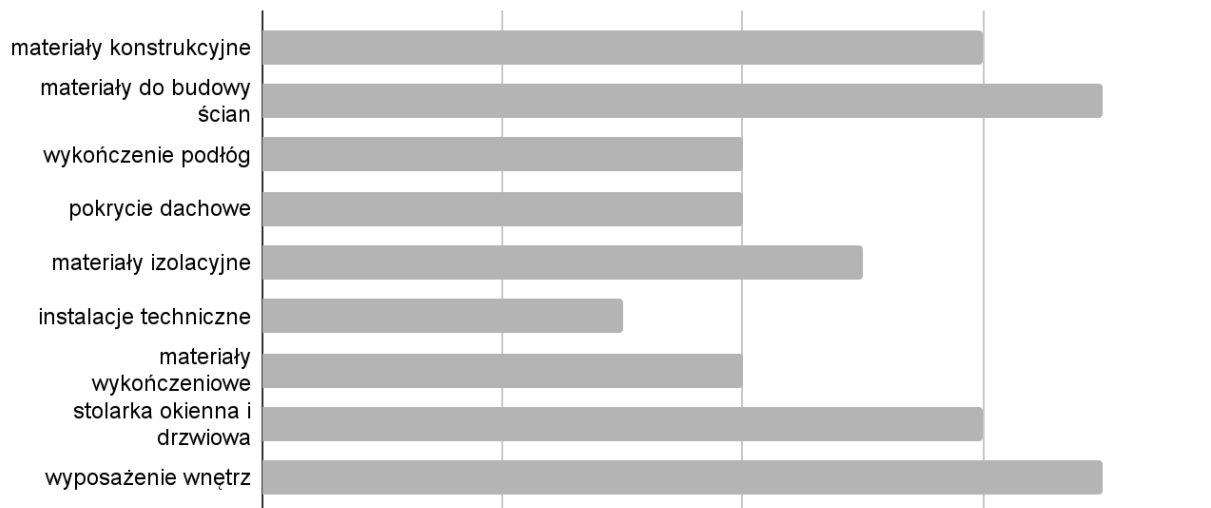
Ilustracja 111. Działania podejmowane przez projektantów w celu ułatwienia przyszłej dekonstrukcji/selektywnej rozbiórki budynków w szczegółowo przebadanych przypadkach.

Źródło: opracowanie własne

⁶⁹ Nowy Bombaj - miejsce, gdzie znajduje się budynek

⁷⁰ ang. Era of Currants, okres w historii Grecji

Wskazano również materiały zaprojektowane i wbudowane w taki sposób, żeby ich ponowne użycie było możliwe i jak najbardziej ułatwione. W największej ilości przypadków łatwe w ponownym użyciu mają być wyposażenie wnętrz i materiały wbudowane. Następnie materiały konstrukcyjne i stolarka okienna i drzwiowa. Najmniej, bo w 4 projektach, autorzy przewidują, że ponownie użyte mogą zostać również instalacje techniczne.

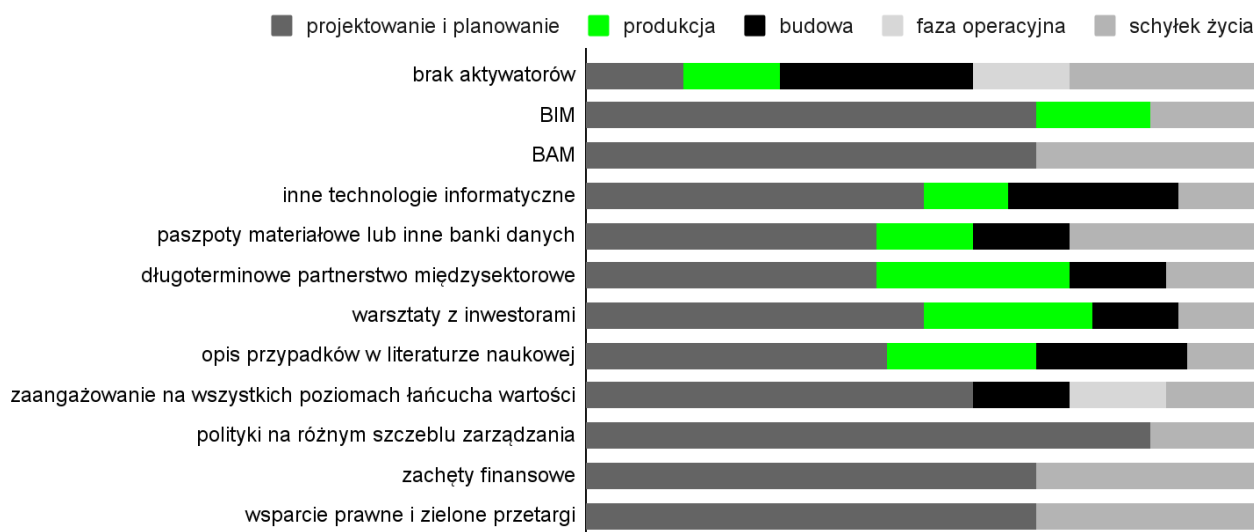


Ilustracja 112. Materiały wbudowane w obiekt nadające się do ponownego użycia w szczegółowo badanych przypadkach.

Źródło: opracowanie własne

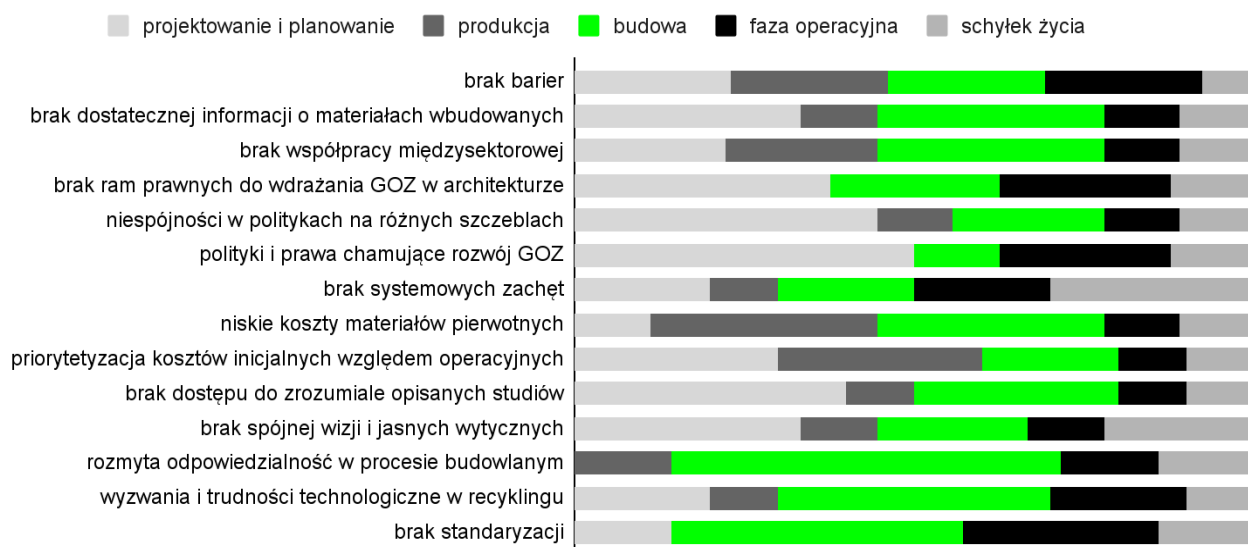
50% uznało, że koszty inwestycji są wyższe w przypadku stosowania zasad GOZ. 37,5% uznało, że koszty są takie same. Zgodnie z wynikami koszty operacyjne budynku są takie same jak w konwencjonalnym obiekcie. We wszystkich przypadkach oceniono, że emisja CO₂ jest niższa w przypadku budynku cyrkularnego, niż w budynku konwencjonalnym. Respondenci wskazali, że porównanie kosztów oraz emisji z konwencjonalnym budynkiem jest utrudnione ze względu na brak możliwości bezpośredniego porównania; “budżety na mieszkania socjalne są ustalane wcześniej, niezależnie od tego jak finalnie będzie wyglądał projekt - czy będzie zrównoważony, odporny na zmiany potrzeb klimatycznych i społecznych itd.”. W związku z tym wdrożenie GOZ czasami przebiega kosztem optymalizacji innych obszarów opracowania.

W badaniu wyodrębniono również aktywatory (ilustracja 113) i bariery (ilustracja 114) we wdrażaniu GOZ. Respondenci mogli wybrać czynniki spośród wskazanych, rozpoznanych podczas badania tekstów Źródłowych (Stan Badań, podrozdział Bariery i motory implementacji GOZ) lub wskazać dodatkowe, które zaistniały podczas procesu projektowo - budowlanego.



Ilustracja 113. Aktywatory wdrożenia GOZ zidentyfikowane na różnych etapach procesu architektoniczno - budowlanego w szczegółowo badanych przypadkach.

Źródło: opracowanie własne



Ilustracja 114. Bariery we wdrażaniu GOZ zidentyfikowane na różnych etapach procesu architektoniczno - budowlanego w szczegółowo badanych przypadkach.

Źródło: opracowanie własne

2.2.10. Wnioski: skala mezo

Architekci odgrywają istotną rolę jako inicjatorzy i liderzy GOZ w architekturze, zmieniając tradycyjne podejście do projektowania i wprowadzając bardziej zrównoważone i ekologiczne rozwiązania. Badanie skali mezo wykazuje szerokie spektrum praktyk, jakie prowadzą do zaprojektowania budynku cyrkularnego.

Adaptacja budynków przynosi liczne korzyści m. in. zmniejsza emisję CO₂ poprzez ponowne wykorzystanie; nowe, energooszczędne budynki potrzebują znacznie więcej czasu (od 10 do nawet 80 lat) na zneutralizowanie wpływu ich własnego procesu budowlanego i osiągnięcie oszczędności w zużyciu energii netto. Adaptacja sprzyja odpowiedzialnemu zużyciu materiałów, gdyż zmiana przeznaczenia istniejących struktur pomaga ograniczyć zapotrzebowanie na dodatkowe nowe materiały, co redukuje ilość odpadów budowlanych. Przyczynia się do redukcji emisji gazów cieplarnianych, ponieważ energia jest oszczędzana przez upcycling istniejących struktur i ich materiałów. Korzyści kulturowe obejmują ochronę dziedzictwa i zachowanie charakterystycznych budynków wraz z ich historią, co przyciąga turystów i utrzymuje tożsamość miejsca. W zakresie urbanistyki adaptacja przyczynia się do zrównoważonego rozwoju miast, zmniejszając zużycie gruntów oraz degradację miast i ograniczając niezrównoważone rozrastanie się miast. Z punktu widzenia gospodarki, adaptacja budynków może zwiększyć wartość nieruchomości zarówno samego budynku, jak i otaczających go obiektów, a także często stanowi tańszą opcję niż budowa od podstaw, dzięki wykorzystaniu gotowej konstrukcji i uniknięciu kosztów rozbiórki, transportu i utylizacji odpadów.

Podobne zalety przynosi budowanie z materiałów recyklowanych, odzyskanych z istniejącej tkanki miejskiej. W tym przypadku znacznie bardziej skomplikowany jest jednak proces uzyskania, transportu, zaplanowania techniki oraz otrzymania pozwolenia na ponowne użycie. Ze względu na to, że GOZ w architekturze stanowi rozwijający się trend, pojawiające się realizacje posługują się materiałami najprostszymi do ponownego wykorzystania, które zwykle mają funkcję osłonową (np. elewacje, ściany dekoracyjne) - używa się ram okiennych i okien, okładzin ceramicznych i drewnianych, cegieł. Rzadziej materiały z odzysku stanowią konstrukcję budynku, pozostawiając w tym zakresie szerokie pole do opracowania sposobów ponownego wykorzystania, katalogizacji i standaryzacji procesów.

Ekstrakcja z budynków istniejących jest bardzo trudna, stąd jedną z strategii GOZ jest również projektowanie na potrzeby dekonstrukcji poprzez planowanie całego cyklu życia budynku. Projektanci antycypują wyzwania, problemy i potrzeby budynku w różnych fazach jego cyklu życia, żeby zminimalizować jego szkodliwy wpływ na środowisko naturalne. W wyniku analizy przypadków wyodrębniono różnorodne działania, które umożliwiają kompletne wdrożenie GOZ w architekturze w skali mezo (Tabela 38).

Powstawanie budynków i obiektów o charakterze eksperymentalnym lub czasowym odgrywa istotną rolę w rozwoju koncepcji GOZ w architekturze; pozwala na eksplorację nowych technologii i podejść projektowych, które mają potencjał znaczącego wpływu na efektywność wykorzystania zasobów i ograniczenie odpadów. Obiekty o takim charakterze są mniejsze i mają uboższy program funkcjonalny, co pozwala na łatwiejsze, bardziej sprawne i tańsze testowanie różnych rozwiązań i wprowadzanie modyfikacji na etapie projektowania i budowy. Takie realizacje stanowią przykład do naśladowania, pełnią funkcję inspiracji, zwiększają świadomość w środowisku (zarówno wśród projektantów, jak i klientów), stanowią katalizator zmiany. Projekty eksperymentalne mogą odkrywać ograniczenia i wyzwania GOZ w architekturze. Prace nad nimi pozwalają zrozumieć, co działa i wymaga ulepszenia oraz co prowadzi do doskonalenia koncepcji.

Tabela 38. Rozpoznane w wyniku analizy przypadków praktyki umożliwiające wdrożenie GOZ w praktyce projektowej oraz mapowanie ich względem obszarów, dla których zgodnie z definicją (patrz str 18) GOZ ma generować korzyści. Oznaczenia: ŚN - środowisko naturalne, LS - lokalna społeczność, B - biznes.

lp	nazwa działania	opis	korzyści zgodnie z definicją GOZ		
			ŚN	LS	B
1	Miejskie wydobycie	Koncepcja, w której budynek oraz wszystkie jego elementy stanowią "bank" do przechowywania materiałów (wszystkie z elementów są przeznaczone do ponownego wykorzystania)	x		x
2	Projektowanie na potrzeby dekonstrukcji	Uwzględnienie uwarunkowań montażowych, demontażowych, transportowych	x	x	x
3	Projektowanie modułowe	Oparte na standaryzowanych wymiarach wynikających np. z procesu produkcji lub dobrane ze względu na przewidzianą funkcję obiektu	x		
4	Planowanie otwartego rzutu funkcjonalnego	Umożliwienie swobodnej aranżacji wnętrza	x	x	
5	Hierarchizacja struktury elementów	Zgodnie z zasadą (1) zapobieganie powstawaniu odpadów, (2) przygotowywanie do ponownego użycia, (3) recykling, (4) inne procesy odzysku, (5) unieszkodliwianie	x		x
6	Standaryzacja rozwiązań i ujednolicanie rozwiązań technicznych	Działanie usprawnia montaż i rozbiórkę, wymaga mniej specjalistycznych narzędzi i potencjalnie mniej wykwalifikowanych pracowników	x		x
7	Użycie materiałów dostępnych lokalnie	Minimalizacja emisji szkodliwych substancji związanych z logistyką transportu, pobudzanie lokalnej ekonomii	x	x	x
8	Wykorzystanie materiałów o oznakowanym, bezpiecznym składzie	Dbłość o wysokie standardy pracy osób zatrudnionych przy produkcji, świadomość dotycząca składu materiałów	x	x	
9	Cyfryzacja, katalogizacja i udostępnianie danych o wbudowanych materiałach	Przejrzysta inwentaryzacja materiałów wbudowanych umożliwia ich ponowne wykorzystanie np. poprzez paszporty materiałowe, BIM/BAM lub inne technologie IT/ICT	x	x	x
10	Dobór monostrukturalnych materiałów	Zachowanie wartości materiałów poprzez maksymalizację ich potencjału do ponownego użycia, m.in. poprzez unikanie materiałów o zróżnicowanej strukturze, klejonych itp.	x		x
11	Montaż materiałów i komponentów umożliwiający sprawną naprawę lub wymianę	Wydłużanie cyklu życia wbudowanych materiałów, a przez to cyklu życia całego budynku, utrzymanie wartości materiałów wbudowanych	x	x	
12	Nietypowa i kreatywna zmiana funkcji elementów zastanych in situ	Zagospodarowanie elementów trudnych w utylizacji (ze względu na np. skomplikowaną geometrię, bardzo duży ciężar itp.)	x	x	
13	Eliminowanie odpadów na przestrzeni wszystkich faz życia budynku	Rozważenie różnorodnych scenariuszy Życia budynku umożliwia antycypację przestrzeni lub procesów generujących odpady, podjęcie działań prewencyjnych	x		x
14	Kontekstualizacja obiektu i wykorzystanie naturalnych	Maksymalizacja korzyści płynących z naturalnych uwarunkowań miejsca, w którym znajduje się budynek, optymalizacja wykorzystania światła	x	x	

lp	nazwa działania	opis	korzyści zgodnie z definicją GOZ		
			ŚN	LS	B
	warunków działki	dziennego, naturalnego przewietrzania, ale również wykorzystanie ziemi z wykonanego wykopu, zachowanie naturalnych przebiegów wodnych, ścieżek/schronisk zwierząt itp.			
15	Planowanie pełnego cyklu Życia budynku	Podczas projektowania uwzględnianie potencjalnych warunków rozbiórki oraz przygotowanie budynku na schyłek Życia	x	x	
16	Wspieranie lokalnych społeczności	Promocja tradycji i kultury, podkreślanie przynależności budynku do lokalnej społeczności, korzystanie z usług lokalnych wykonawców w celu pobudzenia ekonomii, budzenie poczucia dumy		x	
17	Innowacje materiałowe	Wykorzystanie niecodziennych materiałów jako ekwiwalentów tradycyjnych substancji i surowców, korzystanie z biomateriałów, low- lub high tech	x		x
18	Współpraca międzysektorowa	Współpraca np. z sektorem produkcyjnym w celu eliminacji odpadów dzięki wykorzystaniu ich w procesie budowlanym		x	x
19	OZE i optymalizacja energetyczna	Wykorzystanie odnawialnych Źródeł energii, minimalizacja zużycia energii	x	x	x

Źródło: opracowanie własne

Pogłębione badania kwestionariuszowe wykazały szereg wniosków w zakresie procesu projektowego, aktywatorów i barier wdrożenia oraz korzyści wynikających z wdrożenia:

- W wyniku wdrożenia GOZ zwiększa się skomplikowanie procesu projektowego, co prowadzi do jego wydłużenia
- Proces projektowo - budowlany wymaga większego stopnia elastyczności - należy pozostawić "czas i miejsce" do weryfikacji założeń na każdym z jego etapów
- Zachodzi potrzeba pogłębionej analizy projektowej i dodatkowych konsultacji ze specjalistą w zakresie wdrożenia GOZ
- Rośnie interdyscyplinarność zawodu architekta, co może skutkować powiększeniem zespołów o wyspecjalizowanych ekspertów lub szerszą edukacją dla każdego z architektów
- Ze względu na wymagania stawiane przez UE i ONZ, wątki GOZ powinny być wprowadzone w system edukacji architektonicznej (jak np. na Cornell University w Nowym Jorku czy ETH w Zurychu)
- Wdrożenie GOZ sprzyja podejmowaniu dialogu z lokalną historią i utrzymywaniem ducha miejsca
- Opór społeczny stanowi jedną z istotnych barier, należy więc przykładać dużą wagę do współpracy z lokalną społecznością na wszystkich etapach procesu projektowo - budowlanego
- Nieświadomość i niechęć klienta stanowią dużą barierę - inwestor powinien być informowany i edukowany na temat wdrożenia od początku procesu projektowo -

budowlanego. Ze względu na brak ogólnych wymagań w Polsce obecnie edukacja inwestora leży po stronie architekta

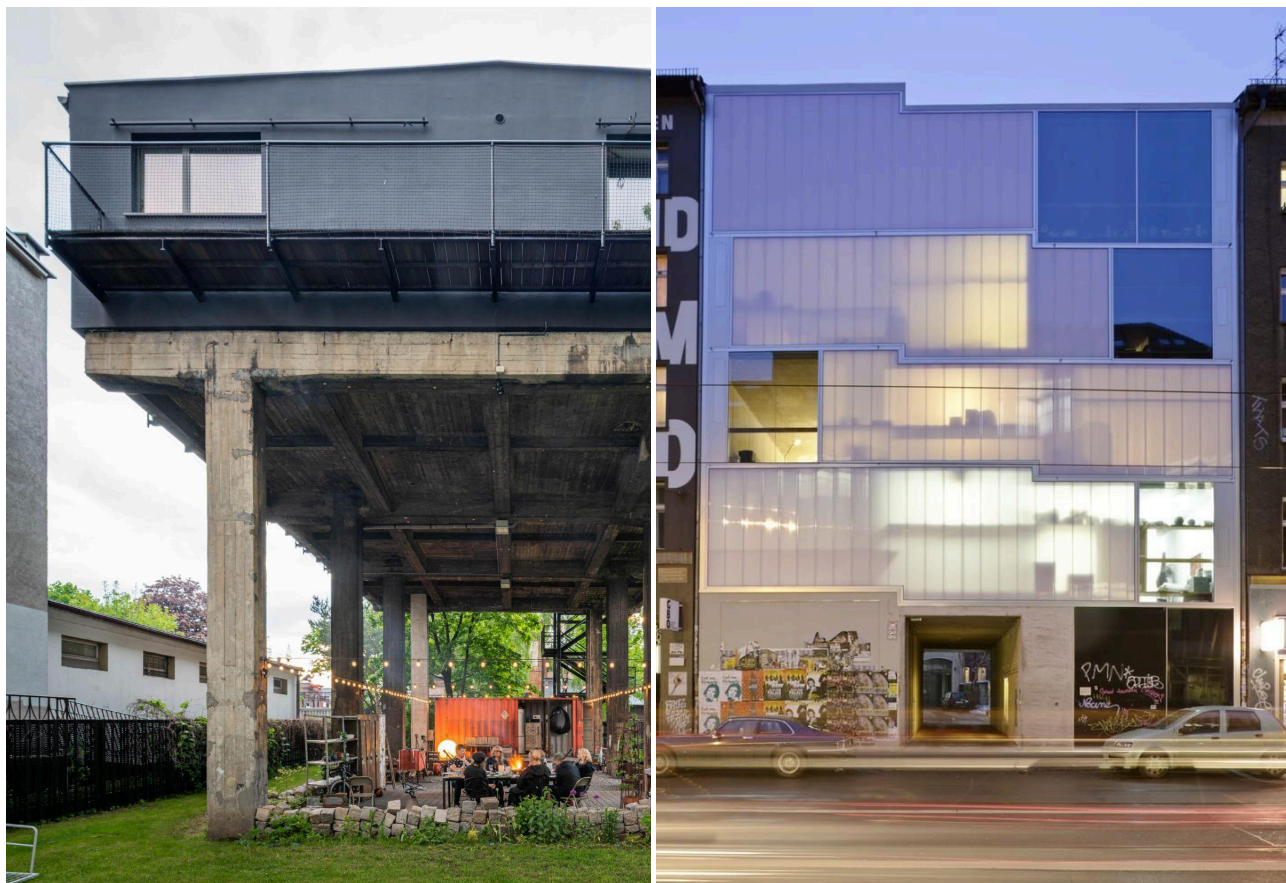
- Brak sformułowania jednoznacznych ram prawnych dla GOZ w architekturze stanowi przeszkodę dla wdrożeń w skali mezo, szczególnie w zakresie braku dodatkowego finansowania, skomplikowania odzysku materiałów oraz stosowania materiałów z drugiej ręki jako elementów konstrukcyjnych budynku
- Pomiar rzeczywistego wpływu wdrożenia GOZ w architekturze na środowisko jest bardzo skomplikowany ze względu na brak odpowiedniej metodologii oraz rozmytej odpowiedzialności w procesie projektowo - budowlanym; w nielicznych przypadkach realizacji, gdzie starano się to określić użyto odmiennych wskaźników, co utrudnia porównanie i wskazuje na konieczność opracowania standardu pomiaru
- Autorzy projektów i inwestorzy niechętnie dzielą się danymi finansowymi projektów, jednak większość respondentów badania pogłębionego uznała, że koszty są takie same lub wyższe niż w przypadku konwencjonalnego budynku; brak odpowiednich danych porównawczych dla kosztów operacyjnych budynku uniemożliwia jednak jednoznaczne wnioski, czy wyższe koszty inicjalne są słuszną inwestycją z finansowego punktu widzenia
- Estetyka wynikająca z zastosowania używanych i recyklowanych elementów stanowi źródło kontrowersji, szczególnie w krajach o niskiej świadomości ekologicznej mieszkańców⁷¹.

Wdrożenia w Medusa Group, w których uczestniczyła autorka dysertacji pozwoliły sformułować dodatkowe wnioski:

- Wykorzystanie materiałów używanych lub ekstrakcja materiałów do ponownego użycia in situ powoduje skomplikowanie w kontraktacji robót budowlanych ze względu na ich nietypowy charakter i brak standardów w tym zakresie
- O ponownym użyciu materiałów decyduje projektant, który swoimi uprawnieniami poświadcza, że materiał ten jest dostosowany do wszystkich wymagań wynikających z prawa i norm (np. w zakresie antypoślizgowości, bezpieczeństwa, składu), co zniechęca projektantów do podejmowania decyzji o recyklingu; potrzebne są standardy dot. ponownego użycia oraz jasne ogólnie wytyczne dotyczące popularnych materiałów budowlanych nadających się do ponownego wykorzystania
- Do ponownego użycia niezbędna jest szczegółowa inwentaryzacja 3D oraz model BIM
- Do przeprowadzenia zaprojektowanego wdrożenia niezbędny jest nadzór autorski na budowie ze względu na podatność na zniekształcenia projektu wynikające z braku wiedzy innych uczestników procesu projektowo - budowlanego, np. wykonawców robót (proponowano np. odtworzenie "rustykalnej" cegły poprzez malowanie i teksturowanie powierzchni zamiast użycia cegły z odzysku, co całkowicie mija się z celem ponownego użycia materiału - skupia się jedynie na osiągnięciu efektu wizualnego zamiast faktycznego recyklingu)

⁷¹ Świadomość ekologiczna to "zespół informacji i przekonań na temat środowiska naturalnego oraz postrzeganie związków między stanem i charakterem środowiska naturalnego a warunkami i jakością życia człowieka" (Burger 1986).

Dalsze rozważania o konieczności rewizji procesu architektoniczno - budowlanego zostały rozwinięte w kolejnym dziale pt. "Modele Wdrażania". Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu i ponownego użycia nadaje budynkom unikalny charakter również w zakresie ich wyrazu estetycznego. Materiały używane różnią się wizualnie od nowych, noszą na sobie "Ślad czasu". Zwiększają integrację z kontekstem: zastosowanie materiałów o lokalnym charakterze, takich jak odzyskane drewno czy cegły z rozebranych budynków, ułatwia harmonijną integrację architektury z otoczeniem oraz kulturowym i historycznym kontekstem danego miejsca. Recykling pozwala na eksperymentowanie z różnymi nieoczekiwanymi materiałami i ich aranżacją, zachęcając do kreatywności i innowacyjności.

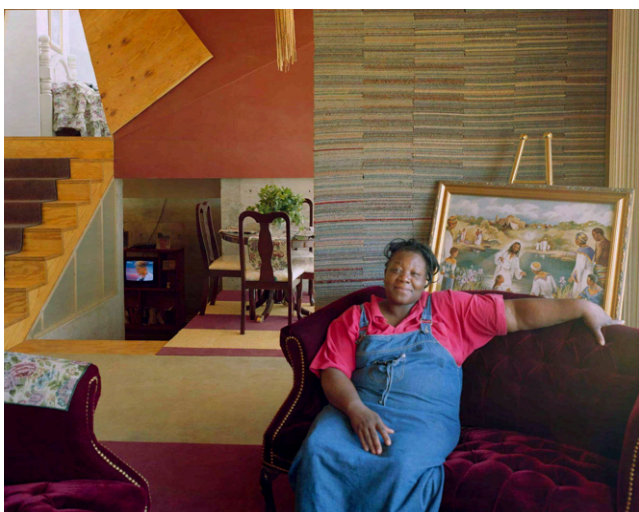


Ilustracja 115. Z lewej strony: Bolko Loft w Bytomiu. Dom własny P. Łukasika - adaptacja budynku lampowni dawnych Zakładów Górniczo-Hutniczych Orzeł Biały w Bytomiu przy szybie Bolko.

Źródło: Materiały Medusa Group

Ilustracja 116. Z prawej strony: Budynek biurowy na Brunnenstrasse 9 w Berlinie. Szkielet budynku został wykonany na potrzebę wcześniejszej inwestycji, jednak z powodu braku funduszy budowa nigdy nie została zakończona. We wnętrzu pozostawiono artefakty znalezione w "post-życiu" budynku, który był wykorzystywany przez osoby w kryzysie bezdomności.

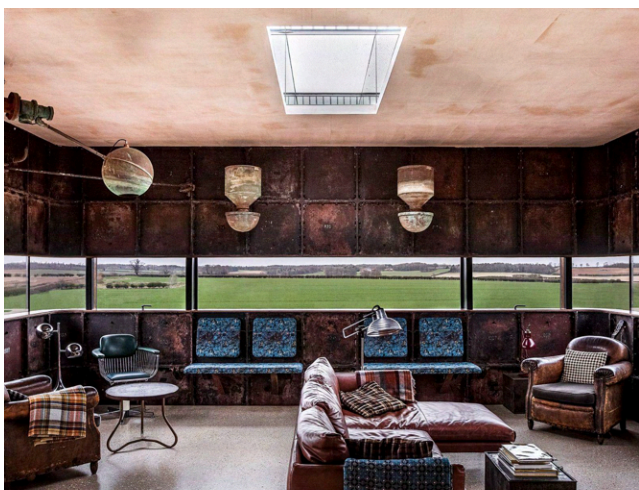
Źródło: Materiały Brandlhuber



Ilustracja 117. Poprzednia strona, z lewej strony u dołu: Dom Lucy (ang. Lucy's House) - zaprojektowany przez RURAL Studio budynek ma ściany wykonane z odpadów z fabryki wykładzin. Jedną z konsekwencji zastosowania nieszablonego materiału jest unikalna estetyka w środku oraz na zewnątrz domu.
Źródło: Materiały Rural Studio



Ilustracja 118. Z prawej strony:.. Dom urządzony w dawnej fabryce bielizny. Antivilla pod Poczdammem w Niemczech autorstwa Arno Brandhuber'a jest budynkiem-manifestem. Na zewnątrz domu wygląda się przez otwory okienne wykute w elewacji budynku pozostawione bez dodatkowego wykończenia. W celu uwypuklenia "ruin" (nazywanych tak przez autora) i uniknięcia konieczności obróbki otworu, stolarka okienna jest osadzona w innej płaszczyźnie - wysunięta przed lico muru po stronie wewnętrznej ściany.
Źródło: Materiały Brandhuber



Ilustracja 119. Z lewej strony: Dawna wieża ciśnień Castle Acre Water Tower w Norfolk w Anglii przekształcona w budynek mieszkalny.
Źródło: Materiały Tonkin Liu



Ilustracja 120. Poprzednia strona, z prawej strony u dołu: Third Wave Kiosk z dawnego falochronu.
Źródło: Tony Hobba Architects

2.3. GOZ w skali mikro: mała architektura i działania akupunkturowe

Skala mikro charakteryzuje się dużym potencjałem cyrkularnym, ponieważ obejmuje małą architekturę, elementy zagospodarowania terenu czy elementy wyposażenia wnętrz, których czas zaplanowania i wykonania jest często krótszy, niż budynków. Niewielka skala ułatwia wdrożenie, które może być inicjowane oddolnie, przeprowadzone w krótszym czasie i często mniejszymi nakładami finansowymi. Jednym z przejawów implementacji GOZ w skali mikro są interwencje punktowe w przestrzeniach publicznych i pół publicznych, np. na podwórkach kamienic, skwerach i placach miejskich, w małych parkach i na placach zabaw - np. poprzez użycie technik low - tech i zmianę funkcji przedmiotów (np. huśtawki ze starych opon), wykorzystanie urządzeń wykonanych z materiałów z recyklingu (np. ławki parkowe z recyklatu plastikowego pozyskanego z odpadów komunalnych) czy poprzez kreatywne wykorzystanie elementów infrastruktury (np. plac zabaw z podzielonego na fragmenty skrzydła wiatraka generującego energię). W rewitalizacji może przejawiać się użyciem nietypowych lub wartościowych konserwatorsko elementów zastanych in situ (np. urządzenie saun w dawnych kadziach fermentacyjnych, wykonanie mebli miejskich z przemysłowych urządzeń żeliwnych), a poprzez zmianę ich funkcji użytkowej stanowi sposób rozprawienia się z historią lub odwrotnie - upamiętnienia historii miejsca i zachowanie genius loci.

Skala mikro odnosi się również do materiałów i komponentów wytwarzanych na potrzeby wbudowania w cyrkularną architekturę - zarówno tych pozyskanych poprzez miejskie wydobycie (omówionych w rozdziale 1.10), jak i innowacyjnych technik i materiałów np. pochodzenia biologicznego, technik druku 3d czy inkorporacji technik informatycznych do optymalizacji użycia wydobytych cennych elementów. W szerszym ujęciu wdrożenia w skali mikro przyczyniają się do korzyści społecznych np. dla lokalnych społeczności zaangażowanych w proces oddolnej budowy, wspierają edukację w zakresie zrównoważonego rozwoju, pomagają w kreowaniu zmiany praktyk konsumenckich i wypierania tradycyjnego, linearnego modelu obiegu materiałów.

