

**POLITECHNIKA WROCŁAWSKA**  
**Wydział Architektury**

**Maciej Skowroński**

**REKONSUMPCJA MATERIAŁOWA  
W ARCHITEKTURZE**

**Praca doktorska**

**Promotor: prof. dr hab. Jerzy Charytonowicz**

**KATEDRA ARCHITEKTURY MIESZKANIOWEJ, PRZEMYSŁOWEJ, WNĘTRZ,  
RURALISTYKI, KRAJOBRAZU, SZTUK WIZUALNYCH  
I SYSTEMÓW KONSTRUKCYJNYCH**

**Wrocław 2015**

MOTTO:  
*...Dla istoty rozumnej tym samym jest działanie zgodnie z naturą,  
co działanie zgodnie z rozumem...*

Marek Aureliusz Antoniusz

## Spis treści

### **Rozdział 1. Wprowadzenie w problematykę pracy.....8**

1.1	Uzasadnienie podjęcia tematu.....	8
1.2	Wpływ współczesnej gospodarki na środowisko .....	9
1.2.1	Wykorzystanie zasobów.....	9
1.2.2	Wytwarzanie odpadów.....	15
1.2.3	Oddziaływanie sektora budowlanego na środowisko.....	20
1.3	Przyjęta teza pracy.....	26
1.4	Cel naukowy pracy.....	27
1.5	Przedmiot i zakres pracy.....	28
1.6	Założenia wyjściowe i metoda badań.....	29
1.6.1	Założenia wyjściowe.....	29
1.6.2	Metody badawcze.....	29
1.7	Wyjaśnienie kluczowych pojęć.....	31

### **Rozdział 2. Aktualny stan badań nad przedmiotową problematyką.....34**

2.1	Współczesne strategie na rzecz obniżenia stopnia degradacji środowiska naturalnego.....	34
2.1.1	Zastosowanie idei zrównoważonego rozwoju.....	34
2.1.2	"Rozłączenie" wzrostu gospodarczego od procesu degradacji środowiska.....	36
2.1.3	Zasada 4 x R – redukcja, rekonsumpcja, recykling, reorientacja poglądów.....	38
2.1.4	Analiza cyklu życiowego materiałów.....	38
2.2	Rozwiązania uwzględniające aspekt ekologiczny w architekturze.....	40
2.3	Niskobudżetowe formy architektury ekologicznej.....	45
2.3.1	Architektura wernakularna typu „low – tech”.....	46
2.3.2	Wielokrotne użycie materiałów.....	47
2.3.3	Tymczasowe obiekty architektury socjalnej.....	51
2.4	Aspekty eko – ergonomiczne wtórnego procesu wykorzystywania materiałów.....	53
2.5	Wnioski.....	56

### **Rozdział 3. Przegląd dotychczasowych realizacji.....58**

3.1	Geneza rekonsupcji w architekturze.....	58
3.1.1	Slumsy i squaty - środowisko mieszkalne ubogich grup społecznych.....	60
3.1.2	Architektura protestu społecznego.....	62
3.1.3	Demonstracja artystyczna.....	64
3.2	Możliwości twórcze kształtowania obiektów z materiałów wtórnych.....	66
3.2.1	Domy z butelek.....	66
3.2.2	Łączenie odmiennych dziedzin produkcji.....	68
3.2.3	Domy z opon.....	70
3.2.4	Obiekty wznoszone z części złomowanych samolotów.....	71
3.2.5	Transformacja kontenerów transportowych.....	73
3.2.6	Rekonsupcja wielkiej płyty.....	78
3.2.7	Budynki z materiałów z recyklingu.....	81
3.3	Formy rekonsupcji materiałowej w architekturze.....	83
3.4	Nurt ekspresyjny i konwencjonalny.....	85
3.5	Przyczyny stosowania idei rekonsupcji materiałowej w architekturze.....	87
3.5.1	Korzyści dla środowiska przyrodniczego.....	87
3.5.2	Korzyści dla realizacji przedsięwzięcia budowlanego.....	88
3.5.3	Promocja zespołu projektowego i inwestora.....	91
3.6	Wnioski.....	91

### **Rozdział 4. Techniczne możliwości wtórnego stosowania materiałów.....93**

4.1	Materiały wtórne w realizacji obiektów budowlanych.....	93
4.1.1	Tworzywa sztuczne.....	93
4.1.2	Beton.....	95
4.1.3	Metale.....	100
4.1.4	Drewno.....	103
4.1.5	Elementy murowane.....	105
4.1.6	Szkło.....	106
4.1.7	Podłoże gruntowe.....	109
4.2	Fundamenty, ściany oporowe i systemy wzmocnienia nasypów.....	110
4.2.1	Posadowienie obiektu na terenie uprzednio zabudowanym.....	111

4.2.2	Wtórne wykorzystanie fundamentów w pierwotnej lokalizacji.....	113
4.2.3	Wtórne wykorzystanie fundamentów w nowej lokalizacji.....	123
4.2.4	Materiały z recyklingu.....	125
4.3	Elementy konstrukcji nośnej budynków.....	125
4.3.1	Ekspertyza techniczna.....	126
4.3.2	Drewniane elementy konstrukcyjne.....	127
4.3.3	Murowane elementy konstrukcyjne.....	132
4.3.4	Metalowe elementy konstrukcyjne.....	135
4.3.5	Żelbetowe elementy konstrukcyjne.....	138
4.3.6	Przeniesienie budynku.....	143
4.4	Okładziny przegród osłonowych.....	147
4.4.1	Ściany osłonowe.....	149
4.4.2	Pokrycie dachów.....	153
4.5	Wtórne użycie nośnych ścian osłonowych jako przykład adaptacji architektonicznej.....	157
4.5.1	Tymczasowe konstrukcje wzmacniające.....	160
4.5.2	Komfort i bezpieczeństwo użytkownika.....	162
4.6	Wnioski.....	165
<b>Rozdział 5. Badanie kosztu budowy obiektu modelowego.....</b>		<b>170</b>
5.1	Analiza ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia.....	170
5.2	Przedmiot badania i charakterystyka obiektu modelowego.....	173
5.2.1	Przedmiot badania.....	173
5.2.2	Charakterystyka obiektu modelowego nr 1 (budynek istniejący).....	174
5.2.3	Charakterystyka obiektu modelowego nr 2 (budynek docelowy).....	176
5.3	Porównanie kosztów budowy obiektu modelowego.....	177
5.3.1	Wariant nr 1: Realizacja obiektu modelowego nr 2 na działce niezabudowanej.....	177
5.3.2	Wariant nr 2: Realizacja obiektu modelowego nr 2 na działce zabudowanej.....	179

5.4	Wnioski.....	183
5.4.1	Wariant nr 1: Realizacja obiektu modelowego nr 2 na działce niezabudowanej.....	183
5.4.2	Wariant nr 2: Realizacja obiektu modelowego nr 2 na działce zabudowanej.....	184

## **Rozdział 6. Aplikacja proponowanej koncepcji w warunkach krajowych.....187**

6.1	Rekonsumpcja materiałowa w architekturze w świetle obowiązujących przepisów.....	187
6.1.1	Wtórne stosowanie materiałów budowlanych.....	187
6.1.2	Deklaracje środowiskowe.....	192
6.2	Proces inwestycyjny z wykorzystaniem materiałów z odzysku.....	194
6.3	Sposoby popularyzacji rekonsumpcji w architekturze .....	197
6.3.1	Edukacja ekologiczna.....	197
6.3.2	Systemy certyfikacji budowli.....	199
6.3.3	Składy wtórnych materiałów budowlanych.....	201
6.3.4	Projektowanie dla rekonsumpcji.....	203
6.4	Autorskie działania wdrożeniowe – portal <i>ArchiRecykling</i> .....	203
6.4.1	Opis merytoryczny przedsięwzięcia.....	204
6.4.2	Oczekiwane rezultaty wdrożenia usługi.....	205
6.5	Wnioski.....	206

## **Podsumowanie pracy.....207**

Spis rysunków.....	209
Spis tabel.....	211
Spis fotografii.....	213
Bibliografia.....	214

## **Aneks do pracy doktorskiej**

<b>Zał. 1. –</b>	Klasyfikacja odpadów.....	4
	/do rozdziału 1/	
<b>Zał. 2. –</b>	Finansowanie wydatków proekologicznych w Polsce.....	7
	/do rozdziału 1/	
<b>Zał. 3. –</b>	Rozpoznane, światowe zasoby ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla .....	9
	/do rozdziału 1/	
<b>Zał. 4. –</b>	Tempo przyrostu ludności świata.....	11
	/do rozdziału 1/	
<b>Zał. 5. –</b>	Porównanie właściwości betonów polimerowo – cementowych, impregnowanych polimerem, żywicznych i zwykłych.....	12
	/do rozdziału 4/	
<b>Zał. 6. –</b>	Projekt obiektu modelowego nr 1. Budynek do rozbiórki / remontu.....	13
	/do rozdziału 5/	
<b>Zał. 7. –</b>	Projekt obiektu modelowego nr 2. Budynek docelowy.....	19
	/do rozdziału 5/	
<b>Zał. 8. –</b>	Szacunkowa wycena robót.....	25
	/do rozdziału 5/	
<b>Zał. 9. –</b>	Rozbudowa zakładu produkcyjnego w Złotoryi.....	71
	/do rozdziału 5/	
<b>Zał. 10. –</b>	Interpretacja Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego w sprawie dopuszczenia do obrotu elementów budowlanych z odzysku.....	73
	/do rozdziału 6/	
<b>Zał. 11. –</b>	Szczegóły dotyczące realizacji projektu “ArchiRecykling” .....	77
	/do rozdziału 6/	

# 1

## ■ WPROWADZENIE W PROBLEMATYKĘ PRACY

### 1.1 UZASADNIENIE PODJĘCIA TEMATU

Przełom XX i XXI wieku to okres, w którym degradacja środowiska przyrodniczego stała się procesem dalece zaawansowanym. Wynika to głównie z osiągnięć i mechanizmów towarzyszących rewolucji przemysłowej, mającej miejsce w drugiej połowie minionego stulecia. Zapoczątkowała ona dynamiczny rozwój przemysłowy oraz masową produkcję fabryczną, która trwa nieprzerwanie aż do dzisiaj. Propagowane w drugiej połowie XX w. wzorce miały na celu jak najszybszą, jak najtańszą produkcję oraz sprzedaż gotowych wyrobów na masową skalę. Przedsiębiorcy ukierunkowani byli głównie na zysk. To w znacznej mierze determinowało sposób projektowania, proces powstawania i brak możliwości utylizacji większości wyrobów. Nieodłącznym elementem procesu produkcyjnego było postępujące, nieprzerwanie do dnia dzisiejszego, rabunkowe pobieranie surowców, przetwarzanie ich na wielką skalę, nie bacząc na wysokie zużycie energii i zanieczyszczenie środowiska. Na różnych etapach **cyklu życiowego** (ang. *life cycle*) materiałów powstawało, za ich sprawą, daleko idące skażenie przyrody oraz duża ilość odpadów, które coraz częściej uznaje się za jeden z największych problemów cywilizacyjnych. Długotrwale utrzymujący się, wysoki poziom eksploatacji doprowadził do tego, że na wielu obszarach globu została przekroczona ekologiczna bariera odporności środowiska. Nastąpił wyraźny stopień degradacji podstawowych jego elementów, tj.: wód, powietrza, gleby i lasów. Niekorzystne zmiany w środowisku przyrodniczym najbardziej uwidaczniają się na obszarach o dużej koncentracji przemysłu i ludności, gdzie w najszybszym tempie wzrasta zanieczyszczenie oraz liczba powstających odpadów komunalnych i przemysłowych. Ujemne skutki działalności człowieka polegają na rabunkowej eksploatacji bogactw mineralnych, na zanieczyszczaniu i skażeniu środowiska, czyli wprowadzaniu do niego substancji obcych (będących wytworem działalności np. przemysłowej) lub elementów naturalnych, w stopniu znacznie przekraczającym możliwości akumulacyjne przyrody. Początkowo problemy te nie były dostrzegane. Potrzeba było dziesięcioleci, by przekonać się o ujemnych skutkach przewrotu przemysłowego i skali ich oddziaływania na środowisko. Prawdę mówiąc, dopiero w ostatnich trzech dekadach wyraźnie uwidocznił się negatywny wpływ ekspansji przemysłowej na środowisko naturalne.

Ekologiczne aspekty produkcji, eksploatacji i utylizacji były do niedawna pomijane w jakichkolwiek zestawieniach i opracowaniach. Taki stan świadomości społecznej pozbawiony był zupełnie logiki obiegu przyrodniczego. Do dnia dzisiejszego zamknięcie w odpowiednią całość cyklu życiowego poszczególnych produktów, stwarza wielu producentom nie lada trudności. Często problem ten, a raczej konieczność znalezienia jego rozwiązania, są ciągle niedostrzegane. Ciągle i być może celowo, ponieważ wypracowywanie nowych, ekologicznych mechanizmów nie zawsze gwarantuje wzrost zysku ze sprzedaży. W chwili obecnej, nad wyraz często, jedynym czynnikiem determinującym jakiekolwiek podwyższenie standardów ekologicznych w procesie produkcyjnym są dyrektywy narzucane odgórnie, na drodze legislacyjnej.



Problem nadmiernej degradacji środowiska zyskuje na znaczeniu także w architekturze, która jak podają statystyki przedstawione w dalszej części pracy, hojnie przyczynia się do narastania zjawiska. Architektura, jako sztuka kształtowania przestrzeni, w głównej mierze zajmuje się przekształcaniem i kompilowaniem szerokiej gamy materiałów, komponentów lub produktów, przy okazji prowadząc do powstawania znacznych ilości odpadów budowlanych<sup>1</sup>. Taki stan rzeczy skłania do poszukiwania nowatorskich rozwiązań w budownictwie, współczesnych form architektury energooszczędnej, **eko – architektury** (ang. *green architecture*) przyjaznej środowisku naturalnemu. Aktualne trendy w architekturze coraz szerzej uwzględniają aspekty ekologiczne. Zagadnienia związane z ochroną środowiska i rosnące znaczenie stosowania rozwiązań ekologicznych zdają się obecnie wywierać coraz większą presję na projektantów i inwestorów. Można przypuszczać, że w najbliższych latach staną się one istotną determinantą decydującą o wyborze wykonawców prac projektowych i budowlanych, jak i proponowanych rozwiązań technologicznych, zarówno ze względu na panujące trendy designerskie, jak i możliwość uzyskania rządowego dofinansowania dla realizowanego przedsięwzięcia<sup>2</sup>. James Wines, autor książki pt. *Green Architecture*, w taki sposób określa wyzwania stojące obecnie przed architekturą: „...*Nieodpowiedzialne marnotrawstwo związane z technologią budowy, ogrzewania i chłodzenia to tylko początek szkód ze strony architektury wobec zasobów środowiska naturalnego. Opinii publicznej architektura kojarzy się z agresją wobec Ziemi – drążeniem tuneli, betonowaniem mokradeł, dewastacją gleby. Architektura krytykowana jest jako winowajca i przeciwnik przyrody. Ale ta krytyka może przecież przynieść pozytywny skutek. Architektura może zająć się rozwiązywaniem problemów środowiska naturalnego i wizualizacją rezultatów. Może stać się największym rzecznikiem ekocentryzmu...*” [185].

Obecny stopień przekształcania zasobów naturalnych oraz przestrzeni środowiska przyrodniczego najłatwiej jest zobrazować, analizując dane statystyczne, z zakresu energo – i materiałochłonności gospodarki światowej i europejskiej.

## 1.2 WPŁYW WSPÓŁCZESNEJ GOSPODARKI NA ŚRODOWISKO

### 1.2.1 WYKORZYSTANIE ZASOBÓW

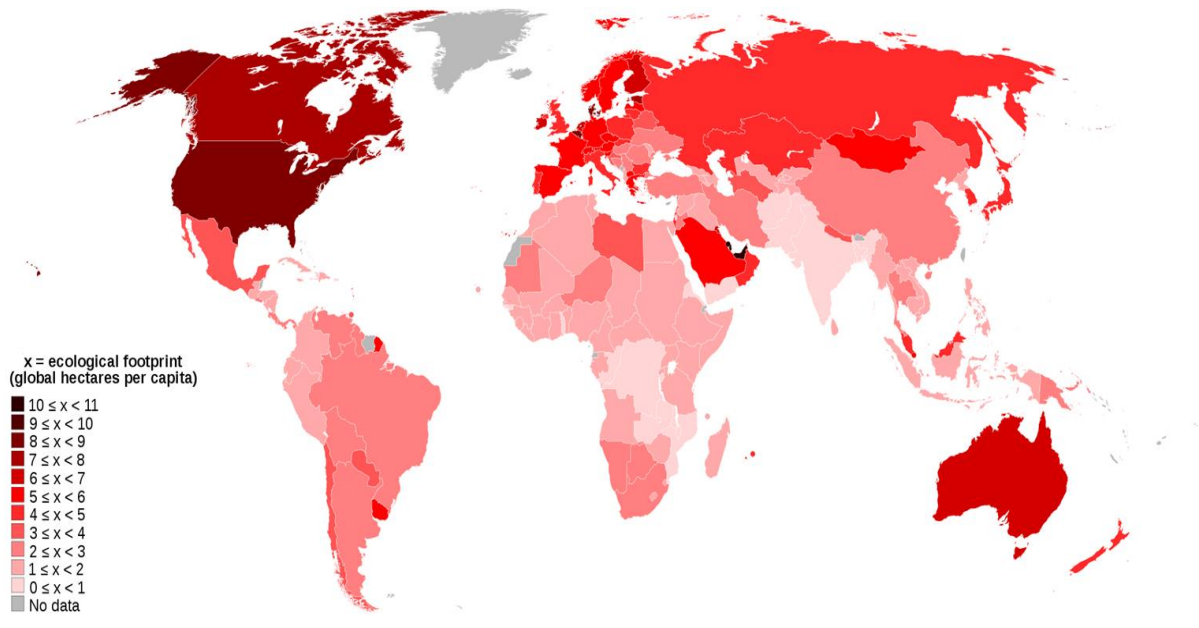
W ciągu minionego stulecia zużycie paliw kopalnych na świecie wzrosło blisko dwunastokrotnie przy równoczesnym 34 krotnym zwiększeniu wydobycia nieodnawialnych zasobów materialnych [76]. Trwający nieprzerwanie od wielu dziesięcioleci wysoki poziom konsumpcji oddziałuje negatywnie na środowisko zarówno na obszarze Unii Europejskiej, jak i w innych regionach świata. Oddziaływanie to uwidacznia się poprzez zubażanie źródeł surowców nieodnawialnych, zwiększoną eksploatację zasobów odnawialnych, rosnące wskaźniki

<sup>1</sup> Klasyfikację odpadów budowlanych przedstawiono w aneksie do pracy (**załącznik 1**).

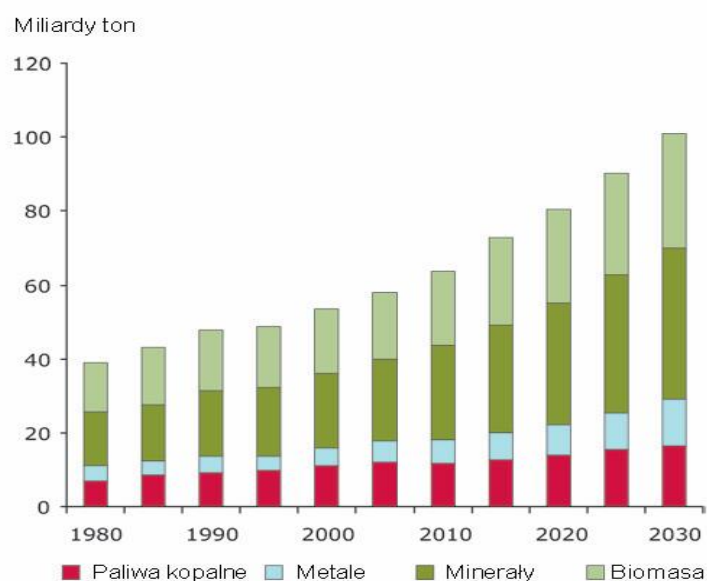
<sup>2</sup> Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej realizuje program dopłat do kredytów zaciąganych na budowę lub zakup domów niskoenergetycznych i pasywnych. Bezzwrotne dofinansowanie na budowę domu jednorodzinnego w technologii pasywnej może wynieść nawet 50 tys. zł brutto. Do roku 2018 Fundusz przeznaczy na dopłaty 300 mln zł. Będą mogły z nich skorzystać osoby planujące budowę domu jednorodzinnego lub kupujące dom czy mieszkanie. Według Funduszu zaplanowane na ten cel pieniądze mają pozwolić na realizację ok. 10–15 tys. domów jednorodzinnych i mieszkań w budynkach wielorodzinnych. Bankowcy liczą na udzielenie kredytów o wartości blisko 2,5 mld zł. Tylko w pierwszym kwartale 2014 udzielono 49 kredytów na kwotę ponad 3,2 mln zł.

Źródła finansowania wydatków proekologicznych oraz zakres finansowania NRFOSiGW przedstawiono w aneksie do pracy (**załącznik 2**).

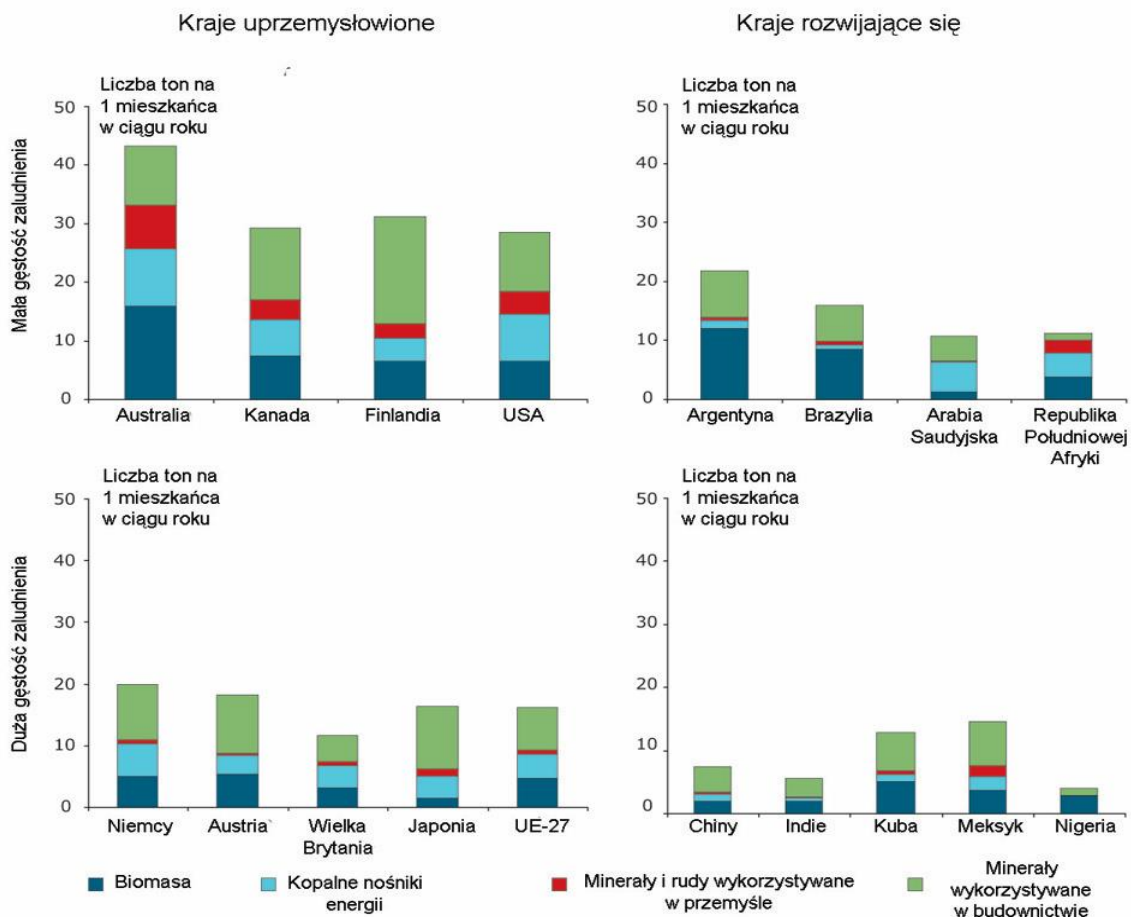
intensywności transportu, wysoki poziom emisji substancji szkodliwych oraz wzmożoną konsumpcję i wytwarzanie odpadów. Przedsiębiorstwa coraz częściej borykają się z problemem rosnących kosztów surowców bazowych, a ich niedobór i ciągle wahania cen wpływają w sposób negatywny na gospodarkę. Zgodnie z publikacjami sygnowanymi przez Komisję Europejską nieprzerwanie rośnie zapotrzebowanie na dostawy surowców mineralnych, metali, energii, na żyzne gleby oraz na zasoby ryb, drewna, wody, czystego powietrza, biomasę i bioróżnorodność. Zagrożona jest stabilność systemu klimatycznego na świecie. Prognozy mówią, iż do 2050 r. popyt na żywność i włókno może wzrosnąć o 70% w sytuacji, w której 60% światowych ekosystemów, które przyczyniają się do ich wytworzenia uległo już degradacji, bądź jest wykorzystywana w sposób niezrównoważony [76]. Utrzymanie obecnego tempa wykorzystywania surowców naturalnych sprawi, że za czterdzieści



**Rys. 1.** Ślad ekologiczny dla poszczególnych państw świata [224].



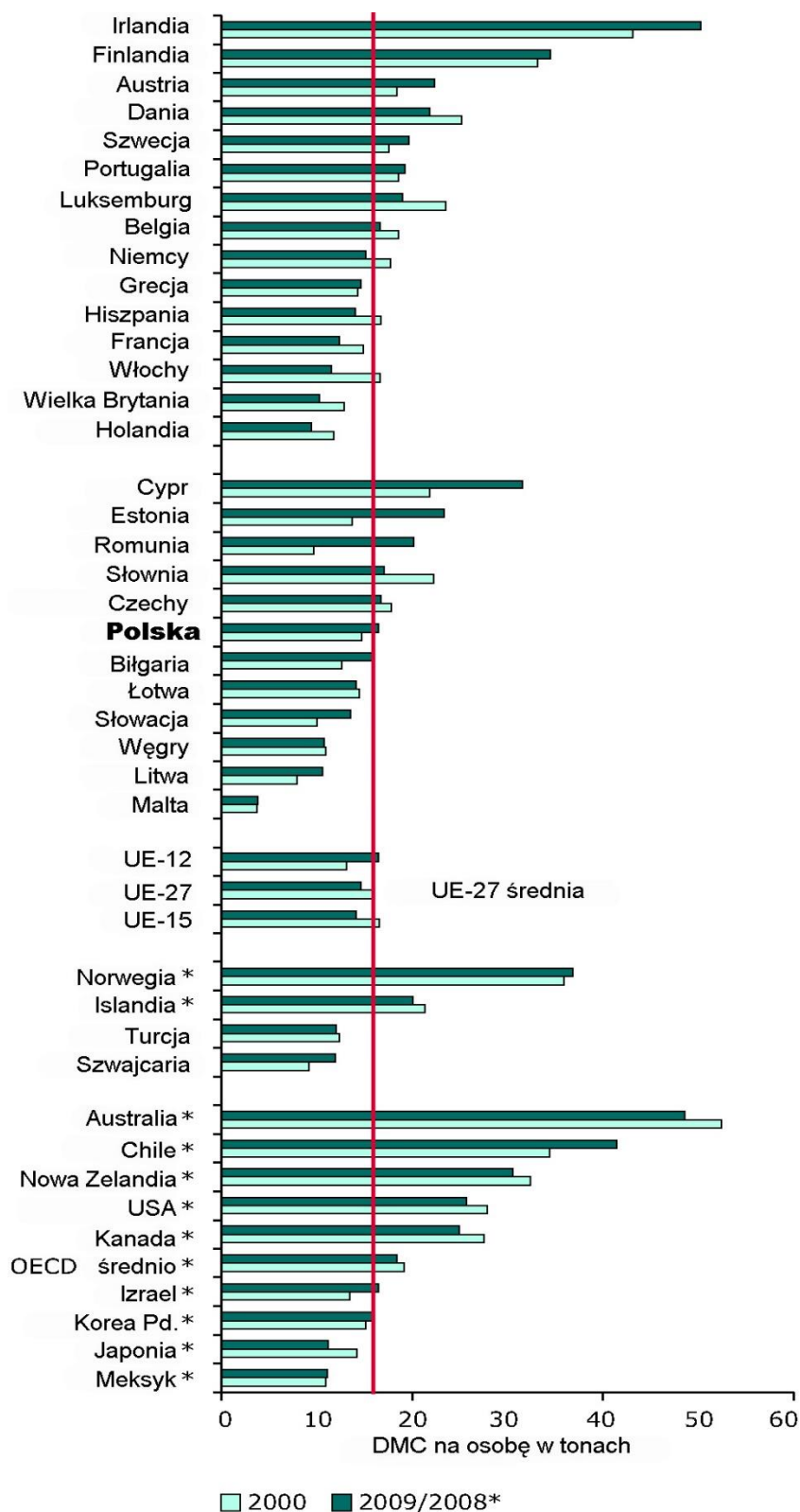
**Rys. 2.** Globalne wydobycie surowców w latach 1980- 2030 [193].



**Rys. 3.** Krajowe zużycie materiałów na głowę mieszkańca w roku 2000 (wskaźnik DMC) [81, 193] (Duża gęstość zaludnienia = powyżej 50 os/km<sup>2</sup>).

lat potrzeba będzie więcej niż dwóch planet do zaspokojenia potrzeb żyjącej wówczas populacji. Gdyby wszystkie państwa świata miały tak duży ślad ekologiczny, jaki wykazują obecnie wysoko uprzemysłowione kraje zachodnie (**rys.1**), już dziś dla zapewnienia przetrwania gatunku i zaspokojenia zapotrzebowania na surowce i żywność, ludzie potrzebowaliby obszaru odpowiadającego powierzchniowo trzykrotnemu terytorium ziemi.

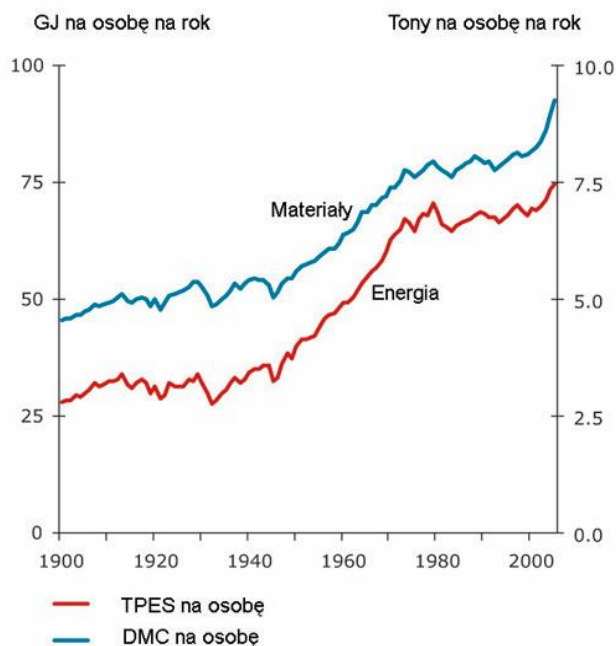
W 2005 roku wydobycie zasobów naturalnych na świecie sięgnęło przeszło 58 miliardów ton (**rys. 2**). Największy udział procentowy miały w nim kraje azjatyckie – 43%, dalej państwa Ameryki Północnej 19%, Ameryka Południowa i Europa po 13%, Australia i Oceania 3%. Całkowita ilość wydobytych surowców, uwzględniając również wagę materiału odpadowego pozyskiwanego w trakcie przeprowadzania procesu wydobycia, sięgnęła wartości blisko dwa razy wyższych – tj. przeszło 100 miliardów ton. Podobną skalę rozbieżności, jak w przypadku danych dotyczących wydobycia, można dostrzec w stosunku do zapotrzebowania na surowce, które jest mocno zróżnicowane w poszczególnych krajach. Średnio obywatel Unii Europejskiej zużywa cztery razy więcej zasobów niż statystyczny mieszkaniec Azji. Państwa UE-27 wykazują natomiast sporo mniejsze zapotrzebowanie na surowce (w przeliczeniu na głowę mieszkańca) niż Australia, Kanada czy Stany Zjednoczone (**rys. 3**) [193].



**Rys. 4.** Wykorzystanie zasobów na osobę, według krajów, w 2000 i 2009  
(Porównanie wartości współczynnika krajowego zużycia materiałów na podstawie danych Eurostat)  
[193].

Analiza danych statystycznych Eurostat dokonana przez Europejską Agencję Środowiska pozwoliła ustalić, iż zapotrzebowanie poszczególnych państw członkowskich Unii Europejskiej na materiały – diametralnie się różni. Spowodowane jest to przede wszystkim przez odmienne warunki społeczne i gospodarcze oraz inny poziom świadomości ekologicznej poszczególnych społeczeństw (**rys. 4**). Wzrost zapotrzebowania na zasoby w latach 1992 – 2005 obejmował głównie surowce mineralne niezbędne dla sektora budowlanego i różnych gałęzi produkcji przemysłowej. Wśród państw tzw. starej unii (UE-15) średnie zużycie materiałów pozostaje obecnie na poziomie ok 15 – 16 ton rocznie na osobę. W roku 2009 najniższe wskaźniki zanotowała Holandia, a najwyższe dotyczyły Finlandii i Irlandii. Niemal w każdym przedstawionym przypadku największy udział wśród wykorzystanych zasobów mają surowce niezbędne w procesie produkcji materiałów budowlanych, następnie paliwa kopalne i biomasa.

Analiza danych historycznych pokazuje, że aktywność człowieka przekłada się na zużywanie coraz to większej liczby zasobów. W okresie od roku 2000 do 2007, w samych krajach UE – 12 zapotrzebowanie na surowce wzrosło o 34%. Blisko 8.2 miliardów ton materiałów zostało wykorzystane w UE-27 w roku 2007 (połowa to minerały i metale, jedna czwarta to odpowiednio paliwa i biomasa). W minionym stuleciu statystyczny obywatel podwoił ilość zużywanych przez siebie zasobów naturalnych. Wraz ze wzrostem konsumpcji wywindowane zostały również wskaźniki zużycia energii<sup>3</sup> (**rys. 5**) [80].

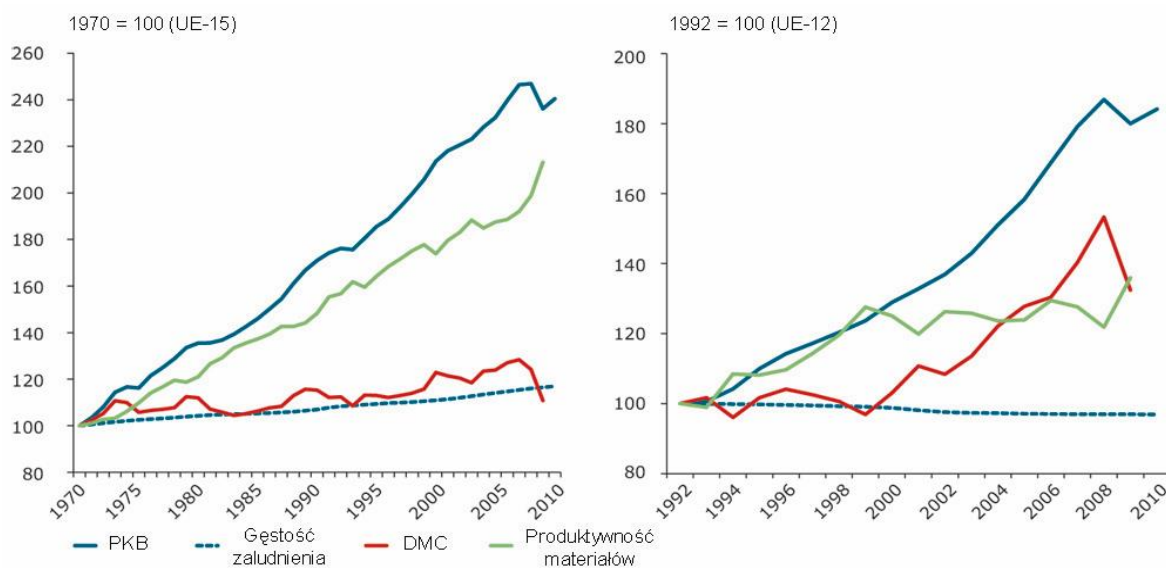


**Rys. 5.** Globalne zużycie zasobów i energii w latach 1900- 2005 [80, 193].

Zwiększenie wykorzystania surowców i towarzysząca mu produkcja odpadów nierozzerwalnie związane są z tempem wzrostu gospodarczego i poprawą sytuacji materialnej obywateli poszczególnych państw świata. Analizując historyczny wykres **wskaźnika DMC**<sup>4</sup> widać, że zapotrzebowanie na materiały pierwotne stale rośnie,

<sup>3</sup> Całkowite zużycie energii pierwotnej (ang. *Total Primary Energy Supply*).

<sup>4</sup> Krajowa konsumpcja materiałów (ang. *Domestic Material Consumption*) – jest sumą wszystkich materiałów, które są bezpośrednio zużyte w procesach ekonomicznych na potrzeby krajowej gospodarki.



Rys. 6. Zależność pomiędzy DMC i PKB [193].

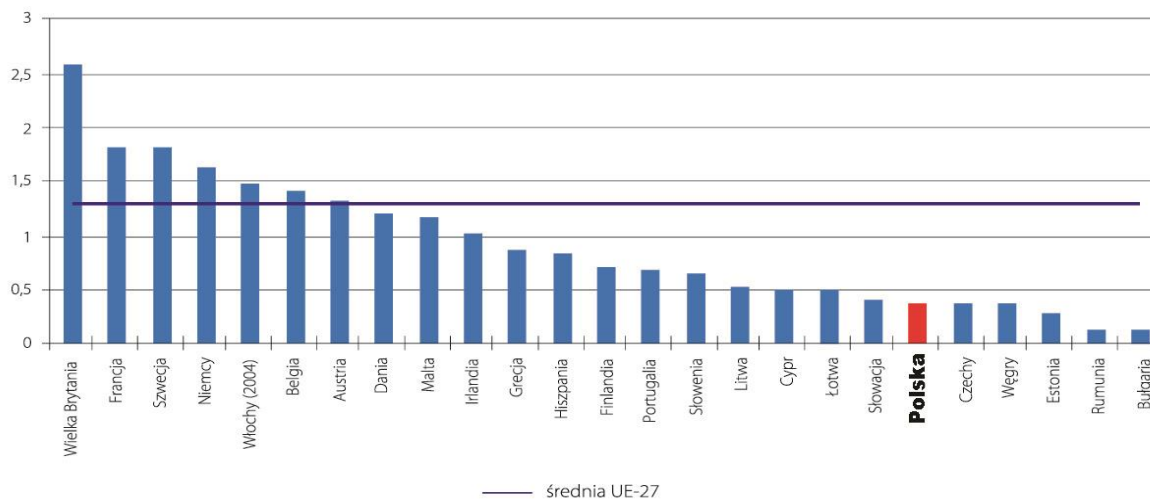
wyhamowując jedynie w trakcie recesji. Przykładowo w latach 2007 – 2008 zapotrzebowanie to zmalało o 14% wraz z równoczesnym spadkiem PKB (rys. 6). Rynki światowe przez wiele lat charakteryzował zatem wzrost bogactwa i dobrobytu, tworzony w oparciu o intensywną eksploatację zasobów naturalnych. Zależność ta wydaje się być szczególnie istotna dzisiaj. Po ustępującym kryzysie gospodarczym zapoczątkowanym w 2008 roku, wiele sektorów przemysłu znajduje się obecnie w stanie agonialnym. Potrzeba walki z wysokim bezrobociem wymusza na rządzących konieczność intensywnego pobudzania gospodarki światowej do wzrostu, którego pierwsze symptomy zaczynają być już dostrzegalne na światowych giełdach. Tym razem jednak, mając na uwadze minione doświadczenia z okresu rewolucji przemysłowej, należy dołożyć wszelkich starań aby jakość tego wzrostu gwarantowała jednocześnie osiągnięcie zrównoważonej przyszłości. Najnowsze strategie rozwoju zakładają zrównoważony wzrost gospodarczy, tworzony w oparciu o efektywne wykorzystywanie zasobów, nie obciążający środowiska naturalnego w poszczególnych fazach cyklu życiowego produktów [76, 180]. Podkreślają one potrzebę zerwania powiązań między wzrostem gospodarczym, a wydobywaniem surowców i liczbą generowanych odpadów.

Polska w zakresie materiału – i energochłonności gospodarki ma jeszcze wiele do zrobienia. Wartości mierzonych dziś wskaźników znacznie przekraczają średnią unijną. Krajową konsumpcję materiałów (wskaźnik DMC) od roku 2003 charakteryzował ciągły wzrost, sięgający w 2007 r. poziomu 651 mln Mg<sup>5</sup>. W roku 2005 Polska znalazła się na piątym miejscu wśród krajów UE pod względem najwyższego zużycia materiałów. Materiałochłonność gospodarki, tj. relacja PKB do DMC, także pozostawia wiele do życzenia. Średnia wartość PKB / DMC dla krajów UE wzrosła w latach 2000 – 2005 o 0,07 punktu, do poziomu 1,3. Wartość wskaźnika osiągnięta wówczas przez Polskę wyniosła zaledwie 0,4<sup>6</sup> [8]. Wynik ten zatem znacznie odbiega od średniej unijnej i świadczy o wysokiej materiałochłonności naszej gospodarki. Równie niezadowolające dane napływają w odniesieniu do energochłonności sektora przemysłowego, której poziom ponad dwukrotnie przewyższa średnią krajów UE.

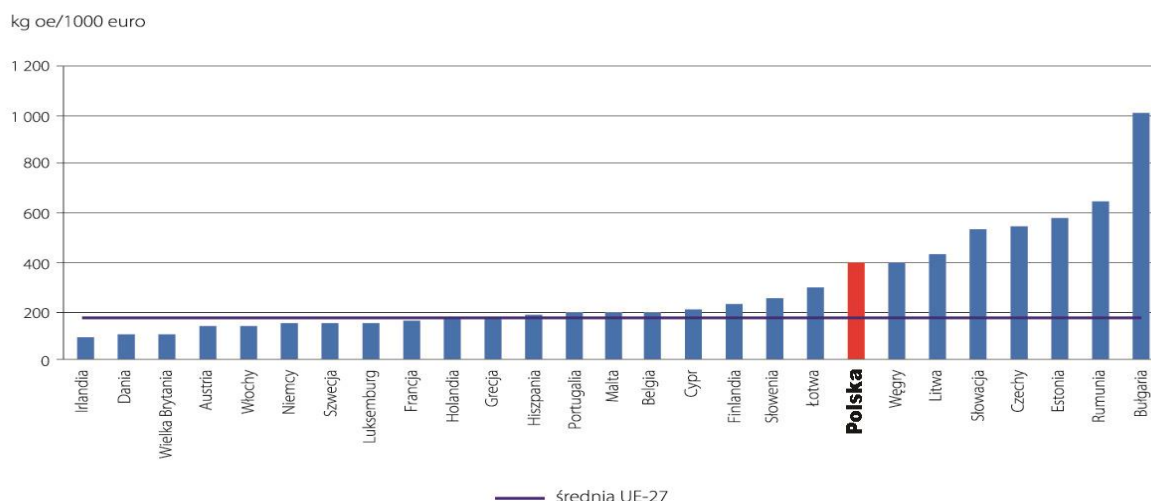
<sup>5</sup> Megagram (symbol Mg) – pochodna jednostka masy w układzie SI równa jednemu milionowi gramów – tona.

<sup>6</sup> Im wyższa wartość wskaźnika, tym mniej materiałów wykorzystuje się na wytworzenie jednostki PKB.

Należy zatem dążyć do jak najszybszej restrukturyzacji polskiej gospodarki, polegającej na wprowadzaniu nowoczesnych technologii i intensyfikacji działań mających na celu zrównoważone wykorzystywanie zasobów. Pozytywnym trendem w kraju jest rosnący udział produkcji energii ze źródeł odnawialnych. W latach 1999 – 2008 wzrósł on z poziomu 4,46% do 7,24% (średnia unijna wynosiła wówczas ok. 15,5%) [8].



Rys. 7. Wskaźnik produktywności materiałowej w krajach UE [8].



Rys. 8. Energochłonność gospodarek krajów UE w 2007 r. (stosunek zużycia energii do PKB) [8].

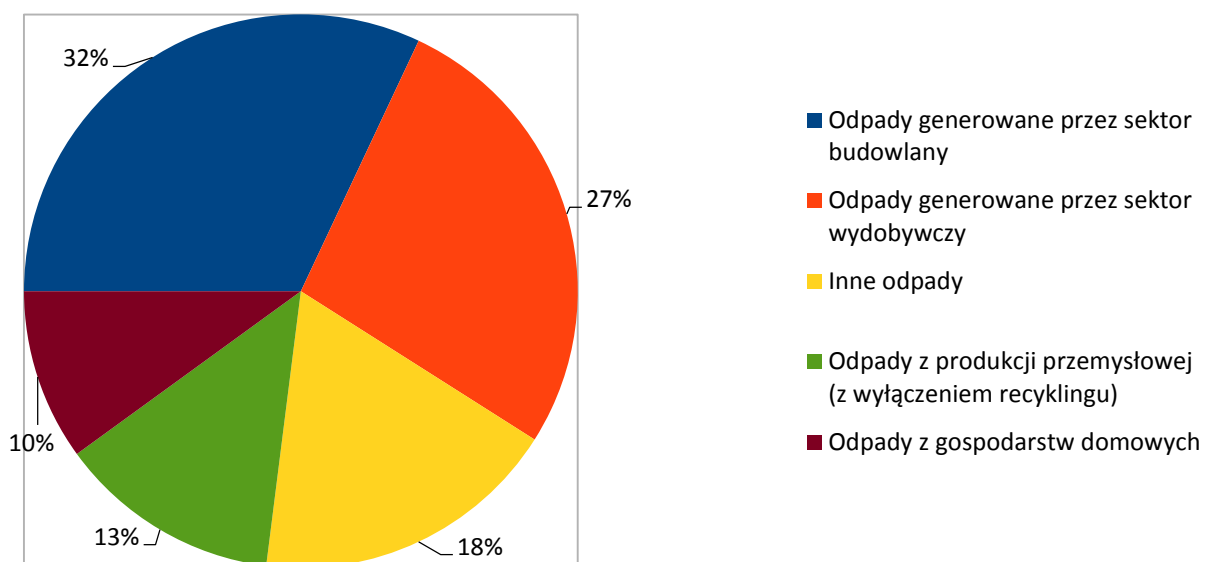
## 1.2.2 WYTWARZANIE ODPADÓW

Fakt wytwarzania dużej liczby odpadów, zarówno komunalnych jak i przemysłowych, staje się jednym z najbardziej palących problemów ekologicznych dzisiejszych czasów. Nieprawidłowe gospodarowanie odpadami wywiera negatywny wpływ na jakość wszystkich elementów środowiska, kondycję ekosystemów i zdrowie ludzi. Wycieki z nieodpowiednio zabezpieczonych składowisk mogą zanieczyszczać wodę i glebę, powodować skażenie powietrza poprzez emisję odorów oraz metanu, przyczyniając się jednocześnie do co raz większych, nieodwracalnych zmian klimatycznych. Tworzenie rozległych wysypisk śmieci wpływa także na utratę powierzchni ziemi oraz obniżanie walorów estetycznych krajobrazu. Nieracjonalne gospodarowanie odpadami stanowi przejaw nieefektywnego, pod względem ochrony środowiska, wykorzystania zasobów. Odpady powstają obecnie na wszystkich

etapach cyklu życiowego materiałów:

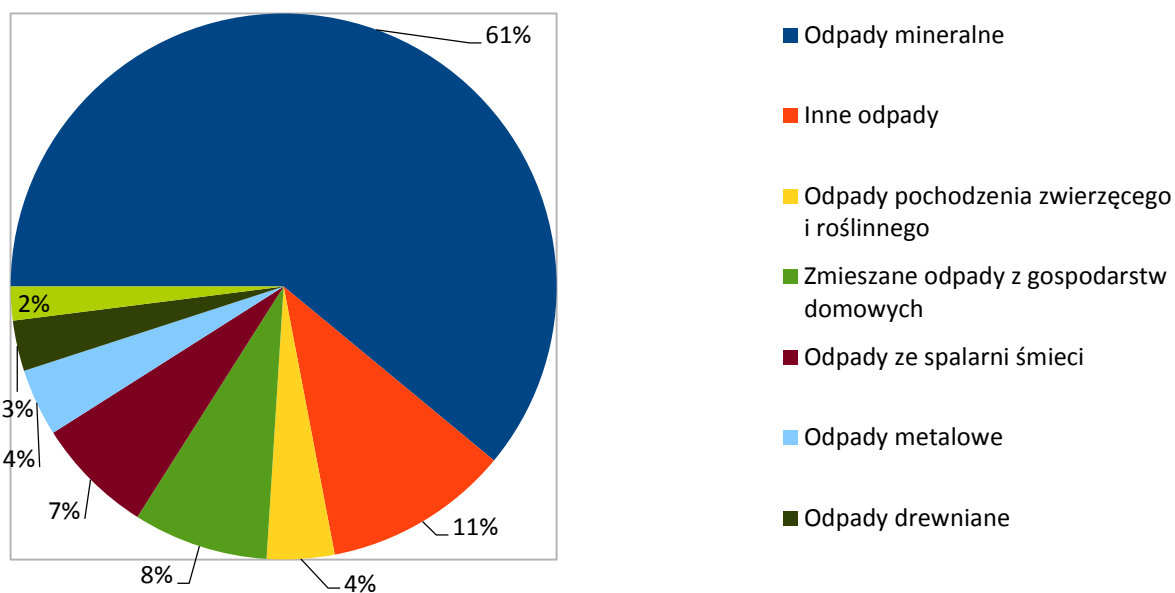
- w przemyśle wydobywczym (np. odpady górnicze, hutnicze itp.),
- w procesie produkcji i aktywności przemysłowej (np. **odpady budowlane**),
- w trakcie dystrybucji materiałów (np. opakowania gotowych produktów),
- w sferze konsumpcji towarów i usług (np. odpady komunalne),
- w procesie przerobu i zagospodarowania śmieci (np. żużel ze spalarni).

Zarówno Unia Europejska jak i inne kraje świata coraz mocniej angażują się w ograniczanie wytwarzania dużej liczby odpadów. Należy jednak podkreślić, że działania te wciąż nie przynoszą pożądanych efektów. W roku 2008 kraje UE-27 wraz z Chorwacją, Norwegią i Turcją, wytworzyły łącznie przeszło 2.6 mld ton odpadów. Oznacza to, iż średnia ich liczba w przeliczeniu na jednego mieszkańca wyniosła wówczas 5,4 tony w skali roku. Z tej masy 3,7% stanowiły odpady sklasyfikowane jako niebezpieczne. Co prawda liczba śmieci, przypadająca na głowę obywatela, zmniejszyła się w porównaniu z rokiem 2006 (ówczesny wskaźnik plasował się na poziomie 6 ton na osobę), jednak wynikało to głównie z wkraczającego na rynki europejskie spowolnienia gospodarczego, a nie z sukcesu wprowadzanych wówczas strategii, działających na rzecz minimalizacji liczby wytwarzanych odpadów. Dane statystyczne zebrane przez Eurostat, w odniesieniu do państw należących do Europejskiego Obszaru Gospodarczego pokazują, że w 2008 r. największy udział procentowy w ogólnej liczbie wytworzonych wówczas odpadów miał **sektor budowlany – 32%** oraz górnictwo i kopalnictwo – 27%. To właśnie odpady mineralne, powstałe w wyniku działalności wyżej wymienionych sektorów przemysłowych, stanowią blisko 60% wszystkich śmieci generowanych przez gospodarkę europejską [221].

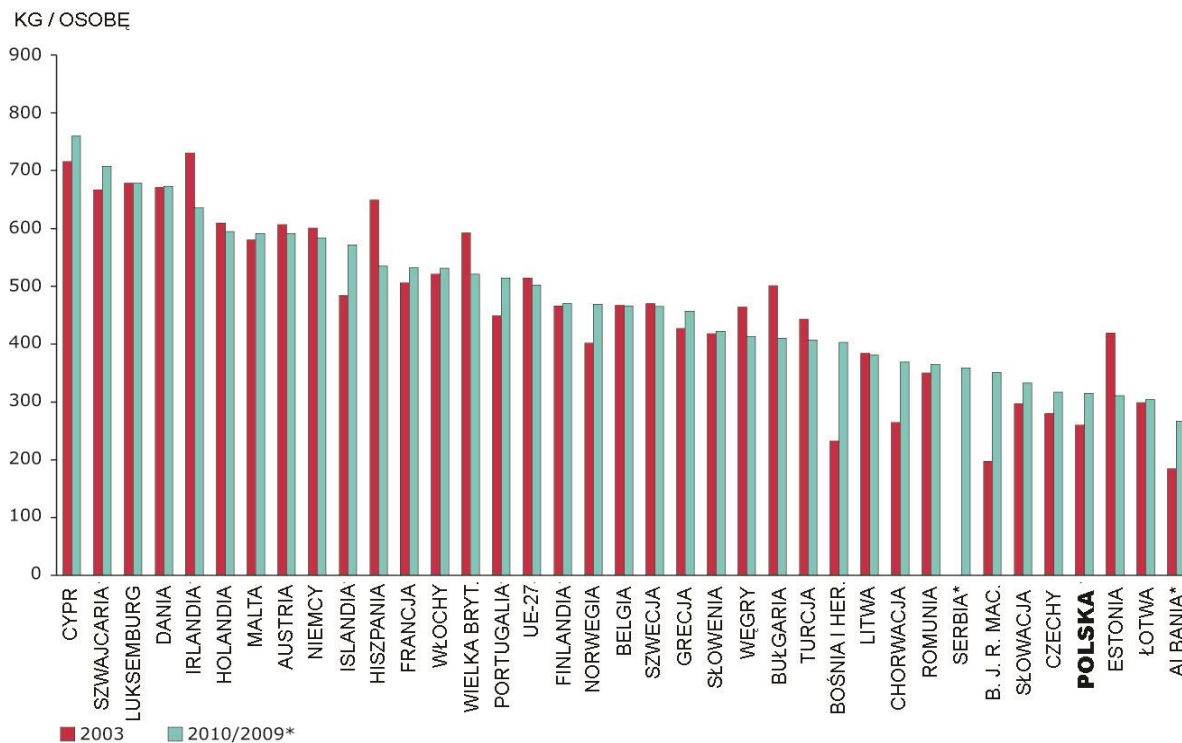


**Rys. 9.** Podział odpadów wytworzonych w 2008 r. w krajach UE-27, Chorwacji, Norwegii, Szwajcarii i Turcji, na podstawie danych Eurostat [221].



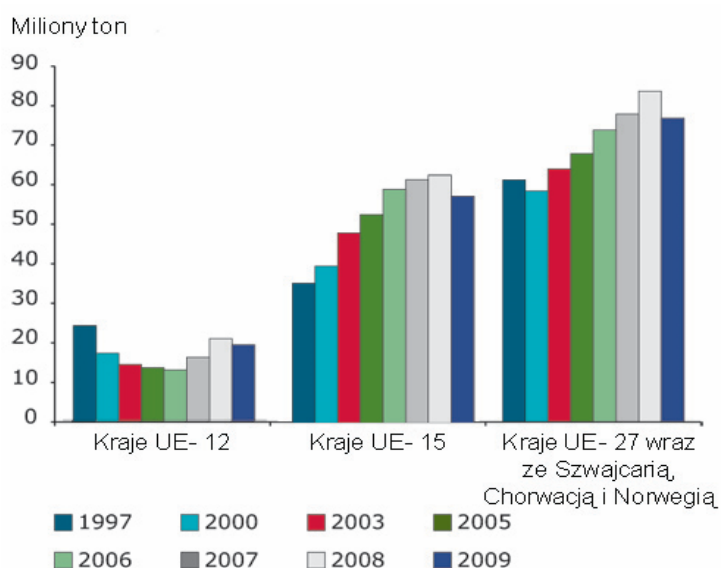


**Rys. 10.** Strumienie odpadów generowane w 2008 r. w krajach UE-27, Chorwacji, Byłej Jugosłowiańskiej Republice Macedonii, Norwegii i Turcji, na podstawie danych Eurostat [221].



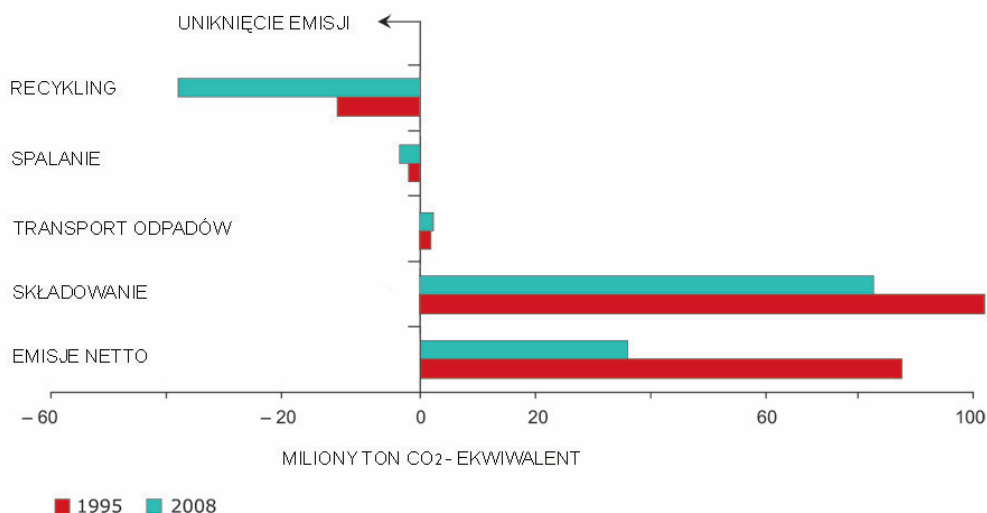
**Rys. 11.** Porównanie poziomu produkcji odpadów w latach 2003- 2010 w krajach UE, EFTA, Turcji i na Zachodnich Bałkanach, na podstawie danych Eurostat [193].

**Odpady budowlane** stanowią najliczniejszą grupę materiałów, która przyczynia się do zaśmiecenia i degradacji środowiska przyrodniczego. Należy do nich przede wszystkim gruz wytwarzany w trakcie rozbiórki i wyburzeń obiektów budowlanych, składający się w głównej mierze z cegieł, betonu, płytek ceramicznych i asfaltu. W większości przypadków nie są to odpady sklasyfikowane jako niebezpieczne, posiadają natomiast stosunkowo dużą objętość i małą zdolność kompresji w porównaniu do zanieczyszczeń powstających w innych sektorach gospodarki, co jest ich głównym mankamentem. Pomijając okres recesji gospodarczej, generalnie produkcja odpadów budowlanych znajduje się od wielu dziesięcioleci w trendzie wzrostowym [56]. Podobna sytuacja ma miejsce w wypadku odpadów opakowaniowych, a także niebezpiecznych, które w 2006 r. przekroczyły poziom 3% ogólnej liczby śmieci wytworzonych w państwach UE – 27. Dane za okres 2006 – 2009 wskazują na dalszy, sukcesywny ich wzrost (rys. 12).



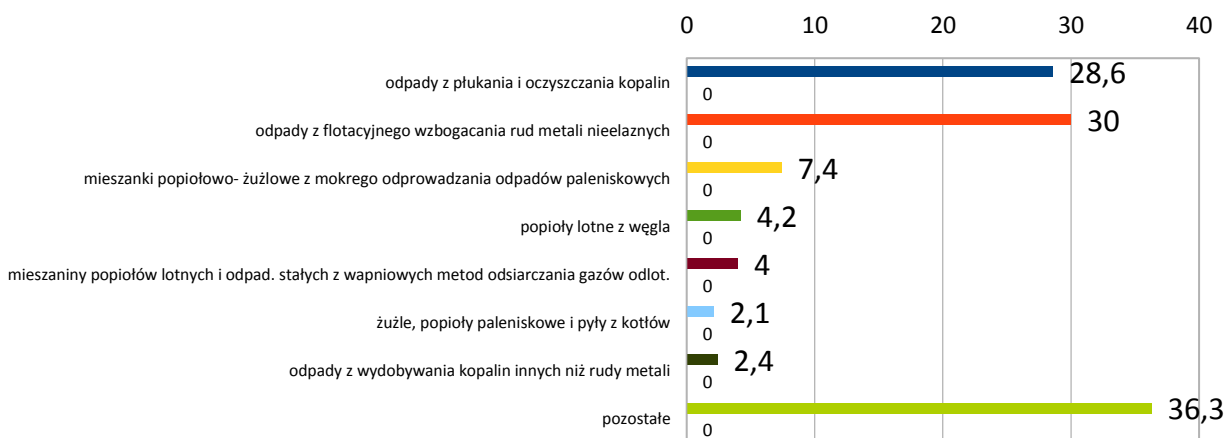
**Rys. 12.** Produkcja odpadów niebezpiecznych w krajach UE-12, UE-15 oraz UE-27 ze Szwajcarią, Chorwacją i Norwegią, dane za okres 1997- 2009 [193].

Aby obiektywnie przedstawić zagadnienia związane z gospodarką odpadami trzeba podkreślić, że wskaźniki z pierwszej dekady XXI w. są zdecydowanie lepsze od tych z końca lat 90 – tych XX w. Zebrane dane wskazują, iż wzrosła liczba odpadów kierowanych do recyklingu, przyczyniając się tym samym do redukcji strumieni kierowanych na wysypiska śmieci. Ciągłe jednak połowa odpadów generowanych w UE – 27 trafia na składowiska. Reszta poddawana jest procesowi wtórnego użycia, recyklingu bądź spalana w celu produkcji energii. **Rys. 13** przedstawia porównanie emisji CO<sub>2</sub> do środowiska w krajach UE – 27 wynikające z gospodarki odpadami komunalnymi w latach 1995 i 2008. **Recykling i odzysk** energii przyczyniły się tu do oszczędności rzędu 57% na przestrzeni trzynastu lat. Porównanie wykonane na przykładzie odpadów komunalnych wydaje się być najbardziej wiarygodne, gdyż ich liczba (roczna produkcja) jako jednej z niewielu grup odpadów, znajduje się od kilku lat na stałym poziomie. **Odpowiednie zarządzanie odpadami redukuje zatem ich destrukcyjny wpływ na środowisko, stwarzając jednocześnie nowe możliwości gospodarcze.**



**Rys. 13.** Porównanie poziomu emisji generowanych w wyniku gospodarki odpadami komunalnymi w latach 1995- 2008 w krajach EU-27 bez Cypru, Norwegii i Szwajcarii; CO<sub>2</sub> - ekwiwaleent [121].

Głównym źródłem wytwarzania odpadów w Polsce jest przemysł wydobywczy, a w szczególności górnictwo węgla kamiennego, które odpowiada za produkcję 30% odpadów. Kolejne miejsce na liście zajmują poszczególne grupy związane z przetwórstwem przemysłowym: produkcja metali – 24%, produkcja artykułów spożywczych oraz napojów – 7%, produkcja wyrobów chemicznych – 5%. Do powstawania zanieczyszczenia środowiska w dużej mierze przyczynia się także wytwarzanie i dystrybucja energii elektrycznej – 13%. Poniższy wykres (**rys. 14**) przedstawia podział odpadów wytworzonych w Polsce w 2008 roku według rodzajów (z wyłączeniem odpadów komunalnych). Zebrane dane dowodzą, że największy udział miały tam produkty uboczne procesu flotacyjnego wzbogacania rud metali nieżelaznych – 30%, odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopalin – blisko 29% oraz mieszanki popiołowo- żużłowe z mokrego odprowadzania odpadów paleniskowych – 7,4%. **Odpady z sektora budowlanego** sklasyfikowano tu jako jeden z elementów podgrupy określonej mianem "pozostałe" [8].



**Rys. 14.** Odpady wytworzone w 2008 r. w Polsce według rodzajów z wyłączeniem odpadów komunalnych w mln t. Na podstawie [8].

### 1.2.3 ODDZIAŁYWANIE SEKTORA BUDOWLANEGO NA ŚRODOWISKO

Przedstawione dane potwierdzają, że jedną z cech charakterystycznych współczesnej gospodarki światowej jest jej duża ingerencja środowiskowa, która przybiera stopniowo wymiar zagrożeń globalnych. Wszelkie zjawiska i procesy zachodzące w strukturach gospodarczych noszą obecnie znamiona nieustannej presji antropogenicznej. Wiążą się z przekształcaniem zasobów naturalnych oraz przestrzeni środowiska przyrodniczego niezbędnego dla potrzeb i egzystencji człowieka. Jak podają statystyki to sektor budowlany w istotnym stopniu przyczynia się do wywierania owej presji. **Efekty działalności budowlanej związane są ze zjawiskiem wysokiej eksploatacji zasobów i generowania dużej ilości odpadów, przy jednoczesnym zużyciu energii na wszystkich etapach cyklu życiowego materiałów budowlanych:** począwszy od rabunkowego wydobycia surowców niezbędnych w procesie produkcji, poprzez ich przetwarzanie i obróbkę, transport, eksploatację w formie elementów składowych budowli, aż po rozbiórkę i ewentualną utylizację. Ze względu na wysoką wytrzymałość, często wygórowane parametry techniczne oraz duży ciężar własny i objętość, materiały budowlane i ich odpady zawierają znaczne pokłady szarej energii, potrzebnej do ich wytworzenia, transportu i wbudowania w pierwotnym cyklu życiowym.

Obciążenie środowiska, w wyniku działalności przemysłu konstrukcyjnego, rozpoczyna się już na etapie wydobycia surowców potrzebnych do produkcji przemysłowej. Kolejne zagrożenia niesie za sobą przebieg procesu wytwarzania gotowych do zastosowania produktów, który odbywa się przy różnym stopniu zaawansowania technologicznego, prowadząc często do wysokiego zużycia nośników energetycznych, wody i innych surowców. Przy okazji do środowiska uwalniane są równolegle ścieki technologiczne, odpady stałe i szkodliwe substancje gazowe. Na etapie realizacji przedsięwzięcia budowlanego negatywny wpływ na otoczenie sprowadza się do przygotowania i oczyszczenia terenu przewidzianego pod inwestycję (usunięcie szaty roślinnej i humusu, wykopy), budowy dróg dojazdowych i obiektów tymczasowych, często konieczności magazynowania substancji niebezpiecznych, etc. Dodatkowo w obrębie terenu budowy wzrasta poziom hałasu, wibracje (np. w wyniku prac ciężkiego sprzętu), następuje zniekształcenie krajobrazu, naruszenie poziomu wód gruntowych i wiele innych, równie uciążliwych czynników. Przebiegowi robót towarzyszy tu wysokie zużycie środków energetycznych i emisja zanieczyszczeń do atmosfery. Zdecydowanie największy wpływ na środowisko ma jednak faza eksploatacji budowli. Sumaryczne zużycie energii niezbędnej dla zapewnienia komfortu cieplnego i odpowiedniego mikroklimatu wewnątrz, na przestrzeni całego okresu eksploatacji, ze względu na długi horyzont czasowy, w większości stref klimatycznych, jest zdecydowanie wyższe niż na etapie produkcji materiałów czy wznoszenia budowli. W Unii Europejskiej 40% wytwarzanej energii jest konsumowane na eksploatację budynków (zapotrzebowanie powstające w trakcie eksploatacji budynków), a co za tym idzie przyczynia się do emisji znacznych ilości dwutlenku węgla – gazu, który w 50% wpływa na powstawanie efektu cieplarnianego [1]. Kluczowe znaczenie dla środowiska przyrodniczego ma również faza rozbiórki obiektów budowlanych oraz sposób zagospodarowania powstających w jej następstwie strumieni odpadów.

- ZUŻYCIE ENERGII I ZASOBÓW

Przemysł budowlany wytwarza w przybliżeniu ok 10% PKB na terytorium Unii Europejskiej, dając przy tym zatrudnienie blisko 7% ludności. Eksploatacja i utrzymanie budynków, w zależności od szacunków, wpływa na zużycie od 33 do

przeszło 40% całkowitej ilości wytwarzanej energii oraz przyczynia się do produkcji gazów cieplarnianych powstających na kontynencie w ilości 35%. W krajach europejskich blisko 50% wydobywanych obecnie surowców kopalnych, po przetworzeniu, wykorzystywana jest na potrzeby budownictwa [142]. Według prognozy podanej w *Green Paper "Towards a European Strategy for the security of energy supply"*, przy zachowaniu efektywności wykorzystania energii na poziomie równym temu z 2005 r., w przeciągu trzydziestu lat aż 70% deficytowych surowców energetycznych będzie importowanych do Europy spoza obszaru UE [194]. Analiza danych dostępnych dla państw UE – 15 pozwala ustalić, iż podstawowym składnikiem bilansu energetycznego budynków jest ciepło do ogrzewania. W Polsce udział tego składnika jest ciągle większy od wartości średniej notowanej w wysoko rozwiniętych krajach zachodnich. Częściowo wynika to z bardziej surowych warunków klimatycznych na obszarze naszego kraju. Nie bez znaczenia jest również fakt stosowania jeszcze do niedawna mało efektywnych rozwiązań energetycznych przy wznoszeniu budynków, co wpływa na statystykę. Ciepło do ogrzewania jest podstawowym źródłem potencjalnych oszczędności energetycznych w procesie eksploatacji budynków.

RODZAJ ZUŻYCIA	UE-15. BUDYNKI MIESZKALNE [udział %]	UE- 15. BUDYNKI UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ [udział %]	PL. BUDYNKI MIESZKALNE [udział %]
Ogrzewanie i wentylacja	57	52	71,5
Podgrzewanie wody	25	9	15,1
Gotowanie	7	5	6,6
Urządzenia elektryczne	11	-	4,5
Oświetlenie	-	14	2,3
Chłodzenie	-	4	-
Pozostałe	-	16	-

**Tab. 1.** Porównanie struktury zużycia energii w budynkach w Polsce oraz w krajach UE – 15 [73].

W krajach wysoko uprzemysłowionych sektor spożywczy, budownictwo mieszkalne i transport są odpowiedzialne ogółem za 70 – 80% oddziaływania na środowisko. Usprawnienia w budownictwie i użytkowaniu budynków mogą zatem realnie wpłynąć na obniżenie zużycia energii wykorzystywanej w gospodarce, redukcję emisji gazów cieplarnianych, zaprzestanie rabunkowej eksploatacji surowców oraz oszczędności w zużyciu wody (sięgające do 30% ogólnego zapotrzebowania) [76].

- ODPADY BUDOWLANE

Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych oraz infrastruktury drogowej powstają w budownictwie kubaturowym oraz w infrastrukturze transportowej (kolejnictwie i drogownictwie) zarówno na etapie budowy, rozbudowy, modernizacji, jak i prac rozbiórkowych. Dane statystyczne za rok 2008 wskazują, że na głowę przeciętnego mieszkańca Unii Europejskiej przypadało wówczas 5,4 t odpadów, z czego 32% wygenerował przemysł budowlany. Przyjmując do obliczeń powyższe założenia widać, że w owym czasie budownictwo odpowiedzialne było za wytworzenie w przybliżeniu ok. 1,73 t odpadów przypadających na głowę Europejczyka w skali roku.

L. P.	ŹRÓDŁO I DATA PUBLIKACJI	DANE ZA ROK	LICZBA ODPADÓW [mln t]	LICZBA ODPADÓW [t / osobę]
1	WBCSD 2009 [128]	<b>2002</b>	510	<b>1.1</b>
2	ETC/ RWM 2009 [56]	<b>2004</b>	866	<b>1.8</b>
3	EUROSTAT 2010 [217]	<b>2006</b>	970	<b>2.0</b>

**Tab. 2.** Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych wytworzone w Europie w latach 2002- 2006. Na podstawie [151].

L. P.	KRAJ	LICZBA ODPADÓW [t / osobę]	WSKAŹNIK EKONOMICZNY [1000t/ milion € inwestycji]
1	Austria	0.81	0.46
2	Belgia	1.06	0.955
3	Bułgaria	0.39	4.53
4	Cypr	0.58	0.545
5	Czechy	1.44	4.037
6	Dania	3.99	0.578
7	Estonia	1.12	4.144
8	Finlandia	3.99	3.239
9	Francja	5.5	5.016
10	Niemcy	2.33	2.406
11	Grecja	0.37	0.344
12	Węgry	0.43	1.629
13	Irlandia	2.74	1.312
14	Włochy	0.8	0.778
15	Łotwa	0.04	0.118
16	Litwa	0.1	0.343
17	Luksemburg	5.9	brak danych
18	Malta	1.95	brak danych
19	Holandia	1.47	1.264
20	Norwegia	0.7	0.194
<b>21</b>	<b>Polska</b>	<b>0.11</b>	<b>0.41</b>
22	Portugalia	1.09	1.574
23	Rumunia	brak danych	0.02
24	Słowacja	0.26	1.047
25	Słowenia	brak danych	1.261
26	Hiszpania	0.74	0.525
27	Szwecja	1.14	1.029
28	Wielka Brytania	1.66	1.14
<b>29</b>	<b>Kraje UE 27</b>	<b>1.74</b>	-

**Tab. 3.** Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych wytworzone w krajach UE-27 + Norwegia w roku 2004 [151].

Liczba ta jest zatrważająco wysoka pomimo tego, iż znajduje się na poziomie nieco niższym w stosunku do lat ubiegłych (dane EUROSTAT za rok 2006 określają ilość wytwarzanych wówczas odpadów na poziomie 2 t / os.). Wszystko wskazuje jednak na to, że zaobserwowana redukcja to sytuacja przejściowa, powstała w wyniku spowolnienia gospodarczego. Po nieuchronnej poprawie nastrojów na rynkach światowych można spodziewać się, że bez wprowadzenia innowacyjnych rozwiązań w gospodarce odpadami, w najbliższej przyszłości ich ilość zacznie ponownie wzrastać (**tab. 2**).

W 2004 r., wg statystyk, w krajach należących wówczas do Unii Europejskiej, najmniejszą liczbę odpadów pochodzących z sektora konstrukcyjnego, w przeliczeniu na jednego mieszkańca, wygenerowano na Łotwie. Najgorsze wyniki osiągnęła Dania, Finlandia, Francja, Niemcy, Irlandia i Luksemburg. Państwa te odpowiedzialne były za produkcję blisko 70% całkowitej ilości odpadów budowlanych w Europie, podczas gdy ich obywatele stanowili zaledwie 32% populacji UE-27, a PKB wyniosło 42% ogółu. Zaskakująco dobrze wypadła Polska.

Na uwagę zasługuje fakt, iż informacje przedstawione w tabeli (**tab. 3**) bardzo wyraźnie różnią się w poszczególnych państwach, które poddano analizie. Jak wskazują członkowie *Bio Intelligence Service (BIOS)* – autorzy raportu na temat produkcji odpadów budowlanych w Europie, opracowanego na zlecenie Komisji Europejskiej w roku 2011 [151] – na rozbieżności owe wpływa kilka zasadniczych czynników. Najistotniejsze to sposób i jakość zbierania informacji, klasyfikacja odpadów budowlanych w poszczególnych krajach oraz skala i miejsce przeprowadzanych w owym okresie inwestycji infrastrukturalnych i przemysłowych. Szczegółowa analiza danych statystycznych pozwoliła ustalić, iż w miejscach, w których zanotowano najwyższy poziom produkcji odpadów budowlanych, bardzo duży udział procentowy w ogólnej ich liczbie miały materiały pochodzenia mineralnego, generowane w trakcie wykopów i innych prac ziemnych. We Francji ilość tą oszacowano na przeszło 80% ogólnej liczby odpadów budowlanych, co stawia przedstawione w **tabeli 3** statystyki w nieco innym świetle [151]. Odjęcie równowartości materiału pochodzącego z prac terenowych wpływa na znaczną poprawę wskaźników dotyczących Danii, Finlandii, Francji, Niemiec, Irlandii i Luksemburga. Autorzy wspomnianego raportu zarzucają z kolei krajom o najniższym poziomie wytwarzania odpadów budowlanych, tj. Grecji, Węgrom, Łotwie, Polsce, Rumuni, Słowacji i Słowenii, znaczące niedokładności w zbieraniu danych i niedoszacowanie faktycznej liczby odpadów w analizowanym okresie.

L. P.	KRAJ	STATYSTYCZNA LICZBA ODPADÓW [ton / osobę] [56]	LICZBA ODPADÓW- NIE WLICZAJĄC MATERIAŁU Z PRAC ZIEMNYCH [ton / osobę] [151]
1	Dania	3.99	0.83
2	Finlandia	3.99	1.00
3	Francja	5.50	0.99
4	Niemcy	2.33	0.88
5	Irlandia	2.74	0.63
6	Luksemburg	5.90	1.42

**Tab. 4.** Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych po odjęciu materiału z prac ziemnych. Dane za rok 2004 [151].

Skala niedokładności jest tak duża, że proponuje się przyjęcie poziomu produkcji odpadów budowlanych dla wymienionych państw na poziomie 0,94 t / osobę w skali roku (na podstawie odrębnych kalkulacji). Mając na uwadze fakt, że Polska wstąpiła do UE dopiero w roku 2004, zarzuty te wydają się być prawdopodobne.

Stopień oddziaływania gospodarki europejskiej na środowisko przyrodnicze może zostać poddany prawidłowej ocenie dopiero po analizie przedstawionych powyżej informacji, dokonanej wspólnie i z określeniem poziomu recyklingu i odzysku odpadów budowlanych w poszczególnych państwach członkowskich.

L. P.	KRAJ	LICZBA ODPADÓW BUDOWLANYCH [mln t]	ODZYSK I RECYKLING [%]
1	Austria	6,60	60
2	Belgia	11,02	68
3	Bułgaria	7,80	0*
4	Cypr	0,73	1
5	Czechy	14,70	23
6	Dania	5,27	94
7	Estonia	1,51	92
8	Finlandia	5,21	26
9	Francja	85,65	45
10	Niemcy	72,40	86
11	Grecja	11,04	5
12	Węgry	10,12	16
13	Irlandia	2,54	80
14	Włochy	46,31	0*
15	Łotwa	2,32	46
16	Litwa	3,45	60
17	Luksemburg	0,67	46
18	Malta	0,8	0*
19	Holandia	23,9	98
<b>20</b>	<b>Polska</b>	<b>38,19</b>	<b>28</b>
21	Portugalia	11,42	5
22	Rumunia	21,71	0*
23	Słowacja	5,38	0*
24	Słowenia	2,00	53
25	Hiszpania	31,34	14
26	Szwecja	10,23	0*
27	Wielka Brytania	99,10	75
<b>28</b>	<b>EU- 27</b>	<b>531,38</b>	<b>46</b>
* w przypadku braku dostępu do danych założono poziom recyklingu równy 0%			

**Tab. 5.** Poziom odzysku i recyklingu materiałów budowlanych w krajach EU-27 u schyłku pierwszej dekady XXI w. [151].



Badanie dokonane przez zespół analityków BIOS pozwala ustalić, że średni poziom recyklingu odpadów budowlanych, pod koniec pierwszej dekady XXI wieku w krajach EU – 27, wyniósł w przybliżeniu 46%<sup>7</sup>. Jest to wynik statystyczny, stworzony w oparciu o dane dostępne za rok 2008 i 2009 [151].

- ODPADY BUDOWLANE W POLSCE

U schyłku minionej dekady w Polsce największy udział procentowy w strukturze wytwarzanych odpadów budowlanych miał złom metali – ok 40%, ziemia – 30,7% oraz zmieszane odpady materiałów budowlanych – 26,9% (dane za 2008 r.) [180]. W **tabeli 6** przedstawiono zestawienie ilościowe odpadów z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych, które wytworzono oraz unieszkodliwiono na terenie kraju w latach 2004, 2006, 2008. Zaprezentowany w *Krajowym planie gospodarki odpadami 2014* stosunkowo wysoki poziom odzysku materiałów wynika przede wszystkim ze struktury i składu prezentowanego ich strumienia (głównie złom oraz gleba) i w rzeczywistości znacznie odbiega od średniej unijnej. **Obecny poziom recyklingu w sektorze budowlanym w Polsce wynosi ok 30%.**

Rok	Odpady wytworzone w ciągu roku							Odpady dotychczas nagromadzone
	ogółem	poddane odzyskowi	unieszkodliwione				maga- zyno- wane	
			razem	w tym				
				termicz- nie	składo- wane	w inny sposób		
w tys. Mg								
2004	1826,2	1226,7	281,1	1,9	241,7	37,5	318,4	23421,6
2006	2431,7	1840,5	304,7	2,8	207,6	94,3	286,5	23592,8
2008	3508,0	2831,5	341,0	2,8	315,7	22,5	335,5	28718,7

**Tab. 6.** Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych wytworzone oraz unieszkodliwione w Polsce w latach 2004, 2006 i 2008 [180].

Ze względu na konieczne do przeprowadzenia duże inwestycje infrastrukturalne i budowlane, mające na celu modernizację i zwiększenie konkurencyjności Polski na arenie międzynarodowej, oraz stopniową poprawę koniunktury po kryzysie gospodarczym prognozuje się, że w najbliższych latach na terenie RP nastąpi intensywny wzrost ilości wytwarzanych odpadów budowlanych [180]. Decydujący wpływ na skalę obciążenia środowiska będzie miała intensywność wyburzeń starych budynków mieszkalnych i przemysłowych przeprowadzanych w celu zwolnienia terenów pod nowe inwestycje, przebieg procesu rewitalizacji osiedli, budowa nowych tras komunikacyjnych i obiektów budowlanych, a także stopień odzysku materiałów rozbiórkowych i zawartej w nich energii. **Zgodnie z przyjętym przez Polskę zobowiązaniem, wynikającym z członkostwa w Unii Europejskiej, do roku 2020 poziom przygotowania do recyklingu oraz innych form odzysku materiałów budowlanych i rozbiórkowych powinien wynosić wagowo minimum 70% [180].**

Rok	2014	2015	2016	2018	2019	2022
Prognozowana masa wytworzonych odpadów [tys. Mg]	4260	4400	4520	4890	5060	5600

**Tab. 7.** Prognoza wytwarzania w Polsce odpadów z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych na lata 2014 – 2022. Na podstawie [180].

<sup>7</sup> W obliczeniach pominięto odpady pochodzenia mineralnego z wykopów i prac ziemnych.

Analiza przedstawionych danych statystycznych pozwala ustalić, że intensywna eksploatacja zasobów oraz liczba wytwarzanych odpadów znajduje się w trendzie wzrostowym nieprzerwanie od wielu dziesięcioleci. Chwilowe wahania wskaźników, wskazujących na wysoką energo – i materiałochłonność przemysłu oraz potwierdzających postępującą degradację środowiska, wynikają jedynie z okresowych zawirowań gospodarczych, a nie ze spadku zapotrzebowania na materiały pierwotne, osiągniętego dzięki wprowadzonym innowacjom technologicznym i dbałości o czystość procesu produkcji. Czasy od drugiej połowy XX w. charakteryzuje trwale postępujący poziom urbanizacji, wzrost zużycia energii i nasilenie przepływu różnego rodzaju materiałów. Obecnie surowce naturalne są intensywnie pobierane ze środowiska, następnie przekształcane w materiały (np. budowlane) i wykorzystywane w różnych gałęziach przemysłu. Cały ten proces nie budziłby żadnych zastrzeżeń, gdyby nie fakt, iż ostatecznie i tak większość ze wspomnianych wyżej gotowych produktów, po okresie eksploatacji, wędruje na wysypiska śmieci. Surowce początkowo neutralne dla środowiska po przekształceniu przyczyniają się do jego zaśmiecenia, degradacji i destrukcji. Zasoby naturalne, przy obecnym sposobie ich eksploatacji, szybko się wyczerpią, dając początek nowej ery – „ery deficytu”. Taki stan rzeczy zobowiązuje nas do racjonalnego gospodarowania zasobami.

### 1.3 PRZYJĘTA TEZA PRACY

W minionym stuleciu, zwłaszcza od momentu rozpoczęcia rewolucji przemysłowej, nastąpił na świecie gwałtowny rozwój wielu gałęzi przemysłu. Brak świadomości ekologicznej społeczeństwa w połączeniu z długotrwałą, rabunkową eksploatacją zasobów, doprowadził do nieprzewidzianego wcześniej stopnia degradacji środowiska przyrodniczego. Linearny przepływ materii w procesie produkcji i eksploatacji, wynikający z niedostrzegania potrzeby zamknięcia cyklu życiowego zużytych produktów, przyczynił się do powstania globalnego problemu wszechobecnych odpadów, których pomalutka nie ma gdzie składować. Dla dobra ludzkości dalsze traktowanie przyrody jako niewyczerpanego źródła surowców oraz składowiska odpadów poeksploatacyjnych powinno ulec w najbliższej przyszłości znaczącej przemianie. Wyczerpujące się złoża paliw kopalnych<sup>8</sup>, wzrost liczby populacji<sup>9</sup> i postępujące z nim wysokie zużycie zasobów, zmuszają do zwrócenia uwagi na alternatywne, ekologiczne strategie projektowania inżynierskiego. Zarówno w sektorze budowlanym, jak i w innych kluczowych gałęziach przemysłu, należy dążyć do optymalizacji wykorzystywanych obecnie technologii na rzecz zmniejszenia presji wywieranej na środowisko przyrodnicze.

Aktualne trendy w architekturze coraz szerzej uwzględniają aspekty ekologiczne. Można zaryzykować stwierdzenie, iż **w drugiej połowie XX w. wykształcił się nowy kierunek (styl) w architekturze, tzw. architektura rekonsupcji (ang. reuse), czyli architektura z elementów z odzysku i recyklingu.** Dzięki zastosowaniu w budownictwie materiałów z odzysku i recyklingu, przy niewielkim nakładzie kosztów i zużyciu energii, unikając nadmiernej eksploatacji zasobów naturalnych, można w znacznym stopniu łagodzić problem wszechobecnych odpadów, nie rezygnując jednocześnie z osiągnięcia założonych celów architektonicznych.

---

<sup>8</sup> Aneks do pracy, **załącznik 3** – Rozpoznane, światowe zasoby ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla.

<sup>9</sup> Aneks do pracy, **załącznik 4** – Tempo przyrostu ludności świata.

