

ności i zwiększenie produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych do roku 2020 o 20%. Głównym jednak problemem w lokalnym kształtowaniu polityki przestrzennej jest niespójność przepisów dotyczących planowania przestrzennego i regulujących procesy inwestycyjne.

Dokumentom strategicznym brakuje elastyczności, czas ich powstawania wydłuża dodatkowo procedura przetargowa, legislacyjna związana z uzgadnianiem i opiniowaniem. Z uwagi na czas powstawania takich dokumentów zarządy miast (wybierane najczęściej na jedną kadencję) nie są zainteresowane tworzeniem od nowa pełnych i rozbudowanych dokumentów strategicznych. Nie zdążyłyby bowiem z nich skorzystać. Tak więc najczęściej dokumentację planistyczną aktualizuje się w oparciu o art. 32 ustawy O planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym i aby obniżyć koszty i skrócić czas potrzebny na wykonanie takich dokumentów, samorządy najczęściej dokonują w nich częściowych i wyrwykowych zmian. Większość takich zmian robionych na potrzeby pojedynczych inwestycji powoduje niespójność tych opracowań. Dość często zdarza się, że dokumenty wielokrotnie zmieniane są w rozwinięciach niezgodne z własnymi założeniami wstępnymi. Wszystko to przekłada się na efekt, że bardzo często dokumenty strategiczne, w momencie uchwalania,

już są nieaktualne i niespójne z pozostałymi dokumentami.

Taki stan planowania, w którym miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego tworzone są w oparciu o niespójne i nieaktualne dokumenty strategiczne, nie przyczynia się do porządkowania i tworzenia ładu przestrzennego, do ochrony klimatu i do poprawy warunków życia mieszkańców.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Kopietz-Unger J., „Założenia planowania przestrzennego na rzecz ochrony klimatu i oszczędności energii”, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2010 r.
- [2] Dyrektywa 2009/29/WE z 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu usprawnienia i rozszerzenia wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych
- [3] Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z 2003 nr 80, poz. 717 z późn. zm.)
- [4] Strategia rozwoju miasta Zielona Góra – Uchwała Nr XXXII/247/97 Rady Miejskiej w Zielonej Górze z 23 stycznia 1997 r.
- [5] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Zielona Góra – Uchwała Nr XXIV/256/2000, Uchwała Nr XXVIII/392/08, Uchwała Nr III/19/10 Rady Miejskiej w Zielonej Górze
- [6] Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego dla terenu Kisielińskiej Dzielnicy Mieszkaniowej, w rejonie ul. Granicznej
- [7] Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego dla terenu strefy aktywności gospodarczej w Zielonej Górze
- [8] Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego miasta Zielona Góra dla terenu Jędrzychów V część III „Zbożowa”

## Recykling materiałów budowlanych

Mgr inż. arch. Michał Golański, biuro architektoniczne Modular Studio

### 1. Wprowadzenie

Recykling – jeden z niezwykle istotnych etapów w cyklu życia materiałów, jak mało który obnaża irracjonalność i rozrzutność współczesnej gospodarki wolnorynkowego kapitalizmu przemysłowego. Istniejący model ekonomiczny ma postać linearną – energochłonne procesy produkcji, przetwarzania, korzystania i wyrzucania zużytych produktów, zależne są od dostarczania do układu nieodnawialnych surowców naturalnych oraz wytwarzania odpadów i zanieczyszczeń. Zysk generowany jest poprzez wzmoczenie konsumpcji i obrotu. Model zrównoważony oparty jest na cyklach obiegu materiału i zwracaniu go tam, gdzie są ku temu możliwości. Korzyści takiego myślenia najłatwiej zrozumieć, kiedy wzniesiemy

się ponad poziom dyskusji na temat pojedynczych przykładów budowlanego recyklingu zużytych materiałów (opon, cegieł, drewna, kruszyw). Zobaczymy wtedy pełniej implikacje dotyczące organizacji cyklu istnienia materiałów w trakcie pełnego okresu użytkowania budynku.