Skala mikro nie jest wolna od problemów analogicznych do większych skal. Chociaż na pierwszy rzut oka w rękach projektanta jest dużo narzędzi do wykorzystania - znaczna część produktów oferowanych przez popularne firmy produkujące meble miejskie, oświetlenie lub inne elementy małej architektury jest opisywana jako produkty cyrkularne. W rzeczywistości ciężko jednak mierzyć ich cyrkularność, jako że w większości producenci nie chcą dzielić się szczegółowymi danymi dotyczącymi procesu produkcji; w dużym stopniu recyklingowane materiały stanowią tylko domieszki czy jedynie część materiałów pierwotnych użytych do ich wytworzenia była recyklowana. Brakuje przejrzystości i standardu oceny materiałów pod względem stopnia ich cyrkularności oraz faktycznego wpływu procesu produkcji na środowisko naturalne i lokalną społeczność. Stąd zarówno oferowane produkty, jak również procesy w skali mikro często wpisują się w GOZ fragmentarycznie, stosując zasady i strategie GOZ wybiórczo.

2.3.1. Mała architektura i elementy zagospodarowania terenu

Niewielkie przestrzenie miejskie i małe wnętrza urbanistyczne, przestrzenie półprywatne i prywatne stanowią grunt podatny na stosowanie GOZ. W skali mikro w prosty sposób można określić bezpośrednio korzyści finansowe i środowiskowe - poprzez wykorzystanie lokalnych materiałów lub adaptację funkcji materiałów powstają niemal neutralne klimatycznie miejsca,

instalacje i mała architektura. Skala sprzyja projektom eksperymentalnym, low - tech i inicjatywom zaangażowanym społecznie, które często są przeprowadzane w sposób oddolny, a czasem nawet bez konieczności zaangażowania specjalistycznego zespołu projektantów czy wykwalifikowanych wykonawców. W taki sposób rozwijano np. program RUS, który stanowił oddolną inicjatywę artystów i lokalnych aktywistów, a w którym ponownie użyto materiałów pozyskanych w wyniku miejskiego wydobywania. W podobny sposób działa Global Play Alliance, który korzystając z (pozornie) bezwartościowych materiałów, resztek i śmieci tworzy miejsca dla dzieci i młodzieży w przestrzeniach publicznych, z których dzieci były wykluczone. Cyrkularny charakter projektu został wsparty poprzez jego wirtualizację - projekty DIY⁷² są udostępniane w Internecie, w związku z czym mogą być replikowane w każdym miejscu na Ziemi. Powtarzalne projekty w skali mikro to również cyrkularne produkty; przetwarzanie różnych frakcji odpadów często wymaga niezbędnych dedykowanych technik i zakładów przetwórstwa, stąd podmioty zajmujące się np. recyklingiem plastiku i wytwarzaniem elementów małej architektury to odrębne, wyspecjalizowane jednostki. Ławki produkowane przez the New Raw, czy meble miejskie zaprojektowane przez Hir Studio to produkty, które mogą być zaaplikowane w różnych miejscach - a nie jednostkowe rozwiązania umocowane w kontekście miejsca. Udostępnianie technologii i projektu stoi jednak bliżej zasady GOZ o zrównoważonym transporcie i lokalnym źródłowaniu materiałów niż ekologiczny produkt. **Cyrkularny przedmiot, który na miejsce projektu jedzie tysiące kilometrów, przestaje być cyrkularny.** Kluczowe w tym zagadnieniu jest rozważanie skali projektu względem skali potencjalnej oszczędności - racjonalizacja odległości transportu będzie inna dla każdej z omawianych skali. Paradoksalnie, to zwykle produkty codziennego użytku w skali mikro są przedmiotami sprowadzanymi z najdalszych części świata. Dlatego udostępnianie technologii i *know - how* jest znacznie bardziej istotne, niż cyrkularny produkt. Scentrowane na lokalnych zasobach jest projektowanie wspierające różnorodność, odnoszące się do tradycyjnych metod budowlanych powiązanych z materiałami naturalnymi, ale również z nowoczesnymi materiałami pochodzenia biologicznego, które po użyciu mogą być recyklingowane lub kompostowane (również lokalnie)




⁷² Do It Yourself - ang. zrób to sam

Tabela 39. Rozpoznane reprezentacyjne przypadki wdrożenia GOZ w skali mikro.

Źródło: opracowanie własne

lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	funkcja	architekt	rok	inwestor/ podmiot	opis	zdjęcie
1	Recycled playground	Holandia	plac zabaw	Superuse Studios	2008	prywatny	Plac zabaw wykonano z dawnego skrzydła turbiny wiatrowej. Skrzydło rozcięto na fragmenty w celu utworzenia różnych urządzeń do zabawy	
2	Lions Park Playscape	Greensboro, AL	plac zabaw	Rural studio	2010	prywatny	Do wykonania placu wykorzystano używane 55-galonowe ocynkowane beczki	
3	Upcykling miejskich odpadów, program RUS - Residuos Urbanos Solidos	Lima, Peru	plac zabaw	lokalna społeczność we wsparciu z lokalnymi architektami	2011	prywatny	Program eksperymentalny, interwencja artystyczna w miejscach publicznych - wykonano urządzenia do zabawy dla dzieci z recyklowanych miejskich odpadów jak plastikowe i szklane butelki i pojemniki czy zużyte opony autobusowe	

lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	funkcja	architekt	rok	inwestor/ podmiot	opis	zdjęcie
4	Prototypowy Park Pływający (Floating Park)	Amsterdam	park miejski	Ramon Knoester	2018	prywatny w partnerstwie z publicznym	Plastik wyrzucany do kanałów Amsterdamu jest zbierany przez pułapki na śmieci, które zapobiegają przepływowi plastiku do oceanu. Fundacja Recycled Island przetwarza i wykonuje moduły pływającego mini-parku	
5	Place zabaw z materiałów low-tech	Brazylia, Gwatemala, Papua Nowa Gwinea, Meksyk, Wietnam, Kenia	plac zabaw	Global Play Alliance Brasil, partnerzy lokalni	2019	prywatny w partnerstwie z publicznym	Place zabaw wykonano z odpadów miejskich; projekty można pobrać z Internetu, do budowy użyto m. in. stare opony, drewniane belki konstrukcyjne, europalety, używane liny itp.	
6	Superblock of Saint Antoni	Barcelona, Hiszpania	plac miejski	Leku Studio	2019	publiczny	Meble miejskie wykonano z recyklowanych materiałów pozyskanych lokalnie. Meble są modułowe i komplementarnie tworzą większe struktury o różnych funkcjach	

lp.	nazwa obiektu	lokalizacja	funkcja	architekt	rok	inwestor/ podmiot	opis	zdjęcie
9	Plac zabaw The sales ring playground	Sydney, Australia	plac zabaw	Arcadia Landscape Architecture	2019	prywatny	Dawny lonżownik do sprzedaży koni został użyty jako podkonstrukcja placu zabaw	
11	The New Raw	Rotterdam, Holandia	meble miejskie	The New Raw	2019	prywatny	Ławki i meble miejskie drukowane 3D z recyklatu plastikowego uzyskanego częściowo z plastikowych odpadów miejskich	
12	Ławki miejskie z recyklatu plastikowego	Shing Mun River, Sha Tin, Hong Kong	meble miejskie	Hir Studio	2021	prywatny	Ławki wykonane z recyklowanych plastików (odpadów komunalnych); program prowadzony w kolaboracji z lokalną społecznością	



Ilustracja 121. Zaprojektowany przez Rural Office plac zabaw z używanych beczek
Źródło: Materiały Rural Studio



Ilustracja 122. Floating Park w Amsterdamie
Źródło: Materiały Ramon Knoester



Ilustracja 123. Plac zabaw ze starej turbiny wiatrowej, proj. Super Use.
Źródło: Materiały Rural Studio

2.3.2. Materiały i komponenty cyrkularne

Można wyróżnić różnorodne typy materiałów, jakie są opracowywane w ramach GOZ. Wszystkie możliwości wykorzystania odpadów budowlanych, ale również odpadów plastikowych, poprodukcyjnych może zostać wykorzystana jako potencjalny budulec. Poprzez upcyklik wykorzystuje się odpady plastikowe lub inne materiały pierwotne, żeby stworzyć mieszanki nadające się do zastąpienia warstw przegród poziomych (np. podbudowy dróg wykonuje się z gruzu rozbiórkowego, podbudowę i nawierzchnię holenderskich dróg rowerowych z odpadów plastikowych). Takie działania stanowią przekierowanie odpadów z potencjalnego składowania na wysypisku, na ponowne wykorzystanie i wbudowanie ich w infrastrukturę miejską. Skutkuje to ograniczeniem ilości odpadów trafiających na wysypiska śmieci oraz zalegających w przestrzeni miasta. W podobny sposób wykorzystuje się odpady agrokulturowe oraz materiały pochodzenia biologicznego, które po przetworzeniu znajdują zastosowanie jako materiały izolacyjne czy wykończeniowe. W ostatnich latach w popularność rośnie wykorzystanie grzybni - poprzez hodowlę przy zastosowaniu odpowiednich substratów można wyhodować pełnowartościowe, konstrukcyjne elementy jak np. cegły z mycelium. Najbardziej podstawowy przykład zastosowania GOZ to wykorzystanie materiałów low - tech - czyli zwykle po prostu zmiana sposobu wykorzystania przedmiotów, których cykl życia w pierwotnym użyciu chyli się ku końcowi. Mówi się wtedy o "nadawaniu nowego życia" śmieciom, które w niezmienionej formie są użytkowane jako donice,

huśtawki, podstawki, fragmenty złożonych z wielu materiałów ścian. W kontrze do materiałów niskich technologii można wyróżnić materiały wysokich technologii - wykorzystujące skomplikowane techniki produkcji lub przetwarzania, których właściwości i proces produkcyjny są zaprojektowane przez inżynierów. W książce "Building From Waste" (Hebel i in. 2014) zaproponowano podział budowlanych materiałów cyrkularnych na materiały nośne, samonośne, izolacyjne, wodoodporne oraz wykończeniowe, słusznie wyodrębniając wspólne cechy poszczególnych grup. Podział jest istotny z punktu widzenia praktyki projektowej, ponieważ zaproponowano katalog rozwiązań materiałowych, z których architekt w prosty sposób może wybrać odpowiadający projektowi cyrkularny zamiennik tradycyjnego materiału. W kontekście wyodrębnionych wcześniej przykładów realizacji w skali mezo, wytycznych wyodrębnionych w skali makro oraz związku pomiędzy sukcesem wdrożenia, a współpracą międzysektorową w niniejszej pracy podzielono materiały ze względu na rodzaj ich pochodzenia:

→ **Typ A: High-tech** (materiały wysokich technologii)

Materiały high-tech w architekturze odnoszą się do nowoczesnych, zaawansowanych technologicznie surowców i komponentów, które charakteryzują się innowacyjnością, wydajnością i specjalnymi właściwościami lub skomplikowanym procesem pozyskania lub produkcji. Do materiałów wysokich technologii można zaliczyć filamenty do drukarek 3d wraz z ramionami do fabrykacji czy nowoczesne typy izolacji.

→ **Typ B: Biomateriały**

Biomateriały w architekturze to rodzaj surowców, które są pochodzenia organicznego i biodegradowalne, co oznacza, że mogą się rozkładać w naturalnych warunkach. W kontekście GOZ, biomateriały są szczególnie cenne, ponieważ pozwalają na minimalizację wpływu na środowisko, zwłaszcza w przypadku produktów końcowych, które mogą być recyklingowane lub rozkładane biologicznie po zakończeniu swojego życia użytkowego np. grzybnia, korek czy słoma. Coraz większą popularność w ostatnich latach zdobywa również metoda ubijania ziemi, promowana przez Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego.

→ **Typ C: Materiały odzyskane**

Materiały odzyskuje się ze środowiska zbudowanego, żeby ponownie wbudować je w budynki i infrastrukturę. Pochodzą z demontażu lub były zasobem na miejscu budowy jak np. odzyskane płyty żeliwne i kafle klinkierowe w rewitalizacji dawnej Fabryki Scheiblera w Łodzi. Szczegóły dotyczące materiałów pochodzących z miejskiego wydobycia opisano w rozdziale 1.11.

→ **Typ D: Materiały zaprojektowane do odzysku**




Nowe materiały, które mają pozostać w obiegu przez jak najdłuższy czas dzięki adaptacji ich do nowej funkcji.






→ **Typ E: Low-tech (materiały niskich technologii)**

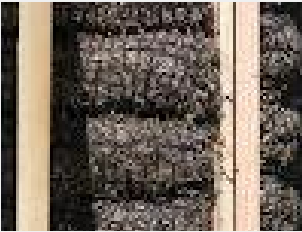



Materiały low-tech to surowce i rozwiązania o prostym charakterze, które są łatwo dostępne, niskokosztowe i nie wymagają zaawansowanych technologii do ich produkcji czy montażu. To typ materiałów często wykorzystywany w krajach globalnego południa lub w inicjatywach oddolnych. Używa się np. szklanych butelek, zużytych opon, innych przedmiotów codziennego użytku do uformowania małej architektury, przedmiotów codziennego użytku czy formowania większych struktur - np. ścian.

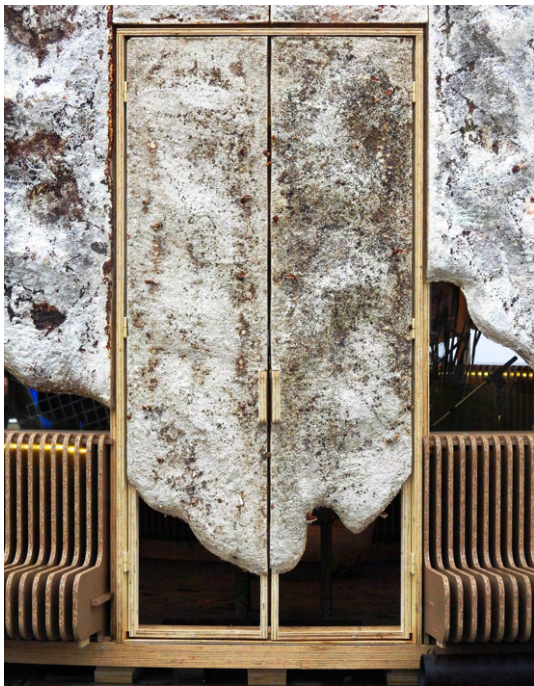
Tabela 40. Zestawienie tabelaryczne - materiały cyrkularne.

Źródło: opracowanie własne na podstawie "Building from waste. Recovered materials in architecture and construction", Katalog Produktów, str. 172 (Hebel i in. 2014). Obecnie istnieją dziesiątki materiałów wpisujących się w GOZ. Te przedstawione poniżej mają za zadanie pokazać różnorodność podejść oraz szerokie spektrum możliwości, jakie przed projektantami otwiera wdrożenie Gospodarki Obiegu Zamkniętego w architekturze w skali mikro

lp.	nazwa obiektu	projektant	producent	typ	krótki opis	zdjęcie
1	materiał izolacyjny - Reapor Recycled Poroused Waste Glass	Ronald Tschiersch, LIAVER GmbH & Co KG, Norbert Koenig, Fraunhofer Institute for Building Physics w Stutgarcie		A	Poddane recyklingowi szkło. Odpady szklane są rozdrabniane, następnie formuje się szklany granulát, który poddaje się dwukrotnej obróbce termicznej. W wyniku powstaje mineralny, porowaty materiał o otwartych porach o dobrych właściwościach wytrzymałościowych oraz o wysokiej izolacyjności akustycznej	
2	materiał konstrukcyjny Biorock	Wolf Hilbertz, Dr. Thomas J. Goreau, Biorock Inc.		A	Metalowe konstrukcje, takie jak kratownice, są zanurzone w wodach morskich i prądy elektryczne są przepuszczane przez elektrody, co powoduje reakcje chemiczne, prowadzące do wytrącania minerałów (takich jak węglan wapnia) na powierzchni struktur. Te osadzone minerały tworzą twardą skałę wapieniową wokół konstrukcji, która przypomina strukturę naturalnej rafy koralowej	
3	cegła izolacyjna Mycotecture	Philip Ross, MycoWorks		B	Proces produkcji cegły izolacyjnej Mycotecture obejmuje hodowlę grzybów na organicznym podłożu, ich formowanie w odpowiedni kształt, a następnie suszenie. Materiał atrakcyjny ze względu na niski wpływ na środowisko, biodegradowalność, dobre właściwości izolacyjne	

lp.	nazwa obiektu	projektant	producent	typ	krótki opis	zdjęcie
4	płyty Decafe	Raul LAri Design Lab		B	Materiał kompozytowy wykonany z utrwalonego ciepłem i ciśnieniem fusów kawowych. Odporność na temperaturę do 80°C, ognioodporność, nieprzewodzenie oraz wystarczająca wytrzymałość do szlifowania to niektóre z cech materiału Decafé. Naturalnie posiada charakterystyczny aromat kawy	
5	panele Alkemi	Renewed Materials LLC, Cabin John		C	Płyty z poddanych recyklingowi odpadów elektronicznych, w tym aluminium i miedzi w płatkach, a także ze zrecyklingowanego akrylu oraz odpadów z tworzyw sztucznych. Dzięki braku zawartości VOC (lotnych związków organicznych), materiał jest bezpieczny dla ludzi i przyjazny dla środowiska. Zawartość zrecyklingowana - "od 88% do 97%"	
6	wodoodporne kafle StoneCycling	Tom van Soeast		C	Cegły i kafle okładzinowe wykonane z odpadów budowlanych (min. 60% każdego produktu). Odpadki są kruszone, następnie układane w formach, suszone i wypalane (na wzór ceramicznych materiałów konstrukcyjnych).	
7	cegła WaterBrick	–	–	D	Pojemniki do przechowywania płynów lub jedzenia, które mogą stanowić również materiał konstrukcyjny po wypełnieniu np. piaskiem, co jest możliwe dzięki ich modułowej konstrukcji	
8	samoleczący się beton (ang. Bacteria-based Self-healing Concrete)	Henk M. Jonkers, Microlab, Delft University of Technology		D	Innowacyjny rodzaj betonu, który posiada zdolność do naprawiania mikropęknięć i uszkodzeń w swojej strukturze. Jest to osiągnięte dzięki wykorzystaniu żywych bakterii wewnątrz betonu. Samoleczący się beton ma potencjał znacząco wpłynąć na długoterminową wytrzymałość i zrównoważoność konstrukcji budowlanych, redukując potrzebę częstych i kosztownych napraw	

lp.	nazwa obiektu	projektant	producent	typ	krótki opis	zdjęcie
					oraz zwiększając odporność na uszkodzenia	
9	materiał izolacyjny Seaweed	Vandkunsten Architects, Soren Nielsen	Ib Ungerland, Helle Raknes Thatching	E	Żywirek (Morszczyń) działa jako izolator, a jego wartość izolacyjna jest zbliżona do wełny mineralnej. Żywirek jest używany do izolowania budynków i umieszczany pomiędzy elementami nośnymi w przegrodach poziomych i pionowych oraz na dachu; jest również wykorzystywany jako okładzina elewacyjna	
10	recyklowane bloki kartonowe	Dratz & Dratz Architects	Paper recycling facilities w Oberhausen	E	Wykonany w prosty sposób materiał konstrukcyjny składa się ze sprasowanych i połączonych ze sobą używanych kartonów oraz odpadów poprodukcyjnych z produkcji papieru; wykonany przez lokalne centrum recyklingu, wykonane do użycia wewnętrznego oraz zewnętrznego	
11	ubijana ziemia	Ricola Kraeuter Zentrum	–	B	Technika ubijanej ziemi to metoda konstrukcji budowlanej, w której naturalne materiały, takie jak ziemia, piasek, glina i słoma, są starannie wymieszane z niewielką ilością wody, a następnie ubijane lub wklepywane w formy, aby utworzyć trwałe i stabilne ściany, podłogi i inne elementy budowli	
12	korek	Cork House	–	B	Naturalny materiał budowlany pozyskiwany z kory dębu korkowego, charakteryzujący się lekkością, elastycznością i właściwościami izolacyjnymi. Wykorzystywany do tworzenia podłóg, ścian, sufitów, izolacji termicznych, elementów dekoracyjnych, mebli. Ceniony za zdolność do tłumienia dźwięków i zachowanie ciepła, co przyczynia się do tworzenia komfortowych i energooszczędnych przestrzeni mieszkalnych oraz komercyjnych	



Ilustracja 124. Z lewej strony: Growing Pavilion wyhodowane z grzybni na drewnianej podkonstrukcji.
Źródło:
<https://www.dezeen.com/2019/10/29/growing-pavilion-mycelium-dutch-design-wee>



Ilustracja 125. Z prawej strony: Pawilon "Hy-Fi" z cegieł z mycelium w galerii MOMA Ps2 w Nowym Jorku (wystawa czasowa). Projekt: The Living.
Źródło: www.moma.org/collection/works/188561, materiały the Living



Ilustracja 126. Montaż i obróbka ścian w technice ziemi ubijanej, Ricola Kraeuterzentrum.
Proj: Herzog & de Meuron.
Źródło: www.moma.org/collection/works/188561



Ilustracja 127. Budynek z elewacją pokrytą korkiem w Leuven w Belgii. Projekt: Officeu Architects. Źródło: <https://www.dezeen.com/2022/10/01/officeu-cork-clad-de-sijs-co-housing-belgium/>



Ilustracja 128. Zbliżenie na korkową elewację budynku. Projekt: Officeu Architects. Źródło: <https://www.dezeen.com/2022/10/01/officeu-cork-clad-de-sijs-co-housing-belgium/>

2.3.3. Doświadczenie własne i eksperyment: Plastopia

Celem projektu było przetestowanie zasad GOZ w praktyce. Plastopia skupia się na trudnym do odzyskania plastiku z odpadów komunalnych, który charakteryzuje się wysokim stopniem zanieczyszczenia, stąd stanowiącym większość składowanych na wysypiskach odpadów plastikowych. Projekt opracowano w latach 2020-2022 przy współpracy z Fundacją im. Stefana Kuryłowicza. Autorka jest laureatką Stypendium I Stopnia oraz Stypendium II Stopnia w konkursie "Praktyka" organizowanym przez Fundację im. Stefana Kuryłowicza. Projekt powstał w rzeczywistości zdominowanej przez pandemię - na początku 2020, stąd znajdują się w nim liczne odniesienia do zastanej w mieście w wyniku epidemii sytuacji. Plansze i materiały konkursowe stanowią załącznik do niniejszej pracy.

W wyniku trójfazowego w pełni cyrkularnego procesu angażującego lokalną społeczność, plastikowe odpady komunalne mają być recyklowane do mebli miejskich i małej architektury. Proces składa się z 3 faz:

→ Faza I: zbiórka

W początkowej fazie w wybranej lokalizacji zostaną umieszczone totemy edukacyjne, które mają pełnić również formę zbiornika na odpady. Za pomocą wskazówek zawartych na totemach, na

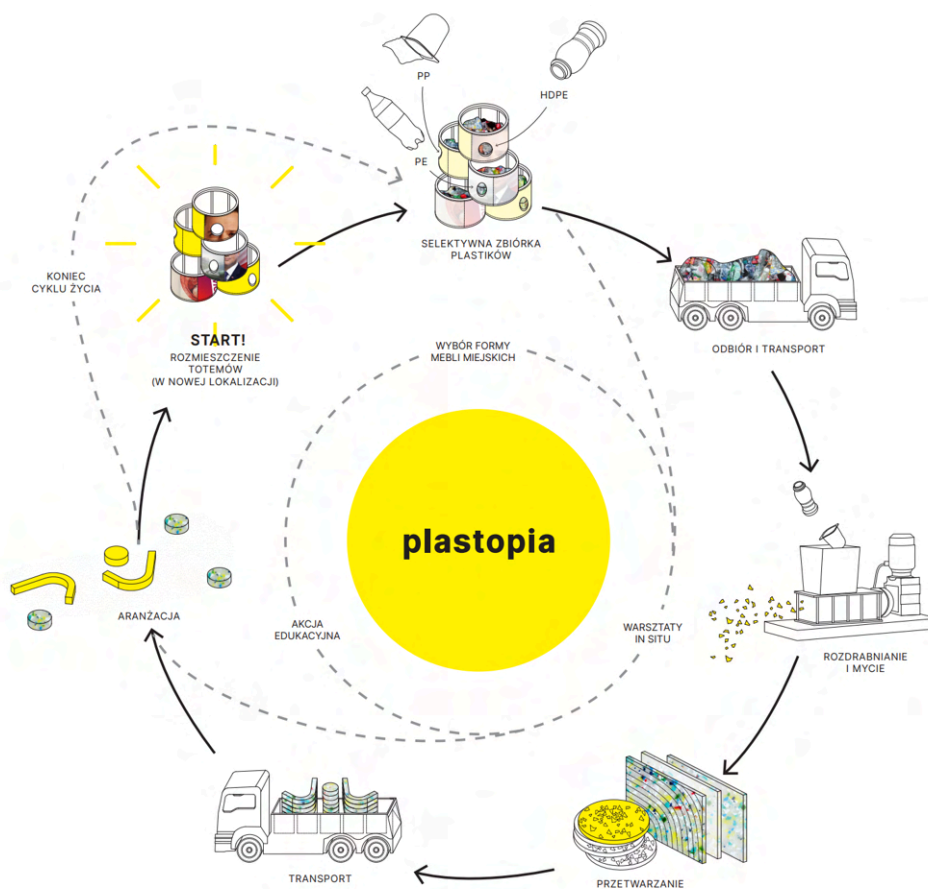
www i w mediach społecznościowych, mieszkańcy okolicy będą gromadzić bezpieczne odpady plastikowe nadające się do ponownego przetworzenia (PP, HDPE, LDPE, PET). Totemy zostaną wykonane z materiałów używanych, pozyskanych od lokalnych producentów i partnerów np. skrawki płyt OSB, deski drewniane z odzysku, fragmenty zużytych banerów reklamowych. Po przeprowadzeniu akcji w jednej lokalizacji, zbiorniki zostaną przeniesione do kolejnego miejsca.

→ Faza II: aktywizacja

Plastopia zakłada przeprowadzanie warsztatów z mieszkańcami, w trakcie których ma zostać zaprezentowany proces przetworzenia plastików. Wielkogabarytowe obiekty nie mogą zostać wytworzone poza wyspecjalizowanymi zakładami, ale na proponowanych warsztatach z łatwością można wykonać elementy dodatkowe lub pomocnicze do montażu np. systemy zworników - połączeń modułów mebli miejskich, które następnie zostaną wykorzystane w fazie aranżacji. Do przeprowadzenia akcji niezbędne są proste maszyny do prasowania ciętych odpadów. Warsztaty mają na celu uświadomienie mieszkańcom możliwości, jakie stwarza recykling oraz ugruntowanie myśli leżącej u podstaw GOZ: plastik jest cenny.

→ FAZA III: aranżacja

Ostatnia faza obejmuje aranżację - umieszczenie wytwarzanych mebli miejskich w wybranej lokalizacji. Za pomocą interaktywnych kodów QR oraz krótkich notatek, meble również mają pełnić funkcję edukacyjną. Po zakończeniu cyklu życia, ze względu na wykonanie z jednego typu materiału, meble będą w 100% poddane recyklingowi.



Ilustracja 129. Schemat ideowy projektu opierający się o zasady GOZ.

Źródło: opracowanie własne

W wyniku niemal rocznej pracy nad rozwijaniem projektu i próbą jego realizacji wykonano analizę SWOT, która umożliwia sformułowanie wniosków dotyczących projektowania cyrkularnych procesów w skali mikro. Podczas rozwijania procesu i stopniowego wdrażania - poszukiwania wykonawców, tworzenia szczegółowego harmonogramu oraz kosztorysu autorka natrafiła na istotne trudności wynikające z wcześniejszego niedoszacowania skomplikowania procesu, stagnacji branży związanej z przetwarzaniem plastików, praktycznie całkowitego braku komunikacji ze strony władz miejskich lub późniejszego potencjalnego inwestora w innym mieście. Bardzo istotne okazały się motywacje: projekt nie został zrealizowany m.in. ze względu na motywację inwestora, którego celem nadrzędnym był marketing dla większego projektu, a nie rozwiązywanie lokalnych problemów i skupienie na procesie przetwarzania plastiku.

Tabela 40. Analiza SWOT projektu Plastopia.

Strenghts (mocne strony)	Weaknesses (słabe strony)
<ul style="list-style-type: none"> → W projekcie uwzględniono cały cykl życia produktu, od wdrożenia do utylizacji, zgodnie z opracowanymi przez autorkę schematami obiegu w architekturze/urbanistyce → W założeniu konkursowym meble miejskie mają powstać z odpadów najtrudniejszych do powtórnego wykorzystania, tj. z odpadów komunalnych, w szczególności z plastików → Projekt zawiera element angażujący lokalną społeczność: warsztaty dla lokalnych mieszkańców 	<ul style="list-style-type: none"> → Projekt rozwijany indywidualnie, podczas gdy w celu szczegółowego opracowania potrzebny jest interdyscyplinarny zespół lub współpraca ze specjalistami → Projekt nie ma na celu przynoszenia korzyści finansowych → Projekt podejmuje tematykę obecną w kulturze i sztuce → Niejasność i niepewność co do możliwości realizacji koncepcji w cyrkularnym obiegu → Trudności związane z oszacowaniem kosztów niestandardowych działań
Opportunities (szanse)	Threats (zagrożenia)
<ul style="list-style-type: none"> → Edukacja lokalnej społeczności, która może być motorem napędowym do kolejnych podobnych działań oddolnych → Popularyzacja metod bezpiecznego przetwarzania plastikowych odpadów komunalnych → Aktywizacja lokalnej społeczności 	<ul style="list-style-type: none"> → Brak wiedzy ze strony inwestora → Brak opłacalności projektu lub trudność w wykazaniu przychodów finansowych/innych korzyści przed przetestowaniem rozwiązania → Wysokie skomplikowanie logistyczne procesu: przetwórcie plastiku znajdują się w innych miastach niż projekt → Niechęć przetwórców odpadów plastikowych do przetwarzania odpadów komunalnych, które charakteryzują się wysokim stopniem zanieczyszczenia → Wdrożenie może nie realizować zasad GOZ w przypadku zastąpienia np. odpadów komunalnych recyklatem rPET (zgodnie z propozycją przetwórcy) → Projekt jest podatny na greenwashing

Źródło: opracowanie własne

2.3.4. Wnioski: skala mikro

Rezultatem analizy przypadków są wnioski w zakresie wdrożenia GOZ w architekturze w skali mikro oraz w zakresie projektowania cyrkularnych materiałów.

- Wdrażanie GOZ w skali mikro powinno dążyć do wytworzenia cyrkularnego procesu, a nie jedynie produktu, żeby przynosiło korzyści zgodne z definicją.
- GOZ przyczynia się do racjonalizacji zużycia zasobów naturalnych i finansowych w niewielkich realizacjach architektonicznych.
- Kreatywne zaangażowanie projektantów jest istotną wartością, ale poprzez edukację i zaangażowanie lokalnej społeczności prowadzenie wdrożeń jest możliwe w sposób oddolny. Zwiększa to poczucie odpowiedzialności za wytwarzane przez tę społeczność odpady.
- W zakresie praktyk projektowych w skali istotne są projektowanie modularne, prostota i redukcja formy umożliwiające adaptację funkcji, standaryzacja rozmiarów, ponowne użycie, utrzymywanie wartości materiałów.
- Cyrkularne materiały są kluczowe przy wdrożeniu GO w większych skalach (szczególnie mezo).

W wyniku próby wdrożenia eksperymentalnego projektu Plastopia sformułowano dodatkowe wnioski:

- W projektowanych procesach należy uwzględnić wysoki poziom skomplikowania w zakresie produkcji i przetwarzania związany z brakiem gotowości polskiego rynku do wdrożenia GOZ - braku odgórnych standardów dot. odzysku materiałów i produkcji materiałów cyrkularnych, jak również stagnacji branży budowlanej oraz braku motywacji ze strony inwestorów do wdrażania rozwiązań ekologicznych w przypadku niekorzystnego bilansu finansowego (koszty środowiskowe są dla inwestorów mniej istotne niż koszty finansowe).

2.4. GOZ w praktyce - wnioski ogólne

Poprzez studium przypadków oraz dzięki pogłębionym badaniom kwestionariuszowym i wywiadam sformułowano rekomendacje w zakresie zarządzania wdrożeniem GOZ w skali makro, usług miejskich i praktyk konsumenckich prowadzących do zmiany wzorów zachowań mieszkańców miast i regionów oraz czystszej produkcji i przemysłu budowlanego.

Wskazano konieczność wdrożenia odgórnych wymagań dot. GOZ w celu usystematyzowania pojęć, wskazania kluczowych obszarów rozwoju w kontekście polityk miejskich dot. Środowiska zbudowanego, przedstawienia jasnych wymagań względem inwestorów publicznych i prywatnych oraz w celu stymulowania wzrostu działań oddolnych i rozwoju biznesu związanego z Gospodarką Obiegu Zamkniętego w architekturze. W odpowiedziach kwestionariuszowych przedstawiciele Kopenhagi i Lublany wskazali, że zmiana praktyk konsumenckich wśród mieszkańców w zakresie różnych dziedzin oraz edukacja ekologiczna i dot. zrównoważonego rozwoju wpływają korzystnie na wdrożenie GOZ poprzez przyzwyczajanie do innych wzorców (np. wynajem zamiast kupna, naprawa zamiast wyrzucania itd.), co skutkuje zmianą dysponowaniem funduszami, przekierowaniem środków i starań lokalnych społeczności, zmianą środków transportu (np. z samochodowego na rowerowy). Kolejnym z kluczowych obszarów jest współpraca międzysektorowa; z punktu widzenia publicznego (badaniu zostali

poddani przedstawiciele 2 europejskich stolic) wskazano na największą wagę partnerstwa publiczno prywatnego, jednak z punktu widzenia metabolizmu miejskiego każda współpraca międzysektorowa skutkująca eliminacją odpadów, ponownym wykorzystaniem, recyklingiem lub adaptacją przyczynia się do wdrożenia GOZ w środowisku zbudowanym w mieście.