## TEZA:

**Ze względu na stale rosnącą ilość odpadów, szybko postępującą degradację środowiska naturalnego oraz stopniowe wyczerpywanie się surowców naturalnych, architektura rekonsumpcji wydaje się być alternatywą dla tradycyjnych metod projektowania i realizacji obiektów budowlanych.**

### 1.4 CEL NAUKOWY PRACY

Za podstawowe cele niniejszej pracy przyjęto:

- **systematyzację zagadnień** z zakresu stosowania w budownictwie elementów z odzysku i recyklingu:
  - uporządkowanie kluczowych pojęć,
  - analizę przyczyn i okres powstania zjawiska rekonsumpcji materiałowej w architekturze,
  - przegląd realizacji wykonanych w oparciu o materiały wtórne,
- **cele ekonomiczne:**
  - analizę ekonomiczną opłacalności i celowości projektu tworzonego w oparciu o materiały wtórne – *studium wykonalności (ang. feasibility studies)*,
  - określenie potencjalnych korzyści dla uczestników procesu inwestycyjnego, wynikających z zastosowania materiałów wtórnych,
- **cele technologiczne:**
  - stworzenie kompendium wiedzy dotyczącej rozwiązań technologicznych pozwalających na wykorzystanie idei rekonsumpcji materiałowej w architekturze,
  - przedstawienie potencjalnych źródeł pozyskiwania materiałów z odzysku,
  - przedstawienie możliwości technicznych zastosowania materiałów z odzysku,
  - przedstawienie możliwości technicznych łączenia odmiennych dziedzin produkcji,
  - określenie potencjalnych obszarów zastosowania rozwiązań projektowych tworzonych w oparciu o materiały wtórne,
- **cele legislacyjne i proceduralne:**
  - omówienie zagadnień legislacyjnych, związanych z wtórnym stosowaniem materiałów w budownictwie,
  - sprawdzenie prawnych możliwości wtórnego stosowania elementów budowlanych w Polsce, po włączeniu kraju do struktur Unii Europejskiej,
  - wypracowanie modelu procesu inwestycyjnego umożliwiającego zastosowanie materiałów wtórnych w warunkach krajowych,
- **cele edukacyjne:**
  - wdrażanie zasad ekorozwoju w procesie projektowania architektonicznego,
  - prezentację wpływu niekontrolowanej ekspansji sektora budowlanego na

- stan środowiska,
- uświadomienie projektantom i uczestnikom procesu inwestycyjnego skali problemu, jaki stanowi postępująca degradacja środowiska przyrodniczego, obecne tempo zmniejszania się nieodnawialnych zasobów naturalnych oraz rosnąca liczba odpadów,
- omówienie kierunków rozwoju współczesnej architektury ekologicznej,
- przedstawienie nowoczesnych strategii projektowania inżynierskiego,
- przedstawienie wzajemnych relacji pomiędzy projektowaniem a gospodarowaniem odpadami (składowiska odpadów zamieniają się w kopalnie surowców),
- omówienie sposobów rozpowszechniania architektury rekonsypcji.

## 1.5 PRZEDMIOT I ZAKRES PRACY

Tematyka niniejszej pracy dotyczy przede wszystkim zagadnień związanych z wtórnym stosowaniem materiałów i elementów budowlanych, pochodzących z rozbiórki, odzysku bądź recyklingu. Ze względu na potencjalną możliwość zmniejszenia energochłonności procesu realizacji prac budowlanych, w opracowaniu poświęcono dużo uwagi zagadnieniu adaptacji architektonicznej budynków istniejących. Położono także nacisk na omówienie zagadnień związanych z celowością, opłacalnością oraz techniczną wykonalnością procesu rekonsypcji materiałowej, w odniesieniu do kubaturowych obiektów architektonicznych, w świetle dzisiejszej wiedzy technicznej.

Przedmiot i zakres pracy zasadniczo dotyczy:

- określenia i zilustrowania stopnia oddziaływania przemysłu na środowisko przyrodnicze, zwłaszcza sektora budowlanego w latach 1950 - 2010. Presja wywierana na środowisko analizowana i przedstawiona w niniejszej pracy na podstawie powszechnie dostępnych wskaźników dotyczy przede wszystkim terytorium Unii Europejskiej. Wynika to głównie z obszerności zagadnienia oraz dostępu do danych statystycznych,
- architektury współczesnej i funkcjonujących w niej na przestrzeni XX w. oraz w pierwszym kwartale XXI w. rozwiązań technologiczno – materiałowych, wprowadzanych sukcesywnie ze względu na rosnące znaczenie trendów i aspektów ekologicznych oraz idei **rozwoju zrównoważonego** w projektowaniu architektonicznym. Z zakresu badań wyłączono tematykę związaną z konserwacją zabytków oraz wtórnym wykorzystaniem elementów wyposażenia instalacyjnego budowli. Jeżeli w pracy pojawiają się odnośniki do powyższych kategorii, to ich zakres ograniczany jest jedynie do minimum niezbędnego do prawidłowego przedstawienia omawianych treści. Analizie i badaniom poddano następujące grupy elementów budowlanych wchodzących w skład obiektów architektonicznych: fundamenty (włączając systemy stabilizacji i retencji gruntu), konstrukcję nośną, zewnętrzne materiały osłonowe i okładzinowe. Badania dotyczyły także poszczególnych grup materiałowych, takich jak plastik, drewno, kamień, beton, metale, szkło, grunt rodzimy etc.
- określenia możliwych kierunków rozwoju **architektury ekologicznej** w XXI w., zwłaszcza w odniesieniu do rozwiązań technologicznych tworzonych w oparciu o stosowanie materiałów z odzysku i recyklingu,
- systematyzacji zagadnień i procedur związanych z zastosowaniem materiałów wtórnych w projektowaniu architektonicznym. W razie braku odpowiednich

rozwiązań proceduralnych, takich jak np. przebieg procesu inwestycyjnego, realizacji inwestycji tworzonych w oparciu o ideę rekonsupcji, zakresem pracy objęto również stworzenie odpowiednich schematów i wytycznych, dających możliwość optymalizacji etapu projektowania z elementów z odzysku,

- określenia uwarunkowań prawnych umożliwiających stosowanie idei rekonsupcji w projektowaniu i realizacji robót budowlanych,
- analizy opłacalności ekonomicznej przedsięwzięcia budowlanego tworzonego z wykorzystaniem materiałów wtórnych wraz z szacunkowym określeniem kosztów wariantowego wykonania obiektu modelowego,
- określenia potencjalnych możliwości rozwoju rynku wtórnych materiałów budowlanych na terenie kraju.

## 1.6 ZAŁOŻENIA WYJŚCIOWE I METODA BADAŃ

### 1.6.1 ZAŁOŻENIA WYJŚCIOWE

Dla potrzeb zbadania zgodności ze stanem faktycznym postawionej w pracy tezy założono, że rozwiązania stanowiące rzeczywistą alternatywę dla tradycyjnych metod wznoszenia obiektów budowlanych powinny być:

- uzasadnione merytorycznie (lub ideologicznie) i wynikać z obowiązujących realiów, panującego na rynku zapotrzebowania i aktualnych trendów designerskich,
- możliwe do wykonania pod względem technologicznym,
- zgodne z obowiązującymi zapisami prawa budowlanego i przepisami odrębnymi,
- opłacalne ekonomicznie, tj. dawać możliwość zachowania porównywalnego bądź niższego kosztu realizacji przedsięwzięcia, polegającego na wykonaniu obiektu budowlanego z elementów z odzysku, w stosunku do realizacji tworzonych w oparciu o technologie tradycyjne, zakładające stosowanie nowych materiałów budowlanych.

W celu udowodnienia tezy pracy, w kolejnych rozdziałach przeprowadzone zostało sprawdzenie spełnienia wszystkich powyższych założeń.

Ponadto przyjęto, iż:

- ochrona środowiska przyrodniczego jest rzeczą ważną, zyskującą w ostatnim czasie znaczenie w Polsce, w wyniku akcesji kraju do Unii Europejskiej,
- państwo Polskie i cała Unia Europejska realizować będzie coraz intensywniej politykę ekorozwoju.

### 1.6.2 METODY BADAWCZE

W pracy wykorzystano następujące metody badawcze:

- metodę **kwerendy literatury** przedmiotu,
- metody **analityczno – porównawcze i heurystyczne**, które obejmują problematykę i zagadnienia z dziedziny projektowania architektonicznego

z materiałów wtórnych oraz gospodarowania odpadami na tle wprowadzonych norm prawnych związanych z ekorozwojem,

- **analizę przyczynowo – skutkową**, która ukazuje wzajemne relacje pomiędzy projektowaniem architektonicznym, a gospodarowaniem odpadami,
- rozpoznanie rzeczywistości, przeprowadzone na drodze **analizy opisowej**, które ukazuje stopień oddziaływania przemysłu – głównie budowlanego – na środowisko przyrodnicze,
- **matematyczne metody obliczeniowe**.

Sposoby realizacji poszczególnych etapów pracy obejmują:

- wyselekcjonowanie z procesu budowlanego związków, które dają możliwości obniżenia liczby generowanych odpadów i stopnia eksploatacji środowiska przyrodniczego, w wyniku wtórnego stosowania materiałów w architekturze,
- ustalenie zależności pomiędzy gospodarką odpadami, ekorozwojem i projektowaniem architektonicznym w oparciu o metody heurystyczne,
- ukazanie powiązania między projektowaniem, a generowaniem odpadów w oparciu o analizę przyczynowo – skutkową,
- ukazanie prognoz dotyczących gospodarowania odpadami jak i potencjalnych skutków wdrażanych rozwiązań,
- wyciągnięcie wniosków cząstkowych z danych archiwalnych i empirycznych dotyczących budownictwa ekologicznego, które przedstawiono w syntetycznej formie, wraz z ukazaniem korzyści wynikających z implementacji zasad rozwoju zrównoważonego w porównaniu do tradycyjnych metod projektowania architektonicznego,
- przeanalizowanie i porównanie informacji zawartych w literaturze światowej z zakresu architektury, budownictwa, ekologii i recyklingu w celu określenia odpowiednich rozwiązań technicznych i proceduralnych możliwych do zastosowania na poszczególnych etapach procesu inwestycyjnego,
- zbadanie na podstawie literatury krajowej i zagranicznej dorobku teoretycznego w obszarze opracowywanych zagadnień i prezentację przyjaznych środowisku rozwiązań materiałowych i technologicznych,
- wykorzystanie danych archiwalnych udostępnionych przez GUS oraz Eurostat,
- przeprowadzenie analizy komunikatów i zapisów legislacyjnych Komisji Europejskiej, krajowych zapisów legislacyjnych, wytycznych Europejskiej Agencji Środowiska oraz literatury i prasy branżowej, dla określenia strategii i kluczowych celów zmierzających do tworzenia zrównoważonej gospodarki europejskiej,
- przeprowadzenie analizy aktualnie obowiązujących zapisów legislacyjnych oraz prześledzenie obecnych praktyk jak i wdrażanych strategii dotyczących stosowania materiałów z odzysku i recyklingu w budownictwie,
- przeprowadzenie (w celu weryfikacji przyjętej tezy) analizy kosztowej z porównaniem cen w odniesieniu do kilku wariantów realizacji obiektu modelowego, przy pomocy programu do kosztorysowania Norma PRO,

wersja 4.40<sup>10</sup>,

- analogicznie do rozwiązań stosowanych w krajach wysoko uprzemysłowionych wyselekcjonowanie nowoczesnych sposobów popularyzacji idei rekonsumpcji materiałowej w architekturze.

## 1.7 WYJAŚNIENIE KLUCZOWYCH POJĘĆ

W literaturze dotyczącej poruszanej tematyki pojawiają się obecnie pewne rozbieżności w interpretacji niektórych pojęć, często kluczowych dla prawidłowego rozumienia treści niniejszej pracy. Niekiedy powodowane jest to tym, że wykorzystywana terminologia wywodzi się z literatury obcojęzycznej (głównie angielskojęzycznej). Przyczyną niespójności może być także błędna interpretacja danego pojęcia przez autora, lub niedostrzeżona przez niego ewolucja znaczenia terminu, która wynika z nieustannie trwającego postępu technologicznego i rozwoju nauki. W celu uniknięcia rozbieżności w interpretacji tekstu rozprawy, poniżej przedstawiono definicje, które zdaniem autora niniejszej pracy, najtrafniej określają znaczenie przypisanych im terminów.

- *architektura rekonsumpcji* – potoczne określenie architektury tworzonej głównie z wykorzystaniem elementów z odzysku i recyklingu (patrz też *wtórne materiały budowlane*). Jest to jedna z form eko – architektury, tworzonej w oparciu o poszanowanie przyrody i zasad rozwoju zrównoważonego. Termin *architektura rekonsumpcji* po raz pierwszy w publikacjach naukowych w Polsce pojawił się w artykułach prof. J. Charytonowicza (Politechnika Wrocławska) i dr L. Świątka (Politechnika Szczecińska). Zaczerpnięty został najprawdopodobniej z j. angielskiego od słowa *re – use*, oznaczającego powtórne zastosowanie. Zasada ponownego użycia obejmuje różne skale projektowania: od skali mikro, dotyczącej wyposażenia mieszkania i elementów budynku do skali makro, opisującej urbanistyczne struktury przestrzenne;
- *biodegradacja* – biochemiczny rozkład związków organicznych na proste związki nieorganiczne przez saprobionty. Poza organizmami żywymi, do biodegradacji przyczyniają się także czynniki naturalne, takie jak: światło słoneczne, powietrze, woda, wiatr, temperatura;
- *cykl życia* (ang. *life cycle*) – oznacza kolejne i połączone ze sobą etapy istnienia produktu, od momentu wykorzystania surowca do ostatecznego unieszkodliwienia produktu [192];
- *dekonstrukcja* – selektywna rozbiórka, zoptymalizowana pod kątem odzysku jak największej liczby pierwotnie wbudowanych materiałów budowlanych, przy jednoczesnym zachowaniu ich relatywnie dobrego stanu technicznego;
- *downcykling* (ang. *downcycling*) – potoczne określenie takiej formy przetwarzania odpadów, w wyniku którego powstają produkty o niższej wartości materialnej i użytkowej niż przetwarzane surowce. Określenie to zostało po raz

---

<sup>10</sup> Kosztorys sporządzono według wskaźników cenotwórczych na drugi kwartał 2013 roku. Przy określaniu kosztu inwestycji wykonywanej z wykorzystaniem materiałów nowych, ze względu na szacunkowy średni koszt inwestycji, nie brano pod uwagę wskaźnika poziomu recyklingu odpadów w produktach nowych. Założono, iż cena wyrobów z recyklingu jest porównywalna do tradycyjnie produkowanych, równoważnych, nowych materiałów budowlanych

pierwszy zastosowane przez Williama McDonougha oraz Michaela Braungarta [94];

- *eko – architektura* – zwana także zamiennie *architekturą zieloną* lub *ekologiczną* (ang. *green architecture*), jest to architektura tworzona z poszanowaniem postulatów ekologicznych, minimalizująca negatywne oddziaływanie budowli na środowisko naturalne, w celu zapewnienia jego ochrony. Termin ten powszechnie używany jest w publikacjach naukowych zarówno krajowych jak i zagranicznych.
- *eko – ergonomia* (zwana również zamiennie *ergoekoloią*) – połączenie postulatów ergonomii i ekologii w celu działania na rzecz ochrony zdrowia człowieka przy jednoczesnej poprawie zdrowotnej jakości środowiska jego egzystencji. Pojęcia tego po raz pierwszy użył prof. Jerzy Charytonowicz w 1998 r. [30];
- *ekologia* – termin pochodzi z greckich słów *oikos* – dom i *logos* – słowo, wiedza, nauka. Ekologia jest nauką biologiczną zajmującą się strukturą i funkcjonowaniem przyrody, a także badaniem wzajemnych zależności między organizmami (oraz zespołami organizmów), a ich żywym i martwym środowiskiem. Słowo *ekologia* używane jest często w języku potocznym jako określenie zagadnień związanych z ochroną środowiska, a także wielu organizacji i ruchów społecznych, które mają na celu ochronę przyrody. Należy jednak pamiętać, że nauką o ochronie przyrody jest sozologia [91];
- *ergonomia* – zgodnie z definicją wg PTErg z 1983 r. jest to dziedzina wiedzy zajmująca się dostosowaniem całokształtu materialnego otoczenia do psychofizycznych potrzeb i możliwości człowieka. Pod koniec lat 90-tych XX w. definicja ergonomii została poszerzona przez prof. J. Charytonowicza (Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej) i zaakceptowana przez środowisko zagranicznych i krajowych ergonomistów, jako najbliższa współczesnym trendom związanym z kształtowaniem środowiska materialnego otoczenia człowieka. Otrzymała ona wówczas następujące brzmienie: ergonomia jest to dziedzina wiedzy zajmująca się dostosowaniem całokształtu materialnego otoczenia do psychofizycznych potrzeb i możliwości człowieka z równoczesnym uwzględnieniem potrzeb i możliwości przyrody (stąd wynika min. związek między ekologią i ergonią, czyli eko – ergonomia);
- *gospodarowanie odpadami* – oznacza zbieranie, transport, odzysk oraz unieszkodliwianie odpadów, łącznie z nadzorem nad tego rodzaju działaniami, jak również późniejsze postępowanie z miejscami unieszkodliwiania odpadów wraz z działaniami wykonywanymi w charakterze dealera lub brokera [49];
- *materiały z recyklingu* – materiały nowe wyprodukowane przy procentowym udziale odpadów, na drodze ich przetworzenia;
- *odpady* – oznaczają każdą substancję lub przedmiot, które posiadacz wyrzuca, zamierza się pozbyć, lub do pozbycia których został zobowiązany [49];
- *odzysk* – oznacza jakikolwiek proces, którego głównym wynikiem jest to, aby odpady służyły użytecznemu zastosowaniu, poprzez zastąpienie innych materiałów, które w przeciwnym wypadku zostałyby użyte do spełnienia danej funkcji, lub w wyniku którego odpady są przygotowywane do spełnienia takiej funkcji w danym zakładzie lub w gospodarce [49];



- *ponowne użycie* (ang. *reuse*) – oznacza każdy proces, w wyniku którego produkty lub składniki niebędące odpadami są wykorzystywane ponownie, lecz niekoniecznie do tego samego celu, do którego były przeznaczone [49];
- *projektowanie holistyczne* (ang. *holistic design*) – projektowanie uwzględniające aspekty środowiskowe, poszerzone o studium środowiskowych konsekwencji;
- *przetwarzanie odpadów* – oznacza procesy odzysku lub unieszkodliwiania, w tym przygotowanie poprzedzające odzysk lub unieszkodliwianie [49];
- *przygotowanie do ponownego użycia* – oznacza procesy odzysku polegające na sprawdzeniu, czyszczeniu lub naprawie, w ramach których produkty lub składniki produktów, które wcześniej stały się odpadami, są przygotowywane do tego, by mogły być ponownie wykorzystywane bez jakichkolwiek innych czynności przetwarzania wstępnego [49];
- *recykling* (ang. *recycling*) – oznacza jakikolwiek proces odzysku, w ramach którego materiały odpadowe są ponownie przetwarzane w produkty, materiały lub substancje wykorzystywane w pierwotnym celu lub innych celach. Obejmuje to ponowne przetwarzanie materiału organicznego, ale nie obejmuje odzysku energii i ponownego przetwarzania na materiały, które mają być wykorzystane jako paliwa lub do celów wypełniania wyrobisk [49];
- *selektywna zbiórka* – oznacza zbiórkę, w ramach której dany strumień odpadów obejmuje jedynie odpady jednego rodzaju i o tym samym charakterze w celu ułatwienia późniejszego przetwarzania [49];
- *ślad ekologiczny* – analiza zapotrzebowania człowieka na zasoby naturalne biosfery. Porównywana jest ludzka konsumpcja zasobów naturalnych ze zdolnością planety Ziemi do ich regeneracji. Ślad ekologiczny to szacowana ilość hektarów powierzchni lądu i morza potrzebna do rekompensacji zasobów zużytych na konsumpcję i absorpcję odpadów. Ślad mierzony jest w globalnych hektarach (gha) na osobę.;
- *upcykling* (ang. *upcycling*) – potoczne określenie takiej formy przetwarzania odpadów, w wyniku którego powstają produkty o wyższej wartości materialnej i użytkowej niż przetwarzane surowce. Określenie to zostało po raz pierwszy zastosowane przez Williama McDonougha oraz Michaela Braungarta [94];
- *unieszkodliwianie* – oznacza jakikolwiek proces niebędący odzyskiem, nawet jeżeli wtórnym skutkiem takiego procesu jest odzysk substancji lub energii [49];
- *wtórne materiały budowlane* – elementy budowli z odzysku ( pozyskane np. w trakcie rozbiórki) lub materiały z recyklingu;
- *zapobieganie (w odniesieniu do hierarchii postępowania z odpadami)* – oznacza środki zaradcze zastosowane zanim dana substancja, materiał lub produkt staną się odpadami i które zmniejszają:
  - ilość odpadów, w tym również przez ponowne użycie produktów lub wydłużenie okresu żywotności produktów;
  - niekorzystne oddziaływanie wytworzonych odpadów na środowisko i zdrowie ludzkie; lub
  - zawartość substancji szkodliwych w materiałach i produktach [49].

# 2

## AKTUALNY STAN BADAŃ NAD PRZEDMIOTOWĄ PROBLEMATYKĄ

### 2.1 WSPÓŁCZESNE STRATEGIE NA RZECZ OBNIŻENIA STOPNIA DEGRADACJI ŚRODOWISKA NATURALNEGO

W XX w. nastąpił na świecie znaczący skok cywilizacyjny, któremu nieprzerwanie towarzyszył wzrost konsumpcji w wielu sektorach przemysłowych. Na czele ekspansji gospodarczej stanęły wówczas Stany Zjednoczone, Europa i niektóre kraje azjatyckie. Motorem napędowym owego rozwoju okazała się jednak rabunkowa eksploatacja zasobów naturalnych oraz stosunkowo łatwy dostęp do tanich, nieodnawialnych źródeł energii. Przez całe dziesięciolecie lekceważono skutki uboczne tego procesu, nie bacząc na postępującą degradację środowiska i stopniowe wyczerpywanie się zasobów naturalnych. Punktem zwrotnym w nieświadomym kroczeniu ku destrukcji okazał się dopiero *Raport U' Thanta*, wygłoszony na XXIII sesji zgromadzenia ogólnego ONZ w 1969 r. Zasygnalizowano w nim pojawienie się globalnego kryzysu dotyczącego relacji człowieka do przyrody, wskazując na niebezpieczeństwa wynikające z przekraczania dopuszczalnych barier środowiskowych. Tezę U' Thanta, o realnej możliwości zaistnienia globalnej katastrofy ekologicznej, potwierdził także raport *Klubu Rzymskiego* z 1972 r., opublikowany pod nazwą *Granice Wzrostu* [112].

#### 2.1.1 ZASTOSOWANIE IDEI ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Pojęcie **rozwój zrównoważony**<sup>11</sup> (ang. *sustainable development*) zostało po raz pierwszy zdefiniowane w 1987 r. w raporcie pt. *Nasza Wspólna Przyszłość*, opracowanym przez Światową Komisję ds. Środowiska i Rozwoju Organizacji Narodów Zjednoczonych. Zgodnie z jego treścią, dla dobra ludzkości wskazany jest taki rozwój "... który gwarantuje zaspokojenie potrzeb obecnych pokoleń, nie zagrażając zdolności przyszłych pokoleń do zaspokajania ich własnych potrzeb..." [127]. W dokumencie wyodrębnione zostały trzy zasadnicze obszary (**rys. 15**), które wpływają na poziom zrównoważenia światowej gospodarki: środowisko (podkreślono konieczność przemyślanego i ostrożnego korzystania z zasobów przyrody, tak aby nie powodować ich degradacji i nie dopuszczać do powstania nieodwracalnych zmian), ekonomia (wzrost gospodarczy oraz sprawiedliwy podział wynikających z niego korzyści), oraz społeczeństwo (aspekty socjalne, wyrównanie szans, wzrost poziomu życia etc.). Znaczenie pojęcia *rozwój zrównoważony* zostało także wyjaśnione w trakcie Konferencji Narodów Zjednoczonych na temat Środowiska Naturalnego i Rozwoju, nazwanej również **Szczytem Ziemi** (ang. *Earth Summit*), która odbyła się w Rio de Janeiro w Brazylii w 1992 r. Wśród uchwalonych na niej dokumentów znalazł się także program działań na rzecz zrównoważonego rozwoju tzw. *Agenda 21* [7], w którym określono rekomendacje dotyczące opracowywania i wdrażania lokalnych

<sup>11</sup> W powiązaniu z pojęciem *rozwój zrównoważony* często dyskutowane są także terminy bliskoznaczne, takie jak *rozwój trwały* czy *ekorozwój*. *Ekorozwój* należy rozumieć jako: długotrwałe wykorzystywanie odnawialnych zasobów naturalnych, efektywną eksploatację nieodnawialnych źródeł energii, utrzymanie stabilności procesów ekologicznych i ekosystemów, ochronę różnorodności genetycznej oraz ogólną ochronę przyrody, zachowanie i polepszenie stanu zdrowia ludzi, a także bezpieczeństwa pracy i szeroko pojętego dobrobytu [79].

programów wprowadzających zasady zrównoważonego rozwoju. Terminem *rozwój zrównoważony* określono wówczas racjonalne użytkowanie zmniejszających się zasobów naturalnych oraz podtrzymywanie wzrostu jakości życia obecnych i przyszłych pokoleń. Zrównoważony rozwój określono jako proces możliwy do kontynuacji w długim horyzoncie czasu, bez jednoczesnego naruszania równowagi ekologicznej i społecznej [7].



Rys. 15. Główne obszary wpływające na poziom zrównoważenia światowej gospodarki [2].

Wdrożenie zasad zrównoważonego rozwoju stało się jednym z głównych celów Unii Europejskiej w wyniku podpisania w 1997 r. *Traktatu Amsterdamskiego* [178], zmieniającego Traktat o Unii Europejskiej, Traktaty ustanawiające Wspólnoty Europejskie oraz niektóre związane z nimi akty. Własna strategia zrównoważonego rozwoju została ustalona przez Unię Europejską dopiero w roku 2001, kiedy to w Goeteborgu podpisano dokument pt.: *A Sustainable Europe for a Better World: A European Union Strategy for Sustainable Development*. Był on dopełnieniem Strategii Lizbońskiej, ustanawiającej wytyczne dalszego rozwoju społecznego, ekonomicznego i środowiskowego Europy.

Istotne znaczenie, w działaniach zmierzających do realizacji założeń rozwoju zrównoważonego, odgrywa także sektor budowlany. W grudniu 2007 r. **Inicjatywa Rynków Pionierskich dla Europy** (ang. *LMI – Lead Market Initiative for Europe*) wyróżniła problem budownictwa zrównoważonego jako jeden z sześciu wiodących obszarów gospodarki, pod względem dużej podatności na innowacje i rozwój. Wdrażanie nowych rozwiązań w budownictwie zostało uznane za priorytetowe, głównie ze względu na jego duży wpływ na trzy, kluczowe dla idei rozwoju zrównoważonego, dziedziny:

- środowisko,
- społeczeństwo,
- ekonomię.

Nowoczesne obiekty budowlane muszą spełniać zatem szereg wymogów aby zakwalifikować je do realizacji tworzonych w duchu architektury zrównoważonej. Zdaniem A. Vorbrodta – Schurma i R. Schurma powinny one być [67]:

- zdrowe i przyjazne dla użytkowników i otoczenia – to jest **aspekt społeczny**,
- nieszkodliwe dla środowiska naturalnego, czyli używać materiałów lokalnych i tych, wyprodukowanych przy udziale surowców wtórnych. Odpady budowlane powinny być przetwarzane i nie powodować skażenia środowiska. Należy również zwracać uwagę na emisję gazów cieplarnianych, w szczególności dwutlenku węgla, gazu najsilniej przyczyniającego się do globalnych zmian klimatycznych – to **aspekt ekologiczny**,
- wykonywane w przystępnej cenie, czyli **ekonomiczne**, gdyż nie ma sensu podejmowanie prób wdrażania strategii przeznaczonej dla ogółu, a dostępnej jedynie dla wybranych, z racji wysokiego kosztu jej realizacji.

Budownictwo, które spełnia wymagania zrównoważonego rozwoju powinno dążyć, na wszystkich etapach procesu inwestycyjnego i eksploatacyjnego, do minimalizacji zużycia energii i zasobów naturalnych, przy możliwie jak najmniejszej presji wywieranej na środowisko. Innowacyjne rozwiązania inżynierskie powinny łączyć tu korzystne efekty ekonomiczne z dbałością o zdrowie i komfort użytkowników, zmniejszając jednocześnie negatywny wpływ obiektów inżynierii lądowej i wodnej na otaczającą przyrodę.

Budownictwo zrównoważone znane jest także pod nazwą **architektury ekologicznej**. Nazwa ta ma silny związek z tworzeniem struktur budowlanych w drodze procesów oraz przy użyciu materiałów, które są przyjazne środowisku naturalnemu. Wg Z. J. Boczka [21] jeżeli założymy, że tradycyjnie architektura łączy takie elementy, jak ekonomia, użyteczność, trwałość i wygoda, to w przypadku zrównoważonej architektury dochodzi jeszcze dodatkowo aspekt ekologiczny. Głównym celem **architektury zrównoważonej** jest ograniczenie negatywnego wpływu budynków na środowisko naturalne i zdrowie człowieka. Jej celami pośrednimi są natomiast:

- ochrona zdrowia mieszkańców – korzyści społeczne,
- efektywne wykorzystanie energii, wody i innych powszechnie dostępnych zasobów naturalnych – korzyści finansowe,
- ograniczenie ilości odpadów, zanieczyszczeń i stopnia degradacji środowiska – korzyści zarówno społeczne jak i finansowe.

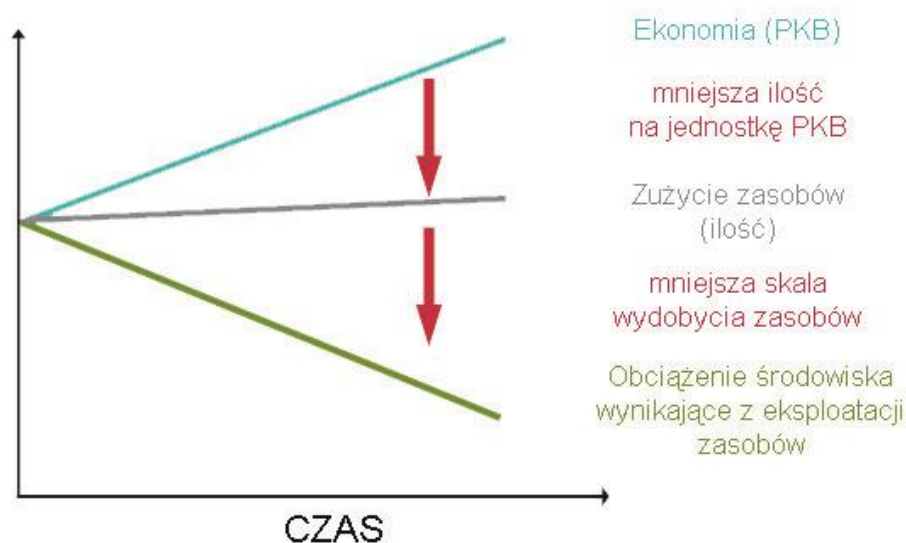
### 2.1.2 "ROZŁĄCZENIE" WZROSTU GOSPODARCZEGO OD PROCESU DEGRADACJI ŚRODOWISKA

W Unii Europejskiej systematycznie, na drodze legislacyjnej, wdrażane są nowe wymogi mające na celu zmniejszenie obciążenia środowiska wszelkiego rodzaju zanieczyszczeniami. Wprowadzane są odpowiednie rozwiązania podatkowe oraz szereg mechanizmów zachęcających do minimalizacji ilości odpadów. Taki stan rzeczy sprzyja rozwojowi rynku materiałów wtórnych i ograniczeniu powstawania kolejnych składowisk. Zjawisko dużej ilości odpadów jest następstwem działań społeczeństwa konsumpcyjnego, prowadzonych w sprzeczności z logiką obiegu przyrodniczego. Dzięki edukacji ekologicznej i rozwiązaniom legislacyjnym<sup>12</sup> inżynierowie stopniowo

<sup>12</sup> W Polsce prędkość zmian zachodzących w sposobie projektowania i wznoszenia obiektów także stymulowana jest w pewnym stopniu przez politykę ekologiczną państwa, które sukcesywnie nakłada coraz to nowe obowiązki i wymagania na inwestorów i projektantów, np. w postaci etapowego zaostrzania wskaźników określających dopuszczalne zużycie energii przez budynki (zgodnie ze zobowiązaniami wynikającymi z członkostwa w Unii Europejskiej).

zaczynają dostrzegać konieczność uwzględnienia, w procesie projektowania, aspektu żywotności materiałów oraz wynikającej zeń możliwości odpowiednio wczesnego zaprogramowania ich przepływu w gospodarce.

Przerwanie powiązań pomiędzy wzrostem gospodarczym, a wytwarzaniem odpadów i intensywną eksploatacją zasobów, jest kluczowym celem dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady Europy 2008/98/WE, z dnia 19 – ego listopada 2008r. Stabilizacja poziomu wytwarzania odpadów nie jest już wystarczająco skutecznym narzędziem w walce z postępującą degradacją środowiska. Obecnie musi nastąpić odwrócenie negatywnego trendu związanego z wzrostem ilości odpadów, przez tworzenie preferencji w celu poddawania ich procesom odzysku, co w dłuższej perspektywie czasu przełoży się na wzrost zrównoważonego wykorzystania zasobów.



Rys. 16. Idea rozdzielenia wzrostu gospodarczego od postępującej degradacji środowiska [193].



Rys. 17. Hierarchia postępowania z odpadami zgodna z dyrektywą Parlamentu Europejskiego z dnia 19. 11. 2008. Opracowanie autora na podstawie [49].

Aby osiągnąć powyższy cel, znowelizowana dyrektywa Parlamentu Europejskiego z dnia 19 listopada 2008 r. ustanawia ogólne ramy programowe, dotyczące zapobiegania powstawaniu odpadów i ich zagospodarowania w Unii Europejskiej w najbliższych latach. Wprowadza ona na nowo hierarchię postępowania z odpadami, stanowiąc grupę priorytetów, których kolejność oparto po raz kolejny w historii o zasadę **3 x R**, podobnie jak miało to miejsce we wcześniej publikowanych dokumentach<sup>13</sup> (**rys. 17**).

### 2.1.3 ZASADA 4 x R – redukcja, rekonsumpcja, recykling, reorientacja poglądów

By zapobiec postępującemu skażeniu środowiska przyrodniczego, w drugiej połowie XX w. ustalono hierarchię rozwiązań dotyczących postępowania z odpadami, która w uproszczeniu sprowadza się do zasady **3 x R – redukcja, rekonsumpcja, recykling**. Pierwszy czynnik (**redukcja**) przypomina o możliwości zmniejszenia ilości generowanych odpadów poprzez ograniczenie konsumpcji niepotrzebnych produktów. Drugi (**rekonsumpcja**) podkreśla możliwość powtórnego wykorzystania produktów powszechnie uznanych za jednorazowe, co zmniejsza skalę zanieczyszczeń środowiska, powstałych zarówno wskutek efektów ubocznych produkcji jak i akumulacji śmieci. Wreszcie ostatni czynnik (**recykling**) mówi, co należy zrobić w sytuacji gdy nie można zrezygnować z produktu, a powstałego z niego odpadu nie da się wykorzystać ponownie – należy go wówczas wrzucić do odpowiedniego pojemnika celem powtórnego wykorzystania w produkcji. Kolejność wyżej przytoczonych czynników nie jest tu przypadkowa. Największe korzyści dla środowiska niesie ograniczanie nadmiernej konsumpcji oraz wielokrotne użycie wyrobu – czyli jak najpóźniejsze uznanie produktu za odpad. Wreszcie ich racjonalne przetwarzanie pomaga ograniczyć obciążenia środowiska związane z pozyskaniem produktu z surowców pierwotnych i wspomnianą wcześniej akumulacją śmieci. Zdaniem L. Świątka [175] skuteczność funkcjonowania omawianej strategii zależy w dużej mierze od zmiany paradygmatu dotyczącego odpadów. Konieczna jest **reorientacja poglądów**, prowadząca do postrzegania śmieci jako wartościowego surowca, w pełni nadającego się do powtórnego użytku. Problem odpadów wynika bowiem z archaicznego podejścia do sposobu ich zagospodarowania, w którym śmieci postrzegane są jako efekt uboczny procesu produkcyjnego lub eksploatacyjnego. Zasadę **3 x R** należy zatem uzupełnić o kolejne **R**<sup>14</sup>, mające symbolizować reorientację poglądów.

### 2.1.4 ANALIZA CYKLU ŻYCIOWEGO MATERIAŁÓW

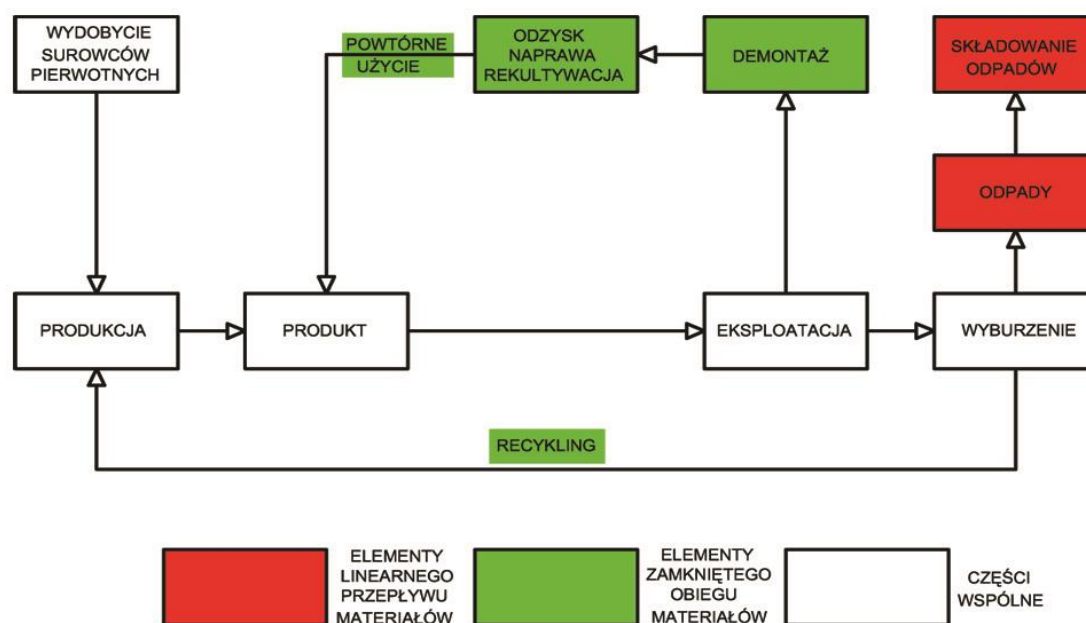
Koncepcję ponownego użycia najłatwiej zrozumieć w kontekście analizy cyklu życiowego obiegu materiałów (**rys. 18**). Niemalże od początku czasów rewolucji przemysłowej aż po dzień dzisiejszy, przeważająca większość procesów produkcyjnych w przemyśle (w budownictwie odpowiednio wytworzenie i wbudowanie elementu składowego w celu osiągnięcia gotowego produktu, jakim jest obiekt budowlany), odbywa się w myśl zasady **"od kołyski po grób"** (**ang. cradle to grave**), zgodnie z linearnym przepływem komponentów. Według W. McDonough i M. Braungarta [94] poprawnym rozwiązaniem mającym na celu redukcję ilości odpadów, jest działanie dążące do zamknięcia obiegu w przemyśle poprzez

<sup>13</sup> Wyjaśnienie kluczowych pojęć z **rys. 17** przedstawiono w **rozdziale 1**, pkt 1.7 niniejszej pracy.

<sup>14</sup> Zasadę 4 x R jako pierwszy zaproponował w 2000 r. L. Świątek w swojej pracy doktorskiej (promotor: J. Charytonowicz) [175]. W świetle publikacji z ostatnich piętnastu lat zasada ta wydaje się być słuszną.

zapewnienie wielokrotności użycia produktów, tak jak ma to miejsce w przyrodzie – „od kołyski do kołyski” (*ang. cradle to cradle*)<sup>15</sup>. Podejście w kategoriach analizy cyklu życiowego materiałów zostało niedawno wprowadzone jako podstawowa zasada zrównoważonej gospodarki zasobami. Zgodnie z ideą omawianej strategii wpływ przemysłu na środowisko mierzony jest w trakcie całego cyklu życia produktów i usług. Pozwala to na minimalizację, a niekiedy całkowite wyeliminowanie przenoszenia ciężaru środowiskowego między różnymi fazami istnienia wyrobu oraz przerwania odpowiedzialności za postępujące skażenie przyrody z jednego kraju do drugiego [192].

W przemyśle budowlanym osiągnięcie od razu schematu zamkniętego obiegu komponentów wydaje się jeszcze niemożliwe. Składa się na to wiele czynników, z których najważniejszym jest dotychczasowy sposób konstruowania obiektów, nieuwzględniający zakończenia ich cyklu życiowego i możliwości starannej dekonstrukcji. Można natomiast stopniowo dążyć do zastosowania wyżej przedstawionej idei poprzez próbę wtórnego wykorzystywania materiałów pochodzących z rozbiórki i takiego projektowania nowych obiektów, które usprawni w przyszłości proces ich pozyskania. Bardzo trudno jest znaleźć, wśród dzisiejszych realizacji, dobre przykłady, stworzone z uwzględnieniem potrzeby dekonstrukcji. Występują one sporadycznie i wynikają zazwyczaj z faktu wykorzystania do wzniesienia obiektu technologii prefabrykowanej, która z założenia miała jedynie przyspieszyć i usprawnić proces wznoszenia budynku. Czynniki zawodowo projektanci muszą zdać sobie sprawę, że w przyszłości projektowanie uwzględniające konieczność przeprowadzenia rozbiórki będzie kluczowym elementem procesu usprawnienia funkcjonowania rynku materiałów wtórnych.



Rys. 18. Model cyklu życia materiałów w procesie budowlanym. Opracowanie autora.

<sup>15</sup> Hasło *Cradle to cradle* głoszone przez W. McDonougha i M. Braungarta cieszy się obecnie rosnącą popularnością zarówno wśród twórców architektury ekologicznej jak i producentów materiałów budowlanych. Od niedawna istnieje również możliwość certyfikacji wszystkich wyrobów budowlanych pod względem analizy ich cyklu życiowego i przydatności dla procesu recyklingu. Na stronie internetowej *Innowacji Cradle to Cradle* znajduje się rejestr produktów, które pomyślnie przeszły proces weryfikacji. W kategorii materiałów budowlanych sklasyfikowano tam obecnie blisko 120 wyrobów (stan na 2014 r.). Co ciekawe, w pięciostopniowej skali oceny, żaden z nich nie uzyskał jak dotąd najwyższej możliwej noty – certyfikatu platynowego.

## 2.2 ROZWIĄZANIA UWZGLĘDNIAJĄCE ASPEKT EKOLOGICZNY W ARCHITEKTURZE

O ile w wielu skomplikowanych technologicznie wyrobach wyścig w dziedzinie energooszczędnych rozwiązań miał miejsce od dawna, to w sektorze budowlanym stosowanie takich zabiegów było długo czymś nowym. Zdaniem A. Skowrońskiego [145] spowolnienie rozwoju proekologicznych trendów projektowych spowodowane było w dużej mierze wysokim kosztem energooszczędnych materiałów i technologii oraz trwającym przez długi czas zbyt tradycyjnym spojrzeniem na wyrób o nazwie obiekt budowlany. Ostatnie dekady ubiegłego wieku przyniosły jednak gwałtowne zaostrenie zasad związanych z ochroną środowiska naturalnego. To z kolei przyczyniło się do coraz szerszego uwzględniania aspektów ekologicznych, również w projektowaniu architektonicznym. Nowoczesne budynki powinny być energooszczędne, ekologiczne i zaplanowane zgodnie z zasadami projektowania ergonomicznego, tj. zapewniające zdrowe środowisko i komfort otoczenia dla użytkowników i nie obciążające środowiska naturalnego na wszystkich etapach ich istnienia.

W chwili obecnej do głównych wytycznych projektowych i założeń dotyczących **eko – architektury**, wg J. Winesa [185] zaliczyć można następujące zagadnienia:

- mniejsza skala projektowanych zabudowań;

Celowe ograniczenie kubatury i powierzchni użytkowej obiektów budowlanych tworzy atrakcyjną, pod względem ekologicznym i użytkowym, alternatywę dla często przeskalowanych, wielokondygnacyjnych budowli, które na poszczególnych etapach swojego cyklu życiowego, w istotny sposób przyczyniają się do degradacji i destrukcji środowiska naturalnego. Opcja ta nie jest jednak w stanie całkowicie wyprzeć budynków wysokich. Stanowią one bowiem znaczący element, w mającej miejsce nie od dzisiaj konfrontacji projektantów z problemami rosnącego wzrostu populacji, deficytu terenów budowlanych, czy wysokiej ceny gruntów w centrach dużych miast. Idea mniejszej skali zabudowy propaguje ograniczenie, w miarę możliwości, wysokości budynków do pięciu kondygnacji nadziemnych oraz redukcję niekontrolowanej suburbanizacji na rzecz zwartych, wielofunkcyjnych struktur miejskich.

- staranna selekcja materiałów budowlanych poprzedzona dokładną analizą ich cyklu życiowego;

Ocena cyklu życiowego jest naukową metodą, która pomaga oszacować zużycie energii przez dany produkt podczas całego okresu istnienia, a tym samym ocenić jego wpływ na środowisko. Oznacza to analizę na wszystkich etapach egzystencji, *od kołyski po grób*, tj. od momentu wydobycia niezbędnych surowców, poprzez produkcję, transport, eksploatację, aż po utylizację badanego wyrobu.

- stosowanie w budownictwie lokalnych gatunków drewna;

Każdego roku na świecie wycinanych jest ponad dziewięć milionów hektarów lasu (obszar wielkości Portugalii) [101], aby uzyskać nowe ziemie uprawne i zaspokoić zapotrzebowanie przemysłu na co raz to bardziej deficytowy materiał, którym jest drewno. Jedynie 40% istniejących obecnie lasów stanowią duże, naturalne systemy leśne. Postępująca degradacja może zostać znacząco spowolniona w skutek zredukowania do niezbędnego minimum, zastosowania w przemyśle budowlanym i meblarskim egzotycznych gatunków drewna. Pośrednio przyczyni się to do zmniejszenia importu omawianego surowca na rzecz wykorzystania uprawianych do tego celu lokalnie gatunków drzew, które ze względu na zrównoważoną gospodarkę



leśną stanowią dobro odnawialne.

- systemy odzyskiwania i zbiorki wody deszczowej;

W chwili obecnej zużycie wody znajduje się na niepokojąco wysokim poziomie (70% ogólnego poboru wód przypada na przemysł, 20% - na gospodarkę komunalną, 10% zużywają rolnictwo i leśnictwo). Do tego dochodzą straty w sieciach wodociągowych sięgające 10 ÷ 15% oraz nieszczelności w wewnętrznych instalacjach i urządzeniach domowych dochodzące do 30% całkowitego poboru [251]. Duże zapotrzebowanie w obiektach o różnym przeznaczeniu oraz związane z nim wysokie koszty, wpływają na coraz większe zainteresowanie możliwością wykorzystania wód pochodzenia opadowego. Deszczówka, podobnie jak woda szara, pozwala zaspokoić znaczną część zapotrzebowania na tzw. wodę o niższej jakości, bez potrzeby stosowania drogich systemów do uzdatniania. Wykorzystanie wody opadowej pociąga jednak za sobą konieczność poniesienia dodatkowych nakładów finansowych na budowę instalacji służących do jej zbierania, retencjonowania oraz dystrybucji. Na zastosowanie w architekturze powyższej technologii w głównej mierze wpływa pozytywna analiza ekonomiczna, która związana jest z wielkością planowanego przedsięwzięcia.

- minimalizacja energochłonności i odnawialne źródła energii;

Od 1950 do 2002 roku zużycie energii wzrosło o 4.7 razy i nadal rośnie. Obecnie 64% zapotrzebowania pokrywane jest przy wykorzystaniu paliw kopalnych, których zasoby, przy zakładanym tempie rozwoju energetyki opartej o tradycyjne surowce, wystarczą zaledwie na najbliższe kilkadziesiąt lat (w przypadku węgla nieco dłużej) [86]. Prognozy z początku 2007 roku podają, że źródła energii alternatywnej w połączeniu z efektywnością energetyczną, mogą zaspokoić połowę światowego zapotrzebowania na energię już w latach pięćdziesiątych XXI w. Niesie to jednak za sobą konieczność wdrażania nowoczesnych technologii w wielu gałęziach przemysłu, w tym także w sektorze budowlanym. W chwili obecnej do najpopularniejszych rozwiązań dających możliwość pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych w budynkach niskoenergetycznych i domach pasywnych, zaliczyć można: kolektory słoneczne, powietrzne pompy ciepła, rekuperatory czy gruntowne wymienniki ciepła. Nie mniej ważną rolę odgrywa izolacja termiczna przegród zewnętrznych oraz odpowiednio dobrana technologia wykonania obiektu, uwzględniająca wszystkie aspekty wynikające z planowanej lokalizacji.

- poprawne usytuowanie budynku w terenie;

Prawidłowa orientacja projektowanego obiektu względem stron świata oraz odpowiednie wyeksponowanie przegród przeszklonych (okien, ogrodów zimowych) na działanie promieniowania słonecznego, wpływa również na zmniejszenie energochłonności obiektu. Zyski cieplne w domach pasywnych mogą wówczas dochodzić do 30%. Optymalizacja usytuowania projektowanego założenia to także szczegółowa analiza róży wiatrów. Straty ciepła w budowlach mocno wyeksponowanych na działanie wiatru sięgają nawet 10% [205].

- powszechna dostępność komunikacji zbiorowej;

Główną przyczyną niekorzystnych zmian klimatycznych jest tzw. efekt cieplarniany, wywołany emisją dwutlenku węgla do atmosfery. W skali światowej transport jest źródłem 25% jego produkcji, z czego 80 ÷ 90% to ruch samochodowy [96]. Blisko połowa emisji CO<sub>2</sub> jest związana z transportem miejskim. Do likwidacji takiego stanu rzeczy w dużym stopniu przyczynić się może odpowiednie planowanie przestrzenne

nowych osiedli mieszkaniowych i obszarów przemysłowych. Zapewnienie społeczeństwu szerokiego dostępu do komunikacji zbiorowej, w znacznym stopniu pozwoli zredukować natężenie ruchu w dużych aglomeracjach miejskich. Wpłynie to na poprawę jakości powietrza oraz obniżenie poziomu uciążliwego hałasu.

- minimalizacja wykorzystania chemikaliów mających niekorzystny wpływ na ozonosferę;

Warstwa ozonu w atmosferze chroni organizmy żywe przed szkodliwym promieniowaniem ultrafioletowym. Fakt ten narzuca obowiązek ograniczenia do minimum emisji chemikaliów i substancji, których istnienie bądź produkcja przyczynia się do stężenia powyższego gazu w stratosferze. Prewencja łączy się w tym wypadku bezpośrednio z omówionym już, starannym doбором technologii materiałów oraz zastosowaniem alternatywnych źródeł energii.

- ochrona terenów zielonych oraz istniejącej szaty roślinnej;

Do głównych przesłanek wskazujących na konieczność ochrony kompleksów zielonych należą: potrzeba zachowania różnorodności biologicznej, zapewnienie ciągłości istnienia gatunków oraz stabilności naturalnie współistniejących ze sobą ekosystemów. Ochrona szaty roślinnej w projektowaniu urbanistycznym wiąże się z redukcją do minimum tych form działalności inwestycyjnej, które w znaczny sposób przyczyniają się do zmniejszania powierzchni zagrożonych terenów zielonych. Ważną rolę zapobiegawczą pełni wspomniane już wcześniej ograniczenie suburbanizacji na rzecz zwartych struktur miejskich. Współczesne wytyczne projektowe wskazują na potrzebę tworzenia nowych obszarów zielonych także wewnątrz tkanki miejskiej. Zielen w dużych aglomeracjach spełnia funkcję rekreacyjną, ekologiczną i zdrowotną, a zielone ściany, dachy i tarasy zwiększają powierzchnię biologicznie czynną.

- rekonsumpcja<sup>16</sup>;

Rekonsumpcja – czyli ponowne użycie – jest pojęciem wysoce rozbudowanym. W jego skład wchodzi takie elementy, jak np.: powtórne zastosowanie materiałów bez poddawania ich wcześniejszej obróbce, wykorzystanie istniejących struktur budowlanych (renowacja, adaptacja, modernizacja, etc.), rewitalizacja obszarów urbanistycznych, selekcja materiałów, mobilność funkcji obiektów, nowoczesne strategie rozbiórki i projektowania inżynierskiego. Zaawansowaną formą rekonsumpcji jest recykling, który także zamyka pętlę obiegu materii w przyrodzie. Wiąże się to z rozpoczęciem nowego cyklu życiowego (re – cykl), po wcześniejszym przetworzeniu elementu pierwotnego. Przebieg procesu technologicznego zazwyczaj wywiera pewną presję na środowisko, ale jest ona nieporównywalnie mniejsza niż w trakcie linearnego przepływu materiałów. Wymienione zagadnienia to tylko niektóre z tematów, których problematyka nierozzerwalnie łączy się z terminologią rekonsumpcji. Wszystkie one są równie istotne i tylko wspólnie rozpatrywane mogą dać pożądany efekt poprawy obecnego stanu środowiska, poprzez zmniejszenie jego rabunkowej eksploatacji, minimalizację, a docelowo nawet eliminację efektów ubocznych związanych z procesem produkcji i akumulacji śmieci.

Rekonsumpcję materiałową można zatem jednoznacznie zaliczyć do rozwiązań, mających na celu poprawę warunków egzystencji współczesnego

---

<sup>16</sup> J. Wines w swojej książce pt. *Green Architecture* wskazuje w tym punkcie jedynie na *ponowne wykorzystanie istniejących budynków*, nie wspominając o innych formach stosowania materiałów wtórnych w architekturze [185]. Zastąpienie tego sformułowania terminem *rekonsumpcja* stanowi propozycję autora niniejszej pracy.

człowieka, biorących pod uwagę szereg postulatów ekologicznych. Stanowi ona obecnie jeden z fundamentów **eko – architektury** i budownictwa energooszczędnego. Idea „powtórnego zastosowania” roztacza przed inżynierami cały wachlarz nowych możliwości, w pomijanych dotychczas aspektach procesu projektowego i inwestycyjnego. Stwarza także możliwość nawiązywania do różnych trendów architektonicznych, nie wymuszając jednocześnie nadmiernej eksploatacji zasobów naturalnych. Wpływa to też w znaczący sposób na redukcję problemu wszechobecnego odpadów.

W Polsce tematyka dotycząca ekologicznych rozwiązań w budownictwie cieszyła się przez wiele lat znikomym zainteresowaniem wśród projektantów, także tych związanych ze środowiskiem akademickim. W ostatniej dekadzie minionego wieku zajmowało się nią zaledwie kilku architektów<sup>17</sup>, a prezentowane przez nich rozwiązania traktowane były raczej w kategoriach branżowych newsów, a nie jako faktyczne wyzwania stojące przed architekturą XXI w. Inżynierowie przyzwyczajeni byli ciągle do modelu architektury wypracowanego przez wiele dziesięcioleci modernizmu, rozrzutnie korzystającego z surowców i zasobów środowiska, reprezentującego postawę skrajnie antropocentryczną. Wraz z akcesją naszego kraju do Unii Europejskiej w maju 2004 r. nastąpiła stopniowa zmiana takiego podejścia. W krótkim okresie nastąpiła wówczas moda na bycie eko, która pojawiając się na różnych płaszczyznach życia codziennego, stopniowo wtargnęła także i do architektury. W chwili obecnej całe budownictwo podąża już w kierunku stosowania nowoczesnych rozwiązań ekologicznych, czerpiąc głównie z wzorców wypracowanych przez bardziej doświadczone w tej problematyce, wysokorozwinięte kraje zachodnie. Dziś projektowanie w zgodzie z naturą jest modne i zaczyna odgrywać znaczącą rolę w codziennej pracy architekta. Na pierwsze strony gazet trafiają artykuły dotyczące możliwości redukcji kosztów ogrzewania, alternatywnych źródeł energii oraz domów jednorodzinnych zero – energetycznych. Rosnącym zainteresowaniem cieszą się także nowoczesne materiały budowlane, zapewniające podniesienie standardu eksploatacyjnego obiektów przy jednoczesnym poszanowaniu zasad rozwoju zrównoważonego. Coraz więcej słyzy się o systemach certyfikacji budowlanej i związanych z nimi aspektach realizacji zamierzenia budowlanego<sup>18</sup>. Na popularności bezustannie zyskuje także recykling materiałów, będący obecnie jedną z wiodących form ochrony przyrody. Publikacje naukowe w prasie branżowej wskazują coraz to bardziej zaawansowane receptury produkcji materiałów budowlanych, wytwarzanych przy rosnącym procentowo udziale odpadów. Rozwój recyklingu, podobnie jak ma to miejsce w przypadku obniżenia energochłonności budowlanej, wspomaga dodatkowo polityka ekologiczna państwa. Obecny stopień odzysku materiałów budowlanych w Polsce wynosi ok. 30%. Zgodnie z przyjętym przez kraj zobowiązaniem, wynikającym z członkostwa w Unii Europejskiej, do roku 2020 poziom przygotowania do recyklingu oraz innych form odzysku materiałów budowlanych i rozbiórkowych powinien wynosić wagowo minimum 70%. To stawia ideę recyklingu w budownictwie w zupełnie nowym świetle i wymaga szybkiego rozwoju tej dziedziny w kontekście wprowadzonych ostatnio regulacji.

---

<sup>17</sup> Na szczególną uwagę zasługuje cykl artykułów autorstwa L. Świątki i J. Charytonowicza, ukazujących się na łamach miesięcznika *Recykling* [153 – 174]. Artykuły, których publikacja rozpoczęła się przed przeszło dziesięć laty, dotyczyły tematyki określanej dziś mianem *green designu*. Poprzez swoje publikacje autorzy dążyli do popularyzacji stosowania w projektowaniu architektonicznym i przemysłowym rozwiązań, które są przyjazne dla środowiska naturalnego. Przedstawiali i komentowali najnowsze osiągnięcia z dziedziny architektury ekologicznej, funkcjonujące wówczas w krajach wysokorozwiniętych. Zwracali szczególną uwagę na korzyści dla środowiska płynące ze stosowania recyklingu i wtórnego użycia odpadów budowlanych.

<sup>18</sup> Systemy certyfikacji budowlanej opisano szerzej w **rozdziale 6** niniejszej pracy.

Opracowywaniem technologii ponownego wykorzystywania odpadów zajmuje się wiele ośrodków badawczych na świecie. W literaturze branżowej znaleźć można szereg przykładów wskazujących na możliwość zastosowania odpadów w produkcji materiałów budowlanych, np. [11, 42, 84, 85, 97, 115, 134, 148, 223, 245]:

- ceramiki budowlanej – recykling odpadów takich jak:
  - komunalne osady ściekowe, odpady z koksowni, odpady polimerów, trociny, popioły,
  - popiół lotny,
  - proszek aluminium – krzem – chrom (ASC) z gazów odlotowych,
  - stłuczka i mączka szklana,
  - styropian,
- kruszyw – recykling odpadów takich jak:
  - komunalne osady ściekowe,
  - gruz betonowy, żelbetowy, asfaltowy i ceglany,
- spoiw (cement, gips) – recykling odpadów takich jak:
  - opony, oleje, rozpuszczalniki, farby, szlamy lakiernicze, popioły i żużle energetyczne, miął węglowy, tworzywa sztuczne, papier, drewno, tekstylia (spalanie odpadów w procesie wysokoenergetycznej produkcji cementu),
  - stłuczka szklana,
  - płyty GK i tynk gipsowy,
- zapraw i tynków – recykling odpadów takich jak:
  - stłuczka i mączka szklana,
  - styropian,
  - zmielona guma i kable elektryczne (modyfikacja zapraw polimerowych),
- betonów – recykling odpadów takich jak:
  - drobno rozdrobniony, odpadowy PET,
  - hydrofobowe odpady z tworzyw sztucznych,
  - stłuczka szklana,
- materiałów izolacyjnych – recykling odpadów takich jak:
  - stłuczka szklana,
  - odpady opakowaniowe<sup>19</sup>,
  - makulatura,
  - odpadowe włókna bawełniane i włókna z tworzyw sztucznych,
  - wełna mineralna i styropian rozbiórkowy,
- materiałów bitumicznych – recykling odpadów takich jak:
  - recyklat EVA (kopolimer etylenu i octanu winylu),
  - mieszanka EVA z LDPE,
  - pokruszone opony i ABS (kopolimer akrylonitryl – butadien – styren),
  - odpady tworzyw sztucznych zawierających HDPE,
  - miął oraz granulat gumowy, powstały ze zużytych opon samochodowych.

---

<sup>19</sup> Obecnie stosowana technologia recyklingu drewna pozwala na dodanie w procesie produkcji płyt drewnopochodnych następujących odpadów opakowaniowych: etykiety z mycia butelek, poprodukcyjne odpady pianki poliuretanowej sztywnej powstające podczas procesu piankowania oraz z wytwarzania opakowań, odpady folii polietylenowej LDPE z powłoką aluminiową, odpady papieru powlekane folią polietylenową LDPE, odpady polistyrenu ekspandowanego z opakowań poużytkowych, odpady folii PVC zbrojone włóknem poliestrowym [42].

Spora część artykułów krajowych poruszających tematykę recyklingu odwołuje się jednak wciąż do wyników badań i osiągnięć naukowców zagranicznych. Tymczasem jak twierdzi M. Iżykowska – Kujawa [70], wiele z metod utylizacji i odzysku najprawdopodobniej nie zostanie wprowadzonych do Polski ze względu na wysokie nakłady finansowe związane z technologią przetworzenia i produkcji materiałów.

Recykling to tylko jedna spośród możliwych form aplikacji idei rekonsupcji w architekturze. Zgodnie z zasadą **3 x R** równie skutecznym, a nawet preferowanym rozwiązaniem, mającym na celu zmniejszenie stopnia oddziaływania na środowisko przez sektor budowlany, jest odzysk i ponowne wykorzystywanie elementów, bez ich wcześniejszego przetworzenia. Pomimo trwającej już od kilkunastu lat mody na zdrowy styl życia i tworzenie ekologicznych przestrzeni wokół człowieka, ten rodzaj rekonsupcji w architekturze ciągle jeszcze pozostaje jednak lekko na uboczu, w porównaniu do innych form budownictwa zrównoważonego. Dzieje się tak głównie za sprawą niskiej popularności tematyki związanej z stosowaniem elementów budowli pochodzących z odzysku, pomimo tego, że rozwiązanie to wyklucza potrzebę kosztownej obróbki i przetwarzania odpadów. Ponowne użycie przybiera dziś głównie formę sporadycznych aplikacji, przeprowadzanych przede wszystkim w odniesieniu do ruchomych elementów wyposażenia wnętrz oraz w realizacjach, które obejmują swym zakresem konserwację lub odbudowę zniszczonych obiektów. Wiele praktycznych informacji dotyczących procesu wtórnego stosowania materiałów znajduje się w literaturze dotyczącej konserwacji zabytków. Jako przykład można podać tu wybrane publikacje autorstwa M. Małachowicza [90].

### 2.3 NISKOBUDŻETOWE FORMY ARCHITEKTURY EKOLOGICZNEJ

Zgodnie z przedstawioną ideą rozwoju zrównoważonego, innowacyjne rozwiązania inżynierskie tworzone w duchu architektury ekologicznej, powinny łączyć korzystne efekty ekonomiczne i społeczne, z jednoczesną dbałością o zdrowie i komfort użytkowników. Niskobudżetowe formy architektury zazwyczaj adresowane są do osób należących do najuboższych grup społecznych. Sporadycznie zdarza się, że ich odbiorcami – z konieczności – zostają ofiary klęsk żywiołowych i konfliktów zbrojnych. Przykładów niskonakładowych realizacji tworzonych przeważnie w duchu architektury socjalnej, najlepiej jest poszukiwać w odniesieniu do budownictwa mieszkaniowego, które z racji pełnionej funkcji było, jest i zawsze będzie niezmiernie ważnym elementem w życiu każdego człowieka. Tematyką budownictwa socjalnego zajmowało się jak dotąd wielu architektów. Wśród dorobku naukowego polskich autorów na szczególną uwagę zasługuje rozprawa habilitacyjna M. Zadwornego pt.: *Koncepcja taniego mieszkania społecznego dla rodzin najuboższych wobec ich potrzeb współcześnie w Polsce*. Wnioski końcowe zawarte w pracy potwierdziły brak w warunkach polskich występowania taniego budownictwa społecznego, rozumianego w sposób określony założeniami owej pracy, przeznaczonego dla najuboższych<sup>20</sup>.

Tworzenie domostw idzie w parze z dużą starannością wykonania i przemyślaną selekcją materiałów, wskazując często na pomysłowość twórców i oryginalność uzyskiwanych niskim kosztem rozwiązań materiałowych, niejednokrotnie sprzecznych z powszechnie stosowaną technologią konwencjonalną.

---

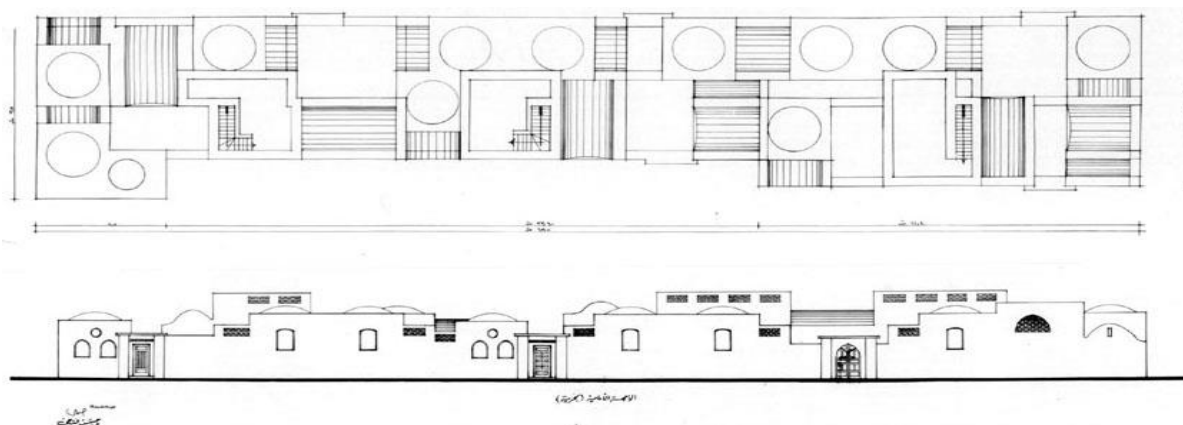
<sup>20</sup> Jak podają statystyki pogłębiający się kryzys na krajowym rynku mieszkaniowym dotyka coraz większy odsetek polskiego społeczeństwa. Według najnowszych badań wiele mieszkań nie spełnia obecnie norm sanitarnych. Rozwiązanie problemu polskiego budownictwa socjalnego nie jest procesem prostym i krótkotrwałym. Obecne zapotrzebowanie na lokale spełniające normy oraz gwarantujące odpowiedni standard użytkowania wynosi 2 mln mieszkań [226].

Ograniczony budżet inwestycji determinuje zazwyczaj stosowanie regionalnie pozyskiwanych materiałów budowlanych, zarówno naturalnych jak i sztucznych, niekiedy także pochodzących z odzysku. Analiza tekstów źródłowych dotyczących niskobudżetowych form budownictwa wskazuje, że budynki wznoszone z dostępnych lokalnie materiałów, z reguły są przyjazne dla środowiska, nie oddziałują szkodliwie na otoczenie, nie zaburzają działania lokalnych ekosystemów i nie pochłaniają dużej ilości energii w trakcie transportu komponentów budowlanych. W obiektach tego typu można zaobserwować stosunkowo proste i oszczędne systemy instalacyjne, które nie generują nadmiernych kosztów związanych z ich budową i eksploatacją.

### 2.3.1 ARCHITEKTURA WERNAKULARNA TYPU "LOW TECH"

Współcześnie wznoszone budynki w technologii regionalnej, powstałe z materiałów naturalnych, należy zaliczyć do nurtu architektonicznego o nazwie *low – tech*. Stoi on w opozycji do drogiej architektury ekologicznej oraz rozpowszechnionego w XX w. kierunku *high – tech*. Zwolennicy omawianej idei wskazują, że sam proces produkcji nowoczesnych, rzekomo ekologicznych systemów często powoduje o wiele wyższe zanieczyszczenie środowiska niż korzyści wynikające z ich późniejszej eksploatacji. Krytykują oni także transport, masową produkcję materiałów budowlanych, które to przyczyniają się do znacznego wzrostu kosztu inwestycji, jak również dużego zużycia energii. Zdaniem zwolenników *low – tech*, remedium na problemy ekologiczne jest wykorzystywanie występującego regionalnie budulca, nieprzerabianych przemysłowo materiałów, a więc kamienia, gliny, bambusa itp. Łatwość dostępu, prostota wykonania niewymagająca udziału w procesie realizacji inwestycji wyspecjalizowanych ekip montażowych, jak i relatywnie niski koszt budowy, stanowczo wskazują na prawidłowość tego typu rozwiązań technologicznych także w przypadku tworzenia współczesnych form architektury niskobudżetowej.

Za współtwórcę kierunku *low – tech* można, bez cienia wątpliwości, uznać egipskiego architekta **Hassana Fathy**. Był on zwolennikiem powrotu do tradycyjnej, egipskiej architektury, opartej na suszonej cegle i pionierem koncepcji budownictwa socjalnego. W pracy zawodowej, która w znacznej mierze sprowadzała się do tworzenia domostw dla ludzi ubogich, stosował przede wszystkim typowe formy budownictwa regionalnego Nubii. Tak konstruowane ściany osłonowe, przy jednoczesnej minimalizacji nakładów finansowych, cechował niski współczynnik przewodzenia ciepła w porze letniej oraz dobre właściwości akumulacyjne w okresie zimowym. Do najbardziej znanych realizacji **Hassana Fathy** należy projekt *New Gourna*.



Rys. 19. Rzut dachu i elewacja frontowa budynku w miejscowości New Gourna [199].

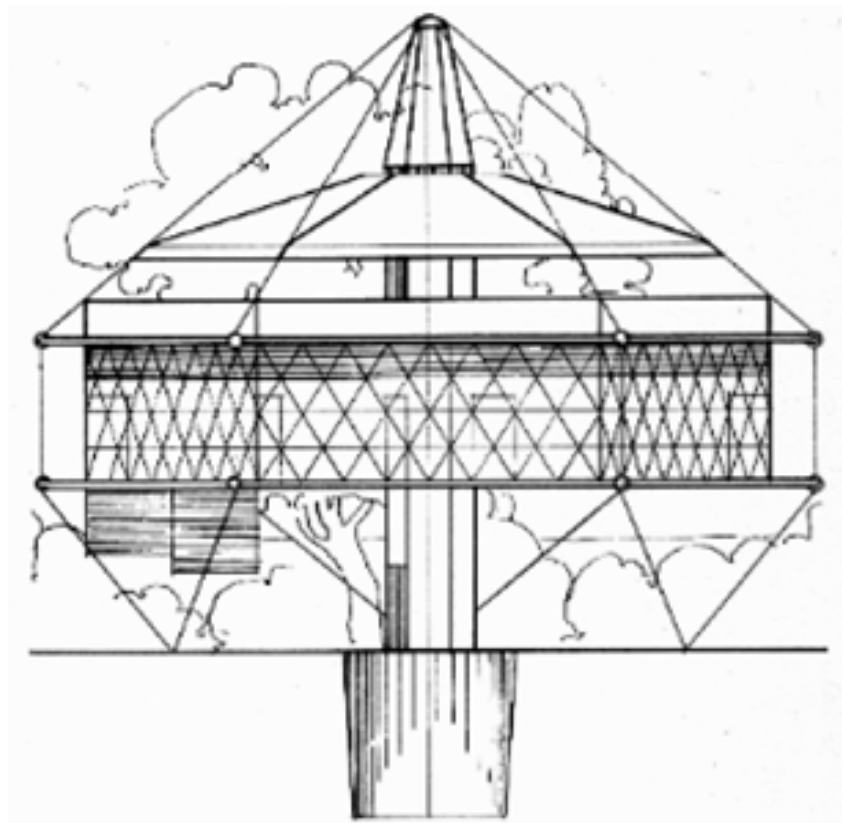
Budownictwo z gliny sprawdza się również w naszej strefie klimatycznej. Pod koniec XX w. zaczęło ono przeżywać renesans w Europie, a także w Polsce. Nie ma w tym nic dziwnego, gdyż historia architektury regionalnej notuje wiele przypadków zastosowania niniejszego budulca, zwłaszcza w okresie powojennym. Tradycja budownictwa ziemnego na Starym Kontynencie jest równie bogata jak w innych cywilizacjach, ale paradoksalnie mniej znana. Technologia ta od stuleci stosowana była do wznoszenia pałaców, rezydencji mieszkalnych, budowli sakralnych, militarnych i fortyfikacji. W Polsce istnieje wiele obiektów tzw. architektury ziemi – głównie w Wielkopolsce, na Kujawach, Dolnym Śląsku, Pomorzu i Kaszubach. Łatwość i czystość procesu budowy, rozbiórki i recyklingu to nie jedyne zalety omawianych rozwiązań materiałowych. Na uwagę zasługuje również to, że przegrody wykonane z gliny nie uwalniają szkodliwych substancji do wnętrza, a co za tym idzie, są zdrowe dla alergików. Mikroporowatość ścian uniemożliwia powstawanie wilgoci, rozwój chorobotwórczych pleśni i toksynotwórczych grzybów. Korzyści budowania z gliny to także wspomniana już powyżej duża oszczędność kosztów, w realiach europejskich nawet rzędu 30 ÷ 50%. Surowiec do wyrobu materiału budowlanego wydobywa się najczęściej spod warstwy humusu. Obecnie dostępne rozwiązania technologiczne pozwalają na zastosowanie praktycznie każdego rodzaju ziemi, zarówno gliniastej, jak i piaszczystej – po uprzednim przygotowaniu.

Pokróćce omówiona technologia stanowi zaledwie jedną z wielu dostępnych możliwości wznoszenia obiektów. Rewidując katalog ekologicznych, regionalnie pozyskiwanych materiałów budowlanych, nie sposób pominąć drewna, bambusa, kamienia, trzciny, czy sprasowanych włókien roślinnych (np. słomy). Na zastosowanie konkretnych komponentów wpływa wiele czynników zewnętrznych determinujących sposób wykonania inwestycji, których wnikliwa analiza pozwala na optymalizację przyjętych rozwiązań projektowych. Wybierając sposób realizacji planowanego założenia, każdorazowo należy wziąć pod uwagę takie składowe jak: możliwy koszt inwestycji, łatwość pozyskania materiałów, planowany czas budowy, zakładany okres eksploatacji, sylwetkę potencjalnego odbiorcy, dostępność siły roboczej oraz strefę klimatyczną, w której obiekt ma zostać usytuowany.

### 2.3.2 WIELOKROTNE UŻYCIE MATERIAŁÓW

Wzrost zainteresowania architekturą niskobudżetową przypadł głównie na okres powojenny w XX w., kiedy to wielu ludzi pozostawało bez dachu nad głową. Taki stan spowodował rozwój wielorodzinnego budownictwa socjalnego. Duże możliwości walki z bezdomnością, jako jednym z następstw II Wojny Światowej, dawała również masowa produkcja domów jednorodzinnych. Jednym z bardziej znanych twórców tamtego okresu był **Buckminster Fuller**. Ten wszechstronny naukowiec, architekt i wynalazca koncentrował znaczną część swojej działalności zawodowej na rozwiązywaniu problemów ludzkości. Po II Wojnie Światowej duży rozgłos zyskał projekt domu mobilnego autorstwa Fullera, tzw. *Dymaxion Deployment Unit*. Budynek cechowała łatwość i szybkość montażu, powszechna dostępność wynikająca z założonej, na etapie koncepcji, niskobudżetowości inwestycji oraz mobilność dająca gwarancję wielokrotnego użycia. Energooszczędny i tani dom o owalnym kształcie miał spełniać wszystkie zapotrzebowania ówczesnego człowieka. Fuller zastosował w nim obrotowe szafy na ubrania, prysznic mgielny, który miał redukować ilość pobieranej wody. Całą konstrukcję można było zapakować w 4,5 kilogramowe paczki i umieścić w metalowej tubie dołączonej do wyposażenia, co umożliwiałoby ich transport w najodleglejsze regiony świata. Sam autor tak tłumaczył ideę swojego projektu: „...*Dymaxion jako naukowe narzędzie przemysłowego budownictwa mieszkaniowego.*

Zapewniał (...) możliwość produkcji masowej na całym świecie, dawał nową ochronę ludzkiego bytu będąc przeniesieniem na teren życia codziennego osiągnięć naukowych z dziedziny zbrojeń, polegających na robieniu jak najczęściej jak najmniejszym kosztem...” [179]. **Backminster Fuller** zaangażował się również w rzeczywiste budowanie alternatywnych społeczności, pomagając w powstaniu *Drop City* – komuny hippisów w południowym Kolorado. W 1964 r., za wybitne dokonania w dziedzinie architektury niskobudżetowej, został uhonorowany nagrodą *Dymaxion Award* [263].



Rys. 20. *Dymaxion Deployment Unit* [179].

Omawiając współczesne formy ekologicznej architektury kierowanej do najuboższych grup społecznych, nie można pominąć aspektu stosowania pozyskiwanych lokalnie materiałów pochodzących z odzysku. Jak wskazują źródła literaturowe, umiejętne stosowanie produktów powszechnie uznanych za jednorazowe daje możliwość oszczędności deficytowych surowców naturalnych, przy jednoczesnym zachowaniu relatywnie niskiego kosztu realizacji. Sposób ich regionalnego pozyskiwania eliminuje ponadto z procesu inwestycyjnego energochłonną fazę transportu. W krajach wysokorozwiniętych istnieją liczne przykłady budownictwa socjalnego, przy realizacji których zastosowano zasadę rekonsupcji materiałowej. Do najbardziej spektakularnych z nich należą m.in. dzieła autorstwa *Rural Studio*, będącego formą działalności, warsztatów utworzonych dla studentów wydziału architektury na Uniwersytecie w mieście Auburn, w stanie Alabama.

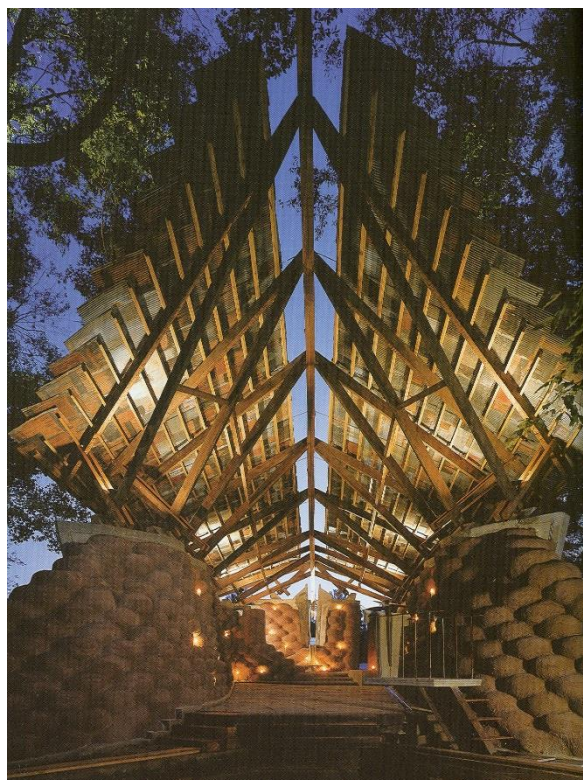
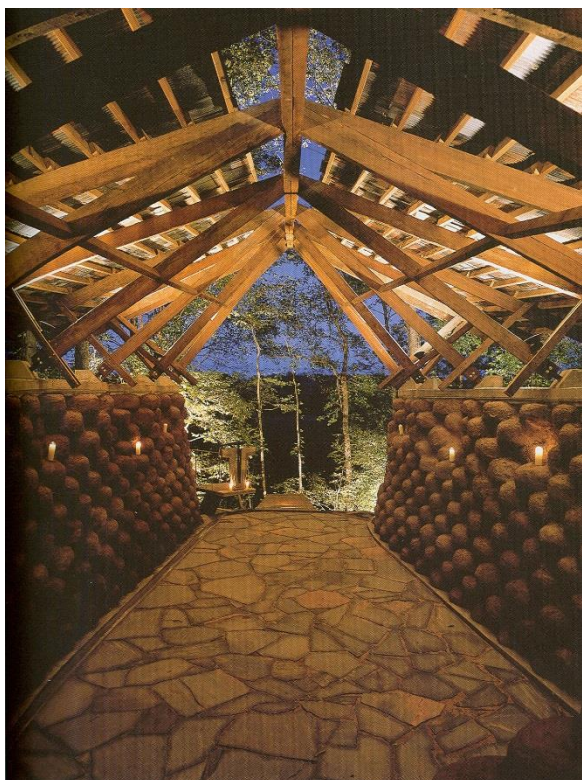
Studio zostało założone w 1993 r. przez Dennisa K. Rutha i nieżyjącego już lidera grupy **Samuela Mockbee**. Za nadrzędny cel działalności postawiło sobie



poprawę warunków życia w biednych, rolniczych rejonach Alabamy i uczenie studentów projektowania architektonicznego, uwzględniającego lokalny kontekst, wywodzący się z wnętrza środowiska, w którym się znaleźli. Tworzone projekty realizowane były przy wykorzystaniu ekstremalnie niskich nakładów finansowych, a mimo tego cechowała je duża wartość estetyczna i użytkowa. Różnorodność wznoszonych budynków wynikała z lokalnych ograniczeń materiałowych oraz z faktu partycypacji potencjalnych użytkowników w procesie inwestycyjnym. Pomimo stosowania niekonwencjonalnych rozwiązań projektowych zrealizowane obiekty zdają się doskonale wtapiać w krajobraz, przy jednoczesnym zachowaniu wysokich wartości funkcjonalnych. *Rural Studio* projektowało nie tylko domy jednorodzinne ale również budynki służące całej lokalnej społeczności. Do najbardziej znanych realizacji należą: kaplica w Yancey, centrum młodzieżowe w rejonie Sawyerville, czy też miejsce spotkań lokalnej społeczności w Mason's Bend [108]. Kreatywność działalności *Rural Studio* wynikała po części z braku prawnych ograniczeń dotyczących budowy w hrabstwie Hale, które profesor **Mockbee** szczególnie sobie upodobał. W związku z powyższym przeniesienie, w nasze realia, wszystkich rozwiązań technologicznych stosowanych przez projektantów z Uniwersytetu w Auburn, wydaje się być trudne. Omówioną działalność warto jednak potraktować jako inspirację twórczego wykorzystania zasady rekonsupcji w zrównoważonym projektowaniu architektonicznym.



Fot. 1 – 3. Centrum w Mason's Bend – USA [108].



Fot. 4 – 5. Kaplica w Yancey, USA [108].

W Polsce również istnieją już stowarzyszenia typu non – profit, zrzeszające wolontariuszy zajmujących się tematyką budownictwa socjalnego. Jednym z nich jest filia międzynarodowej organizacji *Habitat for Humanity*<sup>21</sup> (*HFH*), z siedzibą w Gliwicach. Misją stowarzyszenia jest sukcesywne eliminowanie ubóstwa mieszkaniowego, głównie na terenie Górnego Śląska. Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom społecznym wspomaga ono najuboższych, oferując im tanie i solidnie zbudowane domy. Zgodnie ze statutem organizacji główny obszar jej działalności stanowią indywidualne remonty mieszkań dla rodzin ubogich oraz remonty i adaptacje innych obiektów dla organizacji charytatywnych, ludzi bezdomnych, ofiar przemocy i innych grup zagrożonych wykluczeniem społecznym. *HFH* prowadzi działalność w Gliwicach od 1992 roku. Realizowane projekty stanowią jednak kroplę w morzu potrzeb wobec aktualnej sytuacji w kraju. W dorobku budowniczych współpracujących z *Habitat for Humanity* w Gliwicach nie ma jak dotąd projektów, przy realizacji których wykorzystano by wtórne materiały budowlane pochodzące z odzysku. W głównej mierze spowodowane jest to małą popularnością zagadnienia oraz brakiem procedur systematyzujących sposób wtórnego wykorzystania materiałów budowlanych w przedsięwzięciach krajowych. Zagraniczne oddziały *HFH* regularnie korzystają w swoich realizacjach z możliwości, jakie daje stosowanie idei rekonsypcji w architekturze.

---

<sup>21</sup> *Habitat for Humanity* (w wolnym tłumaczeniu *habitat dla ludzkości*) to pozarządowa, chrześcijańska, ekumeniczna, nie nastawiona na dochód organizacja dobroczynna działająca w 100 krajach świata. Pomaga niezamożnym rodzinom w zdobyciu własnego dachu nad głową. Stowarzyszenie organizuje proces budowy i jego finansowanie, kwalifikuje rodziny, pozyskuje wolontariuszy i sponsorów. Rodziny wpłacają zazwyczaj 10% ceny zamierzonej realizacji budowlanej w momencie rozpoczęcia budowy. Pozostałą część spłacają w nieoprocentowanych ratach i tym samym zasilają fundusz na kolejne inwestycje.

### 2.3.3 TYMCZASOWE OBIEKTY ARCHITEKTURY SOCJALNEJ

Budownictwo typu *low – tech* daje również duże możliwości kształtowania tymczasowych obiektów mieszkalnych<sup>22</sup>, w głównej mierze adresowanych do ofiar klęsk żywiołowych i konfliktów zbrojnych. Podobnie jak przy tworzeniu form zabudowy regionalnej, stosowane rozwiązania technologiczne powinny zapewnić niski koszt inwestycji, łatwość pozyskania budulca, kładąc przy tym szczególny nacisk na możliwie krótki okres budowy oraz prostotę przyjętych rozwiązań technologicznych, wykluczając z fazy realizacji stosowanie ciężkiego sprzętu budowlanego i wyspecjalizowanych ekip montażowych. Koncepcja budynku tymczasowego powinna uwzględniać możliwość przekształcenia się w obiekty o charakterze stałym, zwłaszcza przy projektowaniu dla ludności zamieszkującej mniej zamożne rejony świata.

Powyższe kryteria w znacznym stopniu zdaje się uwzględniać budownictwo mieszkaniowe, tworzone przy użyciu worków wypełnionych lokalnie dostępnymi materiałami pochodzenia mineralnego. Do najczęściej stosowanych wypełniaczy należą: piasek, pokruszone skały wulkaniczne, ziemia, kamienie i żwir. Technologia taka gwarantuje trwałość obiektu nawet w ekstremalnie ciężkich warunkach klimatycznych, takich jak burze, powódzie, trzęsienia ziemi czy atak z broni maszynowej. Jej zaletą jest szybkość i łatwość wykonania, częsty brak potrzeby wznoszenia fundamentów oraz niespotykane niski koszt budowy. Przegrody zewnętrzne, oprócz właściwości konstrukcyjnych, cechuje wysoka izolacyjność termiczna i akustyczna, zwłaszcza przy zastosowaniu jako wypełniacza skał wulkanicznych, lub łatwiej dostępnego w Polsce żwiru. Tradycyjnie stosowane płótno workowe ulega po kilku latach biodegradacji, dlatego lepiej używać produktów wykonanych z polipropylenu. Są one trwałe pod warunkiem, że nie zostaną wystawione przez dłuższy czas na działanie promieniowania słonecznego. W celu zabezpieczenia materiału, elementy nośne należy pokryć warstwą gipsu lub gliny. Usztywnienie całej konstrukcji następuje poprzez ściśnięcie worków drutem kolczastym, układanym pomiędzy kolejnymi warstwami przegrody, w spoinach (nie wymagane w przypadku konstrukcji szkieletowych). Demonstracyjny budynek wzniesiony w omówionej technologii powstał w 2004 roku w Warszawie. Stanowi on jeden z projektów zainicjowanych przez fundację *Ziemia, Ręce i Domy* [214].