W przypadku materiałów budowlanych szczególnie istotne są także zagadnienia wynikające z określonej funkcji budynku i jego potencjału dla adaptacji w przypadku zmiany oryginalnego układu funkcjonalnego. Na podkreślenie zasługuje fakt, że w porównaniu z innymi produktami naszej cywilizacji, budynki, które służą zaspokajaniu niezliczonych potrzeb są znacznie trwałe i rzadziej podlegają przebudowie lub wymianie. Materiału budowlanego użytego w budynku nie sposób także oddzielić od rozwiązań budowlanych, czyli

zastosowania materiałów wspólnie w konkretnych sytuacjach. Rozwiązania detali budowlanych powinny być *trwałe* oraz z potencjałem do *zmiany*, czyli dające możliwość łatwego i ekologicznego usunięcia zużytego materiału i zastąpienia go nowym. Te dwie cechy doskonale korespondują z nawoływaniem wielu ekspertów do *dematerializacji* (użycia mniejszej ilości materiałów) oraz *rematerializacji* (użycia materiałów możliwych do zamknięcia w cykle recyklingu).

Problem z istniejącymi formami budowy charakterystycznymi dla przemysłowego kapitalizmu jest taki, że wyrażają one nieprawidłowe koncepcje *trwałości* i *zmiany*. Z jednej strony, nie tylko materiały (a przez to i budynki) nie są tak trwałe jak powinny, ale są one obracane w gruzu na długo przed momentem „śmierci użytkowej”. Potencjał zawarty w nich materiałów budowlanych jest rozpraszany i bezpowrotnie tracony. Dodatkowo wiele zmian w budynkach jest szybkich i arbitralnych. Z drugiej strony, pomimo że współczesny przemysł daje szerokie możliwości dla rozbudów, przebudów i zmian, budynki nie są wcale podatne i łatwe do zmiany. Krytycy idą nawet tak daleko, że oskarżają projektantów i wykonawców budowlanych o utrudnianie zmian i adaptacji budynków, poprzez uczynienie tego procesu kosztownym i marnotrawnym.

Prawidłowości dla budynków oraz materiałów są podobne – one także nie są zaprojektowane do łatwej adaptacji, czyli dla recyklingu i ponownego użycia. Naturalnie możemy wymienić przykłady zwracania do użytkowania materiałów takich jak stare opony i butelki PET w produkcji dywanów, wykładzin podłogowych i tapicerstwie. Działania te, pozytywne w wymiarze ideowym, mogą niestety nieść ze sobą niebezpieczeństwa dla zdrowia i środowiska naturalnego i generować np. zanieczyszczenie środowiska życia i pracy lotnymi związkami organicznymi. Wynika to z faktu, że projektując i produkując oryginalne produkty nikt nie myślał o takim zastosowaniu. Należy być gotowym na wiele kompromisów w celu znalezienia najlepszego modelu ponownego zastosowania.

W większości wypadków przykładów recykling jest faktycznie *downcyclingiem*, czyli użyciem materiałów w zdegradowanej formie. W rezultacie rozszerza się cykl życia materiału o jeden etap i na krótko odsuwa w czasie problem utylizacji i składowania w formie odpadu. W niepokojącej ilości przypadków, powierzchowne formy recyklingu używane są marketingowo przez producentów materiałów budowlanych, aby odciągnąć uwagę od innych poważniejszych antyekologicznych problemów produkcji.

Już na etapie doboru materiałów na budowę możemy zminimalizować końcową ilość odpadów poprzez staranne użycie materiałów budowlanych zawierających związki toksyczne oraz materiałów kompozytowych, które zasadniczo nie są przeznaczone do recyklingu.