Ogólnomiejskie instytucje publiczne lub publiczne w partnerstwie z prywatnymi w badanych przypadkach zajmują się zbieraniem odpadów i ich dystrybucją po przetworzeniu (już w formie wartościowych materiałów). W Kopenhadze działa sieć centrów recyklingu, podczas gdy w Lublanie ciekawe inicjatywy to sieć punktów do napraw wykonywanych przez mieszkańców lub sieć miejsc do wymiany przedmiotów. Jednym z największych wyzwań stojących przed miastami prowadzącymi transformację modelu linearnego w kołowy jest formalizacja odgórnych zasad GOZ; regiony, miasta lub dzielnice często wyprzedzają polityki krajowe w poziomie zaawansowania strategii wdrożeniowych, co rodzi skomplikowanie prawne oraz nierównoległość celów polityki państwowej i lokalnej. Wskazuje to na konieczność działania systemowego, od góry. Z punktu widzenia zainteresowania GOZ w skali makro wykazywanego przez architektów, urbanistów i planistów oraz wysokiego stopnia skomplikowania problemów miejskich, należy zwrócić uwagę na konieczność formowania interdyscyplinarnych zespołów specjalistów na poziomie władz lokalnych, które byłyby wykwalifikowane do zarządzania procesem transformacji.

Przebadane przypadki w skali mezo oraz wywiad pogłębiony pozwoliły na opracowanie listy 19 praktyk ułatwiających wdrażanie GOZ w skali mezo - czyli w praktyce architektonicznej. W zakresie skali mezo można wyróżnić 4 różne typy budynków cyrkularnych:

1. Adaptacja architektoniczna,
2. Budynki z odzyskanych materiałów,
3. Budynki zaprojektowane do dekonstrukcji
4. Budynki eksperymentalne.

Kategoryzacja oraz analiza przykładów umożliwiły wyodrębnić bariery i aktywatorów wdrożenia, które częściowo są zbieżne z tymi rozpoznanymi w badaniach literatury. Do największych barier należy brak sformułowania jednoznacznych ram prawnych dla GOZ w architekturze, stagnacja i przywiązanie do tradycyjnych rozwiązań technicznych oraz rozmycie odpowiedzialności w procesie projektowo - budowlanym, które są zbieżne również z barierami zidentyfikowanymi podczas badań przypadków w skali makro i mikro.

Jako najistotniejszy aktywator wskazano zaangażowanie architektów w procesie projektowym, jednak należy zwrócić również uwagę na aktywatory takie jak: przyjazne GOZ polityki na różnym szczeblu zarządzania, zachęty finansowe, wsparcie prawne i zielone przetargi. Kolejnym z czynników wpływających na proces wdrożenia jest cyfryzacja - używanie cyfrowych dzienników budowy, korzystanie ze szczegółowych modeli BIM i BAM. Dobrą praktykę stanowi korzystanie z paszportów materiałowych, umożliwiających utrzymywanie wartości wbudowanych materiałów, projektowanie na potrzeby dekonstrukcji. Zbieranie i udostępnianie informacji dotyczących materiałów wykorzystanych w budynkach skraca proces ich odzysku oraz umożliwia sprawną rozbiórkę. Analiza przeprowadzonych przez doktorantkę wdrożeń w Medusa Group umożliwiła sformułowanie dodatkowych wniosków z zakresu współpracy architektów z różnymi uczestnikami procesu projektowo - budowlanego dot. kwestii odpowiedzialności za ponowne użycie, elastyczności w procesie projektowym oraz konieczności współpracy interdyscyplinarnej.

W wyniku analizy wdrożeń w skali makro, mezo i mikro wykazano również istotną rolę inicjatyw odgórnych i oddolnych oraz relacji pomiędzy nimi. Inicjatywy odgórne odgrywają kluczową rolę w procesie wdrażania GOZ we wszystkich skalach ze względu na:

- Koordynację i planowanie: działania odgórne pozwalają na spójne planowanie i koordynację działań różnych podmiotów i sektorów, co umożliwia zintegrowane podejście do problemu i skuteczniejsze wdrożenie zmian
- Wsparcie prawne i polityczne: uchwalanie odpowiednich przepisów i regulacji ma na celu utworzenie odpowiedniej ramy prawnej i politycznej sprzyjającej wdrażaniu GOZ, zachęty dla inwestorów prywatnych i publicznych oraz dla lokalnych społeczności
- Inwestycje i wsparcie finansowe: rządowe i instytucjonalne wsparcie finansowe może wesprzeć rozwój nowych technologii i infrastruktury; alokacja funduszy na badania i innowacje w obszarze zrównoważonej gospodarki przyspieszą proces wdrażania zmian
- Edukację i świadomość: kampanie informacyjne i edukacyjne organizowane przez władze mogą zachęcać obywateli, firmy i instytucje do aktywnego uczestnictwa we wdrażaniu GOZ (prowokowanie ruchów i wdrożeń oddolnych)
- Skalę i efektywność: Działania odgórne mogą wpłynąć na skalę działań i osiągnięcie większego wpływu na środowisko. Przykładowo, wprowadzenie odpowiednich polityk krajowych może zachęcić wiele firm do wprowadzenia praktyk gospodarki obiegu zamkniętego, co przyniesie korzyści na dużą skalę.

Z kolei rola inicjatyw oddolnych jest istotna ze względu na:

- Edukacyjnych: wspomaga popularyzację wiedzy na temat GOZ, zmienia percepcję materiałów, komponentów i produktów używanych lub powstałych z materiałów poddanych re- i upcyklingowi, które mogą cechować się specyficzną estetyką (np. widoczne ślady użytkowania, wyblakłe kolory, nietypowa faktura); zwiększa świadomość o problemach takich jak: kryzys klimatyczny, nadmierne użycie materiałów pierwotnych, problem z recyklingiem i zarządzaniem odpadami
- Finansowych: stymulowanie zapotrzebowania wśród potencjalnych inwestorów, a tym samym architektów i projektantów
- Politycznych: wywieranie presji w stosunku do inicjatorów zmian odgórnych, prawodawców, wskazywanie obszarów wymagających uwagi i obszarów problematycznych
- Społecznych: inicjatywy oddolne stymulują współpracę w ramach społeczności, tym samym powodując, że beneficjentami GOZ są osoby zaangażowane w ruchy oddolne; stymulują również współpracę społeczności z instytucjami publicznymi
- Udoskonalania procesu: testują lokalnie rozwiązania, które później mogą być implementowane w większej skali lub w szerszym kontekście; stanowią eksperyment in situ poprzedzający wdrożenie, umożliwiają ulepszenie projektu, wprowadzenie poprawek
- Innowacji: interdyscyplinarne grupy działające oddolnie mają potencjał do wdrażania innowacji ze względu na różnorodną wiedzę, znajomość lokalnych realiów, braku

poczucia ograniczeń (np. względem projektantów - często osoby wykształcone w innych kierunkach widzą szersze możliwości, wychodzące poza schematy "business as usual")

- Rewitalizacji urbanistycznej: w kontekście zagospodarowywania terenów często wybierane są miejsca wymagające szczególnej opieki lub rewitalizacji; oddolne inicjatywy - często tymczasowe - mają charakter prototypowego przekształcenia przestrzeni, co umożliwia diagnozę problematycznych kwestii i finalnie zaproponowanie adekwatnego i optymalnego rozwiązania projektowego

Rozdział 3: Modele wdrażania

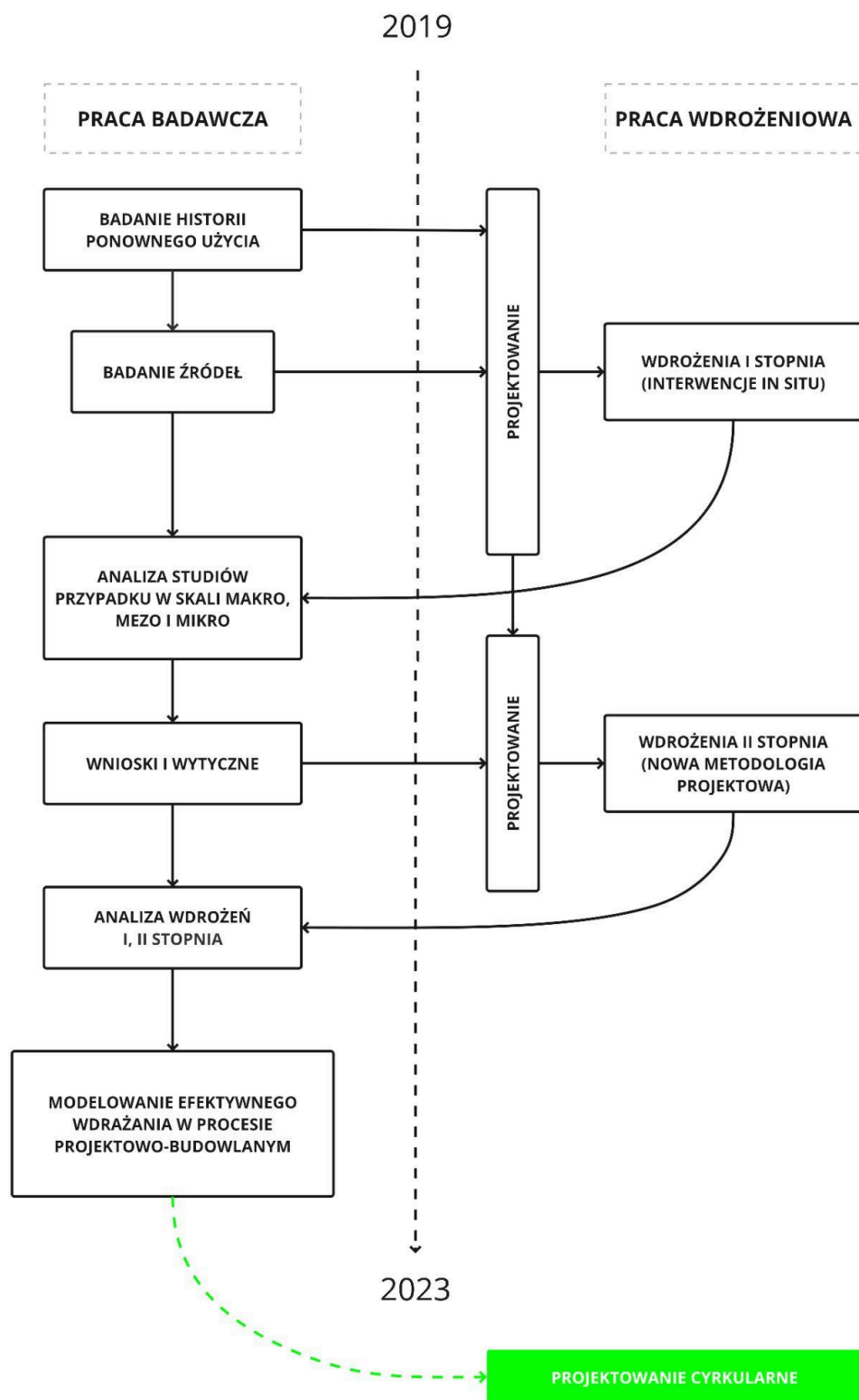
3.1. Wstęp

Zgodnie z wnioskami uzyskanymi w wyniku badań przedstawionych w rozdziale 2, wdrażanie Gospodarki Obiegu Zamkniętego powinno przebiegać międzyskalowo oraz zarówno poprzez działania odgórne i oddolne. Jednym z istotnych ogniw transformacji architektury z modelu linearnego do cyrkularnego są przedsiębiorstwa zajmujące się projektowaniem architektury i urbanistyki, jak jednostka, w której zatrudniona jest doktorantka. Medusa Group to interdyscyplinarna pracownia projektowa ze Śląska (z oddziałami w Warszawie, Londynie i Dubaju), która zasłynęła z rewitalizacji (np. "Bolko Loft" w Bytomiu). Obecnie pracownia zatrudnia kilkadziesiąt wykwalifikowanych architektek i architektów.

Wdrożenie zainicjowano poprzez zaproponowanie schematu pracy oraz kolejności działań w procesie projektowo - budowlanym, które należy zastosować w trakcie projektowania budynku cyrkularnego lub w trakcie implementacji działań wpisanych w GOZ w architekturze. Wewnętrzna organizacja pracy, standardy projektowe oraz standardy współpracy z innymi uczestnikami procesu projektowo-budowlanego są ustalane na poziomie zarządzania pracownią, są efektem nabytych od początku istnienia biura (1997 r.) doświadczeń oraz wynikają z wewnętrznych standardów inwestorów (klientów) i nie są odgórnie regulowane przez legislację lub inne wymagania. Oznacza to, że rewizja schematów działania jednostki jest zależna od samodoskonalenia, co umożliwia sprawne wdrażanie nowych standardów. Zaproponowane algorytmy działań mają dodatkowo wspomóc edukację wewnątrz jednostki przemysłowej oraz wypracować wysoki poziom świadomości ekologicznej, którą buduje się współcześnie zarówno podczas edukacji architektonicznej, jak i późniejszej praktyki. Wdrożenie zostało podzielone na dwa etapy ze względu na jego empiryczny charakter

1. Wdrożenie I stopnia: interwencja przeprowadzona w trwającym projekcie, a następnie in situ, polegająca na implementacji kilku istotnych zasad GOZ, a nie cyrkularnej konwersji całego procesu np. ponowne użycie wybranych materiałów, adaptacja funkcji czy aranżacja elastycznego, otwartego planu na potrzeby antycypowanej dynamicznej zmiany funkcji. Przeprowadzenie działań interwencyjnych umożliwiło eksperymentalne zbadanie możliwości wdrożenia w zakresie elastyczności współpracy między podmiotami i uczestnikami procesu projektowo-budowlanego, koordynacji wewnętrznej i międzybranżowej, możliwości legislacyjnych, świadomości współautorów i inwestorów, potencjału cyrkularnego, następstw i kosztów finansowych i środowiskowych.
2. Wdrożenie II stopnia: wdrożenie metodologii projektowej zorientowanej na GOZ w zespole o wysokiej świadomości ekologicznej, zastosowanie wytycznych opracowanych na podstawie analizy przypadków w skali makro, mezo i mikro oraz analizy wdrożeń I stopnia. Próba implementacji zasad GOZ na wszystkich etapach procesu projektowo - budowlanego, ze szczególnym uwzględnieniem roli projektanta.

Efektom wdrożeń I stopnia i II stopnia, a następnie ich analizy w zakresie teoretycznym (tj. oprócz implementacji in situ), są modele efektywnego wdrożenia GOZ w procesie projektowym w odniesieniu do typologii budynków cyrkularnych (rozdział 3.4.) wyodrębnionych podczas badań przypadków w skali mezo (rozdział 2.3.).



Ilustracja 130. Zależności pomiędzy pracą badawczą (teoretyczną) a wdrożeniową (praktyczną) prowadzoną przez doktorantkę.

Źródło: Opracowanie własne

3.2. Wdrożenia I stopnia: interwencyjne (in situ)

Podczas przebiegu procesu projektowo - budowlanego jednostka projektowa nie jest wyłącznym rozstrzygającym o zastosowaniu GOZ podczas realizacji obiektu. W procesie nie należy pomijać fundamentalnej roli inwestorów, wykonawców i pozostałych uczestników. W celu pełnego i modelowego wdrożenia wszyscy interesanci muszą przyjąć realizację wdrożenia GOZ za jeden z głównych celów projektu. Z powyższego wynika, że praktyczne i kompletne wdrożenie w architekturze można więc uznać implementacją zasad w procesie projektowym na wszystkich etapach jego szczegółowości (od projektu koncepcyjnego, poprzez budowlany, techniczny, aż do projektu wykonawczego), a w środowisku zbudowanym - w całym procesie projektowo - budowlanym. Na następujących po fazie projektowej etapach projekt architektoniczny może być z różnych powodów modyfikowany na wniosek pozostałych uczestników procesu budowlanego, tj. inwestorów, inspektorów nadzoru inwestorskiego, kierowników budowy i kierowników robót. Przyjmując założenie o wiodącej roli jednostek projektowych w procesie wdrożenia GOZ, proces projektowo-budowlany oraz postępujące ograniczanie w nim roli architekta należy zrewidować i wpisać w standardy sprzyjające implementacji zasad GOZ na różnych etapach procesu.

W tym kontekście znaczącym sukcesem są wdrożenia interwencyjne przeprowadzone w latach akademickich 2019/2023, które udało się wprowadzić nie tylko ze strony jednostki projektowej, ale w które zaangażowali się również pozostali uczestnicy procesu budowlanego. Wdrożenia rozpatrzono jako eksperymentalne studia przypadków, a na ich podstawie sformułowano wnioski prowadzące do wdrożenia II stopnia oraz do opracowania efektywnych modeli wdrożenia GOZ w procesie projektowo - budowlanym.

Pierwsze wdrożenie interwencyjne, częściowo kierowane miejskimi wytycznymi w zakresie istniejących budynków w Londynie, zostało przeprowadzone w 2019. Dawny magazyn Empire House w Londynie zaadaptowano na przestrzeń biurową, przearanżowano wewnątrz i dostosowano je do współczesnych potrzeb. Wykorzystano ponownie cegłę rozbiórkową z lokalnych źródeł, zachowano oryginalne elementy konstrukcyjne, klatki schodowe i elementy dekoracyjne np. balustrady w zlokalizowanych po przeciwległych bokach klatkach schodowych. Przypadek opisano szczegółowo w Tabeli 25.

Drugie z wdrożeń interwencyjnych miało bardziej rozległy charakter oraz stanowiło część rewitalizacji Fabryki Scheiblera w Łodzi. Zachowano historyczne budynki ceglane, które zaadaptowano pod nowe funkcje, ponownie użyto materiałów in situ - w zmienionej funkcji, odzyskano cegły, ramy okienne, kilkadziesiąt tysięcy żeliwnych płyt podłogowych. Szczegóły w tabeli 32.

Należy zwrócić uwagę, że poruszone podczas wdrożeń I stopnia wątki i implementacja działań wpisanych w GOZ stanowiły jedynie część przyjętych rozwiązań, które finalnie miały na celu rewitalizację obiektów przemysłowych oraz były wprowadzane równolegle z pracą badawczą na rzecz niniejszej dysertacji (Ilustracja 130). Poziom świadomości ekologicznej oraz informacji na temat wdrożeń, celów, działań, strategii, potencjalnych korzyści niesionych przez GOZ i kosztów finansowych i środowiskowych zmieniał się wraz z postępami w pracy nad dysertacją i przebiegał równolegle do procesu projektowego. Stąd wdrożenia przeprowadzone na wczesnych etapach pracy określono jako interwencyjne. Na podstawie przeanalizowanych za pomocą schematu badawczego przypadków w skali mezo (budynku) wyodrębniono wnioski i

wytyczne, a w kontekście wdrożeń, których współautorką była doktorantka, w szczególności zwrócono uwagę na:

- pojawiające się w toku odzysku materiałów, adaptacji i innych praktyk cyrkularnych problemy techniczne, które często wymagają nietypowych rozwiązań inżynierskich,
- współpracę wewnętrzną - harmonogramowanie prac musi uwzględnić wydłużony proces projektowy związany ze skomplikowaniem procesu odzysku lub wbudowania elementów używanych,
- konieczność bliskiej, stałej koordynacji międzybranżowej z projektantami branży elektrycznej, hvac, konstruktorskiej, wod-kan w związku ze stosowaniem niestandardowych rozwiązań odbiegających od przyjętych tradycyjnych metod,
- rozmyte możliwości i obostrzenia legislacyjne w zakresie stosowania ponownego użycia w budownictwie,
- konieczność edukacji inwestorów w celu wypracowania ich świadomości i wrażliwości ekologicznej,
- utrudnione możliwości zbadania bilansu kosztów środowiskowych (np. raport dotyczący ilości wbudowanego CO₂ nie jest w zakresie standardowego projektu branżowego), co skutkuje potencjalną pracą za którą nie otrzymuje się wynagrodzenia,
- utrudnione możliwości zbadania bilansu kosztów finansowych ze względu na niechęć inwestorów do udostępniania informacji finansowych, w związku z konkurencją rynkową, obawą przed publikacją i skupieniu na korzyściach podmiotu względem większego dobra,
- konieczność współpracy z ekspertami ze względu na interdyscyplinarny charakter wdrożeń.

3.3. Wdrożenia II stopnia: nowa metodologia projektowa

Wdrożenia II stopnia były przeprowadzane w wyniku doświadczeń zdobytych podczas wdrożeń I stopnia. Usystematyzowano wiedzę oraz wsparło się wytycznymi i rekomendacjami wynikającymi z analizy przypadków wdrożeń interwencyjnych. Charakter wdrożeń II stopnia również jest eksperymentalny, jednak ze względu na kompetencje uzyskane podczas wcześniejszych interwencji wykracza poza proces projektowy, szukając przestrzeni na wdrożenia GOZ przynoszące korzyści zgodne z definicją: dotyczące środowiska, społeczeństwa oraz biznesu we wszystkich fazach życia budynku. Należy podkreślić, że analizowane pod kątem wdrożeń metodologii projektowej przypadki to projekty znajdujące się wciąż na początku cyklu życia - w fazie projektowej lub budowy. Ze względu na powyższe nie wszystkie aspekty stosowanej metodologii zostały poddane ocenie oraz nie wszystkie mogły zostać zastosowane. Śledzenie przebiegu wdrożenia oraz rozwoju projektów stanowią interesujący wątek do dalszych badań po etapie badań na potrzeby niniejszej dysertacji.

3.3.1. Wysokościowy budynek biurowo - usługowy w Warszawie: Upper One

Tabela 41. Szczegółowe studium przypadku nr 1 - wdrożenie II stopnia.

Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	Budynek biurowy z częścią handlowo - usługową i garażem podziemnym Upper One
lokalizacja	al. Jana Pawła II, Warszawa, Polska
data realizacji	od 2019
inwestor	prywatny, STRABAG
autorzy	Medusa Group (Bytom, Polska), MHM Architects (Wiedeń, Austria)
funkcja	biurowa, usługowa
Główne założenia projektowe	Selektywna rozbiórka, recykling in situ, korzyści dla lokalnej społeczności



Ilustracja 131. Projektowany budynek Biurowy w Warszawie przy ul. Jana Pawła II - Upper one, wizualizacja. Źródło: materiały Medusa Group

Projektowany budynek biurowy Upper one powstaje przy al. Jana Pawła II na miejscu dawnego "Ulubieńca Warszawy"⁷³ - biurowca Atrium International (stan przed rozbiórką widoczny na ilustracji 132). Należy zauważyć, że rozbiórce został poddany obiekt, który powstał w 1995 r., czyli jedynie 28 lat temu, co zgodnie z przedstawionymi w rozdziale 1 rozważaniami dotyczącymi długości cyklu życia budynku, stanowi krótki okres funkcjonowania. Znacznie utrudnia to ocenę działań cyrkularnych, jednak autorka zdecydowała się uwzględnić przykład, żeby **podkreślić złożony charakter problemu GOZ w architekturze, który jest silnie umocowany w sytuacji ekonomicznej i politycznej - szczególnie w przypadku dyskusji nad obiektami w dużej skali i w największych ośrodkach miejskich.**



Ilustracja 132. (z lewej) Budynek Biurowy Atrium w Warszawie, znajdujący się na działce planowanego biurowca. Widoczna marmurowa okładzina elewacyjna została poddana selektywnej rozbiórce - zostanie użyta ponownie jako wykończenie przestrzeni wspólnych projektowanego wieżowca, październik 2019.

Źródło: materiały Medusa Group



Ilustracja 133. (z prawej). Elewacja po demontażu paneli kamiennych, kwiecień 2023.

Źródło: materiały STRABAG Real Estate, za: <https://noizz.pl/>

Inwestor wykazał się wysoką świadomością ekologiczną i zakresu potencjału cyrkularnego podczas rozbiórki Atrium: "Nie chcemy odcinać się od historii miejsca, dlatego niektóre elementy wnętrza dawnego budynku, po ich przekształceniu, zostaną włączone do projektu architektonicznego Upper One. Marmur odzyskany z części wspólnych budynku Atrium International zostanie wykorzystany do produkcji posadzek, które znajdą się w lobby głównym Upper One i we wszystkich holach windowych. Zachowana zostanie także rampa wraz z częścią garażu." (...) "Odpady przeznaczone do odzysku lub ponownego użycia będą stanowić około 70% całości wytworzonych odpadów. Całe zbrojenie przeznaczymy do ponownego przetopu⁷⁴. Kruszywo

⁷³ "Obiekt współtworzący nową pierzeję al. Jana Pawła II zaprojektowało Biuro Kazimierski i Ryba. W pierwszej edycji organizowanego przez naszą redakcję konkursu Życie w Architekturze czytelnicy „Architektury-murator” i „Życia Warszawy” uznali biurowiec za najlepszą realizację lat 1989-1995, przyznając mu tytuł Ulubieńca Warszawy” <https://architektura.muratorplus.pl/wydarzenia/atrium-international-dawny-ulubieniec-warszawy-zniknal-z-przestrzeni-miasta-aa-shi9-Zo6f-cNfA.html>

⁷⁴ Recykling prętów zbrojenionych wydobytych z gruzu betonowego stanowi standard w przemyśle budowlanym - obecnie w UE odzyskuje się ok. 90% stali zbrojeniowej.

możemy zastosować na przykład do podbudowy przy innych projektach.”⁷⁵ Wskazane na ilustracji 132 okładziny elewacyjne z marmuru zostały zdemontowane - projektanci zdecydowali, że zostaną użyte jako lastryko pokrywające powierzchnie części wspólnych projektowanego budynku. Selektywnej rozbiórce poddano również okna istniejącego obiektu (Ilustracja 134), które następnie oddano fundacjom pomocowym⁷⁶ do przekazania do odbudowy budynków w Ukrainie.

Dodatkowo wstrzymano rozbiórkę budynku w 2022 r., by w środku zaaranżować miejsca dla 400 tymczasowych mieszkańców (Ilustracja 135). Pokoje wyposażono w miejsca do spania dla dorosłych i dzieci. Powstało zaplecze sanitarne - łazienki, prysznice, kuchnia. Po zapewnieniu przez miasto alternatywnych miejsc na Mokotowie, prace rozbiórkowe zostały wznowione. Wykorzystanie budynku w taki sposób przyniosło wymierne korzyści dla społeczności.



Ilustracja 134. Przestrzeń zaaranżowana na przyjęcie uchodźców z Ukrainy w trakcie kryzysu migracyjnego w wyniku wojny.

Źródło: materiały STRABAG Real Estate, za: <https://noizz.pl/>



Ilustracja 135. (z prawej). Okna w budynku Atrium zostały odzyskane podczas rozbiórki, a następnie przekazane na cele odbudowy miast w Ukrainie.

Źródło: materiały Medusa Group

Wykonano szczegółowy i sparametryzowany model BIM, który zawiera charakterystykę projektowanych przestrzeni i wbudowanych elementów i komponentów budowlanych. Na potrzeby certyfikacji LEED i WEEL szczegółowo scharakteryzowano właściwości materiałów.

⁷⁵ Wypowiedź Ł. Ciesielskiego, dyrektora zarządzającego Strabag Real Estate, cytat za: https://www.propertydesign.pl/wywiady/109/strabag_o_wielkiej_rozbiorce_w_centrum_warszawy_burzenie_atrium_international_i_budowa_upper_one,43276.html.

⁷⁶ logistyką przekazania okien do Ukrainy zajęła się fundacja Brda w ramach programu Okno

3.3.2. Kampus biurowo - usługowy w Warszawie: siedziba firmy CD Projekt RED

Tabela 42. Szczegółowe studium przypadku nr 2 - wdrożenie II stopnia.

Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	Budynek biurowy i kampus biurowy CD Projekt RED
lokalizacja	Warszawa
data realizacji	od 2020
inwestor	prywatny, CD Projekt RED
autorzy	Medusa Group Przemysław Łukasik, Łukasz Zagała, Magdalena Kołłątaj, Jan Wichrowski, Marta Boryczka, Agnieszka Kuczyńska, Agnieszka Majcher-Lisowicz, Michał Sokołowski, Michał Laskowski, Mateusz Małecki, Krzysztof Weber, Michał Gawron, Tymoteusz Sapa, Aleksandra Mazur, Sandra Przepiórkowska, Jagoda Kus, Bożena Wróbel
funkcja	biurowa, usługowa
Główne założenia projektowe	recykling in situ

Kolejnym z projektów, w którym stosowano zasady GOZ jest budynek biurowy (obecnie w budowie) oraz kampus biurowy (obecnie w fazie koncepcyjnej) dla największego polskiego producenta gier video - CD Projekt RED. Pierwszy z projektowanych budynków ma zapewnić nowoczesną i funkcjonalną oraz maksymalnie elastyczną przestrzeń do komfortowej pracy biurowej, z uwzględnieniem specyficznych warunków pracy przemysłu gier wideo.

Główny projektant P. Łukasik zapewnia, że nadrzędnym celem projektu "aktywizacja zdegradowanej, poprzemysłowej dzielnicy Warszawy, otwartość wobec jej mieszkańców, nacisk na rozwiązania proekologiczne i niskoemisyjne oraz odpowiedzialność i troska o naturę."

W projekcie zastosowano niskoemisyjne drewno⁷⁷ elewacyjne. Składająca się z drewnianych słupów i belek elewacja ma standardowe wymiary łatwe do potencjalnego ponownego wykorzystania oraz umożliwiające selektywną rozbiórkę. Druga skóra chroni również przed przegrzewaniem się budynku m.in. dzięki zintegrowaniu na fasadzie zieleni (pnącza, byliny i krzewy, ilustracja 136).

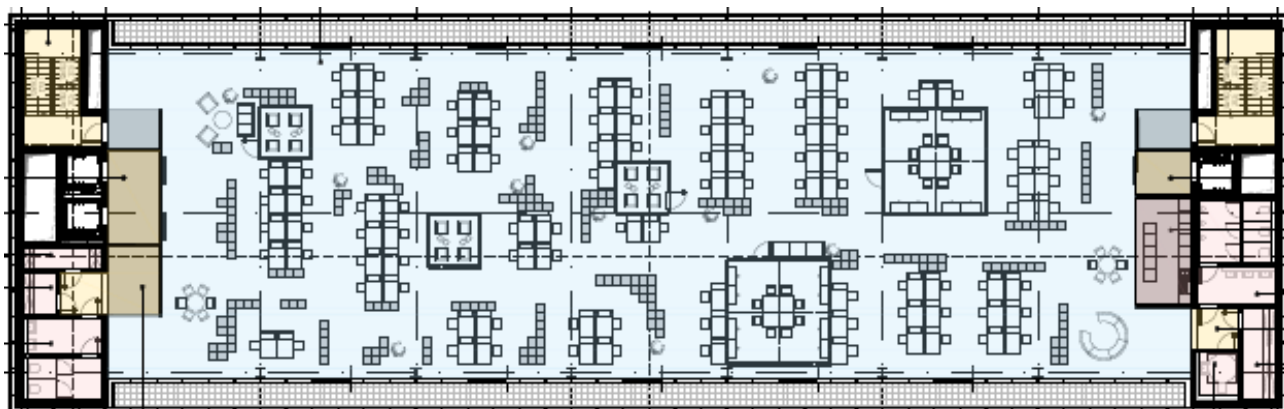
Szczególnie istotny w projekcie jest otwarty, wielofunkcyjny plan (ilustracja 137) - rzut budynku stanowi odwrócenie typologii standardowego biurowca, którego trzon znajduje się w centrum, a przestrzeń do pracy jest ulokowana wokół trzonu. Żeby zmaksymalizować otwartą powierzchnię trzon podzielono i skumulowano na dwóch krawędziach prostopadłościennego budynku, co umożliwiło całkowite otwarcie wnętrza. Zabieg spowodował skomplikowanie budynku pod względem technicznym, jednak bezpośrednio przyczyni się do jego wielofunkcyjności i ułatwi adaptację w przyszłości, co znacznie wydłuży fazę operacyjną cyklu jego życia. Zastosowano

⁷⁷ drewno niskoemisyjne odróżnia się od konwencjonalnego drewna dzięki bardziej zrównoważonemu zarządzaniu lasami, ograniczeniu długich tras transportu, efektywniejszemu przetwarzaniu, redukcji odpadów i zastosowaniu ekologicznych technologii w produkcji, co przyczynia się do mniejszych emisji gazów cieplarnianych w całym łańcuchu dostaw drewna.

również modułową konstrukcją żelbetową. Dodatkowo budynek oraz w przyszłości cały kampus będzie korzystał z odnawialnych źródeł energii, a w kolejnych etapach planowany jest magazyn energii w celu zwiększenia niezależności zespołu budynków i jego przystosowania i odporności na zmiany klimatu. Wykonano szczegółowy i sparametryzowany model BIM, który zawiera charakterystykę projektowanych materiałów.



Ilustracja 136. Budynek biurowy w Warszawie - wizualizacja. Obiekt jest w trakcie budowy.
Źródło: materiały Medusa Group



Ilustracja 137. Rzut kondygnacji powtarzalnej budynku biurowego. Tradycyjnie zlokalizowany w centrum trzon został rozdzielony na 2 mniejsze trzony ulokowane po dwóch przeciwległych bokach prostokątnego budynku w celu uwolnienia planu i przystosowania go do elastycznej zmiany funkcji.
Źródło: materiały Medusa Group



Ilustracja 138. Wizualizacja kolejnego z budynków planowanych na kampusie CD Projekt RED. Warszawa, proj. 2022.

Źródło: materiały Medusa Group

3.3.3. Pawilon na wystawę EXPO w Osace 2025

Tabela 43. Szczegółowe studium przypadku nr 3 - wdrożenie II stopnia.