Wśród wielu dostępnych rozwiązań konstrukcyjnych na uwagę zasługuje tzw. *Low Tech Balloon System* autorstwa pracowni *Technocraft*. Został on zrealizowany w 1999 r., po zakończeniu wojny w Kosowie, zapewniając schronienie ludziom pozbawionym wówczas dachu nad głową. Technologia budowy opierała się w głównej mierze na wykorzystaniu płótna konopnego. Pozyskiwano je z worków na paszę dla bydła, które po rozcięciu zszywano, formując odpowiedniej geometrii plandekę. Dostarczona na teren budowy płachta nakładana była na osiem poprzeczek wykonanych z tworzywa sztucznego, które po wygięciu formowały owalny kształt budynku. Następnie całość konstrukcji wypełniano workami nadmuchanymi powietrzem. W połączeniu z elementami plastikowymi stanowiły one podporę montażową w trakcie kolejnego etapu budowy, polegającego na natryskiwaniu na powstałą formę cienkiej warstwy betonu. Uzyskana w ten sposób samonośna łupina cementowa, po wyschnięciu, pozwalała na usunięcie z wnętrza obiektu nadmuchanych worków i eksploatację budowli. Częściowa prefabrykacja elementów składowych systemu wpływała w znaczny sposób na usprawnienie procesu montażu oraz eliminowała z placu budowy potrzebę wykorzystania elektryczności.

---

<sup>22</sup> Wg P. Nowakowskiego [103] technologie alternatywne mogą być wykorzystywane w budynkach o takim przeznaczeniu jak: handel i usługi, wystawiennictwo, mieszkalnictwo, militaria oraz obiekty ekspedycyjne.



Fot. 6. *Low Tech Balloon System*, Kosowo [247].

Powyższe przykłady wskazują na potrzebę poszukiwania niskobudżetowych form architektury, które w realiach współczesnych, z racji stosowanej technologii i rozwiązań materiałowych, będą zarówno dostępne dla szerszego niż obecnie grona odbiorców, jak i tworzone w zgodzie z naturalnym, zamkniętym cyklem obiegu materii w przyrodzie. Można wręcz zaryzykować stwierdzenie, że na rynku budowlanym istnieje obecnie duże zapotrzebowanie na tego typu "produkt". Przykładami tak pomyślanych realizacji są np. przedstawione obiekty architektury wernakularnej, przede wszystkim te tworzone w oparciu o materiały biodegradowalne, w zgodzie z kierunkiem *low – tech*. Przykłady budynków wznoszonych przez *Rural Studio* wskazują ponadto na ciekawe możliwości realizacji obiektów architektonicznych, przy udziale lokalnie pozyskiwanego budulca pochodzącego z odzysku, z zachowaniem relatywnie niskich – jak na warunki amerykańskie – kosztów inwestycji<sup>23</sup>.

Analiza literatury źródłowej poruszającej tematykę projektowania z materiałów z odzysku i recyklingu wskazuje na to, że bardzo istotnym elementem procesu wtórnego stosowania materiałów jest uwzględnienie szerokiego spektrum aspektów ergonomicznych. Daje to gwarancję dbałości o zdrowie oraz zwiększa prawdopodobieństwo zapewnienia dobrego samopoczucia i komfortu użytkowników, korzystających z obiektów i produktów wykonanych z zastosowaniem elementów z odzysku i recyklingu. Na arenie międzynarodowej na szczególną uwagę, w zakresie omawianej tematyki, zasługują artykuły naukowe i książki autorstwa wspomnianych już W. McDonougha i M. Braungarta. Wśród pozycji krajowych najwięcej cennych informacji na ten temat znaleźć można obecnie w publikacjach sygnowanych przez Polskie Towarzystwo Ergonomiczne<sup>24</sup>.

<sup>23</sup> Koszt realizacji najbardziej rozpoznawalnych budowli *Rural Studio* (obiekty użyteczności publicznej) wyniósł odpowiednio: 20000 dol. centrum w Mason's Bend, 15000 dol kaplica w Yancey [108].

<sup>24</sup> PTErg jest najbardziej powszechną organizacją ergonomiczną w Polsce, skupiającą specjalistów z różnych dziedzin. Zostało założone 16 maja 1977 r. w Warszawie. Obecnie składa się z 14 oddziałów, w tym z oddziału we Wrocławiu skupiającego krajowych architektów i urbanistów, prowadzonego przez J. Charytonowicza.

## 2.4 ASPEKTY EKO – ERGONOMICZNE WTÓRNEGO PROCESU WYKORZYSTYWANIA MATERIAŁÓW

Zgodnie z definicją *PTerg* „...ergonomia jest to dziedzina wiedzy zajmująca się dostosowaniem całokształtu materialnego otoczenia do psychofizycznych potrzeb i możliwości człowieka z równoczesnym uwzględnieniem potrzeb i możliwości przyrody...”<sup>25</sup>. Jednym z nadrzędnych celów stosowania ergonomii w architekturze jest zapewnienie człowiekowi szeroko pojętego komfortu otoczenia i optymalizacja mikroklimatu wewnątrz obiektów budowlanych. Na ów komfort składa się ogół czynników zewnętrznych, które wpływają na wygodę użytkowania i odpowiednią estetykę przestrzeni kreowanej przez architekta. Zaliczyć do nich można min. takie czynniki jak: odpowiednia temperatura, wilgotność powietrza, oświetlenie, akustyka, kolorystyka czy wreszcie sam układ funkcjonalny wnętrza. Poruszając tematykę rekonsupcji materiałowej stosowanej zarówno w sektorze budowlanym, jak i w innych gałęziach przemysłu, nie sposób nie podkreślić jej silnego związku z ergonomią. Po pierwsze, wykorzystanie elementów z odzysku i recyklingu zmniejsza w znaczny sposób skalę zanieczyszczeń środowiska naturalnego człowieka, pośrednio przyczyniając się tym samym do spadku ilości tzw. chorób cywilizacyjnych co stanowi jedno z podstawowych założeń z dziedziny ergonomii, określanej mianem **eko – ergonomii**, **zielonej ergonomii** lub **ergo – ekologii** [30, 62, 176]. Po drugie, ściśle wiąże się ze starannym doбором i selekcją materiałów, wywierając znaczący wpływ na późniejsze walory użytkowe i estetyczne projektowanych obiektów.

Ergo – ekologiczne podejście do projektowania architektonicznego powinno przejawiać się przede wszystkim w stosowaniu racjonalnych rozwiązań technologicznych, przy jednoczesnym zachowaniu ich zgodności z ideą rozwoju zrównoważonego. A. Skowroński opisuje ową racjonalność wzorem **3 x E**, wskazując tym samym na silną potrzebę uwzględnienia w procesie programowania i realizacji inwestycji szerokiego spektrum aspektów z zakresu **ergonomii**, **ekologii** i **ekonomii**. W publikacjach sygnowanych przez Polskie Towarzystwo Ergonomiczne [147] niejednokrotnie podkreśla się, iż **architektura eko – ergonomiczna** rzadko bywa spektakularna i nie ma na celu bicia rekordów związanych z wysokością obiektów, polem powierzchni szklanych ścian kurtynowych czy efektywnością stosowanych, niespotykanych nigdzie indziej, systemów fasadowych typu *high – tech*. Architektura eko – ergonomiczna tworzona w duchu rozwoju zrównoważonego zmierza raczej w kierunku *low – tech*, wskazując na potrzebę adaptowania do współczesnych wymogów użytkowych, tradycyjnych form budownictwa wernakularnego, dopasowanego zazwyczaj do konkretnych warunków klimatycznych i kulturowych danego regionu. Prostota i racjonalność stosowanych rozwiązań projektowych idzie tu oczywiście w parze z wykorzystywaniem nowoczesnych, efektywnych energetycznie i zasobooszczędnych rozwiązań technologicznych, takich jak: kolektory słoneczne, systemy zbiórki wody deszczowej, etc.

Z *eko – ergonomicznego* punktu widzenia, słuszność idei wtórnego stosowania materiałów w budownictwie jak i w innych sektorach przemysłowych nie podlega dyskusji. Jej zastosowanie w praktyce jest jednak ciągle dalekie od ideału i w wielu przypadkach wymaga usprawnienia zarówno przebiegu procesu projektowego jak i technologii produkcji. W głównej mierze wynika to z błędnego doboru, do pełnionej funkcji, powtórnie wykorzystywanych materiałów, bądź też nie zawsze trafnego podejścia do sposobu ich przetwarzania. Dla zobrazowania tego faktu można posłużyć

---

<sup>25</sup> Obowiązująca definicja *PTerg*, autorstwa J. Charytonowicza (Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej).

się analizą wybranych aspektów procesu **recyklingu**, uważanego przecież za jedną z kompleksowych zasad ochrony środowiska przyrodniczego.

W chwili obecnej powtórne przetwarzanie materiałów wycofanych z eksploatacji nader często sprowadza się do tzw. **downcyklingu**. Prowadzi zatem do redukcji jakości i obniżenia parametrów materiału wyjściowego na skutek jego obróbki, modyfikacji i docelowego połączenia w trakcie produkcji z nowym, odmiennym elementem składowym. W procesie wspólnego przetworzenia materiałów o różnej budowie i składzie chemicznym, zaliczanych jednak do tej samej grupy porządkowej, powstaje rzekomo ekologiczny produkt, gotowy do ponownego zastosowania w przemyśle. Zazwyczaj jest to jednak wysoce złożony pod względem budowy, trudny do późniejszego rozłożenia na czynniki pierwsze twór, posiadający gorsze parametry eksploatacyjne lub wizualne w porównaniu z produktem pierwotnym. Zjawisko **downcyklingu** dotyczy w dużej mierze wtórnego przetwarzania metali i niesie za sobą często nieodwracalną utratę miedzi, chromu czy manganu. Sytuację taką można zaobserwować choćby przy odzysku i przystosowaniu do powtórnego użycia elementów metalowych, wchodzących w skład wycofanych z eksploatacji samochodów. Stosowana do ich produkcji, dobrej jakości, wysoce rozciągliwa stal, zostaje łączona w procesie przetwarzania wraz z innymi surowcami składowymi, takimi jak miedź z przewodów elektrycznych, powłoki lakiernicze, niektóre tworzywa sztuczne [94]. Wspólna obróbka termiczna i takie połączenie znacząco wpływa na obniżenie jakości nowo uzyskanego wyrobu. To z kolei pociąga za sobą konieczność wzbogacania procesu recyklingu o większą ilość materiałów o dobrych parametrach wytrzymałościowych, minerałów bądź chemikaliów, w celu poprawienia właściwości docelowej hybrydy. Należy podkreślić fakt, iż produkt finalny, pomimo swojej wielokrotnej złożoności, nie spełnia już zazwyczaj standardów pozwalających na powtórne wykorzystanie w przemyśle motoryzacyjnym. Niewłaściwe podejście do procesu recyklingu w pewnym stopniu przyczynia się również do skażenia biosfery. Emisja z pieców wykorzystywanych obecnie do produkcji drugorzędowej stali budowlanej, w których następuje wspólne przetwarzanie wycofanych z eksploatacji metali, powłok lakierniczych i niektórych gatunków tworzywa sztucznego, często zawiera wiele substancji toksycznych. Zjawisko to w dużej mierze zależy od szczegółowej budowy elementów uzupełniających proces recyklingu i nie jest regułą. Sam fakt występowania powyższego zagrożenia skłania jednak do podjęcia próby optymalizacji stosowanych obecnie rozwiązań technologicznych poprzez dbanie o "czystość" procesu produkcji.

Poważne zastrzeżenia budzi również, popularny w ostatnim okresie, recykling odpadów papierowych. Po raz kolejny słusznej idei przetwarzania i powtórnego wykorzystania w przemyśle, nie dopełnia wystarczająco dobrze stosowany proces technologiczny. Strategia maksymalizacji wykorzystania makulatury zamiast surowca drzewnego niewątpliwie zasługuje na pochwałę, bo pozwala znacząco zredukować ilość wykorzystywanej energii, wpływa na oszczędność wody i ropy naftowej, łagodzi problem niekontrolowanej wycinki drzew i wszechobecnych odpadów. Technologia produkcji, jak i sam produkt końcowy, posiadają jednak pewne istotne mankamenty, także w ujęciu ergonomicznym. Stosowane obecnie na dużą skalę bielenie masy papierniczej za pomocą chemikaliów zawierających chlor, jest źródłem powstawania znaczącej ilości ścieków, w których znajduje się wiele trudno rozkładających się i mocno toksycznych substancji. Procesowi recyklingu towarzyszy przygotowanie mieszanki niebezpiecznych dla zdrowia chemikaliów, miazgi (pulpy), a także toksycznego tuszu, którego skład nie został zaprojektowany z myślą o przyszłym odzysku. Właściwości papieru po przetworzeniu ulegają pogorszeniu. Jego

powierzchnia jest bardziej szorstka, a włókna stają się krótsze w porównaniu do produktu wyjściowego. Sprzyja to przedostawaniu się bogatych w chemikalia cząstek nowo wytworzonego produktu do powietrza. Stamtąd trafiają one niejednokrotnie do układu oddechowego człowieka, przyczyniając się do podrażniania dróg oddechowych. Niektórzy ludzie reagują alergicznie na papier z recyklingu, który nad wyraz często stosowany jest w produkcji łatwo dostępnych przedmiotów codziennego użytku, takich jak gazety czy papier higieniczny [94].

Uwzględnianie aspektów ergonomicznych przy doborze technologii, jest szczególnie ważne w pracy architekta, którego profesja w dużej mierze sprowadza się do optymalizacji mikroklimatu wewnątrz obiektów budowlanych. Jak już wspomniano, jednym z kluczowych elementów procesu projektowego, który ma na celu uzyskanie właściwego komfortu dla przyszłego użytkownika, jest trafny dobór materiałów przewidzianych do wznoszenia budowli. Stosowane obecnie w architekturze rozwiązania, uwzględniające wykorzystanie elementów wytworzonych na drodze recyklingu, sporadycznie niosą jednak za sobą zagrożenie dla zdrowia oraz wpływają w niekorzystny sposób na samopoczucie odbiorcy. Przykładem mogą być choćby niektóre gatunki izolacji termicznych z grupy materiałów organicznych. Konieczność przystosowania celulozy bądź wełny owczej do przepisów o ognioodporności oraz ich impregnacja na działanie destrukcyjnych czynników biologicznych, w wielu przypadkach prowadzi do wysokiego nasycenia końcowego produktu toksycznymi substancjami chemicznymi. To z kolei przyczynia się do występowania przytoczonego już problemu alergii, czy podrażniania układu oddechowego osób przebywających w sąsiedztwie tego typu wyrobów [46]. Ponadto wiele materiałów ekologicznych o niskiej zawartości szarej energii jest droga i nietrwała. Oczywiście, po raz kolejny nie należy kwestionować tu słuszności proekologicznego charakteru izolacji z celulozy. Jej zastosowanie pozwala bowiem zredukować liczbę odpadów oraz uzyskać wymierne efekty energooszczędne, zarówno w okresie eksploatacji budynków, jak i podczas procesu produkcji omawianego materiału ociepleniowego.

Przytoczone przykłady unaoczniają fakt, że nieumiejętnie zastosowany, rzekomo przyjazny dla środowiska i żyjących w nim organizmów proces powtórnego wykorzystania materiałów, może przynieść także z gołą odmienne od założonych, negatywne skutki uboczne. Zazwyczaj wynikają one z błędnego podejścia do sposobu wytwarzania produktów pierwotnych, które nie zostały zaprojektowane z myślą o przyszłej dematerializacji, utylizacji bądź odzysku. Fakt pominięcia na etapie produkcji odpowiednich rozwiązań technologicznych, w efekcie końcowym procesu recyklingu, prowadzi do nieodwracalnej utraty zawartych w wyrobie, często wartościowych, pochodzących ze źródeł nieodnawialnych, składników. Proces ten pośrednio wpływa zatem na pogorszenie się stanu i redukcję zasobów naturalnych środowiska. Dobre rozwiązanie przedstawionej sytuacji stanowi optymalizacja obecnych rozwiązań, przejawiająca się zastosowaniem w cyklu życiowym produktu logiki obiegu przyrodniczego. Kluczowym elementem takiej strategii jest proces projektowania dla recyklingu, uwzględniający konieczność przyszłej dekonstrukcji, utylizacji bądź dematerializacji wycofanego z eksploatacji wyrobu. Takie rozwiązanie bierze pod uwagę szereg pomijanych dotąd aspektów, zarówno ekologicznych jak i ergonomicznych. Spojrzenie przez pryzmat obiegu materii w przyrodzie, wydaje się posiadać duży potencjał minimalizacji negatywnego wpływu przemysłu na otoczenie naturalne człowieka. Funkcjonowanie powyższej zasady w praktyce, musi znaleźć swoje odzwierciedlenie również w nowoczesnym projektowaniu architektonicznym, sprowadzając się do wykorzystania ekologicznych oraz przyjaznych dla potencjalnego użytkownika materiałów, a także projektowania dla łatwego demontażu.

Stosowanie przedstawionej strategii ulega obecnie stopniowej popularyzacji. Dobry przykład materiału zaprojektowanego z myślą nie tylko o okresie eksploatacji, ale również późniejszym przetworzeniu, stanowi *nylon 6*. Jest to polimer syntetyczny, znajdujący coraz częściej zastosowanie w procesie produkcji dywanów i wykładzin podłogowych. Materiał ten pozwala na uzyskanie bardzo dobrej jakości, odpornej na ścieranie, syntetycznej przędzy. Jego wyższość nad powszechnie stosowanym od wielu lat *nylonem 6,6* polega na możliwości poddania wyeksploatowanego produktu uproszczonemu procesowi depolimeryzacji. W efekcie końcowym otrzymuje się wyjściowe monomery, nadające się do ponownego, wielokrotnego wykorzystania w procesie produkcji nowych dywanów, posiadających identyczne właściwości użytkowe jak pierwotnie wytworzony produkt. Proces przetworzenia umożliwia odzyskanie co najmniej 99% wyjściowych monomerów [95]. Nowoczesne techniki tkania podnoszą dodatkowo wartość estetyczną oraz wytrzymałość materiału na niekorzystne czynniki zewnętrzne. Wzornictwo i kolorystyka omawianych dywanów są praktycznie nieograniczone.

Przykładem depolimeryzacji stosowanej w procesie recyklingu jest także rozkład polimetakrylanu metylu (tzw. szkło organiczne, plexiglas), w wyniku którego uzyskuje się metakrylan metylu. Rozłożenie na czynniki pierwsze następuje tu w temperaturze 300°C. W wyniku skroplenia i destylacji powstają czyste monomery będące jednocześnie substratem, stosowanym do ponownej polimeryzacji w procesie produkcyjnym [59].

## 2.5 WNIOSKI

Ze względu na dużą skalę degradacji środowiska przyrodniczego, rządy wielu państw coraz śmielej propagują ideę rozwoju zrównoważonego oraz strategię rozdzielania wzrostu gospodarczego od ilości wytwarzanych odpadów i pobieranych zasobów. By wyjść naprzeciw rosnącej liczbie odpadów u schyłku XX w. ustalono hierarchię rozwiązań, która sprowadza się do zasady **3 x R** – redukcja, rekonsumpcja, recykling. Największe korzyści dla środowiska niesie ograniczenie nadmiernej konsumpcji oraz wielokrotne użycie – czyli jak najpóźniejsze uznanie produktu za odpad. Wreszcie ich racjonalne przetwarzanie pomaga ograniczyć obciążenia związane z pozyskaniem produktu z surowców pierwotnych i akumulacją śmieci. Osiągnięcie odpowiednich rezultatów w walce z postępującym zanieczyszczeniem i degradacją środowiska, może nastąpić jednak jedynie poprzez zmianę paradygmatu dotyczącego odpadów i wprowadzenie filozofii zamkniętego cyklu obiegu materiałów we wszystkich sektorach przemysłowych, w tym również w budownictwie.

Wdrażanie zasady zrównoważonego rozwoju stało się jednym z priorytetów polityki europejskiej, w wyniku podpisania w 1997 r. *Traktatu Amsterdamskiego*. Istotne znaczenie w działaniach zmierzających do realizacji założeń rozwoju zrównoważonego odgrywa min. sektor budowlany, który w 2007 r. został uznany przez *Inicjatywę Rynków Pionierskich dla Europy* za jeden z sześciu wiodących obszarów gospodarki, pod względem dużej podatności na innowacje i rozwój. Zdaniem wielu ekspertów architektura zrównoważona powinna być:

- nieszkodliwa dla środowiska naturalnego – aspekt ekologiczny,
- dostępna dla ogółu – aspekt ekonomiczny,
- tworzona z poszanowaniem wymagań ergonomicznych – aspekt społeczny.

Analiza dostępnych źródeł literaturowych wskazuje wstępnie na możliwość spełnienia



powyższych wymagań min. na drodze stosowania w budownictwie idei rekonsupcji materiałowej. Tematyka związana z redukcją liczby odpadów budowlanych jest obecnie aktualna również i w Polsce, zwłaszcza w obliczu narzuconego na drodze legislacyjnej na kraje członkowskie Unii Europejskiej obowiązku zwiększenia stopnia recyklingu i innych form odzysku w budownictwie, do poziomu 70% do 2020 r. Projektowanie, produkcja, eksploatacja, utylizacja i wtórne użycie w myśl logiki obiegu przyrodniczego, jawią się zatem jako jedna z kluczowych strategii w architekturze na najbliższe lata.

W celu osiągnięcia wymaganych wskaźników, zagadnienia z zakresu rekonsupcji materiałowej wymagają jednak natychmiastowej systematyzacji i możliwie szybkiego wdrożenia w praktyce zawodowej architektów. Konieczna wydaje się również intensywna popularyzacja dostępnych obecnie rozwiązań technicznych, niekiedy zupełnie niedostrzeganych, zwłaszcza przez projektantów działających współcześnie na rynku krajowym. Pośród całej palety rozwiązań funkcjonujących w ramach idei rekonsupcji materiałowej, w chwili obecnej zainteresowaniem inżynierów i przedsiębiorców cieszy się przede wszystkim recykling odpadów budowlanych. Pozostałe możliwości wtórnego wykorzystywania materiałów w budownictwie przegrywają ciągle pod względem popularności i częstotliwości stosowania z innymi formami architektury zrównoważonej, tworzonej często w oparciu o drogie i skomplikowane rozwiązania technologiczne i materiałowe. Trzeba wyraźnie zaznaczyć, iż w Polsce – kraju średniozamożnym, to właśnie aspekt ekonomiczny proponowanych rozwiązań architektonicznych, będzie jeszcze najprawdopodobniej przez długi okres czasu głównym czynnikiem determinującym wprowadzanie nowych technologii w budownictwie. Wdrażanie na rynku krajowym ekologicznych, przystępnych cenowo rozwiązań projektowych, wydaje się być zatem w chwili obecnej szczególnie uzasadnione.

# 3

## PRZEGLĄD DOTYCHCZASOWYCH REALIZACJI

### 3.1 GENEZA REKONSUMPCJI W ARCHITEKTURZE

Idea wtórnego użycia materiałów budowlanych nie jest pomysłem nowym. Pierwsze wzmianki na jej temat można odnaleźć już w piśmiennictwie i materiałach pochodzących sprzed naszej ery. Analizując bieg historii od antyku aż po wiek XX widać, że na przestrzeni dziejów rekonsumpcja materiałowa sporadycznie towarzyszyła zarówno samozwańczym budowniczym jak i wykwalifikowanym architektom w ich codziennej pracy zawodowej:

- archetypem wszystkich ludzkich domostw była jaskinia troglodytów – doskonały przykład zrównoważonej architektury mieszkalnej, schronienie przekazywane z pokolenia na pokolenie bez ingerencji w lokalny ekosystem. Późniejsze przykłady dotyczą już tworzenia ziemianek i szałasów – pierwszych form budownictwa mieszkaniowego. Apogeum ich rozwoju przypada na okres rewolucji neolitycznej (ok. 10 000 lat p.n.e.), która charakteryzowała się stopniowym przechodzeniem ludów koczowniczych do osiadłego trybu życia. Godna uwagi wydają się być także kultura aborygenów, którzy wierzyli, że każdy zbudowany przez człowieka obiekt wstrzymuje cykl obiegu materii w przyrodzie. Dlatego przedsięwzięcie budowlane od początku było pomyślane w taki sposób, aby po okresie eksploatacji zostało ponownie włączone w ten obieg. Potencjał przyrody w kreowaniu domostw najlepiej uwidocznił się w przypadku jaskiń i podziemnych miast znajdujących się w chińskich prowincjach Shanxi i Gansu, w Kapadocji w Turcji, na terenach Malmata w Tunezji oraz w regionie Siwa w Egipcie [185]. Zarówno schronienie troglodytów jak i wszelkie inne formy budownictwa mieszkaniowego tworzone z wysuszonej gliny i różnorodnych lokalnych budulców, stanowią dobry przykład architektury ekologicznej, często stwarzającej możliwość wielokrotnego użytku bądź biodegradacji. Jawią się one jednocześnie jako formy, w których wyraźnie widać zastosowanie **ergonomii intuicyjnej**<sup>26</sup>;
- w starożytnym Egipcie, Grecji i Rzymie wielokrotnie miało miejsce wtórne wykorzystywanie wielkogabarytowych bloków kamiennych, wbudowanych pierwotnie w obiekty, które w okresie eksploatacji uległy zniszczeniu np. wskutek trzęsień ziemi, działań wojennych czy pożarów. Robocizna i czas potrzebny do przeprowadzenia procesu odzysku były zazwyczaj nieporównywalnie mniejsze, niż konieczne do poniesienia nakłady na ponowne pozyskanie surowca i jego transport z kamieniołomów, oddalonych niekiedy o dziesiątki kilometrów od miejsca realizacji inwestycji [12];
- od ok. I w p.n.e. do V w n.e. (ostatnie dziesięciolecia istnienia Republiki Rzymskiej, aż do końca okresu antycznego) dużą popularnością w ówczesnym przemyśle budowlanym i obronnym cieszyły się wyroby z kutego żelaza.

<sup>26</sup> Podział ergonomii na **ergonomię racjonalną** (współczesną) oraz **ergonomię intuicyjną** zaproponował w 1997 r. jako pierwszy J. Charytonowicz [29].

Rosnące zapotrzebowanie na materiał, przy ograniczonych możliwościach produkcyjnych, pociągało za sobą potrzebę wtórnego stosowania elementów zawsze wtedy, kiedy tylko była taka możliwość;

- wzmianki o wtórnym wykorzystywaniu materiałów budowlanych można odnaleźć także w traktacie pt. *O architekturze ksiąg dziesięć*, którego powstanie datuje się na kilkanaście lat przed naszą erą. **Witruwiusz** pisał w nim, odnosząc się do ówczesnej technologii wyrobu cegły i dachówki, iż największą trwałość budowli można zapewnić właśnie poprzez zastosowanie materiału sezonowanego, sprawdzonego na działanie niekorzystnych czynników atmosferycznych: "... *Jeśli idzie o cegłę paloną, to nikt nie może od razu ustalić, czy jest ona dobra czy zła, gdyż trwałość jej okaże się dopiero po umieszczeniu jej na dachu i wystawieniu na działanie niepogody i upału. W tych warunkach cegła, zrobiona z niedobrej gliny albo słabo wypalona, od razu pod wpływem mrozu i szronu wykaże swą słabość. Zatem cegła, która na dachu nie okaże się zdatna, użyta w budowli także nie utrzyma ciężaru. Dlatego największą trwałość będą miały dachy pokryte starą dachówką i ściany zbudowane ze starej cegły ...*" [83]. Autor wspominał także o możliwości wycinania malowideł ściennych lub fragmentów tynku, w celu ich przeniesienia i wtórnego użycia w nowej lokalizacji: "... *niektórzy wycinają warstwy tynku ze starych budowli i używają ich jako płyt; pokryte nimi ściany mają wypukłe obramowania wokół tafli i pól podobnych do zwierciadeł ...*" [83]. W omawianym traktacie przedstawiono również propozycję zagospodarowania odpadów powstających w procesie ręcznej obróbki ozdobnych elementów kamiennych: "... *Nie wszędzie mamy ten sam rodzaj marmuru, i tylko w niektórych okolicach występują złoża kamienia o ziarnach przezroczystych jak sól, nadającego się do użycia po stłuczeniu i zmieleniu. Gdzie brak takiego materiału, tłucze się i miele odłamki, czyli okruchy, które są odrzucane przy obróbce marmurów...*" [83]. Na uwagę zasługuje wzmianka będąca propozycją łączenia odmiennych dziedzin produkcji, takich jak wyrób wina i produkcja barwników budowlanych: "... *osad winny wysuszony i wygotowany w ogniu, a następnie utarty w morderzu i zmieszany z klejem da w użyciu kolor zupełnie odpowiadający miękkiemu tonowi czerni ...*" [83];
- warto podkreślić, że w okresie średniowiecza wiele budowli sakralnych (zwłaszcza katedry gotyckie), powstawało w miejscu uprzednio wzniesionych kościołów. Budowę obiektów kultu religijnego zakładano często na fundamentach wcześniej istniejących w danej lokalizacji, zachowując niekiedy także ich kondygnacje podziemne, skrywające liczne grobowce i pomieszczenia im towarzyszące. Jako przykład można podać wielokrotnie przebudowywaną Archikatedrę Wrocławską pod wezwaniem św. Jana Chrzciciela;
- od końca XIX w. większość stalowych wyrobów hutniczych produkowana jest z dodatkiem złomu, w celu redukcji kosztu procesu. Zastosowanie materiału z recyklingu, przy wykonywaniu elementów nowych (także konstrukcyjnych), wpływa na poprawę wskaźników finansowych, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej jakości i dobrych parametrów produktu;
- historia architektury zanotowała również przypadki rozbiórek obiektów architektonicznych, dokonywanych na masową skalę w celu pozyskania budulca na nowe, strategiczne inwestycje budowlane. Jako przykład może tu

posłużyć choćby powojenna historia odbudowy Warszawy, która odbyła się kosztem zachodnich miast Polski, zlokalizowanych na ziemiach odzyskanych. Najmocniej ucierpiał wówczas Wrocław. Tylko w 1951 r. pobrano z tego miasta 65 mln sztuk cegły. Demontowano zabytki, mury obronne, kamienice w centrum miasta, basztę na wschodniej stronie placu Nowy Targ, budynek poczty głównej, etc. Demontaż, na rzecz odbudowy stolicy, nie ominął również Świdnicy (rozebrano tam ok. 300 domów), Nowogrodźca (250 domów), Legnicy (50 domów) i Brzegu (88 domów). Poza Dolnym Śląskiem ucierpiało też Pomorze Zachodnie, zwłaszcza Szczecin, w którym przeprowadzono min. demontaż budynku teatru (wyposażonego w unikalną wówczas w Europie, obrotową scenę), opery, a także ponad trzystuletniej Bramy Portowej [246];

- zapotrzebowanie na materiał budowlany przyczyniło się również w pewnym stopniu do dewastacji Muru Chińskiego. Ten jeden z siedmiu cudów świata i symbol Chin, wpisany na listę UNESCO, niknie obecnie w oczach. Jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy jest jego sukcesywna rozbiórka, dokonywana przez lokalne społeczności w celu pozyskania cegły do budowy nowych domostw [82]. Proces destrukcji obiektu łączy się zatem z równoczesnym powstawaniem drobnogabarytowych obiektów architektury mieszkaniowej, tworzonej intuicyjnie w celu zapewnienia sobie podstawowych potrzeb egzystencjalnych przez ludzi żyjących w skrajnym ubóstwie.

W oparciu o wymienione przykłady oraz analizę materiałów źródłowych można stwierdzić, iż **architektura rekonsupcji i recyklingu** została nieświadomie zakorzeniona w tzw. **green design'ie**, a niekiedy – tak jak to miało miejsce np. w przypadku odbudowy zniszczonej w trakcie II Wojny Światowej Warszawy – nie miała z nim kompletnie nic wspólnego. Do blisko połowy XX w. działania takie były sporadyczne i wynikały zazwyczaj jedynie z wygody wykonawcy lub rachunku ekonomicznego dotyczącego opłacalności przedsięwzięcia. Wzmoczone zainteresowanie pewnych grup społecznych architekturą z materiałów wtórnych można natomiast zaobserwować od początku lat pięćdziesiątych minionego stulecia. W tym okresie należy najpilniej dopatrywać się przyczyn narodzin idei rekonsupcji w architekturze współczesnej, tworzonej wówczas ciągle jeszcze nie z pobudek ekologicznych, lecz ze względów ideologicznych i ekonomicznych.

### 3.1.1 SLUMSY I SQUATY – ŚRODOWISKO MIESZKALNE UBOGICH GRUP SPOŁECZNYCH

Budowaniem z odpadów zajmują się zazwyczaj ludzie biedni. Przykładem mogą być slumsy, które są często spotykane na obrzeżach dużych miast. Stanowią one środowisko mieszkalne licznych, ubogich grup społecznych, które z różnych powodów nie odnalazły się w realiach dzisiejszego świata. Z architekturą rekonsupcji nierozzerwalnie związany jest także *squatting*, czyli zajmowanie pustostanów, będące częścią współczesnej ideologii anarchistycznej. Squaty często, oprócz funkcji mieszkalnych, spełniają też inną rolę, np. centrów alternatywnej kultury, edukacji itp. Występują niemal w każdym większym mieście Europy. W Polsce na tego typu obiekty, w ostatnich latach natknąć się można było m.in. w Poznaniu (*Rozbrat*), Wrocławiu (*Era Kromera*, *FreeDom*, *Wagony*, *Wagenburg*), Warszawie, Krakowie, Gliwicach, Częstochowie, Białymstoku i Sosnowcu. Większość z nich jest jednak sukcesywnie likwidowana w związku ze sprzedażą gruntów pod nowe inwestycje budowlane. W Europie szczególnie dużo squatów występuje w Barcelonie, Amsterdamie

i Genewie. Czasem squatowane są całe ulice lub znaczna część domów w jednej dzielnicy. Taka sytuacja ma miejsce do dziś np. w kopenhaskiej *Christianii*, będącej de facto miastem w mieście. Dzielnica ta przyjęła swój zasadniczy kształt w 1971 r., kiedy to grupa squatersów zajęła opuszczone koszary, zlokalizowane na obszarze ok. 40 hektarów, w byłej jednostce wojskowej. **Jacob Ludvigsen** – jeden z założycieli squatu – ogłosił wtedy na łamach anarchistycznej prasy utworzenie wolnego miasta. Spotkało się to z szerokim odzewem środowisk alternatywnych, których członkowie zaczęli otwierać tam szkoły i przedszkola dla własnych dzieci. Okolicę szybko wypełniły prowizorycznie sklecone domostwa, interesujące pod względem formy architektonicznej pomimo tego, iż budowane były z materiałów wtórnych.



Fot. 7. Slumsy w mieście Manila na Filipinach [265].



Fot. 8. Przykład domu w duńskiej *Christianii* [268].



Fot. 9. Squat Vrankrijk in Spuistraat w Amsterdamie [270].

### 3.1.2 ARCHITEKTURA PROTESTU SPOŁECZNEGO

W latach sześćdziesiątych XX w. pojawił się ruch *dzieci – kwiatów* czyli hippisów, kontestujący ówczesne realia społeczno – polityczne. Uformował on tzw. **architekturę protestu**, która była sztuką ludzi biednych, często bezrobotnych, zbuntowanych przeciwko kulturze amerykańskiej opartej na wzorze rywalizacji. Jedynie budowanie z odpadów dawało hippisom możliwość uzyskania własnego dachu nad głową, było bardzo ekonomiczne, często niemalże darmowe, a jak się później okazało także ekologiczne. Obok San Francisco, ruch hippisowski wybudował nawodną osadę *Sausalito*. Hippisi, nie mając środków na zakup kawałka ziemi, używali łodzi budując na nich zadziwiające domostwa [141]. Spośród budowniczych, którzy w większości pozostali anonimowi, warto wymienić jedno nazwisko – **Chris Roberts**. Jego dzieła wyróżniały się niezaprzeczną siłą wyrazu architektonicznego. Dziś już nieistniejąca łódź *Madonna* (zniszczona w wyniku pożaru w 1974 r.) była bez wątpienia najbardziej godna uwagi, nie tylko ze względu na wysokość (ok. 30 m) ale także technikę konstrukcji, opierającą się wyłącznie na zastosowaniu elementów odpadowych, pochodzących z pobliskiej stoczni.

Jedna z pierwszych komun hippisowskich powstała także niedaleko Trinidad w Colorado, w 1965 r. W *Drop City*, bo taką nosiła nazwę, niemal wszystkie budynki mieszkalne nawiązywały swym kształtem do motywu kopuły **Buckminstera Fullera**. Podobnie jak w *Sausalito*, większość rozwiązań materiałowych oparta była tam na elementach pochodzących z odzysku. Drewniane bale z ogrodzeń i oszalowań wykorzystywano do tworzenia szkieletów nośnych, do których następnie przybijano arkusze blachy otrzymane z rozłożonych baniek metalowych lub z pociętych palnikiem i wygładzonych elementów karoserii samochodowych. Całość założenia utrzymana była w pstrych barwach, którym dorównywały chyba jedynie kolorowe stroje mieszkańców osady [35].



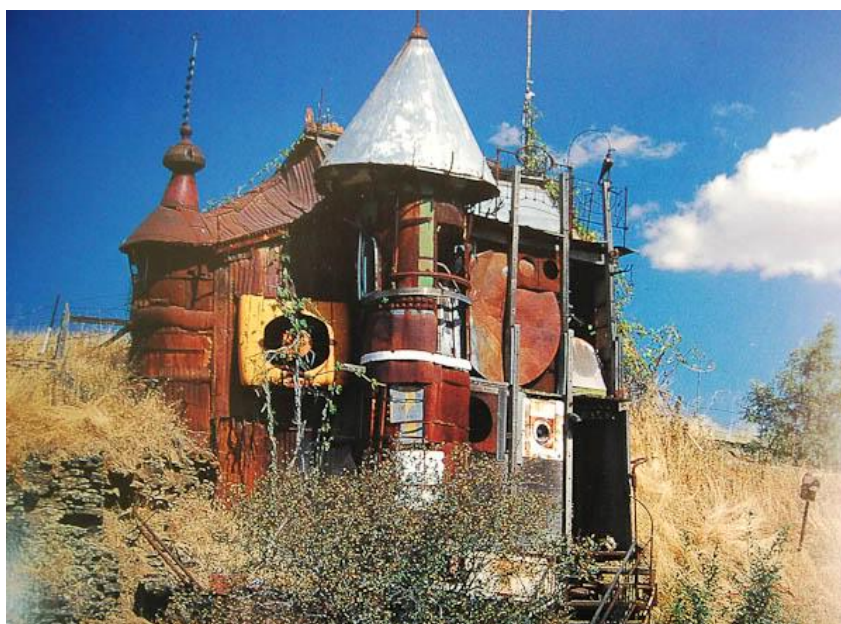
**Fot. 10.** *Madonna* w Sausalito – USA [220].



**Fot. 11.** Budynek mieszkalny w *Drop City* – USA [238].

### 3.1.3 DEMONSTRACJA ARTYSTYCZNA

Omawiając genezę rekonsupcji materiałowej trzeba nadmienić, że częściowo zakorzeniona jest ona także w **architekturze spontanicznej**, tworzonej często samodzielnie w celu przeprowadzenia demonstracji artystycznej. Demonstracja owa ukazuje, iż architektura nie musi jawić się wyłącznie jako sfera trwania w tradycji, lecz może być również postrzegana jako pole do eksperymentów, które otwiera szerokie możliwości nowego pojmowania artystycznej formy i stylu. Architektura, tak samo jak i inne dziedziny sztuki, stwarza możliwość wyrażenia nowego stosunku do natury i otaczającej rzeczywistości społecznej. Przykładem takich realizacji są sporadycznie budowane domy na palach, obiekty mieszkalne powstające na barkach oraz wszystkie te, których budowa miała na celu zwrócenie uwagi przechodnia, dążąc choćby do uwydatnienia ekscentrycznego trybu życia autora. Jedną z takich budowli jest powstały w późnych latach sześćdziesiątych w Pullman w USA **Zamek** autorstwa **Victor'a Moora**, który był tematem pracy doktorskiej autora, przygotowywanej na akademii sztuk pięknych. Materiały użyte do budowy obiektu to np.: arkusze starej blachy, fragmenty złomowanych samochodów, obudowa pralki, stare drzwi, okna i łóżka.



Fot. 12. Zamek Victor'a Moora, Pullman w stanie Waszyngton – USA [210].

Poszukując źródeł rekonsupcji materiałowej w formie demonstracji artystycznej, warto zwrócić również uwagę na dom **Luster Clarence'a Schmidta**, który został zbudowany w 1948 r. na wzgórzach Woodstock. Do jego budowy wykorzystano drzwi i okna pochodzące z lokalnie przeprowadzanych rozbiórek. Obiekt ten do momentu, w którym spłonął w roku 1971, osiągnął wysokość sześciu pięter. Konstrukcję wyróżniała obfitość mieszkań budowanych przez lokatorów, z których każdy pragnął nadać rysy szczególne tej nietypowej budowli, używając do tego celu jedynie budulca z odzysku. Budowla cieszyła się na tyle dużą popularnością wśród środowisk alternatywnych, iż posłużyła w późniejszym okresie jako inspiracja przy wznoszeniu wielu podobnych, choć już nie tak spektakularnych obiektów, zlokalizowanych w innych rejonach świata (np. *Glass House* – w *Wolnym Mieście Christianii* fot. 14).





**Fot. 13.** Dom Clarence'a Schmidta, Woodstock w stanie Nowy Jork – USA [20].



**Fot. 14.** Szklany Dom w duńskiej Christianii [268].

### 3.2 MOŻLIWOŚCI TWÓRCZE KSZTAŁTOWANIA OBIEKTÓW Z MATERIAŁÓW WTÓRNYCH

Materiały źródłowe, poruszające tematykę rekonsupcji materiałowej w architekturze, przedstawiają stosunkowo dużą liczbę przykładów obiektów budowlanych, wykonanych z zastosowaniem elementów z odzysku i recyklingu. Przegląd dotychczasowych realizacji prowadzonych w kraju i za granicą pozwala podzielić je na kilka kategorii, wyodrębnionych głównie pod kątem zróżnicowania wykorzystywanych do budowy materiałów. W publikacjach naukowych i literaturze najczęściej napotkać można przykłady:






- architektury tworzonej z odpadów, nie zawsze przy udziale wykwalifikowanych inżynierów, lecz także w formie rozwiązań intuicyjnych (odpady organiczne, nieorganiczne, małogabarytowe, wielkogabarytowe, budowlane, pierwotnie nie stanowiące materiału budowlanego),
- obiektów realizowanych z zastosowaniem elementów budowlanych z odzysku,
- budynków wznoszonych z materiałów nowych, wytwarzanych na drodze recyklingu (przy procentowym udziale materiałów odpadowych),
- adaptacji obiektów budowlanych, renowacji i modernizacji budowli.

Przegląd literatury i prasy branżowej oraz publikacji naukowych tworzonych w celu popularyzacji ekologicznych rozwiązań projektowych, dostarcza wielu inspirujących przykładów rekonsupcji w architekturze. Ze względu na duży zakres zagadnienia w niniejszym rozdziale przedstawiono jedynie te propozycje, które najwyraźniej przedstawiają różnorodność realizacji oraz obrazują potencjał twórczy tkwiący w materiałach z odzysku.

#### 3.2.1 DOMY Z BUTELEK

Przy omawianiu budowli murowanych z butelek, należy zwrócić uwagę na dwie zasadnicze kwestie. Po pierwsze, butelki dają możliwość różnorodnego układu w ścianie. To wpływa na dużą różnorodność uzyskiwanych efektów plastycznych, jak również odmienną wytrzymałość budowanych przegród pionowych (**rys. 21**). W jednym z popularnonaukowych programów telewizyjnych przeprowadzono eksperyment, w którym udowodniono, iż na trzech pionowo ustawionych szklanych butelkach po wodzie mineralnej można postawić mały samochód osobowy z segmentu B. Równomierne, stopniowe rozłożenie obciążenia nie doprowadziło do uszkodzenia szklanych podpór. Przy założeniu, iż ciężar samochodu w trakcie eksperymentu wyniósł ok 1000 kg widać, że pojedyncza butelka przeniosła obciążenie o wartości przybliżonej równej 330kg. Duża wytrzymałość butelki szklanej na ściskanie wydaje się być podyktowana pełnią funkcją opakowania wielokrotnego użytku.

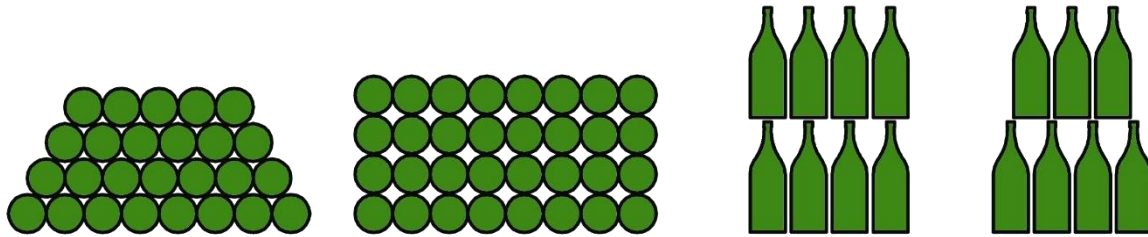
Po drugie wyrób ten charakteryzuje się wysoką izolacyjnością termiczną, zwłaszcza przy układzie poziomym i odpowiednim zaślepieniu butelek. Powstające w ten sposób "pustaki" wypełnione są pustką powietrzną, która jest dobrym izolatorem termicznym. W XX w. na zastosowanie butelek jako podstawowego budulca zdecydowano się głównie ze względu na dużą łatwość i szybkość budowy, niski koszt oraz ogólną dostępność tego typu materiału. Szklane opakowania po napojach wykorzystywano do tworzenia obiektów małej architektury, jednokondygnacyjnych zabudowań inwentarskich, a także – co ciekawe – budynków mieszkalnych. Najczęściej spotykanym rozwiązaniem konstrukcyjnym był poziomy montaż butelek,

L. P.	AUTOR I PIERWOTNE PRZEZNACZENIE OBIEKTU	LOKALIZACJA	DATA ZAKOŃCZENIA BUDOWY	LICZBA BUTELEK	ZDJĘCIE
1	William F. Peck Obiekt mieszkalny [215]	Tonopah, Nevada, USA	1902	10.000	 Fot. 15.
2	Tom Kelly Obiekt mieszkalny [198]	Rhyolite, Nevada, USA	1905	51.000	 Fot. 16.
3	Friel Dalton Obiekt mieszkalny [248]	Hillsville, Virginia, USA	1941	Brak danych	 Fot. 17.
4	John J. Makinen Obiekt mieszkalny [237]	Kaleva, Michigan, USA	1941	60.000	 Fot. 18.
5	Walter Knott Atrakcja turystyczna [211]	Yermo, Kalifornia, USA	1951	5.000	 Fot. 19.

**Tab. 8.** Pionierskie realizacje obiektów architektonicznych wykonanych z butelek (układ chronologiczny). Opracowanie autora.

układanych jako wypełnienie pustych pól ścian osłonowych o konstrukcji szkieletowej. Uzyskiwano w ten sposób efekt plastyczny porównywalny do dziś powszechnie stosowanych luksferów, zapewniając jednocześnie dobre doświetlenie wnętrza wznoszonego budynku. Najstarsze, często do dziś istniejące realizacje tego typu, powstały już w pierwszych latach XX w., głównie w Stanach Zjednoczonych. Na ich

przykładzie widać, że omawiane rozwiązanie materiałowe, przy odpowiednio wykonanej konstrukcji nośnej i dobrze dobranym spoiwie, cechuje długa żywotność i wytrzymałość na niesprzyjające warunki atmosferyczne [104, 111]. Historia architektury zanotowała także wiele innych, często nawet bardziej spektakularnych realizacji, tworzonych z wykorzystaniem prezentowanego strumienia odpadów. Jako przykład można przytoczyć: zamek autorstwa **G. Plumb'a**, kompleks obiektów **T. Prisbrey** itd. Większość z nich powstała jednak w wyniku fascynacji autora jednym z wymienionych w **tabeli 8** obiektów pionierskich.



**Rys. 21.** Najczęściej spotykane konfiguracje butelek, stosowane przy tworzeniu przegród pionowych. Opracowanie autora.

### 3.2.2 ŁĄCZENIE ODMIENNYCH DZIEDZIN PRODUKCJI

Wymierne efekty w walce z rosnącą liczbą odpadów daje łączenie odmiennych dziedzin produkcji. W celu popularyzacji tego typu rozwiązań inżynierskich, na początku lat siedemdziesiątych XX w. (rok 1963), firma *Heineken* przedstawiła system budowania ścian ze specjalnie zaprojektowanych butelek po piwie. Butelki *WOBO*



**Fot. 20 – 23.** *WO*rd *BO*ttle [207].

o prostokątnym przekroju poprzecznym, po spełnieniu funkcji opakowania stanowiły modułowy element budowlany. Połączenie pustaków możliwe było dzięki odpowiedniemu ukształtowaniu szyjki i dna pojemników, tworzących układ na „pióro i wpust”. Liczne wypustki, wpływające na nieregularną powierzchnię zewnętrzną szklanego opakowania, zapewniały dobrą przyczepność spoiwa [175].

Współczesnym odpowiednikiem przedstawionej technologii, jest opracowany w 2006 roku, koncepcyjny system wznoszenia budowli przy wykorzystaniu specjalnie zaprojektowanych do tego celu, plastikowych butelek po wodzie mineralnej. *United Bottle*, bo taką nazwę nosi produkt zaprezentowany przez szwajcarską pracownię projektową *Instant*, po spełnieniu pierwotnej funkcji, automatycznie staje się modułowym elementem budowlanym. Odpowiednie ukształtowanie plastikowych opakowań, pozwala na ich wzajemne łączenie, w efekcie końcowym doprowadzające do powstania przegród budowlanych. Parametry izolacyjne tak skonstruowanych budowli, posiadają możliwość modyfikacji, poprzez wypełnianie wykorzystywanych do ich budowy pustaków materiałami pochodzenia organicznego, takimi jak ziemia, piasek, wełna czy pierze. Poszczególne elementy systemu, docelowo mają być poddawane procesowi recyklingu. Tymczasowa funkcja uzupełniająca, jaką stanowi zastosowanie w budownictwie, w tym konkretnym przypadku, odnosi się do wykorzystania na terenach dotkniętych klęską żywiołową [93]. Doświadczenia z przełomu XX i XXI wieku pokazują bowiem, iż neutralizacja negatywnych następstw kataklizmów, często wiąże się z dostarczeniem w dotknięty klęską rejon niezbędnych do życia zapasów wody pitnej, jak również budową tymczasowego schronienia dla ludzi, którzy pozostają bez dachu nad głową. Zarówno system butelek *WOBO* jak i *United Bottle*, należy traktować jako eksperymenty ukazujące możliwość łączenia odmiennych dziedzin produkcji, jakie w tym przypadku stanowi wytwarzanie napojów i budownictwo.



Rys. 22. *United Bottle* [266].

### 3.2.3 DOMY Z OPON

Kolejnym przykładem budowli wzniesionej z wykorzystaniem małogabarytowych elementów odpadowych, nie stanowiących wcześniej materiału budowlanego, jest zrealizowany w latach siedemdziesiątych dom autorstwa **Michaela Reynolds'a**. Prototypowy *EARTHSHIP*, bo taką nazwę nosi omawiany obiekt, zlokalizowany był w stolicy stanu Idaho, mieście Boise. Do wzniesienia ścian budynku zastosowano głównie stare opony samochodowe oraz puszki wypełnione ziemią. Wyliczając zalety takiego rozwiązania trzeba szczególnie mocno podkreślić, że cechuje je dobra izolacyjność termiczna oraz elastyczność konstrukcji nośnej, doskonale nadającej się do stosowania na terenach o dużej aktywności sejsmicznej (opony wypełnione ziemią dobrze tłumią drgania). Budowanie z opon zapewnia także wysoki standard akustyczny, a po odpowiednim wykończeniu przegród osłonowych także dużą estetykę wznoszonych obiektów.

W chwili obecnej *Earthshipy* cieszą się dużą popularnością w wielu zakątkach świata. Stanowią pasywne, autonomiczne budynki konstruowane niskim kosztem z lokalnie dostępnych materiałów – w tym odpadów. Konstrukcja przegród osłonowych posiada dużą masę termiczną, co umożliwia ogrzewanie całego budynku wyłącznie energią słoneczną, niemalże w każdej strefie klimatycznej. Ciekawostką jest, iż *Eartship* to dom, który można zamówić przez internet. Do wysyłki trafiają wówczas wszystkie niezbędne elementy budowlane przy założeniu, że zużyte opony samochodowe i ziemia zostaną pozyskane lokalnie. Obecnie na świecie istnieje ponad 2000 takich obiektów. Niektóre z nich znajdują się także na terenie Unii Europejskiej, we Francji i w Wielkiej Brytanii [216]. Polska nadal czeka na pierwszych śmiałków, którzy zdecydują się na przeprowadzenie takiej inwestycji i przetrą szlaki administracyjno – prawne, podobnie jak miało to miejsce w przypadku wznoszenia domu na wodzie we Wrocławiu (Osobowice, okolice mostu Milenijnego) [64].



Fot. 24 – 25. *Earthship* [227].

### 3.2.4 OBIEKTY WZNOSZONE Z CZĘŚCI ZŁOMOWANYCH SAMOLOTÓW

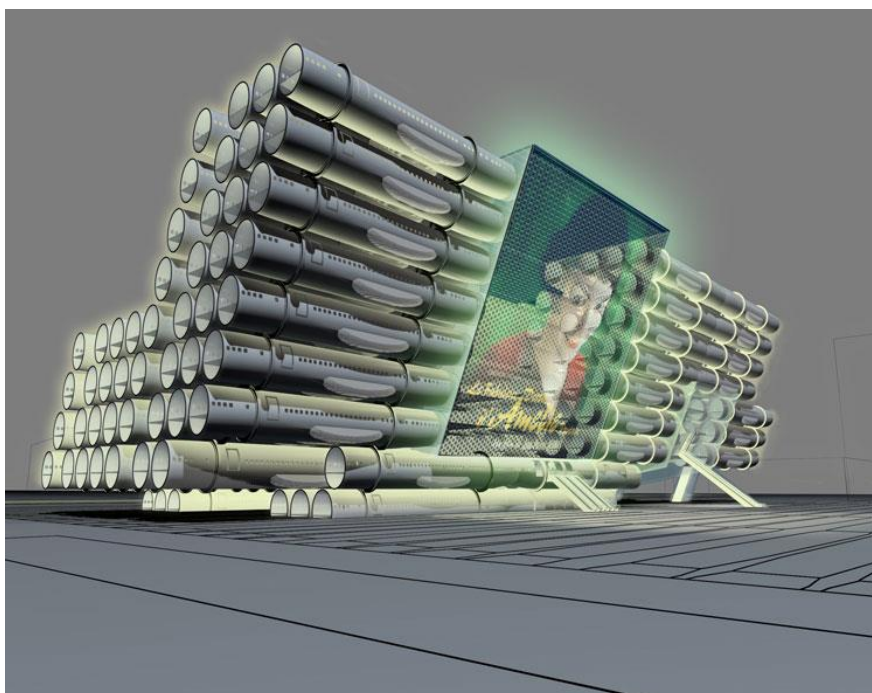
Obiekty wznoszone z części złomowanych samolotów są przykładem rekonsupcji wielkoformatowych odpadów, pierwotnie nie stanowiących materiału budowlanego. Na ich przykładzie doskonale widać, jak duże możliwości twórcze daje architektom wykorzystanie elementów wycofanych z eksploatacji, pochodzących z odmiennych niż budownictwo sektorów przemysłowych. Zalegające na wielohektarowych cmentarzyskach maszyny, zazwyczaj nie są poddawane procesowi demontażu i utylizacji, gdyż w tym wypadku proces ten jest wysoce nieopłacalny. Być może znajdą w przyszłości zastosowanie w architekturze, która z pewnością doceni ich nietypowe walory estetyczne jak i dobrą izolacyjność i wysoką wytrzymałość obudowy.

Na początku XXI w. powstała jedna z pierwszych koncepcji architektonicznych uwzględniająca **upcykling** wycofanych z eksploatacji samolotów pasażerskich. Pomysł dotyczył wybudowania wielofunkcyjnego pawilonu studenckiego na terenie kampusu University of Washington w Seattle. Pracownia projektowa *Lot – ek* założyła realizację inwestycji przy wykorzystaniu fragmentu wycofanego z eksploatacji samolotu Boeing 747. Pierwotne elementy wykończenia wnętrza miały zostać zdemontowane w celu wyeksponowania skomplikowanej, żebrowanej struktury konstrukcji kadłuba. Pomysł zastosowania do budowy wycinka złomowanego samolotu był bardzo oryginalny i w krótkim czasie zyskał duży rozgłos. Nie dość, iż gwarantował niepowtarzalny kształt, przy jednoczesnym uwzględnieniu pewnego spektrum aspektów ekologicznych, to dodatkowo zawierał poprawne i przemyślane rozwiązania funkcjonalne wnętrza obiektu. Owalny przekrój poprzeczny bryły budynku umożliwił projektantom osiągnięcie założonej, w fazie koncepcji, mobilności i wielofunkcyjności przestrzeni wewnętrznej.



Fot. 26 – 28. Koncepcja pawilonu studenckiego w Seattle – USA [241].

Słynąca obecnie z wielu nowatorskich rozwiązań projektowych pracownia architektoniczna *Lot – ek* z Nowego Jorku, wzięła także udział w konkursie na budynek biblioteki w Guadalajara, w zachodniej części Meksyku. Autorzy koncepcji zaproponowali wzniesienie obiektu z blisko dwustu kadłubów złomowanych samolotów pasażerskich Boeing 727 i 737. Założona powierzchnia użytkowa budynku miała wynieść w przybliżeniu 40.000 m<sup>2</sup>. Na projektowanie z tego typu elementów z odzysku zdecydowano się głównie ze względów natury ekologicznej. Przy wyborze technologii budowy planowanego obiektu kierowano się także wspomnianymi wyżej dobrymi parametrami izolacyjności termicznej obudowy kadłuba, co w upalnym klimacie panującym w Meksyku miało istotny wpływ na dobór proponowanych rozwiązań.



**Rys. 23.** Koncepcja biblioteki w Guadalajara [241].



**Fot. 29.** 747 Wing House w Malibu – USA [9].



Niektóre przedstawione na papierze, futurystyczne wizje architektoniczne doczekały się swojej realizacji. W roku 2011, na jednym ze wzgórz w Malibu, zakończono prace przy budowie – nietypowego jak na dzisiejsze czasy – domu jednorodzinnego wraz z obiektami towarzyszącymi. Projektant **David Hertz** przewidział do wzniesienia kompleksu budynków zastosowanie jak największej liczby elementów z odzysku, pochodzących z zakupionego, wycofanego wcześniej z eksploatacji samolotu – Boeing 747. Dach domu wykonano ze skrzydeł Boeinga. Wycinek kadłuba posłużył do budowy obiektu gościnnego, kokpit znalazł natomiast zastosowanie jako główny element konstrukcyjny planowanego pawilonu do medytacji [9]. Realizacja ta dowodzi, iż odpowiednio przeprowadzony odzysk i wtórne użycie odpadów pokonsumpcyjnych może iść w parze z tworzeniem nowoczesnej architektury typu *high – tech*.

### 3.2.5 TRANSFORMACJA KONTENERÓW TRANSPORTOWYCH

Poszukując nowatorskich rozwiązań inżynierskich, wskazujących na duży potencjał twórczy rekonsupcji materiałowej w architekturze, można łatwo natknąć się na realizacje tworzone w oparciu o wycofane z eksploatacji, stalowe kontenery transportowe. Podobnie jak w przypadku wykorzystania elementów złomowanych samolotów, jest to forma adaptacji na cele budowlane wielkogabarytowych odpadów przemysłowych. Według szacunków w chwili obecnej na świecie leży odłogiem około 17 milionów tego typu jednostek [241], które mogłyby znaleźć powtórne zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu, w tym w budownictwie, zwłaszcza – jak wskazują materiały źródłowe – na polu architektury mieszkaniowej i biurowej. Ten nowy, prefabrykowany, kompozytowy "materiał budowlany" posiada wiele atutów, do których bez wątplenia zaliczyć należy modularność, szybkość instalacji (półprodukt), dużą wytrzymałość na czynniki mechaniczne, przestronność wnętrza pojedynczej jednostki oraz konkurencyjną cenę w stosunku do bardziej zaawansowanych technologii. Już na pierwszy rzut oka bardzo dobrze widoczny jest także industrialny charakter obiektów wznoszonych z wykorzystaniem boksów transportowych, które wizualnie nie ustępują dostępnym obecnie, nowym, metalowym systemom elewacyjnym.

Można zaobserwować pewne podobieństwa realizacji tworzonych w oparciu o ideę rekonsupcji materiałowej w stosunku do cieszących się w ostatnim okresie rosnącą popularnością, produkowanych seryjnie, katalogowych, modularnych obiektów użyteczności publicznej, takich jak przedszkola, szkoły, czy choćby tymczasowe biura budowy. Zasada konstrukcji w obydwu przypadkach jest tu niemal identyczna. Wyższość idei rekonsupcji w stosunku do dostępnych powszechnie rozwiązań polega jednak na uwzględnieniu dużej grupy aspektów ekologicznych, z ochroną zasobów naturalnych i wydłużeniem cyklu życiowego produktów na czele, o czym w przypadku stosowania obiektów nowych nie może być mowy.

Adaptacja kontenerów na cele budowlane cieszy się ostatnio rosnącą popularnością, zwłaszcza w dużych miastach portowych, w których zniszczone jednostki transportowe stanowią często poważny problem z uwagi na deficyt przestrzeni i kiepskie walory estetyczne. Ich wtórne użycie wymaga jednak sporej wiedzy z zakresu ergonomii i innowacyjnych metod konstrukcji oraz dużego wyczucia plastycznego. Stąd też tylko nieliczne firmy projektowe na świecie specjalizują się w programowaniu tego typu inwestycji (np. *Lot-ek, Urban Space Management Ltd.*). Poniżej pokrótce omówiono przykładowe realizacje i koncepcje architektoniczne, zakładające **upcykling** w budownictwie wyeksploatowanych kontenerów transportowych.

L. P.	OBIEKT	ROK REALIZACJI	CZAS INSTALACJI (LICZBA DNI)	PROJEKTANT	LOKALIZACJA	LICZBA WYKORZYSTANYCH KONTENERÓW
1	Pinchin Street Studios & Group Practice	2007	7	Urban Space Management Ltd	Pinchin Street, London E1	35
2	Sound Recording Studios	2006	1	Urban Space Management Ltd	Container City, Trinity Buoy Wharf, London E14	7
3	The Riverside Building	2005	8	A.B.K. Architects	Container City, Trinity Buoy Wharf, London E14	73
4	Meath Gardens Youth Centre	2005	1	Urban Space Management Ltd	Meath Gardens, London E3	2
5	Fawood Children's Centre	2004	5	Alsop Architects	Fawood Avenue, London NM10	20
6	Mile End Youth Centre	2003	1	Urban Space Management Ltd	Mile End Park, London E3	7
7	Cove Park	2002	3	Urban Space Management Ltd	Peaton Hill, Argyll & Bute G84 0PE, Szkocja	6
8	Container Learn	2001	Brak danych	Urban Space Management Ltd	Tower Hamlets College, London	10

**Tab. 9.** Porównanie inwestycji przeprowadzonych z wykorzystaniem kontenerów transportowych na Wyspach Brytyjskich w latach 2001 – 2007. Opracowanie autora na podstawie [267].

- LOT – EK CONTAINER HOME KIT (CHK)

Przedsięwzięcie o nazwie *Container Home Kit* stanowi pionierski system **modularnej zabudowy mieszkaniowej** autorstwa Giuseppe Lignano i Ada Tolla ze wspomnianej już pracowni *Lot – ek*. Zgodnie z założeniem twórców koncepcji, architekt po zapoznaniu się z wielkością działki i wymaganiami klienta może zaproponować mu określoną jednostkę mieszkalną, która w stosunkowo krótkim czasie zostanie dostarczona na plac budowy jako element prefabrykowany. Gotowy produkt trafiający do odbiorcy jest już ocieplony, wyposażony we wszystkie niezbędne instalacje, a nawet umeblowany. Charakterystycznym elementem są tu duże przeszklenia (od podłogi do sufitu) oraz staranne wykończenie wnętrza. Prefabrykowany system zabudowy mieszkaniowej *CHK (Container Home Kit)* standardowo produkowany jest w dwóch wersjach: *Compact* oraz *Loft*. Do niewątpliwych zalet prezentowanego rozwiązania technologicznego zaliczyć należy przede wszystkim dużą elastyczność w kształtowaniu przestrzeni i funkcji projektowanych obiektów. Godny uwagi zdaje się być również duży potencjał dowolnej konfiguracji i rozbudowy modułarnych jednostek. Na bazie systemu *CHK* powstał również *Container Housing System*. Jest to próba zaadaptowania powyższych rozwiązań technologicznych i projektowych dla potrzeb architektury budynków wielorodzinnych.



Rys. 24. Kolejno od lewej: koncepcja systemu CHK i CHS [241].

- LOT – EK MODULAR DWELLING UNIT (MDU)

Kolejną wariacją omawianych powyżej rozwiązań jest powstała w 2002 roku koncepcja na *Modular Dwelling Unit (MDU)*. Tym razem autorzy wykazali jeszcze większą innowacyjność przedstawianych rozwiązań. Zaproponowaną modułarną jednostkę mieszkalną cechuje bowiem dodatkowo mobilność. Architekci położyli nacisk na stworzenie rozwiązania wykorzystującego po części pierwotną funkcję przekształcanych kontenerów. Idąc za duchem czasu i częstą w ostatnich latach migracją ludności w poszukiwaniu lepszego bytu, zaproponowano ruchomy, przenośny boks mieszkalny. W rzeczywistości *MDU* jest w pełni funkcjonalnym, dobrze usztywnionym, wytrzymałym modułem, który łączy w sobie w udany sposób określone rozwiązania konstrukcyjne i użytkowe. Daje to wszechstronną możliwość adaptacji wnętrza na potrzeby użytkowników. Modelowy obiekt zaprojektowany został pod większość funkcji niezbędnych w gospodarstwie domowym. Cała jednostka dzieli się pod względem funkcjonalnym na trzy strefy: gospodarczo – techniczną, ogólnodostępną wypoczynkową i nocną. Modularność i wielofunkcyjność omawianych boksów stwarza również możliwość wzajemnego ich zestawiania i konfigurowania w taki sposób, by uzyskać wielokondygnacyjny obiekt mieszkalny. Takie rozwiązanie wymaga jednak wzmocnienia dodatkową konstrukcją stalową, wraz z wprowadzeniem pionów komunikacyjnych i instalacyjnych.



Fot. 30 – 31. Koncepcja systemu MDU [241].

- DOM ROSSA STEVENSA W NOWEJ ZELANDII

Analizując kolejne przykłady rekonsypcji należałoby zwrócić uwagę na dom powstały w 2007 roku w Nowej Zelandii. Obiekt autorstwa Rossa Stevensa, wieloletniego wykładowcy architektury przemysłowej na Victoria University w Wellington, zbudowany został z trzech, tej samej wielkości, ułożonych jedna na drugiej, jednostek transportowych. Pomimo swojego pierwotnego, z goła innego przeznaczenia, ciemno szare, prostopadłościennych boksów, zgodnie z wizją architekta, posłużyły do konstrukcji czterokondygnacyjnego domu mieszkalnego. Niniejsza realizacja wskazuje na kilka istotnych atutów tego rodzaju rozwiązań projektowych. Do najważniejszych z nich należą:

- możliwość stworzenia atrakcyjnej pod względem przestrzennym, nowoczesnej formy, pomimo iż wyraźnie wyeksponowano zastosowane w projekcie materiały z odzysku,
- dobre właściwości konstrukcyjne obiektów budowanych w powyższej technologii. Na kontenery stalowe jako materiał budowlany warto bowiem zwrócić uwagę przy projektowaniu w miejscach, w których standardowe rozwiązania budowlane są ciężkie do zastosowania lub nieopłacalne ze względu na lokalizację i usytuowanie planowanego założenia.



Fot. 32 – 33. Dom na klifie – Nowa Zelandia [218].

- PROJEKT DOMU LEGER WANASELJA ARCHITECTURE

Następną inwestycją wartą uwagi jest obiekt zaprojektowany przez pracownię *Leger Wanaselja Architecture*. Realizacja założenia ukończona została pod koniec 2007 roku w San Francisco. Mieszczący trzy sypialnie dom jednorodzinny skonstruowany został z trzech kontenerów z odzysku. W odróżnieniu do wcześniej omawianych koncepcji, tym razem zastosowane moduły konstrukcyjne pełniły pierwotnie funkcję chłodni. Wyższość tego rozwiązania nad poprzednimi sprowadza się przede wszystkim do dobrych właściwości termicznych pionowych przegród zewnętrznych powtórnie wykorzystanych modułów, które praktycznie nie wymagały dodatkowej ingerencji mającej na celu podniesienie ich izolacyjności. Autorzy projektu sprowadzili do minimum modyfikacje struktury nośnej boksów, która została przekonfigurowana jedynie w miejscach przeznaczonych pod wycięcie otworów okiennych czy drzwiowych. Budynek posadowiono na płycie żelbetowej, wykonanej ze znaczną domieszką popiołu z odzysku. Do wykonania ścian oporowych, niezbędnych ze względu na miejsce lokalizacji inwestycji, wykorzystano uprzednio zdemontowane drzwi do chłodni. Idei rekonsypcji wielkogabarytowych odpadów przemysłowych dopełniło tu zastosowanie licznych, proekologicznych materiałów wykończeniowych

i rozwiązań technologicznych, takich jak np. termoizolacja dachu i podłóg za pomocą celulozy.



Fot. 34. Dom z kontenerów w San Francisco [243].

- CARGOTECTURE – STUDIO 320

Tytułowy *Cargotecture* to prototypowy projekt autorstwa Roberta Humble i Joela Egana z pracowni Studio 320. Architekci z Seattle zaproponowali ciekawe, z ekologicznego punktu widzenia, rozwiązania technologiczne dla obiektów wznoszonych z wykorzystaniem pochodzących z odzysku kontenerów. Stworzyli koncepcję pojedynczej, modelowej jednostki mieszkalnej, w skład której wchodzi sypialnia, kuchnia, łazienka i pokój dzienny. Technologia budowy obiektu zakłada wykonanie ze sklejki niezależnego, prostopadłościennego boks wewnątrz metalowego kontenera odzyskanego w procesie **upcyklingu**. Następnie, pomiędzy obie warstwy wierzchnie ściany, tzn. wewnętrzną ze sklejki i zewnętrzną metalową, została zaaplikowana termoizolacja o podwyższonych parametrach, w postaci ekspansywnej pianki poliuretanowej. Wstrzyknięty materiał zespolił ze sobą części osłonowe przegrody, tworząc wielowarstwową okładzinę na kształt metalowych, izolacyjnych paneli elewacyjnych typu "sandwich". Wycinanie otworów pod stolarkę okienną i drzwiową następowało po stwardnieniu pianki. Szybkość i łatwość wykonania oraz niski koszt inwestycji przyczyniły się do popularyzacji idei budowy w powyższej technologii. *Cargohouse* stał się również prototypem, inspiracją do stworzenia projektu o nazwie *Cargotown*, stanowiącego śmiałą wizję budowy całego osiedla mieszkaniowego z wykorzystaniem towarowych kontenerów z odzysku. Pomysł tego założenia zrodził się w 2003 roku. Stanowił jeden z głównych elementów zaproponowanego w owym czasie, innowacyjnego planu rozwoju jednego z portów w Seattle.

- CONTAINER CITY W LONDYNIE

Budowanie z materiałów z odzysku cieszy się co raz to większą popularnością, nie tylko w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej ale również w Europie (**tab. 9**). Na Starym Kontynencie można bowiem znaleźć wiele imponujących przykładów architektury tworzonej z zastosowaniem kontenerów transportowych. Do najbardziej spektakularnych zaliczyć można bez wątpienia pierwszy i drugi etap

zrealizowanego odpowiednio w 2001 i w 2002 roku założenia, o nazwie *Container City*. Inwestycja zlokalizowana jest w Londyńskich dokach, przy nabrzeżu Trinity Buoy. Część pierwsza przedsięwzięcia mającego na celu popularyzację omawianych rozwiązań projektowych, została wzniesiona w ciągu pięciu miesięcy. W trakcie realizacji większość czasu pochłonęło wykończenie i przygotowanie stalowych boksów do nowej funkcji. Sama instalacja dostarczonych na plac budowy jednostek, wykonana została w rekordowo krótkim czasie czterech dni. Etap pierwszy to czterokondygnacyjny budynek, przeznaczony niemal w całości pod funkcję biurową - jedynie na ostatniej kondygnacji zlokalizowano trzy apartamenty mieszkalne. Fazę drugą projektu stanowią dwadzieścia dwie jednostki biurowe, zmontowane w przeciągu ośmiu dni, z wykorzystaniem trzydziestu stalowych boksów. Warto podkreślić, iż 80% wszystkich zastosowanych materiałów pochodziło z odzysku. *Container City* z roku na rok rozrasta się coraz bardziej, dając solidne podstawy pod rozwój niniejszej gałęzi designu zarówno w Wielkiej Brytanii, jak i w innych krajach Unii Europejskiej.



Fot. 35 – 36. *Container City* w Londynie [209].

### 3.2.6 REKONSUMPCJA WIELKIEJ PŁYTY

Bloki mieszkalne z wielkiej płyty stanowią charakterystyczny widok w większości krajów postkomunistycznych. W państwach rozwijających się, takich jak Polska, tworzą one ciągle interesującą alternatywę uzyskania własnych czterech kątów, zwłaszcza ze względu na atrakcyjną cenę i często dobrą lokalizację w tkance miejskiej. Zgoła odmienna sytuacja ma jednak miejsce np. we wschodnich landach niemieckich. Tam budynki z wielkiej płyty stanowią duży problem, zwłaszcza w kontekście zaistniałej w minionych latach migracji lokalnej ludności do bardziej zamożnych, zachodnich ośrodków gospodarczych kraju. Krótco po zburzeniu muru berlińskiego w 1989 roku, większość z tych budowli opustoszała. Niektóre z budynków zaadaptowano do pełnienia nowych funkcji, np. na akademiki w miejscowościach uniwersyteckich, takich jak Cottbus. Spora część pustostanów pozostała jednak niezagospodarowana ze względu na złe walory estetyczne i funkcjonalne oraz brak zainteresowania ze strony potencjalnych nabywców. Wywołało to serię dyskusji i głośną debatę związaną

z poszukiwaniem rozwiązania problemu, co zaowocowało, tam gdzie to było możliwe, rozpoczęciem procesu rewitalizacji.

W zakresie działań architektoniczno – urbanistycznych jedną z najbardziej inwazyjnych metod rewitalizacji jest wyburzanie fragmentów bloków mieszkalnych. W takim wypadku zakres działań zazwyczaj sprowadza się do częściowej rozbiórki obiektów, która ma na celu ich adaptację do współczesnej tkanki miejskiej oraz nadanie im formy przyjaznej człowiekowi. Przykładem tak realizowanej inwestycji może być blok mieszkalny *Ahrensfelder Terrassen* wykonany w systemie WBS 70. Kubatura obiektu uległa całkowitej zmianie poprzez redukcję 11 piętrowego budynku do założenia o zróżnicowanej wysokości – od dwóch do sześciu kondygnacji. Znaczna część lokali mieszkalnych została jednocześnie wyposażona w przydomowe ogródki oraz tarasy [152]. W ostatnich latach rosnącą popularnością cieszą się także działania restrukturyzacyjne prowadzące do całkowitej rozbiórki budynków z wielkiej płyty, co wynika z często niewystarczającej efektywności procesu rewitalizacji. Zarówno w jednym jak i w drugim wypadku podczas demontażu powstaje stosunkowo duży strumień odpadów budowlanych, występujących głównie w postaci wielkoformatowych płyt żelbetonowych. W Niemczech zaczęto wykorzystywać je jako materiał wtórny do budowy nowych, mniejszych obiektów architektury mieszkaniowej jedno – i wielorodzinnej.

Wyższość takiego rozwiązania, nad procesem recyklingu polegającym na skruszeniu odpadów betonowych, sprowadza się głównie do oszczędności energii i surowców bazowych niezbędnych do produkcji nowych, równoważnych materiałów budowlanych. Jak podaje jeden z wykonawców tego typu obiektów (przedsiębiorstwo budowlane *Conclus*), koszt wybudowania domku jednorodzinnego na drodze rekonsolidacji płyt żelbetonowych jest nawet o 40% niższy, niż w przypadku zastosowania technologii tradycyjnej. Ze względu na wysoką cenę transportu budowa z użyciem omawianych materiałów wydaje się być uzasadniona z ekonomicznego punktu widzenia w promieniu maks. 300 km od miejsca demontażu. Czas realizacji średniej wielkości budynku jednorodzinnego wynosi obecnie ok 4 miesiące [261].

Prototypowe obiekty tego typu zaczęły powstawać w pierwszych latach XXI w., po wcześniejszym przeprowadzeniu odpowiednich badań certyfikujących na Uniwersytecie Technicznym w Berlinie (TU Berlin). W wyniku pomiarów dopuszczono możliwość wtórnego stosowania w sektorze budowlanym wewnętrznych ścian nośnych oraz żelbetonowych płyt stropowych, co stanowi ok. 60 ÷ 70% substancji budowlanej. Pozostała część komponentów budowli, tj. głównie prefabrykaty ścian osłonowych, nie zostały dopuszczone do dalszego użytku ze względu na wykorzystanie przy ich produkcji najprawdopodobniej rakotwórczego składnika materiału ociepleniowego. W 2001 r. przeprowadzono pierwszą, pilotażową inwestycję tego typu w Cottbus. Eksperyment został zakończony powodzeniem, choć estetyka wzniesionych budynków wielorodzinnych pozostawiała wówczas jeszcze wiele do życzenia. Późniejsze realizacje, np. w miejscowości Schildow, na obrzeżach Berlina, kończyły się już oddawaniem do użytku w pełni dopracowanych domów, także pod względem wizualnym. Do budowy domków jednorodzinnych w Schildow zastosowano elementy betonowe pochodzące z odzysku z 35 letnich bloków, zlokalizowanych w odległości ok 25 km od miejsca realizacji nowej inwestycji.

Niemcy od wielu lat przodują w działaniach związanych z restrukturyzacją osiedli z wielkiej płyty. Przedstawione przykłady pokazują, że przemyślana rewaloryzacja i transformacja budynków wznoszonych w omawianej technologii może przynieść pożądany efekt w postaci podniesienia ich walorów użytkowych, przy jednoczesnym uwzględnieniu szeregu postulatów ekologicznych.



**Fot. 37.** Prototypowe budynki mieszkalne z wielkiej płyty z odzysku w Cottbus – Niemcy [58].



**Fot. 38 – 39.** Budowa domu jednorodzinnej z wielkiej płyty z odzysku w Schildow– Niemcy [261].



### 3.2.7 BUDYNKI Z MATERIAŁÓW Z RECYKLINGU

W chwili obecnej jedynie nieco ponad 30% materiałów stosowanych w budownictwie pochodzi z recyklingu. Wynik ten jest ciągle daleki od ideału, zwłaszcza, że jak podają teksty źródłowe, już dziś istnieje możliwość realizacji większości inwestycji budowlanych przy co najmniej 90% udziale takich produktów [165]. Na dotychczasową niską popularność wykorzystania materiałów z odzysku w dużej mierze wpływa dualność istoty procesu recyklingu. Przejawia się ona nie tylko w potrzebie doskonalenia form odzysku i przetwarzania odpadów, lecz również w konieczności projektowania produktów (w sektorze budowlanym zarówno poszczególnych materiałów jak i całych obiektów) dla ich łatwego demontażu i utylizacji oraz w świadomym doborze materiałów przez inżynierów odpowiedzialnych za programowanie i realizację inwestycji. Powyższe postulaty uwzględniono m.in. w pilotażowym projekcie pt. *RECYhouse*, w którym tytułowy budynek wyposażony został w szkieletowy układ konstrukcyjny, dający gwarancję swobodnej wymiany i rozbiórki poszczególnych jego komponentów.

- RECYHOUSE

W maju 2002 r. w Limelette pod Brukselą uroczyście dokonano otwarcia demonstracyjnego budynku, wzniesionego tylko i wyłącznie z materiałów pochodzących z recyklingu. Projekt realizowany był przez Belgijski Instytut Badawczy Budownictwa, przy wsparciu Komisji Europejskiej w latach 1996 – 2001. Założeniem projektu było ukazanie możliwości zbudowania budynku, w większości z materiałów z recyklingu, z zachowaniem wymogów konstrukcyjnych i standardów wykończeniowych, charakterystycznych dla współczesnych obiektów budowlanych, przy jednoczesnym pozostaniu na takim samym poziomie średnich kosztów inwestycyjnych. Do budowy *RECYhouse* (fot. 43), którego powierzchnia wynosi 350 m<sup>2</sup>, zastosowano 150 różnych materiałów z recyklingu. Otwartym tematem pozostaje określenie poziomu udziału odpadów po przetworzeniu, gdyż są to produkty pochodzące prawie w 100% z recyklingu, oraz takie, które zawierają jedynie szczątkowe domieszki materiałów wtórnych. W budynku zastosowano m.in. pokrycia dachowe wykonane z odpadów plastikowych i starego papieru połączone z gumą z odzysku, przegrody pionowe pokryte płytami ceramicznymi zawierającymi cząstki starego styropianu, czy ścienne płyty wykończeniowe z prasowanej wełny mineralnej z odzysku [165].

- RECRAFT 90

Historia architektury zanotowała także inne, wcześniejsze przypadki tworzenia domów z materiałów wtórnych. Jednym z nich jest demonstracyjny budynek *ReCraft 90* powstały w 1992 r. w mieście Missoula, w stanie Montana (USA). Pomysłodawcy przedsięwzięcia (*Center of Resourceful Building Technology i Loken Builders*) udowodnili już na początku lat dziewięćdziesiątych minionego stulecia, iż stosując tylko i wyłącznie elementy z recyklingu i odzysku, można zbudować typowy amerykański dom jednorodzinny, który pod żadnym względem nie ustępuje inwestycjom realizowanym z zastosowaniem tradycyjnych, nowych materiałów budowlanych. Poziom recyklingu elementów z odzysku wynosi tam ponad 90%. W budynku wykorzystano min.: płytki podłogowe ze szkła odzyskanego w procesie przetworzenia żarówek i szyb samochodowych, zlewozmywak i umywalki wykonane z odpowiednio

przetworzonego miału granitowego, dywany z plastiku poddanego recyklingowi na drodze depolimeryzacji, 20% dodatków popiołu (ze spalarni węgla) do zapraw murarskich, izolację ścian z odpowiednio zaimpregnowanych i przetworzonych odpadów papierowych. Do konstrukcji domu zastosowano bardzo małą ilość drewna, w celu symbolicznego przeciwstawienia się wycince lasów. Jeśli już zdecydowano się na użycie tego typu elementów, to pochodzą one z odzysku [87].



Fot. 40 – 41. *ReCraft 90*, Missoula, Montana – USA [87].

- RESOURCE CONSERVATION RESEARCH HOUSE

Kolejnym przykładem architektury tworzonej w oparciu o produkty z recyklingu, jest *RCR House*. Ten z pozoru typowy, podpiwniczony dom jednorodzinny (4 sypialnie, 2 łazienki, garaż na dwa samochody) wybudowany został za kwotę blisko 250.000 dol. Stosunkowo wysoki koszt budynku o powierzchni 370m<sup>2</sup> spowodowany był zastosowaniem wielu nowatorskich rozwiązań materiałowych, bo ok 80% wbudowanych materiałów pochodziło z recyklingu, co wymagało szkolenia ekipy budowlanej, a tym samym zwiększyło honorarium wykonawcy. Obiekt posiada stalową konstrukcję nośną, wykonaną w 2/3 ze stali pozyskanej na drodze odzysku ze starych, złomowanych samochodów. Siding na elewacji wykonano w 85% z odpowiednio przetworzonych odpadów drewnianych, gromadzonych w pobliskim tartaku. Warto podkreślić wydaje się również być nowatorski sposób docieplenia budynku (podobnie jak w *ReCraft 90*), który pozwala zaoszczędzić od 26% do 38% więcej energii cieplnej, aniżeli tradycyjnie stosowane metody z wykorzystaniem wełny mineralnej [129].

*RECYhouse*, *ReCRAFT 90* i *RCR House*, pełniąc funkcję projektów demonstracyjnych, podobnie jak inne obiekty tego typu, mają do spełnienia głównie funkcję edukacyjną. Informują one społeczeństwo, iż stosowanie alternatywnych materiałów budowlanych z recyklingu idzie w parze z możliwością osiągnięcia wysokiego standardu wykończenia obiektów, podobnie jak ma to miejsce w przypadku użycia materiałów nowych. Budynki te stanowią ważne ogniwo w ewolucji wykorzystywanych dotychczas metod konstrukcyjnych, zachęcając jednocześnie współczesnych uczestników procesu budowlanego do zwrócenia uwagi na materiały wtórne.

### 3.3 FORMY REKONSUMPCJI MATERIAŁOWEJ W ARCHITEKTURZE

Analiza i próba klasyfikacji dotychczasowych realizacji pozwala ustalić, iż rekonsumpcja materiałowa w architekturze przybiera zasadniczo trzy następujące formy:

- wtórne wykorzystanie materiałów budowlanych w miejscu ich pierwotnej eksploatacji:
  - adaptacja architektoniczna obiektu, remont, renowacja, częściowa przebudowa, etc.
  - wtórne wykorzystanie elementów rozbiórkowych (podzespołów budynku), w celu realizacji nowego przedsięwzięcia w tej samej lokalizacji,
- wykorzystanie materiałów i komponentów pochodzących z rozbiórki w nowej lokalizacji,
- zastosowanie produktów nowych, z recyklingu, zawierających częściowy lub całkowity udział procentowy materiałów odpadowych.

Ponadto sporadycznie zdarza się również, że obiekty realizowane są z zastosowaniem odpadów pochodzących z innych sektorów przemysłowych niż budownictwo. Realizacje te cechuje największa różnorodność form i barw.



**Rys. 25.** Proponowana hierarchia postępowania z budynkami u schyłku ich cyklu życiowego.  
Propozycja autora.

Z ekologicznego punktu widzenia najmniejsza interwencja ma miejsce, wtedy kiedy budynek lub jego fragment zostaje zachowany i wykorzystany do pełnienia nowo zadanej lub dotychczasowej funkcji, w swojej pierwotnej lokalizacji. Całość tak pomyślanego przedsięwzięcia wywiera znacznie mniej negatywny wpływ na środowisko niż proces rozbiórki i ponownej budowy obiektu przy użyciu nowych materiałów. Zachowanie budynku istniejącego prowadzi do wyeliminowania z procesu inwestycyjnego energochłonnej fazy transportu i wyburzenia, których następstwem jest duża liczba odpadów i postępujące zużycie zasobów. Kiedy charakter prowadzonej inwestycji stwarza możliwość adaptacji architektonicznej, remontu lub drobnej przebudowy, należy w razie potrzeby dopuścić konieczność wymiany łatwych do demontażu elementów. Kluczowa wydaje się tu być próba zachowania istniejących fundamentów, struktury nośnej i w miarę możliwości fasady danego obiektu, ze względu na duży ciężar własny i objętość materiałów. Zazwyczaj proces ten powiązany jest z koniecznością wykonania ekspertyzy technicznej budynku i w razie potrzeby, podniesienia parametrów wytrzymałościowych jego poszczególnych elementów nośnych.