Na hierarchię etapów cyklu istnienia materiału składają się:

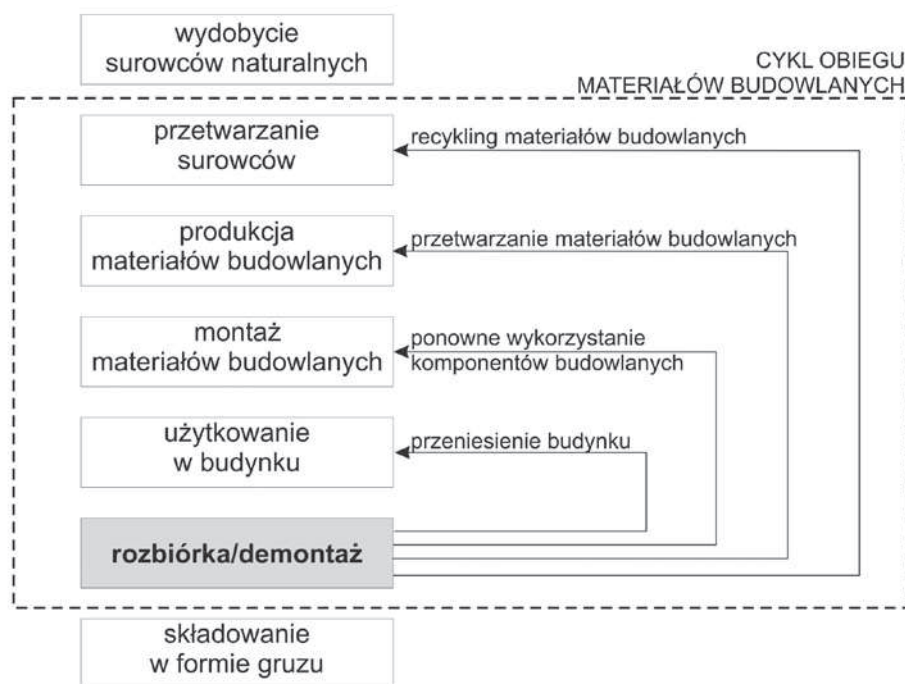
- utrzymanie i konserwacja budynku,
- odnowienie i adaptacja budynku,
- ponowne zastosowanie komponentu budowlanego,
- ponowne zastosowanie materiału budowlanego,
- recykling materiału budowlanego,
- downcycling materiału budowlanego,
- składowanie odpadów.

## 2. Utrzymanie i zmiany budynków

Kiedy myślimy o budynkach, zwykle skupiamy się na ich wpływie przestrzennym. Wielu ekspertów zwraca uwagę na fakt, że drapieżna eksploatacja tanich paliw kopalnych umożliwiła nieracjonalne i niefunkcjonalne przestrzenne rozdrobnienie środowiska zurbanizowanego. Takie marnotrawne wzory uległy dodatkowemu wzmocnieniu od czasu, gdy rewolucja informatyczna w biznesie i finansach umożliwiła działania spekulatywne w wymiarze globalnym. Efektem jest niewyobrażalne rozciągnięcie geograficzne cyklu produkcja – konsumpcja oraz ukrywanie rzeczywistych kosztów społecznych i ochrony środowiska.

Ekologiczny model ekonomiczny musi być ukierunkowany przede wszystkim na: wartość użytkową, szacunek dla ludzkich potrzeb i jakościowe bogactwo. W porównaniu z większością wyrobów przemysłowych, decydujące są fazy życia budynków. Budynki można postrzegać w kontekście zastosowanych materiałów, jednak – podobnie jak ludzkie ciało albo ekosystem – podlegają one zmianom w czasie swego funkcjonowania. Materiały budowlane mają zróżnicowaną trwałość, dlatego ich degradacja w czasie ma zasadnicze znaczenie. Zastosowane materiały muszą być wystarczająco trwałe i skutecznie zastosowane w nowej sytuacji ekonomicznej i ekologicznej. Budynek oraz tworzące go komponenty i materiały budowlane zmieniają się w różnych tempach, rozwijają się w odpowiedzi na osobne potrzeby i konteksty. Prawidłowo sporządzony projekt budowlany powinien rozważyć tego rodzaju aspekty.