Źródło: opracowanie własne

nazwa projektu	Pawilon wystawowy na EXPO w Osace 2025
lokalizacja	Osaka, Japonia
data realizacji	projekt - 2022
inwestor	publiczny
autorzy	Medusa Group
funkcja	usługowa
Główne założenia projektowe	Recykling lokalny, projektowanie na potrzeby dekonstrukcji, budynek eksperymentalny

Projekt na EXPO w Osace w 2025 jest bezpośrednim wdrożeniem idei GOZ, a szczególnie zasady 3R oraz przykładem kompletnego wdrożenia GOZ w proces projektowy. Koncepcja zwyciężyła w konkursie na Pawilon EXPO w Japonii⁷⁸ - jury Stowarzyszenia Architektów Rzeczypospolitej Polskiej przyznało jej pierwszą nagrodę.

Po odtajnieniu i publikacji prac w Internecie projekt wywołał dyskusję na temat wyrazu estetycznego pawilonu. Kontrowersyjna elewacja, na wizualizacjach zaprezentowana w kilku wariantach (elewacja z gruzu betonowego, skompresowanej makulatury, odpadów samochodowych) wzbudził niechęć zarówno wśród entuzjastów architektury, jak i samych architektów. Szczególną awersję wyrażono w stosunku do wykorzystania odpadów jako budulca frontu obiektu, co pozwala wnioskować, że przeciętny odbiorca nie postrzega odpadów budowlanych jako wartościowego materiału, a potencjału ich wykorzystania i ponownego użycia jako należytego środka wyrazu.

Elewację zaprojektowano z materiałów dostępnych lokalnie, koncepcja zakłada wykorzystanie odpadów budowlanych z bezpośredniego sąsiedztwa terenu wystawowego oraz wielofunkcyjny, łatwy w adaptacji plan funkcjonalny. Projekt z szacunkiem traktuje zastany kontekst, odnosząc się do materiałów lokalnych, eliminując niepotrzebne emisje wynikające z transportu materiałów do Japonii, przyczynia się do minimalizowania odpadów EXPO⁷⁹, zwraca uwagę na problem składowania śmieci i kryzys gospodarki odpadami.

Zaprojektowano też cały cykl życia budynku: po fazie użytkowania pomieszczenia zamknięte w odrębnych „pudełkach” oraz zaprojektowana ścieżka zwiedzania mogą zostać wykorzystane jako komponenty i części konstrukcyjne do wzniesienia niewielkiej kubatury o

⁷⁸ Finalnie praca nie została wybrana do realizacji w związku z kontrowersyjną decyzją organizatora konkursu o nieuznaniu wyników jury SARP; zamiast tego przyznano wyróżnienie w konkursie na opracowanie koncepcji architektonicznej Pawilonu Polski na Wystawie Światowej EXPO 2025 w Osace.

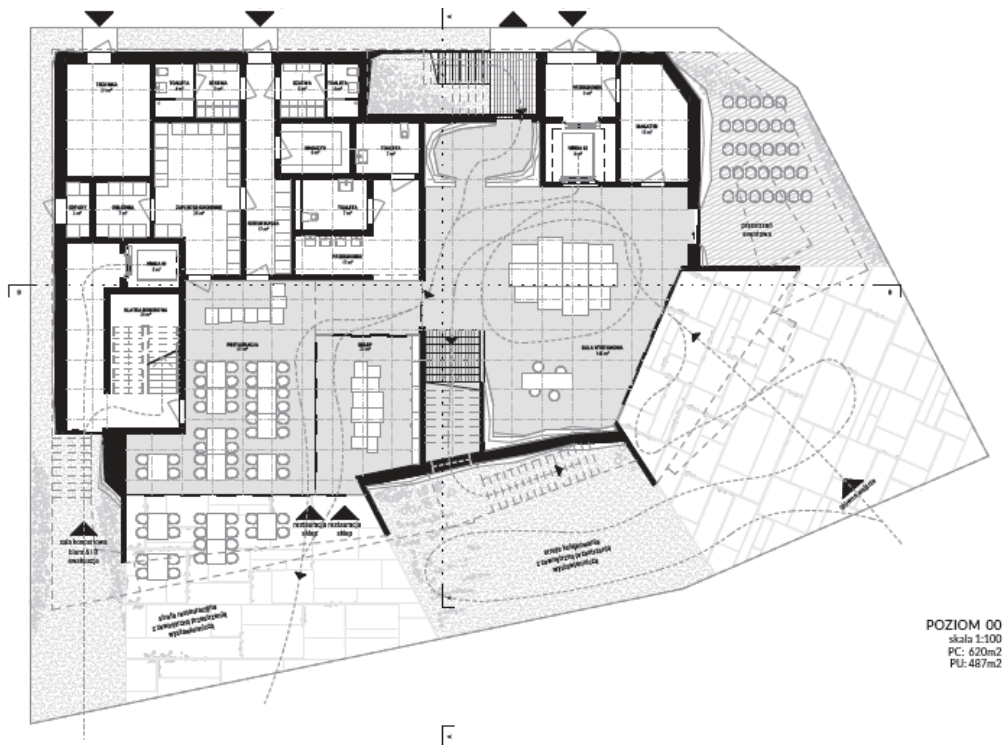
⁷⁹ Wykorzystanie eksponatów i pawilonów jest szeroko komentowanym i opisywanym problemem. Często po międzynarodowych wystawach lub wydarzeniach sportowych pozostają „wioski-widma”, ponieważ organizatorzy organizatorzy zazwyczaj nie planują całego cyklu życia powstającej na potrzeby Expo dzielnicy. Przykładami takich terenów są Park Narodów w Lizbonie po Expo w 1998, czy wioska olimpijska w Pekinie po Igrzyskach Olimpijskich w 2008.

wybranej funkcji. Stalową podkonstrukcję modułową zaprojektowano w taki sposób, że może zostać z łatwością wykorzystana ponownie dzięki zastosowaniu standardowych wielkości.



Ilustracja 139. Pawilon na EXPO 2025 w Osace, proj. 2022.

Źródło: materiały Medusa Group



Ilustracja 140. Rzut pawilonu na EXPO 2025 w Osace, proj. 2022.

Źródło: materiały Medusa Group

3.4. Modelowanie efektywnego wdrażania w procesie projektowo - budowlanym

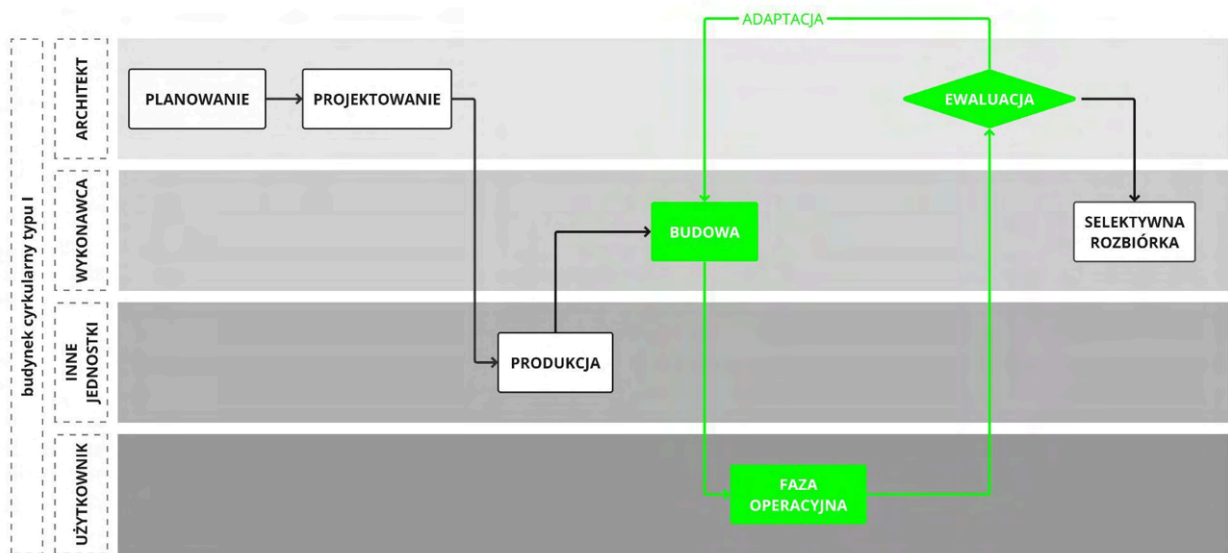
Ze względu na złożoną charakterystykę obiektów wpisanych w Gospodarkę Obiegu Zamkniętego wdrożenie w każdym z rozpoznanych typów przebiega w inny sposób oraz odbywa się na innym etapie cyklu życia tego budynku oraz procesu projektowo - budowlanego. Dzięki szczegółowym badaniom przypadków, poprzez wizyty studialne oraz kwestionariusze i wywiady z autorami projektów badanych budynków pozyskano informacje o wpływie stosowania GOZ w architekturze na proces projektowy oraz proces inwestycyjny. Dzięki temu zidentyfikowano strategiczne stadia procesu projektowo - budowlanego wymagające działań w celu wdrożenia GOZ.

Rewizja procesu projektowego niesie za sobą szereg implikacji, m. in. wydłużenie fazy analityczno - projektowej, stosowanie praktyk prowadzących do utrzymania wartości komponentów wbudowanych w obiekty, zwiększenie poziomu skomplikowania logistyki budowy, generowanie istotnych kosztów dla inwestora w fazie inicjalnej projektu. Równolegle w związku z implementacją procesu cyrkularnego są generowane potencjalne korzyści np. oszczędności finansowe w fazie operacyjnej budynku, wydłużenie fazy operacyjnej obiektu czy wyposażenie budynku w systemy uniezależniające go od niszczącego wpływu środowiska zewnętrznego oraz na dyskutowane współcześnie efekty katastrofy klimatycznej.

Wdrożenie wpływa też na estetykę obiektów. W procesie projektowania budynku cyrkularnego na projektancie polegają dodatkowe zadania, np. dobór materiałów cyrkularnych, analizę ich jakości, opracowanie niekonwencjonalnych detali łączenia i wykończenia tych materiałów, uzyskanie istotnych dodatkowych pozwoleń (np. na rozbiórkę obiektów stanowiących banki materiałowe czy jednostkowych dopuszczeń wyrobów budowlanych), wykonanie dodatkowych specyfikacji, wykonanie specjalistycznego projektu BIM zawierającego szczegółowe dane o projekcie.

3.4.1. Typ I: Adaptacja architektoniczna

Adaptacja to rozpoznana i opisana strategia projektowa, która stanowi pole testowe do rozwiązań wkraczających w obszar stosowania GOZ w architekturze. Przynosi wymierne korzyści miastom i terenom, na których jest stosowana (rozdział 2.3.3). Efektem jest m.in. wydłużenie fazy operacyjnej budynku, zmiana funkcji budynku, przystosowanie go do obowiązujących norm i wymagań. W praktyce architektonicznej projekty związane z adaptacją wymagają wydłużonej fazy analitycznej połączonej ze szczegółową inwentaryzacją stanu istniejącego oraz oceną stanu technicznego budynków, materiałów i ustrojów znajdujących się in situ. Stosuje się niestandardowe rozwiązania projektowe dostosowane do specyficznych wymagań obiektu, należy przewidzieć czas na rozwiązanie kwestii i problemów, które wynikają w trakcie pracy nad projektem. Ze względu na brak standaryzacji podczas powstawania bud. poddanych adaptacji produktem związanych z nią działań każdorazowo są odpady budowlane i rozbiórkowe, które nie nadają się do ponownego wykorzystania lub recyklingu; część z nich może zostać przywrócona do kołowego obiegu materii dzięki zastosowaniu selektywnej rozbiórki, szczegółowej inwentaryzacji i innych dodatkowych ekspertyz badających nieznane właściwości wbudowanych materiałów i komponentów.

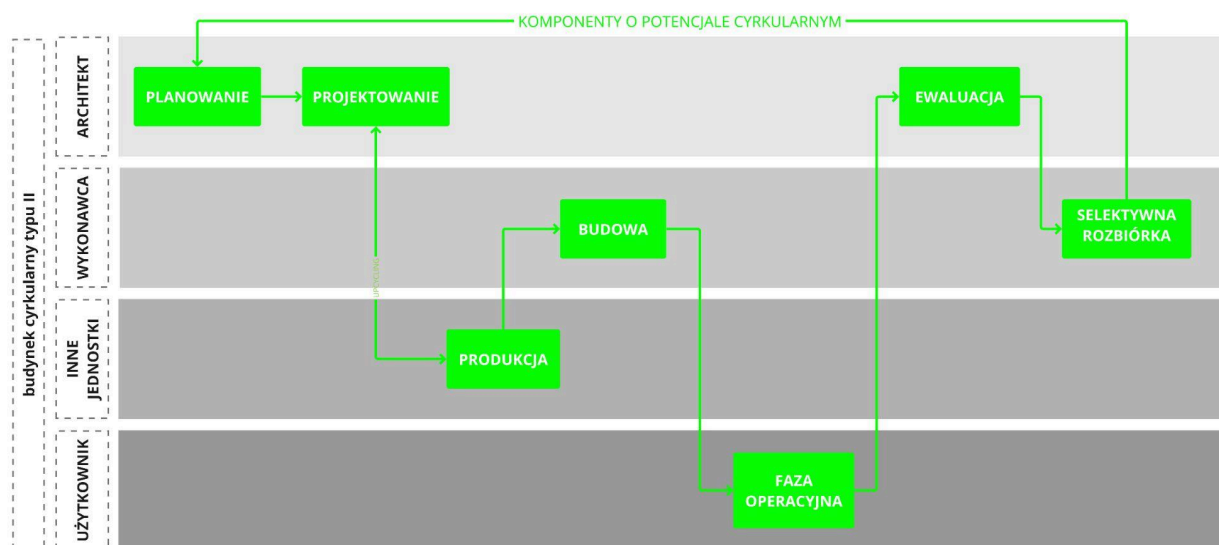


Ilustracja 141. Proces projektowania budynków cyrkularnych typu I.

Źródło: opracowanie własne

3.4.2. Typ II: Budynki z używanych materiałów

Budynki powstające z materiałów z odzysku stanowią ekologiczną alternatywę projektową, jednak bardzo często takie obiekty nie korzystają z bazy gotowych materiałów, a projekt użytego materiału stanowi integralną część procesu projektowo - budowlanego. Prowadzi to do znacznego rozbudowania fazy inicjalnego planowania, a następnie fazy analityczno - projektowej. Ze względu na niekonwencjonalny charakter wymagań wbudowanych komponentów utrudniona jest również współpraca międzybranżowa, co może wydłużyć proces projektowy.

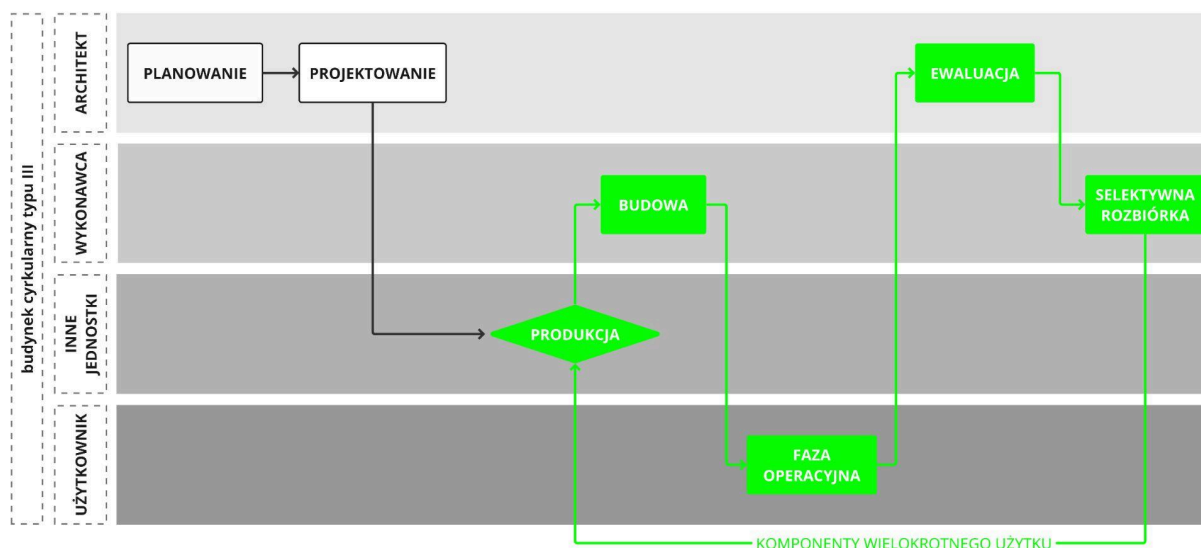


Ilustracja 142. Proces projektowania budynków cyrkularnych typu II.

Źródło: opracowanie własne

3.4.3. Typ III: Budynki zaprojektowane do dekonstrukcji

Budynki zaprojektowane do dekonstrukcji powstają z nowych materiałów. Wyzwanie stanowi zaprojektowanie rozwiązań technicznych, które umożliwią ich wielokrotne wykorzystanie. Stosuje się opisane wcześniej (rozdział 2.3.5.) strategie, co prowadzi jednak do wydłużenia fazy projektowej, a następnie do zapętlenia cyklu trwającego od wbudowania materiału do jego przystosowania do ponownego użycia.

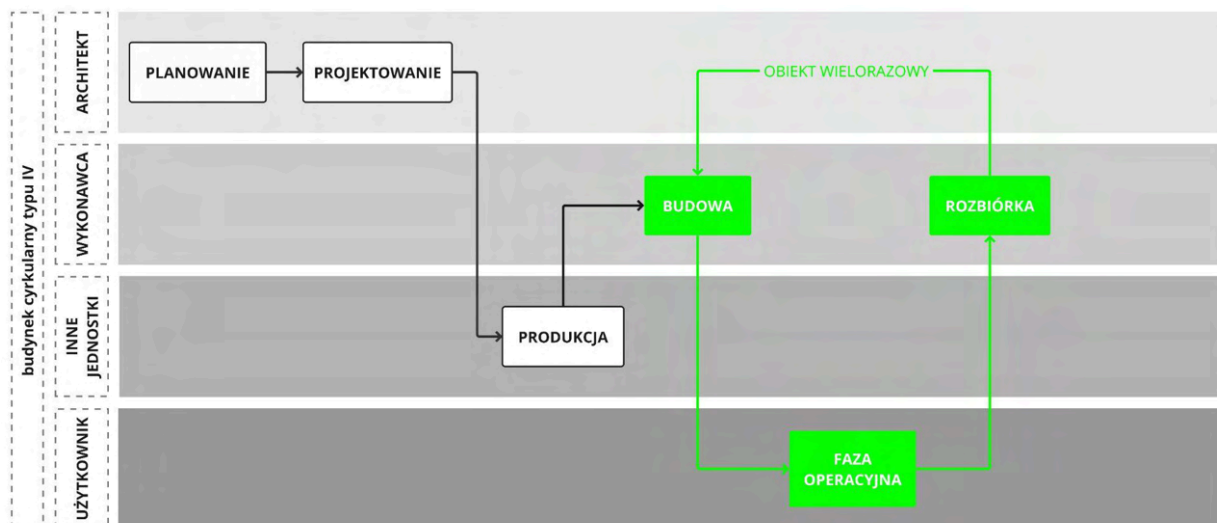


Ilustracja 143. Proces projektowania budynków cyrkularnych typu III. W obieg zamknięty zostają wprowadzone materiały zaprojektowane do wielokrotnego użycia.

Źródło: opracowanie własne

3.4.4. Typ IV: Budynki tymczasowe i eksperymentalne

Rozbiórka stanowi integralną część cyklu życia budynku typu IV, w przeciwieństwie do pozostałych typów, w których jest przejawem schyłku życia. W wyniku wielokrotnego montażu i demontażu budynków typu IV ze względu na charakter użytych materiałów nie powstają odpady budowlane. Skrócona faza operacyjna wymusza projektowanie na potrzeby wielokrotnego użycia, projektowanie konstrukcji umożliwiającej sprawny montaż i demontaż, następnie transport i ponowne złożenie.

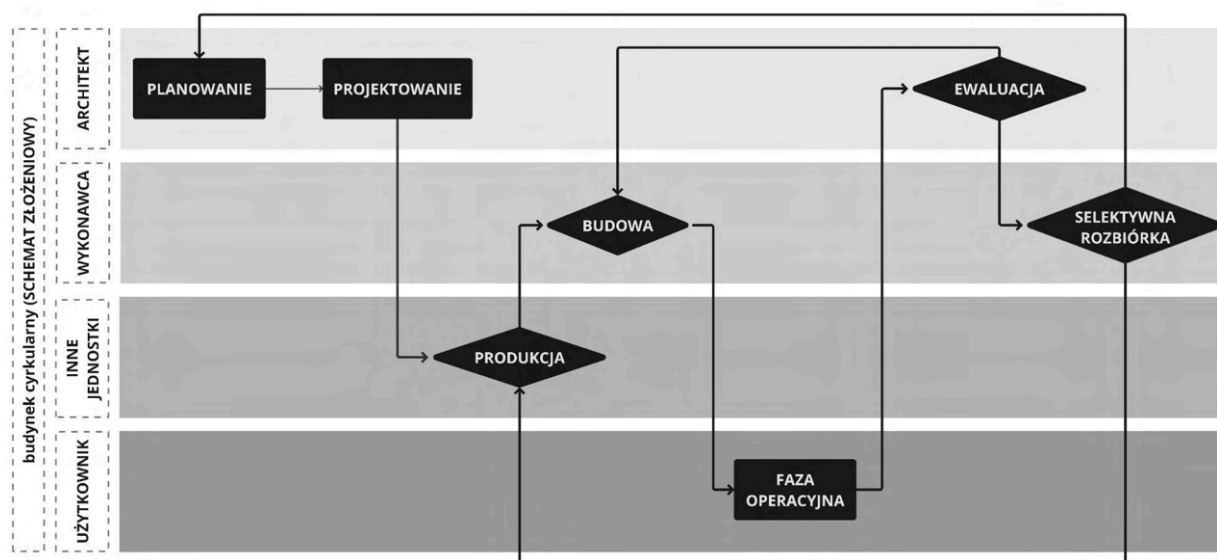


Ilustracja 144. Proces projektowania budynków cyrkularnych typu IV.

Źródło: opracowanie własne

3.5. Wytyczne dla projektantów

Przedstawione modele projektowania cyrkularnego można skompilować w schemat złożeniowy ogólny, z którego w zależności od typu budynku można wyodrębnić zróżnicowane ścieżki postępowania podczas kolejnych faz życia budynku. W tabeli 37 scharakteryzowano działania konieczne do wdrożenia w przedstawionych na ilustracjach 72-75 modelach wdrożenia GOZ.



Ilustracja 145. Proces projektowo-budowlany obiektów cyrkularnych. W przeciwieństwie do tradycyjnego modelu schemat zakłada kołowy obieg materii, odzysk kluczowych komponentów, utrzymanie wartości materiałów oraz przedłużenie fazy operacyjnej.

Źródło: opracowanie własne

Tabela 44. Opis etapów cyrkularnego procesu projektowego.

Lp.	faza	przykładowe działania projektanta	proponowane narzędzia i środki projektanta
1	Planowanie	Projektowanie na potrzeby dekonstrukcji, hierarchizacja struktury elementów, kontekstualizacja obiektu i wykorzystanie naturalnych warunków działki, planowanie pełnego cyklu życia budynku	BIM, BAM
2	Projektowanie	Projektowanie modułowe, planowanie otwartego rzutu funkcjonalnego, dobór monostrukturalnych materiałów, projektowanie montażu materiałów i komponentów umożliwiającego sprawną naprawę lub wymianę, eliminowanie odpadów na przestrzeni wszystkich faz życia budynku	BIM, BAM, dokumentacja projektowa
3	Produkcja	Urban mining, użycie materiałów dostępnych lokalnie, wykorzystanie materiałów o oznakowanym, bezpiecznym składzie, informowanie o składzie użytych materiałów, certyfikacja ekologiczna	skanowanie 3D, GIS
4	Budowa	Nadzór autorski, wprowadzanie poprawek do inicjalnego projektu, nietypowa i kreatywna zmiana funkcji elementów zastanych in situ, zrównoważone zarządzanie bioróżnorodnością i naturalnymi zasobami działki	BIM, BAM, inwentaryzacja i ocena in situ
5	Faza operacyjna	Sporządzenie dokumentacji powykonawczej - cyfryzacja, katalogizacja i udostępnianie danych o wbudowanych materiałach, badanie jakości przestrzeni i reakcji użytkowników	BIM, BAM, paszporty materiałowe, inne typy cyfrowych baz danych
6	Ewaluacja	Adaptacja pod inne funkcje, dostosowanie do aktualnych norm i wymogów, remont, renowacja, ocena stanu technicznego, antycypacja ryzyk,	BIM, BAM, skanowanie 3D, GIS, ekspertyzy, badania in situ
7	Selektywna rozbiórka	Inwentaryzacja, korzystanie z cyfrowych baz utworzonych na podstawie projektu powykonawczego, twórcze wykorzystanie wbudowanych materiałów, przywrócenie materiału do obiegu	inwentaryzacja i ocena in situ

Źródło: opracowanie własne

3.6. Wnioski

Wnioski po II poziomie wdrożenia pokrywają się z wnioskami uzyskanymi oraz rozszerzają wnioski otrzymane ze szczegółowych analiz przypadków i wdrożeń I stopnia.

Wprowadzenie nowych technologii, takich jak BIM, modelowanie 3D, autonomiczna fabrykacja, cyfryzacja, udostępnianie informacji w bazach danych oraz podejście interdyscyplinarne, są kluczowe.

Działania GOZ w architekturze wymagają stałego nadzoru. Podział odpowiedzialności za wdrożenie powinien obejmować różnych uczestników procesu projektowo - budowlanego, a współpraca między projektantami różnych branż oraz wewnątrz zespołu jest nieodzowna. Niemniej istotna jest edukacja inwestorów.

Proces projektowo-budowlany, w którym stosuje się odpady budowlane lub który ma umożliwić odzysk materiałowy w przyszłości, przebiega inaczej niż tradycyjna sekwencja działań. Jego fazy inicjalne są wydłużone, co wynika z potrzeby przeprowadzenia większej ilości badań, konsultacji i testów materiałowych. W projekcie koncepcyjnym należy zdefiniować ilość, rodzaj, źródło i sposób przekształcania materiałów wtórnych, a także sprawdzić ich właściwości techniczne, estetyczne i ocenić skład chemiczny, stan zachowania, oddziaływanie na środowisko oraz opłacalność ekonomiczną (rentowność ponownego użycia). Wskazane jest zaplanowanie głównych celów projektowych i środowiskowych oraz przeanalizowanie cyklu Życia stosowanych materiałów.

Ważne jest też opracowanie sposobów demontażu i odzysku odpadów w przyszłości, zarówno podczas fazy operacyjnej, jak i u schyłku Życia budynku. Czynności te wymagają współpracy z ekspertami i projektantami różnych branż. Proces projektowo - budowlany musi być zintegrowany, interdyscyplinarne i elastyczny. Dokumentacja projektowa powinna uwzględniać modyfikacje na każdym etapie projektu i budowy oraz dopuszczać różny stopień szczegółowości opracowania. W specyfikacji obiektu, którego elementy będą odzyskiwane po zakończonym użytkowaniu, trzeba określić zasady montażu i demontażu wszystkich jego części, przedstawić plan zagospodarowania przyszłych odpadów oraz prowadzić dokumentację wprowadzanych zmian. Konieczne jest również monitorowanie procesu pozyskania i przetwarzania materiałów oraz budowy obiektu. Zespół projektowy powinni tworzyć wykwalifikowani projektanci, którzy rozumieją specyfikę budowania z wykorzystaniem materiałów wtórnych. Inwestora, ekspertów i wykonawców należy włączyć w proces projektowy na początku prac koncepcyjnych oraz sukcesywnie informować o jego postępach, najistotniejszych założeniach i kolejności działań.

Przy wdrażaniu GOZ istotne jest kwestionowanie utartych planów funkcjonalnych w różnych typologiach budynków - jak w budynku CD projekt RED, gdzie zastosowano odwróconą typologię biurowca. Najbardziej wydajny i korzystny zarówno pod względem kosztów finansowych, jak i środowiskowych jest ponowne użycie i recykling in situ - kiedy materiały rozbiórkowe otrzymują nowe życie w miejscu, w którym zostały wydobyte.

W przypadku projektów cyrkularnych wiele założeń polega na rozwiązaniach indywidualnych, opracowywanych dopiero na etapie projektu wykonawczego (który nie zawsze jest w zakresie do wykonania), stąd wdrożenie na etapie koncepcyjnym wiąże się ze wzmożonym

ryzykiem ze względu na niski poziom szczegółowości, w jakiej opracowuje się wstępne projekty architektoniczne.

Stosowanie zasad GOZ, szczególnie na wczesnych fazach projektu, wymaga skrupulatnego wyjaśnienia, np. podczas konkursów architektonicznych, ze względu na wzbudzanie nieufności i niezrozumienia ze strony oceniających oraz wysoki poziom ogólności zasad, które ciężko odnieść do warunków rzeczywistych.

GOZ nie powinien być stosowany za wszelką cenę lub kosztem dobrobytu użytkowników - jego adaptację należy dostosować do realiów; w przypadku budynków niskiej jakości, niespełniających norm bezpieczeństwa lub wymagań wynikających z prawa (np. za niska wysokość netto pomiędzy kondygnacjami czy brak odpowiedniego doświetlenia) w przypadku projektowania na potrzeby łatwej zmiany funkcji należy uwzględnić kluczowe cechy przestrzeni, jak wysokości i kubatury pomieszczeń czy wielkości szachtów w taki sposób, żeby były optymalne na potrzeby różnorodnych funkcji.

W przypadku budynków biurowych w Warszawie - zarówno Upper One, jak i siedziby CD Projekt RED zrezygnowano z adaptacji istniejących budynków ze względu na niespełnianie przez nie kluczowych wymagań (wyższym kosztem finansowym uzyskano by przestrzeń niższej jakości, która nie spełnia wszystkich wymagań nowych użytkowników). Ponadto bilans finansowy inwestorów w przypadku zachowania budynków najprawdopodobniej nie był wystarczająco korzystny względem powierzchni uzyskanej w projekcie nowego wieżowca. Ekonomia projektów jest zorientowana na oszczędności finansowe i maksymalizację zysków w fazie inicyjalnej projektu - brakuje rozważenia kosztów operacyjnych i związanych ze schyłkiem życia budynku.

Rozdział 4: Projekty pilotażowe i spojrzenie w przyszłość

4.1. Cyrkularna architektura i urbanistyka

Dzięki opisanemu rysowi historycznemu, badaniu Źródeł, studiach przypadków oraz analizie wdrożeń współcześnie powstającą architekturę oraz urbanistykę cyrkularną można opisać zasadami. Współcześnie powstająca architektura cyrkularna cechuje się zestawem poniższych zasad:

1. Wykorzystaniem materiałów recyklowanych i zaprojektowanych do ponownego użycia, co przyczynia się do zmniejszenia zapotrzebowania na nowe surowce i zmniejsza ilość generowanych odpadów podczas różnych etapów procesu projektowo - budowlanego
2. Modularnością, która umożliwia elastyczność i dostosowywanie się do zmiennych wymagań w miarę upływu czasu. Komponenty mogą być wymieniane lub aktualizowane bez powodowania znaczących zakłóceń w całej strukturze
3. Integracją energii odnawialnej np. słonecznej, wiatrowej lub geotermalnej, co uniezależnia budynki cyrkularne od innych Źródeł energii (np. wytwarzanych w wyniku szkodliwych gałęzi przemysłu)
4. Efektywnym zarządzaniem zasobami poprzez integrację systemów efektywnego zarządzania wodą i energią (redukcja zużycia i generowania odpadów)
5. Wydłużonym cyklem życia i wytrzymałością poprzez projektowanie niezawodnych i trwałych elementów budynku, co zmniejsza konieczność częstych wymian i napraw
6. Analizą całego cyklu życia wbudowanych materiałów i komponentów, obejmującego ocenę ich wpływu na środowisko od momentu wydobywania do ich ostatecznej utylizacji
7. Dostosowaniem do dynamicznie zmieniających się potrzeb ze względu na zmiany w charakterze użytkowania, postęp technologiczny czy ewoluujące praktyki zrównoważonego rozwoju
8. Redukcją odpadów, która stanowi priorytet osiągnięty przez przemyślane projekty, efektywne praktyki budowlane i strategie promujące ponowne wykorzystanie i recykling
9. Zaangażowaniem społeczności i użytkowników w inicjatywy związane ze zrównoważonym rozwojem, co podnosi świadomość ekologiczną lokalnych społeczności oraz promuje odpowiedzialne korzystanie z zasobów.