W sytuacji, która uniemożliwia powtórne wykorzystanie obiektu istniejącego w oryginalnym położeniu, należy pamiętać, że jego podzespoły mogą znaleźć zastosowanie przy realizacji innych budowli. Często wiąże się to z koniecznością poddania odzyskanych elementów konserwacji i naprawie, w celu poprawy ich właściwości częściowo utraconych w procesie pierwotnej eksploatacji. Zakres działań modyfikujących jest bardzo szeroki i zmienia się w zależności od komponentu i jego stanu technicznego, np.: belka stalowa może wymagać oczyszczenia i powtórnego zabezpieczenia przed korozją, przycięcia na długość, przygotowania fragmentów skrajnych do odpowiedniego połączenia z nową konstrukcją nośną, etc. Najbardziej pożądane, z ekologicznego punktu widzenia, są tu działania zmierzające do wtórnego zastosowania elementów rozbiórkowych bezpośrednio w miejscu ich pozyskania (na tym samym placu budowy, tyle że przy realizacji nowego obiektu). Kiedy ze względu na charakter i sposób prowadzonej inwestycji, negatywne nastawienie inwestora, bądź inne niesprzyjające okoliczności, działanie takie nie jest możliwe, produkt może zostać powtórnie wykorzystany w trakcie wznoszenia budynku w innej lokalizacji.

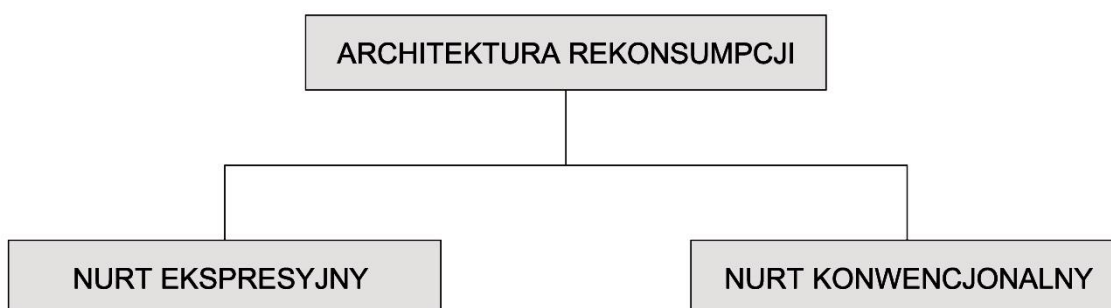
Kolejną grupę stanowią materiały po przetworzeniu. Pozyskiwane one są na drodze recyklingu odpadów, których pierwotna funkcja często odbiega od nowo zadanej. Do typowych przykładów w sektorze budowlanym zakwalifikować można tu wytwarzanie płyt wiórowych z trocin będących odpadem powstającym przy produkcji drewnianych elementów nośnych w tartakach, produkcję szalunków kartonowych dla betonu wykonanych z papieru pochodzącego z odzysku, itd. Generalnie wyróżnić można trzy źródła pochodzenia odpadów przyjmujących w kolejnej fazie swojego cyklu życiowego formę substratów dla recyklingu. Pierwszą grupę stanowią materiały powstające wskutek działalności wydobywczej bądź innej aktywności przemysłowej człowieka. Są to tzw. odpady poprzemysłowe. Zaliczyć do nich można min. produkty uboczne procesu pozyskiwania surowców kopalnych, odpady powstające na drodze bagrowania rzek, popioły ze spalarni śmieci, czy choćby osad z oczyszczalni ścieków (sklasyfikowany wśród odpadów komunalnych). Materiały te są bardzo rzadko wykorzystywane bezpośrednio w procesie wznoszenia obiektów budowlanych, znajdują natomiast szerokie zastosowanie w innych dyscyplinach inżynierskich. Drugą grupę substratów dla recyklingu stanowią produkty uboczne procesu produkcji przemysłowej (odpady poprodukcyjne). Wreszcie mamy także do czynienia z przetwarzaniem wyeksploatowanych elementów znajdujących się na końcu swojego cyklu życiowego, czyli tzw. odpadów pokonsumpcyjnych, w odniesieniu do których technologia przebiegu procesu recyklingu wymaga zazwyczaj przeprowadzenia selektywnej zbiórki.

Wiele wytwórni przemysłowych wykorzystuje obecnie, powstające we własnym procesie technologicznym odpady, włączając je ponownie w cykl produkcji bezpośrednio w miejscu ich powstania. Dzięki takim działaniom w znaczny sposób zredukowana jest liczba zanieczyszczeń generowanych w trakcie przebiegu produkcji oraz uzyskiwane są wymierne oszczędności finansowe. Należałoby postawić tu pytanie, czy taką formę utylizacji można faktycznie określić mianem recyklingu? Nie ma jednak wątpliwości, iż sam proces jest wysoce pożądany, przyczynia się bowiem w oczywisty sposób do spowolnienia postępującej degradacji środowiska przyrodniczego poprzez redukcję liczby generowanych odpadów oraz spadek zapotrzebowania na surowce nieodnawialne. Sytuacja taka ma miejsce np. w trakcie wytwarzania płyt gipsowo – kartonowych. Odpady gipsowe, powstające na linii technologicznej, zostają w prosty sposób przetworzone i powtórnie włączone do procesu produkcyjnego jeszcze na terenie fabryki. Czym innym jest już jednak zbiórka ścinków elementów suchej zabudowy w trakcie realizacji robót budowlanych, celem

dostarczenia ich do pierwotnej wytwórni i ponownego włączenia do obiegu. W chwili obecnej działania takie zaczynają być praktykowane w odniesieniu do wielu różnych grup materiałów budowlanych. Powodowane jest to przez stopniowy wzrost świadomości ekologicznej społeczeństwa oraz sukcesywnie podnoszony koszt składowania odpadów na wysypiskach śmieci. Jeszcze bardziej pożądanym działaniem, z ekologicznego punktu widzenia, jest staranna dekonstrukcja i segregacja komponentów obiektu budowlanego poddanego rozbiórce, zwieńczona zwrotem części wyeksploatowanych podzespołów do wytwórni, w celu poddania ich procesowi konserwacji (poprzedzającemu wtórne użycie) bądź recyklingu. Główną determinantą tak prowadzonych działań jest stan techniczny danego wyrobu, jego skład, budowa, potencjalne walory eksploatacyjne oraz szacunkowa wartość rynkowa.

### 3.4 NURT EKSPRESYJNY I KONWENCJONALNY

Wg L. Świątka i J. Charytonowicza [173], zasadniczo można wyróżnić dwa nurty architektoniczne, obejmujące obiekty realizowane z materiałów z odzysku i recyklingu: nurt ekspresyjny i nurt konwencjonalny. Pierwszy z nich – **kierunek ekspresyjny** – eksponuje różnorodność i często przypadkowość wbudowanych elementów. Przykładem takich realizacji są budynki **Hundertwasser'a**, np. *Kunst Haus* czy *Hundertwasser Haus* w Wiedniu (fot. 42). Drugi – **kierunek konwencjonalny** – charakteryzuje się wbudowywaniem w obiekt pozyskanych elementów z pominięciem ich nadmiernego eksponowania. Za przykład może tu posłużyć choćby *RECYhouse* (fot. 43) w Limelette pod Brukselą, wzniesiony wyłącznie z materiałów z recyklingu.



**Rys. 26.** Nurty architektoniczne, obejmujące obiekty realizowane z materiałów z odzysku. Opracowanie autora na podstawie [173].

O ile wprowadzenie w dzisiejszych realiach do architektury wyżej wspomnianego nurtu ekspresyjnego może napotkać pewne opory, przede wszystkim ze względów estetycznych, o tyle budowa zgodna z kierunkiem konwencjonalnym roztacza przed współczesnymi projektantami cały wachlarz nowych możliwości. Daje ona szansę nawiązywania do różnych współczesnych trendów architektonicznych, bez potrzeby nadmiernej eksploatacji zasobów naturalnych i zużycia energii. Odpowiednia selekcja i dobór materiałów z odzysku stwarza możliwość zapewnienia szeroko pojętego komfortu otoczenia w nowo budowanych obiektach architektonicznych.



Fot. 42. *Kunst Haus* w Wiedniu [239].



Fot. 43. *RECYhouse*, Limelette pod Brukselą [255].

### 3.5 PRZYCZYNY STOSOWANIA IDEI REKONSUMPCJI MATERIAŁOWEJ W ARCHITEKTURZE

Projektanci i ich klienci zdają się coraz częściej stosować, a przynajmniej dostrzegać potrzebę wtórnego wykorzystywania materiałów w architekturze. Do tej pory miało to miejsce sporadycznie i na małą skalę, głównie w budownictwie jednorodzinnych i przy konserwacji zabytków. Dzisiaj idea ta zostaje powoli doceniana przez wiodące biura projektowe na całym świecie i zaczyna być stopniowo implementowana także przy realizacji dużych inwestycji budowlanych. Istnieją trzy główne powody, które przyczyniają się do wzrostu popularności zasady rekonsumpcji w projektowaniu architektonicznym:

- chęć redukcji destrukcyjnego wpływu sektora budowlanego na środowisko przyrodnicze,
- możliwość uzyskania wymiernych korzyści dla realizowanego przedsięwzięcia,
- próba wykreowania pozytywnego wizerunku osób, które biorą udział w procesie inwestycyjnym.

W najbliższej przyszłości fakt wtórnego wykorzystywania odpadów w różnych gałęziach gospodarki wydaje się być nieunikniony. Do czołówki europejskiej, wdrażającej innowacyjne rozwiązania w tym zakresie, należą obecnie państwa skandynawskie oraz Niemcy, Austria, Holandia i Wielka Brytania. Na ich przykładzie widać, iż stopień rekonsumpcji oraz postępująca automatyzacja sposobu odzysku i segregacji materiałów pochodzących z rozbiórki, daje wymierne efekty w walce z rosnącą liczbą odpadów. W procesie segregacji, w stosunkowo łatwy sposób, dają się odzyskać np. różnego rodzaju wyroby metalowe. Stal i aluminium mogą zostać wyselekcjonowane za pomocą metod elektromagnetycznych, których skuteczność jest bardzo wysoka. Więcej problemów stwarzają inne materiały, których odzysk na placu budowy często odbywa się ręcznie, w wyniku percepcji wzrokowej. Następuje jednak ciągle usprawnianie procesu segregacji i wprowadzane są różne nowinki technologiczne, takie jak np.: sortowanie cegieł czy pustaków poprzez automatyczne rozpoznawanie ich koloru. Dużą ilość odpadów budowlanych mają także zredukować sukcesywnie nowelizowane przepisy legislacyjne oraz wysoki koszt składowania na wysypiskach śmieci. Do najdroższych pod tym względem państw w Europie należą obecnie Holandia i Szwajcaria [13].

Niewątpliwym mankamentem stosowania materiałów z odzysku jest rozbudowanie i wydłużenie procesu inwestycyjnego, zarówno w fazie sporządzania dokumentacji technicznej jak i realizacji budowli. Wynika to głównie z konieczności przeprowadzenia stosownej ekspertyzy technicznej, specjalistycznych badań laboratoryjnych elementów wtórnych oraz przebrnięcia przez procedury związane z odzyskiem, a także potrzebę konserwacji lub przystosowania komponentów z rozbiórki do pełnienia nowo zadanej im funkcji.

#### 3.5.1 KORZYŚCI DLA ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO

Nadrzędnym powodem stosowania idei rekonsumpcji materiałowej w architekturze jest potrzeba minimalizacji, a docelowo eliminacji destrukcyjnego wpływu sektora budowlanego na środowisko naturalne. Podczas gdy społeczeństwo konsumpcyjne z początku XXI w. dostrzegało głównie zalety płynące z wdrażania nowych, coraz bardziej energochłonnych materiałów i rozwiązań technologicznych, to współcześni inżynierowie, którzy są odpowiedzialni za proces projektowania

i powstawania obiektów budowlanych muszą być w pełni świadomi tego, że wpływ sektora budowlanego na środowisko jest główną determinantą jakości i warunków egzystencji obecnie żyjących jak i przyszłych pokoleń.

Do potencjalnych zysków ekologicznych, które wskazują na potrzebę stosowania idei rekonsypcji materiałowej w architekturze, zaliczyć można:

- zmniejszenie liczby odpadów generowanych przez sektor budowlany;  
Prawidłowość ta nabiera znaczenia przede wszystkim w odniesieniu do elementów nośnych obiektów budowlanych. Wykazują one zazwyczaj wysoki udział procentowy w całkowitej masie materiałów przeznaczonych do wznoszenia budowli. W trakcie prac fundamentowych przy budynku *Sky Tower* we Wrocławiu zużyto 200 tys. m<sup>3</sup> mieszanki betonowej<sup>27</sup>. Nie uwzględniając ciężaru zbrojenia, przy założeniu średniego ciężaru objętościowego dla betonów zwykłych na poziomie 2400 kg/m<sup>3</sup> (przedział od 2200 do 2600 kg/m<sup>3</sup>) masę fundamentów obiektu można oszacować na ok. 480 tys. ton.
- ograniczenie zapotrzebowania na materiały nowe, co nierozzerwalnie łączy się z redukcją eksploatacji nieodnawialnych surowców naturalnych, obniżeniem zużycia szarej energii oraz zanieczyszczenia środowiska powstającego w trakcie produkcji elementów budowlanych;
- w przypadku adaptacji architektonicznej uniknięcie etapu rozbiórki i wszystkich jego konsekwencji zarówno dla środowiska jak i budżetu inwestycji;
- zmniejszenie skali i energochłonności fazy transportu materiałów i odpadów budowlanych.

Celowość stosowania omawianych rozwiązań projektowych powinna każdorazowo zostać potwierdzona przeprowadzeniem stosownej, do danej sytuacji, analizy. Kiedy produkty przeznaczone do wtórnego użycia dostarczane są w małej ilości z odległych miejsc, zwłaszcza transportem drogowym, wówczas ekologiczny charakter takiego przedsięwzięcia stoi pod znakiem zapytania. Najkorzystniejsze, z ekologicznego punktu widzenia, jest wykorzystywanie istniejących elementów lub pozostałości budowli występujących pierwotnie na obszarze realizowanej inwestycji (bezpośrednio w miejscu ich pozyskania / odzysku), bądź w jego najbliższym sąsiedztwie.

### 3.5.2 KORZYŚCI DLA REALIZACJI PRZEDSIĘWZIĘCIA BUDOWLANEGO

Wykorzystanie materiałów wtórnych przy realizacji obiektów budowlanych niejednokrotnie wiąże się także z uzyskaniem wymiernych korzyści dla przedsięwzięcia. Do potencjalnych atutów stosowania omawianych rozwiązań projektowych należą min.:

- możliwość uzyskania dodatkowych punktów w systemach certyfikacji budowli;

Udział w programach certyfikacji budowli w Polsce jest wciąż rzeczą nową. *PLGBC (Polish Green Building Council* czyli *Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego*) kończy obecnie prace nad dostosowaniem systemu *LEED* i *BREEAM* do warunków krajowych [249]. Już teraz zauważyć można rosnące zainteresowanie tą tematyką wśród inwestorów, potencjalnych użytkowników i mediów. Budynki, które uzyskują certyfikację,

---

<sup>27</sup> Przybliżone wartości udostępnione przez inwestora, spółkę *LC Corp S. A.*



zostają zazwyczaj szybko sprzedane lub wynajęte, gdyż certyfikat jest gwarantem niskich kosztów eksploatacyjnych. Duża liczba eko – punktów uzyskana w certyfikacie, w podobny sposób jak dobre świadectwo charakterystyki energetycznej, przyczynia się do wzrostu wartości rynkowej nieruchomości. Dodatkowo fakt poddania obiektu dobrowolnej, renomowanej certyfikacji wpływa na pozytywny wizerunek inwestora i świadczy o jego wysokiej świadomości ekologicznej.

- możliwość obniżenia kosztu realizacji inwestycji;

Kolejnym czynnikiem przemawiającym za słusznością stosowania idei rekonsypcji jest potencjalna możliwość obniżenia kosztu realizacji inwestycji. Obniżenie budżetu może nastąpić np. w wyniku: adaptacji architektonicznej obiektu istniejącego z pominięciem fazy rozbiórki i wzniesienia fragmentu budynku, wykluczenia części nakładów niezbędnych do poniesienia w trakcie tradycyjnie realizowanej inwestycji, takich jak np. opłata za składowanie odpadów budowlanych na wysypisku (na rzecz bezpośredniego wykorzystania na placu budowy elementów pochodzących z dekonstrukcji). Koszt zastosowania materiałów z odzysku w porównaniu do ich nowego odpowiednika, waha się i zależy w dużej mierze od rodzaju produktów i wielkości popytu. Kiedy elementy do powtórnego użycia zostaną rozpoznane i zlokalizowane przed wykonaniem rozbiórki budynku (będącego miejscem ich pierwotnej eksploatacji), wówczas wartość poszczególnych komponentów zazwyczaj negocjowana jest z właścicielem budowli bądź wykonawcą przeprowadzającym proces dekonstrukcji. Dokładną cenę, jakość i pochodzenie komponentów można ustalić tylko w wypadku produktów dostępnych w regionalnych składach materiałów budowlanych z odzysku (w Polsce placówki takie praktycznie jeszcze nie funkcjonują). Firmy zajmujące się pozyskiwaniem i sprzedają tego typu materiałów przeważnie specjalizują się w poszczególnych kategoriach produktów budowlanych. Decyzje ekonomiczne dotyczące wtórnego zastosowania materiałów powinny być podejmowane w sposób racjonalny, z uwzględnieniem całego cyklu życiowego wznoszonego obiektu.

- możliwość ubiegania się o różnego rodzaju granty i dofinansowanie inwestycji ze środków publicznych, co w niektórych przypadkach może prowadzić do znacznego obniżenia kosztu budowy;
- ułatwienia formalne w odniesieniu do realizacji prowadzonych na obszarach objętych ochroną konserwatorską, a w szczególności przy obiektach wpisanych do rejestru zabytków;

W wielu krajach europejskich, takich jak np. Irlandia czy Wielka Brytania, nie tylko kształt dachu ale i wygląd oraz typ zastosowanych materiałów osłonowych stanowią determinujące elementy w trakcie ubiegania się o pozytywne rozpatrzenie wniosku o pozwolenie na budowę. Lokalni urzędnicy prowadzą wstępne uzgodnienia z projektantami odnośnie proponowanych rozwiązań architektonicznych, dochodząc w ten sposób do stosownego porozumienia. Procedura ta ma miejsce zwłaszcza w trakcie planowania inwestycji na obszarach objętych ochroną konserwatorską. Dobry argument, przemawiający za trafnością dobranych rozwiązań projektowych, może stanowić zachowanie fasady lub dachu budynku

pierwotnie istniejącego w danej lokalizacji, a przynajmniej wtórne wykorzystanie niektórych podzespołów, poddanych wcześniej odpowiedniej konserwacji (zachowanie pierwotnego charakteru budowli). W Szkocji, zgodnie z *Town and Planning Act 1990*, zachowanie ścian osłonowych budynku przy jednoczesnej przebudowie wewnętrznego układu funkcjonalnego i konstrukcyjnego nie wymaga uzyskania pozwolenia na budowę [43].

- zachowanie cech charakterystycznych obiektu istniejącego na drodze adaptacji architektonicznej (istotne np. w odniesieniu do architektury wernakularnej);
- utrzymanie charakteru i spójności tkanki miejskiej na obszarach w bezpośrednim otoczeniu budowli istniejącej, której wnętrze nie będąc użytkowane przez długi czas uległo nieodwracalnemu zniszczeniu (przy wtórnym użyciu ścian osłonowych, a przynajmniej elewacji frontowej obiektu budowlanego<sup>28</sup>);
- minimalizację negatywnego wpływu inwestycji na otoczenie (przy zachowaniu ścian osłonowych, a przynajmniej elewacji frontowej obiektu istniejącego);

Wydłużenie cyklu życiowego pierwotnie wykonanych przegród zewnętrznych, redukuje poziom hałasu i zakurzenie powstające w trakcie rozbiórki i mielenia elementów budowlanych, co jest istotne dla komfortu użytkowania przestrzeni śródmiejskiej. W większości przypadków inwestycje tego typu zlokalizowane są bowiem w sąsiedztwie innych obiektów, w pobliżu bądź bezpośrednio w centrach dużych miast.

- uzyskanie reprezentacyjnego charakteru budowli poprzez wyeksponowanie pierwotnie zastosowanych, tradycyjnych, często wartościowych materiałów budowlanych;

Wtórne wykorzystanie walorów estetycznych wybranych elementów budowli pierwotnej, w niektórych przypadkach pozwala osiągnąć niepowtarzalną formę architektoniczną obiektu budowlanego. Zabieg ten stosuje się zwłaszcza przy projektowaniu reprezentacyjnych budynków użyteczności publicznej, przeznaczonych pod oddziały dużych instytucji finansowych, urzędów, luksusowych hoteli czy galerii.

- zachowanie substancji zabytkowej (np. przy pozostawieniu ścian osłonowych, a przynajmniej elewacji frontowej obiektu istniejącego);

Celem takich działań jest stworzenie nowoczesnej przestrzeni, w pełni zaspokajającej współczesne potrzeby użytkowe, przy jednoczesnym zachowaniu spuścizny kulturowej zawartej w zabytkowym zespole miejskim. W skrajnych przypadkach roboty budowlane polegają na dekonstrukcji i odtworzeniu fasady pierwotnej (zazwyczaj przy wykorzystaniu materiałów nowych, rzadziej oryginalnych). Bywa, że zachowanie niezmienionego stanu elewacji frontowej bądź jej pozostałości jest warunkiem nakładanym odgórnie przez konserwatora zabytków. Zabytkowy charakter fasady przewidzianej do wtórnego użycia automatycznie nakłada jednak cały szereg drastycznych ograniczeń w zakresie realizacji robót.

---

<sup>28</sup> Temat wtórnego wykorzystywania ścian osłonowych omówiono w **rozdziale 4** pracy, pkt 4.5.

- możliwość uzyskania większego metrażu obiektu adaptowanego w porównaniu do nowo projektowanego (aspekt ilości i wysokości kondygnacji w odniesieniu do zapisów miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, wytrzymałość nośna stropów i wysokość kondygnacji w obiektach post – industrialnych, etc.) – dodatkowy zysk dla inwestora;
- efektywne, wydajne wykorzystanie przestrzeni wewnętrznej budynku (przy zachowaniu ścian osłonowych);

Czynniki takie jak nieodpowiednia wysokość kondygnacji czy anachroniczny układ konstrukcyjny znacznie utrudniają przystosowanie wielu budowli istniejących do współcześnie stawianych im wymagań. Wyburzenie układu wewnętrznego pozwala niekiedy przystosować obiekt do nowej funkcji przy jednoczesnym wprowadzeniu doń współczesnych standardów i rozwiązań projektowych. Pozostawienie ściany frontowej nie wyklucza także możliwości wybudowania dodatkowych kondygnacji podziemnych.

### 3.5.3 PROMOCJA ZESPOŁU PROJEKTOWEGO I INWESTORA

Stopień degradacji środowiska stał się w ostatnim czasie bardzo poważnym problemem, szeroko komentowanym w mediach i kręgach naukowych. W konsekwencji wzrostu świadomości społeczeństwa, dotyczącej ekologii i istniejących zagrożeń, opinia publiczna i rządy wielu państw stały się mniej tolerancyjne w stosunku do osób i przedsiębiorców nie dbających, z ekologicznego punktu widzenia, o czystość procesu inwestycyjnego. Świadomość ekologiczna i minimalizacja negatywnego wpływu przedsięwzięcia na środowisko przyrodnicze stają się pomalą ważnym czynnikiem decydującym o doborze projektanta i wykonawcy robót, także w branży budowlanej.

## 3.6 WNIOSKI

Proces rekonsypcji materiałowej w architekturze cieszy się długoletnią tradycją i został nieświadomie zakorzeniony w tzw. **green design'ie**. Analiza materiałów źródłowych wskazuje, że pierwsze wzmianki dotyczące wznoszenia obiektów, przy niewielkim procentowo zastosowaniu elementów z odzysku, pochodzą jeszcze ze starożytności. Na przestrzeni dziejów stosowanie materiałów wtórnych w procesie wznoszenia budowli miało miejsce sporadycznie i wynikało niemal każdorazowo z zupełnie innych pobudek niż ekologiczne. Najczęściej wiązało się ono z możliwością skrócenia czasu pracy, ułatwieniem sposobu prowadzenia robót, wysoką wartością i jakością zdemontowanych produktów lub potencjalną możliwością obniżenia kosztu inwestycji. Ważnym aspektem przemawiającym za słusznością rekonsypcji był fakt, że w czasach, w których budowano jeszcze niemal tylko i wyłącznie z materiałów naturalnych bądź nisko przetworzonych, sprawdzony i sezonowany produkt cieszył się często większym uznaniem aniżeli materiał nowy. Prawdziwy rozkwit realizacji tworzonych w oparciu o elementy wtórne, wykorzystywane do celów budowlanych, nastąpił stosunkowo późno, bowiem dopiero w latach 50, 60 – ych minionego stulecia. W owym okresie budowle takie powstawały początkowo również z zupełnie innych względów, często natury ideologicznej, a nie ekologicznej. Budowanie z odpadów było zajęciem zwłaszcza ludzi biednych, pozbawionych możliwości zapewnienia sobie środowiska mieszkaniowego

w tradycyjny sposób. Geneza rekonsupcji nierozzerwalnie połączona jest także z architekturą protestu społecznego oraz architekturą spontaniczną, tworzoną np. w celu przeprowadzenia demonstracji artystycznej.

Aktualnie budownictwo z materiałów wtórnych staje się stopniowo stałym elementem współczesnych miast i zaczyna stanowić interesujące uzupełnienie architektury konwencjonalnej. Wydaje się, że jest ono korzystną odpowiedzią na doraźne i zmieniające się potrzeby społeczne – do niedawna wychodzącą głównie ze strony środowisk alternatywnych, dziś coraz częściej docenianą przez wiodące biura projektowe. W odniesieniu do przedstawionych przykładów widać, że realizacje takie może cechować prostota i powszechna dostępność stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych, możliwość łatwego montażu elementów, a niekiedy także mobilność funkcji i lokalizacji. Formę i konstrukcję obiektów wznoszonych z materiałów wtórnych determinuje zazwyczaj stosowana technologia budowy oraz budżet przedsięwzięcia. Ze względu na aspekty ergonomiczne, uwzględnienie rachunku ekonomicznego nie powinno jednak wpływać na niespełnienie wymagań użytkowych i funkcjonalnych wewnątrz obiektów budowlanych. Może natomiast determinować w pewnym stopniu ich żywotność. Odpowiednia selekcja i dobór materiałów wtórnych, dokonywany z uwzględnieniem aspektów ergonomicznych, daje możliwość zapewnienia właściwego komfortu otoczenia wewnątrz obiektów budowlanych.

Przeгляд realizacji tworzonych w oparciu o ideę rekonsupcji jednoznacznie wskazuje, iż można wyróżnić dwa nurty architektoniczne, obejmujące obiekty wznoszone z materiałów z odzysku i recyklingu: **nurt ekspresyjny i nurt konwencjonalny**. Pierwszy z nich – kierunek ekspresyjny, eksponuje różnorodność i przypadkowość wbudowanych elementów. Drugi kierunek – konwencjonalny, charakteryzuje się wbudowywaniem w obiekt pozyskanych elementów z pominięciem ich nadmiernego eksponowania. Zaliczyć do niego należy także wszelkie formy adaptacji architektonicznej, jak również remont i przebudowę obiektów istniejących. Wprowadzenie w dzisiejszych realiach do architektury nurtu ekspresyjnego może napotkać pewne opory, przede wszystkim ze względów estetycznych. Niemniej jednak można upatrywać szansy jego rozwoju głównie w realizacjach obejmujących swym zakresem małą architekturę, niektóre elementy zabudowy zagrodowej oraz obiekty wznoszone sposobem gospodarczym. Budowa zgodna z kierunkiem konwencjonalnym stwarza natomiast dużo większe możliwości zastosowania w architekturze współczesnej. Daje możliwość nawiązywania do niemal wszystkich trendów designerskich, z zachowaniem powszechnie obowiązującej estetyki budowli.

Bez względu jednak na to, w którym kierunku zdecyduje się pójść architekt wykorzystujący możliwości jakie stwarza wtórne stosowanie materiałów w budownictwie, każdorazowo realizacja projektu powinna przyczynić się do ograniczenia presji polegającej na nadmiernej eksploatacji zasobów naturalnych i rabunkowym zużyciu nieodnawialnych surowców energetycznych. Umiejętne stosowanie idei rekonsupcji materiałowej w projektowaniu daje także możliwość redukcji liczby odpadów oraz osiągnięcia wymiernych korzyści dla uczestników procesu inwestycyjnego, w tym dla inwestora i zespołu projektowego.

# 4. ■ TECHNICAL POSSIBILITIES OF SECONDARY MATERIALS REUSE

## 4.1 MATERIALS REUSE IN THE REALIZATION OF BUILDING OBJECTS

### 4.1.1 SYNTHETIC MATERIALS

In the current times, the construction sector is one of the largest global consumers of plastic materials. The demand for synthetic materials for production reaches nearly one-quarter of the annual production. In terms of the amount of material used, the industry of building components is second only to the food packaging industry. Most synthetic materials have chemical and physical properties that make them suitable for recycling, which has a positive impact on the dynamic development of this market. There are two main reasons for this: the efficiency of the recycling process and the possibility of recovering and reprocessing plastic products:

- the production process of components from synthetic materials is highly energy-intensive;

For the production of a kilogram of synthetic material, three times more energy is used than in the case of steel elements and 50% more than in the case of aluminum [59].

- the vast majority of plastic products do not undergo biodegradation;

Used plastic elements found at the end of their primary life cycle can remain in landfills for decades, before undergoing natural decomposition under the influence of atmospheric factors. This is due to their large volume compared to other types of waste, which has a negative impact on the rapid growth of landfills.

The effectiveness of plastic recycling technology depends to a large extent on the efficiency of the collection and sorting of used products. The recycling process requires that different types of synthetic materials be processed separately, in groups that correspond to their chemical composition. In order to improve the recycling process, even within a single sub-group, it is often necessary to separate materials based on their physical properties, such as color (pigment content). Fundamentally, there are seven basic types of polymers used in the synthetic materials industry, which are identified by a specific code placed directly on the product or its packaging [59, 116]:

- Poly (vinyl chloride), polyethylene, polypropylene, polychloroethylene (PVC, PE) – has thermoplastic properties, characterized by high mechanical strength, is resistant to many solvents. In construction, this polymer is used for the production of floor coverings, window frames and doors, a wide range of

akcesoriów dekoratorskich i wykończeniowych w postaci listew, sztucznej boazerii (siding), a także rur i kształtek do wykonywania instalacji sanitarnych;

- HDPE (high density PE, PEHD) – niskociśnieniowy polietylen o dużej gęstości, stosowany jest do produkcji folii, rur, pojemników itp. W budownictwie znajduje głównie zastosowanie przy wyrobie rur drenażowych i plastikowego drewna;
- Polipropylen – jest to polimer z grupy poliolefin, który zbudowany jest z merów o wzorze:  $-[\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)]-$ . Otrzymuje się go w wyniku niskociśnieniowej polimeryzacji propylenu. Polipropylen jest jednym z dwóch, obok polietylenu, najczęściej stosowanych tworzyw sztucznych. Na przedmiotach produkowanych z tego tworzywa umieszcza się zwykle symbol PP. Znajduje on szerokie zastosowanie w budownictwie i meblarstwie: izolacje piankowe, wykładziny, wyposażenie łazienek, sprzęt pralniczy, przewody gazowe i centralnego ogrzewania oraz klimatyzacji, niektóre meble i ich elementy. Włókna polipropylenowe stanowią około 12% ogólnej ilości włókien syntetycznych stosowanych w przemyśle włókienniczym. Polimer ten posiada stosunkowo niski potencjał dla recyklingu;
- Polistyren (PS) – najbardziej masowym zastosowaniem polistyrenu jest produkcja jego formy spienionej, nazywanej styropianem. Styropian otrzymuje się w wyniku gwałtownego ogrzewania parą wodną polistyrenu w formie granulek, wewnątrz których znajduje się niewielka ilość czynnika spieniającego. Materiał ten jest masowo stosowany do produkcji styropianowych płyt izolacyjnych dla budownictwa oraz przy wyrobie opakowań, w tym również tych do żywności;
- Poli (tereftalan etylenu) (PET) – PET jest masowo wykorzystywany jako tworzywo sztuczne, służące do produkcji naczyń, butelek, opakowań, niewielkich kształtek i obudów urządzeń elektronicznych. Przędzie się także z niego włókna, z których min. produkowana jest tkanina polartec (polar). Kopolimerem tereftalanu jest też dacron i tergal - włókna stosowane do produkcji tkanin o własnościach mechanicznych, zbliżonych do płótna. W budownictwie wykorzystywany jest np. do produkcji geotekstyliów;
- LDPE (low density PE) – wysokociśnieniowy polietylen o niskiej gęstości, w budownictwie stosowany do produkcji rur i elementów izolacji termicznej;
- Wszystkie pozostałe rodzaje polimerów, zdecydowanie rzadziej stosowane są do wytwarzania materiałów budowlanych. Technologia produkcji niekiedy wymaga tu trwałego łączenia różnych typów polimerów, co niestety w istotny sposób utrudnia, bądź wręcz uniemożliwia, późniejszy proces ich recyklingu.

Spośród wszystkich wymienionych powyżej grup, zdecydowanie największy potencjał dla recyklingu posiada PET i polietylen. PVC jest materiałem szeroko stosowanym w budownictwie. Jednakże niekorzystna analiza jego cyklu życiowego i negatywny wpływ na środowisko doprowadza stopniowo do poszukiwania nowych rozwiązań materiałowych, zmierzających do minimalizacji zastosowania omawianego polimeru przy produkcji wyrobów budowlanych. Obecnie powstają już produkty alternatywne, takie jak: wolne od PVC linoleum, HDPE, rury ceramiczne po wityfikacji do budowania instalacji podgruntowych. Do produkcji wysokiej klasy ram okiennych i drzwiowych coraz częściej stosowane jest aluminium i drewno, które wypierają stopniowo, ciągle jednak konkurencyjną cenowo stolarkę plastikową.

Na rynku materiałów budowlanych istnieje wiele gotowych produktów,

wykonanych na bazie tworzywa z recyklingu. Co więcej, można je stosunkowo łatwo odnaleźć. W wielu wysokorozwiniętych krajach zachodnich sektor zajmujący się przetwarzaniem tworzyw sztucznych zachęca producentów do umieszczania informacji o procentowym składzie materiałów z recyklingu w ogólnodostępnych bazach danych, do których można bez problemu dotrzeć poprzez internet. Tworzywo sztuczne po przetworzeniu, w budownictwie znajduje najczęściej zastosowanie przy produkcji:

- tekstyliów,
- materiałów izolacyjnych,
- ram okiennych,
- pokryć dachowych,
- ekranów akustycznych i różnego rodzaju barier pełniących funkcję izolacji akustycznej (elementy te wykonywane są np. z wyeksploatowanych opon samochodowych),
- powłok syntetycznych stosowanych na placach zabaw i powierzchniach sportowych,
- ławek i elementów małej architektury wykonanych z plastikowego drewna,
- dywanów, płytek i paneli podłogowych,
- desek tarasowych i pomostowych,
- palisad,
- paneli do wykonywania blatów i szafek kuchennych,
- rur i kanałów instalacyjnych,
- etc.

#### 4.1.2 BETON

Beton jest mieszanką odpowiednio dobranych kruszyw, cementu, wody i innych dodatków – np. plastyfikatorów – wpływających na jego lepkość i parametry wiązania. Podobnie jak stal jest on jednym z najpopularniejszych i najczęściej wykorzystywanych materiałów konstrukcyjnych. Jego szerokie zastosowanie w przemyśle budowlanym wpływa jednak w niekorzystny sposób na środowisko przyrodnicze. Już samo przygotowanie składników mieszanki wymaga bowiem wydobycia oraz transportu dużej ilości kruszywa, a także energochłonnego procesu wypalania wapienia i gliny w trakcie produkcji cementu (w temperaturze bliskiej 2000°C). Wadą konstrukcji tworzonych z betonu jest również to, iż po okresie eksploatacji materiał ten zazwyczaj kończy swój cykl życiowy w postaci gruzu. Beton pochodzący z rozbiórki ma stosunkowo niską wartość rynkową. Postrzegany jest raczej jako odpad niż cenny surowiec opłacalny dla odzysku. Mając na uwadze powszechne stosowanie tego materiału, potencjalne zagrożenie jakie niesie wyeksploatowany produkt dla środowiska oraz stale rosnące koszty składowania odpadów, warto przeanalizować możliwości jego wtórnego zastosowania w budownictwie. W celu minimalizacji negatywnego wpływu wyrobów i konstrukcji betonowych na środowisko należy stosować w praktyce następujące priorytety [4]:

- maksymalnie wydłużać cykl życia obiektów wykonanych w omawianej technologii,
- powtórnie wykorzystywać elementy betonowe oraz żelbetowe na drodze selektywnej rozbiórki i odzysku,
- obniżyć w mieszankach betonowych zawartość tradycyjnie stosowanych kruszyw na rzecz składników alternatywnych,

- poszukiwać możliwie dużej liczby sposobów wykorzystywania skruszonego i zmielonego betonu z rozbiórki,
- dążyć do prefabrykacji konstrukcji betonowych, która umożliwi w przyszłości proces rozbiórki na drodze selektywnego demontażu,
- minimalizować zastosowanie cementu jako spoiwa na rzecz składników alternatywnych, np. polimerów (betony polimerowe).

Do betonów polimerowych zalicza się różne rodzaje kompozytów ziarnistych zawierających polimery. Technologia produkcji niektórych z nich eliminuje w całości potrzebę wykorzystywania cementu w trakcie przygotowywania mieszanki. Sytuacja taka ma miejsce np. przy wyrobie betonów żywicznych, które pomimo tego, że są kompozytami bezcementowymi, cechuje dużo większa wytrzymałość na ściskanie, zginanie i rozciąganie, mniejsza ścieralność, wyższa przyczepność do stali oraz znacznie podniesiona odporność korozyjna, niż w przypadku tradycyjnie stosowanych mieszanek cementowych [36]<sup>29</sup>.

Inaczej niż w przypadku stali, która może zostać przetworzona na produkt zupełnie nowy pod wpływem działania wysokiej temperatury, wiązanie mieszanki betonowej jest nieodwracalnym procesem chemicznym. Praktycznie jedyną możliwością poddania wyeksploatowanego produktu procesowi recyklingu jest jego skruszenie, zmielenie i wykorzystanie go jako podbudowy, tj. materiału wypełniającego lub w postaci kruszywa dodawanego w odpowiednio dobranych proporcjach do nowo produkowanych wyrobów. Beton pozyskiwany z elementów z odzysku, po zmieleniu, nie zawsze nadaje się do przetworzenia i wtórnego użycia. Sytuacja taka może mieć miejsce np. w momencie, kiedy materiał uległ skażeniu w trakcie pierwotnego cyklu życiowego. Z ergonomicznego punktu widzenia zanieczyszczenia poeksploatacyjne, powstające np. w procesach produkcyjnych, wydają się eliminować, a przynajmniej znacząco zmniejszać potencjał podzespołów budynku dla recyklingu. Nie zmienia to jednak faktu, iż nawet dla częściowo skażonego materiału można znaleźć obecnie odpowiednie sposoby wtórnej aplikacji, gwarantujące jego bezpieczną rekonsumpcję (np. podbudowa pod chodniki, etc.).

Trzeba podkreślić, że czynniki takie jak znaczna ilość odpadów betonowych powstająca zazwyczaj w trakcie prac rozbiórkowych oraz spora waga i objętość materiału, mogą wpływać na obniżanie opłacalności związanej z transportem odzyskanych elementów na duże odległości. Recykling, w celu obniżenia energochłonności, powinien odbywać się głównie na szczeblu lokalnym, tak jak miało to miejsce np. w trakcie modernizacji i przebudowy autostrady A4 na odcinku Wrocław-Olszyna (stare płyty drogowe były kruszone na podbudowę nowej nawierzchni).

Z żelbetowych elementów konstrukcyjnych największy potencjał dla odzysku mają elementy prefabrykowane. Stosowanie gotowych, modułowych elementów katalogowych z betonu przegrywa jednak w realiach rynkowych, pod względem częstotliwości aplikacji, z wyrobami wykonywanymi na mokro, bezpośrednio na placu budowy. Prefabrykowane płyty stropowe (np. kanałowe), stanowiące część składową całego systemu konstrukcji budynku, przy zastosowaniu ciężkiego sprzętu budowlanego mogą w stosunkowo łatwy sposób zostać zdemontowane i usunięte w nienaruszonym stanie z miejsca pierwotnej ich eksploatacji. Przeciwnieństwo stanowią stropy filigranowe, które po wyschnięciu wierzchniej warstwy betonu tworzą z nim monolityczną płytę żelbetową – a odzyskanie wbudowanych elementów

---

<sup>29</sup> Porównanie podstawowych właściwości betonów polimerowo – cementowych, impregnowanych polimerami, żywicznych i zwykłych przedstawiono w aneksie do pracy doktorskiej (**załącznik 5**).



w oryginalnym stanie jest tu praktycznie niemożliwe. W momencie rozbiórki obiektu budowlanego wzniesionego z prefabrykatów, kiedy jego elementy nie ulegną zniszczeniu w trakcie transportu przy demontażu (zwłaszcza pionowego), można je ponownie wykorzystać do wznoszenia budowli. Zabieg taki wymaga dopasowania siatki konstrukcyjnej projektowanego obiektu do przyjętych w trakcie pierwotnej eksploatacji założeń przestrzennych, dotyczących rozpiętości dźwigarów, czy wysokości kondygnacji. Trzeba mieć bowiem na uwadze fakt, iż praktycznie nieograniczone możliwości kształtowania wyrobów żelbetowych sprawiają, że w zdecydowanej większości przypadków elementy te pomimo wysokiego stopnia prefabrykacji produkowane są na wymiar, specjalnie na potrzeby danej inwestycji, z uwzględnieniem wielu różnych parametrów użytkowych wznoszonego obiektu (np. wysokość w świetle w halach przemysłowych). To natomiast, po zakończeniu cyklu życiowego budynku, przekłada się na większą skalę trudności związanych z wtórną aplikacją prefabrykatów. Dla odmiany elementy stalowe prawie zawsze posiadają standardowy przekrój poprzeczny i mogą być przycinane na długość, co znacznie ułatwia ich ponowne stosowanie w budownictwie.

#### 4.1.2.1 RECYKLING ODPADÓW W PRODUKCJI BETONU I ZAPRAW

Istnieją cztery możliwości zastosowania elementów z recyklingu w procesie produkcji konstrukcji betonowych:

- zastąpienie na drodze recyklingu części spoiwa materiałem odpadowym,
- zastąpienie części kruszywa materiałem odpadowym, lub pochodzącym z recyklingu,
- zastosowanie drobnowymiarowych produktów betonowych wytworzonych przy częściowym udziale materiałów odpadowych,
- wykorzystanie materiałów pomocniczych stosowanych przy wznoszeniu konstrukcji betonowych, wyprodukowanych przy udziale materiałów odpadowych (np. niektóre klipsy służące do pozycjonowania zbrojenia w szalunku, plandeki i membrany ochronne, niektóre materiały dylatacyjne, tuby szalunkowe, etc.).

Proces produkcji cementu jest wysoce energochłonny, gdyż wymaga wypalania surowców w wysokiej temperaturze. Minimalizacja jego zastosowania w wykonywaniu konstrukcyjnych elementów betonowych i żelbetowych, z wykorzystaniem materiałów odpadowych, niesie zatem podwójną korzyść w walce z postępującą degradacją środowiska. Jako dodatki mineralne modyfikujące właściwości betonu stosowane są: popiół lotny, granulowany żużel wielkopiecowy i pył krzemionkowy. Podstawowy, fizyczny mechanizm oddziaływania ww. dodatków to uszczelnienie struktury betonu. Beton wytworzony przy ich odpowiednim udziale charakteryzuje się wzrostem wytrzymałości początkowej i końcowej, małą przepuszczalnością dla cieczy i gazów, zwiększoną odpornością na korozję chemiczną oraz podwyższoną mrozoodpornością [242].

Lotny popiół, będący finalnym odpadem produkcji prądu w elektrowniach węglowych, ma postać drobnego proszku z dużą zawartością krzemu, żelaza, aluminium i drobinek węgla. Przypomina pod względem koloru i granulacji cement portlandzki. Jest sztucznym materiałem pucolanowym, twardniejącym w trakcie reakcji zachodzących po dodaniu wody. Może być dodawany do betonów jako osobny składnik lub po wymieszaniu z cementem. Udział procentowy materiału odpadowego

zależy od jego jakości oraz potrzebnych do uzyskania właściwości betonu i może dochodzić nawet do 40% objętości spoiwa [4]. Cement pucolanowy, z dodatkiem popiołu lotnego, posiada właściwości zbliżone do cementu hutniczego. Jedną z nich jest niskie ciepło hydratacji. Ze względu na występowanie krzemionki betony wytwarzane na bazie cementu pucolanowego posiadają zdolność do wiązania wapna pod wodą oraz zwiększoną odporność na działanie wód agresywnych (zwłaszcza na agresję siarczanową).

Granulowany żużel wielkopiecowy, według normy PN – EN 206 – 1 [15], podobnie jak popiół lotny i pył krzemionkowy jest dodatkiem do betonu typu II. Zaliczany jest do materiałów o utajonych właściwościach hydraulicznych, dlatego też stanowi podstawowy składnik cementów portlandzkich wieloskładnikowych CEM II, cementów hutniczych CEM III oraz cementów wieloskładnikowych CEM V [39]. Żużel wielkopiecowy otrzymywany jest jako produkt uboczny procesu wytopienia rudy żelaza. Powstaje w formie szklistego granulatu składającego się w głównej mierze z tlenków wapnia, magnezu, glinu oraz krzemu. Zastosowanie go w przygotowaniu mieszanek betonowych wpływa na obniżenie ciepła hydratacji, zmniejszenie przepuszczalności wodnej i wyższą żywotność betonu w środowiskach agresywnych. Mankamentem dodawania żużla do betonu jest wydłużenie czasu wiązania mieszanki, co wpływa na konieczność dłuższego pozostawienia szalunku.

Kolejnym istotnym zagadnieniem, z ekologicznego punktu widzenia, jest zastąpienie kruszywa naturalnego stosowanego przy produkcji betonu odpowiednio dobranymi zamiennikami. Wśród materiałów nadających się do wykorzystania znajdują się kruszywa z różnego rodzaju odpadów:

- przemysłowych (np. *pollytag* o uziarnieniu do 0,5 mm wytwarzany z popiołów lotnych; lotny popiół i żużel do produkcji betonów lekkich o gęstości objętościowej od 800 do 2000 kg/m<sup>3</sup> oraz drobnowymiarowych wyrobów prefabrykowanych, takich jak: bloczki, podciąg, słupy ogrodzeniowe, dachówka czy produkty galanterii betonowej; oczyszczony piasek odlewniczy z odzysku; kaolin czyli piasek z glinki porcelanowej; odpady kamienne; bardzo drobno mielona stłuczka szklana zmniejszająca nasiąkliwość betonu),
- rozbiórkowych (kruszony beton; podsypka kolejowa; kruszona cegła i bloczki pochodzące z rozbiórki – odpowiednio oczyszczone, o jednakowej jakości i kolorze wszystkich skruszonych elementów).

Umiejętne wykorzystanie materiałów z odzysku i zastąpienie nimi deficytowych surowców naturalnych wpływa na obniżenie rabunkowej eksploatacji zasobów, oszczędność energii (wydobycie, transport), redukcję liczby odpadów (głównie rozbiórkowych w sektorze budowlanym), a w niektórych przypadkach także na obniżenie kosztu inwestycji<sup>30</sup>. Wykorzystywanie kruszyw z recyklingu wydaje się być uzasadnione zwłaszcza w sytuacji, kiedy na terenie przewidzianym pod inwestycję prowadzona jest rozbiórka obiektów istniejących (minimalizacja ilości szarej energii potrzebnej do wzniesienia całego budynku). Oczywiście muszą temu sprzyjać odpowiednie warunki terenowe, umożliwiające tymczasowe składowanie odpadów i przeprowadzenie procesu ich kruszenia. Zastąpienie kruszywa naturalnego wpływa na kolor oraz wytrzymałość produktu finalnego. Dlatego często łączy się to z procedurą

---

<sup>30</sup> W kilku krajach Unii Europejskiej wprowadzony został podatek od wykorzystywania nieodnawialnych zasobów naturalnych, tzw. *aggregates tax*. Zastosowanie materiału z recyklingu w miejsce kruszyw naturalnych zwalnia wykonawcę z konieczności uiszczenia powyższej opłaty, a co za tym idzie wpływa na zwiększenie oszczędności w trakcie nabycia materiału.

wykonywania mieszanek próbnych, w celu określenia podstawowych parametrów wyrobu.

Kruszywa z recyklingu betonu cieszą się rosnącą popularnością i coraz częściej wykorzystywane są do zamiany materiałów pochodzenia naturalnego. Z przyczyn technologicznych nie zastępuje się nimi piasku, a jedynie składniki o większym uziarnieniu. Mieszanki z procentowym udziałem odpowiednio dobranego kruszywa z recyklingu wykorzystywane są nie tylko na wylewki i warstwy podkładowe ale także przy wykonywaniu elementów szkieletowych konstrukcji nośnych, takich jak: słupy, belki, ściany. Trudność w uzyskaniu jednakowego koloru i faktury na powierzchni elementów produkowanych przy zastosowaniu niniejszego rozwiązania ogranicza ich aplikację do miejsc nie wyeksponowanych dla potencjalnego użytkownika. Zdecydowanym mankamentem technologii wykorzystującej grys betonowy jest wysoka cena. Bywa, iż koszt wykonania poszczególnych elementów budowlanych jest tu o ok. 5 – 10% wyższy niż w przypadku tradycyjnie stosowanych kruszyw naturalnych [4]. W najbliższej przyszłości należy jednak oczekiwać, iż cena kruszonego betonu ulegnie zmniejszeniu wraz z rozwojem tej dziedziny produkcji. Ponadto przypuszczać można, że ceny kruszyw tradycyjnych będą rosły w związku ze zmniejszającą się liczbą nieodnawialnych zasobów naturalnych i zwiększaniem kosztów transportu. Na opłacalność stosowania omawianego rozwiązania może także wpłynąć coraz wyższy koszt składowania odpadów budowlanych.

Jednym z problemów nierozłącznie związanych z wykorzystaniem kruszyw z recyklingu do produkcji betonu jest duże prawdopodobieństwo przeniesienia zanieczyszczeń z gruzu do nowego produktu. Ponadto właściwości kruszywa cechują się znaczną zmiennością, gdyż zależą od miejsca pobrania betonu do recyklingu, jego klasy i stanu technicznego. Czynniki te wpływają na trudności w stworzeniu dokładnych wytycznych odnośnie wtórnego stosowania materiału po przetworzeniu. Analiza tekstów źródłowych pozwala jednak na ustalenie pewnych prawidłowości [39, 99, 186]:

- zamiana do 20% kruszywa gruboziarnistego w nowym betonie nie wpływa znacząco na wytrzymałość na ściskanie. Zamiana całości kruszywa gruboziarnistego zasadniczo redukuje wytrzymałość betonu na ściskanie – nawet o ok. 20%,
- zamiana do 20% kruszywa gruboziarnistego nie wpływa znacząco na sztywność konstrukcji betonowych. Zamiana całości kruszywa gruboziarnistego wymaga zwiększenia przekroju elementów projektowanych o ok. 10%,
- wprowadzenie kruszywa z recyklingu betonu nie ma znaczącego wpływu na trwałość materiału,
- zamiana do 20% kruszywa gruboziarnistego ma niski wpływ na urabialność mieszanki. Zamiana ponad 20% kruszywa gruboziarnistego obniża urabialność betonu i w związku z tym wymaga większego dodatku wody zarobowej (wynika to min. z nieregularnego kształtu i większej absorpcji wody przez kruszywo),
- redukcja wytrzymałości na ściskanie o 15% w porównaniu z betonem kontrolnym ma miejsce przy dodaniu jednego z poniższych zanieczyszczeń: tynku wapiennego w ilości 7% objętości kruszywa, gruntu rodzimego w ilości 5%, drewna w ilości 4%, gipsu w ilości 3%, asfaltu w ilości 2%, farb na bazie octanu winylu w ilości 0,2%.

Typ Kruszywa	Tynki, grudki gliny i inne zanieczyszczenia o gęstości , 1950 kg/m <sup>3</sup>	Asfalt, plastik, farby, tkaniny, papier, drewno i inne cząstki pozostające na sicie 1,2 mm, a także inne zanieczyszczenia o gęstości , 1200 kg/m <sup>3</sup>
Grube kruszywo z recyklingu	10 kg/m <sup>3</sup>	2 kg/m <sup>3</sup>
Drobne kruszywo z recyklingu	10 kg/m <sup>3</sup>	2 kg/m <sup>3</sup>

**Tab. 10.** Dopuszczalne ilości zanieczyszczeń w kruszywach z recyklingu [186].

#### 4.1.3 METALE

Technologia wytwarzania metali jest procesem wysoce energochłonnym, od momentu wydobycia rudy, poprzez jej obróbkę, aż po wyrób gotowy do zastosowania. Energochłonność procesu produkcji znajduje swoje odzwierciedlenie w stosunkowo wysokich cenach wyrobów, w porównaniu do innych grup materiałów budowlanych (min. z tego powodu konstrukcje stalowe zostają obecnie stopniowo wypierane z rynku przez układy żelbetowe). Nie zmienia to jednak faktu, iż wyroby metalowe ciągle cieszą się bardzo dużą popularnością. Fakt ten obrazują najnowsze dane, wskazujące np., że globalna produkcja stali ustanowiła w 2013 roku nowy rekord i sięgnęła poziomu przeszło 1,6 mld ton, zwłaszcza dzięki dynamicznie rozwijającym się krajom azjatyckim [150]. Metal jest produktem, który posiada duży potencjał dla odzysku i recyklingu. Sposób obróbki odpadów sprowadza się zazwyczaj do ich rozdrobnienia, a następnie włączania pozyskanych fragmentów do procesu produkcji elementów nowych. Rozdrobnione i posegregowane odpady metalowe przetwarzane są pod wpływem działania wysokiej temperatury, w wyniku czego powstają całkiem nowe produkty, o właściwościach niemal identycznych jak w przypadku wyrobów tworzonych bez procentowego udziału złomu. Proces recyklingu metalu może następować wielokrotnie, i za każdym kolejnym razem nie wpływa to na obniżenie parametrów produktu finalnego. Metale dają się także w stosunkowo łatwy sposób oddzielić od innych grup odpadów budowlanych oraz wzajemnie od siebie. Żelazo, stal, aluminium i miedź mogą zostać wyselekcjonowane przy zastosowaniu określonych metod elektromagnetycznych. Wzajemnej segregacji różnych typów metali można natomiast dokonywać na drodze zanurzenia wymieszanego materiału w odpowiednio spreparowanym roztworze, który wykorzystując odmienne gęstości ciał stałych prowadzi do ich rozdzielenia.

Wszystkie powyższe cechy składają się na to, że stosunkowo mały odsetek produktów metalowych znajdujących się na skraju swojego cyklu życiowego, wędruje ostatecznie na wysypiska śmieci. Jeśli taka sytuacja ma miejsce, to trafiają tam przede wszystkim te wyroby, w których metal w stosunkowo mocny sposób został połączony z innym materiałem o niższej wartości. Bywa, iż odzysk małej ilości materiału z mocno przetworzonej hybrydy może okazać się nieekonomiczny i bardzo pracochłonny. Rynek recyklingu metali żelaznych w Polsce wydaje się być stosunkowo dobrze rozwinięty. Cena skupu złomu zależna jest w głównej mierze od rodzaju metalu, a więc jego stopu, postaci wyrobu oraz zapotrzebowania na surowiec w danym okresie. Obecnie wartość złomu stalowego kształtuje się na poziomie ok. 1 zł. za kilogram. Zamieszczona tabela przedstawia średnie ceny złomu niektórych metali żelaznych i nieżelaznych obowiązujące w styczniu 2014 r.

L.P.	RODZAJ ZŁOMU	PRZEDZIAŁ CENOWY W ZALEŻNOŚCI OD STOPU i TYPU zł/kg
1	Miedź	Od 17.95 do 21.60
2	Aluminium	Od 0.55 (folia) do 9.75
3	Mosiądz	Od 11.50 do 15.80
4	Brąz	Od 12.60 do 18.10
5	Ołów	Od 4.50 do 5.00
6	Żeliwo	0.89
7	Stal (złom wsadowy gruby)	1.05

Tab. 11. Średnie ceny złomu w styczniu 2014 r [244].

- METALE ŻELAZNE

Do metali żelaznych zalicza się wiele różnych stopów żelaza, zawierających co najmniej 80% żelaza i do 5% węgla. Pozostałe składniki to dobrane w odpowiedniej proporcji bądź wybiórczo: miedź, chrom, mangan, molibden, wolfram, krzem, fosfor, siarka itp. W przemyśle budowlanym do najpopularniejszych materiałów żelaznych należą odpowiednio stal (konstrukcyjna, miękka, nierdzewna, kortenowa, etc.), żeliwo oraz żelazo kute. Do przeszło połowy XVIII w. jedynym materiałem żelaznym znajdującym zastosowanie w budownictwie było żelazo kute. Materiał ten zaczął tracić na popularności dopiero ok. 1770 r., w momencie pojawienia się na rynku wyrobów budowlanych z żeliwa. Z kolei od wczesnych lat osiemdziesiątych XIX w. to właśnie stal zaczęła stopniowo wypierać konstrukcje żeliwne, stwarzając projektantom zupełnie nowe możliwości kształtowania obiektów architektonicznych. W XX w. wprowadzono ponadto do użytku bardzo popularne produkty ze stali nierdzewnej (zawierającej chrom) oraz kortenowej (ze znaczną ilością miedzi), stosowane głównie jako materiały wykończeniowe. Ze względu na odmienne właściwości fizyczne stal nie wyparła jednak całkowicie żeliwa z rynku wyrobów budowlanych. Obecnie znajduje ona zastosowanie głównie przy wykonywaniu podzespołów do konstrukcji nośnych budowli, ustępując jednak niekiedy pola komponentom żeliwnym, np. w dziedzinie produkcji elementów żaroodpornych.

Stal konstrukcyjna, wykorzystywana do budowy układów szkieletowych, posiada duży potencjał dla odzysku i recyklingu. Składa się na to kilka czynników. Głównym z nich jest fakt, że stalowe elementy konstrukcyjne produkowane są zazwyczaj jako belki i słupy o powtarzalnym, standardowym przekroju, w kilku normatywnych klasach wytrzymałościowych. Projektant, zakładając wykorzystanie do konstrukcji obiektu stalowych elementów nośnych o zharmonizowanym przekroju poprzecznym, stwarza tym samym również możliwość zastosowania podzespołów z odzysku, które spełniają postawione w dokumentacji projektowej wymogi gabarytowe i wytrzymałościowe. Powtórne wykorzystanie elementów stalowych z rozbiórki niesie spore korzyści dla środowiska, przede wszystkim ze względu na wysoką energochłonność tradycyjnego procesu produkcji i recyklingu metali<sup>31</sup>. Oszczędność kopalnych surowców energetycznych odbywa się w tym wypadku na drodze uniknięcia

<sup>31</sup> Dominującymi źródłami energii w procesie produkcji stali w hutach są węgiel oraz koks. Proces technologiczny wykorzystuje także źródła energii elektrycznej, gaz ziemny, olej, tworzywa sztuczne, gaz koksowniczy, gaz wielkopiecowy oraz gaz konwertorowy. W różnych procesach stosowana jest także para z turbin rozprężnych napędzanych gazem garzełowym lub para z zasadowych konwertorów tlenowych.

fazy transportu i topienia odpadów. Dodatkowo wtórne użycie komponentów przyczynia się w oczywisty sposób do zmniejszenia zapotrzebowania na produkty nowe, wpływając tym samym na ograniczenie wydobycia rudy żelaza i zapotrzebowania energetycznego, na jej obróbkę i przetworzenie w pierwotnym procesie produkcyjnym. Zdecydowanie najbardziej korzystne, z ekologicznego punktu widzenia, jest ponowne stosowanie elementów rozbiórkowych bezpośrednio w miejscu ich demontażu lub w jego najbliższym sąsiedztwie (minimalizacja energochłonności fazy transportu). Długa żywotność i wysoka wytrzymałość stalowych elementów konstrukcyjnych daje zazwyczaj możliwość ich wtórnego, niekiedy nawet wielokrotnego użycia. Jako szczególny przykład odzysku i rekonsypcji można przedstawić np. budowę ścianki Larsena, której elementy stosuje się do wielokrotnego, tymczasowego zabezpieczania wykopów<sup>32</sup>. Wyroby stalowe cechuje ponadto duża wszechstronność aplikacji. Belki i słupy z odzysku można stosować przy wznoszeniu obiektów i budowli o zróżnicowanych funkcjach, także tymczasowych. Konstrukcja i obudowa budynków przemysłowych może, po fazie rozbiórki, posłużyć jako materiał np. do wznoszenia zabudowań wchodzących w skład zaplecza gospodarstw rolnych. Przy wznoszeniu obiektów inwentarskich, magazynowych i warsztatowych względy estetyczne nie odgrywają już bowiem tak istotnej roli jak w trakcie realizacji inwestycji o charakterze reprezentacyjnym. Podziurawione, w miejscach uprzedniego mocowania, elementy nośne konstrukcji z odzysku można wykorzystać do powtórnego wznoszenia układów konstrukcyjnych. Trzeba zaznaczyć, że dobrą i stosunkowo często spotykaną praktyką podczas wtórnego stosowania elementów jest zapewnienie im większego zapasu nośności, niż ma to miejsce w trakcie tradycyjnego procesu projektowego – przeskalowanie przekroju poprzecznego względem rozpiętości ze względu na powstałe w trakcie pierwotnej fazy eksploatacji defekty bądź ubytki.

Osobne zagadnienie stanowi problem przetwarzania odpadów stalowych. Specyfikowanie na szeroką skalę, w fazie projektów wykonawczych, nowej stali wytworzonej jedynie na drodze recyklingu, w dłuższym okresie czasu mogłoby przyczynić się do wzrostu produkcji następującej na bazie złomu, jako podstawowego materiału wsadowego w procesie stalowniczym. Zjawisko takie jest pożądane z punktu widzenia ochrony środowiska. Niemożliwe jest jednak całkowite odstępianie od wykorzystywania surowców pozyskiwanych w tradycyjny sposób (ze źródeł pierwotnych), bo jak wskazują najnowsze dane, światowe zapotrzebowanie na metalowe produkty żelazne znacznie przekracza możliwości zbiórki wyeksploatowanych elementów odpadowych. Złom staje się pomału towarem deficytowym. Obok rudy i dodatków stopowych jest on podstawowym składnikiem materiału wsadowego w wielu hutach. Przy wysokiej cenie zakupu rudy żelaza, część hut zmniejsza jej zużycie na rzecz złomu (przede wszystkim stalownie elektryczne). W momencie kiedy projektanci zaczęliby wskazywać w opracowywanych dokumentacjach tylko i wyłącznie na konieczność stosowania stali wytworzonej w drodze recyklingu, w niektórych częściach świata mogłoby to doprowadzić do niekontrolowanego wzrostu zapotrzebowania na złom, co z kolei odbiło by się na niekorzystnej zmianie cen surowca wtórnego oraz produkowanych wyrobów. Ponadto mogłoby to przynieść także efekt niepożądany, polegający na zwiększeniu częstotliwości transportu, wynikającej z niemożności przetopienia całego materiału z odzysku w warunkach lokalnych. Należy zatem przyjąć, że recykling stali znajduje się obecnie na zadowalająco wysokim poziomie. Większe oszczędności, głównie energetyczne, uzyskać można na drodze odzysku i wtórnej aplikacji wyrobów

---

<sup>32</sup> Z wyłączeniem sytuacji, kiedy bezpośrednio w jej sąsiedztwie zostaje wylana mieszanka betonowa, uniemożliwiająca późniejsze wydobycie konstrukcji.

żelaznych z rozbiórki (zmniejszenie zapotrzebowania na wyroby nowe).

- **METALE NIEŻELAZNE (KOLOROWE)**

Metale kolorowe posiadają znacznie większą wartość rynkową niż metale żelazne<sup>33</sup>, zachowując jednocześnie porównywalny potencjał dla recyklingu. Podobnie jak ma to miejsce w odniesieniu do metali żelaznych produkty nieżelazne, ze względu na wysoką wartość rynkową po zakończeniu swego cyklu życiowego, niemal nie trafiają na składowiska odpadów. Wszechstronność ich aplikacji sprawia, iż zapotrzebowanie na omawiany surowiec w przemyśle jest tak wysokie, że podobnie jak w przypadku żelaza nie można zaspokoić go tylko i wyłącznie na drodze przetwarzania i obróbki złomu. Analiza rynku wyrobów budowlanych pozwala ustalić, że metale kolorowe, w przeciwieństwie do żelaznych, nie są produkowane w standardowych, powtarzalnych wielkościach i przekrojach. Wyjątek od reguły stanowią tu chyba jedynie rury miedziane, stosowane przy wykonywaniu instalacji centralnego ogrzewania oraz przewody elektryczne. O popularności stosowania metali kolorowych w przemyśle, poza ich wysoką wartością rynkową i niepowtarzalnymi walorami estetycznymi, decyduje również fakt, że posiadają stosunkowo wysoką plastyczność i zdolność odkształcania, co daje możliwość wykorzystywania ich przy produkcji szerokiej gamy wyrobów. Do najpopularniejszych aplikacji w budownictwie należą: profile ślusarki okiennej i drzwiowej, rury, panele elewacyjne (typu sandwich oraz kasetony), łączniki i kable elektryczne.

#### 4.1.4 DREWNO

Wszechstronność zastosowania drewna w przemyśle budowlanym jest bardzo szeroka i obejmuje swym zakresem wiele wyrobów: od produkcji belek, słupów i prefabrykowanych wiązarów nośnych, poprzez okładziny elewacyjne i dachowe, aż po elementy wykończenia i ruchomego wyposażenia wnętrz. Czynniki takie jak duża popularność materiału oraz stosunkowo prosty proces oceny jego stanu technicznego, przyczyniają się do wzrostu wskaźników rekonsupcji produktów drewnianych. Proces ich wtórnego użycia bądź recyklingu może przyjmować różne formy, np.:

- powtórne użycie wyeksploatowanych elementów jako materiał szalunkowy dla betonu,
- produkcję płyt drewnopochodnych,
- wytwarzanie mebli,
- spulchnianie gleby (za pomocą rozdrobnionych odpadów drewnianych),
- stosowanie elementów z odzysku do celów dekoratorskich lub strictly konstrukcyjnych.

Powtórne wykorzystywanie drewna z odzysku w sektorze budowlanym zależy w znacznej mierze od jego gatunku, pierwotnego i planowanego sposobu eksploatacji oraz stanu technicznego, w jakim znajduje się pozyskany element budowlany. Pomimo pewnego prawdopodobieństwa wystąpienia defektów powstałych w minionych fazach cyklu życiowego, odpowiednio zabezpieczone komponenty wtórne mogą posiadać dobre właściwości konstrukcyjne lub dekoratorskie, niekiedy nawet lepsze niż równoważny, sezonowany, nowy materiał. Ciasno ułożone włókna, niska wilgotność i zdolność do deformacji, nietypowe gatunki i rozmiary, to tylko niektóre z argumentów przemawiających za atrakcyjnością stosowania

---

<sup>33</sup> Cena złomu miedzi sięga nawet przeszło 20 zł / kg – **tab. 11.**

w budownictwie elementów drewnianych z odzysku.

Na łatwość pozyskania drewna z istniejących obiektów budowlanych wpływa wiele czynników. Do najważniejszych z nich należy rozmiar demontowanego elementu, metoda jego wbudowania w konstrukcję, skuteczność i rodzaj zastosowanej pierwotnie konserwacji oraz liczba i sposób przymocowanych doń innych produktów. Duże elementy konstrukcyjne takie jak krokwie, płatwie, słupy i belki nie przysparzają zazwyczaj problemów przy dekonstrukcji i dają się odzyskać w dobrym stanie technicznym. Zdecydowanie więcej trudności stwarzają elementy drobnowymiarowe, takie jak łąty, kontr – łąty, stelaże drewniane i deski boazeryjne. W trakcie ich demontażu nietrudno o przypadkowe wgniecenie, złamanie lub pęknięcie materiału – zwłaszcza w podzespołach długich, o małym polu przekroju poprzecznego. Minimalizacja liczby uszkodzeń mechanicznych, w trakcie przeprowadzania dekonstrukcji, wymaga wysokiej precyzji i staranności prowadzenia robót (usuwanie gwoździ, wkrętów, resztek gipsu, zszywek z takera mocujących folię izolacyjną, etc.). Odzysk małogabarytowych elementów drewnianych i wyrobów okładzinowych ze względu na wysoki koszt robocizny i czas trwania robót sprowadza się zazwyczaj do ich segregacji, tymczasowego składowania oraz udostępnienia dla procesu recyklingu, polegającego na produkcji wyrobów drewnopochodnych. Ważnym punktem całej procedury jest odpowiednie przechowywanie drewna z odzysku w miejscu prowadzenia robót. Składowanie tymczasowo zgromadzonego materiału potrafi zająć stosunkowo dużo miejsca, co przekłada się niekiedy na spore utrudnienia natury logistycznej i prawidłowe funkcjonowanie placu budowy, zwłaszcza na działkach o małej powierzchni. Nieprawidłowe zlokalizowanie budulca wpływa również na wzrost zagrożenia pożarowego na terenie objętym inwestycją.

Rynek materiałów drewnopochodnych (wyroby ze ścinków, trocin i odpadów małogabarytowych) ciągle się rozwija. Skala produkcji i cena wyrobów uzależniona jest od wysokości popytu. Drewno odpadowe, podobnie jak stal, podlega segregacji i oddzieleniu od innych odpadów jeszcze na placu budowy. Po dostarczeniu do zakładów produkcyjnych zazwyczaj zostaje pocięte i zmielone, a następnie wykorzystane w procesie produkcji szerokiej gamy wyrobów, takich jak np. płyty OSB, MDF, czy płyty pilśniowe. Wadą technologii jest wysoki procentowy udział różnego rodzaju klejów i żywic, których nie sposób uznać za substancje przyjazne środowisku naturalnemu. Materiały drewnopochodne, po przetworzeniu, znajdują zazwyczaj zastosowanie w pracach wykończeniowych i elewacyjnych, a rzadko kiedy pełnią funkcję konstrukcyjną. Warto podkreślić, że drewno odpadowe może posłużyć również do produkcji pulpy wykorzystywanej do wyrobu papieru. Pewnego rodzaju przeszkodę dla odzysku lub recyklingu pozyskanych surowców wtórnych, w uzasadnionych wypadkach, stanowić może dogłębne skażenie materiału, powstałe w trakcie pierwotnej eksploatacji elementu, np. w wyniku jego nasiąknięcia substancją niebezpieczną. O ile typowe zabrudzenia powierzchniowe są stosunkowo łatwe do usunięcia przy zastosowaniu odpowiednio dobranej technologii obróbki mechanicznej, o tyle elementy dogłębnie zanieczyszczone zazwyczaj nie spełniają już wymogów dopuszczenia ich jako substratu w procesie recyklingu. Bywa również, że nakłady finansowe potrzebne na oczyszczenie odzyskanych produktów potencjalnie przewyższają spodziewany zysk, co prowadzi do rezygnacji z przeprowadzenia całej procedury.



#### 4.1.5 ELEMENTY MUROWANE

Pojedyncze, modułowe elementy ścian murowanych łączy się ze sobą w przeważającej liczbie przypadków za pomocą odpowiednio dobranej zaprawy. Większość bloczków jak i materiałów spajających cechuje duża wytrzymałość i przy poprawnie wykonanej izolacji poziomej ścian ich żywotność może sięgać nawet wielu set lat. Technologia produkcji wyrobów murarskich jest jednak w przeważającej mierze procesem wysoce energochłonnym – np. wyrób cegły odbywa się w temperaturze blisko 1000 °C, co mając na uwadze postępującą degradację środowiska, uzasadnia w pewnym stopniu próby poszukiwania możliwości odzysku i wtórnej aplikacji tego typu materiałów budowlanych.

Łatwość, z jaką kamień, pustaki bądź bloczki murarskie mogą zostać od siebie odseparowane w trakcie rozbiórki obiektu, zależy w dużej mierze od tego, jaka zaprawa została użyta do wzniesienia przegrody. Obecnie stosowane, nowoczesne mieszanki cementowe są zazwyczaj wysoce elastyczne i mocno spajające, co w znacznym stopniu utrudnia, a niekiedy nawet uniemożliwia proces dekonstrukcji. Uszkodzenie licznych elementów przegrody podczas demontażu następuje zwłaszcza wtedy, gdy zastosowane wiązanie elementów drobnowymiarowych posiada większą wytrzymałość aniżeli materiał wypełniający. Do końca XIX w. do wznoszenia ścian stosowano w przeważającej mierze zaprawę wapienną. Odzysk cegły i jej podobnych drobnych elementów budowlanych z przegród wzniesionych w takiej technologii jest jak najbardziej możliwy, głównie ze względu na niską siłę wiązania zaprawy. Wydobyty materiał jest wówczas w zadowalająco dobrym stanie technicznym, a jego czyszczenie nie sprawia większych trudności. Ciekawą alternatywą dla tradycyjnych metod wznoszenia obiektów budowlanych wydają się również poliuretanowe zaprawy murarskie (piankowe). Pozwalają one wykonywać przegrody zewnętrzne i wewnętrzne z pustaków ceramicznych w szybkim tempie, bez uciążliwych przerw technologicznych niezbędnych do przygotowania tradycyjnej mieszanki. Pełna wytrzymałość ściany uzyskiwana jest już po 48 godzinach od zakończenia robót, przy temperaturze zewnętrznej do min. -5°C. Omawiane rozwiązanie wpływa ponadto na lepszą izolacyjność muru (wąskie, ciepłe spoiny) oraz gwarantuje stosunkowo mały nakład pracy potrzebny na odzysk drobnogabarytowych elementów.

Nowoczesne materiały murarskie coraz częściej wytwarzane są także przy procentowym udziale odpadów, na drodze recyklingu. W procesie technologicznym produkcji stosuje się w tym wypadku odpowiednio dobrane i przetworzone: odpady górnicze, wybagrowany muł, sproszkowany popiół pochodzący ze spalania węgla (np. z elektrowni węglowych), żużel, osad z oczyszczalni ścieków, etc. Interesującą grupę produktów na polskim rynku budowlanym zaczynają także stanowić podzespoły murarskie produkowane z myślą o ich przyszłej utylizacji bądź recyklingu. Jako przykład tak zaprojektowanego materiału wymienić można choćby bloczki *Heluz Nature Energy*. Jak podają dystrybutorzy wyrobu, ten *"...niewypalony bloczek (...)* w porównaniu do dotychczasowych cegieł suszonych na słońcu *"adobe"* jest wytwarzany z wysokiej jakości gliny drugorzędowej z domieszką piasku. Bloczek jest dodatkowo odchudzony za pomocą otworów i w stosunku do cegieł wypalanych energia potrzebna do jego produkcji jest minimalna. Dzięki całkowicie naturalnemu składowi niewypalony bloczek HELUZ nadaje się w całości do recyklingu (...) bloczki (...) są stosowane do wewnętrznych ścianek działowych i murów akumulacyjnych o grubościach 12 i 25cm..." [230].

#### 4.1.6 SZKŁO

Zasadniczo istnieją trzy typy przeszkleń stosowanych w budownictwie, które po okresie pierwotnej eksploatacji, jeżeli pozwala na to ich stan techniczny, można poddać procesowi wtórnego użycia. Są to: szyby z pojedynczo szklonych skrzydeł okiennych, moduły dwu i trzyszybowe z komorami próżniowymi lub wypełnieniem gazowym (argon), panele elewacyjne wykonane ze szkła hartowanego lub laminowanego. Odzysk i ponowna aplikacja szklanych elementów budowlanych jest procesem trudnym i złożonym. Najwięcej komplikacji przy jego przeprowadzeniu wynika z:

- potrzeby ostrożnego demontażu podzespołów (wysoka podatność materiału na zniszczenie, drgania szyb w trakcie demontażu i transportu na budowie);
- niskiej opłacalności ekonomicznej przedsięwzięcia przy małej liczbie wyrobów spełniających kryteria dla odzysku;
- liczby demontowanych elementów szklanych, która obecnie jest często zbyt mała by pokryć koszt segregacji i wpłynąć korzystnie na opłacalność procesu rekonsupcji. Sytuacja ta może jednak ulec zmianie w niedalekiej przyszłości, kiedy to stosowane na dużą skalę w drugiej połowie XX wieku systemy przeszkleń fasadowych, doczekają się niezbędnej renowacji mającej na celu poprawę ich właściwości izolacyjnych oraz dopasowanie do obecnie panujących trendów estetycznych. Przykładem budowli, której szklana ściana osłonowa ma zostać poddana modernizacji, jest np. *budynek C- 9* Politechniki Wrocławskiej (Wydział Budownictwa) oraz *budynek Z* wchodzący w skład kampusu Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu (**fot. 44 i 45**).
- konieczności dostosowania wyrobów do regularnie podnoszonych wymogów dotyczących izolacyjności przegród szklanych;

Zapewnienie nowoczesnych standardów termoizolacyjnych jest stosunkowo trudne do spełnienia, zwłaszcza kiedy proces wtórnego użytku dotyczy produktu po wieloletnim okresie eksploatacji. Pojedyncza tafła szklana (zazwyczaj od 4 – do 6 mm grubości) praktycznie nie jest w stanie spełnić, narzucanych przez obecne normatywy, wymogów termoizolacyjnych i akustycznych. Dwuszybowe skrzydła można natomiast poddać już stosownej renowacji, polegającej na demontażu tafli, ich oczyszczeniu i ponownemu uszczelnieniu modułu. W celu podniesienia parametrów izolacyjnych okna zaleca się, o ile to możliwe, zwiększyć objętość komory między taflami szkła. Jeżeli zachodzi taka potrzeba, można przy okazji wymienić profile okienne na nowsze, o lepszych parametrach.

Szkło jest jednym z tych materiałów budowlanych, które ze względu na stosunkowo nieskomplikowany z technologicznego punktu widzenia przebieg procesu przetwarzania, dobrze nadaje się do recyklingu. Trzeba jednak wyraźnie zaznaczyć, iż jego obróbka jest procesem wysoce energochłonnym. Mimo tego współczesny przemysł wypracował wiele zastosowań dla szkła pochodzącego z recyklingu. Większość materiału z rozbiórki podlega zmieleniu, a następnie służy do wyrobu nowych pojemników, opakowań czy butelek. Szkło z recyklingu znajduje również zastosowanie przy wytwarzaniu komponentów budowlanych, a chyba najpopularniejszą formą jego aplikacji jest produkcja wełny szklanej. W późnych latach 90 – ych ubiegłego stulecia odpady szklane po przetworzeniu były również próbnie wykorzystywane do produkcji elastomerycznych powłok dachowych (mieszanka polimerów syntetycznych i różnych wypełniaczy, w tym szkła z recyklingu,



Fot. 44. Budynek C – 9, Politechnika Wroclawska [260].



Fot. 45. Budynek Z, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu. Fot. autora.

natryskiwana była na dachy w celu zmniejszenia niekorzystnego wpływu warunków atmosferycznych) [5]. Szkło odpadowe może posłużyć także jako zamiennik niektórych wypełniaczy mineralnych, stosowanych przy wytwarzaniu określonych typów pokryć dachowych. Wypełniacze te bowiem zawierają często krzemionkę krystaliczną, której pyły uznawane są za rakotwórcze. Długotrwałe wdychanie pyłu krzemionkowego może doprowadzić do rozwoju choroby płuc o nazwie sylikoza<sup>34</sup>. Podczas gdy szkło produkowane jest m.in. przy użyciu piasku kwarcowego, proces jego wytwarzania przeobraża strukturę krystaliczną krzemionki w stan amorficzny (bezpostaciowy). Testy laboratoryjne wykazały, że zawartość krzemionki krystalicznej w szkłe po recyklingu jest mniejsza niż 1%, a więc ma znacznie niższy poziom niż w tradycyjnie stosowanych wypełniaczach [125].

Firmy skupujące stłuczkę szklaną zazwyczaj preferują odpady pochodzące z przemysłu spożywczego, mniej chętnie przyjmują szkło budowlane i opakowania po chemikaliach. Powinno stanowić to pewien impuls do znajdowania zastosowań dla odpadowego szkła okiennego w jak największej ilości jeszcze na placu budowy, w bezpośrednim miejscu jego pozyskania. Odpady szklane przeznaczone do recyklingu najłatwiej daje się wykorzystać po ich wcześniejszym zmieleniu. Proces rozdrobnienia surowca powinno się wykonywać za pomocą specjalnych maszyn kruszących metodą implozyjną. Otrzymany wówczas granulata ma ziarna równej wielkości i nie posiada ostrych krawędzi. W specjalistycznych urządzeniach rozmiar ziarna można dowolnie regulować, od bardzo drobnego pyłu aż do postaci grysu szklanego. Wydatek na zakup maszyny rozdrabniającej nie jest wygórowany i wiele firm budowlanych może sobie na niego pozwolić (kwota rzędu kilku tysięcy złotych). Zastosowanie mielonego szkła bezpośrednio na budowie może przyjmować różne formy. Do najpopularniejszych aplikacji należą [196]:

- materiał ścierny w piaskowaniu i śrutowaniu,
- gryś do betonów i tynków (odpowiednik lastryko),
- kruszywo do asfaltów i betonów,
- kruszywo ozdobne,
- podsypka drenażowa,
- zastosowanie przy produkcji płyt i blatów meblarskich (zmieszanie pyłu szklanego z żywicą).

Chemikalia wykorzystywane do powlekania szkła o podwyższonych parametrach wytrzymałościowych, które znajdują zastosowanie w produkcji niektórych nowoczesnych szklanych systemów fasadowych, w znacznym stopniu utrudniają proces recyklingu polegający na bezpośrednim zmieleniu odzyskanego materiału i wprowadzeniu go jako substratu do produkcji nowych elementów. Szkło laminowane również ciężko poddać procesowi recyklingu, gdyż zawiera ono klej polimerowy, łączący ze sobą poszczególne jego warstwy. Przeprowadzenie procesu recyklingu, tego typu komponentów, wymaga ścisłego przestrzegania wytycznych, które najlepiej uzyskać u producenta danego systemu fasadowego.

Interesującym wyrobem budowlanym, powstałym z mieszanki szkła odpadowego i asfaltu, wydaje się być tzw. *glassphalt* (asfalt z dodatkiem tłuczni

---

<sup>34</sup> Dytlenek krzemu SiO<sub>2</sub> jest substancją polimorficzną występującą w naturze w różnych odmianach krystalicznych i bezpostaciowych. Odmiany krystaliczne określa się terminem wolna krystaliczna krzemionka. Do podstawowych odmian krystalicznych ditlenku krzemu należą: kwarc, krystobalit i trydymit.

szklanego). Taki materiał został po raz pierwszy wyprodukowany w późnych latach 60-ych ubiegłego stulecia w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej. Do budowy dróg stosowany jest bowiem zazwyczaj asfaltobeton, czyli mieszanka asfaltowo – mineralna, w której asfalt używany jest jako lepiszcze wiążące kruszywa. *Glassphalt* to materiał wysoce podobny do tradycyjnie stosowanego w budownictwie drogowym asfaltobetonu, tyle że 5 ÷ 40% kruszywa zastąpione w nim jest przez tłuczeń szklany. Opłacalność produkcji i stosowania niniejszego wyrobu zależy głównie od lokalizacji centrów recyklingu szkła względem miejsca aplikacji oraz jakości i ceny kruszyw tradycyjnych w miejscu prowadzenia inwestycji [177]. W chwili obecnej przeprowadza się wiele eksperymentów i wysiłków w celu odkrycia kolejnych możliwości zastosowania tłuczni szklanego.



Fot. 46. *Glassphalt* (szklany asfalt) [222].

#### 4.1.7 PODŁOŻE GRUNTOWE

Grunt rodzimy, w zależności od miejsca lokalizacji inwestycji, może posiadać bardzo różne parametry techniczne, uwarunkowane warstwowym układem gleby, poziomem wody gruntowej oraz pierwotnym sposobem eksploatacji terenu. Oszacowanie potencjalnych możliwości zarówno pierwotnego jak i wtórnego użycia podłoża zależy min. od jego klasy nośności, współczynnika przepuszczalności wody, stopnia zanieczyszczenia, a nawet żyzności materiału – w odniesieniu do niektórych zastosowań. Określenie nośności oraz przepuszczalności wodnej gruntu zazwyczaj poprzedza rozpoczęcie prac projektowych. Polega ono na wykonaniu odwiertów geotechnicznych w miejscu planowanej budowy. Próbkę gruntu poddawane są badaniom laboratoryjnym w celu określenia ich parametrów nośnych, składu chemicznego, agresywności i poziomu wód gruntowych, co umożliwia właściwe zaprojektowanie fundamentów.

Ziemia pochodząca z wykopów pod fundamenty lub kondygnacje podziemne obiektów budowlanych może zawierać duże ilości gruzu i innych zanieczyszczeń, zwłaszcza w przypadku realizacji prac w miejscu, w którym uprzednio posadowiony był inny obiekt budowlany. Największe utrudnienia dla wykonawców robót stanowią nieusunięte w trakcie wcześniejszej rozbiórki posadzki betonowe oraz fundamenty, szczególnie przy dużym stopniu ich zanieczyszczenia (np. zasypane stopy fundamentowe). Problem ten wydaje się zyskiwać na znaczeniu zwłaszcza w obliczu przeprowadzania inwestycji na dokładnie niezainwentaryzowanych terenach postindustrialnych, kiedy obecność pierwotne wzniesionych, bliżej niezidentyfikowanych elementów

żelbetowych może wpłynąć w drastyczny sposób na wzrost kosztu robót ziemnych. W takich przypadkach niejednokrotnie wiąże się to z potrzebą oczyszczenia placu budowy z istniejących pozostałości. Pokażne ilości bliżej nie określonej mieszanki materiałowej wędrują wówczas zazwyczaj na wysypiska śmieci. Ze względu na znaczny koszt wywozu i składowania odpadów budowlanych oraz potrzebę obniżania energochłonności fazy transportu w trakcie prowadzenia robót, warto w harmonogramie prac uwzględnić możliwości wykorzystania pozyskanego materiału bezpośrednio na terenie prowadzonej inwestycji. Ziemia z wykopów i odpowiednio rozdrobniony gruz mogą przecież posłużyć np. do zasypywania ław i ścian fundamentowych, formowania skarp wokół budynku, etc. Niekiedy wydobyty materiał, ze względu na swoje nietypowe walory estetyczne bądź użytkowe, stwarza także inną możliwość zastosowania go np. przy wykonywaniu fragmentów zagospodarowania terenu wokół nowo wznoszonych budowli. Należy pamiętać, że programowanie inwestycji na niezainwentaryzowanym, zanieczyszczonym w trakcie pierwotnej eksploatacji terenie, wymaga wprowadzenia do kontraktu z wykonawcą odpowiednich zapisów, uzależniających koszt przeprowadzenia prac ziemnych np. od objętości lub wagi wydobytych elementów betonowych. Rozwiązanie takie jest często tańsze, niż kosztowne, specjalistyczne badania geotechniczne.

## **4.2 FUNDAMENTY, ŚCIANY OPOROWE I SYSTEMY WZMACNIANIA NASYPÓW**

Na podstawie zachowanych i nowo budowanych obiektów architektonicznych widać, że od najdawniejszych czasów niezwykle istotną funkcję, wpływającą na trwałość poszczególnych budowli, odgrywa sposób ich posadowienia. Każdorazowo dopasowany on jest od lokalnych uwarunkowań gruntowych takich jak typ podłoża i poziom wód gruntowych. Istotny wpływ na dobór zastosowanych rozwiązań ma także rodzaj i wielkość przenoszonych na fundamenty obciążeń oraz umowny okres realizacji inwestycji, determinujący technologię wykonania obiektu.