Współczesna praktyka budowlana ma tendencję do nadmiernego skupiania się na zewnętrznym wyglądzie budynków kosztem możliwości adaptacyjnych obiektu oraz potrzeb użytkownika. Badania wykazały, że istnieje spora liczba budynków wykorzystywanych na sposób niezgodny z pierwotnym przeznaczeniem. Projektanci rzadko podejmują kwestie potencjalnego, nowego zastosowania budynku. Ich uwaga skupia się na zaspokojeniu pilnych, bieżących potrzeb inwestorów bez refleksji na temat zmieniających się potrzeb i możliwości adaptacji do nieprzewidzianych okoliczności. Według badań przeprowadzonych w Wielkiej Brytanii, mniej niż jeden na ośmiu architektów kiedykolwiek odwiedza



**Tabela 1.**  
Możliwe scenariusze cyklu obiegu materiałów budowlanych [7]

zaprojektowane przez siebie budynki w trakcie użytkowania. „Ocena użytkowania budynku” – to nowa dziedzina wiedzy zyskująca na popularności pomimo oporu w środowiskach projektantów. Oparta na opiniach użytkowników konkretnych budynków pozostaje niestety wciąż daleka od stania się jednym z głównych narzędzi projektowych. Tylko część zarzutów można jednak przypisać architektom. Przedkładanie wartości nowego produktu ponad produkt używany charakterystyczne jest dla nieomal każdej gałęzi przemysłu.

### 3. Użytkowanie budynku i adaptacja

Pojęcie tzw. ścierania warstw budynku (*shearing building layers*) zostało wprowadzone przez architekta F. Duffy’ego i spopularyzowane przez S. Branda w jego przetłumaczonej książce *How Buildings Learn*. Zagadnienia poruszone w książce dotyczą przede wszystkim budynków (projektowanie adaptacyjne) oraz materiałoznawstwa (projektowanie do *recyklingu*, a projektowanie do *rozbiórki*).

Podział elementów budynku na warstwy zależny jest od trwałości komponentów budynku i częstotliwości ich zmian/konserwacji:

- warunki gruntowe na działce budowlanej pozostają niezmiennie najdłużej;
- konstrukcja budynku może przetrwać w zależności od budynku od 3 do 300 (zazwyczaj 50) lat;
- obudowa budynku – około 20 lat;
- instalacje w budynku – zwykle od 7 do 15 lat;
- podział pomieszczeń ulega zmianie co około 3–30 lat;
- wyposażenie (meble, urządzenia i inne rzeczy

codziennego użytku mogą zmieniać swój układ funkcjonalny i być często zastępowane w skali miesięcy). Zasada ta może mieć zastosowanie do rozróżnienia elementów na różnych poziomach, które w zależności od funkcji budynku, mogą wymagać częstszych konserwacji lub wymiany: na przykład elementy powłoki budynku, która siłą rzeczy jest bardziej narażona na czynniki atmosferyczne, lub elementy konstrukcji, które są bardziej narażone na zmiany w przypadkach przebudowy i rozbudowy.

Długość użytkowania, szczególnie w budynkach komercyjnych, może na przykład zależeć od technologii rozwiązania wewnętrznych instalacji. Niemożność przebudowy przestarzałych elementów czyni wybudowanie obiektu od nowa tańszym i łatwiejszym. Dobrze sporządzony projekt powinien brać pod uwagę, jak wolniej i szybciej zmieniające się elementy budynku wpływają na siebie nawzajem. Najczęściej stałe lub wolniej zmieniające się części (działka budowlana i konstrukcja) ograniczają te szybsze (obudowa, instalacje). Jednak, szczególnie w przypadkach szybkich i radykalnych zmian, warstwy szybsze (np. nowe urządzenia elektroniczne w biurze) mogą mieć niebagatelny wpływ na wolniejsze elementy (np. instalacje techniczne lub nawet konstrukcję). Wspomniane warstwy budynku oraz wielowymiarowość zagadnienia dotyczy wszystkich aspektów związanych z projektowaniem, zwłaszcza doboru materiałów.

Dla przykładu w opinii ekspertów żelbetowa niepodpiwniczona płyta fundamentowa, z instalacjami poprowadzonymi w betonie, poprzez niemożność jej przebudowy jest nieracjonalna. Drewnopochodne

materiały budowlane z uwagi na korozję biologiczną także nie są polecane. Wyjątkiem jest szkieletowa konstrukcja ramowa, której drewniane elementy są masywne i odsonięte (przez to znakomicie wentylowane), a także oddzielone od instalacji sanitarnych. Drewno nie jest polecane na pokrycie dachowe, ale już drewniany siding jest zdecydowanie lepszym rozwiązaniem niż winylowy. Fizyczne właściwości powodują, że drewno oddycha i reaguje – sygnalizuje w oczywisty sposób problemy i jest łatwe do wymiany.