Projektowanie w skali urbanistycznej i planistycznej w odniesieniu do zasobów środowiska zbudowanego w Gospodarce Obiegu Zamkniętego skupia się na:

1. Efektywności wykorzystania zasobów, w tym energii, wody i innych materiałów pierwotnych. Skupia się na ograniczaniu konsumpcji i generowania odpadów, jednocześnie maksymalizując fazę operacyjną cyklu życia materiałów i infrastruktury
2. Systemach zamkniętego obiegu: cyrkularne projektowanie urbanistyczne promuje systemy, w których materiały są poddane obiegowi w obrębie środowiska miejskiego
3. Adaptacji: stare struktury mogą być przystosowane do nowych zastosowań, co zmniejsza potrzebę rozbiórki i nowej budowy

4. Planowaniu wielofunkcyjnym z uwzględnieniem strefowania wielofunkcyjnego, które zachęca do różnorodnych działań w bliskiej odległości od siebie, co zmniejsza potrzebę intensywnego transportu i przyczynia się do bardziej żywotnego środowiska miejskiego
5. Modułowości i elastyczności, które umożliwiają łatwe aktualizacje i modyfikacje w miarę zmiany potrzeb z biegiem czasu
6. Zielonej infrastrukturze: włączenie przestrzeni zielonych, dachów zielonych, ogrodów wertykalnych i rolnictwa miejskiego nie tylko poprawia estetykę, ale także wpływa na jakość powietrza, bioróżnorodność, sprzyja systemom efektywnego zarządzania wodą
7. Integracji energii odnawialnej do zasilania infrastruktury miejskiej i ograniczenia zależności od surowców nieodnawialnych
8. Priorytetyzowaniu zarządzania odpadami, recyklingu oraz odzyskiwaniu wartościowych materiałów
9. Edukacji i zmianie praktyk konsumenckich, np. poprzez tworzenie centrów recyklingu, w których zasoby są dzielone, naprawiane i wytwarzane ponownie, przyczyniając się do cyrkularnego przepływu towarów i materiałów
10. Zaangażowaniu społeczności - mieszkańcy i interesariusze są zaangażowani w procesy planowania i podejmowania decyzji, co sprzyja poczuciu współwłasności i współpracy przy rozwoju ich środowiska miejskiego.

W pracy przeanalizowano różne aspekty wdrażania GOZ w projektowanie architektoniczne i urbanistyczne w zrealizowanych projektach (badania przypadków, wdrożenie I stopnia) oraz w projektach w trakcie realizacji (wdrożenia II stopnia). Przeanalizowano proces wdrażania, zaproponowano nowy model procesu architektoniczno-budowlanego oraz wskazano nowe role projektanta w tym procesie. Oprócz projektów realizacyjnych można jednak zaobserwować również podejście koncepcyjne, które przyjmuje różne formy, drąży odmienne ścieżki i często prowadzi do nieoczekiwanych efektów. W niniejszym dziale przedstawiono wybrane interesujące interpretacje stosowania GOZ w architekturze i urbanistyce, które nie doczekały się jeszcze projektów realizacyjnych oraz które stanowią alternatywę lub rozszerzenie strategii i działań podejmowanych wspólnie.

4.2. Prototypy i innowacje

4.2.1. Samowystarczalne dzielnice

Próbami połączenia skal makro i mezo, ale w warunkach sterowania oddolnego, są sięgające utopijnych ideałów projekty osiedli lub niewielkich dzielnic cyrkularnych, w których prywatni inwestorzy za pośrednictwem architektów proponują wieloaspektowy, całkowicie cyrkularny styl życia - wykraczający poza wdrożenia GOZ w środowisko zbudowane czy schematy zarządzania odpadami, ale dotyczący niemal wszystkich aspektów życia prywatnego i społecznego, jakie może odbywać się w tych jednostkach.

Jednym z przykładów jest kładące nacisk na autonomiczność i samowystarczalność osiedle (wioska) Regen Villages⁸⁰, autorstwa duńskiego studia architektonicznego EFFEKT. Zintegrowane “eko-osady” mają być niezależne energetycznie (zasilane OZE, magazyny energii, budynki energopoztywne) i żywnościowo (wewnętrzne uprawy, produkcja organicznej żywności, akwaponika⁸¹ i aeroponika⁸²). Zastosowano systemy odzysku wody i odpadów. Utopijny charakter intensyfikują hasła reklamujące inwestycję: “mieszkańcy stają się częścią wspólnego lokalnego ekosystemu: Regen Villages przywracają łączność między ludźmi a naturą oraz konsumpcją a produkcją.”⁸³



Ilustracja 146. Regen Village - wizualizacja.

Źródło: materiały EFFEKT

Podobne założenia przyjęli autorzy UN17 Village⁸⁴ - Lendager Group, znane z projektów takich jak analizowany wcześniej budynek mieszkaniowy Resource Rows, który proponuje projekt integrujący wszystkie 17 celów zrównoważonego rozwoju Organizacji Narodów Zjednoczonych (stąd nazwa). Osiedle ma liczyć ponad 35 tys. m² powierzchni użytkowej o mieszanej funkcji, z przeważającą funkcją mieszkaniową. Ma zostać wykonane w całości z recyklowanego betonu,

⁸⁰ <https://www.efeekt.dk/regenvillages>

⁸¹ System produkcji roślinnej bez zastosowania środowiska stałego (uprawa ziemna) lub ciepłego (hydroponika).

⁸² System produkcji żywności łączący konwencjonalną akwakulturę (hodowlę wodnej fauny w zbiornikach) z hydroponiką (uprawa roślin w wodzie) w wytworzonym symbiotycznym środowisku.

⁸³ <https://www.efeekt.dk/regenvillages>.

⁸⁴ <https://www.dezeen.com/2018/12/10/un17-village-eco-housing-copenhagen-lendager-group-arstiderne-arkitekter/>.

szkła i drewna. Budynki korzystają wyłącznie z energii odnawialnej, posiadając dachowe ogrody i systemy zbierania deszczówki zdolne do przetworzenia 1,5 miliona litrów wody rocznie. Komplex oferuje 37 różnych typów mieszkań, od rodzinnych po przestrzenie współdzielone i dla seniorów oraz przewidują około 100 miejsc pracy. Ponadto, 3000 m² to wspólne przestrzenie dla mieszkańców i lokalnej społeczności. "Projekt ma na celu stworzenie różnorodnego sąsiedztwa, eliminującego nierówności." - obiecują architekci, nie zdradzając jednak konkretnych rozwiązań przestrzennych, które będą za to odpowiadać. Dodatkowe udogodnienia to centrum konferencyjne, organiczna restauracja, szklarnie i własne uprawy.



Ilustracja 146. UN 17 Village - wizualizacja.

Źródło: materiały Lendager Group

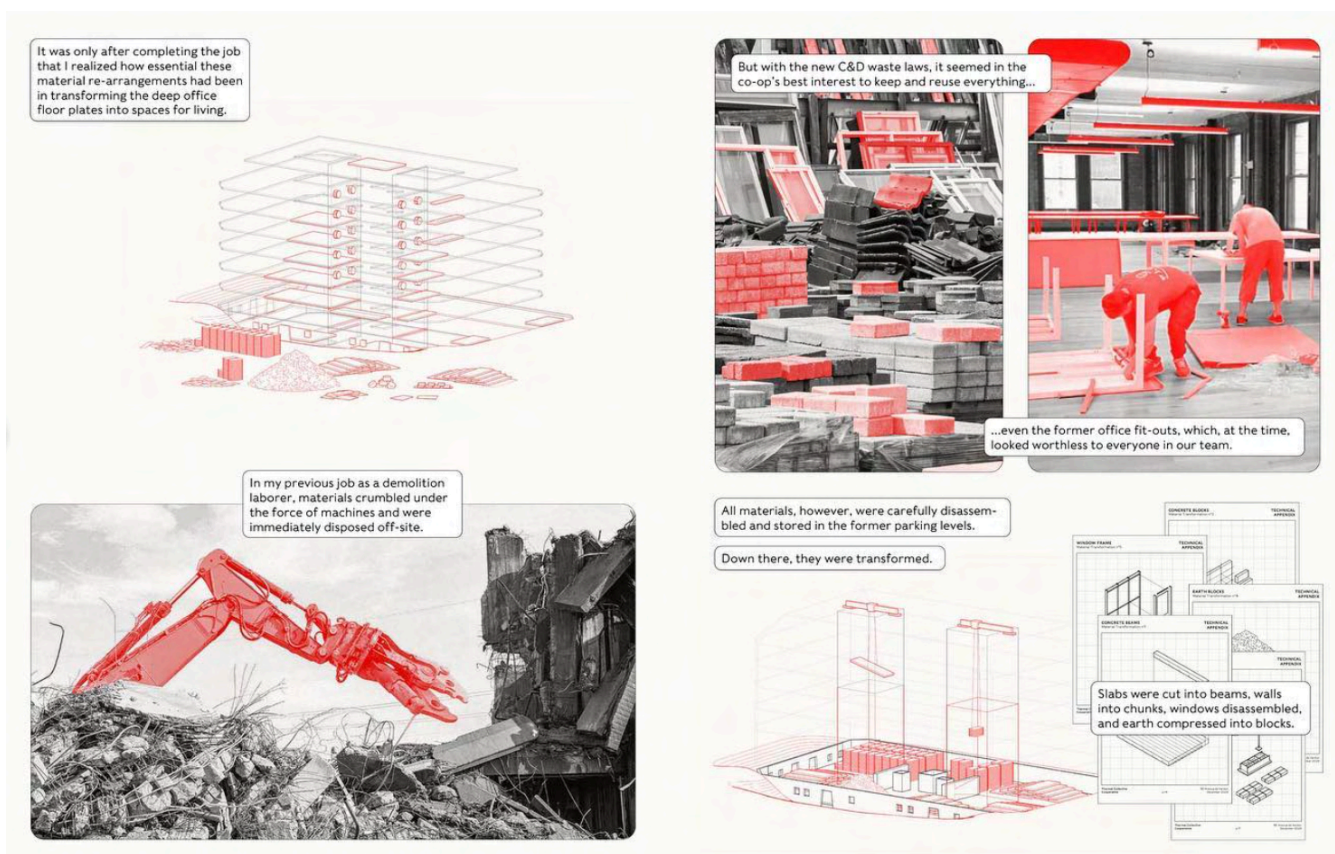
4.2.2. Inicjatywy badawcze i koncepcje studenckie

W trakcie pobytu na Stypendium Fulbrighta na Massachusetts Institute of Technology w laboratorium Laventhal Center for Advanced Urbanism (na Wydziale Architektury), autorka dysertacji uczestniczyła w projekcie badawczym dotyczącym rewitalizacji problematycznych dzielnic Baltimore, jak również w panelach oceniających oraz dyskusjach dotyczących projektów semestralnych studentów studiów magisterskich na wydziale Architektury. Projekt w Baltimore znajdował się w fazie analityczno-projektowej, w której przeprowadzano wywiady z mieszkańcami problematycznych dzielnic miasta, w których przeważającą część mieszkańców stanowią mniejszości rasowe i etniczne. Na pierwszym z etapów odnowy dzielnic skupiono się na wdrożeniu eksperymentalnego wewnętrznego systemu obiegu dóbr i usług tzw. kooperatywy DisCO⁸⁵, która opiera się na zasadach Gospodarki Obiegu Zamkniętego. Główne założenia obejmują uzyskanie

⁸⁵ www.disco.coop

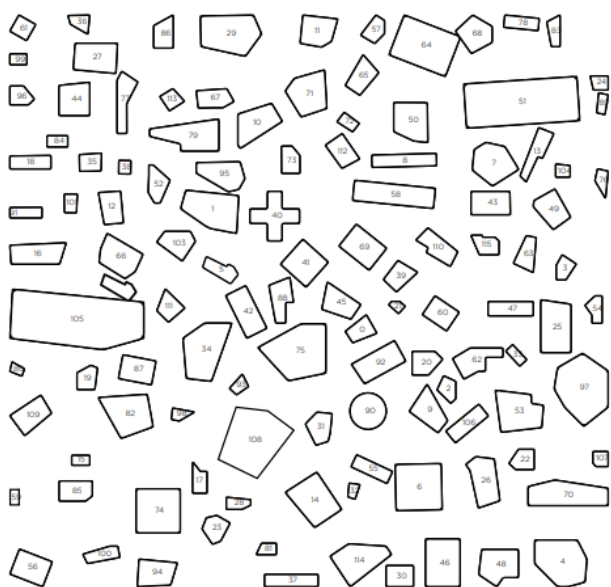
korzyści społecznych, biznesowych i środowiskowych poprzez współdzielenie, wirtualizację i wymianę dóbr. Wprowadzenie systemu częściowo opartego na GOZ w niedofinansowanych dzielnicach ma na celu utrzymanie i wydobycie wartości materiałów i potencjału ludzkiego, który już znajduje się w tych częściach miasta, zamiast całkowitego ich przekształcania w często obcy dla mieszkańców sposób. Zabieg zastosowany w Baltimore stanowi interesującą interpretację zasad Gospodarki Obiegu Zamkniętego ekstrapolowaną na alternatywny system gospodarczy i ma szansę powodzenia w przypadku, gdy wspólnie zaangażują się w niego instytucje oddolne i odgórne.

W zaskakujący sposób wątki GOZ w architekturze poruszały również prace studenckie. Warto wspomnieć projekt T. Cousina i O. Fabera "Thermal collectives: architectural imaginaries beyond modern comfort", którzy antycypowali scenariusze dotyczące zrównoważonych budynków w Paryżu dotkniętym katastrofą klimatyczną i deficytem materiałów. Zaproponowane rozwiązanie uwzględniało recykling prefabrykatów używanych we Francji do budowy biurowców, a następnie wykorzystanie ich w sposób efektywnie wykorzystujący obieg energii i materii w budynku, m.in. poprzez ukształtowanie piętrowej struktury hierarchicznej pod względem potrzeb ciepła - stąd sypialnie i pokoje mieszkalne zlokalizowano na samej górze budynku, a pomieszczenia oddające energię jak kuchnia oraz pomieszczenia wspólne o niższym zapotrzebowaniu na ciepło zlokalizowano na samym dole.



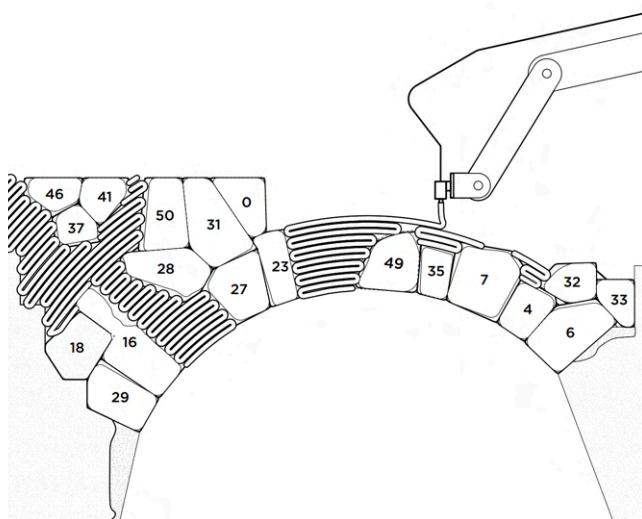
Ilustracja 148. Plansza projektu "Thermal collectives: architectural imaginaries beyond modern comfort" przedstawiająca proces pozyskania materiałów z istniejącego, poddanego rozbiórce budynku biurowego. Źródło: Materiały T. Cousina, O. Fabera, praca magisterska "Thermal Collectives: Architectural Imaginaries Beyond Modern Comfort", MIT School of Architecture and Planning, <https://marchthesis.mit.edu/olivier-tim-1>

Jako jedną z inspiracji do stworzenia projektu autorzy wskazali prezentującą innowacyjne rozumienie GOZ w architekturze pracę magisterską z 2019 roku (również z wydziału Architektury MIT), w której autor testował różnorodne sposoby aranżacji materiałów pozyskanych w rozbiórkach oraz materiałów odnawialnych. Jednym z ćwiczeń był most w mieście Forst w Niemczech, który się zawalił i znajduje się w stanie ruiny. Propozycja bada, w jaki sposób można ułożyć fragmenty zawałonego obiektu, aby pasowały do uproszczonej odbudowy starego mostu o innym charakterze i formie, ale tej samej funkcji. W założeniu przestrzenie wypełniające otwory pomiędzy odzyskanymi fragmentami geometrii starego mostu miałyby zostać wypełnione betonem drukowanym 3D (Ilustracja). Diagram prezentuje cztery kolejno doskonalące się wyniki procesu optymalizacji. Grupy odpowiednio dopasowanych kształtów zostają zlokalizowane i modyfikowane, aż osiągnięta zostanie optymalna konfiguracja. Algorytm został zaprogramowany w taki sposób, aby łuki zawsze umieszczały materiał zdolny skutecznie podtrzymać ciężar. Końcowa konfiguracja w optymalny sposób dostarczałaby rozwiązanie, które można precyzyjnie dopasować do istniejącego gruntu (Ilustracja).



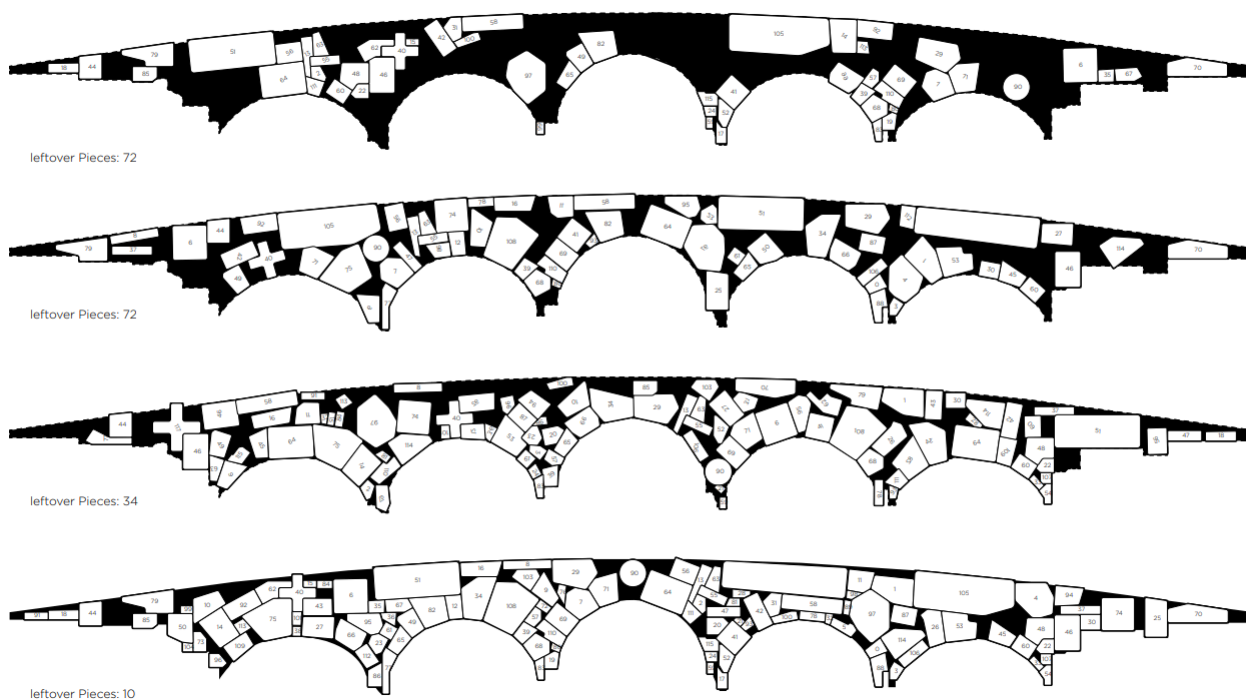
Ilustracja 149. Z Lewej strony: Proponowany sposób ponownego wykorzystania materiału odzyskanego po katastrofie budowlanej jest możliwy jedynie w przypadku, kiedy do dyspozycji jest duża ilość komponentów, z których można wybrać te najbardziej odpowiednie.

Źródło: danielmarshall.co.uk



Ilustracja 150. Z prawej strony: Schemat scalenia elementów odzyskanych z nową tkanką: technologią umożliwiającą scalenie jest druk 3d w dużej skali.

Źródło: danielmarshall.co.uk



Ilustracja 151. Proces optymalizacji rozkładu komponentów odzyskanych względem połączeń drukowanych uzyskany za pomocą algorytmu zaprogramowanego na potrzeby odtworzenia istotnych elementów konstrukcyjnych obiektu (charakterystycznych łuków).

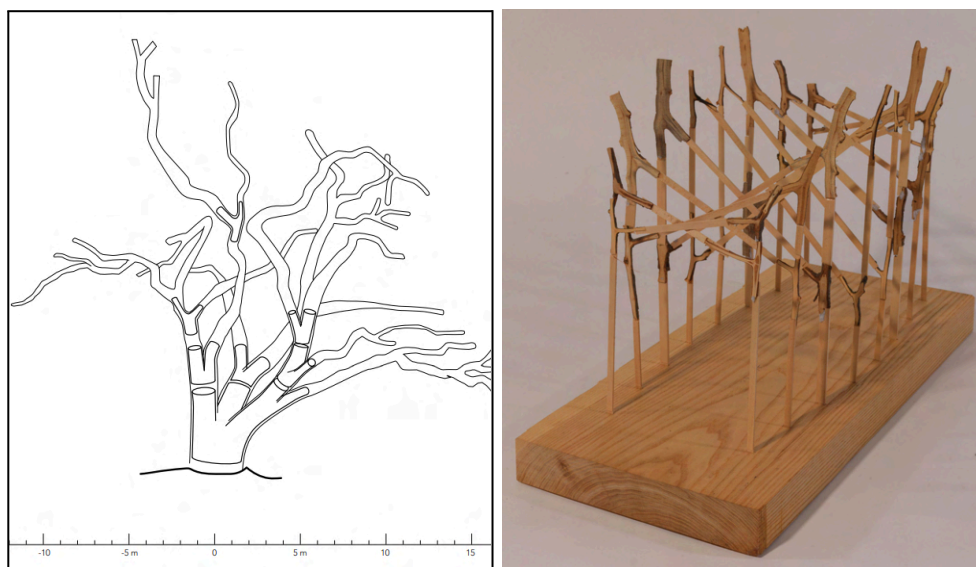
Źródło: danielmarshall.co.uk



Ilustracja 152. Wizualizacja przedstawiająca propozycję odbudowy mostu uwzględniającą specyficzny charakter uzyskany poprzez ekspozycję recyklowanych materiałów.

Źródło: danielmarshall.co.uk

Inna z propozycji obejmuje błyskotliwe studium wykorzystania szybko rosnących w Europie gatunków drzew - grabów i akacji. Drewno z akacji cechuje się nieregularnymi i zgiętymi elementami. Nie jest to materiał uznawany za przydatny w pracach stolarskich, ze względu naawiłe układy słoików. Niemniej jednak, surowiec jest wyjątkowo wytrzymały, szybko rosnący i łatwo dostępny w Ameryce Północnej oraz Europie. Gałęzie tego drzewa często rozgałęziają się, tworząc charakterystyczną strukturę rozwidleń (Ilustracja 153), w której jedna gałąź dzieli się na dwie, generując węzły trójkątne. To sprawia, że struktura heksagonalnej siatki może zostać wytworzona przy użyciu takich gałęzi. Autor przeprowadził symulację obciążenia takiej siatki, co pozwoliło określić zakres wymaganych połączeń, a poprzez sparowanie dostępnych, zeskanowanych elementów drewnianych z wymaganiami konstrukcyjnymi uzyskano formę architektoniczną przedstawioną na makiecie (Ilustracja 154).



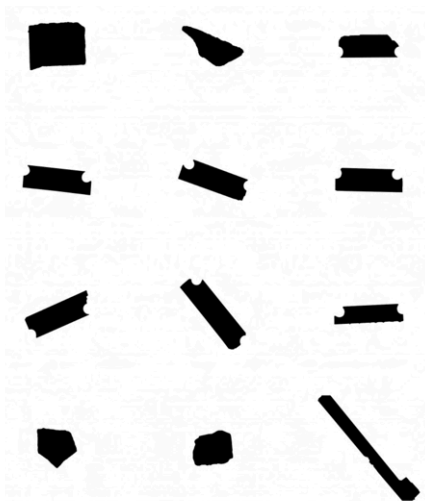
Ilustracja 153, 154. Propozycja wykorzystania pnia i gałęzi szybko rosnącego gatunku drzew do wznoszenia konstrukcji drewnianych w duchu biomimikry poprzez charakterystyczny rodzaj cięcia drewna jest szansą na innowacyjne wykorzystanie szybko rosnących gatunków drzew do pozyskania naturalnych materiałów.
Źródło: danielmarshall.co.uk

Projekt badawczy Digital Upcycling prowadzony na EPFL⁸⁶ teorię przekuwa w praktykę i eksperymenty. Projekt polega na przekształcaniu dużych, nieregularnych elementów betonowych wydobytych z terenów rozbiórkowych w ściany konstrukcyjne przy użyciu narzędzi cyfrowych i niewielkiej obróbki wydobytego materiału. Projekt zakłada wykorzystanie zaawansowanych technologii do precyzyjnego montażu nieregularnych fragmentów żelbetonowych i betonowych w taki sposób, aby scalić je w konstrukcję.

Proces rozpoczyna się na placu rozbiórki, gdzie wydobywa się bloki betonowe o zróżnicowanej geometrii. Następnie komponenty są katalogowane i skanowana jest ich geometria (ilustracja 155). Z utworzonej dzięki katalogizacji bazy danych korzysta algorytm, który optymalizuje ułożenie bloków w zdefiniowanym wcześniej wymiarze przegrody (ilustracja 156).

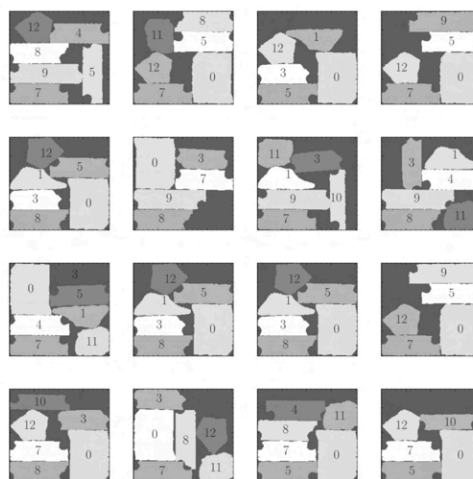
⁸⁶ Projekt prowadzi doktorant M. Grangeot ze wsparciem prof. V. Fivet (Structural Xploration Lab) i prof. S. Parascho (The Lab for Creative Computation)

Następnie określa się miejsca połączeń konstrukcji w taki sposób, żeby zminimalizować ingerencję i zmaksymalizować nośny potencjał bloków betonowych. Efektem jest przegroda konstrukcyjna (ilustracja 157) o interesującym wyglądzie (ilustracja 158).



Ilustracja 155. Zeskanowane elementy wydobyte z placu rozbiórki.

Źródło: Materiały M. Grangeot, SXL, CRLC – EPFL, www.epfl.ch/labs/sxl/research/digital-upcycling



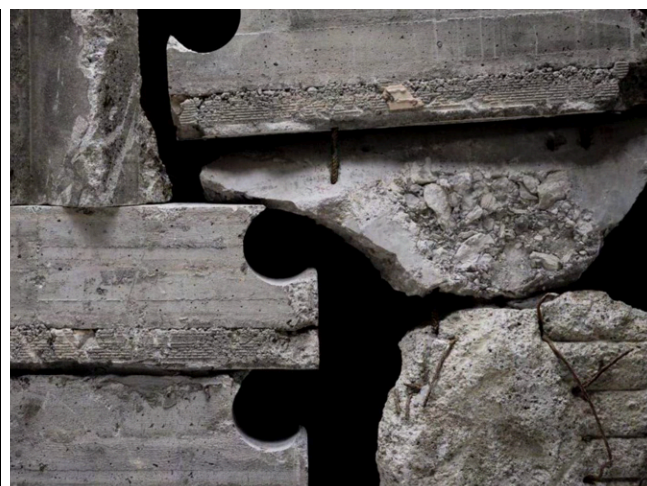
Ilustracja 156. Zoptymalizowany układ bloków w projektowanej przegrodzie.

Źródło: Materiały M. Grangeot, SXL, CRLC – EPFL, www.epfl.ch/labs/sxl/research/digital-upcycling



Ilustracja 157. Skan ściany zmontowanej na podstawie zoptymalizowanego układu.

Źródło: Materiały M. Grangeot, SXL, CRLC – EPFL, www.epfl.ch/labs/sxl/research/digital-upcycling



Ilustracja 158. Detal wykonanej ściany.

Źródło: Materiały M. Grangeot, SXL, CRLC – EPFL, www.epfl.ch/labs/sxl/research/digital-upcycling

4.3. Trendy

W architekturze cyrkularnej wyodrębniają się różnorodne trendy, powiązanie z różnymi dziedzinami, wymagające współpracy interdyscyplinarnej oraz pogłębiania specjalistycznej wiedzy z zakresu wdrażania GOZ w środowisku zbudowanym. Nowoczesne podejście opiera się na wykorzystaniu technik komputerowych i autonomicznej fabrykacji, co prowadzi do wykorzystania zaawansowanych zrównoważonych materiałów. Wykorzystywanie zaawansowanych technologii i modeli informacyjnych obejmuje również rozwijanie technologii BIM i pokrewnych. Dzięki precyzyjnemu modelowaniu i analizie cyklu życia materiałów, projektowanie, budowa i zarządzanie budynkami mogą stać się bardziej efektywne. GOZ jest postrzegane jako strategia restrukturyzacji architektury, gdzie adaptacyjność i zmienność stają się głównym celem.

W środowisku dynamicznych zmian, adaptacyjność i projektowanie elastycznych przestrzeni stają się priorytetem. Projekty oparte na adaptacyjności i modułowej konstrukcji pozwalają na łatwe dostosowywanie się do zmieniających się potrzeb użytkowników i trendów. Również koncepcja ekonomii udostępniania wyznacza nowe ścieżki w architekturze, gdzie współdzielenie przestrzeni i zasobów staje się kluczowym elementem projektowania. Wspierając model gospodarki udostępniania, budynki stają się bardziej efektywne i zrównoważone. Przyczynia się do tego również rozwijanie nowych modeli biznesowych, takich jak usługi oparte na produktach czy usługi oparte na wynajmie. Oprócz trendów z zakresu inżynierii oraz wysokich technologii można wyróżnić trendy skupiające się na korzyściach społecznych oraz technologie low - tech. Wykorzystanie materiałów naturalnych, takich jak drewno, bambus czy konopie, odgrywa kluczową rolę w tworzeniu ekologicznych struktur. Trend ten kładzie nacisk na wykorzystanie surowców biodegradowalnych i odnawialnych, redukując tym samym negatywny wpływ na środowisko naturalne oraz emisję dwutlenku węgla. Wykorzystanie bezpiecznych materiałów ma bezpośrednie przełożenie na korzyści społeczne, takie jak poprawa zdrowia i komfortu mieszkańców oraz tworzenie zdrowego środowiska w dzielnicach i miastach.

Rozdział 5: Wnioski końcowe

W niniejszym rozdziale podsumowano przeprowadzone w trakcie przygotowywanej pracy doktorskiej badania oraz streszczono ich wyniki. W pierwszej części zsyntezowano najistotniejsze uwarunkowania, kluczowe działania i strategie oraz korzyści wynikające z wdrożenia GOZ w praktyce projektowej. Następnie opisano perspektywy i wyzwania. W podsumowaniu omówiono także ograniczenia oraz wyzwania, jakie zidentyfikowała autorka. W ostatniej części rozdziału wskazano dalsze możliwości prowadzenia badań.

5.1. GOZ w praktyce projektowej

Najistotniejsze strategie prowadzące do implementacji koncepcji GOZ w środowisku zbudowanym to ponowne użycie, recykling i projektowanie na potrzeby dekonstrukcji. Uwzględniono czynniki warunkujące ich zastosowanie w praktyce projektowej w skali makro, mezo i mikro oraz bezpośrednie strategie i działania podejmowane przez miasta, projektantów i inicjatywy oddolne prowadzące do implementacji. Wdrożenie GOZ w praktyce projektowej warunkują różnorodne czynniki planistyczne, infrastrukturalne, społeczne, środowiskowe, ekonomiczne, legislacyjne oraz związane z zarządzaniem, które podsumowano w tabeli poniżej (tabela 45).

Tabela 45. Czynniki warunkujące wdrożenie GOZ w praktyce projektowej.

czynniki warunkujące wdrożenie GOZ w praktyce projektowej							
lp	planistyczne	infrastrukturalne	społeczne	środowiskowe	ekonomiczne	legislacyjne	związane z zarządzaniem
1	wytyczne planistyczne dla optymalnej lokalizacji infrastruktury	zdolność przetwórcza regionu	wiedza wśród projektantów, wykonawców i przedsiębiorców	toksyczność materiałów i zawartość substancji niebezpiecznych	koszty pozyskiwania, demontażu i przetwarzania materiałów	przedłużona odpowiedzialność producenta	polityka, prawo i organizacja systemu zarządzania
2	charakterystyka obiektu, zespołu obiektów	niedobór lub nadmiar materiałów i komponentów w środowisku zbudowanym	edukacja i świadomość ekologiczna	dostępność, zużycie i sposób wytwarzania energii	popyt na materiały wtórne	polityka państwa, regionu i miasta	wspieranie symbiotycznych relacji przemysłowych
3	układ i gęstość istniejących i planowanych połączeń komunikacyjnych	jakość powiązań komunikacyjnych	stopień informatyzacji	dostępność i organizacja obiegu wody	zachęty ekonomiczne	wsparcie dla środowiska i innowacji	wspieranie partnerstwa publiczno-prywatnego
4			tradycje lokalne	uwarunkowania terenu	podatki proekologiczne	akty proekologiczne	zachęty dla inicjatyw oddolnych

czynniki warunkujące wdrożenie GOZ w praktyce projektowej							
lp	planistyczne	infrastrukturalne	społeczne	Środowiskowe	ekonomiczne	legislacyjne	związane z zarządzaniem
5			relacje międzyludzkie	zanieczyszczenia powietrza, emisja CO ₂	wartość odpadów	ekologiczne zamówienia publiczne	
6			zaangażowanie społeczne	zużycie surowców	ekonomia kraju lub regionu	elastyczność prawna	
7			motywacje konsumenckie	warunki klimatyczne	wartość materiałów pierwotnych	zaangażowanie Środowiska projektantów w prawodawstwo	
8			lokalna kultura		wartość nowych materiałów		

Źródło: opracowanie własne

Warunki wytworzone przez omówione czynniki wpływają na zakres działań i strategii, jakie muszą zostać podjęte w celu wdrożenia GOZ w architekturze i urbanistyce w skalach makro, mezo i mikro. Szczegółowe działania wskazano w rozdziałach: 2.2.3. *Wnioski: skala makro* 2.3.9., *Wnioski: skala mezo* oraz 2.4.5. *Wnioski: skala mikro*. Poniżej zestawiono kluczowe działania wspólne dla analizowanych skal (tabela 46).