Z uwagi na sposób posadowienia zasadniczo rozróżnia się dwa rodzaje fundamentów:

- posadowione bezpośrednio – zalicza się do nich ławy, stopy, płyty, skrzynie i ruszty fundamentowe;
- przekazujące obciążenie pośrednio – to jest takie, gdy obciążenia z fundamentu przenoszone są na grunt przez pale, studnie itp.

Ławy fundamentowe są najbardziej popularnym i najprostszym w wykonaniu sposobem posadowienia. Z reguły mają przekrój prostokątny, ich grubość mieści się w granicach 30 ÷ 40cm, zaś szerokość 60 ÷ 80cm. W celu zwiększenia nośności i wytrzymałości ław betonowych, powiększa się ich wymiary. Elementy wykonane z żelbetu zbrojone są zazwyczaj podłużnie żebrowanymi prętami stalowymi oraz poprzecznie strzemionami. Lokalizuje się je bezpośrednio pod nośnymi przegrodami pionowymi, z których przejmują obciążenia. Stopy fundamentowe projektuje się natomiast pod słupami i kominami. W przeważającej liczbie przypadków wykonuje się je z żelbetu. Standardowo ich rzut ma formę kwadratu lub prostokąta. Przekrój, w zależności od wymagań, może przyjmować natomiast kształt prostokątny, kwadratowy, schodkowy, trapezowy lub kielichowy (zazwyczaj przy montażu elementów prefabrykowanych). Znajdują one bezpośrednie oparcie na gruncie nośnym [212].

Rozwiązaniem konstrukcyjnym, które zyskało dużą popularność w XX w., są

posadowione bezpośrednio na gruncie żelbetowe płyty fundamentowe. Ich zastosowanie ogranicza w znaczący sposób prace ziemne na placu budowy, przyczyniając się tym samym do redukcji kosztów robót fundamentowych. Płyty przenoszą jednorodnie rozłożone na swojej powierzchni obciążenia z pionowych elementów konstrukcyjnych budowli, co zapobiega nierównomiernemu osiadaniu budynku i w konsekwencji powstawaniu pęknięć. Stosowane są na gruntach o małej nośności, często po uprzednim wzmocnieniu warstwą nawiezonego żwiru lub tłucznia. Fragmenty, na których znajdują się ściany, w razie potrzeby mogą zostać wzmocnione (np. poprzez dodatkowe zbrojenie) i pogrubione.

W momencie kiedy wymagana jest zwiększona wytrzymałość i nośność fundamentów, a podłoże o odpowiednich parametrach znajduje się głęboko pod powierzchnią gruntu, zastosowanie znajdują pale fundamentowe. Od czasów Imperium Rzymskiego aż do XIX w., wykonywane one były z drewna. W niektórych przypadkach trzon owijany był częściowo blachą, co ułatwiało ich instalację oraz zabezpieczało całość konstrukcji przed urazami mechanicznymi w trakcie prowadzenia robót budowlanych. Pod koniec XIX w. dużą popularność zyskały pale żelbetowe i stalowe, które zaczęto stosować jako fundament pod platformy stanowiące posadowienie budynków wysokich. W dniu dzisiejszym większość budynków wysokich i wysokościowych, zwłaszcza w centrach dużych miast, posadowiona jest na płycie żelbetowej, którą podpira siatka pali fundamentowych – czyli na tzw. zespolonym fundamencie płytowo – palowym FPP (ang. *piled raft foundation*). Odpowiednio dobrany typ posadowienia zabezpiecza także niektóre budynki po stronie nawietrznej na działanie tzw. sił wyciągających, chroniąc je przed negatywnymi skutkami parcia wiatru (istotne zwłaszcza w przypadku projektowania obiektów wysokościowych). Zjawisko wyciągania, tj. unoszenia budowli, musi być także odpowiednio zredukowane w obiektach głęboko podpiwniczonych, posadowionych na terenie o wysokim poziomie wód gruntowych.

#### 4.2.1 POSADOWIENIE OBIEKTU NA TERENIE UPRZEDNIO ZABUDOWANYM

Przy wznoszeniu obiektów budowlanych w centrach dużych miast bywa, że w trakcie wykonywania robót ziemnych na placu budowy można napotkać pozostałości budynków uprzednio istniejących na danym terenie. Zazwyczaj są to stare fundamenty lub zasypane fragmenty kondygnacji podziemnych. Może to stanowić istotne utrudnienie przy realizacji nowej inwestycji, nie tylko ze względu na wydłużenie procesu realizacji robót ale również wysoce prawdopodobną potrzebę optymalizacji zaplanowanego wcześniej sposobu posadowienia budowli. Projektant stoi wówczas przed koniecznością dokonania wyboru jednej z następujących opcji:

- ominięcie pozostałości fundamentów i zaplanowanie nowego rozwiązania w sposób z nimi niekolidujący;

Kiedy inwentaryzacja terenu przeznaczonego pod inwestycję wykaże istnienie nań fundamentów uprzednio wzniesionej budowli, trafnym rozwiązaniem, z ekonomicznego punktu widzenia, wydaje się być próba zaprojektowania nowego posadowienia tak aby ominąć ową strukturę. W sytuacji takiej mocno zawęża się jednak liczbę potencjalnych możliwości zastosowania nowych pali fundamentowych. W centrach dużych miast przy wznoszeniu zabudowy plombowej zazwyczaj pozostałości fundamentów występują przeważnie po obwodzie działki przewidzianej pod inwestycję, czyli w miejscu optymalnym dla wykonania nowych pali. Istnieje także pewne prawdopodobieństwo, że

poprzednia budowla została również zafundowana w taki sposób, aby pominąć znajdujące się na działce pozostałości po jeszcze starszych budowlach jak np. przepusty, tunele, sieci, kanały, i inne podobne utrudnienia. Na "zapchanej" działce pozostałości fundamentów po niedokładnie wyburzonym budynku można postrzegać jako poważną formę zanieczyszczenia terenu, utrudniającą w znacznym stopniu sposób realizacji nowej inwestycji.

- staranne usunięcie pierwotnej konstrukcji przez jej odkopanie i rozbiórkę;

Niekorzystne usytuowanie fundamentów budowli uprzednio istniejącej na działce budowlanej, wymusza niekiedy na zespole projektowym podjęcie decyzji o ich rozbiórce. Rozwiązanie takie nie jest jednak satysfakcjonujące, zwłaszcza z ekonomicznego punktu widzenia, bo często przewyższa kilkakrotnie koszt instalacji umiejętnie rozmieszczonych pali fundamentowych. Ponadto wpływa ujemnie na konsystencję gleby i może doprowadzić do jej osłabienia, stwarzając tym samym potencjalną możliwość osiadania lub zruszenia nowo budowanej konstrukcji w przyszłości. Zaburzenie istniejącej sieci kanałów wody gruntowej, rozszczelnienie i zruszenie ścian fundamentowych budynków sąsiednich może przełożyć się na powstawanie w nich zarysowań i pęknięć. To tylko niektóre z potencjalnych zagrożeń czyhających na uczestników prac budowlanych.

- wtórne wykorzystanie istniejących fundamentów w celu posadowienia nowo budowanego obiektu;

Powtórne wykorzystanie istniejących struktur fundamentowych należy w budownictwie do rzadkości. Jest jednak ciągle zyskującą na popularności gałęzią **green – designu**. Minimalizuje ona, w procesie realizacji, liczbę wykonywanych wykopów i konieczność budowy nowych elementów posadowienia. Eliminuje też transport wydobytych pozostałości na składowiska odpadów. Proces rekonsupcji możliwy jest tu jednak tylko wówczas, gdy projektant posiada stuprocentową pewność, co do dobrego stanu technicznego fundamentów oraz ich odpowiednio wysokich parametrów nośnych. Całości dopełniać musi sprzyjająca wymaganym założeniom przestrzennym siatka fundamentów istniejących, dająca możliwość posadowienia nań obiektu o nowo zadanym układzie funkcjonalnym. Każdorazowo fazę prac projektowych poprzedza przeprowadzenie szeregu analiz i ekspertyz potwierdzających przydatność konstrukcji istniejącej do wtórnej eksploatacji. Przez wiele dziesięcioleci tradycyjne podejście do testowania sprowadzało się do próbnego obciążania elementów przewidzianych do rekonsupcji. Minusem takiego rozwiązania było jednak potencjalne zagrożenie przeszacowania wytrzymałości, prowadzące niekiedy do uszkodzenia podzespołów jeszcze w trakcie badań i pomiarów. Oszacowanie nośności, bez potrzeby przeprowadzania próbnych testów wytrzymałościowych, stało się faktycznie możliwe wraz z postępem technologicznym, mającym miejsce w XX w. Na dzień dzisiejszy główną barierą ponownego wykorzystania elementów starego posadowienia stanowi konieczność przekonania o trafności takowej decyzji inwestora lub jego konsultantów, ewentualnych sponsorów przedsięwzięcia i ubezpieczyciela. Ze względu na postępujące skażenie środowiska przyrodniczego oraz wyczerpujące się zasoby nieodnawialne, opcja wtórnego wykorzystania fundamentów powinna stopniowo cieszyć się coraz większym zainteresowaniem wśród uczestników procesu inwestycyjnego [149].



#### 4.2.2 WTÓRNE WYKORZYSTANIE FUNDAMENTÓW W PIERWOTNEJ LOKALIZACJI

Przed podjęciem ostatecznej decyzji dotyczącej wtórnego wykorzystania istniejących fundamentów lub ścian oporowych należy:

- oszacować stopień zgodności konstrukcji istniejącej z wymaganiami wynikającymi z rozkładu przestrzennego i funkcji nowo planowanej budowli;
- przeprowadzić ekspertyzę stanu technicznego istniejącej konstrukcji, oszacować jej nośność, wytrzymałość i potencjalną żywotność oraz ewentualnie opracować sposób ich wzmocnienia;
- określić szacunkowy wpływ przebiegu robót na budowie sąsiednie i ich posadowienie;
- uzyskać wstępną akceptację rozwiązania przez wszystkich członków zespołu projektowego (zwłaszcza projektanta w branży konstrukcyjnej), a także zgodę inwestora i ubezpieczyciela.

##### 4.2.2.1 OKREŚLENIE STANU TECHNICZNEGO ORAZ GRANICZNEJ NOŚNOŚCI FUNDAMENTÓW ISTNIEJĄCYCH

Celem oceny stanu technicznego fundamentów budynków oraz gruntów występujących w ich podłożu konieczne jest ustalenie przez projektanta, czy ze względu na zmianę obciążenia i sposobu użytkowania elementów wystąpi potrzeba wzmocnienia fundamentów lub pogłębienia posadowienia oraz wzmocnienia i osuszenia podłoża. Procedura określenia przydatności konstrukcji istniejącej do posadowienia nań nowej budowli powinna przebiegać z uwzględnieniem następujących czynności [25, 4]:

- analizy dostępnych materiałów archiwalnych i historycznych:
  - uzyskanie informacji o poprzednich sposobach zabudowy i wykorzystania terenu przeznaczonego pod inwestycję,
  - określenie planowanej pierwotnie wytrzymałości i żywotności pozostawionych fundamentów (na podstawie opisu do projektu, rysunków technicznych itp.),
  - badania archeologiczne w wypadku inwestycji na obszarach historycznych pod ochroną konserwatorską;
- wstępnej analizy pozostałości po uprzedniej budowlu:
  - jeżeli zachodzi taka możliwość – określenie stopnia zgodności projektu wykonawczego i powykonawczego z faktycznym stanem istniejącym (rozkład przestrzenny, siatka konstrukcyjna, zastosowane materiały, etc.),
  - wykluczenie przeciwwskazań natury technicznej wynikających z miejscowych uszkodzeń fundamentów, ich pęknięć, osiadania, ruchów bocznych itp.;
- precyzyjnej inwentaryzacji i oceny stanu technicznego zachowanych elementów:
  - określenie wymiarów, sposobu konstrukcji i miejsca dokładnej lokalizacji na terenie przewidzianym pod realizację,
  - ocena stanu technicznego (korozja, gnicie, spójność betonu, stopień odstonięcia zbrojenia) poszerzona o przeprowadzenie niezbędnych badań

- laboratoryjnych pobranych próbek materiałowych;
- analizy geotechnicznej gruntu:
    - odwierty geologiczne i badania laboratoryjne pobranego materiału,
    - określenie rodzaju i właściwości gleby, poziomu wód gruntowych, poziomu agresywności chemicznej itp.,
    - opracowanie na podstawie badań terenowych i laboratoryjnych dokumentacji geologiczno – inżynierskiej i opinii geotechnicznej,
    - uzyskanie wymaganej decyzji administracyjnej, zatwierdzającej dokumentację geologiczno – inżynierską;
  - kalkulacji i badań dodatkowych:
    - oszacowanie pierwotnej nośności i dotychczasowego obciążenia fundamentów,
    - określenie przewidywanego obciążenia fundamentów dla potrzeb realizowanej inwestycji,
    - określenie możliwej głębokości osiadania konstrukcji na skutek wtórnego obciążenia elementów posadowienia.

Ocena stanu technicznego i ewentualnej przydatności fundamentów istniejących jest dużo łatwiejsza, w przypadku gdy obiekt został już poddany dekonstrukcji. Fundamenty po odciążeniu wykazują zazwyczaj tendencję do lekkiego ruchu w kierunku powierzchni terenu. Powinno się obserwować możliwie szczegółowo wielkość tego przesunięcia, gdyż badanie to dostarcza dużo informacji o gruncie rodzimym. Usunięcie budowli zmienia napięcia gruntu znajdującego się bezpośrednio pod nim. Może wpłynąć niekorzystnie na stan gleby i jej przepuszczalność wodną [4].

Po wykonaniu stosownych kalkulacji, pomiarów i ekspertyz, jeżeli pozwala na to stan techniczny zachowanych fundamentów, rozpoczyna się faza projektowania uwzględniającego ich rekonsupcję. Dopasowanie siatki konstrukcyjnej nowej budowli do fundamentów istniejących można uzyskać na drodze:

- dobrania takiego rozstawu konstrukcyjnego słupów i ścian, który zbiega się osiowo z podziemną częścią istniejącą;
- zaprojektowania konstrukcji pośredniej, przenoszącej obciążenia, z dodatkowych elementów nośnych na podzespoły ustroju istniejącego;
- powiększenia i wzmocnienia fundamentów istniejących.

Warunkiem koniecznym do spełnienia jest to aby nośność fundamentu i naprężenia w gruncie nie zostały przekroczone, a najlepiej nie wykraczały poza dotychczasowe, szacunkowe obciążenia maksymalne. Przy tworzeniu projektu należy także zwrócić uwagę na zmianę funkcji i sposobu użytkowania nowo budowanego obiektu, gdyż odmienny charakter eksploatacji budowli może znacząco wpłynąć na pracę wtórnie użytych podzespołów. Trzeba mieć również na uwadze możliwość pogorszenia się stanu technicznego elementów nośnych w stosunku do ich parametrów pierwotnych oraz potencjalną zmianę warunków geologicznych gruntu (osiadanie lub ruch gruntu, zmiana poziomu wody gruntowej, etc.).

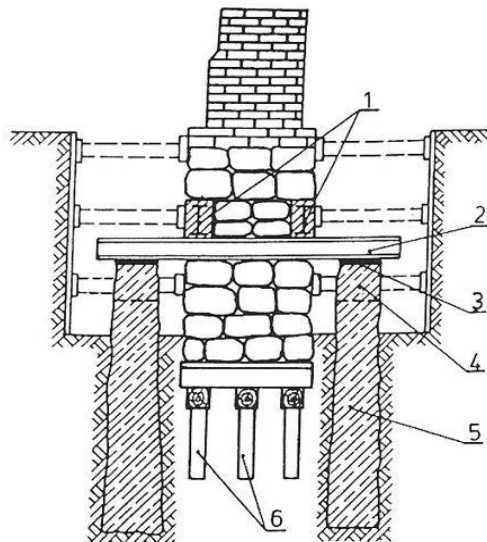
#### 4.2.2.2 WZMACNIANIE FUNDAMENTÓW

Kosztownej konserwacji i naprawy uszkodzonych fundamentów można w wielu przypadkach uniknąć, gdyż znaczna ilość defektów podzespołów ustroju nośnego powstaje zazwyczaj w fazie rozbiórki części nadziemnej obiektów budowlanych.

W celu wyeliminowania zagrożenia wystąpienia uszkodzeń mechanicznych dobrze zachowanych elementów budowlanych, należy w fazie prowadzenia robót utrzymywać bezpieczny dystans pomiędzy częścią budynku przewidzianą do wtórnej eksploatacji, a miejscem pracy ciężkiego sprzętu budowlanego. Fundamenty odsłonięte w trakcie prac ziemnych powinny zostać możliwie szybko podparte i zabezpieczone przed ewentualnym przesunięciem.

- 1- belki wzmacniające, 2- belki poprzeczne, 3- beton uszczelniający,  
4- głowica pala, 5- pale, 6- stare nadgnite pale drewniane

**Rys. 27.** Przykład wzmocnienia fundamentu w wyniku oparcia na palach [274].



W obecnych czasach istnieje wiele technologii pozwalających na wzmocnienie i podnoszenie nośności podziemnych fragmentów budowli. Odpowiednio wyselekcjonowane metody mogą znaleźć zastosowanie zarówno przy wydłużeniu cyklu życiowego całego obiektu, jak i podczas wtórnego użycia podzespołów jego posadowienia. Do najbardziej rozpowszechnionych zabiegów zaliczyć można zwiększenie powierzchni fundamentu, obniżenie poziomu jego posadowienia lub wykonanie dodatkowych elementów konstrukcyjnych (np. pali) pozwalających na przejęcie części lub całości obciążeń. Konieczność wzmocnienia lub przebudowy fundamentów wynikać może z:

- nadbudowy obiektu istniejącego lub zmiany sposobu jego użytkowania,
- ponadnormatywnego i nierównomiernego osiadania obiektu,
- naruszenia struktury gruntu w związku z nieostrożnym prowadzeniem robót, (np. rozluźnienie lub uplastycznienie podłoża w następstwie nadmiernego nawodnienia będącego efektem prac wodno – kanalizacyjnych),
- trwałej zmiany warunków gruntowo – wodnych (regulacja poziomu rzek),
- głębokiego posadowienia nowej budowli w bezpośrednim sąsiedztwie budynku istniejącego,
- korozji materiałów budowlanych,
- nadmiernych drgań i wstrząsów wywołanych ruchem pojazdów i maszyn budowlanych,
- oraz omawianego w niniejszym rozdziale wtórnego wykorzystania fundamentów.

Ze względu na rozległość zagadnienia w tabelach przedstawiono klasyfikację podstawowych metod wzmocniania przykładowych typów fundamentów.

Stan konstrukcji fundamentu lub podłoża gruntowego	Metoda wzmocnienia fundamentu	Sposób realizacji	Środki zapobiegawcze			
			Zwiększenie obciążenia na fundament	Wykop pod stopą	Ubijanie podłoża gruntowego	Zależność od rodzaju gruntu
1	2	3	4	5	6	7
Fundament ceglany uszkodzony przede wszystkim od strony zewnętrznej	wzmocnienie bez powiększenia powierzchni podstawy	przemurowanie odcinkami; torkretowanie; wykonanie obejm żelbetowych	nie występuje	nie wymaga	nie wymaga	nie zależy
Fundament ceglany uszkodzony na całej grubości		cementyzacja				
Fundament ceglany w dobrym stanie lub wzmocniony wcześniej zastrzykami (cementyzacja)	zwiększenie powierzchni fundamentu - poszerzenie ław	połączenie nowych elementów betonowych, żelbetowych lub prefabrykowanych żelbetowych z istniejącymi fundamentami za pomocą zbrojenia	występuje	niezbędne częściowe odkopanie fundamentu	wymaga wstępnego zagęszczenia pod dodanymi elementami	przy gruntach niepozwalających na wykonanie pali i studzien opuszczanych
Mur w dobrym stanie - konieczność dodatkowego podpiwniczenia	pogłębienie fundamentów	podmurowanie nowego fundamentu oddzielnymi odcinkami z równoczesnym powiększeniem powierzchni podstawy i wstępnym obciążeniem odcinków muru w trakcie podmurowania nowych		niezbędne	niezbędne	przy słabych gruntach podłoża i głębokim zaleganiu wytrzymałych gruntów (w gruntach suchych i mało wilgotnych)
		jw., lecz bez zwiększania powierzchni podstawy fundamentu		nie występuje		
Wytrzymały grunt występuje na znacznej głębokości poniżej stopy istniejącego fundamentu	przekazanie obciążeń na niżej położone warstwy gruntu	wprowadzenie pali wierconych, prefabrykowanych pali typu Mega, pali wierconoiniektowanych	pale typu Mega wymagają wykopu pod stopą fundamentową; wiercone i wierconoiniektowane - nie wymagają	nie wymaga	przy słabych gruntach i wysokim poziomie wód gruntowych	

**Tab. 12.** Klasyfikacja podstawowych metod wzmocnienia fundamentów bezpośrednich w budownictwie mieszkaniowym [202].

Stan zaawansowani a robót budowlanych	Przyczyny wzmocnienia	Sposoby wzmocnienia zależnie od fazy realizacji robót palowych		
		Pale zabite częściowo lub całkowicie; brak fundamentu	Pale zabite całkowicie; fundament wykonany	Stan zerowy wykonany; budynek zrealizowany częściowo lub całkowicie
1	2	3	4	5
Stan zerowy budynku płytowego o ścianach poprzecznych nośnych	pale niedobite do warstwy nośnej - rozbite głowice	zabicie dodatkowych pali	zabicie dodatkowych pali; poszerzenie fundamentu	zależnie od liczby niedobitych pali z rozbitymi głowicami możliwe poszerzenie fundamentu w celu przekazania obciążeń bezpośrednio na grunt (przy odpowiednio wytrzymałych górnych warstwach gruntu)
Stan zerowy budynku murowanego z podłużnymi ścianami nośnymi (pale w jeden rząd lub dwa rzędy)	pale zabite wg projektu; nośność niedostateczna (ostrza nie sięgają warstwy nośnej)	zabicie pali dodatkowych lub dobicie pali zagłębionych do warstwy nośnej	jw.	przy już gotowych fundamentach na palach możliwe wykonanie dodatkowego fundamentu na rzędnej posadzki i oparcie go na gruncie, którego nośność jest wystarczająca; po wykonaniu stanu zerowego konieczne dodanie silniejszych wieńców żelbetowych na wysokości poszczególnych stropów; w obu przypadkach należy obserwować osiadania
Budynek ramowy (pale grupowe)	grupowe przesunięcie pali w stosunku do projektu (przesunięcie przekracza wartości dopuszczalne)	zabicie pali dodatkowych lub połączenie fundamentu z konstrukcjami przyległymi (dla uniknięcia momentów powodowanych przesunięciem pali)		po wykonaniu stanu zerowego - wykonanie wzmocnionych wieńców żelbetowych na wysokości poszczególnych stropów (należy obserwować osiadanie fundamentu)
Fundament palowy	wysadziny pali i fundamentu (niezabezpieczenie na zimę przed przemarzaniem)	dobicie pali do projektowanego wpędu (likwidacja "luzu" między gruntem a ostrzem pali)	dociążenie fundamentu palowego w celu usunięcia "luzu" pod ostrzem pali	po wykonaniu stanu zerowego - na wysokości stropów wykonanie wzmocnionego wieńca żelbetowego; niezależnie od stopnia wzniesienia budynku należy obserwować osiadanie i określić potrzebę wzmocnienia
Budynek zdeformowany (odkształcony)	zagłębienie dolnych końców pali w ility, torfy, gliny piaszczyste o konsystencji płynnej, szlamy gnilne itp.	wprowadzenie stalowych pali rurowych lub żelbetowych prefabrykowanych odcinkowych (np. typu Mega) za pomocą dźwigników hydraulicznych, wykonane mury i fundamenty wykorzystuje się jako podpory dźwigników; ciężar murów i stropów dających oparcie dźwignikom należy uwzględnić ze współczynnikiem 0,9		
Uwagi:				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rysy poziome w palach mogą zanikać w czasie ich pograżania. Jeśli rys poziomych jest wiele i na równych wysokościach, to takich pali nie można zastosować.</li> <li>2. Jeżeli rysy pionowe występują w górnej części pala, to pale nadają się do wzmocnienia obejmą żelbetową.</li> <li>3. Pale z głowicą uszkodzoną w pierwszej fazie wbijania, przy ich niewielkiej liczbie, mogą być wzmocnione żelbetowymi obejmami; jeżeli uszkodzenie nastąpiło z powodu zbyt małej wytrzymałości betonu, to pale nie nadają się do użycia.</li> <li>4. We wszystkich przypadkach, gdy głowice uległy uszkodzeniu, a dolne końce pali zagłębły się w słabych gruntach (nad warstwą nośną), konieczne jest zabicie dodatkowych pali.</li> </ol>				

**Tab. 13.** Sposoby wzmocniania fundamentów posadowionych na palach [273].

#### 4.2.2.3 ŁAWY, STOPY I PŁYTY FUNDAMENTOWE

Zarówno ławy, stopy jak i płyty fundamentowe nadają się do wtórnego użycia w miejscu ich istniejącej lokalizacji, pod warunkiem, że znajdują się w odpowiednio dobrym stanie technicznym. Siły nań działające nie powinny obciążać danych

elementów nośnych bardziej, niż to miało miejsce w obiekcie pierwotnym. Przydatność fundamentów do wtórnego użycia musi zostać potwierdzona przez uprawnionego inżyniera budowlanego i podparta wykonaniem wspomnianych powyżej analiz i ekspertyz.

Jedną z najczęściej spotykanych przyczyn dyskwalifikujących opcję wtórnego wykorzystania fundamentów nie jest ich zły stan techniczny, lecz niesprzyjające warunki gruntowe. Wszystkie fundamenty po wybudowaniu na nich przegród pionowych osiadają, w reakcji na wzrastające obciążenie i wynikające zeń ścisnienie gleby. Ruch fundamentów może także następować na skutek zmiany poziomu wody gruntowej lub przyrostu korzeni znajdujących się w pobliżu drzew. Już w następstwie niewielkiego przemieszczenia mogą pojawić się, niebezpieczne dla bezpieczeństwa użytkowania obiektu, rysy i pęknięcia w niektórych częściach budynku, takich jak: ściany murowane, szkło, czy beton. Teoretycznie istnieje możliwość powtórnego wykorzystania fundamentów nieznacznie przemieszczonych, pod warunkiem przeprowadzenia procesu ich wzmocnienia lub uzupełnienia konstrukcji o dodatkowe podzespoły nośne. Wiele szczegółowych informacji na ten temat znaleźć można w literaturze dotyczącej konserwacji budowli.

#### 4.2.2.4 PALE FUNDAMENTOWE

Proces rekonstrukcji pali fundamentowych, zwłaszcza na terenach zlokalizowanych w centrach dużych miast, w przeważającej mierze zdeterminowany jest przez jeden z dwóch następujących czynników [33, 149]:

- pogrążone pale fundamentowe znajdują się w dobrym stanie technicznym, a proces ich rekonstrukcji nie wymaga dużego nakładu finansowego,
- teren przewidziany pod inwestycję jest tak mocno zanieczyszczony pozostałościami po poprzednich budowlach, że nie ma wystarczająco dużo miejsca na wybudowanie nowego fundamentu.

W trakcie implementacji idei rekonstrukcji, w odniesieniu do elementów posadowienia budowli, projektant może natrafić na placu budowy na pale wykonane w jednej z trzech następujących technologii: drewniane, żelbetowe oraz stalowe. Pale drewniane były w powszechnym użyciu do połowy XIX w. W chwili obecnej podpierają one głównie obiekty zabytkowe. Długowieczność budowli posadowionych w ten sposób świadczy o dobrych parametrach konstrukcyjnych omawianego rozwiązania. Aby uniemożliwić proces gnicia materiału, pale przechodziły stosowną impregnację. Następnie wbudowywano je w taki sposób, aby w całości znajdowały się poniżej poziomu lustra wody gruntowej. Brak dostępu tlenu wykluczał zachodzenie procesów gnilnych w drewnie, a co za tym idzie, wpływał w korzystny sposób na żywotność konstrukcji [4]. Pomimo tego, że technologia pali drewnianych znana jest od stuleci, znajduje ona wciąż sporadyczne zastosowanie przy wznoszeniu obiektów budowlanych. W chwili obecnej prefabrykaty drewniane do zastosowań trwałych są zabezpieczane ciśnieniowo odpowiednimi środkami impregnującymi, dopuszczonymi do stosowania w budownictwie. Rodzaj zabezpieczenia dobiera się dla fundamentu w konkretnej lokalizacji, biorąc pod uwagę takie czynniki jak parametry gruntu oraz wody (słona lub słodka). Firmy specjalizujące się w wykorzystywaniu pali drewnianych do ich najistotniejszych zalet zaliczają min.: niski koszt materiału, trwałość (zakładana powyżej 100 lat w konstrukcjach z oczepek żelbetowym), naturalną zbieżność trzonu zwiększającą tarcie na pobocznicy, możliwość pogrążania w niewielkich odstępach, odporność na działanie chlorków, odporność na działanie prądów błędzących, brak

wymogu ochrony antykorozyjnej, łatwość transportu, możliwość szybkiego skracania elementów oraz – co najważniejsze – wskazują, że jest to technologia przyjazna dla środowiska, której wykonanie opiera się o zasoby odnawialne [197].

Pomimo wielu atutów przedstawionej powyżej technologii, w chwili obecnej najczęściej stosowanym materiałem do wykonywania pali fundamentowych jest żelbet. Wytwarza się z niego różnego rodzaju konstrukcje zarówno prefabrykowane jak i wykonywane bezpośrednio na placu budowy. Większość pali wbudowanych w drugiej połowie XX w. została wyprodukowana właśnie jako ustroje betonowe. Oszacowanie spodziewanej wytrzymałości i trwałości poszczególnych elementów w kolejnym cyklu życia, sprowadza się do pobrania próbki materiału z wybranych pali. Pozwala to na ustalenie petrografii i składu chemicznego betonu oraz określenie stopnia agresji chemicznej gruntu [34]. Stosunkowo dużą popularnością w budownictwie cieszą się również pale stalowe. W przeciwieństwie do żelbetu stal jest jednak dużo bardziej podatna na korozję, do której powstawania przyczynia się w głównej mierze obecność wody gruntowej oraz niektóre formy skażenia gruntu. Określenie stanu technicznego pali stalowych sprowadza się do oceny wizualnej odsłoniętych ich fragmentów oraz analizy chemicznej składu gleby i wody gruntowej.

Bez względu na rodzaj wykorzystanego budulca nośność pali można również określić bezpośrednio na placu budowy. Procedura ta jest podobna do tej, która towarzyszy elementom nowym w trakcie tworzenia dokumentacji powykonawczej. Badania statyczne i dynamiczne są w tej chwili dwoma podstawowymi metodami pomiaru nośności pali [135]. Przed przystąpieniem do wtórnego użycia pali fundamentowych, należy dodatkowo ocenić także zachowanie pojedynczych elementów posadowienia na ich naprzemienne obciążanie oraz oszacować wpływ takowej czynności na zabudowę sąsiednią i najbliższe otoczenie placu budowy.

#### 4.2.2.5 ŚCIANY OPOROWE I SYSTEMY STABILIZACJI NASYPÓW

W budownictwie stosowanych jest obecnie wiele różnych systemów stabilizacji mas ziemnych. Większość ścian oporowych nadaje się do wtórnego użycia, zwłaszcza w miejscu ich pierwotnej lokalizacji. Wymaga to jednak, podobnie jak w przypadku konstrukcji fundamentowych, wykonania stosownych pomiarów i analiz mających na celu ocenę ich stanu technicznego oraz określenie parametrów wytrzymałościowych. W trakcie wtórnego użycia konstrukcja nie powinna zostać obciążona bardziej, niż miało to miejsce podczas pierwotnej eksploatacji (niebezpieczeństwo pęknięcia, przzerwania muru). Żelbetowe ściany oporowe mogą być zbudowane z prefabrykatów lub wykonywane bezpośrednio na budowie, na mokro. Zasadniczo wyróżnia się następujące ich typy: masywne, wbijane, kotwione oraz ściany z odsadzką, budowane zazwyczaj z gotowych, modularnych prefabrykatów typu "L" lub "T". W przypadku wszystkich wyżej wymienionych typów ścian ich funkcja sprowadza się do zabezpieczenia pewnej masy ziemi przed osunięciem. Aby trafnie dobrać i zaprojektować rodzaj wzmocnienia, lub sprawdzić jego potencjał dla wtórnego użycia w konkretnej lokalizacji, projektant powinien zlecić wykonanie badań podłoża wraz z określeniem poziomu wody gruntowej. W przeważającej liczbie przypadków zachodzi konieczność wykonania drenażu wzdłuż ściany, w warstwie podtrzymywanej ziemi, oraz przelewów awaryjnych w konstrukcji muru, zapewniających odpowiedni stopień odprowadzenia wody i stabilność całości konstrukcji w trakcie intensywnych opadów deszczu.



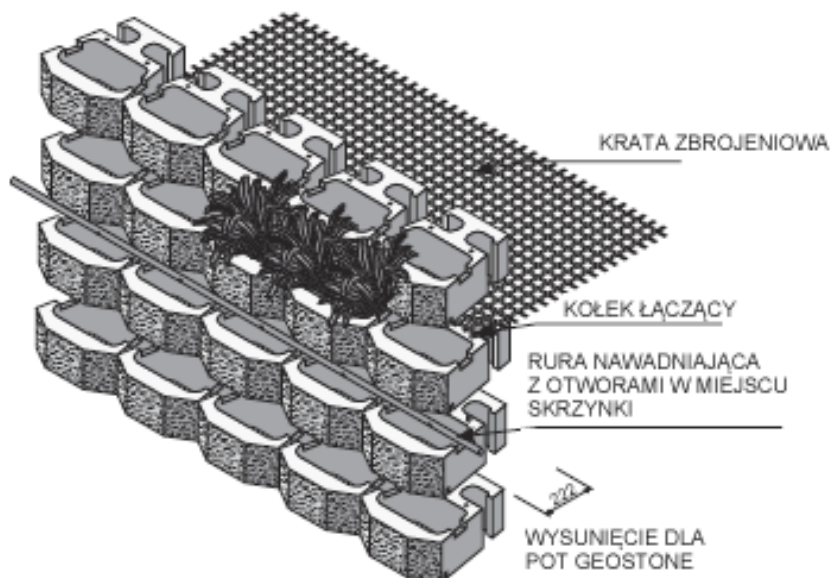
Fot. 47. Elementy prefabrykowanej ściany żelbetowej typu "L" [250].

Systemy prefabrykowane zyskują na popularności głównie dlatego, że można montować je na sucho, niezależnie od pory roku i warunków atmosferycznych. Podczas wykonywania robót na placu budowy dopuszcza się stosowanie lekkiego sprzętu budowlanego, a cena inwestycji jest zazwyczaj o ok. 20% niższa niż w przypadku tradycyjnych rozwiązań monolitycznych. Przykładem systemów dobrze spełniających powyższe wymagania jest większość wieloelementowych, ażurowych, prefabrykowanych murów, tworzona w układzie tarasowym (ang. *crib wall*). Niezależnie od rodzaju i kształtu zastosowanego prefabrykatu, ściana zbudowana jest z poukładanych na sobie warstwowo elementów, wypełnionych luźnym materiałem. Systemy ścian tarasowych wykorzystywane są do wznoszenia pochylonych, ukośnych murów oporowych.



Fot. 48 – 49. Ściana oporowa typu *crib wall* [208].





**Rys. 28.** Tarasowa ściana oporowa w systemie *Geostone- POT* i *SHELF* [236].

Wtedy gdy zachodzi możliwość wtórnego wykorzystania podzespołów wieloelementowej ściany oporowej, bądź wydłużenia cyklu życiowego konstrukcji istniejącej, należy:

- upewnić się, że poszczególne podzespoły systemu nie są popękane i znajdują się w odpowiednio dobrym stanie technicznym,
- określić wielkość ewentualnych ubytków niezbędnych do uzupełnienia,
- sprawdzić wszystkie łączniki systemu,
- ocenić czy nie nastąpiły zmiany obciążenia ściany w stosunku do założeń projektu pierwotnego.

Kolejny system umocnień skarp i nasypów, stosowanych także do budowy ścian oporowych, a nawet sporadycznie okładzin elewacyjnych i ogrodzeń, stanowią gabiony. Są to prostopadłościennne kosze z siatki stalowej wypełnione ciasno ułożonym materiałem o odpowiedniej frakcji bądź wymiarach. Jako wypełniacze stosuje się gruz, kostkę betonową, kamienie bądź inny dostępny materiał o odpowiednim ciężarze, wytrzymałości i walorach estetycznych. Wykorzystanie omawianej konstrukcji do wznoszenia ścian oporowych bazuje przede wszystkim na dużej masie poszczególnych modułów systemu. Gabiony posiadają stosunkowo duży potencjał dla rekonsupcji. Wtórne użycie całych elementów systemu zależy tu przede wszystkim od stanu technicznego stalowej siatki tworzącej kosz. Trzeba mieć na uwadze fakt, że korozja drutu następuje tu najczęściej od tylnej strony muru, co jest trudne do zdiagnozowania w trakcie przeprowadzania pobieżnych oględzin wzrokowych, wstępnie klasyfikujących produkt do wtórnego użycia. Mankamentem omawianego systemu jest fakt, że w momencie zastosowania zbyt dużej frakcji materiału wypełniającego lub jego niestarannego ułożenia, kosz może stać się siedliskiem dla gryzoni. Sytuacja taka może mieć miejsce zwłaszcza wtedy, kiedy system wykorzystywany jest do wzmacniania nabrzeży.



**Fot. 50.** Okładzina elewacyjna z gabionów. Willa w Izabelinie Północnym koło Warszawy autorstwa *Biura Architektonicznego Barycz i Saramowicz* [122].

Wśród rozwiązań inżynierskich, stosowanych do stabilizacji skarp i nasypów wykonanych pod odpowiednim kątem, tj. bez potrzeby stosowania ścian oporowych, wyróżnić można typowe aplikacje stabilizujące – wzmacniające (poprawa spójności gruntu, wytrzymałości na działanie sił ścinających etc). Do najczęściej stosowanych zabiegów należą tu min.:

- ubijanie poprzez wibrację,
- kotwienie skarp ziemnych,
- wstrzykiwanie pod ciśnieniem cementu lub odpowiednio spreparowanych mieszanek chemicznych w głąb gruntu,
- zbrojenie skarp za pomocą siatek stalowych lub geotekstyliów polimerowych (gł. polipropylenowych).

Teoretycznie rzecz biorąc, dopuszczalne jest wydłużenie cyklu życiowego tak wzmocnionej skarpy w trakcie zmiany sposobu zagospodarowania terenu. W praktyce, działanie takie ma jednak rację bytu tylko wówczas, kiedy struktura nasypu nie została naruszona podczas pierwotnej eksploatacji. Możliwość wykorzystania uformowanej, wzmocnionej np. poprzez nakłuwanie i kotwienie skarpy, może zostać oszacowana na drodze:

- analizy archiwalnych rysunków powykonawczych i określenia, na podstawie dostępnej dokumentacji technicznej, oryginalnie zaprojektowanej nośności masywu ziemnego,
- rozpoznania jakości i typu wykonanego wzmocnienia oraz spójności miejsc kotwienia, popartego ogólną oceną stanu technicznego skarpy i żywotnością zastosowanych rozwiązań,
- ewentualnie zwiększenia ilości wzmocnień w celu zapewnienia odpowiednio dużego marginesu bezpieczeństwa.

Kotwy gruntowe projektowane są zazwyczaj na przenoszenie konkretnych obciążeń. Analiza oryginalnych obliczeń może w znaczny sposób usprawnić określenie przydatności badanej konstrukcji na cele rekonsypcji, pod warunkiem poprawnego wykonania wzmocnień w trakcie pierwotnej realizacji. Wtórne użycie nasypu bądź jego podzespołów powinno zapewniać nieco większy margines bezpieczeństwa, niż ma to miejsce w trakcie projektowania z nowych materiałów.

#### 4.2.3 WTÓRNE WYKORZYSTANIE FUNDAMENTÓW W NOWEJ LOKALIZACJI

Ze względu na przebieg fazy projektowania fundamentów i systemów służących do stabilizacji gruntu, większość z nich nie nadaje się do wtórnego użycia w nowej lokalizacji, nawet po przeprowadzeniu starannego procesu demontażu i odzysku. Głównym powodem jest to, że konstrukcje takie w przeważającej mierze wymiarowane są pod ściśle określone, lokalne uwarunkowania gruntowe oraz pod obciążenia pochodzące od konkretnej budowli. Dodatkowym utrudnieniem jest fakt, iż podziemne części budowli są trudne do usunięcia, co wpływa na znaczny wzrost prawdopodobieństwa ich uszkodzenia w trakcie prowadzenia prac rozbiórkowych.

##### 4.2.3.1 PALE FUNDAMENTOWE

Procedura usuwania i rekonsypcji istniejących pali fundamentowych należy do rzadkości i praktycznie nie znajduje zastosowania w trakcie prowadzenia robót budowlanych. Działania takie mają miejsce jedynie sporadycznie i zazwyczaj na małą skalę. Warunkiem determinującym możliwość wtórnej aplikacji pali jest odpowiednio dobry stan techniczny poszczególnych elementów, będący gwarantem trwałości i żywotności konstrukcji podczas wtórnej jej eksploatacji. Ponowne użycie w nowej lokalizacji, może być rozważane praktycznie jedynie w odniesieniu do elementów stalowych. Trzeba mieć również na uwadze to, że usunięcie pali istniejących na terenie przewidzianym pod kolejną inwestycję, może znacznie wpłynąć na pogorszenie się warunków gruntowych. Jako ciekawostkę techniczną można potraktować fakt, iż brytyjska firma *Greenpiling*<sup>35</sup> wprowadziła na rynek budowlany innowacyjny produkt w postaci pali z recyklingu. Pozyskuje ona wyeksploatowane rurociągi (zwłaszcza w sektorze wydobywczym i rafineryjnym) i przy niewielkiej liczbie modyfikacji produkuje z nich elementy rurowe, znajdujące zastosowanie przy fundamentowaniu w kolejnej fazie swojego cyklu życiowego. Specjalnie przeszkoleni pracownicy dokonują oględzin rurociągów pochodzących z odzysku i ich niezbędnej konserwacji, co procentuje możliwością wystawienia gwarancji równorzędnej wyrobowi nowemu, stworzonemu stricte na potrzeby przemysłu budowlanego. Wykorzystanie materiału z odzysku pozwala na znaczne obniżenie kosztów związanych z wytworzeniem pali, redukuje zapotrzebowanie na materiały i surowce, takie jak cement czy kruszywo. Prezentowana technologia prowadzi także do znacznych oszczędności w trakcie transportu elementów, dając możliwość przewiezienia na jednym samochodzie około 360 mb podzespołów (ilość ta zależna jest od średnicy rur). Jak zapewnia producent, koszt wykonania posadowienia w omawianej technologii jest ok 35% mniejszy niż w przypadku zastosowania tradycyjnych metod montażu prefabrykowanych elementów żelbetowych [228]. Do innych atutów prezentowanego rozwiązania należy szybkość przycinania zbyt długich elementów oraz możliwość przystąpienia do robót w bardzo krótkim czasie. Firma *Greenpiling* prowadzi swoją działalność także

---

<sup>35</sup> W wolnym tłumaczeniu *pale zielone – ekologiczne*.

w Polsce, a przedstawiona technologia pograżania *rur starożytecznych*<sup>36</sup> została wykorzystana min. przy budowie autostrady A4, na odcinku Wieliczka – Brzesko [50].

Pewien potencjał dla rekonsupcji posiadają również stalowe pale wkręcane. Po usunięciu górnych kondygnacji budynku, mogą one w prosty sposób zostać wydobyte z ziemi, pozostawiając grunt w niemal nienaruszonym stanie. Elementy zostają następnie poddane oględzinom technicznym oraz w razie potrzeby niezbędnej konserwacji, po czym mogą trafić do ponownej eksploatacji.



Fot. 51. Wbijanie pali z *rur starożytecznych* na budowie autostrady A4 [229].

#### 4.2.3.2 ŚCIANY OPOROWE I SYSTEMY STABILIZACJI GRUNTU

Jednym z najczęściej stosowanych w budownictwie produktów, które służą do wzmacniania i uszczelniania wykopów, jest ścianka Larsena. Jest ona budowana z konkretnego rodzaju brusa, opartego na profilu stalowym typu Larsena. Po zainstalowaniu (wbiciu w ziemię przy pomocy kafara) tworzy wodoszczelną przegrodę przypominającą kształtem przeskalowany arkusz blachy trapezowej. Często używa się jej do tymczasowego wzmacniania wykopów. Po okresie eksploatacji może zostać usunięta przy pomocy ciężkiego sprzętu. Duża odporność konstrukcji na urazy mechaniczne pozwala na odzysk i wielokrotne stosowanie wszystkich podzespołów omawianego systemu aż do momentu, kiedy wbijanie i usuwanie elementów składowych doprowadzi do wyraźnego pogorszenia się ich stanu technicznego. Jedynym warunkiem uniemożliwiającym powtórne użycie brusów jest zabetonowanie ścianki.

Do wtórnego użycia w nowej lokalizacji nadają się również gabiony. Czynnikiem decydującym o ich przydatności jest przede wszystkim odpowiednio dobry stan techniczny siatki stalowej. W przypadku jej zniszczenia istnieje jednak możliwość

<sup>36</sup> Określenie producenta.

wtórnego wykorzystania materiału wypełniającego. Także niektóre tarasowe ściany oporowe z prefabrykatów żelbetowych lub z drewna oraz systemy do stabilizacji nasypów, takie jak np. geo – krata betonowa, zakwalifikować można do grupy produktów możliwych do odzysku i wtórnej aplikacji. W tym wypadku proces rekonsypcji sprowadza się do starannej rozbiórki, transportu i ponownej instalacji w miejscu docelowym. Przed przystąpieniem do ponownego użycia należy upewnić się, że poszczególne podzespoły systemu nie są płamane lub poważnie uszkodzone.

#### 4.2.4 MATERIAŁY Z RECYKLINGU

Zastosowanie produktów z recyklingu do budowy fundamentów i systemów stabilizacji gruntu należy ciągle jeszcze do rzadkości. Wynika to głównie z faktu, że elementy te eksploatowane są zazwyczaj w środowisku zewnętrznym, charakteryzującym się podwyższoną korozyjnością materiałów. Dodatkowo z racji pełnionej funkcji konstrukcyjnej, muszą spełniać one najwyższe wymagania techniczne i jakościowe.

##### 4.2.4.1 FUNDAMENTY

Jedyną możliwością zastosowania do budowy nowych fundamentów elementów z recyklingu, jest zastąpienie części standardowo stosowanego kruszywa odpowiednio dobranym materiałem po przetworzeniu, np. kruszonego betonu. Kruszywa z recyklingu coraz chętniej stosowane są także jako podbudowy, zwłaszcza przy wykonywaniu elementów zagospodarowania terenu lub posadzek na gruncie.

##### 4.2.4.2 ŚCIANY OPOROWE I SYSTEMY STABILIZACJI NASYPÓW

Modularne, żelbetowe produkty stabilizacji gruntu mogą także zostać wykonane przy procentowym udziale materiałów odpadowych. Najczęściej stosowanym składnikiem z recyklingu jest w tym wypadku kruszony beton, który dodany w odpowiednich proporcjach może zastąpić część standardowo stosowanego kruszywa.

Potencjał dla recyklingu posiadają również gabiony, które przy nieco obniżonych wymaganiach estetycznych, mogą być napełniane np. gruzem pochodzącym z rozbiórki (**downcycling**). Do wznoszenia niskich ścian oporowych sporadycznie wykorzystuje się natomiast zużyte opony samochodowe. Po wypełnieniu ich kruszywem, lub gruntem rodzimym, mogą stanowić one formę muru oporowego, umożliwiającego stabilizację niewielkich nasypów ziemnych. Zastosowanie takiego rozwiązania sprawdza się dobrze np. na terenach o zwiększonej aktywności sejsmicznej. Na uwagę zasługuje również fakt, iż wiele z produkowanych obecnie geotekstyliów wykonywana jest przy sporym, procentowym udziale polimerów po recyklingu.

#### 4.3 ELEMENTY KONSTRUKCJI NOŚNEJ BUDYNKÓW

Materiały wykorzystywane w budownictwie, ze względu na parametry wytrzymałościowe, zasadniczo można podzielić na dwie grupy. Pierwszą z nich stanowią elementy przeznaczone do zastosowania dla celów konstrukcyjnych. Druga grupa to wyroby nie przystosowane do przenoszenia strategicznych obciążeń, z konstrukcyjnego punktu widzenia. Elementy nośne obiektów budowlanych najczęściej wykonywane są z:

- odpowiednich stopów metali żelaznych (w chwili obecnej głównie stal, wcześniej żeliwo),
- betonu i żelbetu (układy monolityczne i prefabrykowane),
- drewna,
- bądź jako murowane (kamień, cegła, pustaki ceramiczne i keramzytowe, bloczki betonowe, etc.).

Wtórne zastosowanie elementów konstrukcyjnych przy wznoszeniu budowli może przybrać postać:

- adaptacji architektonicznej obiektów istniejących, uwzględniającej w większości przypadków także proces modernizacji budowli, wynikający z konieczności spełniania coraz to bardziej rygorystycznych wymogów legislacyjnych – obiekty poddawane adaptacji zazwyczaj zachowują oryginalny ustrój konstrukcyjny,
- przeniesienia budowli z uwzględnieniem lub pominięciem etapu jej dekonstrukcji – jest to skrajna forma adaptacji architektonicznej, sprowadzająca się w zależności do potrzeb, od nieznacznego przemieszczenia, po nawet długodystansowy transport obiektu istniejącego, zakończony posadowieniem na nowym fundamencie,
- różnorodnych form działalności konserwatorskiej (restauracja, reintegracja, integracja, odbudowa, restytucja),
- wykorzystywania materiałów rozbiórkowych do wznoszenia nowych budowli,
- zastosowania elementów konstrukcyjnych wytworzonych na drodze recyklingu odpadów.

#### 4.3.1 EKSPERTYZA TECHNICZNA

Wiele podzespołów konstrukcji nośnych po okresie pierwotnej eksploatacji znajduje się wciąż w dobrym stanie technicznym, a tym samym posiada duży potencjał dla rekonstrukcji. Możliwość ponownego wykorzystania całej istniejącej struktury, bądź jej poszczególnych elementów, zostaje zazwyczaj określona poprzez dokonanie oględzin i oceny stanu technicznego, uzupełnionych o szczegółową inwentaryzację obiektu. W miarę potrzeb zleca się również sporządzenie ekspertyzy technicznej<sup>37</sup>. Do określenia rzeczywistego stanu materiałowo – konstrukcyjnego niezbędna jest specjalistyczna wiedza teoretyczna i ugruntowana praktyka zawodowa, w zakresie związanym z zachowywaniem się materiałów, elementów i układów konstrukcyjnych w czasie i w stanach poza eksploatacyjnych, krytycznych, pokrytych lub ekstremalnych. Poza umiejętnościami technicznymi istotną rolę odgrywają zdolności intuicyjne, a także predyspozycje psychotechniczne eksperta (krytycyzm, obiektywizm, samokontrola, bezstronność, itp.) [88]. Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami, ekspertyza techniczna może być wykonana zarówno przez osobę posiadającą uprawnienia budowlane w odpowiedniej specjalności, jak i przez rzeczoznawcę budowlanego [131]. Wnioski z opracowania stanowią rzetelną podstawę do ustalenia dalszego sposobu postępowania z obiektem lub konstrukcją budowlaną.

<sup>37</sup> Zgodnie z §206, ust. 2 *Warunków Technicznych* rozbudowa, nadbudowa, przebudowa oraz zmiana przeznaczenia budynku powinny być poprzedzone ekspertyzą techniczną stanu konstrukcji i elementów budynku.

Procedura określenia stanu technicznego budowli powinna obejmować swym zakresem min.:

- analizę dostępnych materiałów historycznych i archiwalnych z okresu projektowania i realizacji inwestycji;
- dokładną inwentaryzację obiektu:
  - pomiary kształtu i wymiarów poszczególnych elementów nośnych,
  - określenie zastosowanych materiałów i klasy ich wytrzymałości,
  - rozpoznanie układu konstrukcyjnego,
  - lokalizację i identyfikację rodzaju defektów i ubytków,
  - określenie stopnia zgodności stanu istniejącego z oryginalną dokumentacją,
  - oszacowanie pierwotnej nośności zastosowanych podzespołów,
  - ewentualne odkrywki fundamentów oraz sporządzenie analizy geologicznej gruntu;
- oszacowanie przydatności konstrukcji istniejącej do nowo planowanej funkcji obiektu:
  - określenie właściwości, jakości i stanu technicznego materiałów z których zostały wykonane elementy konstrukcyjne, w razie potrzeby poparte przeprowadzeniem odpowiednich badań laboratoryjnych i obliczeń statycznych,
  - określenie obciążeń pierwotnie działających na konstrukcję, np.: ciężar własny, parcie wiatru,
  - określenie wpływu planowanych modyfikacji lub ewentualnej zmiany sposobu użytkowania na pracę konstrukcji istniejącej, np.: wyższe obciążenie użytkowe, narażenie poszczególnych elementów konstrukcji poprzez ich odsłonięcie na działanie niesprzyjających czynników takich jak wysoka temperatura, zmienne warunki atmosferyczne, etc.;
- opracowanie wytycznych do wzmocnienia bądź konserwacji konstrukcji istniejącej.

Etap badań zwięźzony powinien być analizą wyników ekspertyzy, oszacowaniem potencjalnych możliwości oraz kosztu związanego z wtórnym wykorzystaniem poszczególnych podzespołów lub całej konstrukcji nośnej budynku.

#### 4.3.2 DREWNIANE ELEMENTY KONSTRUKCYJNE

Drewno to jeden z najczęściej stosowanych materiałów budowlanych. Cechuje się dużą wszechstronnością zastosowań, począwszy od wielkowymiarowych ustrojów nośnych, aż po drobnych rozmiarów elementy wykończeniowe. Jednym z głównych jego atutów jest to, że bez względu na formę aplikacji w sektorze budowlanym, w żaden sposób nie oddziałuje ono negatywnie na organizm człowieka. Na sposób wtórnego jak i pierwotnego zastosowania drewna w dużym stopniu wpływa klasa jego wytrzymałości. W odniesieniu do podstawowych gatunków drewna budowlanego litego i klejonego określana ona jest na podstawie zharmonizowanych norm krajowych

i europejskich<sup>38</sup> [45, 78]. Stopień wytrzymałości wyrobów zarówno nowych, jak i pochodzących z odzysku określany jest poprzez identyfikację jego gatunku oraz liczby i rozmiaru występujących defektów, takich jak np.: sęki, pęknięcia, odkształcenia, obecność kory, wady kształtu i budowy (np. skręt włókien). Wadą omawianego materiału jest również jego podatność na zniszczenie w związku z nadmiernym dostępem wilgoci, długotrwałym nasłonecznieniem oraz działaniem niektórych gatunków owadów, pleśni i grzybów. Konstrukcje drewniane osłabione uszkodzeniami biologicznymi mają zwiększoną tendencję do deformacji, którym na przestrzeni dziejów próbowano zapobiegać poprzez wprowadzanie ściągów żelaznych, dodatkowych słupów, kleszczy i zastrzałów. Trzeba jednak wyraźnie podkreślić, że prawidłowo zaizolowane, zaimpregnowane i regularnie konserwowane elementy drewniane, cechuje długa żywotność, porównywalna do innych masowo obecnie stosowanych, dużo bardziej energochłonnych rozwiązań technologicznych. Narazone na zniszczenie są zwłaszcza elementy zewnętrzne, poddane długotrwałym i niekorzystnym działaniom czynników atmosferycznych.

Poszczególne podzespoły konstrukcji drewnianej przewidziane do wtórnej eksploatacji powinny bez wyjątku zostać poddane inwentaryzacji i ocenie technicznej, przeprowadzonej z uwzględnieniem czynności wymienionych w punkcie 3.1, rozdział nr 4. Potencjał konstrukcji nośnej możliwy do zachowania i poddania jej adaptacji architektonicznej, lub wtórnemu użyciu w nowej lokalizacji, zależy w głównej mierze od stanu technicznego oraz zgodności wymiarowej z planowanym, nowym lub modyfikowanym układem funkcjonalno – przestrzennym obiektu (rozstaw osiowy, wysokość kondygnacji itp.). W formach aplikacji zakładających wyeksponowanie konstrukcji, spore znaczenie odgrywają również względy estetyczne materiału. Przed przystąpieniem do wtórnego użycia drewna do celów konstrukcyjnych, należy określić:

- klasę i gatunek materiału,
- wiek poszczególnych podzespołów,
- zawartość wilgoci,
- wymiary zewnętrzne elementów,
- sposób wykończenia i zabezpieczenia powierzchni,
- wymaganą odporność ogniową komponentów,
- stopień zanieczyszczenia przez gwoździe i wkręty,
- inne defekty wynikające ze sposobu i warunków pierwotnej eksploatacji (deformacja, urazy mechaniczne, etc.),
- zniszczenia biologiczne (ocena mykologiczna).

Z ergonomicznego punktu widzenia ważne pozostaje również to, w sąsiedztwie jakich innych materiałów budowlanych element z odzysku znajdował się na przestrzeni dotychczasowego cyklu życiowego (azbest, cegła, gipskarton, guma, tynk, metale ciężkie, powłoki malarskie). Przebieg i charakter pierwotnej eksploatacji może mieć bowiem znaczący wpływ na względy estetyczne i wytrzymałościowe wtórnie wykorzystywanych elementów konstrukcyjnych, a w skrajnych przypadkach może decydować także o możliwości dopuszczenia go do stosowania wewnątrz pomieszczeń (dyskwalifikujące są skażenia substancjami toksycznymi). Drewno

---

<sup>38</sup> Drewno konstrukcyjne jest klasyfikowane nawet w normach konstrukcyjnych. Przykładowe klasy: C-3, C-7, itd.



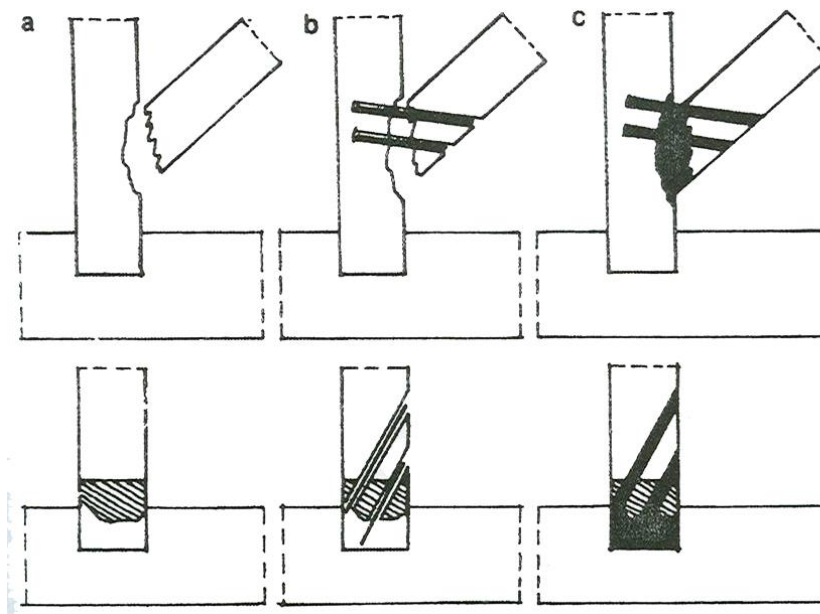
konstrukcyjne współcześnie niemal zawsze poddawane jest impregnacji przeciwogniowej, owado – i grzybobójczej. Niektóre z preparatów zawierały jednak niebezpieczne dla zdrowia substancje chemiczne (np. arszenik), które wg obowiązującego ustawodawstwa wykluczają lub ograniczają ich wtórne użycie wyłącznie do aplikacji zewnętrznych. W celu sprawdzenia jakości poszczególnych elementów i oszacowania ich parametrów przeprowadza się szereg badań i analiz. Są to min. boroskopia, pomiar wilgotności, nawiercanie, dendrochronologia, a w skrajnych wypadkach nawet datowanie metodą węglową [4].

Rozwój procesów gnilnych i grzybów w przeważającej liczbie przypadków zapoczątkowany jest w środowisku wilgotnym, a zniszczenia nimi spowodowane występują niemal zawsze w charakterystycznych miejscach, takich jak styk belek z murami zewnętrznymi, połączenia ciesielskie elementów, etc. Jeszcze do połowy XX w. często popełnianym błędem w sztuce budowlanej było osadzanie skrajnych elementów belek stropowych i więźarów dachowych bezpośrednio na murach, bez wykonywania niezbędnych warstw izolacyjnych i zapewnienia możliwości przewietrzania materiału. Osłabienia konstrukcji drewnianej potęgowały również takie czynniki jak brak izolacji poziomej ścian i fundamentów (podsiąkanie) oraz nieszczelności pokryć dachowych. W przeciwieństwie do grzybów i gnicia, którym dawniej nie potrafiono skutecznie zaradzić, przeciw owadom stosowano już pewne formy impregnacji. Do najczęściej wykorzystywanych rozwiązań zaliczyć można było bielienie więźarów mlekiem wapiennym, wykonywanie dekoracji malarskiej na stropach drewnianych, smołowanie, olejowanie itp. [90].

Długowieczna popularność budownictwa z drewna przełożyła się na dużą ilość obiektów wykonanych w powyższej technologii. Najstarsze z nich niejednokrotnie stanowią obecnie cenne zabytki architektoniczne i kulturowe. Remont konstrukcji drewnianej budynku istniejącego sprowadza się zazwyczaj do wymiany zniszczonych podzespołów na nowe lub fragmentarycznego uzupełnienia ubytków nowym materiałem, o zbliżonych właściwościach. W celu wzmocnienia nadwątlonych elementów konstrukcji nośnej, usytuowanych w miejscu niewidocznym dla oka, można po uprzednim usunięciu uszkodzonej części, przyłożyć obu – lub jednostronne nakładki, ściągając je śrubami. W przypadku kiedy znajdująca się w złym stanie technicznym więźba dachowa powoduje znaczny rozpór podpierających ją murów nośnych należy ją zdemontować, by zapobiec zniszczeniu pozostałej części budynku. Możliwe do zachowania podzespoły ustroju konstrukcyjnego trzeba poddać stosownej impregnacji i naprawie. Po zakończeniu prac remontowych i wymianie wyraźnie zniszczonych elementów, konstrukcja może zostać po raz kolejny zmontowana. Warto podkreślić, iż duży odsetek wiekowych, murowanych obiektów budowlanych, wymagających remontu lub przebudowy, nie posiada żelbetowego wieńca obwodowego. Prace związane z powtórą instalacją więźby dachowej powinny być w takim przypadku poszerzone o przeprowadzenie odpowiedniego wzmocnienia wszędzie tam, gdzie pozwala na to forma i charakter obiektu. Wymianę belek w ścianach wieńcowych budynków drewnianych przeprowadza się poprzez podniesienie konstrukcji lewarami i podłożenie równoważnych podzespołów zastępczych. Pewne dodatkowe utrudnienia występują w przypadku konstrukcji szachulcowych. Ich remont i konserwacja wymagają usunięcia oryginalnego wypełnienia ścian (np. glina zmieszana ze słomą), a następnie kontroli stanu technicznego oraz naprawy połączonej z impregnacją nadwątlonych elementów nośnych. Całość prac zwieńczona jest odbudową zdemontowanych fragmentów przegród osłonowych. Często towarzyszy temu wzmacnianie słupów, np. ukrytymi profilami żelaznymi, a w skrajnych przypadkach nawet wykonaniem zastępczej

konstrukcji nośnej, pozostawiając starej jedynie rolę dekoracyjną [90].

Wiele interesujących, mało inwazyjnych metod naprawy istniejących konstrukcji drewnianych, zostało opisanych w literaturze poświęconej ochronie zabytków i konserwacji budowli. Ich zastosowanie niekiedy eliminuje potrzebę wymiany całych podzespołów konstrukcji, koncentrując się na punktowym uzupełnianiu ubytków. Metody te z powodzeniem mogą być stosowane także przy remoncie obiektów młodszych, nie wpisanych do rejestru zabytków. Technologią wartą omówienia jest np. stosowanie "protezy plastikowej" według patentu BETA. Rozwiązanie to może być wykorzystywane do eliminacji pewnej grupy uszkodzeń komponentów ustroju nośnego, zwłaszcza w celu poprawy stanu technicznego połączeń i elementów skrajnych konstrukcji. Po oczyszczeniu konserwowanego elementu z produktów rozkładu drewna i wywierceni w belce odpowiedniej liczby otworów montażowych, umieszcza się w nich pręty z włókna szklanego i wypełnia roztworem żywicy epoksydowej [90]. Wzmocnienie takie jest niemal niewidoczne, a tym samym pozwala na zachowanie pierwotnego wyglądu danego elementu. Z dostępnych obecnie rozwiązań technologicznych warto wymienić jeszcze możliwość aplikacji zbrojenia z włókna szklanego i węglowego, mocowanego do spodu belek stropowych [4]. Technologia ta nadaje się do stosowania przede wszystkim w budynkach o niewielkich wysokościach kondygnacji. Aplikacja maty zbrojącej nie wpływa bowiem na zmniejszenie wysokości użytkowej pomieszczeń. Jej głównym mankamentem jest jednak zewnętrzny sposób aplikacji, nie pozostający bez wpływu na wygląd wzmocnianego elementu.



**Rys. 29.** Wzmacnianie uszkodzeń konstrukcji drewnianych w węzłach i stykach za pomocą materiałów syntetycznych. W miejscach uszkodzonych (a) w wywiercone otwory włożone pręty z włókna szklanego (b) i następnie wraz z pustką po wypróchniałym drewnie zalane żywicą epoksydową (c) (wg prospektu firmowego) [90].

Przygotowanie drewnianych konstrukcji nośnych do ponownego użycia wymaga przeprowadzenia szeregu dodatkowych czynności, niekiedy pomijanych w analizach i zestawieniach kosztów. Zaliczyć do nich można usuwanie gwoździ i wkrętów, wspomniane powyżej metalowe wzmocnienia strukturalne, usuwanie starej

farby i tynku, przycinanie belek na długość, wypełnianie ubytków szpachlami epoksydowymi, wymianę niektórych podzespołów, piaskowanie lub inne wykańczanie powierzchni, impregnację itp. Im większe są przekroje poprzeczne elementów drewnianych, tym ich czyszczenie przysparza mniej trudności i wymaga mniejszych nakładów robocizny. Wtórne użycie mocno zanieczyszczonych elementów drobnowymiarowych, takich jak np. łaty i kontr – łaty, zazwyczaj jest nieekonomiczne. W takim przypadku lepszym rozwiązaniem niż odzysk może okazać się recykling, bądź utylizacja zdemontowanych podzespołów.

Kolejnym zagadnieniem z zakresu rekonsupcji drewna jest wtórne wykorzystywanie elementów nośnych w nowej lokalizacji. Przebieg procesu oszacowania parametrów technicznych jest podobny do czynności przeprowadzanych w trakcie konserwacji konstrukcji przewidzianych do zachowania w oryginalnym położeniu. Sztywność i wytrzymałość danego komponentu budowlanego można uzyskać na podstawie pomiaru grubości jego przekroju, określenia gatunku i zawartości wilgoci. Potrzebne dane można również uzyskać analizując wielkość ugięcia w wyniku stopniowego zwiększania nacisku na dany element nośny. Większość belek, słupów i wiązarów nadaje się do ponownego użycia po przeprowadzeniu ostrożnej dekonstrukcji. Oczyszczenie i konserwacja powierzchni zewnętrznej elementów z odzysku może zostać zapisana w kontrakcie rozbiórkowym lub być przeprowadzona w lokalnych zakładach specjalistycznych.



**Fot. 52 – 55.** Drewno z odzysku wystawione na sprzedaż w komisie materiałów budowlanych w Melbourne – Australia [264].

Śledząc współczesne trendy architektoniczne, trzeba podkreślić, że drewniane elementy rozbiórkowe najczęściej wykorzystywane są do przeprowadzania drobnych napraw w podobnie datowanych budowlach oraz do celów designerskich. Mało kiedy służą one do wznoszenia nowych obiektów. Stare drewno konstrukcyjne ma stosunkowo wysoką wartość rynkową i jest obecnie poszukiwane przez wielu wykonawców i dekoratorów wnętrz. O jego popularności decyduje kilka czynników. Po pierwsze dostępne jest w rozmiarach, długościach i gatunkach, które dziś są już trudne do pozyskania. Po wtóre, jest dobrze wysezonowane i ma gęsto ułożone włókna, co wpływa na jego stabilny kształt. Zazwyczaj pozbawione jest sęków i innych często spotykanych defektów strukturalnych. Na wysoką cenę drewna konstrukcyjnego z odzysku wpływa ponadto konieczność przeprowadzania szeregu analiz i testów potwierdzających jego właściwości techniczne. Cena podzespołu konstrukcyjnego pozyskiwanego w komisie budowlanym waha się, w zależności od rodzaju elementu, w granicach 60 ÷ 90% produktu nowego [38, 200]. Niekiedy, ze względu na szczególnie wartości estetyczne, może być jednak nawet wielokrotnie większa. W krajach wysoko rozwiniętych, kładących duży nacisk na ochronę środowiska, funkcjonuje wiele firm specjalizujących się w magazynowaniu i sprzedaży drewnianych elementów z odzysku. Z reguły pozostają one w ścisłej współpracy z lokalnie działającymi przedsiębiorstwami budowlanymi i rozbiórkowymi.

#### 4.3.3 MUROWANE ELEMENTY KONSTRUKCYJNE

Zaletą konstrukcji murowanych jest możliwość stosunkowo łatwej wymiany uszkodzonych podzespołów oraz relatywnie krótki czas potrzebny do przywrócenia im dobrego stanu technicznego. Najczęściej występującą przyczyną wtórnego wykorzystywania podzespołów murarskich jest potrzeba uzupełniania ubytków, utraconych właściwości nośnych bądź estetycznych. Praktyki takie można zaobserwować zarówno na polu działań konserwatorskich, jak i stricte remontowych.

Proces destrukcji murowanych elementów nośnych powodowany może być przez wiele czynników. Zazwyczaj wynika on z długotrwałego niszczenia zaprawy, następującego na skutek sukcesywnego działania destrukcyjnych czynników<sup>39</sup> oraz urazów mechanicznych obiektu np. w wyniku działań wojennych. Uszkodzenie konstrukcji murowanych może nastąpić także w efekcie nieumiejętnie prowadzonych prac remontowych i modernizacyjnych (przebicia ścian, przemurowania), błędów konstrukcyjnych oraz niekontrolowanego wzrostu obciążeń użytkowych. Profilaktyczne działania naprawczo – zapobiegawcze w konstrukcjach adaptowanych na nowe cele użytkowe, sprowadzają się zazwyczaj do zabezpieczenia murów przed wilgocią, dostępem agresywnych środków chemicznych, destrukcyjnym działaniem roślin i ich korzeni oraz innych, wymienionych wcześniej czynników. Działania naprawcze, mające na celu poprawę stanu technicznego konstrukcji istniejących, to np.: hydrofobizacja, wzmocnienia strukturalne (przemurowania partii murów, wiązanie kotwami, spinanie klamrami), iniekcja mleczka cementowego lub wapiennego, wieńce żelbetowe, niezależne konstrukcje zastępcze. Odsolenie i usunięcie chemikaliów wykonuje się np. za pomocą zwilżania i kompresów albo metodą elektroosmozy [90].

Przeprowadzenie większości wymienionych prac wymaga często naprawy lica murów. Przy uzupełnianiu elementów wyeksponowanych wskazane jest zastosowanie materiału o identycznych, a przynajmniej zbliżonych właściwościach estetycznych (kolor, faktura). Ma to znaczenie zwłaszcza w odniesieniu do prac wykonywanych na obiektach zabytkowych. Zastępcze elementy kamienne powinny być tego samego

---

<sup>39</sup> Wilgoć, wietrzenie, agresja chemiczna, wysoka temperatura, zanieczyszczenia biologiczne i chemiczne.

gatunku i najlepiej pochodzić z tego samego złoża. Powyższe dane ustalić można przeprowadzając stosowną analizę chemiczną i geologiczną próbek materiału. Próbki do badań laboratoryjnych należy pobierać w miejscach nadmiernie nie wyeksponowanych oraz nie będących krytycznymi z punktu widzenia poprawności pracy konstrukcji.

Cegła przysparza nieco więcej trudności. Najważniejszym parametrem, w momencie doboru elementów z odzysku, jest w tym wypadku kolor i wymiary. Właściwości te zależą od rodzaju zastosowanej gliny, temperatury wypalania oraz okresu produkcji komponentów. Należy także pamiętać, iż konstrukcje ceglane z biegiem czasu zmieniają barwę. Zjawisko to następuje głównie w wyniku długotrwałego oddziaływania zanieczyszczeń znajdujących się w powietrzu, zwłaszcza w trakcie obfitych opadów atmosferycznych. Powstałe odbarwienia i naloty mogą w zdecydowanej większości przypadków zostać usunięte przy wykorzystaniu odpowiednich środków chemicznych oraz metody czyszczenia ciśnieniowego, przy użyciu wody, piasku i różnych preparatów chemicznych. Próbne czyszczenie środkami chemicznymi należy przeprowadzić w miejscu niewidocznym, a dopiero po sprawdzeniu na wyeksponowanych fragmentach budowli. W celu wypełniania drobnych ubytków na elewacjach można stosować odpowiednio dobrane masy szpachlowe, zgodne z kolorem i strukturą fasady – np. zaprawy mineralne na bazie cementu trasowego marki *Tubag*. Jako przykład realizacji polegającej na piaskowaniu, szpachlowaniu, fragmentarycznym przemurowywaniu oraz fugowaniu ścian osłonowych wykonanych z cegły, można podać remont *budynku B/B* Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.



**Fot. 56 – 57.** *Budynek B/B* Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Stan przed i po remoncie elewacji w roku 2012. Autor projektu – Maciej Skowroński. Fot. autora.

Wykonawcy, którzy prowadzą prace remontowe i konserwatorskie elementów murowanych, chętnie sięgają po cegłę pochodzącą z odzysku, najlepiej pozyskaną bezpośrednio na placu budowy. Ilość pobranych egzemplarzy zazwyczaj nie jest wystarczająca do pełnego zaspokojenia zapotrzebowania na materiał w trakcie prowadzenia robót. Potencjał wtórnego wykorzystania cegły i podobnych elementów modularnych, zależy w dużej mierze od łatwości z jaką mogą być odzyskane z konstrukcji istniejących oraz oczyszczone z resztek spoiwa.

Bezpośrednie przełożenie na możliwość odzyskiwania z murów poszczególnych elementów, ma rodzaj pierwotnie zastosowanej zaprawy murarskiej. Dawniej podstawowym jej składnikiem była glina. Jeszcze w ubiegłym stuleciu spoiwa na bazie gliny stosowane były przeważnie przy wykonywaniu wypełnień ścian budynków o konstrukcji szkieletowej. Gлина w przeciwieństwie do cementu wiąże powoli, nawet całymi latami. Pozwala to konstrukcji murowanej zaabsorbować drobne ruchy powstałe na skutek osiadania wzniesionych przegród i fundamentów, skurczu drewna konstrukcyjnego itp. Zaprawy wytwarzane na bazie gliny nie wiążą mocno do modularnych elementów ściennych, co stanowi duże ułatwienie przy późniejszej rozbiórce i odzysku materiału budowlanego. W chwili obecnej największą popularnością wśród wykonawców cieszą się zaprawy cementowe (do wznoszenia nadziemnych, murowanych części budowli stosowane są zazwyczaj zaprawy cementowo – wapienne). Bardzo szybko uzyskują one pełną wytrzymałość. Nawet przy wydłużaniu czasu wiązania przez stosowanie odpowiednich plastyfikatorów do betonu jest to kwestia co najwyżej dni, a nie tygodni czy miesięcy. Po związaniu są one mało elastyczne, co już przy drobnych ruchach fundamentów może prowadzić do pęknięć i zarysowania murów. Nowoczesne spoiwa cechują się wysoką przyczepnością i siłą wiązania, która (może z pominięciem bloczków betonowych) zazwyczaj przewyższa parametry pustaków ceramicznych, cegieł i im podobnych wyrobów budowlanych. Następstwem takiego stanu rzeczy jest to, że rysy i pęknięcia w nowo wznoszonych przegrodach budowlanych często powstają w głównej mierze na bloczkach. Tak dobrane spoiwo, ze względu na wysokie parametry wiązania, w przeważającej liczbie aplikacji uniemożliwia późniejsze przeprowadzenie selektywnej rozbiórki poszczególnych komponentów budowli, a przynajmniej bardzo ją utrudnia i znacząco wpływa na wzrost kosztów prowadzonych robót, czyniąc je procesem nieopłacalnym z ekonomicznego punktu widzenia. Świadome dostrzeganie przez projektanta nieuniknionej, przyszłej rozbiórki budowli powinno przejawiać się zawsze, kiedy tylko jest to możliwe, wyborem zaprawy o obniżonych właściwościach wytrzymałościowych, zwłaszcza w przegrodach nie przenoszących obciążeń strategicznych oraz w ścianach o konstrukcji szkieletowej. Zaprawy cementowe nie są wskazane do wykonywania warstw licowych i spoinowania murów, co wynika przede wszystkim z ich właściwości higroskopijnych. Do przemurowań, spoinowania i licowania powinno być stosowane spoiwo z ciasta wapiennego i dobranego w odpowiednich proporcjach płukanego piasku rzecznoego [90]. Każdorazowo, przy uzupełnianiu wyeksponowanych fragmentów murów, wskazane jest przeprowadzenie analizy chemicznej pierwotnie stosowanej zaprawy.

W większości wysoko rozwiniętych krajów firmy rozbiórkowe są odpowiednio poinformowane o wartości poszczególnych elementów budowlanych, co sprawia, że gdy tylko jest taka możliwość, odpowiednio posegregowane materiały trafiają, po fazie dekonstrukcji, do dobrze rozwiniętej sieci komisów budowlanych. Ułatwia to znacznie proces pozyskiwania materiałów w trakcie prowadzenia drobnych prac remontowych oraz programowania dużych inwestycji, przy założeniu wykorzystania produktów z rynku wtórnego. Cegła z odzysku na ogół sprzedawana jest bez udzielania

jakiegokolwiek gwarancji. W takich sytuacjach wprawne oko inżyniera wydaje się być nieocenione, przy trafnym określeniu stanu technicznego danego elementu. W momencie wtórnego wykorzystywania dla celów konstrukcyjnych wstępne oględziny materiału powinny zostać poparte przeprowadzeniem stosownych ekspertyz i badań laboratoryjnych losowo wybranych elementów.

Warto podkreślić, że technologia produkcji wielu typów bloczków murarskich stwarza możliwości włączania do niej na drodze recyklingu materiałów odpadowych, niekiedy pochodzących z zupełnie odmiennych sektorów przemysłu, niż branża budowlana. Materiałami znajdującymi zastosowanie przy produkcji bloczków są min.: lotny popiół (finalny odpad produkcji prądu w elektrowniach węglowych), odpady górnicze (nieużyteczne części podłoża wydobywane wraz z kopaliną np. węgla, składające się głównie ze skały płonnej), muł pochodzący z procesu bagrowania rzek, żużel, osad z oczyszczalni ścieków komunalnych, etc. Udział procentowy elementów z recyklingu zależy od typu i przeznaczenia produkowanych elementów i w niektórych przypadkach może sięgać nawet 90%.

#### 4.3.4 METALOWE ELEMENTY KONSTRUKCYJNE

Do głównych zalet stali, określających jej przydatność na cele budowlane, należą: dobre właściwości mechaniczne (wytrzymałość, sprężystość oraz plastyczność), relatywnie mały ciężar własny w porównaniu z innymi materiałami, przenoszenie dużych obciążeń przy stosunkowo niewielkich wymiarach przekroju poprzecznego, wytwarzanie metodami przemysłowymi, łatwość i szybkość montażu. Do mankamentów materiału zaliczyć natomiast trzeba: wysoką przewodność cieplną i akustyczną, małą odporność na zmiany temperatury (przy większości aplikacji do celów konstrukcyjnych występuje konieczność wykonania zabezpieczenia przed temperaturą krytyczną, w postaci farb pęczniejących, suchej obudowy, etc.), potrzebę przeprowadzania okresowej konserwacji oraz dużą wrażliwość podzespołów na działanie czynników korozyjnych (żeliwo jest materiałem zawierającym znaczną domieszkę węgla, co sprawia, że jest mniej narażone na korozję niż współcześnie wykonywane konstrukcje stalowe). Proces konserwacji dobrze zachowanych szkieletowych konstrukcji nośnych, zabezpieczonych powłokami malarskimi, sprowadza się zazwyczaj do ich okresowego czyszczenia i powtórnego lakierowania. Niekiedy musi on zostać poszerzony o gruntowną naprawę głębiej skorodowanych elementów, a w razie potrzeby może przyjąć formę wymiany poważnie uszkodzonych podzespołów ustroju konstrukcyjnego.

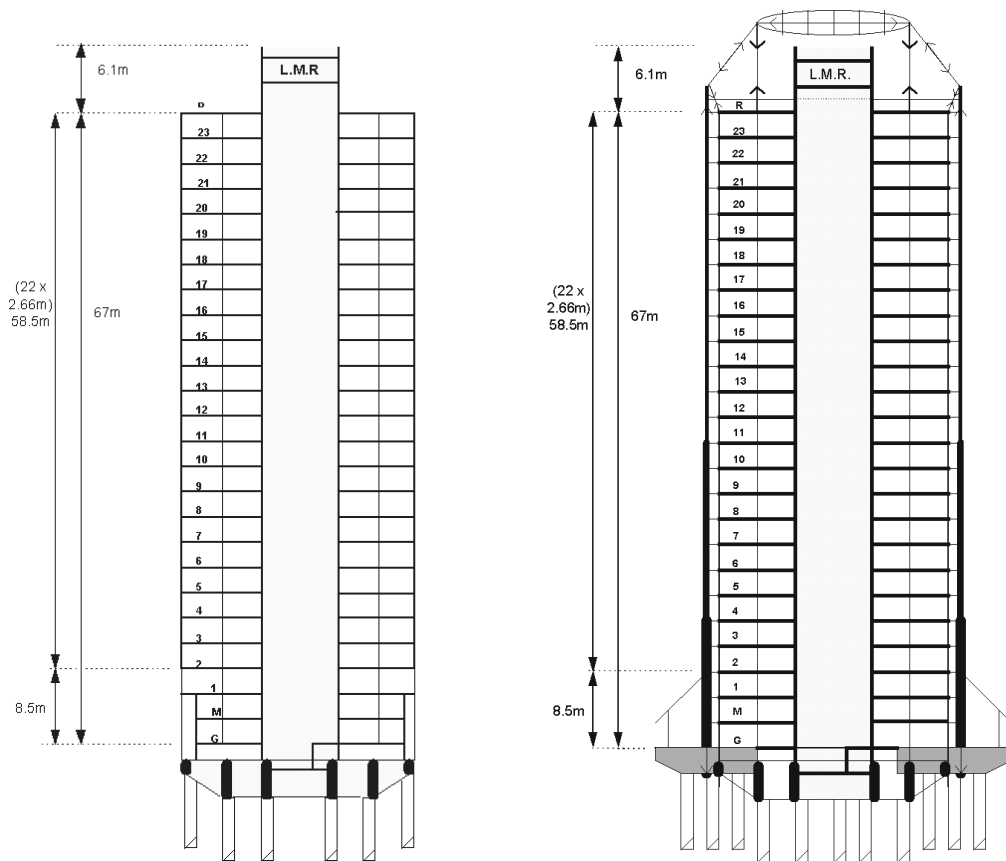
Podstawowym warunkiem nakładania na stal i żeliwo powłok malarskich jest uprzednie, całkowite usunięcie z ich powierzchni nawet śladowej korozji. Spełnienie tego wymagania przy zastosowaniu środków mechanicznych jest w rzeczywistości bardzo trudne, np. z powodu dużych wymiarów przedmiotu, jego złożonego kształtu, etc. Po pokryciu warstwą minii i farby wierzchniej proces korozji zazwyczaj rozwija się powtórnie, nawet ze znikomych resztek rdzy, powodując po pewnym czasie ponowne łuszczenie się i odpadanie fragmentów powłok malarskich. W związku z powyższym każdorazowo warto stosować odpowiednie preparaty chemiczne, wchodzące w reakcję z produktami korozji na powierzchni metalu. Do niedawna dużą popularnością cieszyły się ordrzewiacze fosforanowe, tworzące z rozpuszczonych tlenków i wodorotlenków żelaza cienką nierozpuszczalną warstwę. Były one jednak trudne w użyciu i wymagały starannego zmywania resztek preparatu. W chwili obecnej optymalnym rozwiązaniem wydają się być kompleksory (nr 1 i 2), rozpuszczające i wiążące wszystkie produkty korozji w silną warstwę podkładową pod malowanie. Powierzchnie elementów przygotowane przy ich udziale nie wymagają od wykonawcy

dokładnego oczyszczania i osuszania. Wyschnięta powłoka z kompleksorów charakteryzuje się wysoką trwałością i przyczepnością oraz dużą odpornością na wpływ czynników atmosferycznych. Niektóre wyroby tego typu narzucają pewne ograniczenia przejawiające się np. tym, że technologia konserwacji stali z ich wykorzystaniem może wymagać nakładania na oczyszczoną i zagruntowaną powłokę jedynie emalii poliwinylowych, chlorokauczukowych lub bitumicznych [90]. Na rynku materiałów budowlanych dostępne są już także preparaty stanowiące solidny podkład dla farb olejnych i ftalowych [140].

Konstrukcje żeliwne i stalowe podlegają podobnym zasadom konserwacji, z wyjątkiem sytuacji wymagających naprawy uszkodzonych i pękniętych komponentów. Główną zaletą systemów stalowych jest to, iż w razie potrzeby można wyciąć uszkodzone fragmenty i zastąpić je poprzez spawanie nowych elementów. Pomimo tego, iż wprowadzane modyfikacje i przeróbki pozostają zazwyczaj widoczne dla oka, nie stanowią one poważnego problemu wpływającego na estetykę rozwiązań, bo większość stalowych ustrojów nośnych posiada obudowę, wynikającą choćby z wymogów przeciwpożarowych lub termoizolacyjnych. Wyjątkiem są obiekty przemysłowe, ale tam parametry estetyczne zazwyczaj nie odgrywają tak znaczącej roli, jak w przypadku architektury użyteczności publicznej, czy mieszkaniowej. Żeliwo natomiast nie może być ani spawane ani wycinane. Naprawa uszkodzonych elementów ustroju polega tu na wzmacnianiu opaskami stalowymi, a w skrajnych przypadkach zastąpieniu poszczególnych fragmentów konstrukcyjnych całkiem nowymi wyrobami.