Pojęcie ścierania warstw budynku ma także swój wymiar społeczny. Prawdziwie adaptacyjny projekt budynku nie tylko kładzie nacisk na funkcjonalność budynku i zaspokojenie potrzeb użytkowników budynku. Z uwagi na fakt, że potrzeby na przestrzeni długiego okresu użytkowania obiektu są nie do przewidzenia, projekt pozostawia użytkownikom możliwość przekonfigurowania kształtu budynku według ich zmienionych potrzeb. To zupełnie inne podejście od głównego nurtu projektowania mającego swe odbicie na kolorowych stronach magazynów budowlanych i architektonicznych. Projektowanie *mainstreamowe* proponuje najczęściej tanią strukturę funkcjonalną i ekstrawaganckie wykończenia. Nawet Frank Lloyd Wright pomimo wieloletniego wspierania założeń tzw. architektury organicznej, swoje budynki projektował jak muzea – bez możliwości dostosowania ich do potrzeb nowego użytkownika. Projekt adaptacyjny jest odwrotnością takiego myślenia i proponuje znacznie trwalsze (poprzez swoją elastyczność) struktury z niedrogim wykończeniem. Dzięki temu na przestrzeni kilkudziesięciu lat użytkowania użytkownicy mają optymalny zakres do ewentualnego przekształcenia budynku. Coraz częściej słyszymy, że modernistyczna maksyma „forma podąża za funkcją” obróciła się w farsę, gdyż architekci i deweloperzy nigdy nie byli naprawdę zainteresowani zmieniającymi się potrzebami użytkowników budynku. Natomiast „zieloni projektanci” poprzez wdrażanie hasła „forma podąża za zmieniającą się funkcją”, jako kluczowej zasady dla zdrowego, ekologicznego projektowania podkreślają znaczenie zdolności adaptacyjnych swoich projektów.

#### 4. Projektowanie dla recyklingu, ponownego wykorzystywania i demontażu

Koncepcja ścierania warstw budynku, jak wspomniano wyżej, ma duże znaczenie dla architektów zarówno w projektowaniu, jak i wyborze materiałów budowlanych. Ma jednak równie daleko idące implikacje w projektowaniu technologii budowlanych oraz produktów dla budownictwa. Może też sprawić, że praca architektów i innych branż budowlanych na rzecz recyklingu stanie się znacznie łatwiejsza.

Ścieranie warstw budynku ma również implikacje dla rozbiórki i recyklingu po zakończeniu użytkowania, jednak podstawowe rozwiązania muszą być realizowane dużo wcześniej, czyli w fazie projektowania, produkcji i budowy. W tej fazie, eksperci odróżniają projektowanie na potrzeby rozbiórki/demontażu i w konsekwencji ponownego zastosowania (odnosi się to głównie do komponentów budowlanych) oraz projektowania do recyklingu, które obejmuje oddzielne materiały.

Sześć „ścierających się warstw budynku” jest wygodnym narzędziem dla konceptualizacji, jednak budynki, elementy budowlane i same materiały można podzielić na dowolną liczbę często uzupełniających się sposobów, w zależności od rodzaju budynku, lokalizacji w konkretnej strefie klimatycznej, specyficznego kształtu itp.

Eksperti sugerują, że warto rozważyć budynki w trzech kategoriach: technologii budowlanej, komponentów budowlanych (prefabrykatów, kompozytów) oraz materiałów budowlanych. Główne założenia, to jak najmniej przetwarzać materiały i jak najwięcej z nich odzyskać.

Scenariusze dla „końca życia” i technicznej śmierci materiału mogą być również badane pod kątem:

- adaptacji w nowej strukturze budynku;
- ponownego wykorzystywania komponentów budowlanych po demontażu;
- ponownego wykorzystywania materiałów budowlanych;
- recyklingu materiałów budowlanych do produkcji nowych materiałów i komponentów.