Tabela 46. Kluczowe strategie i działania prowadzące do wdrożenia GOZ w architekturze i urbanistyce w odniesieniu do badanych skali.

kluczowe strategie i działania projektantów prowadzące do wdrożenia GOZ w architekturze i urbanistyce				
lp	działanie	rozpoznane dobre praktyki		
		skala makro	skala mezo	skala mikro
1	hierarchizacja struktury elementów	zgodnie z zasadą (1) zapobieganie powstawaniu odpadów, (2) przygotowywanie do ponownego użycia, (3) recykling, (4) inne procesy odzysku, (5) unieszkodliwianie		
2	standaryzacja, ujednolicanie i minimalizacja ilości rozwiązań technicznych w ramach jednego projektu	standaryzacja wdrożeń określona polityką miejską lub poprzez lokalne narzędzia planistyczne	modularyzacja elementów konstrukcyjnych oraz wykończeniowych, hierarchizacja elementów zgodnie z przeznaczeniem używanie materiałów monolitycznych i elementów powtarzalnych (co usprawnia montaż i rozbiórkę, wymaga mniej specjalistycznych narzędzi, mniej wykwalifikowanych pracowników)	
3	cyfryzacja, katalogizacja i udostępnianie danych	zarządzanie bankami materiałów utworzonymi z miejskiej zabudowy i	paszporty materiałowe, cyfrowe dzienniki budowy, szczegółowa inwentaryzacja	udostępnianie projektów w sieci, dzielenie się studiami przypadków i uzyskanymi

**kluczowe strategie i działania projektantów
prowadzące do wdrożenia GOZ w architekturze i urbanistyce**

lp	działanie	rozpoznane dobre praktyki		
		skala makro	skala mezo	skala mikro
		infrastruktury, przejrzystość w udostępnianiu wiedzy oraz legislacji związanej z GOZ	wraz ze skanem 3d, dokumentacja BIM, indywidualne dopuszczenia materiałowe	doświadczeniami
4	eliminowanie odpadów na przestrzeni wszystkich faz cyklu życia obiektu/ zespołu obiektów	elastyczna i konsekwentna polityka zarządzania odpadami, tworzenie centrów recyklingu, rezygnacja ze składowania odpadów, których wartość można odzyskać	planowanie całego cyklu życia budynku od wczesnych faz koncepcyjnych, branie pod uwagę planowania placu budowy oraz potencjalnej rozbiórki	dbałość o sposób produkcji materiałów oraz o proces pozyskiwania materiałów pierwotnych
5	wydłużanie fazy operacyjnej i w efekcie całego cyklu życia	adaptacja architektoniczna, ponowne wykorzystanie przestrzeni miejskich, budynków i miejskiej infrastruktury w zmienionej funkcji, regularne naprawy, monitorowanie stanu technicznego obiektów		naprawy i prace konserwacyjne, projektowanie przedmiotów z wymiennymi częściami, unikanie połączeń chemicznych
6	partnerstwo publiczno - prywatne oraz współpraca międzypodmiotowa	współpraca przedsiębiorstw publicznych pomiędzy sobą w celu zminimalizowania odpadów oraz usprawnienia logistyki i komunikacji	współpraca z partnerami przemysłowymi w celu pozyskania materiałów, wymiana pomiędzy przedsiębiorstwami w sektorze prywatnym a także prywatno - publicznym, współpraca międzybranżowa, włączenie wszystkich uczestników procesu projektowo - budowlanego od momentu planowania inwestycji w celu rozważenia różnych scenariuszy jej rozwoju, repurpozycja nietypowych elementów, zmiana funkcji urzędzeń, nieszablonowe ponowne użycie lub recykling	
7	utrwalanie alternatywnych wzorców społecznych	zmiana praktyk konsumenckich wspierana odgórnie np. wypożyczenie zamiast kupna, współdzielenie zamiast indywidualnego posiadania	współdzielenie przestrzeni pół publicznych i prywatnych w ramach zagospodarowania terenu oraz wewnątrz budynków: coliving, pomieszczenia wspólne, rowerowanie, warsztaty, sale przyjęć, POPS ⁸⁷	sąsiedzkie centra naprawy i wymiany urzędzeń, biblioteki rzeczy, wypożyczalnie, warsztaty
8	racjonalizacja i optymalizacja zużycia zasobów	ponowne wykorzystanie materiałów wbudowanych w miejską zabudowę i infrastrukturę, uwzględnienie alternatywnych Źródeł energii	ponowne użycie, recykling, upcykling, projektowanie na potrzeby dekonstrukcji	minimalizacja zużycia materiałów pierwotnych
9	kontekstualizacja		korzystanie z naturalnych uwarunkowań lokalizacji (nasłonecznienie, zbieranie wody, naturalne przewietrzanie) Źródła energii OZE, planowanie pomieszczeń wspólnych (współdzielenie przestrzeni)	

⁸⁷ ang. privately owned private spaces

Źródło: opracowanie własne

Informacje podsumowane w tabelach 45 i 46 stanowią istotny punkt wyjścia do zrozumienia, jak projektanci mogą przekształcić wizję zrównoważonej przyszłości w rzeczywistość. Jedną z kluczowych korzyści wynikających z wdrożenia GOZ w architekturze i urbanistyce jest zminimalizowanie negatywnego wpływu na środowisko. Poprzez transformację systemów miejskich i środowiska zbudowanego oraz zamykanie obiegu materiałów i energii, projektanci mogą ograniczyć zużycie surowców i emisję CO₂ oraz szkodliwych substancji (choćby jednoczesna kalkulacja jest niejednokrotnie utrudniona ze względu na brak prostych narzędzi do przeprowadzenia obliczeń i brak kompetencji projektantów w tym zakresie)

W skali mezo GOZ może wpłynąć na poprawę jakości życia mieszkańców miast poprzez stworzenie bardziej zrównoważonych i przyjaznych środowisk miejskich dzięki bardziej efektywnemu wykorzystaniu przestrzeni, lepszej komunikacji miejskiej oraz promowaniu rozwiązań takich jak budynki o niskim zużyciu energii i infrastruktura przyjazna pieszym i rowerzystom.

Na poziomie mezo wdrożenie GOZ może przynieść liczne korzyści dla indywidualnych użytkowników przestrzeni dzięki zastosowaniu zasad projektowania zrównoważonego, takich jak efektywne wykorzystanie naturalnego oświetlenia i wentylacji, a także tworzenie przestrzeni społecznych sprzyjających interakcji międzyludzkiej.

W kontekście skali mikro GOZ wpływa na innowacyjność w zakresie zrównoważonych materiałów, stanowi przyczynę poszukiwań alternatywnych budulców oraz zachęca do ponownego użycia i kreatywnej zmiany funkcji przedmiotów, którą każdy może przeprowadzić w domu.

Tabela 47. Najistotniejsze korzyści wynikające z wdrożenia GOZ w architekturze i urbanistyce w odniesieniu do badanych skali.

najważniejsze korzyści wynikające z wdrożenia GOZ w architekturze i urbanistyce				
lp	korzyści	skala makro	skala mezo	skala mikro
1	zwiększenie efektywności zasobów	oszczędności środowiskowe i finansowe, utrzymanie wartości materiałów i komponentów wbudowanych		
2	ochrona środowiska naturalnego	zachowanie i pielęgnacja miejskiej zieleni, rozpoznanie zalet integracji zieleni i infrastruktury błękitnej w różnych częściach miasta	integracja zielonych dachów i fasad, rozpoznanie korzyści z zastosowania zieleni - np. obniżenia temperatury, zapewnienie cienia, pochłanianie i retencja wody	wspieranie bioróżnorodności w niewielkiej skali, integracja urzędzeń dla małych zwierząt, przyciąganie zwierząt do siedlisk ludzkich (np. ptaków, owadów)
3	dłuższa żywotność systemów	odporne na ekstremalne zjawiska pogodowe miasta o wydajnej infrastrukturze	oszczędności finansowe dzięki projektowaniu na potrzeby adaptacji oraz dzięki naprawom i konserwacji	zmniejszenie ilości składowanych śmieci dzięki wielokrotnemu użyciu trwałych i monolitycznych elementów tworzących małą architekturę

najważniejsze korzyści wynikające z wdrożenia GOZ w architekturze i urbanistyce				
lp	korzyści	skala makro	skala mezo	skala mikro
4	zintegrowana funkcjonalność oraz zwiększenie elastyczności	przestrzenie urbanistyczne wielofunkcyjne, o zapewnionym dostępie i rozbudowanym planie funkcjonalnym różnorodnym i atrakcyjnym w trakcie różnej pory doby i roku	mnożość zastosowań elastycznej przestrzeni wspólnej, łatwa i tania adaptacja obiektów, zmiana aranżacji wraz z dynamicznie zmieniającymi się potrzebami użytkowników	modularna budowa umożliwiająca zmianę aranżacji, wielofunkcyjne wykorzystanie oraz optymalizację kosztu produkcji (jeden typ elementu zamiast wielu)
5	zmniejszenie ilości składowanych i produkowanych odpadów	przedłużenie cyklu życia budynków i infrastruktury, ponowne wykorzystanie materiałów z selektywnej rozbiórki, ograniczenie składowania odpadów		używanie materiałów pochodzących z lokalnego recyklingu, ograniczenie produkcji śmieci
6	zwiększenie samowystarczalności	zapewnienie miksu funkcjonalnego w mieście, unikanie miejsc monofunkcyjnych	zapewnienie dodatkowych przestrzeni wspólnych, optymalizacja zużycia energii, integracja ogrodów produkcyjnych	zmiana praktyk konsumenckich, prawo do naprawy
7	zwiększenie integracji między interesariuszami, zacieśnianie współpracy między przedsiębiorstwami	wymiana produktami pomiędzy przedsiębiorstwami publicznymi i prywatnymi (odpad=zasób), korzyści finansowe (np. brak konieczności opłaty za utylizację)	integracja lokalnej społeczności, korzyści materialne wynikające ze współpracy i wymiany	stymulacja lokalnego rynku (np. poprzez rozwijanie materiałów opartych o odpady wytwarzane przez lokalne przedsiębiorstwa)
8	wzmocnienie gospodarki lokalnej	odgórne polityki ułatwiające powstawanie biznesów cyrkularnych, zielone przetargi publiczne	używanie materiałów lokalnych, korzystanie z lokalnych usług	korzystanie z tradycyjnych metod wytwarzania obiektów, wzmacnianie tradycji
9	zacieśnianie więzi lokalnych społeczności	bezpieczne przestrzenie współdzielone w mieście, adaptowalny plan funkcjonalny przestrzeni publicznych i półpublicznych	zapewnienie przestrzeni współdzielonych, jak bawialnia, kuchnia, salon, integracja lokalnych metod budowlanych	zaangażowanie mieszkańców w proces wytworzenia materiałów lub małej architektury
10	wdrażanie innowacji (w odpowiedzi na potrzeby wynikające z GOZ)	innowacyjne mobilność, rozwój komunikacji publicznej, inteligentne systemy miejskie (np. zarządzania zmianą światła na ulicach)	inteligentne systemy typu smart home zintegrowane w budynkach w celu optymalizacji energetycznej oraz zużycia mediów - poprawa komfortu użytkowników, optymalizacja energetyczna	rozwój materiałów wysokich technologii, pochodzenia biologicznego lub inteligentnych materiałów

Źródło: opracowanie własne

Wśród przyczyn wstrzymujących skuteczną implementację GOZ w szczególności należy wymienić dezaktualizację wiedzy i stagnację branży budowlanej oraz architektonicznej, brak skutecznej współpracy między podmiotami (zarówno pomiędzy prywatnymi, jak i publicznymi), nieprawidłowo zorientowane priorytety lokalnej praktyki planistycznej, brak realizacji lokalnych polityk związanych ze zrównoważonym rozwojem, występowanie sprzecznych założeń i niejasności dotyczących występujących pojęć, niewystarczająco efektywnego wykorzystywania możliwości narzędzi planistycznych i polityki na szczeblu lokalnym i krajowym oraz brak zbieżności z aktualnymi celami wyznaczanymi przez UE czy ONZ.

5.2. Perspektywy i wyzwania

W 2020 roku Komisja Europejska przedstawiła Plan Gospodarki Obiegu Zamkniętego dla Europy, który określa strategię i działania w zakresie przyspieszenia transformacji w kierunku Gospodarki Obiegu Zamkniętego. Plan skupia się na takich obszarach jak: produkcja, konsumpcja, surowce wtórne, wskazuje przemysł budowlany jako obszar o wysokim potencjale cyrkularnym, a miasta jako jednostki, w których wdrożenie GOZ jest najbardziej istotne. Jako główne strategię wskazano:

1. Zwiększenie wykorzystania materiałów wtórnych oraz minimalizację ilości odpadów generowanych przez sektor budowlany,
2. Promowanie zrównoważonych praktyk projektowania i budownictwa, które uwzględniają aspekty ekologiczne na różnych etapach cyklu życia budynków i infrastruktury,
3. Poprawa efektywności energetycznej oraz ograniczenie emisji gazów cieplarnianych związanych z sektorem budowlanym,
4. Zwiększenie świadomości ekologicznej wśród projektantów, wykonawców oraz użytkowników budynków, aby przyczynić się do tworzenia bardziej zrównoważonego środowiska zbudowanego,
5. Stworzenie sprzyjającego środowiska regulacyjnego i ekonomicznego, które wspiera transformację sektora budowlanego w kierunku bardziej zrównoważonych praktyk i modeli biznesowych.

Zbieżne dążenia wyznacza Europejski Zielony Ład, który ma na celu osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 roku. Istotne jest również zwiększenie efektywności wykorzystania zasobów poprzez promowanie zrównoważonego projektowania, budownictwa oraz zarządzania budynkami i infrastrukturą. Inicjatywa dąży do minimalizacji generowania odpadów poprzez wykorzystanie materiałów o dłuższym cyklu życia, dzięki ich wielokrotnemu użyciu oraz recyklingowi. Wprowadzenie Europejskiego Zielonego Ładu miało także na celu zachęcenie do zmiany zachowań społeczeństwa, w tym użytkowników budynków, w kierunku bardziej świadomego podejścia do konsumpcji i korzystania z zasobów. Poprzez kampanie informacyjne i edukacyjne, inicjatywa ta ma wpłynąć na większą akceptację oraz poparcie dla zrównoważonych praktyk w sferze środowiska zbudowanego.

5.3. Potencjalne zastosowanie GOZ w Polsce

Polska w kwestii ochrony Środowiska, przepisów proekologicznych i wsparcia dla zielonej gospodarki spełnia minimalne wymogi europejskie, dostosowując przepisy do dyrektyw unijnych oraz wyznaczając cele rozwojowe. W sferze infrastruktury i planowania działalności, kraj dopiero zaczyna proces zmierzający do wdrożenia strategii i działań GOZ. Główne wyzwania w tym kontekście obejmują brak spójnej polityki prośrodowiskowej, niedostateczna infrastruktura techniczna, brak wytycznych urbanistycznych i planistycznych.

Ponadto, programy wsparcia okazują się mało skuteczne, a świadomość ekologiczna społeczeństwa jest niewielka - akceptacja i zaangażowanie w praktyki związane z recyklingiem i ponownym wykorzystaniem są małe, a akcje zmierzające do wdrażania strategii w nisko wyedukowanym społeczeństwie są przyjmowane mało entuzjastycznie oraz bez zrozumienia. Kontekst społeczno - kulturowy i czynniki ekonomiczne komplikują wprowadzanie zasad niskoemisyjnej gospodarki i ekologicznego budownictwa. Pobudką do działań powinien być niepomyślny stan Środowiska, np. zanieczyszczenie powietrza - w Polsce jest z najwyższych wskaźników zanieczyszczenia powietrza w UE, a także duże zapotrzebowanie na materiały i energię.

Materiały wtórne są rzadko używane w polskiej architekturze. Projektantom i inwestorom brakuje bodźców i zachęt do priorytetyzacji korzyści Środowiskowych względem korzyści finansowych. Wyższy poziom wykorzystania odpadów w budownictwie oraz zrównoważone przepływy materiałowe w miastach polskich wymagają ukierunkowanego działania w zakresie polityki, zarządzania, infrastruktury, narzędzi planowania, wsparcia finansowego, edukacji i kampanii informacyjnych. Wdrożenie GOZ wymaga również rozbudowy infrastruktury do recyklingu, przetwarzania odpadów i odzyskiwania surowców wtórnych. Brak odpowiednich technologii utrudnia efektywne przetwarzanie i odzyskiwanie materiałów. Wyzwania prawne i regulacyjne obejmują konieczność zmian w prawie i regulacjach dotyczących gospodarki odpadami, recyklingu i przetwarzania surowców wtórnych. Niezbędne jest uregulowanie aspektów związanych z jakością odzyskiwanych materiałów i ich zastosowaniem. Efektywne odzyskiwanie i przetwarzanie odpadów wymaga rynków zbytu dla odzyskanych surowców; brak takich rynków utrudnia komercjalizację wdrożenia - szansą na ich rozwój jest partnerstwo publiczno - prywatne oraz współpraca międzysektorowa.

Kwestią powiązaną z popytem na materiały recyklowane jest konkurencja z tańszymi surowcami wtórnymi - regulacja ram prawnych dotyczących produkcji nowych materiałów może wspomagać mix produktów dostępny na rynku, jednak wprowadzenie skomplikowanych procesów sortowania i przetwarzania może wymagać specjalistycznej wiedzy i umiejętności, co może stanowić wyzwanie dla pracowników. Aby skutecznie wdrożyć GOZ w Polsce, konieczne jest podejście wieloaspektowe, łączące działania na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym, przy uwzględnieniu specyficznych potrzeb i możliwości poszczególnych regionów i sektorów gospodarki.

5.4. Podsumowanie i weryfikacja badań

Cel niniejszej pracy koncentrował się na badaniu i analizie koncepcji Gospodarki Obiegu Zamkniętego w odniesieniu do architektury i Środowiska zbudowanego oraz potencjału jego wdrożenia podczas opracowywania projektów koncepcyjnych, budowlanych i wykonawczych podczas praktyki doktorantki w jednostce projektowej Medusa Group. Przeprowadzone badania i analizy pozwoliły na weryfikację działań i strategii cyrkularnych oraz wyodrębnienie barier i motorów wdrożeń, a następnie zidentyfikowanie potencjałów i pozytywnych symptomów, a także mankamentów omawianej koncepcji. Realizacja obranego celu wymagała przekrojowej analizy procesu implementacji teorii do praktyki. Z tego powodu pierwszym etapem pracy było usystematyzowanie wiedzy teoretycznej dotyczącej Gospodarki Obiegu Zamkniętego, zebranej na podstawie przeglądu źródeł pisanych: badań naukowych, dokumentów rangi globalnej i lokalnej, polityki na szczeblu europejskim i krajowym.

W celu bardziej pragmatycznego podejścia, które konfrontuje założenia GOZ z rzeczywistymi potrzebami podczas procesu projektowo - budowlanego, w odniesieniu do przeanalizowanych studiów przypadku wyróżniono charakterystyczne skale, co do których odnoszą się różnorodne strategie implementacji: skalę makro (urbanistyczną), skalę mezo (architektoniczną) oraz skalę mikro (małej architektury i materiałów, komponentów). Przyjęty podział uwzględnia zmienne czynniki determinujące rozwój i charakterystyczne cechy wspólne obiektów, które były podstawą do weryfikacji potencjałów i problemów, a następnie zbadania ścieżek i możliwości implementacji GOZ. Wyodrębniono podtypy każdej ze skal, żeby szczegółowo dociec strategii i działań podjętych przez projektantów w celu wdrożenia.

Następnym etapem było zbadanie wdrożeń I i II stopnia, w których procesie projektowo - budowlanym uczestniczyła doktorantka jako współautorka projektów lub osoba prowadząca nadzór autorski. Na podstawie doświadczeń i wniosków z wdrożeń przeprowadzonych w jednostce projektowej wyodrębniono schematy cyrkularnego procesu projektowo - budowlanego, wskazano kluczowe momenty w powiązaniu z fazami cyklu Życia budynku oraz zaproponowanymi typami budynków cyrkularnych.

Konkluzją przeprowadzonych badań i analiz było wyodrębnienie wytycznych i rekomendacji dla projektantów. Wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają postawioną tezę:

Koncepcja Gospodarki Obiegu Zamkniętego (GOZ) stanowi istotne uwarunkowanie rozwoju współczesnej architektury i urbanistyki wobec wyzwań zrównoważonego rozwoju.

Aby zweryfikować tezę, autorka zbadała 5 hipotez, do których odnosiła się w toku pracy badawczej. Poniżej zaprezentowano podsumowanie analizy każdej z nich.

Hipoteza 1: Wdrażanie GOZ w architekturze prowadzi do korzyści Środowiskowych, korzyści dla społeczności oraz korzyści dla biznesu

Zgodnie definicją GOZ projektanci odpowiedzialni za wdrożenie w badanych przypadkach podejmowali działania, dzięki którym korzystało zarówno Środowisko, jak i lokalne społeczności i biznes. Wykazano to dzięki szczegółowej analizie przypadków, zwłaszcza podczas wywiadów

pogłębianych z twórcami cyrkularnych realizacji architektonicznych w skali mezo (podrozdział 2.2.7. Szczegółowe studia przypadków). Oszczędności środowiskowe zostały wykazane w szczególności w odniesieniu do obiektów budowanych z wydobytych materiałów, największe korzyści dla społeczności wykazały budynki, w których zastosowano adaptację do nowej funkcji.

Hipoteza 2: Implementacja strategii i działań wpisujących się w Gospodarkę Obiegu Zamkniętego skutkuje zmniejszeniem zużycia źródeł odnawialnych, nieodnawialnych i zmniejszeniem emisji. Wdrożenia GOZ prowadzą do większej świadomości projektantów i inwestorów dotyczącej całego cyklu życia budynku

Wykazano, że za oszczędności źródeł odnawialnych i nieodnawialnych oraz zmniejszenie emisji przede wszystkim odpowiadają miejskie wydobywanie (podrozdział 1.8 Miejskie wydobywanie i selektywna rozbiórka), ponowne użycie (podrozdział 1.9 Odzysk materiałów, a ponowne użycie i recykling), projektowanie na potrzeby dekonstrukcji (podrozdział 1.10 Projektowanie na potrzeby dekonstrukcji) oraz niskoemisyjne metody recyklingu i przetwarzania odpadów. Podejmowanie wymienionych strategii powoduje wzrost świadomości ekologicznej projektantów oraz konieczność rozpatrzenia wszystkich kolejnych faz cyklu życia budynku podczas procesu projektowego.

Hipoteza 3: GOZ stymuluje powstawanie nowych form współpracy, współdzielenia i współistnienia w architekturze i urbanistyce, które mają bezpośrednie przełożenie na praktykę projektową. W ich zakresie można wyodrębnić nowe typologie budynków oraz nowe sposoby użytkowania przestrzeni

Powstające dzięki GOZ budynki, które stanowią banki materiałowe lub są zaprojektowane na potrzeby dekonstrukcji prowadzą do nowych form współpracy - wbudowane materiały mają służyć różnym pokoleniom użytkowników lub różnym podmiotom, które w celu ich wydobywania muszą podjąć współpracę. Nowe sposoby użytkowania przestrzeni powstają np. w budynkach zaprojektowanych do łatwej adaptacji i elastycznego zamieszkania lub w miejscach, gdzie kreatywnie wykorzystuje się ponownie komponenty budowlane o zdefiniowanej geometrii (przykładem jest podwieszony most w realizacji Resource Rows lub turbina wiatrowa na placu zabaw autorstwa Super Use).

Hipoteza 4: Wdrażanie GOZ w architekturze stanowi bodziec do rozwoju nowych typów biznesu i powoduje konieczność reorganizacji procesu budowy, sposobu utrzymania budynków oraz rozbiórki

Proces budowy ulega rewizji ze względu na konieczność ostrożnego wbudowywania wyrobów budowlanych oraz użycie mechanicznych połączeń. Poprzedzony może być miejskim wydobywaniem i ponownym użyciem lub recyklingiem in situ. Remonty, naprawy, zmiany lub ingerencja w istniejącą tkankę w ciągu całego cyklu życia obiektu powinny być wykonywane z wysoką świadomością i w taki sposób, aby utrzymać wartość wbudowanych materiałów - unikać

ich niszczenia, fragmentaryzacji czy wiązania metodami chemicznymi. Schyłek życia następuje w momencie selektywnej rozbiórki, szczegółowej inwentaryzacji i oceny stanu technicznego wbudowanych materiałów - zamiast tradycyjnej rozbiórki. Demontaż i selektywna rozbiórka w GOZ to procesy wytwarzające minimalną ilość odpadów nienadających się do wprowadzenia w kołowy obieg materii.

Hipoteza 5: GOZ stanowi globalny trend w architekturze i urbanistyce, skutkujący zmianami w postrzeganiu oraz projektowaniu w skali mikro, mezo i makro

Przeanalizowane w pracy przypadki cyrkularnych budynków i materiałów, ale także cyrkularnych strategii miejskich czy ruchów oddolnych znajdują się na całym globie, a ruchy związane z koncepcją rozwijają się równoległe dzięki szybkiemu przepływowi informacji oraz wymianie naukowej. Wynika z tego, że GOZ stanowi globalny trend w architekturze i urbanistyce. W pracy wykazano, że wdrożenie GOZ wpływa na proces projektowy we wszystkich omawianych skalach: makro, mezo i mikro.

5.5. Ograniczenia i wyzwania

Autorka jest świadoma, że każda z prac naukowych jest narażona na uproszczenia, które mogą wpłynąć na wiarygodność wyników. Prawdopodobne ograniczenia i wyzwania zestawiono poniżej:

1. Wyniki zaprezentowanych badań obejmują międzyskalową analizę wdrożeń na podstawie badania wielu przypadków. Autorka dołożyła wszelkich starań, by możliwie szeroko prezentowały one nowe typologie budynków powstających w wyniku implementacji GOZ w architekturze, jednak istnieje prawdopodobieństwo, że nie wszystkie reprezentacyjne przykłady zostały ujęte w analizie,
2. Ze względu na złożoną charakterystykę koncepcji GOZ, która w swojej naturze stanowi interdyscyplinarne zagadnienie, badanie wdrożenia w środowisku zbudowanym wymaga pogłębionych badań ujmujących problem z innych perspektyw badawczych, szczególnie w zakresie oddziaływania na środowisko i konsekwencji dla społeczności,
3. Dalsza weryfikacja działań, strategii i modeli efektywnego wdrożenia wymaga podejścia interdyscyplinarnego i dogłębnych, wieloaspektowych analiz.

5.6. Kierunki dalszych badań

Bardzo istotna w kontekście rozwoju GOZ jest interdyscyplinarna współpraca - kierunki badawcze, które łączą wiedzę z dziedzin takich jak inżynieria, nauki środowiskowe, ekonomia i socjologia, mogą przyczynić się do bardziej rzetelnego podejścia do wdrażania GOZ w środowisku zbudowanym, architekturze i urbanistyce. Dalsze badania prowadzące do lepszego zrozumienia, doskonalenia i skutecznej implementacji koncepcji można przypisać do kilku kategorii tematycznych, obejmujących wymienione poniżej zagadnienia:

1. Badania związane z architekturą:
 - Studia mierzące wpływ podejmowanych w procesie projektowo - budowlanym strategii i działań na środowisko naturalne; miara ich cyrkularności,
 - Badania nad strategiami zintegrowanego projektowania, które uwzględniają aspekty GOZ od wczesnych faz projektowych, które mogą pomóc w opracowaniu skutecznych metod projektowania budynków i infrastruktury z uwzględnieniem całego cyklu ich życia,
 - Badania nad skutecznymi strategiami zarządzania zasobami i odpadami w projektach architektonicznych mogą pomóc w identyfikacji najlepszych praktyk i wyzwań,
 - Rozwinięcie zaawansowanych narzędzi do analizy cyklu życia budynków i materiałów, które pomogą w dokładnym ocenianiu wpływu środowiskowego cyrkularnych rozwiązań architektonicznych,
 - Opracowanie strategii edukacji architektów, projektantów, studentów i innych profesjonalistów związanych z branżą budowlaną, które zwiększą świadomość i umiejętności związane z GOZ.
2. Badania związane z urbanistyką i planowaniem przestrzennym:
 - Badania nad strategiami planowania przestrzennego, które wspierają zrównoważone wzorce urbanistyczne, zintegrowane przemieszczanie się i zrównoważone wykorzystanie zasobów,
 - Analizy cyrkularnych praktyk konsumenckich w kontekście oferowanych usług miejskich,
 - Szczegółowe rozpatrzenie możliwości wdrożeń w kontekście legislacji różnych państw, w tym Polski oraz wyodrębnienie praw wymagających rewizji w celu usprawnienia wdrożeń.
3. Szczegółowe badania materiałowe (związane z dziedziną budownictwa lub materiałoznawstwa):
 - Badania materiałowe nad właściwościami i trwałością materiałów wykorzystywanych w budownictwie oraz ich potencjałem do odzyskiwania i recyklingu. Nowe materiały oparte na surowcach wtórnych lub naturalnych mogą pomóc w zwiększeniu wydajności GOZ.
4. Badania nad aplikacjami GOZ w przemyśle:
 - Zbadanie nowych modeli biznesowych, które zachęcają do współdzielenia zasobów, wynajmowania, naprawy i recyklingu produktów budowlanych, co przyspieszy adaptację GOZ w branży budowlanej, która charakteryzuje się przestarzałymi, tradycyjnymi systemami i niechęcią do wprowadzania zmian,
 - Dalsze badania nad nowymi technologiami, takimi jak zaawansowane techniki recyklingu, drukowanie 3D materiałów wtórnych, czy inteligentne systemy zarządzania zasobami w budynkach, które mogą przyczynić się do lepszego wykorzystania surowców.