Wtórne wykorzystanie istniejących struktur nośnych na drodze ich adaptacji bądź modernizacji, podobnie jak w odniesieniu do innych rozwiązań materiałowych, wymaga dokładnego określenia stanu technicznego i parametrów wszystkich podzespołów systemu. Inwentaryzacja i ekspertyza techniczna powinna obejmować m.in. analizę całego układu konstrukcyjnego (także weryfikację faktycznego występowania w obiekcie wszystkich elementów systemu, gdyż część z nich mogła zostać usunięta w trakcie dotychczasowej eksploatacji), precyzyjne pomiary, wskazanie miejsc występowania korozji oraz uszkodzeń mechanicznych. Przy ustalaniu parametrów nośnych konstrukcji pomocna może okazać się również oryginalna dokumentacja techniczna, której część może być dostępna w archiwach miejskich. Także odpowiednie datowanie powstania budowli wskazuje na prawdopodobieństwo spełniania przez konstrukcję pewnych, ówczesnie panujących, normatywnych wymogów technicznych. Rozwiązaniem na miarę XXI w., które w przyszłości znacznie ułatwiłoby wtórne wykorzystywanie elementów stalowych, jest ich odpowiednie znakowanie przez wytwórnę, określające informacje dotyczące podstawowych parametrów produktu (np. gatunek stali konstrukcyjnej). Trzeba wyraźnie podkreślić, że elementy konstrukcyjne pustostanów, które przez długi czas były wyeksponowane na działanie niekorzystnych warunków atmosferycznych przy jednoczesnym braku odpowiednich warstw ochronnych stali, zazwyczaj nie spełniają nawet podstawowych wymagań dopuszczających je do procesu rekonsypcji. W przypadku obiektów eksploatowanych, może się jednak okazać, że na drodze adaptacji lub przebudowy istnieje możliwość wtórnego wykorzystania ustroju nośnego, tak jak miało to miejsce w trakcie robót przy *Winterton House* w Londynie.





**Rys. 30 – 31. Fot. 58 – 59. Winterton House, Londyn. Od góry kolejno: przekrój pierwotny, przekrój obiektu po przebudowie, demontaż pokrycia ścian osłonowych, gotowy budynek po przebudowie [18, 276].**

Omawiając zagadnienia związane z wtórnym wykorzystaniem konstrukcji szkieletowych, nie można pominąć aspektu stosowania w budownictwie elementów metalowych, pochodzących z rozbiórki. Pomimo, że z technicznego punktu widzenia zabiegi takie są możliwe, to wciąż nie cieszą się zbyt dużą popularnością. Mają one miejsce sporadycznie i raczej na małą skalę (drobne remonty, konserwacja itp.). Wynika to głównie z trudności ze składowaniem wielkowymiarowych podzespołów konstrukcyjnych, konieczności ich starannej dekonstrukcji i konserwacji (czyszczenie, zabezpieczenia antykorozyjne), trudności w zapewnieniu odpowiednio dużej liczby powtarzalnych elementów oraz wciąż wysokim zapotrzebowaniem na złom. Większość z odzyskanych materiałów trafia do recyklingu i wykorzystywana jest przy produkcji nowych wyrobów hutniczych. Problem przy rekonstrukcji elementów rozbiórkowych w nowej lokalizacji stanowi także fakt, że po zdemontowaniu belki i słupy przewidziane do odzysku są zazwyczaj skracane w celu usunięcia fragmentów pełniących rolę łączników poszczególnych podzespołów pierwotnego układu nośnego. To wpływa na ich nietypowy, niemodularny wymiar (długość belki, wysokość słupa). Następstwem takiego stanu rzeczy są duże trudności z późniejszym dopasowaniem się do niemodularnego rozstawu osiowego, np. prefabrykowanych materiałów okładzinowych i stolarki okiennej. Z kolei stosowanie niestandardowych rozwiązań elewacyjnych wpływa zazwyczaj na znaczne podniesienie kosztu inwestycji. Problemy z doбором okładziny elewacyjnej mogą zostać natomiast rozwiązane w momencie wykonywania jej z drobnowymiarowych elementów murarskich, jako wypełnienia ścian szkieletowych.

Dużą zaletą konstrukcji stalowych, rozpatrywanych jako substraty dla procesu odzysku i recyklingu, jest wspomniany już wcześniej fakt, że większość z elementów produkowana jest w standardowych przekrojach. To wpływa na łatwość specyfikacji i teoretycznie nie wyklucza możliwości zastosowania w fazie realizacji materiałów wtórnych. Inaczej jest natomiast w przypadku elementów żeliwnych, które mają stosunkowo niski potencjał dla odzysku i ponownej aplikacji. Podobnie jak ma to miejsce w przypadku popularnych dzisiaj konstrukcji żelbetowych, były one prawie zawsze adresowane stricte dla konkretnej funkcji i lokalizacji. Do tego cechuje je duża kruchość materiału, zwiększająca prawdopodobieństwo wystąpienia urazów mechanicznych w trakcie prowadzenia prac rozbiórkowych. Ich usuwanie z placu budowy wymaga dużej ostrożności i precyzji. Wtórne użycie w nowej lokalizacji, dla celów konstrukcyjnych, jest w tym wypadku bardzo rzadko spotykane i wydaje się być uzasadnione jedynie w obrębie tego samego obiektu. W zagranicznych centrach materiałów z odzysku można niekiedy napotkać konstrukcyjne wyroby żeliwne (np. kolumny). Sprzedawane są one jednak głównie jako elementy dekoracyjne.

#### 4.3.5 ŻELBETOWE ELEMENTY KONSTRUKCYJNE

Konstrukcje żelbetowe wykonywane są zasadniczo w dwojaki sposób – jako monolityczne wylewane do szalunku obudowującego zbrojenie, bezpośrednio na placu budowy, lub jako elementy prefabrykowane, wytwarzane metodami przemysłowymi na wymiar (belki, słupy, schody, panele ścienne, płyty stropowe itp.). Prefabrykaty łączone są ze sobą systemowo, np. za pomocą elementów stalowych powiązanych ze zbrojeniem, takich jak trzpienie stalowe, zamki etc. Zarówno konstrukcje prefabrykowane jak i wylewane na mokro stwarzają spore możliwości wtórnego ich użycia w pierwotnej lokalizacji, na drodze adaptacji architektonicznej, bądź częściowej przebudowy obiektu. Proces rekonstrukcji, podobnie jak w przypadku wyżej omówionych materiałów stalowych, poprzedza tu staranna inwentaryzacja i przeprowadzenie ekspertyzy technicznej elementów istniejącej konstrukcji.

Na nośność wyrobów żelbetowych zasadniczo wpływa kilka czynników. Do najważniejszych z nich należy grubość przekroju danego elementu konstrukcyjnego, stopień i sposób jego zbrojenia oraz klasa wytrzymałościowa zastosowanej mieszanki betonowej. Parametry ustrojów żelbetowych, jak i ich pojedynczych podzespołów, mogą zostać obniżone nie tylko w trakcie nieprawidłowej eksploatacji obiektu, lecz również w wyniku błędów projektowych oraz montażowych, popełnianych podczas trwania robót budowlanych lub procesu prefabrykacji. Są to np.:

- wadliwie wykonany projekt;
  - błędnie wykonana dokumentacja geotechniczna,
  - błędna specyfikacja kruszyw,
  - nieodpowiedni projekt zbrojenia uniemożliwiający np. dotarcie mieszanki betonowej do wszystkich zakamarków szalunku,
  - niewystarczający sposób zabezpieczenia elementów przed destrukcyjnym wpływem czynników zewnętrznych (woda gruntowa, mostki termiczne, itp.),
- błędy wykonawcze;
  - nieprawidłowy dobór składników, zwłaszcza stosunku objętości wody do ilości cementu,
  - niska jakość zastosowanych wyrobów i składników, np. klasa cementu, czystość wody zarobowej, wytrzymałość kruszywa, kruchość zbrojenia,
  - nieodpowiednie osłonięcie zbrojenia mieszanką betonową prowadzące do jego korozji, powstawania raków i łupania się powierzchni, wynikające np. z nieodpowiedniego zawibrowania substancji płynnej,
  - niedokładne wypełnienie szalunku powodujące powstawanie pustek powietrznych,
  - niestaranne wykończenie powierzchni zewnętrznych,
  - niski stopień połączenia zbrojenia z betonem spowodowany np. zaawansowaną korozją stali zbrojeniowej,
  - akcja chemiczna dodatków i zanieczyszczeń,
  - niewystarczająca pielęgnacja w okresie wiązania mieszanki betonowej,
- niekorzystny wpływ czynników zewnętrznych;
  - karbonatyzacja betonu jako efekt działania dwutlenku węgla i zanieczyszczeń z atmosfery – w przypadku konstrukcji żelbetowych w momencie zakwaszenia betonu zanika zdolność otuliny do ochrony stali. W związku ze stałą obecnością tlenu i wilgoci rozpoczyna się korozja elementów zbrojenia. Powstające produkty korozji zbrojenia prowadzą do rozsadzania betonu tworząc spękania i odpryski fragmentów materiału [232];
  - korozja betonu na skutek działania mrozu,
  - wietrzenie,
  - przyrost roślin,
  - nieodpowiednia konserwacja i naprawy,
  - osiadanie fundamentów,
  - działanie bardzo wysokiej temperatury krytycznej np. w trakcie pożaru,
  - duża częstotliwość i amplituda zmiany temperatury materiału,
  - przekroczenie dopuszczalnego obciążenia np. w wyniku zmiany sposobu użytkowania obiektu budowlanego.

Uszkodzenia konstrukcji żelbetowych, narażonych na wpływy środowiskowe, najczęściej powodowane są korozją zbrojenia. Korozja, oprócz rozkładu zbrojenia, powodować może odpadanie fragmentów substancji betonowej i brunatne zacieki na

powierzchni. W ważnych węzłach konstrukcyjnych wzrasta wówczas prawdopodobieństwo wystąpienia poważnych uszkodzeń strukturalnych. Zaawansowana korozja w starszych, często przewymiarowanych konstrukcjach żelbetowych – w świetle dzisiejszej wiedzy technicznej – jest mało prawdopodobna<sup>40</sup>. Zagrożenie wzrasta w wypadku obecnie wykonywanych, tzw. ekonomicznych elementów konstrukcyjnych, w których w sytuacji skrajnej, rozkład zbrojenia może doprowadzić do, poważnej w skutkach, katastrofy budowlanej. Pomimo tak dużej liczby zagrożeń, poprawnie zaprojektowane, wykonane i eksploatowane systemy żelbetowe z reguły cechują się wysoką trwałością i długowiecznością. W dobrze wykonanych elementach nośnych – ze szczelnego betonu i z prawidłową grubością otuliny – korozja zbrojenia nie powinna wystąpić przynajmniej przez kilkadziesiąt lat eksploatacji.

Powyższe informacje stanowią zaledwie część wiedzy, którą powinna dysponować osoba podejmująca się oceny stanu technicznego, bądź próby rekonsypcji nośnych elementów żelbetowych. W określaniu parametrów technicznych, zbrojonych podzespołów nośnych przewidzianych do wtórnej eksploatacji, pomaga też analiza składu chemicznego betonu. Zazwyczaj polega ona na pobraniu wycinka materiału i poddania go niezbędnym testom laboratoryjnym. Przed podjęciem ostatecznej decyzji, o zakresie i sposobie rekonsypcji, konieczne jest również precyzyjne ustalenie lokalizacji i grubości przekroju prętów zbrojeniowych. Można tego dokonać wykonując kolejno następujące czynności:

- analiza dostępnych materiałów archiwalnych (wymagane są dokładne rysunki wykonawcze zbrojenia),
- identyfikacja odpowiedniego systemu zbrojenia poprzez ustalenie daty powstania budowli,
- odsłonięcie fragmentów zbrojenia w miejscach nie będących kluczowymi z punktu widzenia poprawności działania systemu konstrukcyjnego (istniejące ubytki i zniszczenia mogą tu zminimalizować zakres wykonywanych prac),
- wykrycie stali metodą ultradźwięków lub prześwietlenia rentgenowskiego.

Uzyskanie powyższych danych, w połączeniu z dokładną inwentaryzacją, pozwala na wykonanie stosownych obliczeń, prowadzących do określenia nośności oraz zakresu ewentualnych prac wzmacniających poszczególne elementy systemu, które są przeznaczone do wtórnego użycia.

W celu podniesienia nośności, bądź wydłużenia cyklu życia wyeksploatowanych elementów żelbetowych, projektant niekiedy musi podjąć decyzję o konieczności przeprowadzenia specjalistycznych prac remontowych. Do najczęściej stosowanych zabiegów zaliczyć można:

- zabezpieczanie przed wnikaniem substancji niekorzystnych, takich jak gazy, chemikalia itp. – odbywa się to na drodze impregnacji, tj. nakładania powłok zaporowych i wypełniania pęknięć powierzchniowych,
- kontrolę wilgotności elementów poprzez ich impregnację, powlekanie, obudowywanie oraz stosowanie wyselekcjonowanych metod elektrochemicznych,
- wzmocnienia strukturalne jak np.: dodawanie zbrojenia, wypełnianie szczelin i ubytków, natryskiwanie nowej warstwy betonu, iniekcja mikrocementowa,

---

<sup>40</sup> Np. komponenty pergoli przy Hali Ludowej we Wrocławiu.

zastosowanie pakerów (naklejanych, wbijanych, wkręcanych) [188],

- podnoszenie parametrów fizycznych w celu zwiększenia wytrzymałości na działanie czynników fizycznych i mechanicznych np. poprzez impregnację,
- katodową polaryzację zbrojenia.

Innowacyjnym i godnym uwagi rozwiązaniem, mającym na celu poprawę stanu technicznego i przywrócenie bądź zwiększenie wytrzymałości żelbetowych elementów konstrukcyjnych, jest powierzchniowa aplikacja włókien węglowych, wykonywana przy wykorzystaniu klejów epoksydowych. Proces ten wymaga całkowitego odciążenia konserwowanego elementu, co może się łączyć z jego tymczasowym demontażem.

W normie PN – EN 1505-9:2010 [187] w tablicy 1 zamieszczono 11 zasad dotyczących napraw betonu. Zróżnicowano je w zależności od tego, czy zagrożenie powodowane jest przez wady betonu, czy korozję zbrojenia.

<p><b>Zasada 1 Ochrona przed wnikaniem</b> Zmniejszenie lub zapobieganie wnikaniu szkodliwych czynników, tj. wody lub innych cieczy, par, gazów, czynników chemicznych i biologicznych</p>	<p><b>Metody oparte na zasadzie 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.1. Impregnacja hydrofobizująca</li><li>1.2. Impregnacja</li><li>1.3. Nakładanie powłok</li><li>1.4. Powierzchniowe zamykanie rys</li><li>1.5. Wypełnienie rys</li><li>1.6. Przenoszenie rys przez złącza</li><li>1.7. Stosowanie zewnętrznych płyt</li><li>1.8. Stosowanie membran</li></ol>
<p><b>Zasada 2 Ograniczenie zawilgocenia</b> Dostosowywanie i utrzymywanie wilgoci w betonie na założonym poziomie</p>	<p><b>Metody oparte na zasadzie 2</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>2.1. Impregnacja hydrofobizująca</li><li>2.2. Impregnacja</li><li>2.3. Nakładanie powłok</li><li>2.4. Stosowanie zewnętrznych płyt</li><li>2.5. Ochrona elektrochemiczna</li></ol>
<p><b>Zasada 3 Odbudowa elementu betonowego</b> Odbudowa elementu do pierwotnego kształtu i przywrócenie pierwotnej funkcji. Odbudowa konstrukcji z betonu poprzez wymianę jej części</p>	<p><b>Metody oparte na zasadzie 3</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>3.1. Ręczne nakładanie zaprawy naprawczej</li><li>3.2. Nałożenie warstwy betonu lub zaprawy</li><li>3.3. Natryskiwanie betonu lub zaprawy</li><li>3.4. Wymiana elementów</li></ol>
<p><b>Zasada 4 Wzmocnienie konstrukcji</b> Zwiększenie lub odtworzenie nośności elementu, konstrukcji betonowej</p>	<p><b>Metody oparte na zasadzie 4</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>4.1. Uzupelnienie lub wymiana wewnętrznych lub zewnętrznych prętów zbrojeniowych</li><li>4.2. Zakotwienie prętów w przygotowanych wcześniej lub wywierconych otworach w betonie</li><li>4.3. Doklejanie płyt wzmacniających</li><li>4.4. Nadkład zaprawy lub betonu</li><li>4.5. Iniekcja rys i pustek</li><li>4.6. Wypełnianie rys i pustek</li><li>4.7. Sprężanie (strunobeton lub kablobeton)</li></ol>

<p><b>Zasada 5      Zwiększenie odporność na czynniki fizyczne</b> Zwiększenie odporności na oddziaływanie fizyczne lub mechaniczne</p>	<p><b>Metody oparte na zasadzie 5</b> 5.1. Nakładanie powłok 5.2. Impregnacja 5.3. Nadkład zaprawy lub betonu</p>
<p><b>Zasada 6      Odporność na czynniki chemiczne</b> Zwiększenie odporności powierzchni betonowych na uszkodzenia pochodzące od oddziaływań chemicznych</p>	<p><b>Metody oparte na zasadzie 6</b> 6.1. Nakładanie powłok 6.2. Impregnacja 6.3. Nadkład zaprawy lub beton</p>
<p><b>Zasada 7      Utrzymanie lub przywrócenie stanu pasywnego stali zbrojeniowej</b> Stwarzanie warunków, w których powierzchnia zbrojenia jest utrzymywana w stanie pasywnym lub przywracana do takiego stanu</p>	<p><b>Metody oparte na zasadzie 7</b> 3.1. Ręczne nakładanie zaprawy naprawczej 3.2. Nałożenie warstwy betonu lub zaprawy 3.3. Natryskiwanie betonu lub zaprawy</p>
<p><b>Zasada 8      Podwyższenie oporności elektrycznej otuliny betonowej</b> Zwiększanie rezystywności betonu</p>	<p><b>Metody oparte na zasadzie 8</b> 8.1. Impregnacja hydrofobizująca 8.2. Impregnacja 8.3. Nałożenie powłok</p>
<p><b>Zasada 9      Kontrola obszarów katodowych</b> Stwarzanie warunków, w których potencjalnie katodowe obszary zbrojenia nie są w stanie napędzać reakcji anodowych</p>	<p><b>Metody oparte na zasadzie 9</b> 9.1. Ograniczanie dostępu tlenu (na katodzie) przez nasycenie lub nałożenie powłoki</p>
<p><b>Zasada 10      Ochrona katodowa</b></p>	<p><b>Metody oparte na zasadzie 10</b> 10.1. Przyłożenie napięcia elektrycznego</p>
<p><b>Zasada 11      Kontrola obszarów anodowych</b> Stwarzanie warunków, w których na potencjalnie anodowych obszarach zbrojenia nie mogą przebiegać procesy jego korozji</p>	<p><b>Metody oparte na zasadzie 11</b> 11.1. Nakładanie na zbrojenie powłoki zawierającej aktywne domieszki 11.2. Nakładanie na zbrojenie powłoki ochronnej 11.3. Stosowanie inhibitorów korozji w betonie</p>

**Tab. 14.** Zasady i metody napraw betonu wg PN- EN 1504-9:2010 [100].

Kolejnym zagadnieniem dotyczącym rekonstrukcji żelbetu, jest wtórne wykorzystywanie podzespołów konstrukcji w nowej lokalizacji. Układy monolityczne, wylewane na mokro bezpośrednio na placu budowy, nie stwarzają praktycznie żadnych możliwości odzysku. Opcja starannego demontażu, konserwacji i ponownego użycia istnieje przede wszystkim w odniesieniu do niektórych systemów prefabrykowanych i obejmuje takie podzespoły jak: słupy, belki, portale, niektóre typy płyt stropowych, schody, płyty ściennie, belki podwalinowe czy stopy fundamentowe. Racjonalność odzysku poszczególnych komponentów zależy w tym wypadku w głównej mierze od ich stanu technicznego oraz sposobu połączenia z sąsiednimi elementami budowlanymi. Najwięcej trudności w trakcie rozbiórki sprawiają prefabrykaty wbudowywane, które zostały zalane mieszanką betonową – np. stropy

filigranowe. Większość prefabrykowanych systemów posiada specyficzny sposób połączeń poszczególnych elementów żelbetowych. Do tego wykonuje się je na wymiar, a skrócenie któregośkolwiek z podzespołów jest praktycznie niemożliwe przy jednoczesnym zapewnieniu prawidłowej pracy zbrojenia w przyszłości. Fakt ten determinuje zazwyczaj możliwość odsprzedawania żelbetowych ustrojów nośnych z odzysku w postaci całej grupy elementów konstrukcyjnych. Podobnie jak w przypadku konstrukcji stalowych, dużym ułatwieniem w procesie odzysku elementów żelbetowych jest możliwość szybkiego ustalenia ich wyjściowych parametrów technicznych. W niektórych krajach europejskich wprowadzono pilotażowy program zatapiania w prefabrykatach mikrochipów, pozwalający na odczyt w przyszłości kluczowych informacji o wyrobie [4].

#### 4.3.6 PRZENIESIENIE BUDYNKU

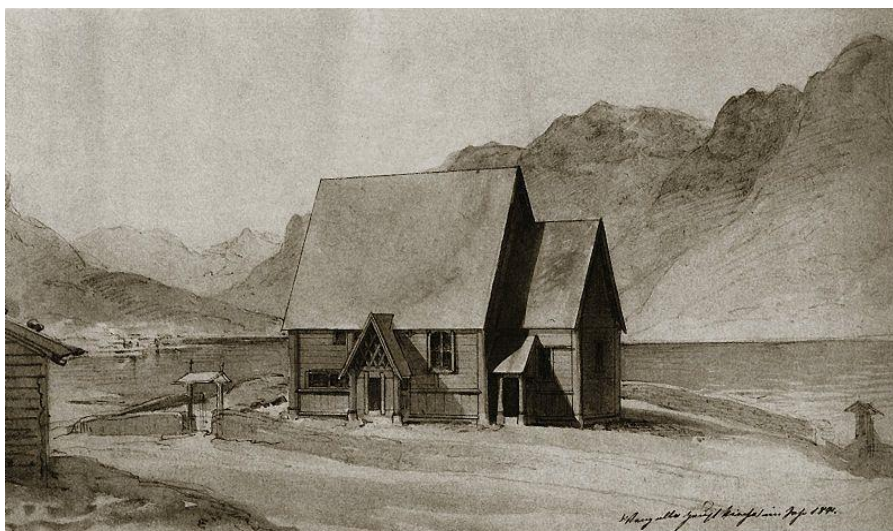
Skrajną formą rekonsypcji materiałowej jest przenoszenie budynków trwale połączonych z podłożem (tradycyjnych, stacjonarnych, nie zaprojektowanych jako obiekty mobilne). Ze względu na duży rozmiar przedsięwzięcia oraz wysoki stopień komplikacji robót, działania takie nie są na porządku dziennym i mają miejsce jedynie sporadycznie. Podyktowane mogą być np. wysoką wartością architektoniczną obiektu usytuowanego w sprzeczności z nowym planem rozwoju miasta, sentymentem użytkowników do budowli (częsta przyczyna transportu budynków jednorodzinnych<sup>41</sup>), analizą ekonomiczną opłacalności przedsięwzięcia itp. Historia architektury zanotowała na przestrzeni dziejów wiele przedsięwzięć tego typu. Początkowo przyjmowały one jedynie formę starannej dekonstrukcji połączonej z przewiezieniem wszystkich podzespołów i odtworzeniem budowli w nowej lokalizacji od podstaw. Wraz z postępem technologicznym możliwe stało się również przesuwanie lub transportowanie całych budowli, z pominięciem etapu ich demontażu. Niezależnie od scenariusza wydarzeń prace takie zawsze wiążą się z koniecznością wykonania nowych fundamentów. Metodologia realizacji przesunięcia obiektu wymaga za każdym razem indywidualnego dopasowania się do lokalizacji budowli, odległości przeniesienia oraz technologii budowy obiektu przeznaczonego do transportu.

Przykładem przeniesienia połączonego z odtworzeniem może być np. historia *Świątyni Wang* w Karpaczu. Jak podają materiały źródłowe [235] kościół ten został zbudowany na przełomie XII i XIII w. w południowej Norwegii. Służył tam lokalnej ludności przez wiele lat. W XIX w. okazał się jednak za mały, a remont połączony z rozbudową był nieopłacalny, zwłaszcza w obliczu rozpoczętej realizacji nowej, większej świątyni. Budynek został zatem wystawiony na sprzedaż. Zakupił go król pruski Fryderyk Wilhelm IV. Po sporządzeniu odpowiedniej dokumentacji technicznej obiekt został poddany starannej rozbiórce i w 1841 r. przetransportowany statkiem w skrzyniach do Szczecina. Podzespoły budynku następnie trafiły do Muzeum Królewskiego w Berlinie. Ostatecznie, dzięki staraniom hrabiny Fryderyki von Reden z Bukowca, wiosną 1842 r. konstrukcja przewieziona została w Karkonosze, gdzie stoi do dzisiaj. Transport komponentów odbywał się barkami po Odrze, a na tych odcinkach gdzie to było konieczne, zaprzęgami konnymi. Trzeba podkreślić, że nie wszystkie

---

<sup>41</sup> W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej oraz w Kanadzie dużą popularnością cieszy się obecnie transport budynków jednorodzinnych. Koszt przemieszczenia obiektu zależy w głównej mierze od jego wagi, konstrukcji, rozmiaru i topografii terenu. Do tego doliczyć należy cenę wykonania nowych fundamentów, zakupu działki i przeprowadzenia drobnych prac remontowych po zakończeniu całej operacji. Budżet przykładowej inwestycji tego rodzaju, polegającej na transporcie budynku o konstrukcji szkieletowej i masie całkowitej ok. 70 ton na odległość 65 km, w USA wyniósł ok 300000 dol. (w tym: 80000 dol. transport + nowe fundamenty + zagospodarowanie terenu + nowa działka budowlana) [184].

elementy budynku wykorzystane do jego ponownego złożenia są oryginalne. Wiele z nich zostało zrekonstruowanych ze względu na spore braki w dostarczonej na plac budowy substancji budowlanej oraz zły stan techniczny niektórych podzespołów. Obecna forma kościoła zawiera sporo dodanych, nie występujących oryginalnie elementów. Zamieszczone fotografie przedstawiają kolejno: pierwotny wygląd kościoła przed demontażem oraz stan istniejący świątyni w Karpaczu.

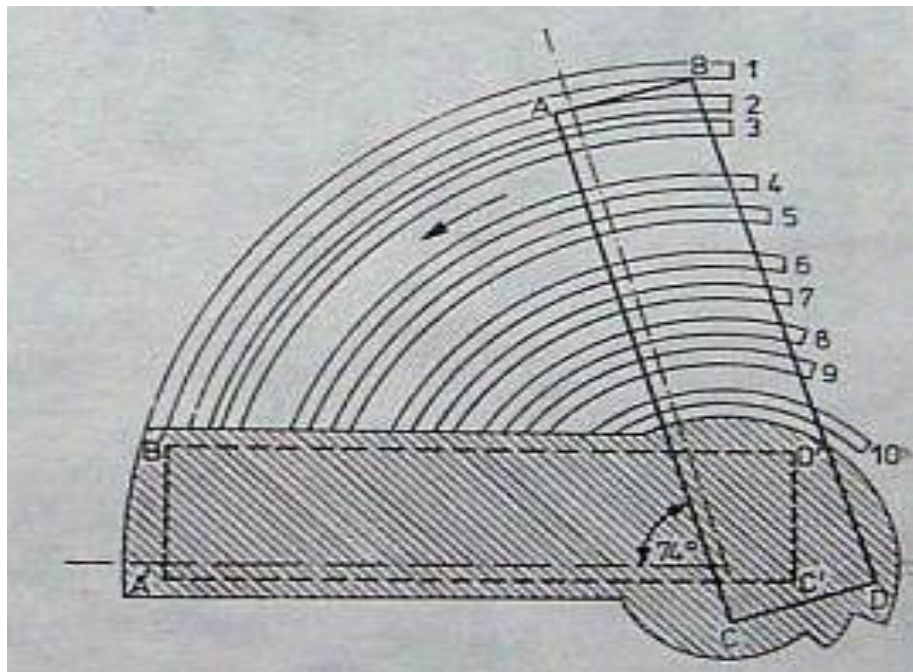


**Rys. 32.** Świątynia Wang w Norwegii- rysunek F. W. Schwiertza z 1841 r.  
**Fot. 60.** Świątynia Wang w Karpaczu, stan współczesny [235] [275].

Transport budowli możliwy jest także w odniesieniu do obiektów murowanych, wzniesionych z materiałów masywnych. Przenoszenie całych, nierozmontowanych budowli zazwyczaj odbywa się na niewielkie odległości, przede wszystkim z uwagi na wysoki koszt robót oraz ograniczenia technologiczne i przestrzenne. Są to przesunięcia rzędu kilkunastu, co najwyżej kilkudziesięciu metrów i wynikają z reguły z kolizji budynków istniejących z projektowanymi arteriami miejskimi o znaczeniu strategicznym. W samej Warszawie kilkakrotnie przesuwno murowane budynki wielokondygnacyjne o masie kilkuset ton. Operacja tego typu zazwyczaj odbywa się na specjalnie wybudowanym do tego celu torowisku. Do najbardziej spektakularnych realizacji, które wykonano w stolicy, zaliczyć można min.:



- 1961 r. – przesunięcie o 10,5 m północnego pawilonu *rogatki grochowskiej*,
- 1962 r. – przesunięcie o 21 m kościoła *Karmelitów Trzewickowych* pw. Narodzenia NMP w al. Solidarności,
- 1970 r. – obrócenie o  $74^\circ$  *Pałacu Lubomirskich* przy *Żelaznej Bramie*,
- 2001 r. – przesunięcie o 7,8 m południowego pawilonu *rogatki grochowskiej*<sup>42</sup>.



**Fot. 61.** Zdjęcie z przebiegu robót przesunięcia *Pałacu Lubomirskich* w Warszawie

**Rys. 33.** Schemat przesunięcia *Pałacu Lubomirskich* w Warszawie [72].

<sup>42</sup> Koszt przesunięcia ważącego 600 ton budynku o blisko 8 m, opiewał na kwotę 1,5 mln zł. Czas operacji – nie licząc przygotowań – wyniósł 3 godziny [272].

Przenoszenie obiektów jest wykonywane również w odniesieniu do budynków przemysłowych. Takiej formie rekonsypcji materiałowej w architekturze sprzyja szkieletowa konstrukcja stalowa obiektów, pokryta lekką obudową typu sandwich lub blachą trapezową. Przed rozpoczęciem robót należy wykonać nowe posadowienie obiektu, zdemontować panele bądź arkusze zewnętrznych przegród osłonowych, wykonać odpowiednie stężenia i wzmocnienia transportowe konstrukcji. Jako przykład przesunięcia budynku technologiczno – produkcyjnego może posłużyć wykonana w roku 2010 modernizacja *budynku sody i wapna* na terenie *Huty Miedzi Głogów*. W tabelach (**tab. 15** i **16**) przedstawiono podstawowe informacje dotyczące zrealizowanej inwestycji.

1	Zadanie inwestycyjne	Modernizacja Pirometalurgii KGHM PM S. A. Piec Zawieszinowy w HMG I (przesunięcie i modernizacja budynku sody i wapna)
2	Przeznaczenie obiektu	Budynek przemysłowy wyposażony w urządzenia technologiczne wykorzystywane w procesie produkcyjnym
3	Inwestor	KGHM Polska Miedź S. A. Oddział Huta Miedzi Głogów, ul. Żukowicka 1, 67-200 Głogów
4	Pozwolenia na budowę	AB – 7351 – 1 – 87 / 07
5	Konstrukcja budynku	Budynek o konstrukcji stalowej, szkieletowej z obudową z blachy trapezowej. Obiekt 6 – o kondygnacyjny. Ściany osłonowe wykonane z lekkiej obudowy z blachy trapezowej
6	Powierzchnia użytkowa	432 m
7	Liczba kondygnacji	6
8	Czas realizacji	30 dni roboczych

**Tab. 15.** Podstawowe informacje dotyczące inwestycji przesunięcia i modernizacji *budynku sody i wapna* na terenie *Huty Miedzi Głogów*. Opracowanie autora.

1	Tydzień 1	Demontaż blachy trapezowej ściennej wraz z obróbkami blacharskimi; demontaż ślusarki okiennej i drzwiowej wraz z bramą segmentową; wycięcie stężeń połaciowych; wspawanie blach węzłowych u góry istniejących słupów; scalenie trawersy; przecięcie palnikiem podestu klatki chodowej na poziomie +2.23m i usunięcie go z budynku; demontaż części klatki schodowej; demontaż blachy trapezowej na odcinku dachu; montaż trawersy na dachu (waga ok. 12 t); montaż stężeń poziomych na poziomie + 0,45m;
2	Tydzień 2	Przeróbka wsporników pod siłowniki oraz przyspawanie ich do słupów istniejących; montaż belek stężenia na całej wysokości ściany od strony klatki schodowej; zabezpieczenie silosów przed przesunięciem oraz wspawanie wsporników pod silosy wagowe; oderwanie istniejącego budynku od fundamentów przy użyciu siłowników; przeniesienie budynku w nowe miejsce za pomocą dźwigu typu Herkules wraz z rozwierceniem otworów pod powiększone kotwy; wykonanie podlewek z Ceresit CX- 15
3	Tydzień 3	Demontaż trawersy; pocięcie trawersy z przygotowaniem do transportu; demontaż wsporników pod siłownikami na słupach; demontaż stężeń poziomych na wysokości +0,45m
4	Tydzień 4	Wstawienie do budynku pomostu na poziomie +2,23m wraz ze scalieniami; montaż biegów schodowych na poziomie +0,03- 4,43m
5	Tydzień 5	Montaż blachy trapezowej T35/1050, wykonanie obróbek blacharskich

**Tab. 16** Przybliżony harmonogram przebiegu robót przy inwestycji przesunięcia i modernizacji *budynku sody i wapna* na terenie *Huty Miedzi Głogów*. Opracowanie autora.



Fot. 62 – 63. Zdjęcia z przebiegu robót przy realizacji inwestycji przesunięcia i modernizacji budynku sody i wapna na terenie Huty Miedzi Głogów. Fot. autora.

#### 4.4 OKŁADZINY PRZEGRÓD OSŁONOWYCH

W skład przegród osłonowych wchodzi elementy oddzielające wnętrza budynków od środowiska zewnętrznego, tj.: dachy, stropodachy i ściany zewnętrzne. Ochraniają one użytkowników przed wpływem niekorzystnych warunków atmosferycznych takich jak mróz, wiatr, opady, etc. Zapewniają odpowiedni dla danej budowli mikroklimat we wnętrzu.

W trakcie opracowywania dokumentacji technicznej przegród osłonowych, zakładającej wykorzystanie materiałów wtórnych, projektant powinien przeprowadzić analizę działania poszczególnych podzespołów systemu i celowości ich zastosowania w niemal identyczny sposób, jak w wypadku produktów nowych. Parametry stosowanych rozwiązań materiałowo – konstrukcyjnych muszą spełniać następujące wymagania [22]:

- estetyczne – sprostać oczekiwaniom inwestora, potencjalnych przyszłych użytkowników, a niekiedy także konserwatora zabytków, dotyczącym wyglądu zewnętrznego projektowanej budowli,
- strukturalne – uwzględniać konieczność przeniesienia normatywnych obciążeń dynamicznych i statycznych (zgodnie z obowiązującymi normami [105, 106]). Szczególnie istotna wydaje się tu być wytrzymałość mocowania okładziny na siły parcia i ssania wiatru,
- szczelności – projektowanie konstrukcji z założeniem wieloletniej szczelności i trwałości połączeń pomiędzy elementami okładzinowymi ze względu na wiatr (odpowiedni współczynnik infiltracji powietrza), wilgoć i przemarzanie,

- izolacyjności termicznej i akustycznej,
- elastyczności połączeń poszczególnych podzespołów,
- odporności ogniowej – zgodnej z przepisami prawa budowlanego i warunkami technicznymi,
- odpowiedniej żywotności i wytrzymałości mechanicznej – żywotność materiałów okładzinowych jest zazwyczaj mniejsza, niż elementów konstrukcyjnych budynku. Wynika to z długotrwałego wyekspozowania na działanie niekorzystnych czynników środowiska zewnętrznego (czynniki atmosferyczne, niepożądane działanie osób trzecich), które z biegiem czasu wpływają na zmianę właściwości użytkowych i technicznych przegród,
- odpowiedniej wentylacji i przenikania pary wodnej,
- funkcjonalne – związane z samozmywalnością, nasłonecznieniem i akumulacją energii (głównie w odniesieniu do elementów fasadowych).

Wymienione powyżej wymagania techniczne muszą być spełnione, przynajmniej w minimalnym zakresie, w odniesieniu do wszystkich nowo konstruowanych przegród osłonowych. Normatywne wymogi stawiane materiałom i systemom okładzinowym nie wskazują na dyskryminację rozwiązań projektowych, tworzonych w oparciu o elementy z odzysku. Odnoszą się w jednakowym stopniu zarówno do realizacji planowanych na bazie materiałów nowych jak i wtórnych. Do nowoczesnych, systemowych okładzin elewacyjnych i pokryć dachowych dołączane są zazwyczaj stosowne certyfikaty, potwierdzające posiadanie przez nie odpowiednich parametrów. W przypadku stosowania niestandardowych rozwiązań projektowych, jakie stanowi np. wykorzystywanie omawianych elementów z odzysku, należy udowodnić ich zgodność z obowiązującymi przepisami, co może wpłynąć na wydłużenie procesu projektowego, ze względu na konieczność wykonania dodatkowych obliczeń i analiz w trakcie przygotowywania dokumentacji technicznej. W skrajnych przypadkach, polegających np. na zastosowaniu materiałów pochodzących z innego sektora aniżeli budowlany, proces inwestycyjny z dużym prawdopodobieństwem będzie musiał zostać poszerzony o przeprowadzenie badań bezpośrednio na gotowej przegrodzie lub jej prototypie.

W większości państw wysoko rozwiniętych wymogi izolacyjne i wytrzymałościowe stawiane wierzchnim elementom budowlanym są systematycznie podnoszone. Proces ten ma na celu stopniowe obniżanie ciągle wysokiej energochłonności budynków. Przesłanki ekologiczne mogą zatem wpłynąć również na utrudnienie wtórnego zastosowania materiałów produkowanych w przeszłości, zgodnie z ówczesnie obowiązującymi normami. Pewną elastyczność w projektowaniu daje jednak to, iż obowiązujące regulacje prawne nie są jednolite w odniesieniu do wszystkich sektorów budownictwa. Materiały z odzysku nie spełniające aktualnych wymogów stawianych np. obiektom architektury mieszkaniowej, mogą znaleźć zastosowanie np. przy realizacji budynków rolnych i gospodarczych, magazynów przemysłowych nie przeznaczonych na stały pobyt ludzi itp. Zgodnie z obowiązującymi obecnie w Polsce przepisami, dopuszcza się gorsze wartości współczynnika "U", niż te określone w warunkach technicznych, jeżeli uzasadnia to rachunek efektywności ekonomicznej inwestycji, obejmujący zarówno koszty budowy jak i eksploatacji budynku produkcyjnego, magazynowego bądź gospodarczego [130]. Decyzje ekonomiczne, dotyczące wtórnego zastosowania materiałów, powinny być zatem podejmowane w sposób racjonalny, wraz z uwzględnieniem całego cyklu życiowego

zarówno produktu z odzysku, jak i projektowanego obiektu. Celowość zastosowania określonego rozwiązania projektowego każdorazowo musi zostać poddana wnikliwej analizie dotyczącej optymalizacji energochłonności budynku w odniesieniu do wartości zastosowanych materiałów wykończeniowych, zysków wynikających z przedłużenia cyklu życiowego okładziny istniejącej, bądź zastąpienia jej grupą starannie wyselekcjonowanych materiałów pochodzących z odzysku lub recyklingu.

#### 4.4.1 ŚCIANY OSŁONOWE

W chwili obecnej pionowe przegrody osłonowe wykonuje się najczęściej jako:

- murowane z drobnowymiarowych elementów prefabrykowanych, jedno – lub wielowarstwowe – zazwyczaj pełniące funkcję wypełniającą, sporadycznie także nośną (zwłaszcza przy wznoszeniu budynków niskich),
- lekkie ściany osłonowe, słupowo – ryglowe typu zawieszono i wypełniającego,
- ściany z paneli okładzinowych, różnego typu blach profilowanych, kasetonów, mocowanych zazwyczaj do pomocniczej konstrukcji stalowej,
- układy mieszane (ściany słupowo – ryglowe pozorne).

##### 4.4.1.1 WTÓRNE UŻYCIE W PIERWOTNEJ LOKALIZACJI

Systemy elewacyjne wznoszone z wykorzystaniem elementów modułowych (o powtarzalnym kształcie), jeżeli zaistnieje taka potrzeba, mogą zazwyczaj zostać poddane stosownemu procesowi konserwacji bezpośrednio w pierwotnym miejscu ich wbudowania. Rozwiązanie to zasługuje na uznanie z powodu stosunkowo niskiej energochłonności procesu, podniesienia walorów estetycznych budynku, bez potrzeby kosztownej i pracochłonnej wymiany okładziny.

Fasady wykonane z paneli kamiennych i betonowych ulegają z biegiem czasu zniszczeniu wskutek współdziałania takich czynników jak: woda i rozpuszczone w niej sole, zanieczyszczenia atmosferyczne, bakterie, grzyby i porosty, promieniowanie słoneczne. W miejscowościach uprzemysłowionych najdotkliwiej działają tlenki siarki i azotu, chlorowodory, dymy i pyły surowców mineralnych oraz organicznych. Pyły i dymy przemysłowe wykazują dużą przyczepność do powierzchni elementów kamiennych i betonowych, co dodatkowo ułatwia i przyspiesza przebieg destrukcyjnych reakcji chemicznych. Na powierzchni kamienia można rozróżnić patynę naturalną i sztuczną. Patyna naturalna powstaje pod wpływem działania czynników naturalnych (np. utleniania) i posiada cechy charakterystyczne dla dużej grupy materiałów. Patyna sztuczna to rezultat długotrwałego oddziaływania zanieczyszczeń atmosferycznych. Nieodpowiednie wykonanie bądź zaprojektowanie detali architektonicznych, mających na celu zabezpieczenie elewacji przed niekorzystnym działaniem wody opadowej (obróbki blacharskie, gzymsy, parapety itp.), także w znacznym stopniu przyczynia się do pogorszenia estetyki i stanu technicznego przegród zewnętrznych.

W odniesieniu do betonu i kamienia usuwanie nawarstwień powierzchniowych ma na celu oczyszczenie, bez naruszenia pierwotnej powierzchni elementu. W zależności od typu materiału stosuje się przy tym odpowiednio wyselekcjonowane

metody chemiczne, fizyczne i fizykochemiczne<sup>43</sup>. Wykluczone jest ścinanie powierzchni, gdyż może to doprowadzić do utraty autentycznego wyglądu budynku, bądź zmniejszenia odporności materiału na działanie niekorzystnych czynników zewnętrznych [90].

W ostatnim okresie dużą popularnością, wśród materiałów elewacyjnych, cieszą się pokrycia ściennie wykonywane z blach falistych, trapezowych oraz paneli warstwowych typu "sandwich", z rdzeniem z poliuretanu lub wełny mineralnej. Produkty te cechują się długą żywotnością i łatwością montażu, co wpływa na ich szerokie zastosowanie, zwłaszcza w realizacjach obiektów wielko – kubaturowych, takich jak zakłady produkcyjne, magazyny itp. Na stan techniczny przegród wykonanych w powyższej technologii wpływa w dużym stopniu prawidłowy sposób montażu podzespołów i ich użytkowania. Duże znaczenie ma również odpowiedni wybór zewnętrznych powłok ochronnych metalu, dokonany w zależności od stopnia agresywności środowiska korozyjnego (zgodnie z [57]), rodzaju zagrożeń korozyjnych w obiekcie i jego otoczeniu oraz warunków makro – i mikroklimatycznych. Im wyższa agresywność korozyjna środowiska, w którym eksploatowany jest dany element, tym większe prawdopodobieństwo jego uszkodzenia i potrzeba częstszych kontroli. Przed podjęciem decyzji o wtórnym wykorzystaniu zastosowanych wcześniej podzespołów, należy przeprowadzić ich dokładną inspekcję wizualną, w celu precyzyjnej lokalizacji ubytków w warstwie ochronnej. W razie wykrycia nieznacznych zniszczeń powłok zewnętrznych wystarczy wykonać odpowiednie zaprawki malarskie (tzw. malowanie korekcyjne), zgodnie z wytycznymi producenta danego systemu elewacyjnego. Pominięcie naprawy warstwy ochronnej, prędzej czy później, doprowadzi do zanieczyszczeń zewnętrznych i do bezpośredniego kontaktu z warstwą cynku. Wysoce prawdopodobne jest, że powstaną wówczas łatwo rozpuszczalne sole, a warstwa cynku ulegnie szybkiemu rozkładowi [257]. Ponadto, wiele zanieczyszczeń absorbuje wodę, co sprawia, że uszkodzony obszar pozostaje dłużej wilgotny, a to w konsekwencji spowoduje przyspieszenie procesu korozji.

Na potrzebę dokonania przemalowania wtórnym wykorzystywanych elementów wskazują mechaniczne uszkodzenia pokrycia, zmiany koloru lub połysku materiału. Do najczęściej spotykanych uszkodzeń warstw ochronnych zaliczyć można: spękania, złuszczenia, pęcherze, brak przyczepności międzywarstwowej lub przyczepności do podłoża. Miejsca skorodowane daje się zaobserwować w postaci białych soli cynku oraz rdzawych nalotów skorodowanej stali. Przed przystąpieniem do malowania renowacyjnego (bądź mającego na celu jedynie zmianę koloru elewacji budynku) należy całkowicie usunąć wszystkie uszkodzenia powierzchni z płyt lub arkuszy blachy. Miejsca z korozją stali wymagają oczyszczenia, odpylenia i dokładnego odtłuszczenia – przynajmniej do st. 2 wg PN [123]. Do naprawy i renowacji powłok płyt warstwowych i pokryć z blachy należy bezwzględnie stosować preparaty zalecane przez ich producenta, zgodnie ze wskazówkami zawartymi w kartach katalogowych produktów.

Częstą przyczyną nieprzewidzianych uszkodzeń w wierzchnich warstwach systemowych ścian osłonowych jest degradacja uszczeltek. Elastyczność elementów gumowych, silikonowych, neoprenowych i innych, stosowanych odpowiednio do wykorzystywanego systemu, zanika z czasem przede wszystkim w związku z długotrwałym wyeksponowaniem na działanie promieni słonecznych oraz naprzemiennym działaniem wysokich i niskich temperatur. Sparciałe podzespoły są kruche, spękane i nie są w stanie dłużej akumulować drobnych ruchów fasady

---

<sup>43</sup> Np. marmur czyści się mieszaniną krzemianu magnezowego (talku) z wodą.

pracującej na wietrze i słońcu, bo nie zapewniają wymaganego stopnia szczelności przegród. W związku z powyższym uszczelnienia ścian osłonowych należy poddawać regularnej kontroli, a w razie konieczności dokonać wymiany uszkodzonych podzespołów, w celu wydłużenia cyklu życiowego fasady. Prace takie prowadzone są zazwyczaj przez wyspecjalizowane ekipy budowlane. W przypadku wtórnego użytkowania obiektów pokrytych płytami warstwowymi, których eksploatacja wymaga częstego mycia okładzin, należy uwzględnić konieczność dodatkowego uszczelnienia styków (oprócz mas i uszczeliek standardowo aplikowanych w zamkach). W tym celu zaleca się stosowanie uszczelniaczy o odczynie neutralnym, na bazie silikonu, butylu, poliuretanu. Zdecydowanie odradza się użycie uszczelniaczy o odczynie kwaśnym, wykonanych np. na bazie kwasu octowego.

Najpoważniejszą usterką techniczną, w wypadku systemowych okładzin elewacyjnych, jest zniszczenie podzespołów służących do mocowania wierzchniej okładziny elewacyjnej. Może ono nastąpić, w zależności od pierwotnie zastosowanego rozwiązania technicznego, w wyniku: korozji stalowych zaczepów, zamków lub wkrętów mocujących (stąd coraz większa popularność wyrobów ze stali nierdzewnej) oraz utracenia parametrów spoiwa łączącego (w systemach klejonych). Obecnie na polskim rynku prowadzone są pierwsze realizacje, w których połączenia mechaniczne zastępuje się klejonymi. Niekiedy zastosowanie znajdują obydwa rozwiązania jednocześnie, sprowadzając funkcję jednego z nich do roli pomocniczej. Literatura oraz przykłady budownictwa realizowanego w krajach wysoko rozwiniętych wskazują jednak na możliwość wykorzystywania wyłącznie połączeń klejonych, przy łączeniu fasad metalowo – szklanych. Pojedyncze usterki elementów mocujących okładziny można zazwyczaj łatwo usunąć. Awaria taka powinna być jednak poważnym sygnałem ostrzegawczym, obligującym do sprawdzenia stanu technicznego mocowania pozostałych elementów fasady.

#### 4.4.1.2 ZASTOSOWANIE ELEMENTÓW Z ODZYSKU W NOWEJ LOKALIZACJI

Sposób montażu większości panelowych okładzin elewacyjnych pozwala na ich łatwy i szybki demontaż. Poprawność przebiegu procesu rozbiórki ścian osłonowych, w trakcie wyburzania wycofanej z eksploatacji budowli, uwarunkowana jest przez następujące grupy czynników: świadomość ekologiczną wykonawcy, jego umiejętności warsztatowe, stan techniczny oraz wartość materialną pozyskiwanych elementów okładzinowych. Istotny wpływ na ostateczny stan techniczny komponentów z odzysku ma również sposób ich transportu i przechowywania. Podzespoły zaprojektowane do montażu w układzie wertykalnym mogą bowiem ulec zniszczeniu w trakcie przemieszczania lub magazynowania w pozycji horyzontalnej, i odwrotnie.

Jak podają materiały źródłowe [6], w chwili obecnej w krajach wysoko uprzemysłowionych, do odzysku coraz częściej trafiają elewacyjne panele kamienne, zwłaszcza granitowe i marmurowe. Dzieje się tak, gdyż:

- istnieje duży popyt na tego typu materiał,
- elementy te nie posiadają z reguły śladów wcześniejszej eksploatacji i po odpowiednim oczyszczeniu i konserwacji nie zdradzają wyglądem swego wtórnego pochodzenia,
- nie następują większych trudności w trakcie demontażu,
- jest wysoce prawdopodobne, że nowy ustrój podtrzymujący okładzinę, po ewentualnym przeprowadzeniu drobnych modyfikacji, będzie kompatybilny

z zastosowanymi oryginalnie łącznikami typu panel – ściana.

Pomimo pewnej standaryzacji rodzaju wykorzystywanych zaczepek montażowych, gabaryty arkuszy okładzinowych projektowane są zazwyczaj na potrzeby konkretnej realizacji. Na ich wymiar wpływa przyjęty rozstaw kolumn i wysokość kondygnacji obiektu będącego miejscem ich pierwotnej eksploatacji. Elementy z odzysku mogą zatem nie pasować do układu konstrukcyjnego nowo projektowanego budynku. Dobre rezultaty w praktyce przynosi odpowiednio wczesne zlokalizowanie materiałów wtórnych na rynku lub na liście obiektów przeznaczonych do rozbiórki. Umożliwia to zaplanowanie siatki konstrukcyjnej projektowanego obiektu w sposób kompatybilny z wymiarami dostępnych materiałów elewacyjnych. W praktyce rozwiązanie takie sprowadza się zazwyczaj do podjęcia następujących czynności:

- wykonawca odpowiedzialny za przeprowadzenie etapu rozbiórki budynku będącego miejscem pierwotnej eksploatacji poszukiwanych elementów okładzinowych, zostaje powiadomiony o zapotrzebowaniu na dany materiał na rynku wtórnym,
- działanie z pewnym wyprzedzeniem pozwala zorganizować wówczas dogodne miejsce przechowania materiału w trakcie prowadzenia prac projektowych,
- naprawa i konserwacja podzespołów z odzysku zostaje ujęta w wycenie robót budowlanych i może być przeprowadzona wcześniej,
- układ szkieletowy budynku projektowanego zostaje dopasowywany do okładziny z odzysku.

Duża popularność szklanych paneli elewacyjnych, trwająca nieprzerwanie od drugiej połowy XX w. aż po dzień dzisiejszy, przyczyni się w najbliższym okresie do wzrostu częstotliwości ich odzysku i wtórnego zastosowania w budownictwie. Spowodowane to będzie częściową utratą, na przestrzeni eksploatacji, właściwości izolacyjnych oraz nieprzerwaną ewolucją trendów designerskich, wymuszającą face lifting budynków istniejących. Dominującym czynnikiem, wpływającym na sprawność przebiegu procesu wtórnego wykorzystania elementów ze szkła budowlanego, jest potencjalna możliwość przeprowadzenia korekty wielkości tafli dla potrzeb nowego zadania inwestycyjnego. Wyroby szklane produkowane metodą *float* lub *szkła ciągnionego* stosowane są w budownictwie w formie pojedynczej szyby (szkło okienne o grubości od 3 do 12mm) lub jako części składowe szyb zespolonych (zestawy złożone najczęściej z dwóch lub trzech tafli przedzielonych ramką dystansową, z dwustopniowym uszczelnieniem krawędzi zespolenia). Produkty te dają możliwość przycinania na wymiar w stosunkowo łatwy sposób. Więcej trudności następuje natomiast szkło zbrojone i hartowane, które na dobrą sprawę nie nadaje się do poddania obróbce polegającej na docinaniu paneli. Pewien potencjał dla rekonsypcji posiada szkło klejone, wykorzystywane często do produkcji podzespołów ścian kurtynowych w budynkach. Elementy laminowane składają się zazwyczaj z dwóch tafli sklejonych warstwą kleju polimerowego. Kiedy żadna z warstw wyrobu nie jest hartowana, wówczas element można docinać na wymiar. Proces ten wymaga przeprowadzenia trzystopniowego cięcia – każda z warstw osobno.

W wielu wysoko rozwiniętych krajach istnieje obecnie także stosunkowo dobrze prosperujący rynek sprzedaży okładzin metalowych pochodzących z odzysku (arkusze blachy profilowanej). Proceder ten przyjmuje zazwyczaj formę **downcyklingu** – czyli wtórnego wykorzystania produktów w sytuacji, która stwarza zapotrzebowanie na wyroby o niższej jakości niż miało to miejsce w przypadku pierwotnej eksploatacji.



Blacha trapezowa i falista jest zazwyczaj identyfikowana przez firmy zajmujące się przeprowadzaniem dekonstrukcji obiektów budowlanych, jako materiał wysoce wartościowy. Zaletą omawianego systemu okładzinowego jest prostota obróbki i doboru odpowiedniego sposobu montażu. Regularny kształt fali umożliwia ponadto montaż arkuszy na zakładkę, w celu dopasowania do nowego rozstawu słupów i rygli.

#### 4.4.1.3 PRODUKTY Z RECYKLINGU

W chwili obecnej na rynku materiałów budowlanych dostępna jest duża grupa produktów wykorzystywanych w systemach elewacyjnych, wykonanych przy procentowym udziale materiałów odpadowych. Zawierają one różnego rodzaju, odpowiednio rozdrobnione i przetworzone domieszki polimerowe, ceramiczne, kamienne, betonowe itp. Są to wyroby nowe, posiadają zatem pełen okres gwarancyjny oraz stosowne atesty i certyfikaty dopuszczające je do eksploatacji zgodnej z przeznaczeniem zdefiniowanym przez producenta. Do materiałów budowlanych stosowanych do wykonywania poszczególnych warstw przegród osłonowych, zawierających domieszkę elementów odpadowych, należą min.: wełna szklana (dodatek stłuczki z odzysku), tzw. plastikowe drewno (udział materiałów odpadowych nawet do 90%), niektóre typy paneli betonowych (różne rodzaje kruszyw z recyklingu) i konglomeraty kamienne. Na szczególną uwagę, ze względu na bardzo wysoką jakość produktu i dobre walory estetyczne, zasługuje ostatni z wyżej wymienionych materiałów elewacyjnych. Konglomeraty kamienne są mieszaniną drobno frakcyjnych kruszyw marmurowych, granitowych lub kwarcowych, stanowiących zazwyczaj ok. 95% produktu oraz specjalnych utwardzaczy z żywic poliestrowych, które jako materiał wiążący stanowią pozostałe 5% wyrobu. Uprzemysłowienie produkcji konglomeratów przyczyniło się do ich powszechnego stosowania w budownictwie i przemyśle meblowym jako materiału do produkcji blatów, parapetów, paneli elewacyjnych, stopnic i innych elementów wykończeniowych. Do głównych zalet konglomeratu można zaliczyć: jedność koloru, odporność na czynniki chemiczne i uszkodzenia mechaniczne oraz niższy ciężar objętościowy w stosunku do kamienia naturalnego.

Poruszając tematykę stosowania elementów z recyklingu przy wykonywaniu elewacji w obiektach budowlanych warto nadmienić, że istnieje również możliwość stosowania ich jako dodatku do tynków zewnętrznych w postaci grysu otrzymywanego z różnokolorowej stłuczki szklanej. Stłuczka przetworzona na mączkę szklaną znajduje obecnie zastosowanie także jako półprodukt w zaprawach budowlanych. Poprawę właściwości zapraw i tynków elewacyjnych można osiągnąć także przez dodatek drobnych frakcji mielonego styropianu z odzysku [234]. Modyfikator ten wpływa na podniesienie izolacyjności termicznej przegród zewnętrznych.

#### 4.4.2 POKRYCIE DACHÓW

Wśród produktów wykorzystywanych do budowy pokryć dachowych znajduje się stosunkowo szeroka grupa elementów, w odniesieniu do których stosować można ideę rekonsypcji materiałowej. Na szczególną uwagę zasługuje możliwość wtórnej aplikacji drobnowymiarowych podzespołów, takich jak np. łupek czy dachówka ceramiczna. Wykonawcy sięgają po ów materiał wykonując nie tylko prace dekarские ale także używają ich jako okładzin elewacyjnych. Przyczyn rosnącej popularności wtórnego użycia tradycyjnie stosowanych, drobnowymiarowych elementów pokryć dachowych należy dopatrywać się przede wszystkim w tym, że:

- są to proste w budowie i eksploatacji, podstawowe systemy budowlane,

- ze względu na małe wymiary nie następują one zbyt wielu trudności w trakcie demontażu, konserwacji, magazynowania i transportu,
- są materiałem trwałym i odpornym na działanie niekorzystnych warunków atmosferycznych – cechuje je długa żywotność,
- są dostępne w wielu wzorach, kolorach i typach, które podlegają pewnej standaryzacji,
- znajdują zastosowanie w budownictwie od długiego czasu, co wpływa na duże zapotrzebowanie na tego typu wyroby, zwłaszcza na polu działalności konserwatorskiej, remontowej i w budownictwie indywidualnym,
- podstawowe wzory są z reguły dostępne lokalnie i w wymaganej ilości.

#### 4.4.2.1 WTÓRNE UŻYCIE W PIERWOTNEJ LOKALIZACJI

Zdecydowana większość drobnowymiarowych elementów pokryć dachowych, niezależnie od tego czy wykonane one są z ceramiki, betonu czy kamienia, mocowana jest za pomocą śrub, gwoździ, spinek bądź klamrowana do podkonstrukcji drewnianej. Niektóre odmiany dachówek, dzięki odpowiedniemu uformowaniu ich kształtu, utrzymują się na połąci dachowej pod ciężarem własnym, bez dodatkowego mocowania. Ze względu na działanie sił ssących wiatru nie jest to jednak rozwiązanie w pełni bezpieczne, a w związku z tym obecnie coraz rzadziej stosowane. Trzeba jednak podkreślić, że polskie normy nie mówią nic na temat przypinania dachówek do łąt. W kraju jedynym wyznacznikiem w tym zakresie są wskazówki producentów pokryć dachowych. Np. wytwórnia ceramiki budowlanej *Roben* zaleca klamrowanie co trzeciej dachówki po skosie, a także wszystkich akcesoriów dachowych i elementów w miejscach szczególnie narażonych na działanie wiatru. Inaczej jest już za naszą zachodnią granicą. W Niemczech Centralny Związek Rzemiosła Dekarskiego daje wykonawcom szczegółowe wytyczne, pozwalające dobrać sposób mocowania, posługując się odpowiednim wzorem lub specjalnie opracowanymi tabelami uwzględniającymi położenie budynku (strefa wiatru), jego geometrię i wymiary (wysokość, szerokość etc.), kształt oraz kąt nachylenia połąci, zastosowany na pokrycie materiał jak i sam typ konstrukcji dachu, istotny ze względu na intensywność penetracji wiatru [107]. Bez względu jednak na zagęszczenie punktów mocujących, indywidualne podzespoły pokrycia po zniszczeniu zazwyczaj mogą zostać w stosunkowo łatwy sposób usunięte i zastąpione produktem równoważnym, znajdującym się w odpowiednio dobrym stanie technicznym. Najwięcej problemów natury technicznej, przy starannym demontażu podzespołów pokrycia, stwarzają elementy kalenicowe i okapowe, które ułożono na warstwie zaprawy wykonanej z udziałem spoiwa cementowego. Odzyskanie trwale zamocowanych elementów jest w tym wypadku praktycznie niemożliwe i zazwyczaj kończy się poważnym uszkodzeniem materiału.



**Fot. 64.** Przykład zastosowania gwoździ do mocowania pokrycia dachowego z łupka. Fot. autora.

Na zwiększenie stopnia komplikacji robót, w trakcie wtórnego stosowania drobnowymiarowych elementów pokryć dachowych do celów remontowych i konserwatorskich, wpływa także potrzeba dobierania elementów pochodzących z odzysku do charakterystycznych cech zewnętrznych pokrycia uzupełnianego. Podzespoły dachówek, w zależności od daty powstania i miejsca wyrobu, posiadają bowiem różny kształt, rozmiar, kolor, krzywiznę i sposób mocowania. Na powierzchnię wykończeniową pokrycia może ponadto wpływać długotrwałe działanie czynników atmosferycznych (np. nasłonecznienia) i lokalnych zanieczyszczeń środowiska.

Oprócz elementów betonowych, ceramicznych i kamiennych pewien potencjał dla odzysku posiadają również pokrycia metalowe, z których największą popularnością cieszą się zwłaszcza te, wykonane z wartościowych materiałów takich jak: blacha cynkowa, miedziana, aluminium czy ołów. Niemal wszystkie metalowe powłoki dachowe ulegają stopniowej korozji. Korozja zależy w dużej mierze od stopnia zanieczyszczenia atmosfery. Zachodzi ona zazwyczaj pomału, w miejscach niewidocznych takich jak zagięcia blachy, punkty jej mocowania, przebicia dachowe, etc. Kiedy doprowadzi do zniszczenia jednego arkusza pokrycia dachu, należy traktować to jako poważny sygnał ostrzegawczy, wskazujący z dużym prawdopodobieństwem na potrzebę wymiany, a przynajmniej dokładnej inspekcji wszystkich pozostałych jego elementów. Koszt ekologiczny przeprowadzenia wymiany warstwy osłonowej jest na pewno mniejszy niż naprawa konstrukcji dachu zniszczonej wskutek jego nieuszczelności. Większość metalowych powłok dachowych może być remontowana bezpośrednio w miejscu pierwotnej eksploatacji. W przypadku naprawy pokryć wykonanych z arkuszy blach lakierowanych lub paneli typu sandwich zastosowanie mają takie same reguły, jak przy wcześniej omówionych pokryciach elewacyjnych. Należy podkreślić, że nawet drobne zarysowania powłok ochronnych dachu mogą w szybkim czasie doprowadzić do utraty szczelności pokrycia. Powinny zatem być możliwie szybko usunięte za pomocą odpowiednich zaprawek malarskich, zalecanych przez producenta systemu. Mocniej skorodowane elementy wymagają wymiany.

Wierzchnie warstwy uszczelniające w postaci membran dachowych, papy i innych typów powłok bitumicznych układanych w formie płynnej, zazwyczaj dają duże możliwości naprawy w miejscu ich pierwotnej aplikacji. Dokładnych informacji w tym zakresie udzielają producenci konkretnych systemów dachowych. Wyeliminowanie drobnych nieszczelności następuje wtedy zazwyczaj poprzez punktową aplikację łań, mocowanych metodą termozgrzewalną. Mocno zniszczone pokrycie, na dużym obszarze połaci dachu, wymaga przeważnie wymiany całości uszczelnienia, lub jego powtórnego przekrycia warstwą renowacyjną (w zależności od zastosowanego systemu). Membrany i papy usunięte na placu budowy, w zdecydowanej większości przypadków, można poddać procesowi recyklingu.

#### 4.4.2.2 ZASTOSOWANIE ELEMENTÓW Z ODZYSKU W NOWEJ LOKALIZACJI

Wtórne zastosowanie drobnowymiarowych podzespołów pokryć dachowych z odzysku jawi się jako atrakcyjna alternatywa dla tradycyjnie stosowanych, nowych wyrobów budowlanych, zwłaszcza w odniesieniu do inwestycji tworzonych na małą skalę – systemem gospodarczym. W celu minimalizacji negatywnego wpływu przebiegu realizacji na środowisko przyrodnicze, należy dołożyć wszelkich starań, aby materiał pozyskiwany był lokalnie, zwłaszcza jeśli można zaliczyć go do grupy produktów regionalnych, bądź standardowych ogólnego zastosowania. Zakup elementów typowych z odzysku nie powinien przysparzać większych trudności, szczególnie w obliczu dobrze rozwiniętej sieci lokalnych centrów materiałów wtórnych (w Polsce ciągle nieistniejącej). Pewne komplikacje mogą pojawić się przy próbie pozyskiwania wyrobów specjalnych, takich jak płytki krawędziowe (okapowe), gąsiory, moduły wentylacyjne itp. Deficyt tego rodzaju elementów można rozwiązać wprowadzając do realizacji obiektu, w minimalnym wymaganym zakresie, zastosowanie wyrobów nowych – najlepiej pochodzących z recyklingu. Powinny one przypominać barwą i kształtem zakupiony wcześniej materiał z odzysku.

Jakość pochodzących z drugiej ręki elementów ceramicznych może zazwyczaj zostać oceniona na podstawie percepcji wzrokowej i oględzin technicznych. Przy zakupie dużych partii materiału dobrze jest podeprzeć się opinią rzeczoznawcy, w razie potrzeby uzupełnioną o wykonanie podstawowych badań laboratoryjnych wybranych wyrwykowo produktów. W momencie dopuszczenia możliwości wtórnego wykorzystania podzespołów pokrycia betonowego, przed podjęciem ostatecznej decyzji kwalifikującej materiał, trzeba upewnić się, że nie został on wyprodukowany z zastosowaniem włókien azbestowych (udowodnione jest rakotwórcze działanie azbestu).

Pokrycia metalowe również stwarzają możliwości wtórnego stosowania w budownictwie. Przed ponownym wykorzystaniem materiału należy przeprowadzić dokładne jego oględziny, eliminując prawdopodobieństwo montażu fragmentów uszkodzonych poprzez korozję lub pękniętych. Pewne zagrożenie dla szczelności pokryć z odzysku stanowią poprzednie punkty montażowe, które należy dokładnie zlokalizować, a następnie ukryć, układając materiał na zakładkę, lub wykorzystać jako miejsca przewidziane do powtórnej aplikacji wkretów.

Wtórne stosowanie materiałów z odzysku w nowej lokalizacji praktycznie nie ma miejsca w odniesieniu do produktów izolacyjnych, takich jak papy i membrany dachowe. Działania takie byłyby obarczone ryzykiem związanym z udzieleniem gwarancji na szczelność pokrycia.

#### 4.4.2.3 PRODUKTY Z RECYKLINGU

Dachówka oraz gont produkowane bywają obecnie na bazie recyklingu materiałów odpadowych. Co prawda działania takie mają ciągle miejsce sporadycznie, niemniej jednak stopniowo zyskują na popularności. Dzieje się tak, gdyż ekologiczny proces produkcji wyrobów budowlanych oraz uwzględnienie potrzeby przyszłej utylizacji wyeksploatowanego materiału coraz mocniej sprzyja kreowaniu pozytywnego wizerunku marki i daje szansę wyróżnienia się na tle rosnącej konkurencji na rynku materiałów budowlanych. W literaturze specjalistycznej znaleźć można wiele przykładów potwierdzających możliwość wykorzystywania odpadów w procesie produkcji ceramiki budowlanej [84, 97, 11, 85, 148]. Jako substytut w produkcji mas ceramicznych może znaleźć zastosowanie np. mączka szklana, wytwarzana ze stłuczki. Rozdrobniona masa szklana pełni tu rolę topnika, przyspieszającego proces topnienia. Masa może służyć także jako środek spulchniający lub wypełniacz przy produkcji dachówki, klinkieru elewacyjnego, płytek ceramicznych itp. wyrobów, znajdujących powszechne zastosowanie przy wykańczaniu przegród osłonowych. Inne przykłady produktów z recyklingu to np. sztuczny łupek (wyrób wytwarzany na bazie mieszanki betonu i kruszyw), membrany dachowe z recyklingu (nawet do 98% zawartości odpadów po przetworzeniu), etc.

Z technicznego punktu widzenia, metody konstrukcji dachów i ścian osłonowych w większości przypadków stwarzają obecnie możliwość selektywnej rozbiórki i wtórnego wykorzystania przynajmniej niektórych z podzespołów. Czynnikiem determinującym i przemawiającym za podjęciem próby odzysku poszczególnych elementów składowych danego systemu jest ich wysoka wartość rynkowa (np. panele graniowe, elementy mocujące ze stali nierdzewnej). Spore zainteresowanie wśród potencjalnych odbiorców wzbudzają również te wyroby, które zostały wycofane już z produkcji, są relatywnie łatwe do składowania i nie nastęrczają zbyt dużych problemów w trakcie przeprowadzania ich dekonstrukcji. W większości przypadków dotyczy to drobnowymiarowych elementów okładzinowych, takich jak: niektóre odmiany dachówki, cegła<sup>44</sup> i kamień.

#### 4.5 WTÓRNE UŻYCIĘ NOŚNYCH ŚCIAN OSŁONOWYCH JAKO PRZYKŁAD ADAPTACJI ARCHITEKTONICZNEJ

Jednym z zyskujących na popularności rozwiązań w architekturze ekologicznej jest adaptacja architektoniczna. Może przyjmować ona różną formę. Stopień ingerencji w strukturę budynku zależy najczęściej od jego stanu technicznego, okresu powstania i rodzaju planowanej dlań, nowej funkcji. Zasadniczo może obejmować on:

- pozostawienie pierwotnego układu konstrukcyjnego i funkcjonalnego wraz z jednoczesną modernizacją instalacji wewnętrznych i wymianą materiałów wykończeniowych;
- zachowanie ścian osłonowych i głównej konstrukcji nośnej wraz ze zmianą układu funkcjonalnego oraz modernizacją instalacji i materiałów wykończeniowych;
- zachowanie wszystkich ścian osłonowych oraz modernizację istniejącego ustroju nośnego w celu dostosowania go do nowej funkcji;
- zachowanie wybranych lub wszystkich ścian osłonowych (w przypadku

---

<sup>44</sup> Zwłaszcza licówka układana na zaprawie na bazie spoiwa glinianego lub wapiennego.

kamienic zazwyczaj tylko fasady frontowej) wraz z całkowitą wymianą wewnętrznego układu nośnego i funkcjonalnego, co stanowi temat niniejszego rozdziału.

Zarówno pojedyncze budynki jak i duże kompleksy poddawane adaptacji lub rewitalizacji niejednokrotnie zostały wyłączone z eksploatacji w wyniku zaistniałych przemian gospodarczych, pogorszenia się ich stanu technicznego lub niemożności spełnienia współcześnie stawianych im wymagań użytkowych. Budowle te często posiadają walory zabytkowe i korzystną lokalizację, w pobliżu centrów dużych miast. Potencjalna możliwość przeprowadzenia zmiany sposobu użytkowania i gruntownej modernizacji niejednokrotnie stanowi czynnik decydujący o zachowaniu obiektu istniejącego lub jego części.

Adaptacja i przystosowanie do nowej funkcji użytkowej wycofanych z eksploatacji obiektów budowlanych, bez żadnych wątpliwości, wpisuje się w nurt architektury ekologicznej. Obciąża ona środowisko przyrodnicze w zdecydowanie mniejszym stopniu niż prace rozbiórkowe poprzedzające fazę budowy od podstaw, co zostało udowodnione naukowo. Badania przeprowadzone przez pracowników Uniwersytetu w Loughborough (Wielka Brytania), w odniesieniu do typowej budowli śródmiejskiej<sup>45</sup> pokazują, że nakłady energii potrzebnej do wzniesienia nowej fasady przewyższają cztero – a nawet pięciokrotnie – energię niezbędną do zachowania i remontu ściany istniejącej [66].

Przy pracach adaptacyjnych i modernizacyjnych zachodzi bezwzględna potrzeba zapewnienia bezpieczeństwa konstrukcji we wszystkich fazach robót, tzn. zabezpieczenia konstrukcji istniejącej w celu rozpoczęcia działań budowlanych, w fazie zmiany ustroju nośnego, w trakcie realizacji prac oraz w docelowym układzie konstrukcyjnym obiektu przystosowanego do nowej funkcji użytkowej. Dodatkowo, wszelkie prace konstrukcyjno – budowlane w obiektach wycofanych z eksploatacji, należy poprzedzać szczegółową ekspertyzą stanu technicznego konstrukcji nośnej, a także badaniami materiałowymi, w zakresie niezbędnym do ustalenia ich właściwości mechanicznych [139]. Dobranie odpowiednich rozwiązań technologicznych to gwarancja:

- bezpieczeństwa użytkowania obiektu,
- bezpieczeństwa i komfortu prowadzenia robót (wielkość przestrzeni manewrowej na placu budowy),
- minimalizacji negatywnego oddziaływania prac na bezpośrednie sąsiedztwo miejsca inwestycji (hałas, zakurzenie, utrudnienia w komunikacji, bezpieczeństwo przechodniów, etc.).

Nie mniej istotny jest wpływ procesu rekonstrukcji na jakość i estetykę kreowanych przestrzeni, spójność tkanki miejskiej oraz zagadnienia związane z komfortem użytkowania wewnątrz, w odniesieniu do współcześnie panujących standardów (izolacyjność akustyczna i termiczna, zużycie energii w trakcie eksploatacji budowli, etc.).

---

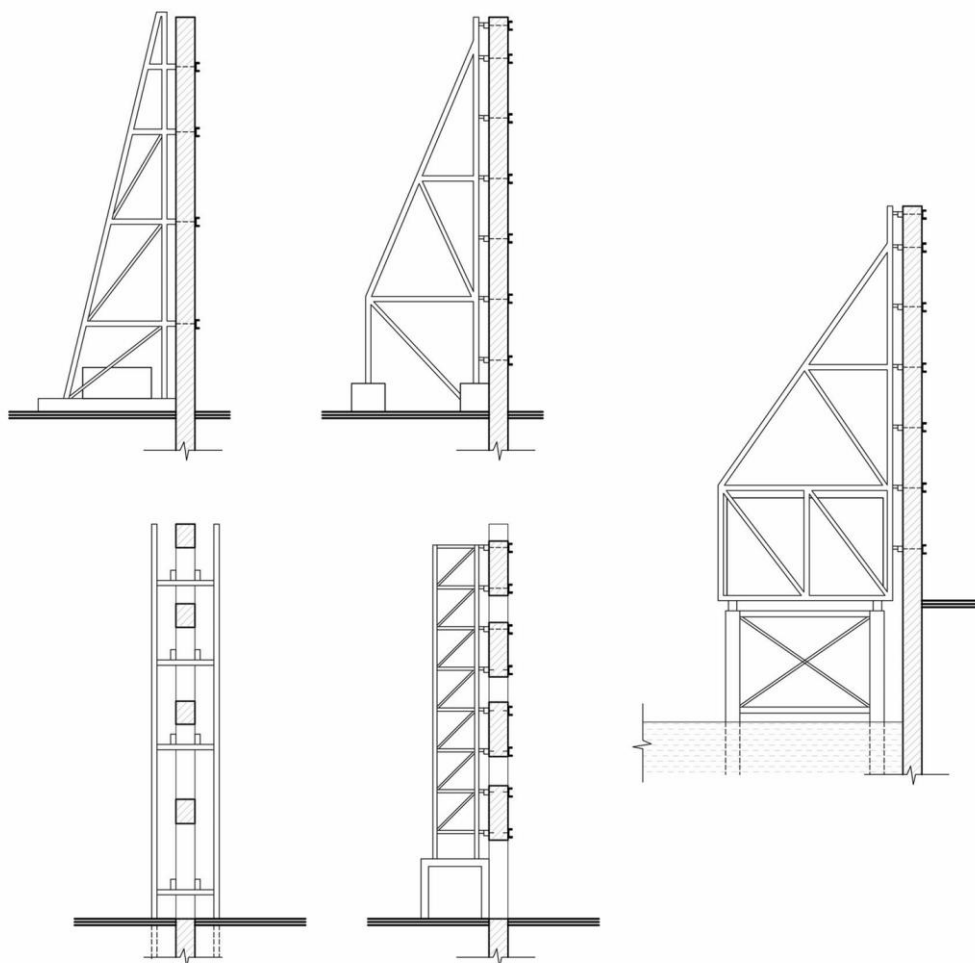
<sup>45</sup> Budynek murowany, zlokalizowany w centrum Londynu, data powstania 1930, wymiary ściany frontowej H 25 m x S 85 m.



**Fot. 65 – 66.** *The Granary La Suite Hotel*, Wrocław ul. Mennicza.  
Od góry: stan na rok 2005, stan na rok 2012, po przeprowadzonej przebudowie. Fot. autora.

#### 4.5.1 TYMCZASOWE KONSTRUKCJE WZMACNIAJĄCE

Do głównych zagadnień technicznych związanych z procesem wtórnego wykorzystania murowanych ścian osłonowych należy wykonanie tymczasowej konstrukcji stabilizującej, dobór odpowiedniego sposobu połączenia fasady istniejącej z nowym układem nośnym, wzmocnienie fundamentów zachowanych ścian osłonowych oraz posadowienie elementów projektowanych w bezpośrednim sąsiedztwie części istniejącej. Operacja rekonstrukcji przegród zewnętrznych obiektu zazwyczaj zaczyna się od fazy stabilizacji poszczególnych elementów budowlanych. Od jakości wykonania tego etapu robót zależy w dużym stopniu bezpieczeństwo i sprawność prowadzenia dalszych prac adaptacyjnych. Zastosowanie starannie dobranego systemu stabilizującego pozwala na całkowitą przebudowę wnętrza, stropów i konstrukcji budynku. Do podpierania fasad stosuje się najczęściej różne konfiguracje systemów ramowych i zastrzałowych. W przeważającej liczbie przypadków są to ustroje stalowe robione „na miarę”, szybkie do montażu i demontażu. Konstrukcje te są systemami wysięgowymi, które należy dostosować do specyficznych właściwości podłoża, wysokości oraz sposobu prowadzenia prac renowacyjnych i innych czynników związanych z lokalizacją placu budowy. Wykonanie tych elementów powierzane jest zazwyczaj specjalistycznym firmom budowlanym.



**Rys. 34.** Przykładowe rozwiązania stalowych systemów zabezpieczających elementy strukturalne remontowanego budynku. Opracowanie autora na podstawie [51].





Fot. 67 – 68. Wewnętrzne podłużnice kratowe wzmacniające masywną ścianę osłonową [51].

Ze względu na możliwe, różne scenariusze usytuowania miejsca inwestycji, systemy podpór tymczasowych wykonuje się jako zewnętrzne oraz wewnętrzne. W szczególnych przypadkach są to układy mieszane. Do głównych zalet ustrojów zewnętrznych należy minimalizacja utrudnień na etapie rozbiórki konstrukcji pierwotnej oraz wznoszenia nowego układu nośnego. Podpory wewnętrzne wpływają w pewnym stopniu na skomplikowanie przebiegu robót budowlanych. Niemniej jednak ich atutem jest to, że są zlokalizowane wewnątrz budynku i tym samym nie utrudniają ruchu pieszego i kołowego przy obiekcie. Eliminuje to potrzebę uzyskiwania pozwoleń wynikających z tytułu zajęcia chodnika i pasa drogowego, co w przypadku realizacji prowadzonych w centrach dużych miast wpływa na uproszczenie i przyspieszenie procesu inwestycyjnego. Ustroje stabilizujące ściany w większości przypadków wymagają wykonania dlań odpowiednich fundamentów tymczasowych. Pełnią one funkcję balastu dla konstrukcji i uniemożliwiają jej niekontrolowane podniesienie lub przesunięcie.

Innowacyjność niektórych rozwiązań projektowych, tworzonych z wykorzystaniem stalowych systemów wzmacniających, polega na minimalizacji poziomu zużycia szarej energii i kosztów związanych ze stabilizacją ścian osłonowych. Osiągnięcie pożądanych parametrów wytrzymałościowych w trakcie realizacji robót, może zostać zapewnione już na etapie projektowania, zakładając postępowanie choćby według jednego z poniższych scenariuszy:

- docelowa, stalowa konstrukcja nośna wznoszonego obiektu stanowi jednocześnie układ stabilizujący zachowane ściany osłonowe,
- fasada budynku zostaje podparta poprzez zachowanie niektórych wewnętrznych ścian nośnych obiektu. Stężenia i elementy poziome układu tymczasowego rozpinane są pomiędzy zachowanymi wybiórczo wewnętrznymi przegrodami pionowymi. To umożliwi pominięcie, na etapie realizacji, kosztownych wież stalowych, wchodzących w skład systemu zabezpieczającego,
- fundamenty konstrukcji tymczasowej, po jej demontażu, zostają wykorzystane do posadowienia docelowych elementów nośnych obiektu.

Przy projektowaniu tymczasowej konstrukcji stabilizującej należy uwzględnić:

- obustronne obciążenia wiatrem działające na fasadę oraz jej podpory<sup>46</sup>,
- minimalizację niekorzystnego wpływu prac budowlanych na bezpośrednie otoczenie placu budowy<sup>47</sup>,
- siły mogące powstać w skutek ewentualnej kolizji pojazdów mechanicznych z dolnymi partiami ustroju podtrzymującego ścianę<sup>48</sup>,
- inne czynniki lokalne mogące powodować ugięcie i odchylenie od pionu elementów konstrukcji,
- odpowiedni współczynnik bezpieczeństwa zabezpieczający przed osunięciem lub przesunięciem się fundamentów konstrukcji tymczasowej,
- konieczność przeprowadzania okresowych konserwacji i przeglądów technicznych<sup>49</sup>,
- optymalizację kształtu i rozstawu podpór, zapewniającą swobodny dostęp do elementów istniejących, możliwość manewru ciężkiego sprzętu budowlanego oraz bezkolizyjne wykonanie docelowego szkieletu konstrukcyjnego nowego budynku<sup>50</sup>.

#### 4.5.2 KOMFORT I BEZPIECZEŃSTWO UŻYTKOWANIA

Na komfort i bezpieczeństwo użytkowania oraz trwałą estetykę obiektu, w trakcie jego wieloletniej eksploatacji, wpływa na etapie projektowania szereg przyjętych rozwiązań technologicznych, w tym montażowych. Szczególnie istotne mogą być właściwie wykonane połączenia zachowanych ścian osłonowych z nową konstrukcją nośną. Zastosowane rozwiązania inżynierskie muszą uwzględniać potrzebę niezależnego osiadania części istniejącej i nowo budowanej (dylatacja), eliminować prawdopodobieństwo przekazania obciążeń z ustroju projektowanego na elementy istniejące, zapobiegać niekontrolowanemu przesunięciu bądź odchyleniu fasady, gwarantować odpowiednią trwałość połączeń nawet w trakcie działania skrajnie niekorzystnych czynników zewnętrznych takich jak wysoka temperatura, i działanie wiatru.

O jakości projektowanych przestrzeni świadczy także sprzyjający mikroklimat wewnątrz, który uzyskać można przy zapewnieniu odpowiedniej izolacji akustycznej i termicznej pomieszczeń. W trakcie prac adaptacyjnych, prowadzonych zwłaszcza w odniesieniu do budynków o dużej wartości historycznej i architektonicznej, których elewacja zewnętrzna nie powinna ulec zmianie, czasem jedynym dopuszczalnym rozwiązaniem jest wykonanie ocieplenia ścian osłonowych od wewnątrz. Na rynku materiałów budowlanych dostępne jest obecnie wiele sprawdzonych rozwiązań

---

<sup>46</sup> Do obliczeń należy przyjąć powierzchnię elewacji, z uwzględnieniem pola otworów okiennych, które w trakcie robót są zazwyczaj tymczasowo zabudowane.

<sup>47</sup> Sprowadzenie do minimum utrudnień komunikacyjnych, zapewnienie bezpieczeństwa przechodniów, zabudowa okien redukująca zakurzenie i hałas w pobliżu placu budowy.

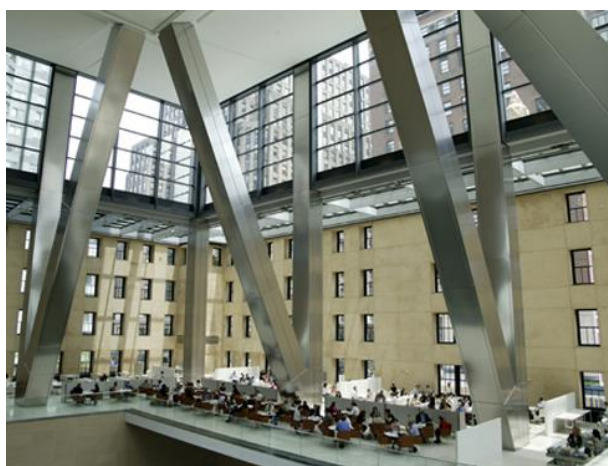
<sup>48</sup> Trzeba podkreślić, że konstrukcja podtrzymująca powinna być odpowiednio oświetlona i oznaczona.

<sup>49</sup> Kontrola elementów zachowanych i podpór powinna odbywać się regularnie oraz dodatkowo w okresie niesprzyjających warunków atmosferycznych.

<sup>50</sup> Dobry dostęp do adaptowanych ścian osłonowych to także możliwość przeprowadzenia szeregu prac instalacyjnych i montażowych, wykonania inwentaryzacji i prowadzenia stałego monitoringu elementów budowlanych, instalacji nowej stolarki i opierzenia, remontu i konserwacji podzespołów w niezbędnym zakresie.

technologicznych, zapewniających podniesienie parametrów przegród zewnętrznych, które eliminują niebezpieczeństwo zawilgocenia wywołanego kondensacją pary wodnej. Najlepsze do tego celu wydają się być specjalistyczne bloczki z autoklawizowanego betonu komórkowego. Ich zastosowanie poprawia parametry cieplne ścian, zapobiegając jednocześnie pojawieniu się w pomieszczeniu wilgoci, grzybów i pleśni, bez potrzeby wykonywania warstwy paroizolacyjnej. Bloczki zawdzięczają swoje właściwości wysokiej paroprzepuszczalności i zdolnościom akumulacyjnym materiału, z którego są zbudowane [271].

Przykładem na to, że zachowanie fasady istniejącej da się w pełni pogodzić ze współczesnymi wymogami dotyczącymi energochłonności budowli, jest realizacja budynku *Hearst Tower* w Nowym Jorku. Konstrukcja nośna tego obiektu wysokościowego wykonana została w innowacyjny sposób, który pozwolił zaoszczędzić 20% stali konstrukcyjnej, w porównaniu do rozwiązań tradycyjnych. Około 80% stali wykorzystanej do realizacji pochodziła z recyklingu. Budynek, pomimo zachowania fasady istniejącej, pochłania obecnie 25% mniej energii niż sąsiednie obiekty wysokościowe, wykonane w całości w technologii typu *high – tech* [225].



**Fot. 69 – 71.** *Hearst Tower*, New York, widok zewnętrzny przed oraz po przebudowie, wewnątrz po przebudowie, projekt: *Norman Foster + Partners* [269].