W przypadku materiałów budowlanych eksperci wyróżniają trzy możliwe strategie:

- projektowanie do rozbiórki/demontażu;
- projektowanie w celu adaptacji budynku;
- projektowanie do recyklingu.

Priorytetem jest minimalizacja konieczności przetwarzania, zawarta w trzech podstawowych zasadach:

1. Rozdzielenie warstw według zagadnień koncepcji ścierania warstw budynku.
2. Możliwość demontażu w każdej warstwie: możliwość wzmocnienia lub łatwego zastąpienia sekcji, które mają tendencję do szybszej degradacji.
3. Wykorzystanie standardowych komponentów z jednolitych materiałów i średnio przetworzonych materiałów.

Materiały kompozytowe wykonane z różnych materiałów wielowarstwowo nie są racjonalne, ponieważ ich poszczególne elementy mają różne tempo zużycia się. Trwałość najstabszego materiału decyduje o śmierci technicznej elementu. Zużyte materiały takiego komponentu są też trudne do oddzielenia, także w przypadku, kiedy w procesie *recyklingu*, zostanie on po prostu rozdrobniony i wymieszany. Otrzymujemy wówczas materiał zdecydowanie gorszej jakości (downcycling).

## 5. Wyzwania dla zamknięcia cyklu obiegu materiałów budowlanych

Wysiłki na drodze do budowy ekologicznej i wydajnej gospodarki niosą ze sobą szereg dylematów i paradoksów. Pomimo rozrzutności obecnego modelu gospodarczego generującego zbędne koszty społeczne i środowiskowe, poprawa sytuacji nie jest trudna. Za każdym kosztem ponoszonym na poprawę stanu rzeczy idą nowe możliwości, oszczędności i zwroty w postaci nakładów nie poniesionych w przyszłości. Dodatkowo wiele z takich rozwiązań jest całkowicie darmowych. Z drugiej strony, nieomal cały system przemysłowy polega na rabunkowej eksploatacji surowców i generowania odpadów. Droga do podstawowych reform strukturalnych nie jest zawsze prosta, zwłaszcza w obliczu ogromnej inercji wynikającej z konfliktu interesów i upartego oporu potężnego lobby budowlanego.

Jest to szczególnie ważne dla tych architektów, inżynierów budownictwa i wykonawców, którzy poprzez swoją pracę chcą „wybierać dobro, a nie tylko mniejsze zło” w dziedzinie specyfikacji materiałów budowlanych. Architekci i inżynierowie chcący projektować ekologicznie korzystają obecnie z dość ograniczonej palety materiałów. Wraz z rozwojem mniej toksycznych i energochłonnych materiałów oraz poprzez rozpowszechnienie projektowania do rozbiórki/demontażu paleta ta się rozszerzy. Projektanci dokonują trudnych wyborów kształtujących środowisko życia i pracy oraz przestrzeń dla rozwoju społeczności na przestrzeni kilkudziesięciu lat. Nie ma w praktyce prostych odpowiedzi, gdyż zbyt wiele zależy od kontekstu materiałów: drewna, cegły, betonu, metali oraz tworzyw sztucznych. Każdy z nich ma swoje właściwe obszary budynku, gdzie można go stosować. Tak samo w obecnej praktyce budowlanej – stosowany jest także na sposób zdecydowanie odmienne.

**Drewno.** Nieszczęściem dla drewna jest fakt, że znajduje ono niewłaściwe zastosowanie (np. do produkcji papieru, pokryć dachowych). Utrudnia to lub wyklucza ponowne wykorzystanie lub recykling. Jednak, drewno jest znakomitym materiałem w projektowaniu do rozbiórki/demontażu, ponieważ daje szerokie pole możliwości zarówno do ponownego wykorzystania, jak i recyklingu. „Naturalne” materiały mogą być łatwo ze sobą łączone za pomocą śrub, kątowników, blach z kołcami, itp.