6. Bibliografia

6.1. Publikacje naukowe

1. **Abramson D. M. 2016.** *Obsolescence: An architectural history.* University of Chicago Press,.
2. **Acke A., Taelman S. E., Dewulf J. 2020.** A multi-stakeholder and interdisciplinary approach to waste management and circular economy: The case of Flanders and Ghent, Belgium. *European Spatial Research and Policy*, 27 (2), 43–57. DOI: 10.18778/1231-1952.27.2.04
3. **Adams K. T., Osmani M., Thorpe T., Thornback J. 2017.** Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management*, 170 (1), 15–24. DOI: 10.1680/jwarm.16.00011
4. **Addis B. 2012.** *Building with reclaimed components and materials: a design handbook for reuse and recycling.* Routledge,.
5. **Allwood J. M., Cullen J. M., Carruth M. A., Cooper D. R., McBrien M., Milford R. L., Moynihan M. C., Patel A. C. 2012.** *Sustainable materials: with both eyes open (T. 2012).* UIT Cambridge Limited Cambridge, UK,.
6. **Baker-Brown D. 2019.** *The Re-Use Atlas: A Designer's Guide Towards the Circular Economy.* Routledge,.
7. **Barber D. A. 2019.** *After Comfort. Log*, (47), 45–50.
8. **Bassens D., Kębłowski W., Lambert D. 2020.** Placing cities in the circular economy: neoliberal urbanism or spaces of socio-ecological transition? *Urban Geography*, 41 (6), 893–897. DOI: 10.1080/02723638.2020.1788312
9. **Benyus J. M. 1997.** *Biomimicry: Innovation inspired by nature.* Morrow New York,.
10. **Blomsma F., Brennan G. 2017.** The emergence of circular economy: a new framing around prolonging resource productivity. *Journal of industrial ecology*, 21 (3), 603–614.
11. **Bolger K., Doyon A. 2019.** Circular cities: exploring local government strategies to facilitate a circular economy. *European Planning Studies*, 27 (11), 2184–2205. DOI: 10.1080/09654313.2019.1642854
12. **Bonato D., Orsini R. 2018.** Chapter 12 - Urban Circular Economy: The New Frontier for European Cities' Sustainable Development. *W: Sustainable Cities and Communities Design Handbook (Second Edition), W. W. Clark (red.).* Butterworth-Heinemann, . DOI: 10.1016/B978-0-12-813964-6.00012-4
13. **Boulding K. E. 1966.** The economics of coming Spaceship Earth. H. Jarrett (ed.). *Environmental quality in a growing economy (s. 3-14).* Baltimore, MD: John Hopkins University Press,.
14. **Burger T. 1986.** Uwagi o świadomości ekologicznej. *Przegląd Powszechny*, 12, 374–388.
15. **Cabral A. E. B. 2013.** *Concrete with construction and demolition wastes (CDW).* W: *Eco-efficient concrete.* Elsevier,.
16. **Cai G., Waldmann D. 2019.** A material and component bank to facilitate material recycling and component reuse for a sustainable construction: concept and preliminary study. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 21 (10), 2015–2032. DOI: 10.1007/s10098-019-01758-1
17. **Campbell-Johnston K., Cate J. ten, Elfering-Petrovic M., Gupta J. 2019.** City level circular transitions: Barriers and limits in Amsterdam, Utrecht and The Hague. *Journal of Cleaner Production*, 235, 1232–1239. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.06.106
18. **Carra G., Magdani N. 2017.** Circular business models for the built environment. *Arup BAM*, 1–44.
19. **Çetin S., De Wolf C., Bocken N. 2021.** Circular Digital Built Environment: An Emerging Framework. *Sustainability*, 13 (11), 6348. DOI: 10.3390/su13116348
20. **Charlson A., Dunwoody A. 2018.** Embedding Circular Thinking in a Major Infrastructure Project. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability*, 172, 1–16. DOI: 10.1680/jensu.17.00070
21. **Cook P. 1972.** *Control and Choice.* reprinted in Peter Cook, ed., *Archigram*, London: Studio Vista, 68.
22. **Crowther P. 1999.** *Design for disassembly.* BDP environment design guide.
23. **Crowther P. 2009.** *Designing for disassembly.* W: *Technology, design and process innovation in the*

- built environment. Spon Press,.
24. **de Graff R. 2017., wrzesień 22** How Architecture Should Adapt to Climate Change. <https://time.com/4950746/architecture-buildings-climate-change-hurricane-earthquake-destructi on/> (dostęp 21 wrzesień 2023)
 25. **Despeisse M., Baumers M., Brown P., Charnley F., Ford S. J., Garmulewicz A., Knowles S., Minshall T. H. W., Mortara L., Reed-Tsochas F. P., Rowley J. 2017.** Unlocking value for a circular economy through 3D printing: A research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 115, 75–84. DOI: 10.1016/j.techfore.2016.09.021
 26. **Duffy F. 1989.** *The Changing City*. Bulstrode Press,.
 27. **Eberhardt L. C. M., Birgisdottir H., Birkved M. 2019.** Potential of Circular Economy in Sustainable Buildings. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 471, 092051. DOI: 10.1088/1757-899X/471/9/092051
 28. **Echols A., Guy B. 2004.** Survey of Attendees. W: *Building Materials Reuse Association Conference* (s. 1–3).
 29. **Engelman R. 2013.** Beyond sustainababble. *State of the world 2013: Is sustainability still possible?*, 3–16.
 30. **Farthing S. 2015.** *Research Design in Urban Planning: A Student’s Guide*. SAGE,.
 31. **Floater G., Rode P., Zenghelis D., Travers T. 2013.** Going green: how cities are leading the next economy, public lecture. W: . Zaprezentowano na *Going Green: How cities are leading the next economy*. Public lecture hosted by Grantham Institute for Research on Climate Change and LSE Cities, GBR. Pobrano z <https://lsecities.net/media/objects/events/going-green-how-cities-are-leading-the-next-economy>
 32. **Frankfort-Nachmias C., Leon-Guerrero A. 2016.** *Social Statistics for a Diverse Society*. SAGE Publications,.
 33. **Frosch, Gallopoulos N. E. 1989.** Strategies for manufacturing. *Scientific American*, 261 (3), 144–153.
 34. **Frosch, Uenohara M. 1994.** Chairmen’s Overview. Richardson, Deanna J., and Fullerton, Ann B.(1994), *Industrial Ecology US Japan Perspectives*, National Academy of Engineering.
 35. **Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N. M. P., Hultink E. J. 2017.** The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048
 36. **Geng S., Wang Y., Zuo J., Zhou Z., Du H., Mao G. 2017.** Building life cycle assessment research: A review by bibliometric analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 176–184. DOI: 10.1016/j.rser.2017.03.068
 37. **Ghisellini P., Ripa M., Ulgiati S. 2018.** Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178, 618–643. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.207
 38. **Goodwin G. 1977.** The reuse of marble in the eastern Mediterranean in medieval times. *Journal of the Royal Asiatic Society*, 109 (1), 17–30. DOI: 10.1017/S0035869X00154607
 39. **Graedel T. E., Allenby B. R., Company A. T. and T. 1995.** *Industrial Ecology*. Prentice Hall, . Pobrano z <https://books.google.pl/books?id=sURIQgAACAAJ>
 40. **Guy B., Ciarimboli N. 2005.** *Dfd design for disassembly in the built environment: A guide to closed-loop design and building*. harmer centre for community design. Philadelphia: The Pennsylvania State University,.
 41. **Hart J., Adams K., Giesekam J., Tingley D. D., Pomponi F. 2019.** Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment. *Procedia CIRP*, 80, 619–624. DOI: 10.1016/j.procir.2018.12.015
 42. **Hartley K., van Santen R., Kirchherr J. 2020.** Policies for transitioning towards a circular economy: Expectations from the European Union (EU). *Resources, Conservation and Recycling*, 155, 104634. DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.104634
 43. **Hebel D. E., Wisniewska M. H., Heisel F. 2014.** *Building from Waste: Recovered Materials in Architecture and Construction*. Birkhäuser,.

44. **Heisel F., Hebel D. E. 2022.** Building Better-Less-Different: Circular Construction and Circular Economy: Fundamentals, Case Studies, Strategies. De Gruyter,.
45. **Heurkens E., Dąbrowski M. 2020.** Circling the square: Governance of the circular economy transition in the Amsterdam Metropolitan Area. *European Spatial Research and Policy*, 27 (2), 11–31. DOI: 10.18778/1231-1952.27.2.02
46. **Hirt S. 2013.** Whatever Happened to the (Post)socialist City? *Cities*, 32, 29. DOI: 10.1016/j.cities.2013.04.010
47. **Honic M., Kovacic I., Sibenik G., Rechberger H. 2019.** Data- and stakeholder management framework for the implementation of BIM-based Material Passports. *Journal of Building Engineering*, 23, 341–350. DOI: 10.1016/j.job.2019.01.017
48. **Howard M., Hopkinson P., Miemczyk J. 2019.** The regenerative supply chain: a framework for developing circular economy indicators. *International Journal of Production Research*, 57 (23), 7300–7318.
49. **Ingels B., Jensen B. B., Ginsberg E., Pahhota D., Zahle D., Johansson H., Pedersen A., Bergman K.-U. 2009.** Yes is more: an archicomic on architectural evolution.
50. **Jacobs J. 1961.** Jane Jacobs. *The Death and Life of Great American Cities*, 21 (1), 13–25.
51. **Janik M. 2022.** W Stronę urbanistyki gospodarki obiegu zamkniętego. *BUILDER*, 305 (12), 30–32. DOI: 10.5604/01.3001.0016.0921
52. **Joensuu T., Edelman H., Saari A. 2020.** Circular economy practices in the built environment. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124215. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.124215
53. **Kalmykova Y., Sadagopan M., Rosado L. 2018.** Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 190–201. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.034
54. **Kikutake K. 1995.** On the Notion of Replaceability. *World Architecture*, 33, 26–27.
55. **Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. 2017.** Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005
56. **Kociuba D., Wajs K. 2021.** Impact of the implementation of EU, national and local policies and legislation on the transition towards eco-cities in Poland. *Bulletin of Geography. Socio-economic Series*, (53), 105–130.
57. **Koolhaas R. 1977.** LIFE IN METROPOLIS CULTURE OF CONGESTION+ MANHATTAN. *Architectural Design*, 47 (5), 319–325.
58. **Koolhaas R., Obrist H.-U., Ota K., Westcott J., Daniell T. 2011.** Project Japan: Metabolism Talks... (T. 100). Taschen Cologne, Germany,.
59. **Kotnik J. 2008.** Container architecture: this book contains 6441 containers. (No Title).
60. **Koźmińska U. 2018.** Circular Cities: determinants of closed circulation of building materials.
61. **Kruczek M. 2017.** Domykanie pętli łańcucha zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego jako realizacja paradygmatu gospodarki cyrkularnej. *Logistyka Odzysku*, (1 (22)), 48–51.
62. **Lanau M., Liu G. 2020.** Developing an Urban Resource Cadaster for Circular Economy: A Case of Odense, Denmark. *Environmental Science & Technology*, 54 (7), 4675–4685. DOI: 10.1021/acs.est.9b07749
63. **Leer J. van der, Timmeren A. van, Wandl A. 2018.** Social-Ecological-Technical systems in urban planning for a circular economy: an opportunity for horizontal integration. *Architectural Science Review*, 61 (5), 298–304. DOI: 10.1080/00038628.2018.1505598
64. **Lewandowski M. 2016.** Designing the Business Models for Circular Economy—Towards the Conceptual Framework. *Sustainability*, 8 (1), 43. DOI: 10.3390/su8010043
65. **Lieder M., Rashid A. 2016.** Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36–51. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.12.042
66. **Llorach-Massana P., Farreny R., Oliver-Solà J. 2015.** Are Cradle to Cradle certified products environmentally preferable? Analysis from an LCA approach. *Journal of Cleaner Production*, 93, 243–250. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.01.032

67. **Lorens A. 2021.** Ekonomia cyrkularna jako zrównoważony, odpowiedzialny proces wyrażony w architekturze i projektowaniu produktu cz. 2. *Builder*, R.25, nr 2. DOI: 10.5604/01.3001.0014.6744
68. **Lovins A., Lovins L. H. 1999.** Natural Capitalism.
69. **Lowe E. 1993.** Industrial ecology—an organizing framework for environmental management. *Environmental Quality Management*, 3 (1), 73–85. DOI: 10.1002/tqem.3310030108
70. **Luscuere L. M. 2017.** Materials Passports: Optimising value recovery from materials. W: *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Waste and Resource Management* (T. 170, s. 25–28). Thomas Telford Ltd,.
71. **Martin C. 2016.** *Shipping Container*. Bloomsbury Publishing USA,.
72. **McDonough W., Braungart M. 2002.** *Cradle to cradle: remaking the way we make things* (1st ed). North Point Press, New York ss. 193.
73. **Moraga G., Huysveld S., Mathieux F., Blengini G. A., Alaerts L., Van Acker K., de Meester S., Dewulf J. 2019.** Circular economy indicators: What do they measure? *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 452–461. DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.03.045
74. **Morgan C., Stevenson F. 2005.** *Design and detailing for deconstruction*. Scottish Ecological Design Association.
75. **Munaro M. R., Fischer A. C., Azevedo N. C., Tavares S. F. 2019.** Proposal of a building material passport and its application feasibility to the wood frame constructive system in Brazil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 225 (1), 012018. DOI: 10.1088/1755-1315/225/1/012018
76. **Murray A., Skene K., Haynes K. 2017.** The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*, 140 (3), 369–380. DOI: 10.1007/s10551-015-2693-2
77. **Naude M. J., Badenhorst -Weiss Johanna A. 2011.** The effect of problems on supply chain wide efficiency. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 5 (1), 278–298. DOI: 10.10520/EJC51887
78. **Nieżurawska J., Dziadkiewicz A. 2017.** Świadomość ekonomii cyrkularnej Pokolenia Y jako czynnik przyspieszonego rozwoju gospodarczego regionu. *Marketing i Rynek*, (10 (CD)), 398–412.
79. **Obersteg A., Arlati A., Acke A., Berruti G., Czapiewski K., Dąbrowski M., Heurkens E., Mezei C., Palestino M. F., Varjú V., Wójcik M., Knieling J. 2019.** Urban Regions Shifting to Circular Economy: Understanding Challenges for New Ways of Governance. *Urban Planning*, 4 (3), 19–31. DOI: 10.17645/up.v4i3.2158
80. **Otero-Pailos J. 2014.** Space-Time 1964/2014. *Log*, (31), 169–171.
81. **Ouillon S., Dibb S., Peck D. 2017.** Understanding the societal, entrepreneurship and economic aspects of developing a circular economy in cities: a case study of coventry in the UK. *PLATE: Product Lifetimes And The Environment*, 329–333. DOI: 10.3233/978-1-61499-820-4-329
82. **Oxford English Dictionary 1989.** *Oxford english dictionary*. Simpson, Ja & Weiner, Esc, 3.
83. **Pauli G. A. 2010.** *The Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*. Paradigm Publications,.
84. **Pearce D. W., Turner R. K. 1989.** *Economics of natural resources and the environment*. Johns Hopkins University Press,.
85. **Plevoets B., Van Cleempoel K. 2013.** Adaptive reuse as an emerging discipline: an historic survey. *Reinventing architecture and interiors: a socio-political view on building adaptation*, 13–32.
86. **Pomponi F., D’Amico B. 2020.** Low energy architecture and low carbon cities: exploring links, scales, and environmental impacts *Sustainability* (T. 12, s. 9189). MDPI,.
87. **Pomponi F., Moncaster A. 2017.** Circular economy for the built environment: A research framework. *Journal of Cleaner Production*, 143, 710–718. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.055
88. **Prendeville S., Cherim E., Bocken N. 2018.** Circular Cities: Mapping Six Cities in Transition. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 26, 171–194. DOI: 10.1016/j.eist.2017.03.002
89. **Przywara A. (Red.) 2023.** *Zgruzowstanie: przeszłość i przyszłość ruin w architekturze*. Muzeum Warszawy, Warszawa ss. 181.
90. **Radwan A. H. 2015.** *Containers Architecture Reusing Shipping Containers in making creative*

- Architectural Spaces. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 6 (11), 1562–1577. DOI: 10.14299/ijser.2015.11.012
91. **Ranta V., Aarikka-Stenroos L., Ritala P., Mäkinen S. J. 2018.** Exploring institutional drivers and barriers of the circular economy: A cross-regional comparison of China, the US, and Europe. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 70–82. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.08.017
 92. **Rizos V., Behrens A., van der Gaast W., Hofman E., Ioannou A., Kafyeke T., Flamos A., Rinaldi R., Papadelis S., Hirschnitz-Garbers M., Topi C. 2016.** Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers. *Sustainability*, 8 (11), 1212. DOI: 10.3390/su8111212
 93. **Rodriguez-Anton J. M., Rubio-Andrada L., Celemín-Pedroche M. S., Alonso-Almeida M. D. M. 2019.** Analysis of the relations between circular economy and sustainable development goals. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 26 (8), 708–720. DOI: 10.1080/13504509.2019.1666754
 94. **Sánchez Levoso A., Gasol C. M., Martínez-Blanco J., Durany X. G., Lehmann M., Gaya R. F. 2020.** Methodological framework for the implementation of circular economy in urban systems. *Journal of Cleaner Production*, 248, 119227. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119227
 95. **Sauvé S., Bernard S., Sloan P. 2016.** Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, 17, 48–56. DOI: 10.1016/j.envdev.2015.09.002
 96. **Schut E., Crielaard M., Mesman M. 2016.** Circular economy in the Dutch construction sector: A perspective for the market and government.
 97. **Slawik H., Bergmann J., Buchmeier M., Tinney S. 2010.** *Container atlas. A Practical Guide to Container Architecture*, Berlin: Gestalten.
 98. **Springer F. 2013.** *Zaczyn: o Zofii i Oskarze Hansenach*. Wydawnictwo Karakter.
 99. **Stanilov K. 2007.** *The post-socialist city: Urban form and space transformations in Central and Eastern Europe after socialism (T. 92)*. Springer Science & Business Media.
 100. **Stawiarski B. 2017., wrzesień 15** Oskar i Zofia Hansenowie. *Forma Otwarta - Muzeum Sztuki Nowoczesnej w Warszawie*.
<https://artmuseum.pl/pl/doc/oskar-i-zofia-hansenowie-forma-otwarta-2> (dostęp 21 wrzesień 2023)
 101. **Sun Z., Mei H., Ni R. 2017.** Overview of Modular Design Strategy of the Shipping Container Architecture in Cold Regions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 63 (1), 012035. DOI: 10.1088/1755-1315/63/1/012035
 102. **Superuse 2023.** *Harvest! Collect! Re-use!* Superuse Studios. Pobrano z <https://www.superuse-studios.com/publication/harvest-collect-re-use/>
 103. **Sýkora L., Bouzarovski S. 2012.** Multiple transformations: Conceptualising the post-communist urban transition. *Urban studies*, 49 (1), 43–60.
 104. **Środa B. 2017.** Co-processing paliw alternatywnych w przemyśle cementowym-element gospodarki o obiegu zamkniętym. *Logistyka odzysku*, (3 (24)), 37–39.
 105. **Tam V. W., Wang Z.-B., Tao Z. 2014.** Behaviour of recycled aggregate concrete filled stainless steel stub columns. *Materials and structures*, 47, 293–310.
 106. **Turcu C., Gillie H. 2020.** Governing the Circular Economy in the City: Local Planning Practice in London. *Planning Practice & Research*, 35 (1), 62–85. DOI: 10.1080/02697459.2019.1703335
 107. **Vacchi M., Siligardi C., Cedillo-González E. I., Ferrari A. M., Settembre-Blundo D. 2021.** Industry 4.0 and Smart Data as Enablers of the Circular Economy in Manufacturing: Product Re-Engineering with Circular Eco-Design. *Sustainability*, 13 (18), 10366. DOI: 10.3390/su131810366
 108. **Wheaton W. G. 2017.** *Designing for Disassembly in the Built Environment*.
 109. **Wilkinson S. J., Remoy H. 2017.** Adaptive reuse of Sydney offices and sustainability. Pobrano z <https://opus.lib.uts.edu.au/handle/10453/115780>
 110. **Winans K., Kendall A., Deng H. 2017.** The history and current applications of the circular economy concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 825–833. DOI: 10.1016/j.rser.2016.09.123

111. **Yin R. K. 2009.** Case study research: Design and methods (T. 5). sage,.
112. **Zeller V., Towa E., Degrez M., Achten W. M. J. 2019.** Urban waste flows and their potential for a circular economy model at city-region level. *Waste Management*, 83, 83–94. DOI: 10.1016/j.wasman.2018.10.034
113. **Zimmann R., O'Brien H., Hargrave J., Morrell M. 2016.** The circular economy in the built environment. Arup: London, UK.

6.2. Dokumenty

1. **Circle Economy 2019.** The Circularity Gap Report 2019. Pobrano z <https://policycommons.net/artifacts/1294737/circular-2019/1897942/>
2. **Duńska Rada Ministrów 2014.** Duńska strategia zrównoważonego rozwoju. <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC201632> (dostęp 25 wrzesień 2023)
3. **Duńska Rada Ministrów 2018.** Duńska strategia gospodarki o obiegu zamkniętym. <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC206463/> (dostęp 25 wrzesień 2023)
4. **Ellen MacArthur Foundation 2013.a.** Towards the circular economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition. <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an> (dostęp 24 wrzesień 2023)
5. **Ellen MacArthur Foundation 2013.b.** Towards the circular economy Vol. 2: opportunities for the consumer goods sector. <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-2-opportunities-for-the-consumer-goods> (dostęp 24 wrzesień 2023)
6. **Ellen MacArthur Foundation 2014.** Towards the circular economy Vol. 3: accelerating the scale-up across global supply chains. <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-3-accelerating-the-scale-up-across-global> (dostęp 24 wrzesień 2023)
7. **Ellen MacArthur Foundation 2017.** Cities in the circular economy: An initial exploration. <https://ellenmacarthurfoundation.org/cities-in-the-circular-economy-an-initial-exploration> (dostęp 24 wrzesień 2023)
8. **Ellen MacArthur Foundation 2021.** Universal circular economy policy goals. <https://ellenmacarthurfoundation.org/universal-policy-goals/overview> (dostęp 24 wrzesień 2023)
9. **Godina L., Korpar N., Potočnik J., Kocjančič R. 2019., kwiecień 10** Mapa drogowa do gospodarki o obiegu zamkniętym w Słowenii. <https://www.circularchange.com/projects-1/2018/11/8/roadmap-towards-the-circular-economy-in-slovenia> (dostęp 25 wrzesień 2023)
10. **GUS 2022.** Ochrona środowiska w 2022 roku. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/srodowisko/ochrona-srodowiska-w-2022-roku,12,6.html> (dostęp 24 wrzesień 2023)
11. **Komisja Europejska KOMUNIKAT KOMISJI DO PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO, RADY, EUROPEJSKIEGO KOMITETU EKONOMICZNO-SPOŁECZNEGO I KOMITETU REGIONÓW** Zamknięcie obiegu - plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym. (2015). Pobrano z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614>
12. **Komisja Europejska KOMUNIKAT KOMISJI DO PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO, RADY EUROPEJSKIEJ, RADY, KOMITETU EKONOMICZNO-SPOŁECZNEGO I KOMITETU REGIONÓW** Europejski Zielony Ład. (2019). Pobrano z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1576150542719&uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN#document2>
13. **Komisja Europejska KOMUNIKAT KOMISJI DO PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO, RADY, EUROPEJSKIEGO KOMITETU EKONOMICZNO-SPOŁECZNEGO I KOMITETU REGIONÓW** Nowy plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym na rzecz czystszej i bardziej konkurencyjnej Europy. (2020). Pobrano z

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM%3A2020%3A98%3AFIN>
14. **Miasto Kopenhaga 2011.** Plan adaptacji do zmian klimatu Kopenhagi.
<https://international.kk.dk/about-copenhagen/liveable-green-city/climate-adaptation> (dostęp 25 wrzesień 2023)
 15. **Miasto Kopenhaga 2019.** Kopenhaga Cykliczna - Plan Zasobów i Odpadów 2024 (RAP24). Pobrano z https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/pdf/1991_245978ceff91.pdf
 16. **Miasto Kopenhaga 2020.** Regionalna strategia wzrostu i rozwoju. Pobrano z <https://www.regionh.dk/til-fagfolk/Klima-og-miljoe/en-groen-region/Documents/Regional%20Growth%20and%20Development%20Strategy.pdf>
 17. **Miasto Lublana 2014.a.** Program działań Środowiskowych dla Miasta Lublana 2014-2020. Pobrano z <https://www.ljubljana.si/assets/Uploads/Environment-in-the-City-of-Ljubljana-2016.pdf>
 18. **Miasto Lublana 2014.b.** Strategia rozwoju działań związanych z gospodarką odpadami w Mieście Lublana 2014-2035. Pobrano z <https://www.ljubljana.si/assets/Uploads/MOL-STRATEGIJA-KG-v-javno-obravnavo2.pdf>
 19. **Ministerstwo Rozwoju 2016.** Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.). Warszawa: Departament Strategii Rozwoju.
 20. **Ministerstwo Środowiska 2015.** Krajowy Program Ochrony Powietrza do roku 2020 (z perspektywą do 2030). Pobrane z: https://www.mos.gov.pl/g2/big/2015_09/e1dcdab8f1749936fd2ef53aefc3a7ba.pdf (15.07. 2018).
 21. **Ministerstwo Środowiska 2019.** Polityka ekologiczna państwa 2030. Strategia rozwoju w obszarze Środowiska i gospodarki wodnej. Warszawa.
 22. **ONZ 1997.** Protokół z Kioto do Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu. Pobrano z <https://digitallibrary.un.org/record/250111>
 23. **ONZ 1999.** Protokół do konwencji z 1979 roku w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości w zakresie przeciwdziałania zakwaszeniu, eutrofizacji i powstawaniu ozonu w warstwie przyziemnej. Pobrano z <https://digitallibrary.un.org/record/433592>
 24. **ONZ 2015.a.** Porozumienie paryskie. Pobrano z <https://digitallibrary.un.org/record/827098>
 25. **ONZ 2015.b.** Przekształcamy nasz świat: Agenda 2030 na rzecz zrównoważonego rozwoju. UN Doc. A/RES/70/1 (September 25, 2015).
 26. **ONZ 2017.** Dobrowolne przeglądy krajowe. Platforma wiedzy na temat zrównoważonego rozwoju. <https://sustainabledevelopment.un.org/vnrs/> (dostęp 25 wrzesień 2023)
 27. **Parlament Europejski** Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów (Tekst mający znaczenie dla EOG), 150 OJ L (2018). Pobrano z <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/851/oj/pol>
 28. **Parlament Europejski** Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1119 z dnia 30 czerwca 2021 r. w sprawie ustanowienia ram na potrzeby osiągnięcia neutralności klimatycznej i zmiany rozporządzeń (WE) nr 401/2009 i (UE) 2018/1999 (Europejskie prawo o klimacie), 243 OJ L (2021). Pobrano z <http://data.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj/pol>
 29. **Parlament Europejski** Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 7 kwietnia 2022 r. w sprawie prawa do naprawy (2022/2515(RSP)). (2022). Pobrano z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A52022IP0126&qid=1695597394133>
 30. **Parlament Europejski, Rada Unii Europejskiej** Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG Tekst mający znaczenie dla EOG., 088 OJ L (2011). Pobrano z <http://data.europa.eu/eli/reg/2011/305/oj/pol>
 31. **Rada Ministrów 2016.** Krajowy plan gospodarki odpadami 2022 przyjęty przez Radę Ministrów uchwałą nr 88 z dnia 1 lipca 2016 r. <https://bip.mos.gov.pl/strategie-plany-programy/krajowy-plan-gospodarki-odpadami/krajowy-plan-gospodarki-odpadami-2022-przyjety-w-2016-r/krajowy-plan-gospodarki-odpadami-2022-przyjety-przez-rade-ministrow-uchwala-nr-88-z-dnia-1-lipca-2016-r/> (dostęp 25 wrzesień 2023)

32. **Słoweńskie Zgromadzenie Narodowe 2017.** Strategia Rozwoju 2030.
<https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC177135/> (dostęp 25 wrzesień 2023)
33. **Słoweńskie Zgromadzenie Narodowe 2021.** Strategia Rozwoju Przestrzennego 2050.
https://climate-laws.org/document/long-term-climate-strategy-until-2050_61eb (dostęp 25 wrzesień 2023)

7. Spis tabel

1. Tabela 1. Źródła GOZ. Źródło: opracowanie własne-----	17
2. Tabela 2. Fazy cyklu życia konwencjonalnego budynku zgodnie z procesem budowlanym w Polsce. Źródło: opracowanie własne-----	26
3. Tabela 3. Źródła GOZ w architekturze: koncepcje architektoniczne i typy budownictwa korzystające z wtórnego wykorzystania oraz podejmujące temat cyklu życia i starzenia się budynków. Przykłady historyczne. Źródło: opracowanie własne-----	39
4. Tabela 4. Źródła GOZ w architekturze: koncepcje architektoniczne i typy budownictwa korzystające z wtórnego wykorzystania oraz podejmujące temat cyklu życia i starzenia się budynków. XX wiek. Źródło: opracowanie własne-----	46
5. Tabela 5. Porównanie różnych koncepcji długości cyklu życia elementów budynku i zagospodarowania terenu. Źródło: opracowanie własne-----	55
6. Tabela 6. Typologia budynków wg długości cyklu ich życia. Źródło: opracowanie własne-----	55
7. Tabela 7. Długość cyklu życia komponentów i materiałów wbudowanych w obiekt architektoniczny. Źródło: opracowanie własne w oparciu o "DfD: Design for Disassembly in the built environment: a guide to closed-loop design and building" (Guy, Ciarimboli 2005), "Designing for disassembly" (Crowther 1999), "Project Japan. Metabolism Talks" (Koolhaas i in. 2011)-----	57
8. Tabela 8. Frakcje odpadów budowlanych wraz z podkategoriami obowiązujące od 2025.	
9. Tabela 9. Właściwości, procesy przetwarzania, potencjalne zastosowanie i przykłady realizacji z użyciem materiałów budowlanych i rozbiórkowych z recyklingu. Podział odpadów zgodnie z kategoryzacją przyjętą w ustawie o odpadach. Źródło: opracowanie własne w oparciu o "DfD: Design for Disassembly in the built environment: a guide to closed-loop design and building" (Guy, Ciarimboli 2005), "Designing for disassembly" (Crowther 1999).-----	65
10. Tabela 10. Wytyczne do projektowania na potrzeby dekonstrukcji. Źródło: opracowanie własne na podstawie "DfD: Design for Disassembly in the built environment: a guide to closed-loop design and building" (Guy, Ciarimboli 2005), "Designing for disassembly" (Crowther 1999) (Rios i in. 2015).-----	68
11. Tabela 11. Popularne rodzaje połączeń oraz ich wady i zalety w kontekście projektowania na potrzeby dekonstrukcji. Źródło: tłumaczenie i opracowanie własne na podstawie "DfD: Design for Disassembly in the built environment: a guide to closed-loop design and building" (Guy, Ciarimboli 2005), "Designing for disassembly" (Crowther 2009)-----	69
12. Tabela 12. Popularne typy konstrukcji oraz ich wady i zalety w kontekście projektowania na potrzeby dekonstrukcji. Źródło: tłumaczenie i opracowanie własne na podstawie "DfD: Design for Disassembly in the built environment: a guide to closed-loop design and building" (Guy, Ciarimboli 2005), "Designing for disassembly" (Crowther 2009) Major Structure Systems Related to Deconstruction (Morgan, Stevenson 2005)-----	70
13. Tabela 13. Korzyści i szanse dla architektury i urbanistyki płynące z wdrażania gospodarki obiegu zamkniętego. Źródło: badania własne w oparciu o wytyczne z Raportu fundacji Ellen MacArthur (Ellen MacArthur Foundation 2021)-----	73
14. Tabela 14. Klasyfikacja składowych środowiska zbudowanego w odniesieniu do zasady ReSolve. Źródło: tłumaczenie i opracowanie własne na podstawie "The Circular Economy in the Built Environment" (Zimmann i in. 2016)-----	79
15. Tabela 15. Miasta, które opracowały i/lub przyjęły do realizacji strategię cyrkularne. Źródło: opracowanie własne-----	82
16. Tabela 16. Schemat badawczy. Źródło: opracowanie własne-----	84
17. Tabela 17. Harmonogram podjętych działań, inicjatyw i dobrych praktyk jako część przejścia do GOZ w	

	Środowisku zbudowanym w Lublanie w odniesieniu do zidentyfikowanych obszarów wspierających pomyślny proces wdrażania. Źródło: własne badania oparte na: Planie działań na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym w Słowenii (Słoweńskie Zgromadzenie Narodowe 2017), Programie działań Środowiskowych dla miasta Lublana 2014-2020 (Miasto Lublana 2014a), Strategii rozwoju działań związanych z gospodarką odpadami w mieście Lublana 2014-2035 (Miasto Lublana 2014b), badaniu ankietowym i wywiadzie pogłębionym-----	87
18.	Tabela 18. Harmonogram podjętych działań, inicjatyw i dobrych praktyk jako część przejścia do GOZ w Środowisku zbudowanym w Kopenhadze w odniesieniu do zidentyfikowanych obszarów wspierających pomyślny proces wdrażania. Źródło: własne badania oparte na: Duńska Strategia dla Gospodarki Obiegu Zamkniętego (2018), Plan Adaptacji Klimatycznej Kopenhagi/Kopenhaga Neutralna pod względem emisji węglowej do 2025 roku (2012), Kopenhaga Obiegu Zamkniętego - Plan Zasobów i Odpadów 2024 (RAP24) (2019) oraz badaniach ankietowych-----	90
19.	Tabela 19. Rekomendacje do przyszłych wdrożeń GOZ w miastach. Źródło: opracowanie własne-----	94
20.	Tabela 20. Zestawienie studiów przypadków rozpoznanych realizacji cyrkularnych zgodnie z przyjętymi kryteriami. Typ 1: Adaptacja architektoniczna. Źródło: opracowanie własne-----	101
21.	Tabela 21. Zestawienie studiów przypadków rozpoznanych realizacji cyrkularnych zgodnie z przyjętymi kryteriami. Typ 2: Budynki z wydobytych materiałów Źródło: opracowanie własne-----	107
22.	Tabela 22. Zestawienie studiów przypadków rozpoznanych realizacji cyrkularnych zgodnie z przyjętymi kryteriami. Typ 3: Budynki zaprojektowane do dekonstrukcji Źródło: opracowanie własne-----	111
23.	Tabela 23. Zestawienie studiów przypadków rozpoznanych realizacji cyrkularnych zgodnie z przyjętymi kryteriami. Typ 4: Budynki tymczasowe i eksperymentalne Źródło: opracowanie własne-----	115
24.	Tabela 24. Szczegółowe studium przypadku nr 1. Źródło: opracowanie własne-----	118
25.	Tabela 25. Szczegółowe studium przypadku nr 2. Źródło: opracowanie własne-----	120
26.	Tabela 26. Szczegółowe studium przypadku nr 3. Źródło: opracowanie własne-----	123
27.	Tabela 27. Szczegółowe studium przypadku nr 4. Źródło: opracowanie własne-----	125
28.	Tabela 28. Szczegółowe studium przypadku nr 5. Źródło: opracowanie własne-----	127
29.	Tabela 29. Szczegółowe studium przypadku nr 6. Źródło: opracowanie własne-----	129
30.	Tabela 30. Szczegółowe studium przypadku nr 7. Źródło: opracowanie własne-----	132
31.	Tabela 31. Szczegółowe studium przypadku nr 8. Źródło: opracowanie własne-----	134
32.	Tabela 32. Szczegółowe studium przypadku nr 9. Źródło: opracowanie własne-----	137
33.	Tabela 33. Szczegółowe studium przypadku nr 10. Źródło: opracowanie własne-----	141
34.	Tabela 34. Szczegółowe studium przypadku nr 11. Źródło: opracowanie własne-----	143
35.	Tabela 35. Szczegółowe studium przypadku nr 12. Źródło: opracowanie własne-----	145
36.	Tabela 36. Szczegółowe studium przypadku nr 13. Źródło: opracowanie własne-----	147
37.	Tabela 37. Szczegółowe studium przypadku nr 14. Źródło: opracowanie własne-----	149
38.	Tabela 38. Rozpoznane w wyniku analizy przypadków praktyki umożliwiające wdrożenie GOZ w praktyce projektowej oraz mapowanie ich względem obszarów, dla których zgodnie z definicją (patrz str 18) GOZ ma generować korzyści. Oznaczenia: ŚN - środowisko naturalne, LS - lokalna społeczność, B - biznes. Źródło: opracowanie własne-----	159
39.	Tabela 39. Rozpoznane reprezentacyjne przypadki wdrożenia GOZ w skali mikro. Źródło: opracowanie własne-----	165
40.	Tabela 40. Analiza SWOT projektu Plastopia. Źródło: opracowanie własne-----	177
41.	Tabela 41. Szczegółowe studium przypadku nr 1 - wdrożenie II stopnia. Źródło: opracowanie własne	186
42.	Tabela 42. Szczegółowe studium przypadku nr 2 - wdrożenie II stopnia. Źródło: opracowanie własne	189
43.	Tabela 43. Szczegółowe studium przypadku nr 3 - wdrożenie II stopnia. Źródło: opracowanie własne	192
44.	Tabela 44. Opis etapów cyrkularnego procesu projektowego. Źródło: opracowanie własne-----	198
45.	Tabela 45. Czynniki warunkujące wdrożenie GOZ w praktyce projektowej. Źródło: opracowanie własne- 213	
46.	Tabela 46. Kluczowe strategie i działania prowadzące do wdrożenia GOZ w architekturze i urbanistyce w odniesieniu do badanych skali. Źródło: opracowanie własne-----	215
47.	Tabela 47. Najistotniejsze korzyści wynikające z wdrożenia GOZ w architekturze i urbanistyce w odniesieniu do badanych skali. Źródło: opracowanie własne-----	216