Fot. 72 – 75. Przebudowa areny miejskiej na centrum handlowe, Barcelona. Projekt obejmował czasowe podwieszenie ścian zewnętrznych, ich podcięcie i osadzenie na nowej konstrukcji nośnej, projekt: *Rogers Stirk Harbour + Partners* [256].

**Fasadyzm** – bo tak zdaniem wielu autorów [43] potocznie określa się wtórne użycie zachowanych ścian osłonowych budowli – można traktować jako pewnego rodzaju kompromis pomiędzy tradycją i współczesnością, rozbiórką i pozostawieniem budowli istniejącej, inwestorem chcącym uzyskać nowoczesną przestrzeń odpowiadającą współczesnym wymogom eksploatacyjnym i trendom designerskim, a konserwatorem zabytków pragnącym zachować oblicze budowli w pierwotnym jej kształcie. Działania takie prowadzą do ożywienia pustostanów, poprawy ich funkcjonalności i estetyki, podniesienia jakości życia, komfortu wewnętrznego i wygody użytkowania budynków, przy jednoczesnym zachowaniu spójności tkanki miejskiej. Zagadnienia dotyczące poprawy stanu technicznego i właściwości eksploatacyjnych fasad istniejących, łączenia nowoczesnych konstrukcji typu *high – tech* z ustrojami tradycyjnymi o niższych parametrach oraz umiejętność ochrony walorów zabytkowych w trakcie prowadzenia prac adaptacyjnych, stanowią nie lada wyzwanie dla współczesnych projektantów.

#### 4.6 WNIOSKI

Poszczególne grupy materiałów budowlanych posiadają różny potencjał dla rekonsupcji. W większości przypadków analizowanych w niniejszej pracy dla poszczególnych grup materiałowych i rozwiązań technicznych, dostrzeżono możliwość poddania wyeksploatowanych wyrobów procesowi rekonsupcji, bądź to na drodze wtórnej eksploatacji w pierwotnej lub nowo zadanej lokalizacji, bądź poprzez przetworzenie i wykorzystanie ich jako substratu, przy produkcji materiałów na drodze recyklingu. Na sposób i potencjalne możliwości wtórnego zastosowania danych elementów budowlanych wpływa wiele czynników, takich jak np.: budowa i skład danych komponentów, sposób i skala ich przetworzenia, metoda mocowania lub wbudowania w obiekt budowlany, rodzaj i intensywność pierwotnej oraz zakładanej eksploatacji, dotychczasowa i planowana funkcja podzespołów, aspekty ergonomiczne – istotne zwłaszcza przy kształtowaniu odpowiedniego mikroklimatu wewnątrz, zaprojektowane parametry techniczne i estetyczne elementów, lokalizacja inwestycji, etc. Słuszność poddania danego elementu konkretnej procedurze rekonsupcji (tzn. konserwacji i wtórnego zastosowania w miejscu pierwotnej eksploatacji, bądź odzysku w połączeniu z konserwacją i ponowną aplikacją przy realizacji innej inwestycji, albo przetworzeniu i wykorzystaniu w procesie recyklingu) należy rozpatrywać każdorazowo i indywidualnie, analizując szereg zmiennych aspektów, z których najważniejsze wymieniono powyżej.

Po porównaniu dostępnych rozwiązań technologicznych można pokusić się o określenie pewnych prawidłowości i wyciągnięcie wniosków, które przedstawiono poniżej w **tabelach 17 – 19**, określających potencjał różnych grup wyrobów budowlanych dla rekonsupcji. Jako podstawa do przygotowania zestawienia posłużyła analiza omówionych w literaturze źródłowej, w dużej mierze przedstawionych w niniejszym rozdziale, dostępnych obecnie na rynku rozwiązań technologicznych, które są możliwe do wykorzystania w trakcie prowadzenia robót budowlanych z zastosowaniem idei rekonsupcji materiałowej.

FUNDAMENTY I SYSTEMY STABILIZACJI GRUNTU							
L. p	Produkt	Wtórne użycie w pierwotnej lokalizacji		Wtórne użycie w nowej lokalizacji		Wykorzystanie w procesie recyklingu	
		Możliwości techniczne oraz przydatność	Korzyści dla środowiska	Możliwości techniczne oraz przydatność	Korzyści dla środowiska	Możliwości techniczne oraz przydatność	Korzyści dla środowiska
1	Żelbetowe ławy fundamentowe	Przeciętne	TAK	NIE	NIE	Wysokie	TAK
2	Żelbetowe stopy fundamentowe	Przeciętne	TAK	Niskie	TAK	Wysokie	TAK
3	Pale fundamentowe drewniane	Przeciętne	TAK	Niskie	TAK	NIE	NIE
4	Pale fundamentowe żelbetowe	Wysokie	TAK	NIE	NIE	Niskie	TAK
5	Pale fundamentowe stalowe	Wysokie	TAK	Przeciętne	TAK	Wysokie	TAK
6	Ściana Larsena	Wysokie	TAK	Wysokie	TAK	Wysokie	TAK
7	Geo- tekstylia	Przeciętne	TAK	Niskie	TAK	Przeciętne	TAK
8	Gabiony	Przeciętne	TAK	Przeciętne	TAK	Wysokie	TAK
9	Ściany oporowe prefabrykowane	Wysokie	TAK	Przeciętne	TAK	Wysokie	TAK
10	Ściany oporowe monolityczne	Wysokie	TAK	NIE	NIE	Wysokie	TAK

Tab. 17. Potencjał dla rekonsupcji – fundamenty i systemy stabilizacji gruntu. Opracowanie autora.

KONSTRUKCJA NOŚNA BUDOWLI							
L. p	Produkt	Wtórne użycie w pierwotnej lokalizacji		Wtórne użycie w nowej lokalizacji		Wykorzystanie w procesie recyklingu	
		Możliwości techniczne oraz przydatność	Korzyści dla środowiska	Możliwości techniczne oraz przydatność	Korzyści dla środowiska	Możliwości techniczne oraz przydatność	Korzyści dla środowiska
1	ELEMENTY MUROWANE						
1.1	Cegła na zaprawie wapiennej	Wysokie	TAK	Wysokie	TAK	Wysokie	TAK
1.2	Cegła na zaprawie cementowej	Wysokie	TAK	Niskie	TAK	Przeciętne	TAK
1.3	Błoczki betonowe na zaprawie cementowej	Wysokie	TAK	Niskie	TAK	Wysokie	TAK
1.4	Kamień na	Wysokie	TAK	Przeciętne	TAK	Niskie	TAK

	zaprawie cementowej						
1.5	Prefabrykowane nadproża i parapety, etc.	Wysokie	TAK	Przeciętne	TAK	Wysokie	TAK
2	DREWNO KONSTRUKCYJNE						
2.1	Szkielety drewniane ścian	Wysokie	TAK	Wysokie	TAK	Wysokie	TAK
2.2	Belki stropowe	Wysokie	TAK	Wysokie	TAK	Wysokie	TAK
2.3	Wiązary i belki dachowe	Wysokie	TAK	Przeciętne	TAK	Wysokie	TAK
2.4	Drewno klejone	Wysokie	TAK	Wysokie	TAK	Niskie	TAK
3	WYROBY METALOWE						
3.1	Kolumny i belki z żelaza kutego	Wysokie	TAK	Niskie	TAK	Wysokie	TAK
3.2	Kolumny i belki żeliwne	Wysokie	TAK	Niskie	TAK	Wysokie	TAK
3.3	Wiązary dachowe żeliwne	Wysokie	TAK	Niskie	TAK	Wysokie	TAK
3.4	Stalowe słupy konstrukcyjne	Wysokie	TAK	Przeciętne	TAK	Wysokie	TAK
3.5	Stalowe belki i wiązary dachowe	Wysokie	TAK	Niskie	TAK	Wysokie	TAK
3.6	Blacha trapezowa nośna	Wysokie	TAK	Niskie	TAK	Wysokie	TAK
4	ŻELBET						
4.1	Konstrukcja szkieletowa monolityczna	Wysokie	TAK	NIE	NIE	Wysokie	TAK
4.2	Konstrukcja szkieletowa prefabrykowana	Wysokie	TAK	Przeciętne	TAK	Wysokie	TAK
4.3	Stropy żelbetowe monolityczne	Wysokie	TAK	NIE	NIE	Wysokie	TAK
4.4	Stropy żelbetowe prefabrykowane	Wysokie	TAK	Przeciętne	TAK	Wysokie	TAK
4.5	Prefabrykowane płyty ściennie	Wysokie	TAK	Przeciętne	TAK	Wysokie	TAK
4.6	Ściany żelbetowe monolityczne	Wysokie	TAK	NIE	NIE	Wysokie	TAK

**Tab. 18.** Potencjał dla rekonsupcji – elementy konstrukcji nośnej. Opracowanie autora.

WIERZCHNIE ELEMENTY PRZEGRÓD OSŁONOWYCH I INNE PRODUKTY NIENOŚNE							
L. p	Produkt	Wtórne użycie w pierwotnej lokalizacji		Wtórne użycie w nowej lokalizacji		Wykorzystanie w procesie recyklingu	
		Możliwości techniczne oraz przydatność	Korzyści dla środowiska	Możliwości techniczne oraz przydatność	Korzyści dla środowiska	Możliwości techniczne oraz przydatność	Korzyści dla środowiska
1	Luksfery	Przeciętne	TAK	Przeciętne	TAK	Wysokie	TAK
2	Płyty drewnopochod.	Przeciętne	TAK	Przeciętne	TAK	Wysokie	TAK
3	Płyty GK i stelaż	Wysokie	TAK	Niskie	TAK	Wysokie	TAK
4	Boazeria drewniana	Przeciętne	TAK	Przeciętne	TAK	Wysokie	TAK
5	Okładzina z blachy trapezowej lub falistej	Przeciętne	TAK	Przeciętne	TAK	Wysokie	TAK
6	Okładzina kamienna elewacji	Wysokie	TAK	Wysokie	TAK	Przeciętne	TAK
7	Okładzina betonowa	Przeciętne	TAK	Przeciętne	TAK	Wysokie	TAK
8	Szklane fasady strukturalne	Przeciętne	TAK	Niskie	TAK	Wysokie	TAK
9	Dachówka	Wysokie	TAK	Wysokie	TAK	Przeciętne	TAK
10	Stołarka i ślusarka	Przeciętne	TAK	Przeciętne	TAK	Wysokie	TAK

**Tab. 19.** Potencjał dla rekonsumpcji – wierzchnie elementy przegród osłonowych i inne produkty nienośne. Opracowanie autora.

<b>Wysokie</b>	-	wysoki potencjał dla rekonsumpcji, działania rekomendowane przy zachowaniu hierarchii wynikającej z zasady 3 x R,
<b>Przeciętne</b>	-	przeciętny potencjał dla rekonsumpcji, działania rekomendowane w sprzyjających okolicznościach i przy zachowaniu hierarchii rozwiązań wynikającej z zasady 3 x R,
<b>Niskie</b>	-	niski potencjał dla rekonsumpcji, działania możliwe do przeprowadzenia tylko w sporadycznych przypadkach, przy uwzględnieniu wielu czynników towarzyszących,
<b>NIE</b>	-	brak możliwości zastosowania idei rekonsumpcji w danym przypadku.

Z przedstawionego zestawienia jednoznacznie wynika, że rekonsumpcja materiałowa jest możliwa do przeprowadzenia pod względem technicznym, w odniesieniu do niemal wszystkich grup materiałów budowlanych (z zakresu opracowania wyłączono wyposażenie techniczne budowli). W żadnej z tabel (**tab. 17 – 19**) nie zanotowano braku możliwości zastosowania idei rekonsumpcji jednocześnie w odniesieniu do wszystkich dopuszczalnych jej form. Nawet jeśli zasygnalizowano trudności z racjonalnym wykorzystaniem materiału bezpośrednio z odzysku do wzniesienia obiektu budowlanego, zawsze pozostawała przynajmniej jedna, inna możliwość jego użycia, np. w formie recyklingu wyeksploatowanych elementów.



Omówione w **rozdziale 4** zagadnienia z zakresu stosowania idei rekonsupcji w praktyce dowodzą, że profesjonalne przeprowadzenie procedury wtórnego użycia materiałów jest procesem wysoce skomplikowanym. Stosowanie elementów z odzysku i recyklingu różni się od tradycyjnych sposobów wznoszenia budowli. Może wiązać się z potrzebą uwzględnienia ograniczeń technologicznych, które nie występują w budownictwie tradycyjnym, tworzonym z materiałów nowych. Budowa z elementów wtórnych wymaga nie tylko dużego doświadczenia, wysokich umiejętności technicznych i inderdyscyplinarnej wiedzy projektanta, lecz także odpowiedniego przeszkolenia ekip budowlanych, mogących realizować często pionierskie, na danym rynku, przedsięwzięcia budowlane. W fazie planowania inwestycji kluczowa wydaje się być również sprzyjająca, proekologiczna postawa ze strony inwestora. Mimo tego zastosowanie idei rekonsupcji, w odniesieniu do elementów budowli, zaczyna stopniowo zyskiwać na popularności i stanowić rozwiązanie konkurencyjne w stosunku do tradycyjnych metod wznoszenia obiektów budowlanych. Jak podają materiały źródłowe, zainteresowanie stosowaniem materiałów wtórnych ciągle wzrasta ze względu na potencjalną możliwość zmniejszenia ogólnego kosztu inwestycji, zwłaszcza kiedy zastane na placu budowy elementy budowlane są w dobrym stanie technicznym. Ciągłe rosnące ceny transportu i składowania odpadów z pewnością mają także istotne znaczenie.

# 5. ■ BADANIE KOSZTU BUDOWY OBIEKTU MODELOWEGO

To, iż zastosowanie materiałów wtórnych jest możliwe z technologicznego punktu widzenia, niekiedy nawet w odniesieniu do wielokondygnacyjnych, skomplikowanych budowli użyteczności publicznej, nie ulega wątpliwości i zostało omówione we wcześniejszych rozdziałach. O tym jednak, czy architektura rekonsypcji jest w stanie faktycznie jawić się jako atrakcyjna i rzeczywista alternatywa dla tradycyjnych form wznoszenia obiektów, decydować będzie w głównej mierze koszt realizacji zamierzenia budowlanego. To właśnie ten parametr odgrywa kluczową rolę przy podejmowaniu decyzji o przeprowadzaniu jakichkolwiek inwestycji na dzisiejszym rynku budowlanym. Cena wpływa na jakość i rodzaj proponowanych rozwiązań projektowych zarówno w sektorze zamówień publicznych, jak i w sektorze prywatnym. Jest ona obecnie głównym czynnikiem decydującym o konkurencyjności produktu pojawiającego się na rynku.

## 5.1 ■ ANALIZA EKONOMICZNEJ OPŁACALNOŚCI PRZEDSIĘWZIĘCIA

Przed przystąpieniem do programowania inwestycji, możliwej do przeprowadzenia z zastosowaniem materiałów wtórnych, powinno się każdorazowo przeprowadzić analizę finansową opłacalności przedsięwzięcia, czyli tzw. **studium wykonalności ekonomicznej** (ang. *feasibility studies*). Należy wówczas oszacować potencjalne koszty niezbędne do poniesienia w trakcie procesu pozyskiwania materiałów budowlanych oraz możliwy do osiągnięcia zysk, wynikający z oszczędności powstałych w wyniku zastosowania elementów z odzysku. Uzyskane dane powinny zostać porównane z kosztem inwestycji przeprowadzanej z wykorzystaniem tradycyjnych rozwiązań budowlanych (z nowych materiałów), w niektórych przypadkach obciążonych dodatkowymi nakładami finansowymi, np. koniecznymi do poniesienia ze względu na potrzebę wywozu dużej liczby odpadów budowlanych. Stosowanie rekonsypcji i recyklingu teoretycznie daje możliwość redukcji kosztów składowania odpadów na wysypiskach ale może powodować wzrost ceny robocizny, zmiany w organizacji placu budowy, pojawienie się dodatkowych podwykonawców oraz może wpłynąć na wydłużenie czasu trwania robót. Nie bez znaczenia wydaje się także rozbudowanie procesu projektowego. Zważywszy jednak na wycenę całości prac projektowych na poziomie ok 3 ÷ 5% wartości realizowanego obiektu, możliwe do uzyskania korzyści finansowe zdają się przemawiać za słusnością podjęcia próby implementacji idei rekonsypcji we wczesnych fazach programowania inwestycji.

Celowość pozyskiwania i stosowania materiałów wtórnych w budownictwie wzrasta w sytuacji kalkulowania pełnych kosztów inwestycji, przeciwstawianych eksploatacji surowców pierwotnych i produkcji nowych wyrobów budowlanych. Uwzględniając koszt utraty zasobów naturalnych, pozyskiwane materiały z odzysku powinny stanowić coraz bardziej interesującą ofertę w sektorze materiałów budowlanych. Opłacalność zasady rekonsypcji zostaje także postawiona w nowym świetle, w wyniku postępującego nieprzerwanie wzrostu opłat za składowanie odpadów budowlanych na wysypiskach oraz wprowadzania coraz to bardziej rygorystycznych dyrektyw, nakazujących dążenie do technologii bezodpadowych i zwiększanie poziomu recyklingu w sektorze budowlanym.

O opłacalności ekonomicznej przeprowadzenia procesu wtórnego wykorzystania materiałów decyduje bardzo wiele czynników, które każdorazowo należy poddać kompleksowej analizie. Do grupy najważniejszych z nich należy także zaliczyć specyfikę lokalizacji przedsięwzięcia i wymagania inwestora co do sposobu prowadzenia inwestycji. Zasada ta zyskuje na znaczeniu zwłaszcza w momencie przebudowy lub rozbudowy czynnych obiektów istniejących, w szczególności tych wyposażonych w skomplikowane urządzenia technologiczne. Aby dokładniej zrozumieć złożoność zagadnienia, można przyrzeć się np. rozbudowie zakładu produkcyjnego *FAIST ChemTec GmbH*, zlokalizowanego w Złotorzy<sup>51</sup>.

Inwestycja ta w dużym uproszczeniu sprowadzała się do powiększenia istniejącej przestrzeni produkcyjnej i magazynowej zakładu, o nową powierzchnię użytkową, rzędu wielkości ok. 4000 m<sup>2</sup>. Rozbudowa zakładała połączenie w całość dwóch wolnostojących hal przemysłowych<sup>52</sup>. Wzajemne usytuowanie budynków oraz dobry stan techniczny istniejącej okładziny elewacyjnej, zbudowanej z paneli poliuretanowych typu sandwich, dawały solidną podstawę ku temu, aby założyć na etapie przygotowywania projektu rozbudowy, wtórne wykorzystanie podzespołów istniejącej fasady. Opcja ta dodatkowo była faworyzowana przez inwestora, głównie z uwagi na możliwość zmniejszenia, powstającego w trakcie prowadzenia prac budowlanych strumienia odpadów, przy jednoczesnym uzyskaniu wymiernych korzyści finansowych. Oszczędności miały wynikać z:

- braku potrzeby utylizacji zdemontowanych paneli,
- zminimalizowania praktycznie do zera potrzeby zakupu nowych okładzin elewacyjnych<sup>53</sup>.

Powyższa prognoza okazała się jednak w tym konkretnym przypadku chybioną, co udało ustalić się na podstawie przeprowadzonej, szczegółowej analizy opłacalności ekonomicznej.

Podstawowym czynnikiem przemawiającym przeciw rekonstrukcji, jak się wkrótce okazało, była późna pora roku, w której rozpoczęto budowę. Start robót (ze względu na długoterminowy plan inwestycyjny spółki) nastąpił w drugiej połowie listopada 2014 r. Wysoce rozbudowany harmonogram prac – łączący budowę części architektonicznej i skomplikowanej, w pełni zautomatyzowanej linii technologicznej – przypadł na okres zimy. Analiza możliwości wtórnego zastosowania paneli elewacyjnych wykazała, że przy wymaganym przez inwestora zapewnieniu ciągłości procesu produkcji w trakcie prowadzenia robót, działania takie nie są ekonomicznie uzasadnione. Złożyło się na to kilka czynników:

- duża wrażliwość procesu technologicznego na zmianę temperatur oraz fakt, że w budynku, pomimo wysokiego stopnia automatyzacji, znajdują się także stałe miejsca pracy, co wykluczyło możliwość demontażu ściany osłonowej pomiędzy nową i istniejącą linią technologiczną, przed wykonaniem obudowy projektowanej części budynku,
- demontaż ściany osłonowej byłby teoretycznie możliwy, jednak wyłącznie w przypadku szybkiego wykonania nowej przegrody tymczasowej, oddzielającej funkcjonującą część zakładu od placu budowy (produkcja trwa

---

<sup>51</sup> Projekt rozbudowy zakładu wykonany został w 2014 r. Autor projektu – Maciej Skowroński.

<sup>52</sup> Schemat rozbudowy przedstawiono na rysunku w **załączniku 9** (aneksie do pracy), stanowiącym uproszczony plan zagospodarowania terenu dla omawianej inwestycji, a także rysunek elewacji ze wskazaniem paneli przewidzianych do zachowania oraz demontażu.

<sup>53</sup> Powierzchnia nowych ścian osłonowych była zbliżona do powierzchni fasady przeznaczony do demontażu. Wysokość projektowanej, nowej części budynku była identyczna jak w obiekcie istniejącym.

nieprzerwanie 24h na dobę). Koszt wzniesienia tymczasowej, szczelnej przegrody, przy założonym rozstawie i wysokości słupów oraz ze względu na potrzebę uzyskania dobrych współczynników termoizolacyjnych, okazał się porównywalny z wykonaniem nowej fasady,

- wzniesienie ściany tymczasowej wymagałoby zatem dodatkowych nakładów na robociznę, związaną z jej budową i późniejszym demontażem, których nie dałoby się zrekompensować oszczędnościami wynikającymi z wtórnego wykorzystania płyt osłonowych.

Jak się okazało, w przypadku rozbudowy zakładu produkcyjnego w Złotorzy, najbardziej uzasadniony, z ekonomicznego punktu widzenia, był wariant zakładający:

- wykonanie fasady części rozbudowywanej z nowych paneli,
- wykorzystanie ściany istniejącej jako przegrody tymczasowej, izolującej pomieszczenia produkcyjne od placu budowy, przeznaczonej do demontażu w ostatniej fazie inwestycji,
- zastosowanie zdemontowanych, zachowanych w dobrym stanie elementów ściany istniejącej (osłonowej) wyłącznie do wykonania pokrycia elewacji w budynkach magazynowych, nieogrzewanych, o mniejszych gabarytach, które są zlokalizowane na tyłach działki.

Koszt	Nowy panel z rdzeniem z wełny PLN / m2	Nowy panel z rdzeniem z PU PLN / m2	Przesunięcie istn. paneli zakładające ponowne jego malowanie w lakierni PLN / m2	Przesunięcie istn. paneli Zakładające punktowe, korekcyjne zaprawki malarskie PLN / m2	Ponowne lakierowanie paneli pozostawionych na elewacji (bez demontażu) PLN / m2	Malarskie zaprawki Korekcyjne na pozostawionych fragmentach fasady PLN / m2
Materiał	130	85	-	-	-	-
Demontaż	35	35	35	35	-	-
Montaż	40	35	35	35	-	-
Transport do lakierni	-	-	3	-	-	-
Transport z lakierni	-	-	3	-	-	-
Utylizacja Paneli	5	5	-	-	-	-
Lakierowanie	-	-	50	20 - 30	60	20 - 30
Badanie w ITB (właściwości termiczne)	-	-	łącznie 6000 PLN	łącznie 6000 PLN	-	-
<b>ŁĄCZNY KOSZT [PLN]</b>	<b>210 PLN</b>	<b>160 PLN</b>	<b>126 PLN + badanie</b>	<b>90 PLN + badanie</b>	<b>60 PLN</b>	<b>30 PLN</b>

**Tab. 20.** Porównanie kosztu budowy fasady z zastosowaniem materiałów nowych i wtórnych oraz kosztu pełnej i częściowej renowacji powierzchni elewacji przeznaczonej do zachowania. (Fragment analizy ekonomicznej wykonanej na potrzeby rozbudowy zakładu *FAIST ChemTec GmbH* w Złotorzy). Opracowanie autora.

Fragment wyliczenia kosztu budowy i renowacji 1m<sup>2</sup> fasady, przy założeniu różnych wariantów jej wykonania, przedstawiono w zamieszczonej tabeli<sup>54</sup> (**tab. 20**). Stanowiła ona jeden z głównych elementów analizy ekonomicznej opłacalności rekonsypcji. W zestawieniu zaprezentowano także różne warianty konserwacji tych fragmentów fasady, które przeznaczone były do zachowania (ściany nie graniczące z planowaną rozbudową).

Omówiony przykład wskazuje jednoznacznie na potrzebę przeprowadzenia szczegółowego studium wykonalności przedsięwzięcia zawsze wtedy, kiedy projektant lub jego zleceniodawca dopuszcza możliwość wtórnego stosowania materiałów w trakcie realizacji inwestycji budowlanej. Przeprowadzenie takiego opracowania zyskuje na znaczeniu wraz ze wzrostem liczby elementów przeznaczonych do odzysku i wtórnego użycia oraz w momencie rozbudowy czynnych obiektów budowlanych. Daje możliwość opracowania kompleksowego porównania kosztów realizacji tworzonej w oparciu o ideę rekonsypcji, z budową wykonywaną w sposób tradycyjny, z zastosowaniem materiałów nowych.

## 5.2 PRZEDMIOT BADANIA I CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU MODELOWEGO

### 5.2.1 PRZEDMIOT BADANIA

Niniejsze badanie przeprowadzone zostało w celu sprawdzenia ekonomicznej opłacalności budowy obiektu architektonicznego z zastosowaniem materiałów z odzysku. Polegało ono na porównaniu kosztu realizacji budynku wykonanego z tradycyjnie stosowanych, nowych materiałów budowlanych, z obiektem realizowanym przy wykorzystaniu elementów z odzysku. Dla uzyskania jak najbardziej miarodajnego wyniku założono, że w obydwu przypadkach wznoszony budynek będzie miał identyczne parametry powierzchniowo – kubaturowe oraz zostanie wykonany w jednakowym standardzie, z zastosowaniem tego samego typu materiałów budowlanych. Badanie przeprowadzono wariantowo, zakładając możliwy, odmienny scenariusz dotyczący stanu zabudowy terenu przeznaczonego pod inwestycję. Wariant nr 1 dotyczy zagadnienia budowy budynku na działce niezabudowanej. Wariant nr 2 przewiduje prowadzenie robót budowlanych na terenie, na którym znajduje się zabudowa istniejąca. W celu porównania kosztów budowy przeanalizowane zostały następujące przypadki:

- WARIANT NR 1: działka budowlana nie jest zabudowana;

Opcja 1.1 A,  
Opcja 1.2 B.

- WARIANT NR 2: przed przystąpieniem do inwestycji na działce budowlanej znajduje się obiekt modelowy nr 1 (budynek istniejący);

Opcja 2.1 E + F + A,  
Opcja 2.2 E + F + B,  
Opcja 2.3 E + C + F (w niezbędnym zakresie),  
Opcja 2.4 D + F (w niezbędnym zakresie) + E (w niezbędnym zakresie).

---

<sup>54</sup> W przedstawionym wyliczeniu nie podano kosztu budowy tymczasowej ściany izolującej, który należy dodatkowo doliczyć do wybranych pozycji. Dodatkowe informacje na temat inwestycji przedstawiono w aneksie do pracy (**załącznik 9**).

## LEGENDA:

- A- budowa obiektu projektowanego (obiekt modelowy nr 2) z nowych materiałów,
- B- budowa obiektu projektowanego (obiekt modelowy nr 2) z elementów z odzysku, zakupionych na rynku materiałów wtórnych,
- C- budowa obiektu projektowanego (obiekt modelowy nr 2) z materiałów z odzysku, pochodzących z rozbiórki obiektu istniejącego (obiekt modelowy nr 1) bezpośrednio na placu budowy,
- D- remont i adaptacja budynku istniejącego (obiekt modelowy nr 1) w celu dostosowania do standardu budynku projektowanego (obiekt modelowy nr 2),
- E- rozbiórka budynku istniejącego (obiekt modelowy nr 1),
- F- wywóz materiału pochodzącego z rozbiórki obiektu istniejącego (obiekt modelowy nr 1) na składowisko odpadów.

W celu przeprowadzenia porównania przyjęto, że obiekt projektowany posiada taką samą kubaturę, powierzchnię użytkową (ok. 930m<sup>2</sup>), rozstaw osiowy ścian i wysokość kondygnacji jak budynek istniejący. W obydwu przypadkach jest to budowla trzykondygnacyjna, niepodpiwniczona, wykonana w jednakowym ustroju konstrukcyjnym, w technologii tradycyjnej – murowanej. Dach jest dwuspadowy, o konstrukcji drewnianej.

Zarówno obiekt modelowy nr 1 jak i nr 2 to budynek użyteczności publicznej. Zakłada się, iż budowla istniejąca (obiekt modelowy nr 1) nie spełnia współczesnych wymogów izolacyjności termicznej i znajduje się w złym stanie technicznym. Budynek istniejący posiada także przestarzałe wyposażenie techniczne i instalacje, które w celu spełnienia współczesnych wymogów muszą zostać w całości wymienione i wykonane w nowych technologiach. Z tego powodu w wycenie pominięto tematykę instalacji i wyposażenia technicznego budynku. Koszt ich wykonania w każdym z analizowanych przypadków znajdowałby się bowiem na jednakowym poziomie, nie wpływając tym samym na zwiększenie różnicy cen poszczególnych opcji realizacji zadania. Przy wycenie, we wszystkich wariantach, pominięto także koszt wykonania pomieszczeń higieniczno – sanitarnych (nie zostały wydzielone) oraz kominów wentylacyjnych i spalinowych. Każdy wariant zakłada wzniesienie obiektu projektowanego w jednakowym standardzie i przy użyciu materiałów o porównywalnych parametrach.

Szacunkowy koszt poszczególnych etapów realizacji inwestycji określono przy pomocy programu *Norma PRO, wersja 4.40*. Kosztorys sporządzono według wskaźników cenotwórczych na drugi kwartał 2013 roku [69]. Szczegółowe wyliczenie kosztów realizacji inwestycji dla poszczególnych etapów, znajduje się w aneksie do pracy doktorskiej (**zał. 8**).

### 5.2.2 CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU MODELOWEGO NR 1 (BUDYNEK ISTNIEJĄCY)

Obiekt modelowy nr 1 to budynek istniejący. Rysunki architektoniczne dotyczące budowli znajdują się w aneksie do pracy doktorskiej (**zał. 6**). Dla potrzeb przeprowadzenia badania przyjęto następującą charakterystykę budynku:

- budynek pochodzi z przełomu lat 60 – 70ych XX w.,
- żelbetowe ławy fundamentowe posadowione są na poziomie -1,4 m,

- na ławach stoją ściany fundamentowe grubości 25cm, wykonane z żelbetu, które nie posiadają izolacji termicznej,
- ściany osłonowe budynku wykonane są w sposób tradycyjny, tj. wymurowane z cegły na zaprawie cementowo – wapiennej. Grubość ścian osłonowych i wewnętrznych ścian nośnych wynosi 25cm. Ściany osłonowe nie są ocieplone, a ich wykończenie wewnętrzne i zewnętrzne sprowadza się do 1,5 cm warstwy tynku cementowo – wapiennego,
- wszystkie wewnętrzne ściany działowe wykonano również jako murowane z cegły o grubości 12cm + obustronny tynk (2 x 1,5cm),
- nadproża okienne i drzwiowe wykonane są we wszystkich przypadkach z belek stalowych (2 x dwuteownik 240) na poduszce z zaprawy cementowo – wapiennej. Belki stalowe wypełniono cegłą, a następnie owinięto je siatką i otynkowano,
- budynek posiada wewnętrzną klatkę schodową, której biegi schodów i spoczniki wykonane są w technologii monolitycznej,
- strop nad parterem i nad pierwszym piętrzem wykonany jest z płyt kanałowych o grubości 24cm. Bezpośrednio na płytach stropowych ułożona jest płyta pilśniowa gr. 1cm (warstwa izolacji akustycznej), a następnie papa izolacyjna, nadbeton (5cm) i płytki ceramiczne na kleju (1,5cm) – od spodu płyty stropowe pokryte są tynkiem cementowo – wapiennym (1,5cm), brak jest sufitu podwieszonego,
- płyty stropowe mają rozpiętość 6m, i opierają się na ścianach w osiach "B", "C" oraz "D",
- na poziomie stropów, pod murłatami oraz na zwieńczeniu ścian szczytowych znajdują się wieńce żelbetowe o przekroju 25 x 25cm,
- kąt nachylenia dachu wynosi 15°. Więźba wykonana jest z krokwi w rozstawie co 90cm, o przekroju poprzecznym równym 8 x 16cm. Murłaty o przekroju 16 x 16cm,
- warstwy pokrycia dachowego wyglądają następująco: dachówka ceramiczna, łąty (4cm), kontrłąty (4cm), papa izolacyjna, deskowanie (1,8cm), krokwie (16cm) / ocieplenie ze słomy stabilizowanej wapnem (15cm), płyta paździerzowa (1,8cm), pustka instalacyjna, sufit podwieszony z płyt paździerzowych,
- podbitka zewnętrzna okapu wykonana jest z listew sosnowych,
- przyjęto następujące warstwy posadzki na gruncie: płytki ceramiczne na kleju (1,5cm), wylewka betonowa (5cm), płyta wiórowo – cementowa (10cm), papa izolacyjna, chudy beton (5cm), ubity piasek (30)cm,
- okna i drzwi zewnętrzne wykonane są jako aluminiowe,
- parapety wewnętrzne i zewnętrzne zrobiono z lastriko o gr 5cm.

### 5.2.3 CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU MODELOWEGO NR 2 (BUDYNEK DOCELOWY)

Rysunki architektoniczne dotyczące budynku znajdują się w aneksie do pracy doktorskiej (zał. 7). Dla potrzeb przeprowadzenia badania przyjęto następujący standard wykonania obiektu projektowanego:

- żelbetowe ławy fundamentowe posadowione są na poziomie -1,4m oraz są posmarowane od góry i po bokach abizolem,
- na ławach stoją ściany fundamentowe (25cm), wykonane z żelbetu, a powierzchnie boczne ścian posmarowano abizolem. Od strony zewnętrznej ściany ocieplono warstwą styroduru (5cm), klejąc go na placki abizolem. Warstwa ocieplenia od zewnątrz zabezpieczona jest przed urazami mechanicznymi folią kubełkową,
- ściany osłonowe budynku wykonane są w sposób tradycyjny, tj. wymurowane z cegły na zaprawie cementowo – wapiennej. Grubość ścian osłonowych i wewnętrznych ścian nośnych wynosi 25cm. Ściany osłonowe ocieplone są styropianem (15cm), klejonym oraz mocowanym kołkami. Od zewnątrz na styropian nałożono siatkę na kleju i cienkowarstwowy tynk akrylowy. Wewnętrzna powierzchnia ścian wykończona jest tynkiem gipsowym (1,5cm) oraz dwukrotnie pomalowana farbą emulsyjną,
- wszystkie wewnętrzne ściany działowe wykonano również jako murowane z cegły. Grubość przegród wynosi 12cm (cegła) + obustronny tynk (2 x 1,5cm). Ściany wewnętrzne dwukrotnie malowane farbą emulsyjną,
- nadproża okienne i drzwiowe wykonane są we wszystkich przypadkach z 2 x dwuteownik 240 na poduszce z zaprawy cementowo – wapiennej. Pustka pomiędzy belkami stalowymi wypełniona jest pianką poliuretanową. Zewnętrzne zagłębienia w profilach wypełniono styropianem, owinięto siatką i otynkowano,
- budynek posiada wewnętrzną klatkę schodową. Biegi schodów jak i spoczniki wykonane są w technologii monolitycznej,
- strop nad parterem i nad pierwszym piętrzem wykonany jest z płyt kanałowych (24cm). Bezpośrednio na płycie ułożona jest warstwa styropianu (2cm) – warstwa izolacji akustycznej. Na styropian wylano nadbeton (5cm), rozprowadzono masę samopoziomującą (1cm) i ułożono płytki gresowe na kleju (1,5cm). W pomieszczeniach zastosowano rastrowe sufity podwieszane (60cm x 60cm),
- płyty stropowe mają rozpiętość 6m, i opierają się na ścianach w osi "B", "C" oraz "D",
- na poziomie stropów, pod murlatami oraz na zwieńczeniu ścian szczytowych znajdują się wieńce żelbetowe o przekroju 25 x 25cm,
- kąt nachylenia dachu wynosi 15°. Więżba wykonana jest z krokwi w rozstawie co 90cm, o przekroju poprzecznym równym 8 x 16cm. Murlaty o przekroju 16 x 16cm,
- warstwy pokrycia dachowego wyglądają następująco: dachówka ceramiczna, łaty (4cm), kontrłaty (4cm), folia paroprzepuszczalna, krokwie (16cm)/



ocieplenie z wełny mineralnej (15cm), stelaż aluminiowy/ ocieplenie z wełny mineralnej (10cm), folia paroizolacyjna, pustka powietrzna, rastrowy sufit podwieszony,

- podbitka zewnętrzna okapu wykonana jest z boazerii sosnowej,
- przyjęto następujące warstwy posadzki na gruncie: płytki ceramiczne na kleju (1,5cm), wylewka samopoziomująca (1cm), wylewka betonowa (5cm), styropian (10cm), folia budowlana, chudy beton (5cm), podbudowa (30cm),
- okna i drzwi zewnętrzne są aluminiowe,
- parapety zewnętrzne są z blachy malowanej proszkowo, a parapety wewnętrzne z PCV.

### 5.3 PORÓWNANIE KOSZTÓW BUDOWY OBIEKTU MODELOWEGO

W niniejszym podrozdziale zaprezentowano wyniki przeprowadzonych obliczeń oraz ich wzajemne kombinacje, które umożliwiają ustalenie ostatecznej ceny inwestycji, zgodnej z przyjętym wcześniej wariantem. Dla każdego z proponowanych wariantów wartość inwestycji<sup>55</sup> przedstawiona jest w postaci tabeli elementów scalonych.

#### 5.3.1 WARIANT NR 1: REALIZACJA OBIEKTU MODELOWEGO NR 2 NA DZIAŁCE NIEZABUDOWANEJ

Wykonanie budynku zgodnego z projektem obiektu modelowego nr 2 z tradycyjnie pozyskanych, nowych materiałów budowlanych (opcja nr 1.1), stanowi typowe, standardowe rozwiązanie materiałowe. Łączny koszt realizacji inwestycji opiewa w tym wypadku na kwotę 1.447.117, 50 zł (słownie: jeden milion czterysta czterdzieści siedem tysięcy sto siedemnaście i 50/100 zł). W kosztach zawarte są wszystkie grupy robót budowlanych wymienionych w kolumnie drugiej tabeli, począwszy od prac ziemnych, aż po wykończenie elewacji, za wyjątkiem instalacji. Analiza danych szacunkowych przedstawionych w tabeli (**tab. 21**) pozwala ustalić, że najwyższy łączny koszt w trakcie realizacji obiektu z materiałów nowych (suma kosztu robocizny, materiałów, sprzętu, kosztów pośrednich, zakładowych i przewidywanego zysku) generują prace związane z wykonaniem ścian nośnych w technologii murowanej, stropów, konstrukcji dachu wraz z pokryciem, posadzek oraz montażem ślusarki okiennej i drzwiowej.

Nieco inaczej wygląda sytuacja w momencie, kiedy realizacja zostaje zaplanowana z wykorzystaniem elementów pozyskanych na rynku materiałów wtórnych. Przed przystąpieniem do porównania obydwu wariantów trzeba jednak podkreślić, że w trakcie tak zaplanowanej inwestycji nie wszystkie prace przy obiekcie modelowym nr 2 można wykonać z zastosowaniem materiałów pochodzących z odzysku. Część robót zrealizowana musi być z wykorzystaniem materiałów nowych. Ich ilość sprowadzona tu została do realnego poziomu, który pozwala na sprawne wykonanie inwestycji w warunkach krajowych. Z tego względu koszty łączne, w niektórych grupach robót (przedstawionych w wybranych pozycjach w tabelach elementów scalonych), w obydwu przypadkach są identyczne. Są tą: roboty ziemne, monolityczne łąwy i ściany fundamentowe, podkłady posadzkowe i posadzki, tynki na

---

<sup>55</sup> W tabelach elementów scalonych podano ceny netto.

ścianach i sufitach, schody żelbetowe wraz z okładzinami, elementy kowalsko – ślusarskie oraz dział dotyczący wykonania elewacji. Założono, że poziom recyklingu odpadów stosowanych do produkcji materiałów budowlanych nie wpływa w istotny sposób na cenę produktu finalnego (np. w przypadku materiałów izolacyjnych), gdyż tak wytworzone produkty, dostępne na rynku, to de facto materiały nowe, które muszą konkurować cenowo z całą rzeszą innych komponentów o podobnych parametrach technicznych. Ich zastosowanie w opcji 1.2 (budynek z materiałów z odzysku) nie przekłada się zatem na zmianę średniego kosztu realizacji inwestycji.

Lp.	Nazwa	Robocizna	Materiały	Sprzęt	Kp	Kz	Z	RAZEM
1	Roboty ziemne	4196,42		5823,32	6612,31	0,00	1912,90	18544,95
2	Ławy fundamentowe	4794,66	23645,96	1764,53	4329,41	1418,83	1252,40	37205,79
3	Ściany fundamentowe	5313,91	13218,99	1189,64	4291,63	793,09	1241,58	26048,84
4	Ściany nośne	47501,15	161455,54	3619,70	33741,43	9687,71	9759,55	265765,08
5	Stropy	4014,71	88921,53	5353,93	6183,29	5335,13	1788,49	111597,08
6	Schody	2403,64	4732,52	601,50	1983,33	283,94	573,69	10578,62
7	Ścianki działowe	8168,22	22168,35	520,13	5734,30	1330,28	1658,56	39579,84
8	Podkłady podposadzkowe, posadzki	55289,94	112337,31	4105,57	39203,67	6740,31	11340,05	229016,85
9	Tynki ścian	20946,71	36858,03	4839,24	17031,40	2214,66	4927,53	86817,57
10	Sufity	11055,52	43568,67	603,27	7691,48	2614,15	2225,79	67758,88
11	Okładziny schodów	1882,94	2179,69	98,45	1307,74	130,78	378,25	5977,85
12	Elementy kowalsko ślusarskie	1005,38	12753,04	84,76	719,50	765,20	208,11	15535,99
13	Stolarka okienna i drzwiowa	9300,32	204405,13	785,97	6657,05	12264,53	1925,63	235338,63
14	Wieżba dachowa z pokryciem	38527,67	87291,45	3141,82	27495,79	5235,35	7954,77	169646,85
15	Elewacja	39400,86	48270,51	1945,21	27294,36	2897,39	7896,35	127704,68
	RAZEM	253802,05	861806,72	34477,04	190276,69	51711,35	55043,65	1447117,50

koszt wyższy w porównaniu do konkurencyjnej opcji  
 koszt niższy w porównaniu do konkurencyjnej opcji

**Tab. 21.** Opcja 1.1. Tabela elementów scalonych. Szacunkowy koszt realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów nowych na działce niezabudowanej<sup>56</sup>. Opracowanie autora.

Lp.	Nazwa	Robocizna	Materiały	Sprzęt	Kp	Kz	Z	RAZEM
1	Roboty ziemne	4196,42		5823,32	6612,31	0,00	1912,90	18544,95
2	Ławy fundamentowe	4794,66	23645,96	1764,53	4329,41	1418,83	1252,40	37205,79
3	Ściany fundamentowe	5313,91	13218,99	1189,64	4291,63	793,09	1241,58	26048,84
4	Ściany nośne	47501,15	65970,78	3619,70	33741,69	3958,56	9759,63	164551,51
5	Stropy	4014,71	34041,53	5353,93	6183,13	2042,49	1788,49	53424,28
6	Schody	2403,64	4732,52	601,50	1983,33	283,94	573,69	10578,62
7	Ścianki działowe	8168,22	8524,16	520,13	5734,59	511,62	1658,66	25117,38
8	Podkłady podposadzkowe, posadzki	55289,94	112337,31	4105,57	39203,67	6740,31	11340,05	229016,85
9	Tynki ścian	20946,71	36858,03	4839,24	17031,40	2214,66	4927,53	86817,57
10	Sufity	11055,52	43568,67	603,27	7691,48	2614,15	2225,79	67758,88
11	Okładziny schodów	1882,94	2179,69	98,45	1307,74	130,78	378,25	5977,85
12	Elementy kowalsko ślusarskie	1005,38	12753,04	84,76	719,50	765,20	208,11	15535,99
13	Stolarka okienna i drzwiowa	9300,32	56973,88	785,97	6657,08	3778,34	1925,65	79421,24
14	Wieżba dachowa z pokryciem	40505,25	61975,22	3141,82	28801,81	3716,42	8332,52	146473,04
15	Elewacja	39400,86	48270,51	1945,21	27294,36	2897,39	7896,35	127704,68
	RAZEM	255779,63	525050,29	34477,04	191583,13	31865,78	55421,60	1094177,47

koszt wyższy w porównaniu do konkurencyjnej opcji  
 koszt niższy w porównaniu do konkurencyjnej opcji

**Tab. 22.** Opcja 1.2. Tabela elementów scalonych. Szacunkowy koszt realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów z odzysku na działce niezabudowanej. Opracowanie autora.

Analizując wyniki przeprowadzonych kalkulacji wyraźnie widać, że w pewnych grupach robót występują spore różnice kosztowe. Pierwszą z nich są ściany nośne. Prace wykonane z wykorzystaniem tradycyjnie stosowanych, nowych materiałów

<sup>56</sup> Skrótów zastosowane w tabelach elementów scalonych **Z** – zysk, **Kp** – koszty pośrednie, **Kz** – koszty zakupu

budowlanych wycenione zostały na kwotę 265.765,08 zł. Konkurencyjna opcja, zakładająca zastosowanie elementów pochodzących z odzysku, to wydatek rządu 164.551,51 zł. Materiały budowlane pozyskane w sposób alternatywny przyczyniły się zatem do oszczędności równych 101.213,57 zł, co stanowi niemal 38% redukcję ceny uzyskanej w opcji nr 1.1. Porównanie poszczególnych składowych kosztu całkowitego (w pozycji czwartej w tabeli) pozwala ustalić, że na uzyskany wynik wpłynęła przede wszystkim niższa wartość materiałów z odzysku oraz – w pewnym stopniu – mniejszy koszt zakupu. Podobna sytuacja, jak w przypadku ścian nośnych, ma miejsce w grupach sklasyfikowanych jako: stropy, ścianki działowe, ślusarka okienna i drzwiowa oraz więźba dachowa z pokryciem. Wzrost kosztu, w przypadku budowy obiektu z materiałów z odzysku, zanotowano jedynie w pozycji nr 14, w kolumnie "Z". Zysk z prowadzonych przez firmę wykonawczą prac jest tu nieznacznie większy, niż w trakcie tradycyjnie realizowanej inwestycji. Biorąc jednak pod uwagę wydatki poniesione na zakup materiału, to w dalszym ciągu, łączny koszt robót prowadzonych z zastosowaniem elementów z odzysku jest niższy, niż w konkurencyjnej opcji – tj. w całości z nowych materiałów. W **tabeli 23** podsumowano wykaz oszczędności finansowych uzyskanych w wyniku zastosowania materiałów z odzysku, w porównaniu do inwestycji realizowanej z nowych materiałów.

L. P.	NAZWA	OPCJA 1.1 Łączny koszt [zł]	OPCJA 1.2 Łączny koszt [zł]	OSZCZĘDNOŚCI Łączny koszt [zł]
4	Ściany nośne	265765,08	164551,51	101213,57
5	Stropy	111597,08	53424,28	58172,80
7	Ścianki działowe	39579,84	25117,38	14462,46
13	Stolarka okienna i drzwiowa	235338,63	79421,24	155917,39
14	Więźba dachowa z pokryciem	169646,85	146473,04	23173,81
-	<b>RAZEM</b>	<b>821927,48</b>	<b>468987,45</b>	<b>352940,03</b>

**Tab. 23.** Opcja 1.2. Wykaz kluczowych pozycji oraz łączne zestawienie oszczędności uzyskanych w trakcie realizacji obiektu modelowego nr 2 z zastosowaniem materiałów z odzysku.  
Opracowanie autora.

### 5.3.2 WARIANT NR 2: REALIZACJA OBIEKTU MODELOWEGO NR 2 NA DZIAŁCE ZABUDOWANEJ

W momencie kiedy na działce przeznaczonej pod inwestycję znajduje się zabudowa istniejąca (w przeprowadzonym badaniu jest to budynek wolnostojący – obiekt modelowy nr 1, którego usytuowanie z założenia uniemożliwia wzniesienie drugiej budowli w jego sąsiedztwie bez potrzeby wcześniejszej rozbiórki), potencjalny inwestor może teoretycznie rozważyć podjęcie działań wspomnianych już w punkcie 5.2.1 (wariant nr 2). Są to:

- Opcja 2.1- rozbiórka obiektu modelowego nr 1 i budowa obiektu modelowego nr 2 z wykorzystaniem materiałów nowych,
- Opcja 2.2- rozbiórka obiektu modelowego nr 1 i budowa obiektu modelowego nr 2 z zastosowaniem elementów zakupionych na rynku materiałów wtórnych,
- Opcja 2.3- rozbiórka obiektu modelowego nr 1 i budowa obiektu modelowego nr 2 z zastosowaniem materiałów z odzysku,

pozyskanych bezpośrednio na budowie w trakcie starannego procesu dekonstrukcji istniejącego obiektu,

- Opcja 2.4- remont i termomodernizacja wraz z adaptacją obiektu modelowego nr 1 i doprowadzeniem go do standardu obiektu model. nr 2.

Budowa budynku z materiałów nowych, poprzedzona rozbiórką i wywozem odpadów na składowisko, z ekologicznego punktu widzenia jest zdecydowanie najbardziej inwazyjnym spośród wariantów poddanych analizie. Scenariusz ten minimalizuje możliwość odzysku materiałów, a dodatkowo wpływa na wzrost zużycia nieodnawialnych surowców energetycznych i mineralnych. Jest to najczęściej stosowana obecnie opcja, poszerzona niekiedy jedynie o sprzedaż możliwych do odzyskania elementów stalowych, które w najlepszym przypadku trafiają do recyklingu. W opcji 2.1 koszt wzniesienia obiektu modelowego nr 2 jest porównywalny z tym, który przyjęto już w punkcie 5.3.1 i wynosi odpowiednio 1.447.117,50 zł. Zakres inwestycji musi zostać jednak dodatkowo poszerzony o wykonanie prac rozbiórkowych i wywóz odpadów, których wycenę przedstawia poniższa tabela (**tab. 24**). Wartość całości prac budowlanych trzeba w tym wypadku przyjąć na poziomie równym 1.447.117,50 zł + 308.874,51 zł = 1.755.992,01 zł.

Lp.	Nazwa	Robocizna	Materiały	Sprzęt	Kp	Kz	Z	RAZEM
1	Roboty ziemne	7438,78		3567,61	7264,34	0,00	2101,24	20371,97
2	Ławy fundamentowe	9205,21			6075,69	0,00	1757,36	17038,26
3	Ściany fundamentowe	5523,71	538,90		3645,65	32,33	1054,47	10795,06
4	Ściany nośne	14065,75			9284,99	0,00	2685,75	26036,49
5	Stropy	3592,93	226,17	2172,45	3805,04	13,58	1100,62	10910,79
6	Schody	1014,81	72,77		669,77	4,37	193,73	1955,45
7	Ścianki działowe	3855,01	2961,95		2544,12	177,54	735,93	10274,55
8	Podkłady podposadzkowe, posadzki	25892,54			17088,43	0,00	4944,12	47925,09
9	Tynki ścian	10418,11			6873,39	0,00	1988,77	19280,27
10	Sufity	5171,85			3410,64	0,00	987,17	9569,66
11	Okładziny schodów	579,60			382,42	0,00	110,65	1072,67
12	Elementy kowalsko ślusarskie	606,44	28,75	16,62	411,31	1,73	118,98	1183,83
13	Stolarka okienna i drzwiowa	4882,81			3223,21	0,00	932,22	9038,24
14	Więźba dachowa z pokryciem	9423,45		339,78	6438,93	0,00	1864,70	18066,86
15	Elewacja	10687,19	1271,21	882,21	7631,98	76,27	2208,46	22757,32
16	Wywóz gruzu	117,52		44505,87	29454,77	0,00	8519,84	82598,00
	RAZEM	112475,71	5099,75	51484,54	108204,68	305,82	31304,01	308874,51

**Tab. 24.** Tabela elementów scalonych.

Szacunkowa wycena rozbiórki obiektu modelowego nr 1. Opracowanie autora.

Zgodnie z ideą zrównoważonego rozwoju, lepszym rozwiązaniem aniżeli zaprezentowane powyżej, jest opcja nr 2.2. Zakłada się w niej wyburzenie obiektu modelowego nr 1 i wzniesienie na jego miejscu budynku z elementów z odzysku, pozyskanych na rynku materiałów wtórnych. Koszt tak pomyślanej inwestycji stanowi sumę wartości rozbiórki budynku istniejącego, połączoną z wywozem odpadów (**tab. 24**) oraz wzniesieniem obiektu modelowego nr 2 (**tab. 22**), tj.: 308.874,51 zł + 1.094.177,47 zł = 1.403.051,98. Tak zaplanowany proces inwestycyjny wywiera zdecydowanie mniejszy wpływ na środowisko przyrodnicze, niż przedstawiony wariant 2.1. Związane jest to przede wszystkim z obniżeniem zapotrzebowania na materiały nowe, wytwarzane kosztem nieodnawialnych zasobów naturalnych. Analiza finansowa przedsięwzięcia przemawia zdecydowanie na korzyść opcji 2.2, podobnie jak miało to miejsce w punkcie 5.3.1 niniejszej pracy. Trzeba jednak podkreślić, że z ekologicznego punktu widzenia zaprezentowany schemat

postępowania ciągle nie jest jeszcze rozwiązaniem optymalnym.

W trakcie programowania inwestycji należy mieć bowiem na uwadze fakt, iż wzmożony transport drogowy nierozzerwalnie wiąże się ze wzrostem zużycia surowców energetycznych oraz intensyfikacją emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery. W związku z tym w sytuacji, w której na obszarze przeznaczonym pod realizację występuje inny budynek, należy zdecydowanie zarekomendować działanie zgodne z opcją 2.3. Sprowadza się ono do selektywnej rozbiórki, a więc starannego demontażu komponentów zabudowy istniejącej (w tym wypadku jest to obiekt modelowy nr 1) oraz ich powtórnego wykorzystania na placu budowy, bezpośrednio w trakcie realizacji nowego obiektu (budynek modelowy nr 2). Postępowanie to zakłada maksymalny stopień odzysku pierwotnie wbudowanych elementów w celu ich późniejszej rekonsupcji. Prawidłowa kalkulacja kosztu tak zaplanowanego przedsięwzięcia powinna dodatkowo uwzględniać potrzebę przeprowadzenia niezbędnej konserwacji wybranych komponentów, w celu dostosowania ich właściwości do obecnie panujących wymagań lub, zależnie od sytuacji i gdzie to jest możliwe, do przywrócenia pierwotnych parametrów utraconych w trakcie wcześniejszej eksploatacji. Kiedy sposób wbudowania materiału uniemożliwia jego odzysk, należy założyć możliwość powtórnego wykorzystania go na drodze recyklingu. W przeprowadzanej kalkulacji sytuacja taka ma miejsce np. w odniesieniu do monolitycznych elementów żelbetowych, które po uprzednim skruszeniu na placu budowy, wykorzystane zostają do wykonywania warstw podbudowy pod posadzki na gruncie. Scenariusz, zakładający maksymalny odzysk i wtórne wykorzystanie bezpośrednio na placu budowy, prowadzi do zmniejszenia zużycia energii pochłanianej przez transport materiałów budowlanych i ograniczenia strumienia odpadów powstających w trakcie prowadzenia robót. Trzeba mieć na uwadze fakt, że odzyskując materiał u źródła wpływa się w pewnym stopniu na oszczędności, skromnych zazwyczaj zapasów, na lokalnym rynku materiałów wtórnych. Daje to potencjalną możliwość ich wykorzystania w trakcie realizacji innych inwestycji, przeprowadzanych na terenie niezabudowanym (np. opcja 1.2). Przedstawione rozwiązanie ponadto praktycznie nie wymaga występowania sprawnie funkcjonującego rynku lokalnego, handlującego elementami budowlanymi z odzysku.

Zakres konserwacji i prac remontowych przeprowadzonych w odniesieniu do wybranych komponentów z odzysku oszacowany został w dołączonym kosztorysie (aneks do pracy, **zał. 8**). W celu przeprowadzenia miarodajnego badania, uwzględniono wysokie prawdopodobieństwo zniszczenia części elementów budowlanych, w trakcie procesu dekonstrukcji. Wtórne użycie materiałów z demontażu prowadzonego bezpośrednio na placu budowy na poziomie 100%, jest mało prawdopodobne, przede wszystkim ze względu na specyfikę prac rozbiórkowych i technologię konstrukcji obiektu modelowego nr 1. Elementy uszkodzone, sklasyfikowane jako odpad w postaci gruzu budowlanego, zastąpiono materiałem nowym w ilości równej 10% pierwotnej substancji budowlanej. Koszt tak pomyślanego przedsięwzięcia wyniósł 1.288.705,19 zł (**tab. 25**). Był więc o nieco ponad 114.000 zł niższy, niż w przypadku wcześniej omówionej opcji 2.2.

Ostatni spośród analizowanych wariantów zakłada remont budynku modelowego nr 1 wraz z termomodernizacją. Ma to na celu dostosowanie standardu zabudowy istniejącej do wymagań określonych w charakterystyce obiektu modelowego nr 2. Rozwiązanie to jest zdecydowanie najbardziej korzystne z ekologicznego punktu widzenia, gdyż ogranicza ilość wykonywanych prac do minimum i stanowi, de facto, wydłużenie cyklu życia całego budynku. Należy jednak pamiętać, że możliwe ono jest do przeprowadzenia jedynie w sytuacji, w której obiekt

istniejący znajduje się w odpowiednio dobrym stanie technicznym, co należy potwierdzić ekspertyzą. Dodatkowo, pierwotne rozwiązania architektoniczne, a przynajmniej układ konstrukcyjny, wysokość kondygnacji, powierzchnia użytkowa i kubatura budynku, muszą spełniać ściśle wymagania, klasyfikujące obiekt do remontu lub adaptacji dla nowej funkcji. Sytuacja taka jest możliwa w przypadku, gdy lokalizacja, funkcja i forma architektoniczna nowej inwestycji odpowiada usytuowaniu, formie i funkcji budynku istniejącego. Remont i adaptacja to działania, które wbrew pozorom, także wiążą się z poniesieniem sporych nakładów finansowych. W analizowanym przypadku koszt realizacji wynosi 1.130.240,54 zł. Zakres przewidzianych prac oraz koszty przedstawia dołączony kosztorys (aneks do pracy zał. 8).

Lp.	Nazwa	Robocizna	Materiały	Sprzęt	Kp	Kz	Z	RAZEM
1	Roboty ziemne	12073,51			7968,52	0,00	2304,96	22346,99
2	Ławy fundamentowe	13999,87	23645,96	1764,53	10405,10	1418,83	3009,76	54244,05
3	Ściany fundamentowe	10837,62	13757,89	1189,64	7937,27	825,42	2296,06	36843,90
4	Ściany nośne	78752,72	29503,79	3640,07	54499,60	1770,43	15788,38	183954,99
5	Stropy	11527,64	16067,70	7526,38	12575,38	964,07	3637,40	52298,57
6	Schody	3418,45	4805,29	601,50	2653,10	288,31	767,42	12534,07
7	Ścianki działowe	14887,58	7433,01	520,13	10194,36	445,90	2953,49	36434,47
8	Podkłady podposadzkowe, posadzki	90381,31	115164,75	5071,07	63000,00	6909,95	18224,47	298751,55
9	Tynki ścian	31364,82	36858,03	4839,24	23904,79	2214,66	6916,30	106097,84
10	Sufity	16227,37	43568,67	603,27	11102,22	2614,15	3212,86	77328,54
11	Okładziny schodów	2462,54	2179,69	98,45	1690,16	130,78	488,90	7050,52
12	Elementy kowalsko ślusarskie	1611,82	12781,79	101,38	1130,81	766,93	327,09	16719,82
13	Stolarka okienna i drzwiowa	15639,13	16436,38	785,97	10841,52	986,26	3135,90	47825,16
14	Więźba dachowa z pokryciem	53608,73	53803,19	3481,60	37692,86	3226,21	10906,22	162718,81
15	Elewacja	42809,38	48270,51	1945,21	29543,17	2897,39	8547,00	134012,66
16	Wywóz gruzu	4,14		21358,99	14101,30	0,00	4078,82	39543,25
	<b>RAZEM</b>	<b>399606,63</b>	<b>424276,65</b>	<b>53527,43</b>	<b>299240,16</b>	<b>25459,29</b>	<b>86595,03</b>	<b>1288705,19</b>

**Tab. 25.** Opcja 2.3 Tabela elementów scalonych.

Szacunkowy koszt realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów wtórnych pozyskanych bezpośrednio w trakcie rozbiórki obiektu modelowego nr 1. Opracowania autora.

Lp.	Nazwa	Robocizna	Materiały	Sprzęt	Kp	Kz	Z	RAZEM
1	Roboty ziemne	7680,97			5069,44	0,00	1466,39	14216,80
2	Izolacje ław fundamentowych i ścian od zewnątrz	703,19	4488,42	34,70	486,63	269,24	140,91	6123,09
3	Podkłady podposadzkowe, posadzki	93434,25	112337,31	4105,57	64377,63	6740,31	18623,04	299618,11
4	Tynki ścian	31364,82	36858,03	4839,24	23904,79	2214,66	6916,30	106097,84
5	Sufity	16227,37	43568,67	603,27	11102,12	2614,15	3212,96	77328,54
6	Okładziny schodów	2462,54	2179,69	98,45	1690,16	130,78	488,90	7050,52
7	Elementy kowalsko ślusarskie	1611,82	12781,79	101,38	1130,81	766,93	327,09	16719,82
8	Stolarka okienna i drzwiowa	14183,13	204405,13	785,97	9880,26	12264,53	2857,85	244376,87
9	Więźba dachowa z pokryciem	47342,20	78981,52	2982,93	33203,25	4736,76	9607,74	176854,40
10	Elewacja	42809,38	48270,51	1945,21	29543,15	2897,39	8547,02	134012,66
11	Wywóz gruzu	5222,81		20624,83	17059,82	0,00	4934,43	47841,89
	<b>RAZEM</b>	<b>263042,48</b>	<b>543871,07</b>	<b>36121,55</b>	<b>197448,06</b>	<b>32634,75</b>	<b>57122,63</b>	<b>1130240,54</b>

**Tab. 26.** Opcja 2.4 Tabela elementów scalonych.

Szacunkowy koszt remontu i termomodernizacji obiektu modelowego nr 1 dostosowującego zabudowę istniejącą do standardu obiektu modelowego nr 2. Opracowanie autora.

## 5.4 WNIOSKI

W przeprowadzonym badaniu udowodniono, że umiejętne wykorzystanie elementów z odzysku, w trakcie realizacji obiektu budowlanego, daje możliwość obniżenia kosztu inwestycji. Prawdopodobnie ta znajduje zastosowanie zarówno w przypadku lokalizacji miejsca przedsięwzięcia na terenie niezabudowanym, jak i takim, na którym występuje już zabudowa istniejąca. Rozbudowanie fazy programowania i projektowania wraz z wykonaniem ekspertyzy technicznej jest opłacalne w sytuacji kalkulowania pełnych kosztów inwestycji, dokonywanej z uwzględnieniem potencjalnych oszczędności, które są możliwe do uzyskania w trakcie realizacji robót. Na zwiększenie procentowego udziału materiałów z odzysku (wśród komponentów budowli) z pewnością wpłynęłyby sprawnie działający w warunkach lokalnych rynek materiałów wtórnych. W realizowanej inwestycji można by wówczas szukać dodatkowych oszczędności, np. w działach takich jak: sufity podwieszane, okładziny schodów, elementy kowalско – ślusarskie, czy żelbetowe schody prefabrykowane, stanowiące produkt równoważny w stosunku do (przyjętej w kosztorysie) konstrukcji wylewanej na mokro. Na zwiększenie opłacalności, zwłaszcza poszerzonej o odzysk elementów bezpośrednio na placu budowy, wpływa także stopień prefabrykacji budowli. Zazwyczaj im jest on wyższy, tym mniejszy jest koszt odzysku i konserwacji poszczególnych komponentów obiektu.

Trzeba wyraźnie podkreślić, iż pewne partie budowli nie są możliwe do wykonania z elementów pochodzących z odzysku. Należą do nich np. monolityczne ławy i ściany fundamentowe. Przy realizacji inwestycji o mniejszej skali, do wzniesienia ścian fundamentowych, można by zastosować bloczki betonowe, pochodzące z rynku wtórnego. Działanie takie wymagałoby jednak dokładnego zbadania, czy aby w trakcie pierwotnej eksploatacji nie zostały obniżone parametry nośne komponentów. Dobrze wykonane fundamenty stanowią bowiem jeden z wiodących czynników, decydujących o żywotności budowli. Materiały takie jak: kruszywo wykorzystywane do sporządzania mieszanki betonowej, zaprawy tynkarskie, płyty rastrowe sufitu podwieszanego, maty i folie izolacyjne, czy choćby styropian lub wełna mineralna, stosowane do wykonywania izolacji termicznych i akustycznych, mogą zawierać procentowy udział elementów odpadowych z recyklingu. Informacje takie są zazwyczaj dostępne w kartach technicznych produktu i powinny być brane pod uwagę w przypadku przeprowadzania inwestycji tworzonych w duchu architektury ekologicznej. Zastosowanie wyrobów nowych, z recyklingu, nie wpływa w znaczący sposób na zmianę kosztu inwestycji, obniża jednak skalę oddziaływania na środowisko przyrodnicze.

### 5.4.1 WARIANT NR 1: REALIZACJA OBIEKTU MODELOWEGO NR 2 NA DZIAŁCE NIEZABUDOWANEJ

Koszt inwestycji prowadzonej na terenie niezabudowanym, w której zakłada się wykorzystanie elementów zakupionych na rynku wtórnym, wyniósł 1.094177,47 zł. Łączna kwota realizacji jest zatem o blisko 25% mniejsza, niż w przypadku wzniesienia obiektu z nowych materiałów budowlanych (wycena szacunkowa na poziomie 1.447.117,50 zł). Elementy z odzysku zastosowano łącznie w pięciu grupach robót budowlanych. W każdej z nich przyczyniło się to do uzyskania pewnych oszczędności, w porównaniu do wartości inwestycji zaprezentowanej w opcji 1.1. Zanotowaną redukcję kosztów, w ujęciu procentowym, przedstawiono w **tabeli 27**. Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że na obniżenie ceny w największym stopniu wpłynęły kolejno następujące działy: stolarka okienna i drzwiowa, stropy, ściany nośne,

ściany działowe oraz więźba dachowa z pokryciem. Łącznie, w przedstawionych w tabeli pozycjach (**tab. 27**), zaoszczędzono 43% środków finansowych, w porównaniu do stawki oszacowanej w adekwatnych działach w opcji 1.1.

Wykonana analiza finansowa opłacalności przedsięwzięcia, które polegało na budowie obiektu modelowego nr 2 na terenie niezabudowanym, pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- zastosowanie materiałów z odzysku, w określonych grupach robót, doprowadziło do redukcji kosztu realizacji w zakresie tych robót na poziomie ok. 43%,
- zastosowanie materiałów z odzysku w grupach robót, których wartość początkowa stanowiła 57% kosztu całej inwestycji, doprowadziło do obniżenia ceny obiektu o ok. 25%.

L. P.	NAZWA	OSZCZĘDNOŚCI w porównaniu do opcji 1.1 [zł]	OSZCZĘDNOŚCI w porównaniu do opcji 1.1 [%]
4	Ściany nośne	101213,57	<b>38</b>
5	Stropy	58172,80	<b>52</b>
7	Ścianki działowe	14462,46	<b>37</b>
13	Stołarka okienna i drzwiowa	155917,39	<b>66</b>
14	Więźba dachowa z pokryciem	23173,81	<b>14</b>
-	<b>RAZEM</b>	<b>352940,03</b>	<b>43</b>

**Tab. 27.** Procentowa redukcja kosztów w poszczególnych grupach robót, uzyskana w wyniku zastosowania materiałów z odzysku – opcja 1.2. Opracowanie autora.

#### 5.4.2 WARIANT NR 2: REALIZACJA OBIEKTU MODELOWEGO NR 2 NA DZIAŁCE ZABUDOWANEJ

Dokonana analiza finansowa opłacalności przedsięwzięcia wskazuje, że w sytuacji kiedy na terenie przeznaczonym pod inwestycję znajduje się zabudowa istniejąca, najkorzystniejszym rozwiązaniem jest przeprowadzenie remontu w połączeniu z adaptacją architektoniczną budynku. W momencie, kiedy zły stan techniczny elementów nośnych budynku wyklucza podjęcie czynności naprawczych, w celu redukcji kosztów należy rozważyć inne warianty wtórnego zastosowania materiałów. Badanie przeprowadzone na przykładzie obiektu modelowego jednoznacznie wskazuje, iż umiejętne stosowanie idei rekonsypcji materiałowej w architekturze, idzie w parze z interesem przedsiębiorców i zmniejsza jednocześnie skalę oddziaływania inwestycji na środowisko przyrodnicze. W poniższej tabeli (**tab. 28**) przedstawiono porównanie kosztorysowych kosztów budowy w opcjach, od 2.1 do 2.3.

Opcja 2.4, w której założono przystosowanie budynku modelowego nr 1 do standardu obiektu nr 2, to rozwiązanie najtańsze. W analizowanym przypadku ograniczono w znacznym stopniu zakres robót budowlanych, zwłaszcza tych prowadzonych w odniesieniu do głównej struktury nośnej. Założono wystarczająco dobry stan techniczny elementów konstrukcyjnych budowli, schodów oraz brak potrzeby modyfikacji rozkładu ścian działowych. Ponieważ remont budynku, zwłaszcza w połączeniu ze zmianą sposobu użytkowania, jest zagadnieniem bardzo szerokim,



nie można porównywać go bezpośrednio z przedstawionymi opcjami 2.1, 2.2 i 2.3. Próba adaptacji budynku w złym stanie technicznym i z wadliwym układem funkcjonalnym może w znacznym stopniu zwiększyć koszty budowy. Remont obiektu istniejącego może jednak być atrakcyjną finansowo alternatywą, dla budowy nowego budynku od podstaw. Przeanalizowany przykład wskazuje na potrzebę rozpatrzenia opcji zakładającej remont, adaptację lub przebudowę obiektu istniejącego, zawsze na terenie już zabudowanym. Działanie takie stwarza potencjalną szansę na uzyskanie dużych oszczędności finansowych, w połączeniu z jednoczesną minimalizacją zapotrzebowania na nieodnawialne surowce mineralne i energetyczne. Postępowanie zgodne ze scenariuszem przedstawionym w opcji 2.4 doprowadziło do 36% redukcji kosztu inwestycji, w porównaniu do czynności zakładających wyburzenie obiektu modelowego nr 1 i budowę budynku nr 2 z nowych materiałów.

L. P.	NAZWA	RAZEM [zł]			
		OPCJA 2.1*	OPCJA 2.2**	OPCJA 2.3	OPCJA 2.4
1	Roboty ziemne	38916,92	38916,92	22346,99	14216,80
2	Ławy fundamentowe	54244,05	54244,05	54244,05	6123,09
3	Ściany fundamentowe	36843,90	36843,90	36843,90	
4	Ściany nośne	291801,57	190588,00	183954,99	-
5	Stropy	122507,87	64335,07	52298,57	-
6	Schody	12534,07	12534,07	12534,07	-
7	Ścianki działowe	49854,39	35391,93	36434,47	-
8	Podkłady podpos. i posadzki	276941,94	276941,94	298751,55	299618,11
9	Tynki ścian	106097,84	106097,84	106097,84	106097,84
10	Sufity	77328,54	77328,54	77328,54	77328,54
11	Okładziny schodów	7050,52	7050,52	7050,52	7050,52
12	El. kowalско-ślusarskie	16719,82	16719,82	16719,82	16719,82
13	Ślusarka okienna i drzwiowa	244376,87	88459,48	47825,16	244376,87
14	Więźba dachowa z pokryciem	187713,71	164539,90	162718,81	176854,40
15	Elewacja	150462,00	150462,00	134012,66	134012,66
16	Wywóz gruzu	82598,00	82598,00	39543,25	47841,89
17	<b>RAZEM</b>	<b>1755992,01</b>	<b>1403051,98</b>	<b>1288705,19</b>	<b>1130240,54</b>

\* suma kosztu rozbiórki obiektu modelowego nr 1 i budowy obiektu modelowego nr 2 z zastosowaniem materiałów nowych

\*\* suma kosztu rozbiórki obiektu modelowego nr 1 i budowy obiektu modelowego nr 2 z zastosowaniem elementów zakupionych na rynku elementów wtórnych

**koszt najwyższy** w porównaniu do konkurencyjnych opcji  
**koszt najniższy** w porównaniu do konkurencyjnych opcji  
poza porównaniem

**Tab. 28.** Porównanie szacunkowych kosztów realizacji obiektu modelowego nr 2 na działce zabudowanej obiektem modelowym nr 1 (wariant nr 2). Opracowanie autora.

Porównanie pozostałych wariantów, tj. wzniesienia budowli na działce pierwotnie zabudowanej, jednoznacznie wskazuje na opłacalność rozwiązań zaproponowanych w opcji 2.3. Niemal we wszystkich grupach materiałów, w których założono stosowanie elementów z odzysku, tak prowadzona realizacja wpływa na uzyskanie największych oszczędności. Wyjątkiem jest jedynie dział *podkłady podposadzkowe i posadzki*, w którym na wzrost kosztu wpłynął proces kruszenia betonu pochodzącego z rozbiórki obiektu modelowego nr 1. Zastosowanie materiału z recyklingu przełożyło się jednak na znaczne oszczędności zawarte w dziale nr 16, a dotyczące wywozu odpadów budowlanych. Optymalizacja procesu rekonsypcji polegającej na odzysku, bezpośrednio w trakcie rozbiórki obiektu modelowego nr 1 (opcja 2.3), doprowadziła do oszczędności sięgających 27%, w porównaniu do wartości robót wykonywanych zgodnie z wariantem nr 2.1. Mniej korzystny, z ekologicznego punktu widzenia, wariant 2.2 wpłynął na zmniejszenie kosztu realizacji obiektu modelowego nr 2 o ok 20%. Podsumowanie wyników badania, w odniesieniu do inwestycji realizowanej na terenie pierwotnie zabudowanym, przedstawiono w tabeli 29.

L. P.	WARIANT	UZYSKANE OSZCZĘDNOŚCI w porównaniu do tradycyjnie stosowanego rozwiązania (OPCJA 2.1) [%]
1	OPCJA 2.2	20
2	OPCJA 2.3	27
3	OPCJA 2.4	36

**Tab. 29.** Podsumowanie wyników badania zakładającego budowę obiektu modelowego nr 2 na terenie pierwotnie zabudowanym (wariant nr 2). Opracowanie autora.

Wynik przeprowadzonego badania potwierdza jednoznacznie możliwość obniżenia kosztu inwestycji budowlanej, wykonywanej z zastosowaniem materiałów wtórnych. Każdorazowo przed przystąpieniem do realizacji, w fazie projektowania architektonicznego, uzasadnione jest jednak przeprowadzenie szczegółowej analizy opłacalności przedsięwzięcia. W niektórych bowiem sytuacjach, wynikających ze specyfiki danego zamierzenia budowlanego<sup>57</sup>, nietypowej lokalizacji placu budowy, czy wąskiego zakresu robót, niekiedy bardziej opłacalne ekonomicznie może okazać się zastosowanie tradycyjnych, nowych materiałów budowlanych.

<sup>57</sup> Np. w zaprezentowanej realizacji w Złotoryi wykorzystanie podzespołów ściany osłonowej budynku do jego rozbudowy okazało się nieopłacalne, w obliczu konieczności zapewnienia w czasie prowadzenia robót ciągłości procesu produkcyjnego i spełnienia obowiązku dotrzymania standardów BHP, w odniesieniu do stałych miejsc pracy.

# 6

## ■ APLIKACJA PROPOWANEJ KONCEPCJI W WARUNKACH KRAJOWYCH

### 6.1 REKONSUMPCJA MATERIAŁOWA W ARCHITEKTURZE W ŚWIETLE OBOWIĄZUJĄCYCH PRZEPISÓW

#### 6.1.1 WTÓRNE STOSOWANIE MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH

Cała rzesza powstających na świecie przykładów architektury tworzonej w duchu zrównoważonego rozwoju, zawiera wiele nowatorskich rozwiązań projektowych. Ich innowacyjność pomimo tego, iż często nawiązująca i zakorzeniona w tradycji budowlanej minionych pokoleń, stwarza niekiedy problemy natury formalno-prawnej, w trakcie przeprowadzania pionierskich realizacji na danym obszarze lub w danym kraju. Sytuacja taka ma np. miejsce w odniesieniu do **eko – ergonomicznego** sposobu budowania domów zagłębionych w ziemi. Wydawać by się mogło, że budowa mieszkalnej ziemianki to zadanie proste. Nie ma najmniejszych wątpliwości, że pod względem technologicznym proces wzniesienia takiego obiektu nie przysparza większych trudności (z wyłączeniem sytuacji realizacji obiektu na terenie o wysokim poziomie wody gruntowej, gdzie omawiane rozwiązanie projektowe nie jest zalecane). Procedura legalizacji tak wykonanej budowli stanowi już jednak spore utrudnienie w stosunku do tradycyjnie przeprowadzanego procesu inwestycyjnego.

W Polsce zasady wznoszenia obiektów w sposób zgodny ze sztuką budowlaną i obowiązującymi przepisami określone są w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury *w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* [130]. W odniesieniu do budownictwa podziemnego należy zwrócić tu szczególną uwagę na § 3 punkt 20 i 21 oraz na § 73 ustęp 1 i 2 rozporządzenia, które mówią: *"...Ilekcroć w rozporządzeniu jest mowa o (...) suterenie – należy przez to rozumieć kondygnację budynku lub jej część zawierającą pomieszczenia, w której poziom podłogi w części lub w całości znajduje się poniżej poziomu projektowanego lub urządzonego terenu, lecz co najmniej od strony jednej ściany z oknami poziom podłogi znajduje się nie więcej niż 0,9m poniżej poziomu terenu przylegającego do tej strony budynku (...)*

*piwnicy- należy przez to rozumieć kondygnację podziemną lub najniższą nadziemną bądź ich część, w których poziom podłogi co najmniej z jednej strony budynku znajduje się poniżej poziomu terenu (...)*

*W pomieszczeniu mieszkalnym poziom podłogi od strony ściany z otworami okiennymi i drzwiowymi nie powinien znajdować się poniżej poziomu terenu przy budynku (...)*

*W pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi w budynku zakładu opieki zdrowotnej, opieki społecznej, oświaty, wychowania i nauki poziom podłogi powinien znajdować się co najmniej 0,3m powyżej terenu urządzonego przy budynku..."*

Z przytoczonych fragmentów jednoznacznie wynika, że zatwierdzenie projektu budowlanego obiektu posiadającego formę ziemianki, wymaga uzyskania odstępstwa odpowiedniego ministra od obowiązujących przepisów. Proces inwestycyjny musi zatem zostać poszerzony o uzyskanie stosownych ekspertyz rzeczoznawców budowlanych do spraw BHP i Sanepid, które należy dołączyć do prawidłowo

przygotowanego wniosku [146]. Zgodnie z treścią art. nr 9 ustawy *Prawo Budowlane* [183], trzeba również liczyć się z tym, iż po uzyskaniu upoważnienia ministra, właściwy organ może odmówić zgody na odstępstwo. To natomiast bezpośrednio przełoży się bądź to na całkowite zablokowanie procesu projektowego lub na jego spore spowolnienie, wynikające z poszukiwania nowych, alternatywnych rozwiązań funkcjonalno – przestrzennych.



Fot. 76. EFA, radiowa stacja nadawcza, Aflenz – Austria [185].

Wydłużenie procesu inwestycyjnego to także nieodłączny element przebiegu realizacji zakładającej implementację idei wtórnego stosowania materiałów budowlanych. Następuje ono zarówno w momencie adaptacji architektonicznej, zmiany sposobu użytkowania, jak i remontu oraz przebudowy budynku. Dokumentacja techniczna zakładająca wtórne wykorzystanie istniejącego obiektu budowlanego, wymaga zazwyczaj opracowania ekspertyzy technicznej przez rzeczoznawcę budowlanego. Ekspertyza ta, w razie konieczności, może zostać również poszerzona o wykonanie odpowiednich badań laboratoryjnych, potwierdzających określone parametry użytkowe wbudowanych komponentów budowli. Przeprowadzanie omawianego postępowania, pomimo że wpływa w pewnym stopniu na wydłużenie i wzrost stopnia złożoności fazy programowania przedsięwzięcia, należy do powszechnie stosowanych czynności towarzyszących sporządzaniu dokumentacji technicznej.

Z prawnego punktu widzenia sytuacja nieco się komplikuje w momencie, kiedy projektant w porozumieniu z inwestorem podejmuje decyzję o wtórnym wykorzystaniu elementów budowlanych pochodzących z rozbiórki do budowy nowego obiektu architektonicznego. Na polskim rynku budowlanym jest to działanie wysoce niestandardowe i praktycznie dotychczas raczej nie stosowane. Największy problem formalny związany z wbudowaniem materiału z odzysku stanowi to, iż w momencie demontażu, wyrób budowlany traci status dopuszczenia do obrotu i stosowania w budownictwie. Czy zatem w myśl polskiego prawa możliwe jest przeprowadzenie

w pełni transparentnej, legalnej procedury wtórnego wykorzystania materiałów z odzysku?

Szukając odpowiedzi na wyżej postawione pytanie w pierwszej kolejności należałoby sprawdzić, co na temat wyrobów budowlanych mówią przepisy ustawy *Prawo budowlane*. Zgodnie z:

- art. 10 – *...wyroby wytworzone w celu zastosowania w obiekcie budowlanym w sposób trwały, o właściwościach użytkowych, umożliwiającym prawidłowo zaprojektowanym i wykonanym obiektom budowlanym spełnienie wymagań podstawowych (...) można stosować przy wykonywaniu robót budowlanych wyłącznie, jeżeli wyroby te zostały wprowadzone do obrotu zgodnie z przepisami odrębnymi...* (według Ministerstwa Infrastruktury sformułowanie *w sposób trwały* oznacza, że demontaż wyrobu wymaga wykonania robót budowlanych oraz obniża właściwości użytkowe obiektu, w którym wyrób był wbudowany, wmontowany, zainstalowany lub zastosowany [63, 183]);
- art. 20 – do podstawowych obowiązków projektanta należy min. *sporządzenie lub uzgadnianie indywidualnej dokumentacji technicznej, o której mowa w art. 10 ust. 1 ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych*;
- art. 25 – do podstawowych obowiązków inspektora nadzoru inwestorskiego należy min. *zapobieganie zastosowaniu wyrobów budowlanych wadliwych i niedopuszczonych w budownictwie*;
- art. 57 – do zawiadomienia o zakończeniu budowy lub wniosku o udzielenie pozwolenia na użytkowanie inwestor zobowiązany jest dołączyć oświadczenie kierownika budowy o zgodności wykonania obiektu z przepisami;
- art. 81 – do podstawowych obowiązków organów administracji architektoniczno- budowlanej i nadzoru budowlanego (a więc min. powiatowego inspektora nadzoru budowlanego) należy min. nadzór i kontrola stosowania wyrobów budowlanych;
- art. 81c – organy jak wyżej mogą żądać od uczestników procesu budowlanego informacji lub udostępnienia dokumentów *świadczących o dopuszczeniu wyrobu budowlanego do obrotu albo jednostkowego zastosowania w obiekcie budowlanym*;
- art. 93 – kto przy wykonywaniu robót budowlanych stosuje wyroby, naruszając przepis art. 10, ten podlega karze grzywny.

Z przytoczonych powyżej zapisów pośrednio wynika, iż zgodnie z ustawą *Prawo budowlane* w procesie wznoszenia budynku można wykorzystywać jedynie wyroby legalnie wprowadzone do obrotu i powszechnego stosowania na mocy przepisów odrębnych. Odpowiadają za to wybrani uczestnicy procesu inwestycyjnego, a prawo kontroli w tym zakresie przysługuje odpowiednim organom administracji architektoniczno – budowlanej i nadzoru budowlanego. Czym zatem w rozumieniu ustawodawcy jest wyrób budowlany? Zgodnie z art. 2, pkt 1 ustawy o *wyrobach budowlanych*<sup>58</sup> [182], wyrobem budowlanym jest rzecz ruchoma, bez względu na

---

<sup>58</sup> Zasady wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych reguluje obecnie 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*, które od dnia 1 lipca 2013 jest stosowane we wszystkich krajach członkowskich Unii Europejskiej, oraz ustawa o *wyrobach budowlanych*, która zgodnie z jej art. 1 określa zasady wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku krajowym wyrobów budowlanych.

stopień przetworzenia: przeznaczona do obrotu, wyprodukowana w celu zastosowania w sposób trwały w obiekcie budowlanym, wprowadzona do obrotu jako wyrób pojedynczy lub jako zestaw wyrobów do stosowania we wzajemnym połączeniu stanowiącym integralną całość techniczno – użytkową, mającą wpływ na spełnienie wymagań podstawowych. Zgodnie z art. 5 ust. 1 pkt 1, 2 i 3 ww. ustawy, wyrób budowlany nadaje się do stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych (może być wprowadzony do obrotu), jeżeli spełnia przynajmniej jedno z poniższych wymagań:

- jest oznakowany symbolem CE, co jest równoważne z faktem, iż dokonano oceny jego zgodności z normą zharmonizowaną, europejską aprobatą techniczną lub krajową specyfikacją techniczną państwa członkowskiego, uznaną przez Komisję Europejską za zgodną z wymaganiami podstawowymi,
- jest umieszczony w określonym przez Komisję Europejską wykazie wyrobów mających niewielkie znaczenie dla zdrowia i bezpieczeństwa, dla których producent wydał wymaganą deklarację zgodności (w chwili obecnej jest to ciągle przepis martwy, gdyż Komisja Europejska do dnia dzisiejszego nie sporządziła takiego wykazu),
- jest oznakowany znakiem budowlanym, którego wzór określa załącznik nr 1 do ustawy o wyrobach budowlanych,
- jest wprowadzony do obrotu legalnie w innym państwie członkowskim Unii Europejskiej, nieobjętym zakresem przedmiotowym norm zharmonizowanych lub wytycznych do europejskich aprobat technicznych *Europejskiej Organizacji do Spraw Aprobat Technicznych*, jeżeli jego właściwości użytkowe umożliwiają spełnienie wymagań podstawowych przez obiekty budowlane.

Stosowane obecnie przepisy umożliwiają zatem producentowi, który wprowadza do obrotu wyroby na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, dokonanie wyboru sposobu uzyskania dopuszczenia do stosowania.