Drewno jest kluczowym materiałem budowlanym w projektowaniu mającym ułatwić rozbiórkę/demontaż i ponowne wprowadzenie materiału lub wyrobu na rynek. W rzeczywistości nieomal wszystkie materiały wyprodukowane z drewna, zwłaszcza w budynkach mieszkaniowych można zdemontować. Drewno, może stanowić 30–90% odzyskanych materiałów.

Przeciętny dom w Ameryce Północnej jest zazwyczaj zrównywany z ziemią, a większość jego elementów sprzedawana jako gruz po cenach dumpingowych. Powstanie nowych podsektorów przemysłowych, których wszechstronne wykorzystanie pozostałości drewna (np. do produkcji ścian trójwarstwowych lub kompozytów drewno-polimerowych) w połączeniu z zapotrzebowaniem na wysokiej jakości produkty budowlane produkowane z materiałów odnawialnych, rozszerzyło rynki zbytu drewna. Jak już wspomniano, korzyści płynące z zastosowania odpadów drzewnych do prefabrykowanych trójwarstwowych kompozytów ściennych lub połączenia odpadów drewna z tworzywami sztucznymi do produkcji materiałów wykończeniowych, nie są jednoznacznie pozytywne. W przypadku polimerów, toksycznych klejów i impregnatów często jest to opóźnienie problemu gospodarowania odpadami o jeden krótki cykl życia. Stosowanie możliwie najmniej przetworzonego drewna na zasadzie oddzielonych elementów i zachęta do ich wielokrotnego użycia, może być lepszą strategią dla zamknięcia cyklu materiału.

Więcej uwagi należy poświęcić sposobom ponownego użycia materiałów, możliwościom dla recyklingu lub nawet *upcyclingu* (podnoszenia wartości przetwarzanego materiału). Jesteśmy często omamieni na skutek marketingowych sztuczek producentów materiałów budowlanych; to co rozumiemy pod hasłem recykling często oznacza w rzeczywistości *downcycling* – wykorzystywanie materiałów w bardziej zdegradowanej formie, prawdopodobnie bez możliwości dalszego recyklingu.

Priorytetem strategicznym jest odzyskiwanie i ponowne użycie. Badania amerykańskie wykazują, że poziom odzyskiwania drewna jest wprost proporcjonalny do wielkości przekrojów. Duże krawędziaki są częściej odzyskiwane, natomiast małowymiarowe elementy drewniane rzadko udaje się ocalić od gruzowania. Sugeruje to, że projektanci konstrukcji powinni większą uwagę skierować na szkielet drewniany lub technologię słupowo-belkową oraz musimy znaleźć lepsze sposoby ponownego użycia mniejszych profili drewnianych. Przystarzałe przepisy budowlane muszą być poddawane przeglądowi, należy opracować odpowiednie formy klasyfikacji zachęcające do ponownego użycia drewna, zwłaszcza drewna konstrukcyjnego. Kolejnym strategicznym priorytetem może być zastąpienie drewna przez inne naturalne materiały – glinę, ubitą ziemię, kostki słomiane itd., występują one w wielkiej obfitości i mogą być łatwo poddane recyklingowi. Współczesna praktyka budowlana oferuje całą gamę tradycyjnych metod budowlanych rozwiniętych dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii budowlanych.

**Beton.** Stosowanie betonu na budowie jest generalnie krytykowane, ale tylko z uwagi na nadużywanie tej technologii we współczesnym budownictwie.

Beton ma uzasadnienie wtedy, gdy:

1. istnieją racjonalne przesłanki dla zastosowania;
2. zastosujemy niską zawartość cementu portlandzkiego;
3. gotowy wyrób budowlany będzie mógł zostać ponownie zastosowany.

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

**Cegła.** Cegła może i powinna być zwracana do użycia po rozbiórce. Lepsze odzyskiwanie materiału zależy od oddzielenia różnych rodzajów cegieł w trakcie rozbiórki i stosowania zapraw, które ułatwiają demontaż. Największym kosztem ponownego wykorzystania cegły jest jej oczyszczenie. Obecnie cegły rozbiórkowe są najczęściej wymieszane i dodatkowo połączone zaprawą cementową, która jest zbyt twarda do wielokrotnego użytku. Farby na bazie ołowiu, podobnie jak w przypadku drewna, mogą być problemem w przypadku starszych cegieł.