8. Spis ilustracji

1. Ilustracja 1. Modernizacja 530 jednostek mieszkalnych w Bordeaux we Francji autorstwa Lacaton & Vassal, Frédéric Druot, Christophe Hutin architecture (2016) Realizacja otrzymała nagrodę im. Miesa van der Rohe w 2019 Źródło: P. Ruault..... 6
2. Ilustracja 2. Uproszczony model Gospodarki Obiegu Zamkniętego
Źródło: opracowanie własne..... 7
3. Ilustracja 3. Zasada 3R wraz ze wzrostem ilości publikacji na temat zrównoważonego rozwoju i cyrkularności została rozszerzona o kolejne wytyczne - czasami jest prezentowana jako zasada 9R, lub nawet 18R Źródło: Tłumaczenie i opracowanie własne na podstawie "The Circular Economy: What, Why, How and Where", UCL Institute for Sustainable Resources, University College London..... 9
4. Ilustracja 4. Zebrane w 2021 roku w województwie Śląskim odpady budowlane i rozbiórkowe będące odpadami komunalnymi to ponad 160 000 ton (GUS 2022). Ich skumulowana objętość jest podobna do kubatury największego wieżowca w Katowicach - biurowca .KTW (134 m wysokości) Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS..... 11
5. Ilustracja 5. Przepływ materiałów w UE w 2021 [ton/mieszkańca]..... 12
6. Ilustracja 6. Gospodarka cyrkularna w procesie projektowo - budowlanym Źródło: opracowanie własne. 18
7. Ilustracja 7. Gospodarka linearna w procesie projektowo - budowlanym Źródło: opracowanie własne. 19
8. Ilustracja 8. Zakres tematyczny dysertacji Źródło: opracowanie własne..... 20
9. Ilustracja 9. Proces projektowania konwencjonalnego budynku. Najistotniejszym aspektem, który zostanie poddany rewizji w odniesieniu do zasad GOZ jest przepływ materii odbywający się w ciągu całego cyklu życia budynku. Model tradycyjny przyjęty w większości konwencjonalnych budynków zostaje zakończony na wyburzeniu i utylizacji bezwartościowych, zniszczonych w trakcie rozbiórki materiałów. Źródło: opracowanie własne..... 25
10. Ilustracja 10. Umieszczenie pracy w nurcie badań o Gospodarcie Obiegu Zamkniętego Źródło: opracowanie własne w oparciu o badania literatury..... 27
11. Ilustracja 11. Schemat struktury pracy Źródło: opracowanie własne..... 32
12. Ilustracja 12. Z lewej strony: Praca artysty T. Borowskiego wizualizująca 50 milionów ton gruzu, które znalazły się w Warszawie w wyniku działań II wojny światowej. Pod koniec lat 40-tych XX wieku, Warszawiacy powszechnie używali go do odbudowy miasta. Źródło: www.tymekborowski.com..... 35
13. Ilustracja 13. Z prawej strony powyżej: Alfred Funkiewicz, Mężczyźni z organizacji żydowskiej przy odgruzowywaniu terenu getta warszawskiego, 1947 rok Źródło: Muzeum Warszawy..... 35
14. Ilustracja 14. Z lewej strony: Przykład zastosowania spoli w Heptapyrgionie w Salonikach w Grecji, zawierający rzymskie i bizantyjskie rzeźby umieszczone w murze. Źródło: commons.wikimedia.org/wiki/File:Paris_-_Eglise_Saint-Eustache_-_Vue_g%C3%A9n%C3%A9rale.jpg 40
15. Ilustracja 15. Z prawej strony: Kobieta Turkmeńska przy wejściu do jurty w Turkiestanie; zdjęcie z 1913 roku autorstwa Prokudina-Gorskiego. Źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/Yurt#/media/File:Gorskii_04412u.jpg..... 40
16. Ilustracja 16. Z lewej strony: Łuk Konstantyna w Rzymie: rzeźbione elementy pochodzą z różnych okresów historycznych: czasów cesarza Trajana, Hadriana, Marka Aureliusza i Konstantyna. Źródło: commons..... 40
17. Ilustracja 17. Z prawej strony: Kościół Saint-Eustache w Paryżu służący jako magazyn i stajnie w czasach rewolucji francuskiej Źródło: commons.wikimedia.org/wiki/File:Paris_-_Eglise_Saint-Eustache_-_Vue_g%C3%A9n%C3%A9rale.jpg 40
18. Ilustracja 18. Z lewej strony: Mobilny modułowy budynek mieszkalny Dymaxion House w Wichita, USA, zaprojektowany przez konstruktivistę i popularyzatora nurtu high-tec Buckminstera Fullera Źródło: https://www.researchgate.net/figure/Dymaxion-House-by-Buckminster-Fuller_fig5_320405093..... 47
19. Ilustracja 19. Z prawej strony: La Fabrica, dom urządzony w dawnej fabryce cementu, przykład adaptacji architektonicznej z funkcji przemysłowej na funkcję mieszkalną, arch. Ricardo Bofill Źródło: Materiały

ricardobofill.com.....	47
20. Ilustracja 20. Z lewej strony: System Shigeru Bana zastosowany w hali byłego supermarketu w Chełmie po rozpoczęciu kryzysu migracyjnego w wyniku zaostrzenia wojny w Ukrainie w 2022 Źródło: fot. Jerzy Łątko, Notes Na 6 Tygodni.....	47
21. Ilustracja 21. Z prawej strony: Urban rigger, jednostki mieszkalne umieszczone na nabrzeżu wykonane z kontenerów morskich, proj. Bjarke Ingels Group Źródło: materiały BIG.....	47
22. Ilustracja 22. W centrum społeczno - artystycznym w Brukseli Rotor wykorzystał odzyskane ramy okienne, z których jedna została eksperymentalnie zamontowana do góry nogami, 2020 Źródło: domusweb.it, materiały Rotor/Rotor DC.....	50
23. Ilustracja 23. Hierarchizacja odpadów Źródło: Opracowanie własne na podstawie wytycznych UE.....	57
24. Ilustracja 24. Hierarchizacja użycia materiałów budowlanych wg Superuse Źródło: Opracowanie własne.	59
25. Ilustracja 26. Wspierany przez fundusze UE program ReCreate ma na celu odzysk prefabrykowanych elementów konstrukcyjnych. Na zdjęciu proces rozbiórki Źródło: https://www.youtube.com/watch?v=OREdk6l1eqw	61
26. Ilustracja 27. Przygotowane do ponownego użycia prefabrykaty odzyskane w wyniku selektywnej rozbiórki prowadzonej przez program ReCreate Źródło: https://www.youtube.com/watch?v=OREdk6l1eqw	61
27. Ilustracja 25. Źródła materiałów przeznaczonych do odzysku mogą być różne - materiały utracone w procesie projektowo - budowlanym tj. nadwyżki czy niewykorzystane zapasy materiałów również stanowią bazę materiałów do potencjalnego odzysku. Źródło: opracowanie własne.....	62
28. Ilustracja 28. Third Wave Kiosk autorstwa Tony Hobba Architects. Niewielki budynek wykonano z dawnego falochronu. Źródło: P. Ruau, materiały Tony Hobba architects.....	76
29. Ilustracja 29. Matryca rozpoznania skał badanych studiów przypadków. Źródło: opracowanie własne..	80
30. Ilustracja 30. Patchworkowa elewacja budynku mieszkalnego Resource Rows wykonana z używanych cegieł - fragmentów muru wyciętego z pobliskich budynków historycznych. Źródło: materiały Lendager Group.....	102
31. Ilustracja 31-33. Eksperymentalny budynek Plattenpalast, wzniesiony z recyklowanych konstrukcyjnych elementów prefabrykowanych. Źródło: materiały Wiewiorra studio, http://wwstudio.de/	112
32. Ilustracja 34. Mapa przedstawiająca lokalizację badanych przypadków na mapie świata Źródło: opracowanie własne.....	116
33. Ilustracja 35. Z lewej strony: Wykres przedstawiający podział badanych przypadków ze względu na typ budynku cyrkularnego wyodrębniony przez autorkę Źródło: opracowanie własne.....	117
34. Ilustracja 36. Z prawej strony: Wykres przedstawiający podział badanych przypadków ze względu na funkcję Źródło: opracowanie własne.....	117
35. Ilustracja 37. Z lewej strony: Wykres przedstawiający podział badanych przypadków ze względu na rok realizacji. Realizacja niniejszej pracy rozpoczęła się w 2019 roku - od tego czasu powstała ponad 1/3 badanych przypadków, co zarysowuje dynamikę badanej dziedziny Źródło: opracowanie własne.....	117
36. Ilustracja 38. Z prawej strony: Wykres przedstawiający podział badanych przypadków ze względu na typ inwestora Źródło: opracowanie własne.....	117
37. Ilustracja 39, 40. Schematy rysunkowe - aksonometria, rzut budynku Antivilla Źródło: Materiały Brandlhuber.....	118
38. Ilustracja 41, 42. Surowe ściany bez wykończenia, industrialna aranżacja oraz otwarty plan będące manifestacją zasad GOZ w architekturze są zgodne z filozofią Brandlhubera o konserwacji "ruin". Źródło: Materiały Brandlhuber	
39. Ilustracja 43, 44. Elewacja zewnętrzna dawnej fabryki bielizny. Otwory okienne wykonano podczas happeningu zorganizowanego przez projektantów z Brandlhuber. Źródło: Materiały Brandlhuber.....	119
40. Ilustracja 45. Empire House w Londynie, 2020, elewacja zewnętrzna. Źródło: Materiały Medusa Group..	120
41. Ilustracja 46. Z lewej strony: Empire House w Londynie, 2020, przekrój Źródło: Materiały Medusa Group	121
42. Ilustracja 47. W Środku: Empire House w Londynie, 2020, rzut parteru.....	121

43. Ilustracja 48. Z lewej strony: Empire House w Londynie, 2020, zachowana klatka schodowa z oryginalną posadzką oraz balustradami Źródło: Materiały Medusa Group.....	122
44. Ilustracja 49. W Środku: Empire House w Londynie, 2020, zachowane słupy Żeliwne Źródło: Materiały Medusa Group.....	122
45. Ilustracja 50. Z prawej strony: Empire House w Londynie, 2020, wejście frontowe z zachowanymi kaflami ceramicznymi. Źródło: Materiały Medusa Group.....	122
46. Ilustracja 51. Z lewej strony: Empire House w Londynie, 2020, cegła odzyskana z tylnej elewacji podczas remontu budynku Źródło: Materiały Medusa Group.....	122
47. Ilustracja 52. Z prawej strony: Empire House w Londynie, 2020, naprawy elewacji historycznej z cegły używanej Źródło: Materiały Medusa Group.....	122
48. Ilustracja 53. Przekroje Domu dla bezdomnych Źródło: Materiały XY Studio.....	123
49. Ilustracja 54. Rzut Domu dla bezdomnych Źródło: Materiały XY Studio.....	123
50. Ilustracja 55. Dom dla Bezdomnych w Jankowicach, widok z lotu ptaka. Źródło: Materiały XY Studio..	124
51. Ilustracja 56. Wejście główne do budynku.....	124
52. Ilustracja 57. Przekrój Domu kolażowego.....	125
53. Ilustracja 58. Rzut domu kolażowego Źródło: Materiały S+PS Architects.....	125
54. Ilustracja 59: Elewacja zewnętrzna wykonana z recyklowanych drzwi i okien Źródło: Materiały S+PS Architects.....	126
55. Ilustracja 60. Widok elewacji od wnętrza budynku Źródło: Materiały S+PS Architects.....	126
56. Ilustracja 61:Inwentaryzacja drzwi i okien odzyskanych z rozbiórek okolicznych domów. Każda para drzwi i okno zostały poddane renowacji oraz odpowiednio zabezpieczone przed wbudowaniem w elewację. Źródło: Materiały SPS+S Studio.....	126
57. Ilustracja 62, 63. Z lewej strony: rzut i przekroje domu.....	127
58. Ilustracja 64: Bryła budynku po zakończeniu budowy.....	127
59. Ilustracja 65: Budowa ścian z kafelek dywanowych.....	128
60. Ilustracja 66, 67. Z Przekrój i rzut Domu z korka Źródło: Materiały Matthew Barnett Howland.....	129
61. Ilustracja 68. Z lewej strony u góry: mikroklimat we wnętrzu budynku w porze wegetacji roślin wspomaga wysoka roślinność zapewniająca dopływ zimnego powietrza, widok od strony wejścia. Źródło: Materiały Matthew Barnett Howland.....	130
62. Ilustracja 69. Z lewej strony u dołu: Powtarzalna bryła od strony ogrodu Źródło: Materiały Matthew Barnett Howland.....	130
63. Ilustracja 70. Z prawej strony: Obiekt charakteryzuje jednolity wygląd ściany, która składa się z jednej warstwy z bloku sprasowanego korka. Oprócz interesującego wyrazu estetycznego, nietypowy kształt wspomaga cyrkulację świeżego powietrza oraz utrzymanie optymalnej temperatury w poziomie przebywania człowieka Źródło: Materiały Matthew Barnett Howland.....	130
64. Ilustracja 71. Spojrzenie na kontekst: nowoczesny dom z korka znajduje się w okolicy zdominowanej przez historyczną zabudowę. Źródło: Materiały Matthew Barnett Howland.....	131
65. Ilustracja 72. Przekrój Domu z recyklingu. Źródło: Materiały Cityforster.....	132
66. Ilustracja 74. Z lewej strony: elewacja frontowa. Zastosowano materiały stanowiące końcówki serii np. dyle szklane z poprzednich inwestycji.....	133
67. Ilustracja 75. Z prawej strony: wbudowane materiały w większości pochodzą z odzysku, co wpływa na wyraz estetyczny obiektu; na zdjęciu widać umywalkę z odzysku. Na ścianie wykonano mozaikę z kapsli z butelek.....	133
68. Ilustracja 76. Przekrój przez budynek.....	134
69. Ilustracja 77. Elewacja frontowa.....	134
70. Ilustracja 78. Rzut założenia zlokalizowanego w dawnej winiarni.....	135
71. Ilustracja 79. Z lewej strony: Centralnie ulokowany dawny tank na wino Źródło: Materiały hotelu Dexamenes.....	136
72. Ilustracja 80. Z prawej strony: "artefakty" po dawnej funkcji hotelu stanowią świadectwo czasu oraz umożliwiają dialog z historią miejsca. Charakterystyczna estetyka "ruin" stanowi jedną z wartości obiektu. Źródło: Materiały hotelu Dexamenes.....	136
73. Ilustracja 81. Rzut inwestycji, na biało oznaczono budynki projektowane.....	137

74. Ilustracja 82. Budynek E02.....	138
75. Ilustracja 87. Z lewej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, naprawa (zszywanie) ścian ceglanych w celu uniknięcia wymiany ściany konstrukcyjnej. Źródło: Materiały Medusa Group, zdjęcie Sandra Przepiórkowska.....	139
76. Ilustracja 88. Z prawej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, budynek E05; widoczne ceglane uzupełnienia na elewacji. Źródło: Materiały Medusa Group, zdjęcie Sandra Przepiórkowska.....	139
77. Ilustracja 89. Z prawej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, ściana historyczna uzupełniona cegłą z odzysku, zachowanie historycznych tynków. Źródło: Materiały Medusa Group, zdjęcie Sandra Przepiórkowska.....	139
78. Ilustracja 85. Z lewej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, odkrywka historycznej posadzki z cegły klinkierowej w budynku E2 Źródło: Materiały Medusa Group, zdjęcie Sandra Przepiórkowska.....	139
79. Ilustracja 86. Z prawej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, cegła klinkierowa po procesie odzysku z bud. E2; następnie oczyszczona i użyta w tym samym budynku Źródło: Materiały Medusa Group, zdjęcie Sandra Przepiórkowska.....	139
80. Ilustracja 90. Z lewej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, posadzka na zagospodarowaniu terenu wykonana z odzyskanych płyt żeliwnych. Źródło: Materiały Medusa Group.....	140
81. Ilustracja 91. Z prawej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, Widok na budynek E3 z fragmentem odzyskanej posadzki na pierwszym planie Źródło: Materiały Medusa Group.....	140
82. Ilustracja 83. Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, Budynek E03.....	140
83. Ilustracja 83. Wnętrze budynku E03, widoczne naprawy muru ceglano i nowa więźba dachowa wraz z wzmocnieniami belkami Żelbetowymi.....	140
84. Ilustracja 92. Z prawej strony: Inwestycja Fuzja Łódź, 2021, Widok na budynek E3 z fragmentem odzyskanej posadzki na pierwszym planie.....	141
85. Ilustracja 94. Omawiany budynek z otoczeniem; poszanowanie kontekstu stanowiło istotną wytyczną projektową. Źródło: Materiały Angel Verdasco Arquitectos.....	142
86. Ilustracja 95. Powyżej: przekrój podłużny budynku.....	143
87. Ilustracja 96. Z lewej strony: rzut budynku.....	143
88. Ilustracja 97. Triodos bank - widok z lotu ptaka. Źródło: Materiały Materiały Rau Architect.....	144
89. Ilustracja 98. Z lewej strony: przekrój przez wieżę wodną w Castle Acre.....	145
90. Ilustracja 99. Pośrodku: bryła budynku z zewnątrz w trakcie dnia i wieczorem.....	145
91. Ilustracja 100. Z prawej strony: bryła budynku z zewnątrz w trakcie dnia i wieczorem.....	145
92. Ilustracja 101. Rzut wieży wodnej w Castle Acre.....	146
93. Ilustracja 102. Rzut założenia Resource Rows.....	147
94. Ilustracja 103. Elewacja frontowa, Resource Rows Źródło: Materiały Lendager Group.....	148
95. Ilustracja 105. Zabudowa mieszkaniowa Lisbjerg Hill - układ urbanistyczny.....	149
96. Ilustracja 106, 107. Detal połączenia słupa wykonanego z drewna klejonego z prefabrykowanym stropem drewnianym Źródło: Materiały Vandkunsten Architects.....	151
97. Ilustracja 108. Z lewej strony: "Kuchnie są wyposażone jedynie w podstawowe elementy, aby utrzymać czynsz na jak najniższym poziomie. (...) W ten sposób mieszkańcy mogą projektować przestrzeń zgodnie z własnymi potrzebami i utrzymać układ swojego domu otwarty lub zwiększyć liczbę pomieszczeń, dodając ściany." Źródło: Materiały Vandkunsten Architects.....	151
98. Ilustracja 109. Z prawej strony: Modułowa konstrukcja budynku mieszkalnego widoczna podczas procesu budowy. Źródło: Materiały Vandkunsten Architects.....	151
99. Ilustracja 110. Pochodzenie materiałów wbudowanych w szczegółowych studiach przypadku. Źródło: opracowanie własne.....	153
100. Ilustracja 111. Działania podejmowane przez projektantów w celu ułatwienia przyszłej dekonstrukcji/selektywnej rozbiórki budynków w szczegółowo przebadanych przypadkach. Źródło: opracowanie własne.....	154
101. Ilustracja 112. Materiały wbudowane w obiekt nadające się do ponownego użycia w szczegółowo badanych przypadkach.....	155
Źródło: opracowanie własne.....	155
102. Ilustracja 113. Aktywatory wdrożenia GOZ zidentyfikowane na różnych etapach procesu	

architektoniczno - budowlanego w szczegółowo badanych przypadkach. Źródło: opracowanie własne....	156
103. Ilustracja 115. Z lewej strony: Bolko Loft w Bytomiu. Dom własny P. Łukasika - adaptacja budynku lampowni dawnych Zakładów Górniczo-Hutniczych Orzeł Biały w Bytomiu przy szybie Bolko Źródło: Materiały Medusa Group.....	161
104. Ilustracja 116. Z prawej strony: Budynek biurowy na Brunnenstrasse 9 w Berlinie. Szkielet budynku został wykonany na potrzebę wcześniejszej inwestycji, jednak z powodu braku funduszy budowa nigdy nie została zakończona. We wnętrzu pozostawiono artefakty znalezione w "post-życiu" budynku, który był wykorzystywany przez osoby w kryzysie bezdomności. Źródło: Materiały Brandlhuber.....	161
105. Ilustracja 117. Poprzednia strona, z lewej strony u dołu: Dom Lucy (ang. Lucy's House) - zaprojektowany przez RURAL Studio budynek ma ściany wykonane z odpadów z fabryki wykładzin. Jedną z konsekwencji zastosowania nieszablonowego materiału jest unikalna estetyka w środku oraz na zewnątrz domu. Źródło: Materiały Rural Studio.....	162
106. Ilustracja 118. Z prawej strony: Dom urządzonej w dawnej fabryce bielizny. Antivilla pod Poczdamem w Niemczech autorstwa Arno Brandlhuber'a jest budynkiem-manifestem. Na zewnątrz domu wygląda się przez otwory okienne wykute w elewacji budynku pozostawione bez dodatkowego wykończenia. W celu uwypuklenia "ruin" (nazywanych tak przez autora) i uniknięcia konieczności obróbki otworu, stolarka okienna jest osadzona w innej płaszczyźnie - wysunięta przed lico muru po stronie wewnętrznej ściany. Źródło: Materiały Brandlhuber.....	162
107. Ilustracja 119. Z lewej strony: Dawna wieża ciśnień Castle Acre Water Tower w Norfolk w Anglii przekształcona w budynek mieszkalny. Źródło: Materiały Tonkin Liu.....	162
108. Ilustracja 120. Poprzednia strona, z prawej strony u dołu: Third Wave Kiosk z dawnego falochronu Źródło: Tony Hobba Architects.....	162
109. Ilustracja 121. Zaprojektowany przez Rural Office plac zabaw z używanych beczek Źródło: Materiały Rural Studio.....	168
110. Ilustracja 122. Floating Park w Amsterdamie Źródło: Materiały Ramon Knoester.....	168
111. Ilustracja 123. Plac zabaw ze starej turbiny wiatrowej, proj. Super Use Źródło: Materiały Rural Studio.....	169
112. Ilustracja 124. Z lewej strony: Growing Pavilion wyhodowane z grzybnii na drewnianej podkonstrukcji Źródło: https://www.dezeen.com/2019/10/29/growing-pavilion-mycelium-dutch-design-week/	174
113. Ilustracja 125. Z prawej strony: Pawilon "Hy-Fi" z cegieł z mycelium w galerii MOMA Ps2 w Nowym Jorku (wystawa czasowa). Projekt: The Living. Źródło: www.moma.org/collection/works/188561 , materiały the Living.....	174
114. Ilustracja 127. Budynek z elewacją pokrytą korkiem w Leuven w Belgii. Projekt: Officeu Architects. Źródło: https://www.dezeen.com/2022/10/01/officeu-cork-c-lad-de-sijs-co-housing-belgium/	175
115. Ilustracja 126. Montaż i obróbka ścian w technice ziemi ubijanej, Ricola Kraeuterzentrum Proj: Herzog & de Meuron.....	175
116. Ilustracja 129. Schemat ideowy projektu opierający się o zasady GOZ. Źródło: opracowanie własne..	176
117. Ilustracja 130. Zależności pomiędzy pracą badawczą (teoretyczną) a wdrożeniową (praktyczną) prowadzoną przez doktorantkę Źródło: Opracowanie własne.....	183
118. Ilustracja 131. Projektowany budynek Biurowy w Warszawie przy ul. Jana Pawła II -Upper one, wizualizacja.....	186
119. Ilustracja 132. (z lewej) Budynek Biurowy Atrium w Warszawie, znajdujący się na działce planowanego biurowca. Widoczna marmurowa okładzina elewacyjna została poddana selektywnej rozbiórce - zostanie użyta ponownie jako wykończenie przestrzeni wspólnych projektowanego wieżowca, październik 2019. Źródło: materiały Medusa Group.....	187
120. Ilustracja 133. (z prawej). Elewacja po demontażu paneli kamiennych, kwiecień 2023 Źródło: materiały STRABAG Real Estate, za: https://noizz.pl/	187
121. Ilustracja 134. Przestrzeń zaaranżowana na przyjęcie uchodźców z Ukrainy w trakcie kryzysu migracyjnego w wyniku wojny. Źródło: materiały STRABAG Real Estate, za: https://noizz.pl/	188
122. Ilustracja 135. (z prawej). Okna w budynku Atrium zostały odzyskane podczas rozbiórki, a następnie przekazane na cele odbudowy miast w Ukrainie Źródło: materiały Medusa Group.....	188

123. Ilustracja 136. Budynek biurowy w Warszawie - wizualizacja. Obiekt jest w trakcie budowy Źródło: materiały Medusa Group.....	190
124. Ilustracja 137. Rzut kondygnacji powtarzalnej budynku biurowego. Tradycyjnie zlokalizowany w centrum trzon został rozdzielony na 2 mniejsze trzony ulokowane po dwóch przeciwległych bokach prostopadłościennego budynku w celu uwolnienia planu i przystosowania go do elastycznej zmiany funkcji. Źródło: materiały Medusa Group.....	190
125. Ilustracja 138. Wizualizacja kolejnego z budynków planowanych na kampusie CD Projekt RED. Warszawa, proj. 2022 Źródło: materiały Medusa Group.....	191
126. Ilustracja 139. Pawilon na EXPO 2025 w Osace, proj. 2022 Źródło: materiały Medusa Group.....	193
127. Ilustracja 140. Rzut pawilonu na EXPO 2025 w Osace, proj. 2022 Źródło: materiały Medusa Group....	193
128. Ilustracja 141. Proces projektowania budynków cyrkularnych typu I. Źródło: opracowanie własne.....	195
129. Ilustracja 142. Proces projektowania budynków cyrkularnych typu II. Źródło: opracowanie własne....	195
130. Ilustracja 143. Proces projektowania budynków cyrkularnych typu III. W obieg zamknięty zostają wprowadzone materiały zaprojektowane do wielokrotnego użytku. Źródło: opracowanie własne.....	196
131. Ilustracja 144. Proces projektowania budynków cyrkularnych typu IV. Źródło: opracowanie własne...	197
132. Ilustracja 145. Proces projektowo-budowlany obiektów cyrkularnych. W przeciwieństwie do tradycyjnego modelu schemat zakłada kołowy obieg materii, odzysk kluczowych komponentów, utrzymanie wartości materiałów oraz przedłużenie fazy operacyjnej. Źródło: opracowanie własne...	197
133. Ilustracja 146. Regen Village - wizualizacja. Źródło: materiały EFFEKT.....	203
134. Ilustracja 146. UN 17 Village - wizualizacja Źródło: materiały Lendager Group.....	204
135. Ilustracja 148. Plansza projektu "Thermal collectives: architectural imaginaries beyond modern comfort" przedstawiająca proces pozyskania materiałów z istniejącego, poddanego rozbiórce budynku biurowego. Źródło: Materiały T. Cousina, O. Fabera, praca magisterska "Thermal Collectives: Architectural Imaginaries Beyond Modern Comfort", MIT School of Architecture and Planning, https://marchthesis.mit.edu/olivier-tim-1	205
136. Ilustracja 149. Z Lewej strony: Proponowany sposób ponownego wykorzystania materiału odzyskanego po katastrofie budowlanej jest możliwy jedynie w przypadku, kiedy do dyspozycji jest duża ilość komponentów, z których można wybrać te najbardziej odpowiednie Źródło: danielmarshall.co.uk....	206
137. Ilustracja 150. Z prawej strony: Schemat scalenia elementów odzyskanych z nową tkanką: technologią umożliwiającą scalenie jest druk 3d w dużej skali. Źródło: danielmarshall.co.uk.....	206
138. Ilustracja 151. Proces optymalizacji rozkładu komponentów odzyskanych względem połączeń drukowanych uzyskany za pomocą algorytmu zaprogramowanego na potrzeby odtworzenia istotnych elementów konstrukcyjnych obiektu (charakterystycznych łuków) Źródło: danielmarshall.co.uk.....	207
139. Ilustracja 152. Wizualizacja przedstawiająca propozycję odbudowy mostu uwzględniającą specyficzny charakter uzyskany poprzez ekspozycję recyklowanych materiałów. Źródło: danielmarshall.co.uk.....	207
140. Ilustracja 153, 154. Propozycja wykorzystania pnia i gałęzi szybko rosnącego gatunku drzew do wznoszenia konstrukcji drewnianych w duchu biomimikry poprzez charakterystyczny rodzaj cięcia drewna jest szansą na innowacyjne wykorzystanie szybko rosnących gatunków drzew do pozyskania naturalnych materiałów. Źródło: danielmarshall.co.uk.....	208
141. Ilustracja 155. Zeskanowane elementy wydobyte z placu rozbiórki. Źródło: Materiały M. Grangeot, SXL, CRLC – EPFL, www.epfl.ch/labs/sxl/research/digital-upcycling	209
142. Ilustracja 156. Zoptymalizowany układ bloków w projektowanej przegrodzie Źródło: Materiały M. Grangeot, SXL, CRLC – EPFL, www.epfl.ch/labs/sxl/research/digital-upcycling	209
143. Ilustracja 157. Skan ściany zmontowanej na podstawie zoptymalizowanego układu Źródło: Materiały M. Grangeot, SXL, CRLC – EPFL, www.epfl.ch/labs/sxl/research/digital-upcycling	209
144. Ilustracja 158. Detal wykonanej ściany. Źródło: Materiały M. Grangeot, SXL, CRLC – EPFL, www.epfl.ch/labs/sxl/research/digital-upcycling	209

9. Streszczenie

Niniejsza dysertacja pt. "Architektura wielorazowa. Dekonstrukcja, ponowne użycie i recykling materiałów jako ekologiczna alternatywa dla tradycyjnego budownictwa" dotyczy problematyki implementacji koncepcji Gospodarki Obiegu Zamkniętego (GOZ) do praktyki projektowej. Pomimo deklaracji miast, regionów i państw, wdrażaniu GOZ w dokumentach na szczeblu Unii Europejskiej i krajowym, rzeczywista transformacja modelu liniowego w cyrkularny przebiega powoli i napotyka wiele barier - szczególnie w architekturze, urbanistyce i przemyśle budowlanym.

Obserwując procesy wdrożeń GOZ w architekturze na różnym stopniu ich zaawansowania oraz uczestnicząc w procesie projektowo - budowlanym z perspektywy współautorki można wyodrębnić oddolne i odgórne inicjatywy, aktywatory i bariery. Cel pracy polega na zbadaniu zagadnienia implementacji GOZ w architekturze, wyodrębnieniu procesów jakie do niego prowadzą i próby nakreślenia możliwości jego usprawnienia.

Na pierwszym etapie przeprowadzono przekrojowe analizy tekstów źródłowych, zaczynając od podstaw teoretycznych, poprzez dokumenty międzynarodowe i krajowe oraz źródła powiązane z praktyką. Następnie wyjaśniono pojęcia, zjawiska, działania i strategie istotne w kontekście implementacji GOZ w architekturze. Przeanalizowano przypadki wdrożeń w skali makro, mezo i mikro, z uwzględnieniem projektów, w których autorka dysertacji brała udział. Zebrana wiedza i doświadczenia stworzyły solidne podstawy do opracowania wytycznych dla projektantów oraz modeli efektywnego wdrażania w procesie projektowo - budowlanym. W pracy wskazano także obiecujące projekty pilotażowe, koncepcyjne i badawcze mieszczące się w wybranym obszarze badawczym.

Przeprowadzone badania i analizy potwierdzają tezę, że koncepcja Gospodarki Obiegu Zamkniętego stanowi istotne uwarunkowanie rozwoju współczesnej architektury i urbanistyki wobec wyzwań zrównoważonego rozwoju. Niestety idea nie jest współcześnie wystarczająco wspierana poprzez inicjatywy odgórne, stosowanie jej w praktyce powoduje więc skomplikowanie natury praktycznej, technicznej i finansowej.

A dissertation titled "Reusable architecture: deconstruction, reuse, and material recycling as an ecological alternative to traditional construction" addresses the implementation of the Circular Economy (CE) concept into architectural practice. Despite declarations made by cities, regions, and countries and the incorporation of CE principles into European Union and national documents, the actual transformation from a linear to a circular model is progressing slowly and encountering numerous barriers, particularly in the fields of architecture, urban planning, and the construction industry.

Observing the processes of CE implementation in architecture at various stages of advancement and participating in the design and construction process as a co-author allows for the identification of grassroots and top-down initiatives, activators, and barriers. The aim of this work is to investigate the implementation of CE in architecture, delineate the processes that lead to it, and attempt to outline possibilities for its improvement.

In the initial stage, comprehensive analyses of source texts were conducted, starting from theoretical foundations, through international and national documents, to sources related to practical applications. Subsequently, concepts, phenomena, actions, and strategies relevant to the implementation of CE in architecture were explained. Cases of implementation at macro, meso, and micro scales were analyzed, including projects in which the dissertation author participated. The knowledge and experiences gathered provided a solid foundation for the development of guidelines for designers and models for effective implementation in the design and construction process. The work also highlights promising pilot, conceptual, and research projects within the chosen research area.

The conducted study and analyses confirm the thesis that the Circular Economy concept constitutes a significant determinant of the development of contemporary architecture and urban planning in the face of the challenges of sustainable development. Unfortunately, the idea is currently not adequately supported by top-down initiatives, making its practical, technical, and financial aspects complex when applied.