**Stal.** Stal jest szczególnym materiałem z uwagi na możliwość budowania z niej komponentów o dużych rozpiętościach przy dużo mniejszym zużyciu materiału niż np. żelbeton. Stalowe słupy, belki i dźwigary mają zatem duży potencjał przy projektowaniu do demontażu. Niestety, bardzo rzadko się z tej możliwości korzysta. Stal można także względnie łatwo poddać recyklingowi poprzez proces termiczny. Na chwilę obecną udaje się nawet odzyskać dla recyklingu około 40% stali z rozbiórek. Mimo poprawy w ciągu procesów łoczenia w produkcji stali, recykling jest w dalszym ciągu energochłonny, przede wszystkim na etapie transportu i przetwarzania.

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

To krótkie omówienie dotyczy tylko niewielką część aspektów recyklingu materiałów budowlanych. Jak już wspomniano we wstępie artykułu, istnieje wiele gospodarczych i infrastrukturalnych przeszkód utrudniających zarówno recyklingu, jak i ponowne wykorzystanie komponentów i materiałów budowlanych. Nie bez znaczenia są także uwarunkowania współczesnego stylu życia, przekornie nazywanego kulturą wyrzucania (*throw-away culture*). Badania w Wielkiej Brytanii wykazały, że wiele materiałów budowlanych jest gruzowanych na długo przed wyczerpaniem potencjału użytkowego, a tylko 25% materiałów jest zastępowana z powodu uzasadnionej konserwacji budynków. Oznacza to, że większość remontów i przebudów jest podejmowanych jest ze względu na styl lub funkcję i nie ma to nic wspólnego ze zużyciem materiałów. Niemniej jednak, nawet zanim wprowadzone zostaną nowe formy prawne (np. rozszerzenie odpowiedzialności producenta materiałów budowlanych) i upowszechni się projektowanie na potrzeby recyklingu i demontażu, perspektywy recyklingu i ponownego użycia komponentów budowlanych są ogromne. Istotny jest rozwój alternatywnych rozwiązań realizowanych w ramach istniejącego modelu gospodarki. Rozwijający się ruch tzw. zielonego budownictwa znajdujący swój wyraz w certyfikacjach budynków (LEED, BREAM) itp. powinien wywierać presję na rynek budowlany i rząd o wsparcie infrastrukturalne. Z drugiej strony, niezbędne są też oddolne, pionierskie działania oferujące przykłady dobrych praktyk. Zamknięcie pętli produkcji i konsumpcji wiązać będzie się ze wzmocnieniem rynku lokalnego. Uniezależnienie się od pośredników i niepotrzebnego przetwarzania materiałów, uczyni proces budowlany bardziej logicznym i naturalnym.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Runkiewicz L., Wykonywanie obiektów budowlanych zgodnie z zasadami rozwoju zrównoważonego, ITB 2010
- [2] Górzyński J., Obciążenia środowiska w produkcji wyrobów budowlanych. Prace naukowe ITB, Warszawa 2004
- [3] Anink D., Boonstra C., Mak J., Handbook of Sustainable Building, An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction and Refurbishment, London 1996.
- [4] Woolley T., Kimmins S., Harrison P., Harrison R., Green Building Handbook, Green Building Digest 1997
- [5] Berge B., The Ecology of Building Materials, Oxford Architectural Press 2001
- [6] Górzyński J., Obciążenia środowiska w produkcji wyrobów budowlanych. Prace naukowe ITB, Warszawa 2004
- [7] Crowther P., Developing an Inclusive Model for Design for Deconstruction. University of Florida 2001
- [8] Cole, R. J. and Kernan P. C. (1996), Life-Cycle Energy Use in Office Buildings, Building and Environment, Vol. 31, No. 4
- [9] Sarté B., Sustainable Infrastructure The Guide to Green Engineering and Design, Oxford
- [10] Brand S., How Buildings Learn, Viking Penguin, New York 1994