Przedstawione powyżej procedury odnoszą się jednak w przeważającej mierze do sposobu wprowadzania do obiegu nowo produkowanych materiałów budowlanych przez ich producentów lub dystrybutorów. Uczestnicy procesu inwestycyjnego egzekwują wówczas jedynie, aby stosowane w trakcie realizacji komponenty posiadały odpowiedni dokument lub znak potwierdzający dopuszczenie ich do stosowania. Przepisy nie określają w jasny, klarowny sposób metodologii wtórnego wprowadzenia do obrotu materiału budowlanego, pochodzącego z odzysku. Z całą pewnością żaden inwestor nie zdecyduje się jednak na wdrożenie idei rekonsupcji w trakcie realizacji inwestycji, kiedy będzie wiązało się to z wymogiem znaczenia jednorazowej partii materiału z odzysku symbolem CE lub znakiem budowlanym albo potrzebą uzyskania dlań deklaracji zgodności. W celu wyjaśnienia powyższych wątpliwości zasięgnięto opinii (w drodze konsultacji telefonicznych) w Generalnym Urzędzie Nadzoru Budowlanego. W wyniku przeprowadzonych rozmów ustalono, iż czynności takie są:

- niestandardowe i nie praktykowane obecnie na terytorium RP (wskazano jedynie na sporadyczne próby wykorzystywania materiałów z odzysku, głównie w pracach dotyczących zagospodarowania terenu wokół obiektów),
- możliwe do przeprowadzenia w oparciu o zapisy ustawy o wyrobach budowlanych z dnia 16 kwietnia 2004 r. jak i *Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/ 2011* z dnia 9 marca 2011 r. [133].

Prawo obowiązujące obecnie w kraju dopuszcza na mocy art. 5 ww. rozporządzenia możliwość zastosowania w budynku materiału pochodzącego z odzysku. Przebieg

procesu inwestycyjnego musi w tym wypadku zostać poszerzony o wykonanie oceny zgodności danego elementu (lub grupy komponentów) ze zharmonizowaną specyfikacją techniczną opublikowaną w zharmonizowanych normach, aprobatą techniczną lub oceną techniczną. Jeżeli zatem produkt objęty jest zharmonizowaną specyfikacją techniczną, należy przed podjęciem decyzji o jego zastosowaniu, jeszcze na etapie przygotowywania dokumentacji projektowej, zwrócić się do odpowiedniej instytucji *JOT* (jednostka oceny technicznej), w celu przeprowadzenia określonych badań potwierdzających właściwości materiału, w sporządzonym specjalnie w tym celu raporcie. Normatywne wymogi stawiane materiałom budowlanym nie wskazują bowiem na dyskryminację rozwiązań projektowych, tworzonych w oparciu o elementy z odzysku. Odnoszą się w jednakowym stopniu zarówno do realizacji planowanych na bazie materiałów nowych jak i wtórnych. Koszt wykonania badania zależy od ilości testowanych próbek, rodzaju materiału i analizowanych właściwości. W odniesieniu do cegły rozbiórkowej badanej wrywkowo na ściszenie w ilości dziesięciu próbek pobranych z partii materiału rozbiórkowego, Instytut Techniki Budowlanej<sup>59</sup> oszacował cenę wykonania takiej usługi na poziomie ok 2500 zł netto<sup>60</sup>. Przeprowadzenie odpowiedniej ilości badań w odniesieniu do wybranych elementów w trakcie realizacji dużych inwestycji budowlanych, wydaje się zatem opłacalne, mając na uwadze możliwe do osiągnięcia, na drodze stosowania materiałów wtórnych, oszczędności finansowe oraz obniżenie energo – i zasobo – chłonności procesu inwestycyjnego.

W sytuacji, w której wyrób budowlany nie został objęty zharmonizowaną normą europejską, aprobatą techniczną lub oceną techniczną, można wprowadzić go do obiegu jednorazowo (przy realizacji konkretnej inwestycji) na podstawie art. 10 ustawy o wyrobach budowlanych i art. 20 ustawy *Prawo budowlane*. Zgodnie z obowiązującymi przepisami do jednostkowego stosowania w obiekcie budowlanym dopuszczone są wyroby budowlane wykonane według indywidualnej dokumentacji technicznej, sporządzonej przez projektanta obiektu lub z nim uzgodnionej, dla których producent wydał oświadczenie, że zapewniono zgodność wyrobu budowlanego z tą dokumentacją oraz z przepisami<sup>61</sup>. Wspomniana indywidualna dokumentacja techniczna powinna zawierać opis rozwiązania konstrukcyjnego, charakterystykę materiałową i informację dotyczącą projektowanych właściwości użytkowych wyrobu budowlanego, określać warunki jego zastosowania w danym obiekcie oraz sposób obsługi i eksploatacji. W trakcie przygotowywania dokumentacji technicznej zaleca się zatem również korzystanie z pomocy rzeczoznawców i wyspecjalizowanych laboratoriów badawczych. Oświadczenie producenta wyrobu powinno zawierać: nazwę i adres wydającego oświadczenie, nazwę wyrobu budowlanego, miejsce jego wytworzenia, identyfikację dokumentacji technicznej, stwierdzenie zgodności wyrobu z dokumentacją techniczną oraz przepisami, adres budowy, miejsce i datę wydania oraz podpis osoby wydającej oświadczenie. Należy jeszcze raz podkreślić, że omówiona procedura znajduje zastosowanie jedynie w stosunku do wyrobów nietypowych.

Na podstawie analizy obowiązujących przepisów, w tym ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane*, po dokonaniu konsultacji<sup>62</sup> w *Departamencie Wyrobów*

<sup>59</sup> Numer jednostki notyfikowanej typu JOT: 1488 [233].

<sup>60</sup> Wycena telefoniczna z dnia 10.02.2014.

<sup>61</sup> W tym konkretnym wypadku producentem wyrobu jest wykonawca na budowie.

<sup>62</sup> W celu wyjaśnienia, przynajmniej części wątpliwości, co do sposobu legalizacji przeprowadzania procesu inwestycyjnego z zastosowaniem materiałów wtórnych i potwierdzenia wyników rozpoznania obowiązujących przepisów, zasięgnięto oficjalnie porady w Departamencie Wyrobów Budowlanych. Treść zapytania i odpowiedź znajduje się w aneksie do pracy doktorskiej (zał. 10).

*Budowlanych* działającym przy *Głównym Urzędzie Nadzoru Budowlanego* ustalono zatem, że na terenie Polski możliwe jest stosowanie elementów budowlanych pochodzących z odzysku zgodnie z obowiązującymi przepisami. Przy sporządzaniu dokumentacji technicznej, zakładającej wykorzystanie materiałów wtórnych, należy mieć jednak na uwadze fakt, iż wyrób budowlany zamontowany w sposób trwały w trakcie pierwotnego wykonywania robót budowlanych staje się częścią obiektu budowlanego. Zdemontowane elementy obiektu budowlanego lub wyroby pochodzące z rozbiórki nie mogą być ponownie dopuszczone do obrotu na podstawie dokumentów i oceny tych wyrobów wykonanych przed ich pierwotnym wprowadzeniem do obrotu.

Należy podkreślić, iż innowacyjność omawianych rozwiązań i brak doświadczenia instytucji administracji architektoniczno – budowlanej i nadzoru budowlanego przy obsłudze tego typu inwestycji, może przełożyć się w pewnym stopniu na utrudnienia w przebiegu zamierzonego przedsięwzięcia. W szczególności instytucje na szczeblu lokalnym i wojewódzkim (powiatowe i wojewódzkie inspektoraty nadzoru budowlanego) nie zawsze dysponują jeszcze odpowiednią wiedzą dotyczącą sposobu dopuszczenia do wtórnego użytkowania materiałów pochodzących z rozbiórki. Należy także podkreślić fakt, że *Zakład Konstrukcji Materiałów Budowlanych* działający przy *Instytucie Techniki Budowlanej* wskazuje jako podstawę do opracowania badań nad materiałem rozbiórkowym, pozytywnie rozpatrzony przez powiatowego inspektora nadzoru budowlanego wniosek projektanta w tym zakresie. Z kolei *Główny Urząd Nadzoru* uważa tą procedurę za zbędną i nie wymaganą obowiązującymi przepisami prawa. Wprowadzanie nowych rozwiązań w budownictwie zawsze wymagało przetarcia szlaków administracyjnych. Zaleca się zatem, aby przed przystąpieniem do realizacji inwestycji pilotażowej, wystąpić do *Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego* o interpretację przepisów, co wpłynie na dokładne ustalenie wzorcowego przebiegu procesu inwestycyjnego w zakresie dopuszczenia materiałów wtórnych do stosowania. *Główny Urząd Nadzoru Budowlanego* stanowi punkt kontaktowy ds. wyrobów budowlanych i ma obowiązek w ustawowym czasie udzielić odpowiedzi na postawione pytanie. Wykonanie powyższej czynności we wczesnej fazie programowania inwestycji niewątpliwie pozwoli uniknąć niepotrzebnych nieporozumień i opóźnień w trakcie realizacji dokumentacji technicznej.

Najmniej utrudnień formalnych, przy prowadzeniu robót w oparciu o ideę rekonsypcji materiałowej, stwarza zastosowanie komponentów wytworzonych na drodze recyklingu odpadów. Są to w przeważającej większości produkty, które dopuszczono do obrotu i stosowania w tym samym trybie, jak materiały nowe. Procentową zawartość składników z recyklingu w wyrobach określają zazwyczaj odpowiednie certyfikaty bądź deklaracje środowiskowe II typu.

### 6.1.2 DEKLARACJE ŚRODOWISKOWE

Deklaracje środowiskowe są w chwili obecnej dobrowolnym narzędziem implementacji idei rozwoju zrównoważonego w sektorze produkcji i wdrażania do obrotu wyrobów budowlanych. Wprowadzenie ich na rynek europejski umożliwiło producentom przedstawianie w znormalizowany sposób oceny środowiskowej poszczególnych materiałów, co w wielu przypadkach zaczęło przekładać się w bezpośredni sposób na ich skuteczną promocję w kontekście potrzeby minimalizacji obciążenia środowiska przyrodniczego. Dzięki deklaracjom środowiskowym możliwe jest wiarygodne porównywanie poszczególnych produktów pod względem wielu różnych aspektów ekologicznych. Coraz częściej znajdują one także zastosowanie



przy ocenie całych budynków, lub ich pojedynczych podzespołów [114]. Zasady funkcjonowania i wymagania, w odniesieniu do deklaracji, określone zostały w normach serii PN – EN ISO14020 – 25, a reguły dotyczące prowadzenia analizy środowiskowej wyrobów w normie PN – EN 15804 [195]. Zgodnie z treścią norm serii PN – EN ISO14020 – 25 rozróżnia się trzy następujące typy deklaracji środowiskowych:

- deklaracje środowiskowe I typu [54];  
I typ oznakowania przeznaczony jest dla produktów budowlanych spełniających zdecydowanie wyższe kryteria ekologiczne aniżeli konkurencja. Jednostkami określającymi wymogi i weryfikującymi ich spełnianie mogą być organizacje wskazane przez Komisję Europejską lub odpowiednie dla danego kraju ministerstwo, jak i inne placówki posiadające doświadczenie w certyfikacji. Program etykietowania zawsze opracowuje strona trzecia, niezwiązana z producentem i dystrybutorem produktu, np. instytut badawczy. Jako przykład deklaracji środowiskowych I – ego typu wskazać można *Eco label* (**rys. 35**) lub krajowy *Eko – ITB*;
- deklaracje środowiskowe II typu [55];  
Zawierają one ściśle określone, jednokryterialne informacje środowiskowe dotyczące produktu. Opisy stosowane dla potrzeb określania wyrobów budowlanych objętych etykietą przedstawione zostały w odpowiedniej normie [55]. Analizując je pod kątem związku z tematem niniejszej pracy należy zwrócić szczególną uwagę na sformułowania takie jak np.: zaprojektowany do rozmontowania, wyrób o przedłużonej trwałości, zdatny do recyklingu, % zawartości materiału z odzysku, nadający się do wielokrotnego użytku, zmniejszenie ilości odpadów, etc. Etykiety środowiskowe II typu są to zatem stwierdzenia środowiskowe, sporządzane przez producentów, dystrybutorów lub innych uczestników rynku, nie poddawane procesowi certyfikacji. Do obowiązków producenta należy dokonanie oceny wyrobu oraz zapewnienie danych niezbędnych do weryfikacji. Etykieta środowiskowa II typu poza tekstem może zawierać niemal dowolny symbol graficzny. Za szczególny znak została jednak uznana **pętla Mobiusa** (**rys. 59**), co do której norma określa, że może być używana jedynie do ilustrowania stwierdzeń o zawartości w produkcie materiału z recyklingu lub o jego przydatności dla procesu przetworzenia.
- deklaracje środowiskowe III typu [53];  
Ustalane zostają na podstawie przeprowadzanej analizy cyklu życia wyrobu LCA<sup>63</sup>. W deklaracji tej określa się min. emisje do środowiska, zużycie energii i surowców na poszczególnych etapach życiowego cyklu wyrobu, a uzyskane wyniki wyraża się w przeliczeniu na jednostkę miary wyrobu. Instytucją wydającą deklaracje środowiskowe trzeciego typu w Polsce jest np. *ITB*, zrzeszony z innymi organizacjami europejskimi tego typu w ramach przedsięwzięcia *ECO – Platform* [219].

Etykiety i deklaracje środowiskowe mają na celu wyróżnienie na rynku tej grupy produktów, które cechują się zmniejszonym wpływem na środowisko przyrodnicze w porównaniu do równoważnych, konkurencyjnych wyrobów budowlanych.

---

<sup>63</sup> ang. *Life Cycle Assessment* czyli *Analiza Cyklu Życia*.



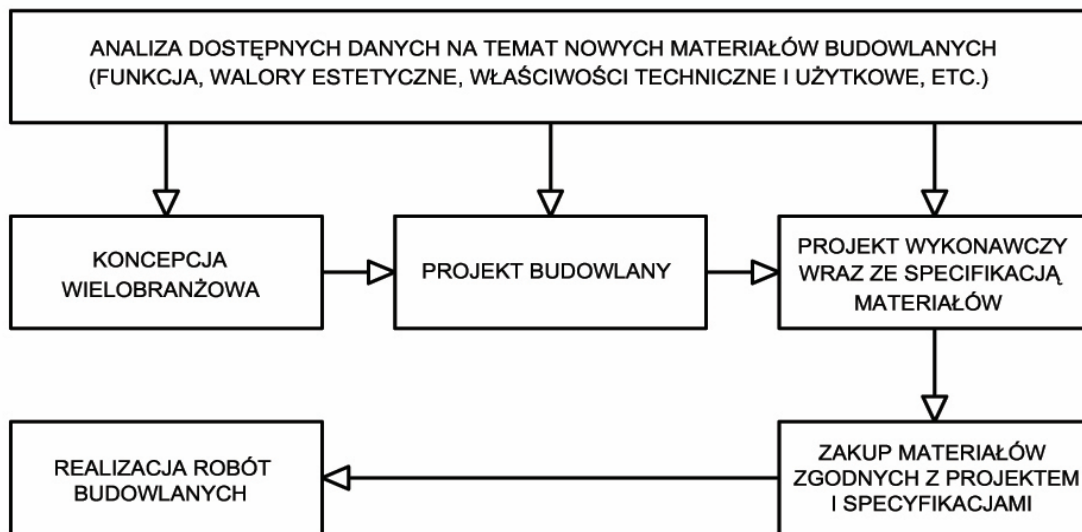
Rys. 35. Od lewej: etykieta *Eco label* oraz *Pętla Mobiusa* [3].

## 6.2 PROCES INWESTYCYJNY Z WYKORZYSTANIEM MATERIAŁÓW Z ODZYSKU

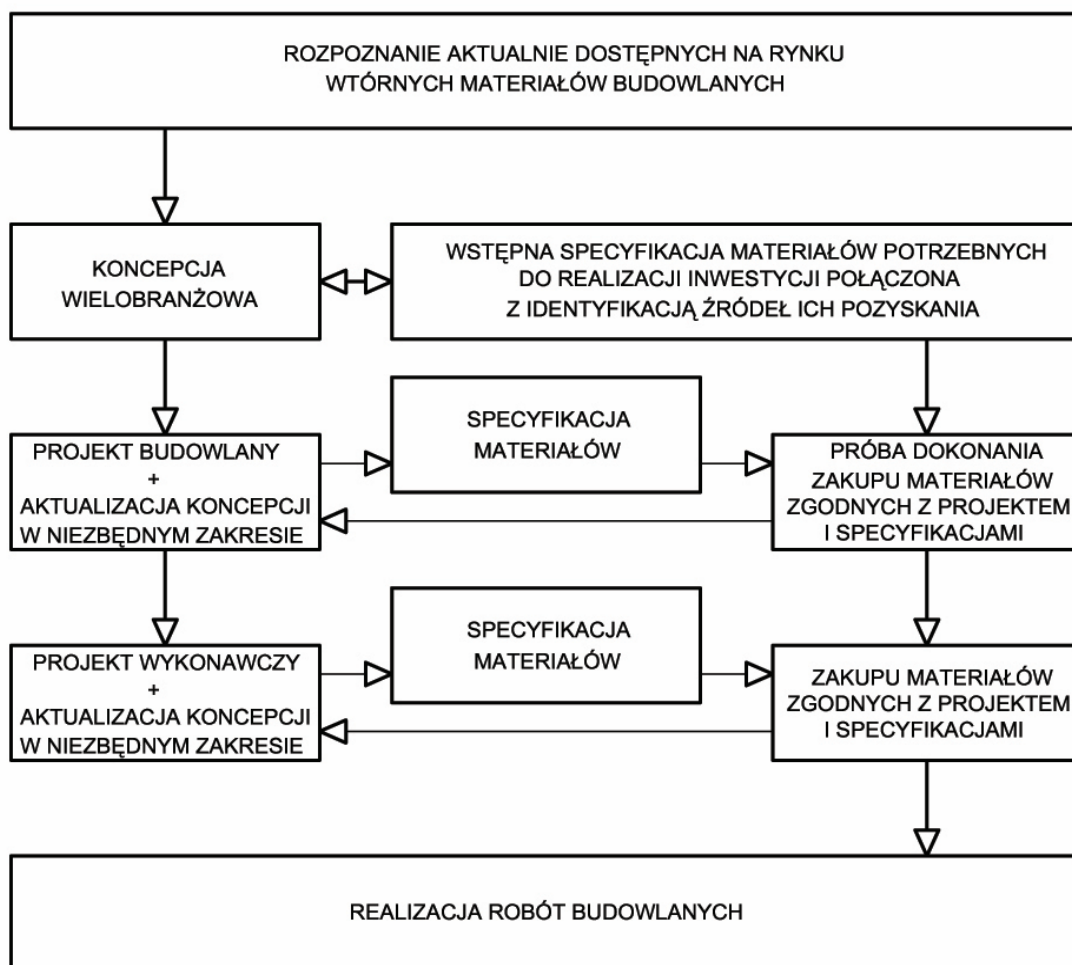
Podstawową barierą dla wdrażania idei rekonsupcji w architekturze jest niewiedza dotycząca mechanizmów programowania tego typu inwestycji, brak świadomości ekologicznej uczestników procesu inwestycyjnego oraz ciągle panujący w społeczeństwie kult nowości. Zarówno w momencie wykorzystywania materiałów nowych z procentowym udziałem odpadów po recyklingu, jak i podczas powtórnego użycia elementów po przeprowadzeniu ich konserwacji, sposób wbudowania komponentów budowli nie wprowadza istotnych zmian w zakresie prac projektowych i harmonogramie prowadzenia realizacji inwestycji, w porównaniu do tradycyjnego modelu procesu inwestycyjnego. Podzespoły budowli i jej wyposażenie dobierane są na podstawie parametrów technicznych określonych w sporządzonej specyfikacji technicznej przez projektanta o odpowiedniej specjalności. Jediną różnicą jest tu uwzględnienie ich pochodzenia oraz dobór takiego wykonawcy, który rozumie wagę rekomendacji dotyczącej wykorzystania produktów wtórnych. Pewne różnice pojawiają się natomiast już przy adaptacji istniejących struktur budowlanych. Kiedy inwestor zadeklaruje chęć wykorzystania obiektu istniejącego lub jego części do pełnienia nowej funkcji, należy już na początku procesu programowania inwestycji wykonać kilka istotnych czynności. Jedną z pierwszych z nich jest opracowanie wstępnego rozpoznania, mającego na celu wytypowanie na założonym obszarze kilku budowli, które potencjalnie dają możliwość przeprowadzenia zakładanej adaptacji. Kolejnym krokiem jest pełna inwentaryzacja wybranego budynku wzbogacona o ekspertyzę jego stanu technicznego, a w uzasadnionych wypadkach poszerzona o wykonanie niezbędnych badań laboratoryjnych. W razie potrzeby podwyższenia parametrów nośnych pierwotnie zastosowanego układu konstrukcyjnego następuje oszacowanie sposobu i kosztu przeprowadzenia takowej modyfikacji. Niezbędna jest również ekspertyza architektoniczna, umożliwiająca określenie stopnia przydatności obiektu i rozkładu funkcjonalnego jego poszczególnych pomieszczeń do pełnienia nowych funkcji, co zminimalizuje potrzebę przeprowadzenia kosztownych zmian w trakcie realizacji robót.

Wykorzystanie elementów nabytych na rynku wtórnych materiałów budowlanych (centra odzysku / komisje, rozbiórka innych budowli, etc.) wydaje się różnić najbardziej spośród dotychczas omówionych, w porównaniu do tradycyjnego procesu inwestycyjnego. W przypadku przeprowadzania czynności projektowych związanych ze wzniesieniem obiektu z materiałów nowych, zespół projektowy przedstawia koncepcję budynku, tworzy projekt budowlany uwzględniając zastosowanie pewnej technologii, następnie przechodzi do projektowania szczegółowego, podpartego odpowiednimi specyfikacjami materiałowymi. W trakcie budowy wykonawca nabywa materiały określone w specyfikacji, bądź im równoważne. Natomiast zastosowanie elementów z odzysku wiąże się z wydłużeniem fazy programowania przedsięwzięcia. Schemat procesu inwestycyjnego jest wtedy dużo bardziej rozbudowany i częstokroć wymaga nabycia potrzebnych materiałów tuż po zatwierdzeniu koncepcji architektonicznej, jeszcze przed fazą przystąpienia do projektowania szczegółowego. Cały proces decyzyjny należy traktować kompleksowo, gdyż nader często jeden element składowy obiektu może determinować sposób wbudowania kolejnych materiałów. Dopiero po wstępnym założeniu wykorzystania do budowy konkretnych komponentów, można określić dokładniej sposób wykonania obiektu i miejsce pozyskania wymaganych elementów konstrukcyjnych.

Na samym początku, jeszcze przed przystąpieniem do fazy programowania inwestycji, konieczne jest dokonanie rozpoznania aktualnie dostępnych na rynku wtórnym materiałów budowlanych. Po skompletowaniu niezbędnych informacji należy przygotować koncepcję obiektu uwzględniającą ich wbudowanie. Kolejna faza procesu projektowego sprowadza się do sporządzenia wstępnej specyfikacji materiałów i komponentów niezbędnych do wzniesienia budowli. Następuje tu określenie ich przybliżonego kształtu, rozmiaru oraz wyznaczenie wymaganych parametrów technicznych. Na tym etapie warto dopuścić kilka rozwiązań alternatywnych, umożliwiając tym samym kontynuację procesu inwestycyjnego w wypadku wystąpienia trudności z pozyskaniem wszystkich określonych wcześniej elementów, bez potrzeby ponownej modyfikacji koncepcji obiektu. Następnie projektant przystępuje do dokładnej identyfikacji miejsc pozyskania wytypowanych komponentów (analiza oferty lokalnie funkcjonujących centrów odzysku, inwentaryzacja pobliskich obiektów przeznaczonych do rozbiórki, itp.). Po dokonaniu powyższych czynności następuje faza oceny jakości wtórnie dostępnych produktów oraz określenie sposobu i kosztu ich pozyskania. Ustalenie korzystnych warunków finansowych, nie wykraczających poza planowany budżet inwestycji, pozwala na kupno materiałów wtórnych. Po dokonaniu transakcji następuje często aktualizacja koncepcji projektowanego obiektu i częściowe jej uszczegółowienie. Kolejne fazy procesu inwestycyjnego wiążą się z ostatecznym, fizycznym pozyskaniem zakupionych dóbr oraz określany jest sposób dekonstrukcji nabytego obiektu w celu zapewnienia optymalizacji odzysku upatrzonych elementów. Potem należy zorganizować odpowiedni transport i miejsce składowania nabytych podzespołów. W tej fazie realizacji komponenty przechodzą proces konserwacji oraz poddawane są niezbędnym testom potwierdzającym ich walory użytkowe i konstrukcyjne. Wykonanie powyższych czynności zwieńczone jest dostawą materiałów na plac budowy, wraz z określeniem sposobu należytego przechowywania elementów aż do czasu ich wtórnego wykorzystania. Dopiero, kiedy projektant pozna wszystkie niezbędne parametry techniczne posiadanych wyrobów budowlanych, następuje ostateczne sfinalizowanie szczegółowego projektu wykonawczego.



**Tab. 30.** Przebieg procesu inwestycyjnego z założeniem wykorzystania materiałów nowych.  
Opracowanie autora.



**Tab. 31.** Przebieg procesu inwestycyjnego z założeniem wykorzystania materiałów z odzysku.  
Propozycja autora.

Analiza schematu procesu inwestycyjnego z zastosowaniem elementów wtórnych wskazuje na jego wysoką złożoność w porównaniu do konwencjonalnych metod realizacji. Oprócz pozytywnego nastawienia ze strony inwestora i odpowiednio przeszkolonego zespołu projektowego, o powodzeniu całości racjonalnie zaprogramowanego przedsięwzięcia decydują dodatkowo takie czynniki jak: stopień rozwoju rynku wtórnych materiałów budowlanych (lokalne centra odzysku – w Polsce ciągle jeszcze praktycznie nie występujące), dostęp do informacji na temat planowanych na danym obszarze rozbiórek istniejących obiektów budowlanych (systematycznie aktualizowane bazy danych) oraz umiejętność oszacowania stanu technicznego, kosztu i czasu pozyskania wymaganych komponentów wtórnych.

### **6.3 SPOSOBY POPULARYZACJI REKONSUMPCJI W ARCHITEKTURZE**

Aby idea rekonsupcji w budownictwie mogła stanowić rzeczywistą alternatywę dla powszechnie stosowanych, tradycyjnych rozwiązań, które polegają na budowaniu z nowych materiałów, należy podjąć działania mające na celu popularyzację procesu wtórnego użycia elementów. Popularyzacja może zostać osiągnięta min. na drodze odpowiedniej promocji, tworzonej równolegle z rozbudową infrastruktury niezbędnej do prawidłowego funkcjonowania systemu. Oddziaływanie na uczestników procesu inwestycyjnego, mające na celu zwiększenie wiedzy dotyczącej rekonsupcji, to warunek konieczny do osiągnięcia wymaganych zmian na rynku. Działalność edukacyjna powinna być prowadzona na wiele sposobów i mogłaby się przyczynić do podniesienia świadomości ekologicznej społeczeństwa oraz poszerzenia umiejętności inżynierów, którzy będą uczestniczyli w procesie wielobranżowego projektowania. Odpowiednia promocja jak i zwiększenie efektywności obiegu, a także dostępności materiałów z odzysku, to warunek konieczny poprawnego funkcjonowania procesu rekonsupcji na rynku budowlanym.

#### **6.3.1 EDUKACJA EKOLOGICZNA**

Jednym z kluczowych aspektów popularyzacji zagadnień związanych z ekologią jest odpowiednie wykształcenie społeczeństwa. Niezbędne jest zaszczepianie w jego świadomości elementów edukacji ekologicznej poprzez wprowadzanie do programów szkolnych tematyki z zakresu ochrony i kształtowania środowiska. Rozpatrując owe zagadnienie w kontekście rekonsupcji materiałowej, bez wątplenia można stwierdzić, że na pierwszy plan wysuwa się tworzenie krajowych i międzynarodowych systemów kształcenia specjalistów na szczeblu uniwersyteckim, oraz doksztalcanie inżynierów i techników różnych specjalności. Oni to bowiem, w późniejszym życiu zawodowym, będą mieli bezpośredni wpływ na jakość podejmowanych decyzji projektowych, w tym materiałowych.

Doświadczeni pedagodzy twierdzą, iż najlepsze rezultaty przynoszą metody nauczania aktywizujące uczniów. Można do nich zaliczyć różnego rodzaju eksperymenty i badania, wykonywane zarówno w środowisku akademickim, jak i podczas zajęć w terenie. Organizowanie warsztatów poza uczelnią sprawia zazwyczaj więcej trudności, ale daje znacznie bardziej wymierne efekty kształcenia. Dobrym przykładem tak prowadzonej edukacji, kierowanej w tym konkretnym przypadku bezpośrednio do studentów architektury, była działalność wspomnianego już *Rural Studio* funkcjonującego przy uniwersytecie w mieście Auburn, w stanie Alabama. Autorzy projektu za nadrzędny cel działalności postawili sobie poprawę warunków życia w biednych, rolniczych rejonach Alabamy i uczenie studentów

projektowania architektonicznego, uwzględniającego lokalny kontekst, wychodzący z wnętrza środowiska, w którym się znaleźli. Tworzone projekty realizowane były przy wykorzystaniu ekstremalnie niskich nakładów finansowych, bazując przede wszystkim na idei wtórnego wykorzystania materiałów [108].

Trzeba podkreślić, że informacja naukowa kierowana jest zazwyczaj do stosunkowo wąskiego grona odbiorców. Skuteczność powszechnej edukacji ekologicznej w znacznym stopniu zależy również od wykorzystywania do tego celu nowoczesnych form przekazu informacji, takich jak: programy komputerowe, płyty CD etc. Znaczącą rolę odgrywają tu także portale internetowe, które gwarantują w chwili obecnej płynny przepływ informacji oraz szybki i łatwy dostęp do wiedzy. Prowadzone są często przez koła naukowe, bądź pozarządowe instytucje (często w pełni profesjonalne) i promują m.in. wtórne wykorzystywanie materiałów i recykling. Na zachodzie Europy dużą popularnością wśród internautów cieszą się takie organizacje, jak: *RCOUP*, *ICER*, *BSRIA*, *CIB*, *BRE*, *BBRI*.

Lp.	Nazwa	Zakres działalności	Główna siedziba
1	<b>RCOUP-</b> RECYCLING OF USED PLASTICS LTD	Promocja i informacje dotyczące recyklingu plastiku	Peterborough, Wielka Brytania
2	<b>ICER-</b> Industry Council for Electronic Equipment Recycling	Promocja i informacje dotyczące recyklingu odpadów elektronicznych	Londyn, Wielka Brytania
3	<b>BSRIA-</b> Building Services Research and Info. Association	Doradztwo projektowe, certyfikowanie produktów i obiektów, projekty pilotażowe, etc.	Berkshire, Wielka Brytania
4	<b>CIB-</b> International Council for Research and Innovation in Building and Construction	Międzynarodowa organizacja zrzeszająca ekspertów z branży budowlanej. Prowadziła min. program badawczy "IFD" dotyczący projektowania dla dekonstrukcji	Rotterdam, Holandia
5	<b>BRE-</b> Building Research Establishment	Organizacja naukowa. Doradztwo projektowe i konsulting, certyfikacja, szkolenia, programy pilotażowe etc.	Watford, Wielka Brytania
6	<b>BBRI-</b> Belgian Building Research Institute	Organizacja naukowa. Projekty pilotażowe, doradztwo techniczne. Instytucja prowadziła min. program badawczy pt. "Recyhouse"	Bruksela, Belgia

**Tab. 32.** Przykładowe organizacje propagujące ekologię i ideę recyklingu [201, 203, 231, 254].

Atrakcyjną alternatywę, dla tradycyjnie stosowanych metod nauczania, wydają się również stanowić regionalne centra edukacji ekologicznej. Inicjatywy takie mają charakter akcji permanentnej, trwale podnoszącej świadomość ekologiczną społeczeństwa. W Europie jednym z wiodących ośrodków tego typu jest *Centrum Alternatywnych Technologii (CAT)*, położone w pobliżu Machynlleth w Walii. Od lat 70-tych XX w. promuje się tam technologie przyjazne środowisku, często alternatywne w stosunku do współcześnie standardowo stosowanych rozwiązań projektowych. Na terenie ośrodka prowadzone są indywidualne badania, realizowane semestralne programy studiów w ramach współpracy uniwersyteckiej, a całość dopełniają cyklicznie organizowane specjalistyczne kursy i szkolenia. W ofercie centrum *CAT* odnaleźć można także obiekty architektoniczne, spełniające założenia gospodarki recykulacyjnej. Na szczególną uwagę zasługują budowle wzniesione

z materiałów biodegradowalnych, takie jak dom z beli prasowanej słomy (materiał odpadowy w rolnictwie), budynek teatru (wybudowany z lekkiej gliny mieszanej z siewką słomianą) czy sklep z pamiątkami (wykonany w technologii ubijanej gliny) [164]. Na niniejszym przykładzie widać, że edukacja ekologiczna jest najlepszą formą promocji recykulacji i obejmuje wszelkie formy aktywności skierowanej do społeczeństwa, co wpływa na poziom świadomości ekologicznej i przyczynia się do zachowań proekologicznych w przyszłości.

### 6.3.2 SYSTEMY CERTYFIKACJI BUDOWLI

Od początku lat osiemdziesiątych minionego stulecia powstało wiele profesjonalnych, wielokryterialnych metod badawczych, służących do certyfikacji budowli. Po dzień dzisiejszy ich głównym zadaniem jest ocena stopnia, w jakim wznoszenie i przewidywany sposób eksploatacji poszczególnych obiektów budowlanych wpływa na poszanowanie stanu środowiska naturalnego. Certyfikacja obiektów, zgodna z prezentowanymi poniżej metodami, nigdy nie była i nie jest obowiązkowa. Pomimo tego cieszy się rosnącym uznaniem wśród projektantów, deweloperów i użytkowników. Budynki, które przejdą certyfikację z wynikiem pozytywnym, zostają zazwyczaj szybko sprzedane lub wynajęte, gdyż dobry wynik gwarantuje późniejsze niskie koszty eksploatacyjne. Przystąpienie do programu wpływa dodatkowo na pozytywny wizerunek inwestora i świadczy o jego wysokiej świadomości ekologicznej. Zestawienie ważniejszych programów certyfikacji obiektów architektonicznych przedstawiono w **tabeli 33**. Zagadnienia uporządkowano chronologicznie, względem daty pojawienia się ich na rynku.

System certyfikacji budowli	Data wprowadzenia	Miejsce opracowania
<b>POE</b> Post Occupancy Evaluation	Lata 80.	USA
<b>BPE</b> Building Performance Evaluation	Lata 80.	USA
<b>BREEAM</b> Building Research Establishment Environmental Assessment Method	1990	Wielka Brytania
<b>BEPAC</b> Building Environmental Performance Assessment Criteria	1993	Kanada
<b>LEED</b> Leadership in Energy and Environmental Design	1993	USA
<b>HQE</b> Haute Qualite Environmentale	1996	Francja
<b>GBC</b> Green Building Challenge	1998	Kanada
<b>E- Audyty</b>	2002	Polska
<b>Green Building (UE)</b>	2005	Unia Europejska
<b>DGNB</b> Deutsche Gesellschaft fur Nachhaltiges Bauen	2009	Niemcy

**Tab. 33.** Przykładowe systemy certyfikacji budowli  
[120, 164, 201, 204, 240, 249].

Spośród wymienionych systemów certyfikacji najstarsza jest metoda badań jakościowych *POE*, która dotyczy oceny funkcjonowania środowiska urbanistycznego oraz budynku w trakcie jego eksploatacji. Pozwala ona na analizę zależności pomiędzy przestrzenią ukształtowaną przez architekta, a zachowaniem i komfortem ludzi w niej funkcjonujących. Zgodnie z procedurą *POE*, jakość środowiska stworzonego przez projektanta analizuje się w aspekcie technicznym, funkcjonalnym, behawioralnym, organizacyjnym i ekonomicznym [102, 120]. Rozbudowaną wersję *POE* stanowi metoda *BPE*. Jest to badanie mające na celu podniesienie standardów podejmowanych decyzji w każdej fazie cyklu życiowego obiektu. System wyraźnie podkreśla potrzebę partycypacji przyszłego użytkownika już na etapie programowania inwestycji, stawiając na dokładne rozpoznanie jego potrzeb. Umożliwia on analizę proponowanych rozwiązań użytkowych i materiałowych we wczesnej fazie projektowania, dążąc do ich maksymalnej optymalizacji [201].

Rok 1990 to data wprowadzenia na rynek programu *BREEAM*. Zgodnie z jego założeniami ocena oddziaływania budowli na środowisko powinna być rozpatrywana w trzech płaszczyznach: globalnej, lokalnej i wewnętrznej. System uwzględnia dwustopniową procedurę oceny – tj. na etapie projektowania oraz w trakcie i po zakończeniu realizacji. Sposób badania budynków i programy certyfikacyjne są tu cyklicznie aktualizowane. Zgodnie z systemem ocena obiektów architektonicznych dokonywana jest w ośmiu głównych grupach tematycznych, w których można otrzymać określone ilości punktów: zarządzanie, zdrowie i jakość życia, energia, transport, woda, materiały, użytkowanie terenu i ekologia, zanieczyszczenia i odpady oraz innowacyjność. Na bazie metody *BREEAM* powstał w 1993 r. w Kanadzie system *BEPAC*, który ocenia obiekt i jego realizację w kategoriach dotyczących: zabezpieczenia warstwy ozonowej, jakości środowiska, transportu, zachowania zasobów naturalnych oraz zużycia tlenu [204].

W tym samym czasie w Stanach Zjednoczonych wprowadzono do obiegu metodę *LEED*. Podobnie jak wyżej omówione, wyznacza ona procedury i schematy pozwalające na ocenę budynków pod względem energooszczędności proponowanych rozwiązań oraz ich wpływu na środowisko. System zakłada, że ocena budynków powinna być dokonywana dwuetapowo, tj. w fazie projektowania oraz po zakończeniu inwestycji. Wystawienie noty w trakcie prowadzenia prac projektowych umożliwia korektę ewentualnych uchybień jeszcze na stosunkowo wczesnym etapie inwestycji. Metoda badań jakościowych *LEED* uwzględnia siedem głównych kryteriów, względem których oceniana jest jakość budowli. Są to: integracja obiektu ze środowiskiem, efektywność gospodarki wodno – ściekowej, zużycie energii, surowców i materiałów, proekologiczność i komfort użytkowania, innowacyjność i jakość rozwiązań projektowych oraz priorytety regionalne. O poziomie certyfikacji decyduje suma poszczególnych punktów, otrzymanych w każdej kategorii [240].

Pod koniec minionego stulecia na rynku pojawiły się jeszcze dwa kolejne systemy analizy jakościowej: *HQE* (1996 r.) oraz *GBC* (1998 r.). Rok 2002 to z kolei moment publikacji polskiej metody o nazwie *E – Audyty*. Podczas badania analizie poddawana jest konstrukcja i wyposażenie budynku, proces wznoszenia i eksploatacji, a także stopień jego ewentualnej adaptacyjności. Stosunkowo nową propozycją na rynku jest certyfikat o nazwie *DGNB*. Głównymi kryteriami oceny obiektu są w tym wypadku aspekty ekologiczne, ekonomiczne, funkcjonalne, socjalno – kulturowe i techniczne. Program oparty jest w znacznej mierze o standardy budownictwa ekologicznego, wypracowane w Stanach Zjednoczonych. Metoda podlega jednak ciągłym zmianom i ustępuje obecnie popularnością choćby programowi o nazwie *Green Building (EU)*, który powstał w 2005 r. z inicjatywy Komisji Europejskiej jako



narzędzie, służące do zwiększania efektywności energetycznej budynków [249].

Spośród dostępnych obecnie systemów certyfikacji do najbardziej popularnych i dynamicznie rozwijających się należą: *BREEAM*, *LEED* oraz *Green Building (UE)*. Dwa pierwsze cieszą się uznaniem na całym świecie, pomimo że opracowane zostały z myślą o rynku lokalnym – *BREEAM* w Wielkiej Brytanii, *LEED* w Stanach Zjednoczonych. *PLGBC*<sup>64</sup> prowadzi obecnie prace nad dostosowaniem tych systemów do warunków polskich. Wspomniane metody audytu potęgują w pewnym stopniu wzrost zainteresowania recyklingiem i wtórnym wykorzystywaniem elementów. Większość z nich wyraźnie promuje, poprzez przyznanie dużej liczby eko – punktów, zastosowanie materiałów budowlanych z odzysku oraz wynikające zeń zmniejszenie zużycia energii w trakcie przeprowadzania robót i transportu. Przy zastosowaniu do oceny budynku metody *BREEAM*, rekonsupcja daje możliwość zdobycia dodatkowych punktów np. w następujących kategoriach: materiały, zanieczyszczenia, odpady i innowacyjność. W przypadku przygotowania kalkulacji zgodnie z metodą *LEED* największych zysków spodziewać się można w rozdziałach pt. surowce i materiały oraz innowacyjność i jakość rozwiązań projektowych. Przyznanie dodatkowych punktów wpływa na podniesienie oceny końcowej, a co za tym idzie może przełożyć się na uzyskanie wyższego poziomu certyfikacji budynku.

### 6.3.3 SKŁADY WTÓRNYCH MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH

Skuteczność funkcjonowania rekonsupcji w budownictwie zależy nie tylko od dostępu do technologii i popularyzacji idei mającej na celu ukształtowanie wtórnego rynku zbytu. Równie ważnym, a być może decydującym czynnikiem, wydaje się być szybki i łatwy dostęp do odpowiednio przygotowanych produktów z odzysku, tj.: oczyszczonych, posegregowanych, w razie konieczności poddanych drobnej konserwacji. W obecnej chwili w polskich realiach rynek wtórnych materiałów budowlanych praktycznie nie istnieje. Jeżeli już, to przyjmuje on formę działalności antykwarycznej, lub sprowadza się do pojedynczych transakcji, wykonywanych sporadycznie, przy pomocy portali aukcyjnych (handel ziemią, gruzem i pozostałościami z placu budowy). Zdarza się, iż firmy wykonawcze stosują niektóre elementy budowlane kilkakrotnie. Są to najczęściej płyty betonowe, służące do tymczasowego utwardzenia dróg dojazdowych, profile Larsena etc. Handel nie odbywa się jednak na dużą skalę i ogranicza zaledwie do kilku grup materiałowych. W przypadku rekonsupcji potencjał tkwi jednak w dużo większej liczbie produktów, obejmującej praktycznie wszystkie elementy budowli.

Fundament, procesu sprawnego zastosowania materiałów wtórnych w budownictwie, powinny stanowić przede wszystkim takie inwestycje, które nie wymagają przedkładania całej sterty certyfikatów, atestów i aprobat wykonywanych na potrzeby nowoczesnych produktów kompozytowych typu *high – tech*, montowanych w budynkach użyteczności publicznej. Najszerzego rynku zbytu należy szukać przy wznoszeniu obiektów zagrodowych, rekreacyjnych, gospodarczych, w małej architekturze, w drobnych pracach remontowych i dekoratorskich oraz w budownictwie jednorodzinym. W tej niszy przemysłu budowlanego trzeba upatrywać dynamiczniejszego rozwoju sektora związanego z handlem i realizacją inwestycji na bazie materiałów z odzysku. Sprzedaż materiałów wtórnych powinna, na początku, być nakierowana na drobnych inwestorów i wykonawców, którzy realizują nieduże inwestycje, dysponując przy tym często ograniczonymi finansami.

W krajach Europy Zachodniej dystrybucja elementów z odzysku jest zajęciem

---

<sup>64</sup> *Polish Green Building Council, czyli Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego.*

dochodowym i zajmuje ugruntowaną pozycję na rynku. Sprzedaż odbywa się najczęściej w stworzonych specjalnie do tego celu centrach odzysku materiałów budowlanych. Omawiane ośrodki funkcjonują zazwyczaj na zasadzie komisów o zasięgu lokalnym i posiadają grupę swoich stałych klientów. Dobrym przykładem tak prowadzonej działalności jest placówka o nazwie *Queen of the South* w Belgii [252]. Ekspozycja elementów wystawionych na sprzedaż ma tu miejsce na powierzchni przeszło 3000 m<sup>2</sup>. W zależności od budulca towar składowany jest na zewnątrz bądź w halach magazynowych. Asortyment posegregowany jest ze względu na właściwości użytkowe i przeznaczenie, na kilka grup tematycznych. Znaleźć tam można niemal wszystko, począwszy od kamiennych kolumn i mitologicznych postaci, poprzez produkty stalowe i żeliwne, aż po stolarkę otworową i drobne elementy wykończenia wnętrz. Niespotykane już w dzisiejszych czasach wzornictwo często przewyższa współcześnie produkowane seryjnie wyroby nie tylko pod względem estetycznym ale i jakościowym. Większość składowanych elementów jest na bieżąco poddawana konserwacji w przyległym warsztacie. Na specjalne życzenie klienta istnieje możliwość przeprowadzenia pełnej renowacji zakupionego towaru. Dodatkową atrakcją centrum stanowi galeria wnętrz, zaaranżowana z produktów znajdujących się w ofercie sprzedaży oraz kawiarnia połączona z czytelnią.

Ciekawą alternatywą dla placówek stacjonarnych są wirtualne centra dystrybucji materiałów z odzysku. Niejednokrotnie zdarza się, że handel w sieci stanowi jedynie rozszerzenie działalności tradycyjnej, bo ułatwia dotarcie z ofertą do potencjalnego klienta. Bywa jednak, że są to jednostki funkcjonujące wyłącznie w internecie, które działają na zasadzie portali aukcyjnych, wirtualnych sklepów bądź baz danych. Dają one możliwość prezentacji i przeglądu szerokiej grupy produktów, odbiorców, współpracujących projektantów czy rzemieślników, bez potrzeby przemierzania dużych odległości, czy ponoszenia niepotrzebnych kosztów. W Polsce na próżno szukać specjalistycznych portali poświęconych wtórnemu wykorzystaniu materiałów budowlanych. Wystarczy jednak skierować wzrok na zachód by zobaczyć, że jest ich naprawdę dużo. W Unii Europejskiej najłatwiej odnaleźć tego typu jednostki w krajach Beneluksu oraz na Wyspach Brytyjskich. Ciekawą inicjatywą jest portal *SalvoWeb* [258], który za pomocą własnej bazy danych przekierowuje internautów bezpośrednio na strony przedsiębiorstw powołanych w celu handlu wtórnymi materiałami budowlanymi. Odwiedzając poszczególne adresy widać, iż ceny proponowanych artykułów często osiągają wysoki poziom. W jednym ze sklepów żeliwny portal z odzysku, służący do obudowy kominka, wyceniono na £ 1800 [262]. Dużą bazą danych pochwalić się mogą także takie portale jak: *SalvoMIE* [259] czy *Ciria* [206]. Zazwyczaj są to inicjatywy lokalne o zasięgu, co najwyżej krajowym, gdyż transport materiałów na duże odległości przestaje być atrakcyjny pod względem ekonomicznym oraz ze względu na towarzyszące mu duże straty szarej energii i rosnące zanieczyszczenie środowiska. Ponieważ składy materiałów z odzysku na ogół nie oferują sprzedaży masowej, lecz asortyment w ograniczonych ilościach, w celu zwiększenia efektywności ich działania wskazane jest funkcjonowanie w regionalnej lub krajowej, branżowej sieci informacyjnej (np. *LETS* czyli dobrowolny system międzysąsiedzkiej wymiany handlowej, *The Salvage Network*, *Green City*, etc.).

#### 6.3.4 PROJEKTOWANIE DLA REKONSUMPCJI

Na usprawnienie obiegu materiałów budowlanych z odzysku korzystny wpływ może mieć także odpowiednie podejście do procesu projektowania architektonicznego. **Projektowanie holistyczne**<sup>65</sup> (ang. *holistic design*), bo o nim właśnie mowa, polega na identyfikowaniu aspektów środowiskowych związanych z produktem i włączaniu ich do procesu projektowania już na wczesnym etapie rozwoju produktu<sup>66</sup>. Uwzględnia ono cały cykl życiowy obiektu – począwszy od starannego doboru materiałów, poprzez budowę, aż po fazę eksploatacji zakończoną selektywną rozbiórką, która poprzedza utylizację bądź wtórne wykorzystanie elementów budynku. Całościowe spojrzenie na proces inwestycyjny, które zakłada już na początku cyklu życiowego potrzebę późniejszego zagospodarowania odpadów z rozbiórki, umożliwia przewidzenie odpowiedniego sposobu demontażu elementów budowli w przyszłości. To natomiast wpływa bezpośrednio na usprawnienie procesu odzysku materiałów budowlanych, przy zachowaniu dobrego stanu technicznego poszczególnych podzespołów, które trafiają w kolejnej fazie cyklu życiowego do wtórnego obiegu.

W chwili obecnej najważniejszym kryterium wyboru określonego materiału budowlanego, bądź technologii konstrukcji, są względy ekonomiczne, użytkowe oraz walory estetyczne dobierane w zgodzie z panującym aktualnie trendem rynkowym. Ciągle zbyt małą rolę w projektowaniu odgrywają aspekty ekologiczne proponowanych rozwiązań, to czy są one przyjazne środowisku i tworzone w zgodzie z założeniami rozwoju zrównoważonego. Projektowanie dla rekonsumpcji może zyskać na popularności przede wszystkim dzięki wspomnianej, szeroko rozumianej edukacji ekologicznej i odpowiedniemu ukierunkowaniu kształcenia kadry inżynierskiej. Efekty takich działań nie będą odczuwalne od razu. Może upłynąć wiele czasu, zanim nowe, poprawnie zaprojektowane obiekty zostaną wycofane z eksploatacji i trafią do rozbiórki. Kiedy to jednak nastąpi, elementy z demontażu z pewnością łatwiej powrócą do obiegu i zaczną stanowić istotną część rynku materiałów budowlanych.

#### 6.4 AUTORSKIE DZIAŁANIA WDROŻENIOWE – PORTAL **ArchiRecykling**

Przedstawione w punkcie 6.3 (**rozdział 6**) metody zwiększania efektywności obiegu elementów z odzysku stanowią podstawę rozwoju rynku materiałów wtórnych w nowoczesnym budownictwie XXI w. w wielu wysoko uprzemysłowionych krajach, takich jak np. Wielka Brytania czy Stany Zjednoczone. Śledząc zachowanie konsumentów i sposób rozpowszechniania informacji w państwach zachodnich widać, że zapewnienie dostępu do alternatywnej technologii, ciągle zwiększanie liczby potencjalnych jej odbiorców oraz rozbudowa sieci dystrybucji materiałów wtórnych i usług im towarzyszących, to czynniki kluczowe dla popularyzacji i rozwoju idei rekonsumpcji w architekturze. W celu usprawnienia funkcjonowania polskiego rynku materiałów budowlanych z odzysku i recyklingu, w ramach niniejszej rozprawy zaprojektowano i wprowadzono usługę, która daje możliwość wymiany wtórnych materiałów budowlanych na obszarze całego kraju. Zaprezentowana poniżej wirtualna platforma handlowa o nazwie *ArchiRecykling – materiały z odzysku i recyklingu*, stanowi element wdrożeniowy niniejszej pracy i jest jej nieodłącznym elementem<sup>67</sup>.

---

<sup>65</sup> Wraz z pojęciem *projektowanie holistyczne*, dyskutowane są często terminy bliskoznaczne, takie jak: *ekoprojektowanie* (ang. *ecodesign*), *projektowanie dla środowiska* (ang. *design for environment*), *ekologiczne projektowanie* (ang. *ecological design*), *projektowanie zrównoważone* (ang. *sustainable design*), *zielone projektowanie* (ang. *green design*), *projektowanie prośrodowiskowe* (ang. *environmental design*).

<sup>66</sup> W architekturze odpowiednio wyrobu budowlanego lub budynku.

<sup>67</sup> Szczegóły techniczne realizacji projektu *ArchiRecykling* znajdują się w aneksie do pracy (zał. 11).

Autorzy projektu:

- program funkcjonalny – Maciej Skowroński – Wydział Architektury, Politechnika Wroclawska,
- rozwiązania techniczne – Ireneusz Tarnowski – Wroclawskie Centrum Sieciowo Superkomputerowe, Politechnika Wroclawska.

Okres realizacji zadania:

- projekt i wdrożenie – od 01.01.2014 do 30.06.2014

#### 6.4.1 OPIS MERYTORYCZNY PRZEDSIĘWZIĘCIA

Przedmiot przedsięwzięcia stanowiło kompleksowe wykonanie platformy internetowej, będącej narzędziem służącym do badania rynku wtórnych materiałów budowlanych. Zaprojektowana platforma umożliwiła wzajemną wymianę i handel materiałami budowlanymi z odzysku. W tym celu stworzono specjalistyczny, branżowy portal internetowy, który realizuje następujące funkcjonalności:

- krajowa baza danych obiektów budowlanych przewidzianych do rozbiórki/wyburzenia – nazwana na portalu *Obiekty do rozbiórki*,
- wirtualny komis wtórnych materiałów budowlanych dostępny dla wszystkich użytkowników internetu – nazwany na portalu *Sklep* (w skład sklepu wchodzi takie działy jak: materiały z odzysku, pozostałości z budowy oraz materiały nowe z recyklingu, wytworzone przy procentowym udziale odpadów),
- baza danych firm i osób zajmujących się transportem materiałów budowlanych, nazwana na portalu *Transport budowlany*,
- ekspercki dział informacyjny pozwalający na publikację (w ramach omawianego przedsięwzięcia) informacji na temat najnowszych osiągnięć i wyników badań dotyczących recyklingu w budownictwie, nazwany na portalu *Informacje techniczne*,
- statystyki i raporty oparte o zgromadzone dane.

Założono zatem wykonanie witryny internetowej, która jest monitorowana przez autorskie oprogramowanie tworzące statystyki i badające tendencje na rozwijającym się rynku materiałów wtórnych. Gromadzone dane pozwalają na analizę i korelację takich informacji, jak:

- miejsca przeprowadzania inwestycji budowlanych z zastosowaniem materiałów wtórnych,
- odległość pozyskiwania materiałów od miejsca realizacji robót,
- popyt i podaż na dany typ materiału (na podstawie liczby ogłoszeń, liczby zapytań, ilości zgromadzonego materiału),
- stan techniczny elementów z odzysku (wymaga / nie wymaga konserwacji),
- średnie ceny poszczególnych materiałów.

Wraz ze zwiększaniem się ilości gromadzonych danych istnieje możliwość tworzenia kolejnych raportów i analiz. Sama aplikacja i schemat zaprojektowanej bazy danych pozwalają na bardzo elastyczne gromadzenie i eksplorację informacji.

Uzyskane dane będą mogły zostać opublikowane (także bezpośrednio

na stronie) i wykorzystane do usprawnienia rozwijającego się rynku wtórnych materiałów budowlanych na terenie całego kraju (założono również możliwość udostępniania wyników badań agencjom badawczym). Przyjęto, że pozwolą one także na ustalenie realnych wskaźników cenotwórczych obiektów realizowanych z materiałów wtórnych oraz dadzą wytyczne i solidne podstawy pod planowanie optymalnej lokalizacji dla potencjalnej sieci lokalnych, stacjonarnych komisów handlujących wtórnymi materiałami budowlanymi. Dzięki stronie powstanie także lista nowych, ekologicznych materiałów budowlanych, wyprodukowanych przy procentowym udziale elementów z recyklingu. Rozwinięta zostanie sieć pionierskich kontaktów pomiędzy specjalistycznymi jednostkami w Polsce, w nowej gałęzi branży budowlanej. Zintegrowana platforma handlowa i baza obiektów do rozbiórki to nieodłączne elementy, niezbędne do prawidłowego przeprowadzania w przyszłości założonych powyżej analiz, a nie tylko i wyłącznie sklep internetowy.

Stworzenie oprogramowania obsługującego i monitorującego platformę nie było zadaniem typowym i wymagało szerokiej wiedzy z dziedziny informatyki, zarówno od strony technicznej jak i stricte naukowej (odpowiednie kategoryzowanie i grupowanie wyników badań, wybór metodologii badań, etc.). Była to wręcz praca o charakterze interdyscyplinarnym, łączącą zagadnienia z dziedziny: informatyki, statystyki, matematyki oraz architektury i budownictwa, materiałoznawstwa, ochrony środowiska i ekonomii. Stworzenie portalu wymagało udziału w projekcie osób znających narzędzia oraz metodologię prowadzenia badań naukowych, umiejących korelować dane i wyciągać wnioski mające wpływ na poprawne działanie aplikacji. Umiejętności naukowo – badawcze połączone z metodami eksploracji danych wymagały opracowania technicznego przedsięwzięcia przez osobę z doświadczeniem informatycznym, wywodzącą się ze środowiska naukowego (akademickiego).

Portal posiada część ogólnodostępną oraz dostępną tylko dla zarejestrowanych użytkowników. Wyposażony został w modułowy system zarządzania treścią (CMS68), dopasowany do wymagań funkcjonalnych poszczególnych komponentów oraz hierarchiczny system zarządzania użytkownikami. Moduł badawczy, umożliwia generowanie statystyk oraz ich wizualizację w zadanych przedziałach czasowych (w odniesieniu do najważniejszych parametrów zebranych informacji opisujących trendy na badanym rynku).

#### 6.4.2 OCZEKIWANE REZULTATY WDROŻENIA USŁUGI

Stworzenie internetowej platformy handlowej wraz z bazą obiektów do rozbiórki umożliwi inwestorom z branży budowlanej sprawne programowanie i przeprowadzanie inwestycji z zastosowaniem materiałów wtórnych. Pozwoli też firmom projektowym, korzystającym z portalu, na dywersyfikację zakresu świadczonych usług i poszerzenie go w przyszłości, o planowanie obiektów tworzonych z zastosowaniem elementów z odzysku i recyklingu. Zgodnie z zaprezentowanym w rozdziale 3.5 schematem, proces inwestycyjny (zakładający wtórne wykorzystanie podzespołów budowlanych) wymaga funkcjonowania lokalnej sieci dystrybucji tego typu produktów.

Możliwość zakupu obiektu do rozbiórki przez inwestora, już przed rozpoczęciem procesu projektowania, przyczyni się bezpośrednio do optymalizacji powstającej dokumentacji technicznej pod kątem wbudowania pozyskanych materiałów wtórnych, umożliwi staranną i selektywną rozbiórkę obiektów istniejących w celu odzyskania jak największej liczby przewidzianych do powtórnej użycia elementów, przy zachowaniu ich relatywnie dobrego stanu technicznego.

---

<sup>68</sup> Central Management System – Centralny System Zarządzający

Dzięki platformie internetowej będzie można tworzyć także zoptymalizowaną dokumentację projektową pod kątem uzyskania większej liczby punktów, w trakcie certyfikacji budowlanej przeprowadzanej zgodnie z programem *LEED* lub *BREEM*.

Zarówno na Dolnym Śląsku, jak i w całym kraju nie istnieje obecnie internetowa platforma badawcza, pozwalająca na analizę danych dotyczących tendencji na rynku wtórnych materiałów budowlanych. Przedstawiony projekt ma szansę wygenerowania unikatowych informacji, które będzie można wykorzystać zarówno w publikacjach naukowych, jak i do sukcesywnego usprawniania działań polskich przedsiębiorstw z branży budowlanej, na powstającym dopiero rynku materiałów budowlanych z odzysku.

Zarówno autorskie oprogramowanie służące do zbierania danych statystycznych z przeprowadzanych transakcji, baza danych obiektów budowlanych do rozbiórki, jak i pozostałe elementy witryny, będą miały za zadanie usprawnić wymianę handlową i wpłyną na rozwój sektora materiałów wtórnych w budownictwie. W dłuższej perspektywie pośrednio przyczyni się to do zwiększenia świadomości ekologicznej społeczeństwa, zmniejszenia liczby produkowanych odpadów i spadku zapotrzebowania na nieodnawialne surowce energetyczne i mineralne. Baza obiektów budowlanych do rozbiórki będzie początkowo wykorzystywana (w głównej mierze) przez firmy budowlane i projektowe, a docelowo w dalszej perspektywie, także przez urzędy i instytucje państwowe.

## 6.5 WNIOSKI

Zasady wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych reguluje obecnie 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*, które od dnia 1 lipca 2013 jest stosowane we wszystkich krajach członkowskich Unii Europejskiej, oraz ustawa *o wyrobach budowlanych*, która zgodnie z jej art. 1 określa zasady wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku krajowym wyrobów budowlanych. Na podstawie analizy powyższych przepisów oraz ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane*, po dokonaniu konsultacji w *Departamencie Wyrobów Budowlanych* działającym przy *Głównym Urzędzie Nadzoru Budowlanego* ustalono, że na terenie Polski możliwe jest stosowanie elementów budowlanych pochodzących z odzysku zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Mankamentem stosowania rekonsupcji w praktyce jest fakt, że wtórne wykorzystywanie materiałów wpływa na rozbudowanie i wydłużenie procesu inwestycyjnego. Oprócz pozytywnego nastawienia ze strony inwestora i odpowiednio przeszkolonego zespołu projektowego, o powodzeniu całości przedsięwzięcia decydują dodatkowo takie czynniki jak: stopień rozwoju rynku wtórnych materiałów budowlanych, dostęp do informacji na temat planowanych na danym obszarze rozbiórek istniejących obiektów budowlanych (systematycznie aktualizowane bazy danych) oraz umiejętność oszacowania stanu technicznego, kosztu i czasu pozyskania wymaganych komponentów wtórnych.

W celu usprawnienia działania krajowego rynku wtórnych materiałów budowlanych, należy położyć nacisk na edukację ekologiczną projektantów oraz zwrócić uwagę na rozwój infrastruktury umożliwiającej handel i wzajemną wymianę elementów z odzysku. Do popularyzacji przedstawionej tematyki proponuje się wykorzystywać również sieć internetową – główny nośnik informacji w XXI w. Propozycją autora w tym zakresie jest platforma **ArchiRecykling**.

## PODSUMOWANIE PRACY

Przedstawiona w niniejszej pracy tematyka dotycząca stosowania idei rekonsupcji materiałowej w projektowaniu architektonicznym, jest z pewnością nowatorska i może budzić pewne kontrowersje w środowisku inżynierów budowlanych i architektów w Polsce. Jak wskazuje jednak analiza dostępnych materiałów źródłowych oraz przeprowadzone w niniejszej pracy badania, słuszność zaprezentowanych rozwiązań technicznych zasadniczo nie podlega dyskusji, zwłaszcza w obliczu groźby deficytu nieodnawialnych zasobów naturalnych oraz potężnej presji ekologicznej wywieranej przez dziesięciolecia na środowisko przyrodnicze przez przemysł, w tym jak podają statystyki, także przez sektor budowlany. Ze względu na wysoce zaawansowaną integrację Polski z Unią Europejską, innowacyjne rozwiązania materiałowe, tworzone w oparciu o ideę rozwoju zrównoważonego, zdają się obecnie odgrywać coraz to większą rolę w projektowaniu architektonicznym. W pierwszym kwartale XXI w. społeczeństwo naszego kraju zaczyna przechodzić pomału metamorfozę i dostrzegać wiele korzyści płynących ze zdrowego trybu życia, ochrony przyrody i wdrażania proekologicznych rozwiązań w przemyśle, podążając za ogólnosiwiatowym trendem oraz przykładem wysokorozwiniętych państw zachodnich, Ameryki Północnej i Unii Europejskiej.

Analiza częstotliwości i rozmiaru inwestycji tworzonych w oparciu o zastosowanie elementów wtórnych w budownictwie pozwala stwierdzić, że w drugiej połowie XX w. zapoczątkowany został nowy trend w architekturze, polegający na wdrażaniu do procesu projektowania i realizacji budowli idei rekonsupcji materiałowej. Ten początkowo marginalny i niezakorzeniony w green designie kierunek, zyskał z biegiem lat znacznie na popularności, wraz z nasileniem się stopnia degradacji środowiska naturalnego oraz wzrostem znaczenia idei rozwoju zrównoważonego w gospodarce. Jak wskazują obecne doświadczenia, dzięki zastosowaniu w budownictwie materiałów z odzysku i recyklingu, przy niewielkim nakładzie kosztów i zużyciu energii, unikając nadmiernej eksploatacji zasobów naturalnych, można w pewnym stopniu załagodzić problem wszechobecnych odpadów, nie rezygnując jednocześnie z osiągnięcia założonych wcześniej celów projektowych (bez wpływu na jakości tworzonej architektury).

W przeprowadzonych w niniejszej pracy badaniach jednoznacznie dowiedziono, że umiejętne programowanie inwestycji realizowanych w oparciu o ideę rekonsupcji faktycznie stanowi racjonalną i słuszną alternatywę dla tradycyjnych metod wznoszenia obiektów budowlanych. Budowanie z materiałów wtórnych:

- jest uzasadnione merytorycznie z racji:
  - groźby deficytu nieodnawialnych surowców kopalnych (**rozdział 1**),
  - stopnia degradacji środowiska przyrodniczego (**rozdział 1**),
  - panujących trendów designerskich ukierunkowanych na ochronę środowiska przyrodniczego (**rozdział 2**),
  - dużych możliwości twórczych kształtowania przestrzeni i wewnętrznego środowiska obiektów budowlanych tworzonych z ich zastosowaniem (**rozdział 3**),
- jest możliwe do wykonania pod względem technologicznym w odniesieniu do większości elementów budowlanych (**rozdział 4**),
- daje możliwość zachowania porównywalnego, bądź niższego kosztu realizacji

przedsięwzięcia budowlanego przy umiejętnym doborze technologii i odpowiednim zaprogramowaniu przebiegu procesu rekonsypcji (**rozdział 5**). Wielkość możliwych do osiągnięcia oszczędności zależy od bardzo wielu czynników i powinna każdorazowo zostać określona na podstawie szczegółowej analizy ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia,

- jest dopuszczalne w myśl obecnie panujących przepisów prawa, zarówno krajowych jak i europejskich (**rozdział 6**).

Ze względu na stale rosnącą ilość odpadów, szybko postępującą degradację środowiska naturalnego oraz stopniowe wyczerpywanie się surowców naturalnych, architektura rekonsypcji stanowi zatem obecnie faktyczną alternatywę dla tradycyjnych metod projektowania i wznoszenia obiektów budowlanych. Wszystko wskazuje na to, że w najbliższej przyszłości będzie ona ciągle zyskiwać na popularności, a odsetek materiałów wtórnych wykorzystywanych w realizacji obiektów architektonicznych będzie wzrastał. Racjonalne i umiejętne stosowanie idei rekonsypcji materiałowej w architekturze jawi się jako jedna z wiodących strategii zrównoważonego rozwoju w przemyśle budowlanym XXI – ego wieku.

**Zdaniem autora pracy postawiona na wstępie teza została udowodniona.**



## Spis rysunków

- Rys. 1.** Ślad ekologiczny dla poszczególnych państw świata
- Rys. 2.** Globalne wydobycie surowców w latach 1980- 2030
- Rys. 3.** Krajowe zużycie materiałów na głowę mieszkańca w roku 2000 (wskaźnik DMC)
- Rys. 4.** Wykorzystanie zasobów na osobę, według krajów, w 2000 i 2009 (Porównanie wartości współczynnika krajowego zużycia materiałów na podstawie danych Eurostat)
- Rys. 5.** Globalne zużycie zasobów i energii w latach 1900 – 2005
- Rys. 6.** Zależność pomiędzy DMC i PKB
- Rys. 7.** Wskaźnik produktywności materiałowej w krajach UE
- Rys. 8.** Energochłonność gospodarek krajów UE w 2007 r. (stosunek zużycia energii do PKB)
- Rys. 9.** Podział odpadów wytworzonych w 2008 r. w krajach UE-27, Chorwacji, Norwegii, Szwajcarii i Turcji, na podstawie danych Eurostat
- Rys. 10.** Strumienie odpadów generowane w 2008 r. w krajach UE-27, Chorwacji, Byłej Jugosłowiańskiej Republice Macedonii, Norwegii i Turcji, na podstawie danych Eurostat
- Rys. 11.** Porównanie poziomu produkcji odpadów w latach 2003- 2010 w krajach UE, EFTA, Turcji i na Zachodnich Bałkanach, na podstawie danych Eurostat
- Rys. 12.** Produkcja odpadów niebezpiecznych w krajach UE-12, UE-15 oraz UE-27 ze Szwajcarią, Chorwacją i Norwegią, dane za okres 1997- 2009
- Rys. 13.** Porównanie poziomu emisji generowanych w wyniku gospodarki odpadami komunalnymi w latach 1995- 2008 w krajach EU-27 bez Cypru, Norwegii i Szwajcarii; CO<sub>2</sub> - ekwiwalent
- Rys. 14.** Odpady wytworzone w 2008 r. w Polsce według rodzajów z wyłączeniem odpadów komunalnych w mln t
- Rys. 15.** Główne obszary wpływające na poziom zrównoważenia światowej gospodarki
- Rys. 16.** Idea rozdzielenia wzrostu gospodarczego od postępującej degradacji środowiska
- Rys. 17.** Hierarchia postępowania z odpadami zgodna z dyrektywą Parlamentu Europejskiego z dnia 19. 11. 2008
- Rys. 18.** Model cyklu życia materiałów w procesie budowlanym
- Rys. 19.** Rzut dachu i elewacja frontowa budynku w miejscowości New Gourn
- Rys. 20.** Dymaxion Depoyment Unit
- Rys. 21.** Najczęściej spotykane konfiguracje butelek, stosowane przy tworzeniu przegród pionowych
- Rys. 22.** United Bottle
- Rys. 23.** Koncepcja biblioteki w Gudalajara
- Rys. 24.** Kolejno od lewej: koncepcja systemu CHK i CHS
- Rys. 25.** Proponowana hierarchia postępowania z budynkami u schyłku ich cyklu życiowego
- Rys. 26.** Nurty architektoniczne, obejmujące obiekty realizowane z materiałów z odzysku
- Rys. 27.** Przykład wzmocnienia fundamentu w wyniku oparcia na palach
- Rys. 28.** Tarasowa ściana oporowa w systemie Geostone- POT i SHELF
- Rys. 29.** Wzmacnianie uszkodzeń konstrukcji drewnianych w węzłach i stykach za pomocą materiałów syntetycznych
- Rys. 30.** Winterton House, Londyn. Przekrój pierwotny
- Rys. 31.** Winterton House, Londyn. Przekrój obiektu po przebudowie
- Rys. 32.** Świątynia Wang w Norwegii- rysunek F. W. Schwiertza z 1841 r.
- Rys. 33.** Schemat przesunięcia Pałacu Lubomirskich w Warszawie
- Rys. 34.** Przykładowe rozwiązania stalowych systemów zabezpieczających elementy strukturalne remontowanego budynku
- Rys. 35.** Etykieta Eco label oraz Pętla Mobiusa
- Rys. 36.** Obiekt modelowy nr 1. Rzut parteru, skala 1:100
- Rys. 37.** Obiekt modelowy nr 1. Rzut I piętra, skala 1:100
- Rys. 38.** Obiekt modelowy nr 1. Rzut II piętra, skala 1:100
- Rys. 39.** Obiekt modelowy nr 1. Przekrój A-A, skala 1:100
- Rys. 40.** Obiekt modelowy nr 1. Rzut więźby dachowej, skala 1:100
- Rys. 41.** Obiekt modelowy nr 1. Strop I / II piętra. Schemat układu płyt kanałowych, skala 1:100

- Rys. 42.** Obiekt modelowy nr 2. Rzut parteru, skala 1:100  
**Rys. 43.** Obiekt modelowy nr 2. Rzut I piętra, skala 1:100  
**Rys. 44.** Obiekt modelowy nr 2. Rzut II piętra, skala 1:100  
**Rys. 45.** Obiekt modelowy nr 2. Przekrój A-A, skala 1:100  
**Rys. 46.** Obiekt modelowy nr 2. Rzut więźby dachowej, skala 1:100  
**Rys. 47.** Obiekt modelowy nr 2. Strop I / II piętra. Schemat układu płyt kanałowych, skala 1:100  
**Rys. 48.** Rozbudowa zakładu w Złotoryi. Plan zagospodarowania terenu, skala skażona  
**Rys. 49.** Rozbudowa zakładu w Złotoryi. Elewacje, skala skażona

## Spis tabel

- Tab. 1.** Porównanie struktury zużycia energii w budynkach w Polsce oraz w krajach UE – 15
- Tab. 2.** Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych wytworzone w Europie w latach 2002- 2006
- Tab. 3.** Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych wytworzone w krajach UE-27 + Norwegia w roku 2004
- Tab. 4.** Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych po odjęciu materiału z prac ziemnych. Dane za rok 2004
- Tab. 5.** Poziom odzysku i recyklingu materiałów budowlanych w krajach EU-27 u schyłku pierwszej dekady XXI w.
- Tab. 6.** Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych wytworzone oraz unieszkodliwione w Polsce w latach 2004, 2006 i 2008
- Tab. 7.** Prognoza wytwarzania w Polsce odpadów z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych na lata 2014 – 2022.
- Tab. 8.** Pionierskie realizacje obiektów architektonicznych wykonanych z butelek (układ chronologiczny)
- Tab. 9.** Porównanie inwestycji przeprowadzonych z wykorzystaniem kontenerów transportowych na Wyspach Brytyjskich w latach 2001 – 2007
- Tab. 10.** Dopuszczalne ilości zanieczyszczeń w kruszywach z recyklingu
- Tab. 11.** Średnie ceny złomu w styczniu 2014 r
- Tab. 12.** Klasyfikacja podstawowych metod wzmocnienia fundamentów bezpośrednich w budownictwie mieszkaniowym
- Tab. 13.** Sposoby wzmocnienia fundamentów posadowionych na palach
- Tab. 14.** Zasady i metody napraw betonu wg PN- EN 1504-9:2010
- Tab. 15.** Podstawowe informacje dotyczące inwestycji przesunięcia i modernizacji budynku sody i wapna na terenie Huty Miedzi Głogów
- Tab. 16.** Przybliżony harmonogram przebiegu robót przy inwestycji przesunięcia i modernizacji budynku sody i wapna na terenie Huty Miedzi Głogów
- Tab. 17.** Potencjał dla rekonsypcji – fundamenty i systemy stabilizacji gruntu
- Tab. 18.** Potencjał dla rekonsypcji – elementy konstrukcji nośnej
- Tab. 19.** Potencjał dla rekonsypcji – wierzchnie elementy przegród osłonowych i inne produkty nienośne
- Tab. 20.** Porównanie kosztu budowy fasady z zastosowaniem materiałów nowych i wtórnych oraz kosztu pełnej i częściowej renowacji obszaru elewacji przeznaczonego do zachowania. (Fragment analizy ekonomicznej wykonanej na potrzeby rozbudowy zakładu FAIST ChemTec GmbH w Złotoryi).
- Tab. 21.** Opcja 1.1. Tabela elementów scalonych. Szacunkowy koszt realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów nowych na działce niezabudowanej
- Tab. 22.** Opcja 1.2. Tabela elementów scalonych. Szacunkowy koszt realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów z odzysku na działce niezabudowanej
- Tab. 23.** Opcja 1.2. Wykaz kluczowych pozycji oraz łączne zestawienie oszczędności uzyskanych w trakcie realizacji obiektu modelowego nr 2 z zastosowaniem materiałów z odzysku
- Tab. 24.** Tabela elementów scalonych. Szacunkowa wycena rozbiórki obiektu modelowego nr 1
- Tab. 25.** Opcja 2.3 Tabela elementów scalonych. Szacunkowy koszt realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów wtórnych pozyskanych bezpośrednio w trakcie rozbiórki obiektu modelowego nr 1
- Tab. 26.** Opcja 2.4 Tabela elementów scalonych. Szacunkowy koszt remontu i termomodernizacji obiektu modelowego nr 1 dostosowującego zabudowę istniejącą do standardu obiektu modelowego nr 2
- Tab. 27.** Procentowa redukcja kosztów w poszczególnych grupach robót, uzyskana w wyniku zastosowania materiałów z odzysku- opcja 1.2
- Tab. 28.** Porównanie szacunkowych kosztów realizacji obiektu modelowego nr 2 na działce zabudowanej obiektem modelowym nr 1 (wariant nr 2)
- Tab. 29.** Podsumowanie wyników badania zakładającego budowę obiektu modelowego nr 2 na terenie pierwotnie zabudowanym (wariant nr 2)
- Tab. 30.** Przebieg procesu inwestycyjnego z założeniem wykorzystania materiałów nowych
- Tab. 31.** Przebieg procesu inwestycyjnego z założeniem wykorzystania materiałów z odzysku
- Tab. 32.** Przykładowe organizacje propagujące ekologię i ideę recyklingu

- Tab. 33.** Przykładowe systemy certyfikacji budowli
- Tab. 34.** Klasyfikacja odpadów budowlanych zgodna z katalogiem odpadów
- Tab. 35.** Źródła finansowania wydatków proekologicznych
- Tab. 36.** Zakres finansowania NRFOSiGW
- Tab. 37.** Charakterystyka wielkości udokumentowanych zasobów ropy naftowej i prognozowany czas ich wyczerpania w latach mierzona stosunkiem wielkości zasobów (W) do wielkości rocznego wydobycia (R).
- Tab. 38.** Charakterystyka wielkości udokumentowanych zasobów gazu ziemnego w trylionach m<sup>3</sup> i prognozowany czas ich wyczerpania w latach mierzona stosunkiem wielkości zasobów (W) do wielkości rocznego wydobycia (R).
- Tab. 39.** Charakterystyka wielkości udokumentowanych zasobów węgla i prognozowany czas ich wyczerpania w latach mierzona przez stosunkiem wielkości zasobów (W) do wielkości rocznego wydobycia (R). Dane za 2006 r.
- Tab. 40.** Tempo przyrostu ludności świata
- Tab. 41.** Porównanie właściwości betonów polimerowo – cementowych, impregnowanych polimerem, żywicznych i zwykłych
- Tab. 42.** Szacunkowa wycena rozbiórki obiektu modelowego nr 1
- Tab. 43.** Szacunkowa wycena remontu i termomodernizacji obiektu modelowego nr 1 dostosowującego zabudowę istniejącą do standardu obiektu modelowego nr 2
- Tab. 44.** Szacunkowa wycena realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów nowych na działce niezabudowanej
- Tab. 45.** Szacunkowa wycena realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów z odzysku na działce niezabudowanej
- Tab. 46.** Szacunkowa wycena realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów wtórnych pozyskanych bezpośrednio w trakcie rozbiórki obiektu modelowego nr 1

## Spis fotografii

- Fot. 1 – 3.** Centrum w Mason's Bend – USA  
**Fot. 4 – 5.** Kaplica w Yancey, USA  
**Fot. 6.** Low Tech Baloon System, Kosowo  
**Fot. 7.** Slumsy w mieście Manila na Filipinach  
**Fot. 8.** Przykład domu w duńskiej Christianii  
**Fot. 9.** Squat "Vrankrijk in Spuistraat" w Amsterdamie  
**Fot. 10.** "Madonna" w Sausalito – USA  
**Fot. 11.** Budynki mieszkalne w Drop City – USA  
**Fot. 12.** "Zamek" Victor'a Moora, Pullman w stanie Waszyngton – USA  
**Fot. 13.** Dom Clarence'a Schmidta, Woodstock w stanie Nowy Jork – USA  
**Fot. 14.** Szklany dom w duńskiej Christianii  
**Fot. 15.** William F. Peck. Obiekt mieszkalny  
**Fot. 16.** Tom Kelly Obiekt mieszkalny  
**Fot. 17.** Friel Dalton Obiekt mieszkalny  
**Fot. 18.** John J. Makinen Obiekt mieszkalny  
**Fot. 19.** Walter Knott Atrakcja turystyczna  
**Fot. 20 – 23.** WORld Bottle  
**Fot. 24 – 25.** Earthship  
**Fot. 26 – 28.** Koncepcja pawilonu studenckiego w Seattle – USA  
**Fot. 29.** 747 Wing House w Malibu – USA  
**Fot. 30 – 31.** Koncepcja systemu MDU  
**Fot. 32 – 33.** Dom na klifie – Nowa Zelandia  
**Fot. 34.** Dom z kontenerów w San Francisco  
**Fot. 35 – 36.** "Container City" w Londynie  
**Fot. 37.** Prototypowe budynki mieszkalne z wielkiej płyty z odzysku w Cottbus – Niemcy  
**Fot. 38 – 39.** Budowa domu jednorodzinnego z wielkiej płyty z odzysku w Schildow – Niemcy  
**Fot. 40 – 41.** "ReCraft 90", Missoula, Montana – USA  
**Fot. 42.** Kunst Haus w Wiedniu  
**Fot. 43.** RECYhouse, Limelette pod Brukselą  
**Fot. 44.** Budynek "C- 9", Politechnika Wrocławska  
**Fot. 45.** Budynek "Z", Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
**Fot. 46.** Glassphalt (szklany asfalt)  
**Fot. 47.** Elementy prefabrykowanej ściany żelbetowej typu "L"  
**Fot. 48 – 49.** Ściana oporowa typu "crib wall"  
**Fot. 50.** Okładzina elewacyjna z gabionów. Willa w Izabelinie Północnym koło Warszawy autorstwa Biura Architektonicznego Barycz i Saramowicz  
**Fot. 51.** Wbijanie pali z rur staroużytecznych na budowie autostrady A4  
**Fot. 52 – 55.** Drewno z odzysku wystawione na sprzedaż w komisie materiałów budowlanych w Melbourne, Australia  
**Fot. 56.** Budynek B/B Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Stan sprzed remontu  
**Fot. 57.** Budynek B/B Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Stan po remoncie w 2012r.  
**Fot. 58.** Winterton House, Londyn. Demontaż pokrycia ścian osłonowych  
**Fot. 59.** Winterton House, Londyn. Budynek po przebudowie  
**Fot. 60.** Świątynia Wang w Karpaczu, stan współczesny  
**Fot. 61.** Zdjęcie z przebiegu robót przesunięcia Pałacu Lubomirskich w Warszawie  
**Fot. 62 – 63.** Zdjęcia z przebiegu robót przy realizacji inwestycji przesunięcia i modernizacji budynku sody i wapna na terenie Huty Miedzi Głogów  
**Fot. 64.** Przykład zastosowania gwoździ do mocowania pokrycia dachowego z łupka  
**Fot. 65.** The Granary La Suite Hotel, Wrocław ul. Mennicza. Stan na rok 2005  
**Fot. 66.** The Granary La Suite Hotel, Wrocław ul. Mennicza. Stan na rok 2012  
**Fot. 67 – 68.** Wewnętrzne podłużnice kratowe wzmacniające masywną ścianę osłonową  
**Fot. 69.** Hearst Tower, New York, widok zewnętrzny przed przebudową oraz  
**Fot. 70.** Hears Tower, New York, widok zewnętrzny po przebudowie  
**Fot. 71.** Hears Tower, New York, widok wnętrza po przebudowie  
**Fot. 72 – 75.** Przebudowa areny miejskiej na centrum handlowe, Barcelona.  
**Fot. 76.** EFA, Radiowa stacja nadawcza, Aflenz – Austria

## Bibliografia

- [1] Adamczyk J., Dylewski R.: *Recykling odpadów budowlanych w kontekście budownictwa zrównoważonego, Problemy Ekorozwoju*, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra 2010
- [2] Adams W. M.: *The Future of Sustainability: Re- thinking Environment and Development in the Twenty- first Century, Report of the IUCN Renowned Thinkers Meeting* 2006, nr 1, Uniwersytet w Cambridge, Cambridge 2006
- [3] Adamus Ł.: *Etykiety i deklaracje środowiskowe według norm ISO*, [www.zb.itb.pl](http://www.zb.itb.pl) – data pobrania 10.01.2014
- [4] Addis B.: *Building with Reclaimed Components and Materials. A Design Handbook for Reuse and Recycling*, Earthscan, Londyn 2006
- [5] Addis W., Schouten J.: *Design for Deconstruction: Principles of Design to Facilitate Reuse and Recycling*, Raport C607, CIRIA, Londyn 2004
- [6] Addis W., Talbot R.: *Sustainable Construction Procurement: A Guide to Delivering Environmentally- responsible Projects*. Raport C571, CIRIA, Londyn 2001
- [7] *Agenda 21: Dokumenty końcowe Konferencji Narodów Zjednoczonych nt. Środowisko i Rozwój*, Rio de Janeiro 3 – 14. 06. 1992, *Szczyt Ziemi*, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 1998
- [8] Albinia B.: *Raport o stanie środowiska w Polsce 2008*, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa 2010
- [9] Amelar S.: *The 747 Wing House*, *Architectural Record* 2012, nr 4, str. 11 – 13
- [10] Amianti M., Botaro V.R.: *Recycling of EPS: A new methodology for production of concrete impregnated with polystyrene (CIP)*, *Cement and Concrete Composites* 2008, nr 30, str. 806 – 814
- [11] Antsiferov V. N. i inni: *Use of waste materials from the production of synthetic rubber for preparing aluminosilicate ceramics*, *Refractories and Industrial Cramics* 2002, nr 43, str. 299 – 302
- [12] Bahn G. P., Renfrew C.: *Archeologia. Teorie, metody, praktyka*, Wydawnictwo Prószyński i Spółka, Warszawa 2005
- [13] Bartelings H., Linderhof V.: *Effective landfill taxation: A case study for the Netherlands*, *ECOMOD*, Bruksela 2006
- [14] Bartkowski T.: *Kształtowanie i ochrona środowiska*, PWN, Warszawa 1981
- [15] *Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność*, PN – EN 206 – 1: 2003
- [16] Bignozzi M.C. i inni: *New polymer mortars containing polymeric wastes. Part 1. Microstructure and mechanical properties*, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* 2000, nr 31, str. 97 – 106
- [17] Bignozzi M.C. i inni: *New polymer mortars containing polymeric wastes. Part 2. Dynamic mechanical and dielectric behaviour*, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* 2002, nr 33, str. 205 – 211
- [18] Bingel P. R. i inni: *Off- the- frame brickwork: analysis of the data from Winterton House*, *The Structural Engineer* 2003, nr 81/9, str. 27 – 33
- [19] Bjorkhaug L.: *Providing Life Cycle Planning services on IFC/ IFD/ IFG platform – a practical example*, 10 DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components, Lyon 2005
- [20] Blasdel G.: *The house of mirrors: Clarence Schmidt*, *Raw Vision Magazin* 2006, nr 56
- [21] Boczek Z.J.: *Budownictwo zrównoważone* – [www.architektura.info](http://www.architektura.info) –

- data pobrania 20.05.2013,
- [22] Bojęs A., Markiewicz P.: *Przeszklone ściany osłonowe*, Archi – Plus, Kraków 2008,
  - [23] Braungart M.: *The Upcycle: Beyond Sustainability – Design for Abundance*, North Point Press, Nowy Jork 2013
  - [24] Capra F.: *Punkt zwrotny*, PIW, Warszawa 1987
  - [25] Chapman T. i inni: *Foundations for the future*, Institution of Civil Engineers, Londyn 2001, str. 36 – 41
  - [26] Charytonowicz J.: *Architektura Eko – Ergonomiczna*, Międzynarodowa Konferencja Naukowa z cyklu: Mieszkanie XXI w., Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 1997
  - [27] Charytonowicz J.: *Człowiek, środowisko i ergonomia*, XII Konferencja Naukowa: Ergonomiczne kształtowanie środowiska, Drzonków 1998,
  - [28] Charytonowicz J.: *Dokąd zmierza współczesna ergonomia*, Zastosowania Ergonomii., PTerg, Wrocław 2008, str. 11 – 22
  - [29] Charytonowicz J.: *Ergonomia, ekologia i architektura*, Zastosowania Ergonomii, Centrum Zastosowań Ergonomii, Zielona Góra 1997, nr 1 (25), str. 91 – 96
  - [30] Charytonowicz J.: *Ergonomics in architecture*, Human Factors in Organizational Design and Management, North – Holland, Haga 1998,
  - [31] Charytonowicz J.: *Tomorrow's ergonomics*, *Ergonomics for the new millenium*, Springer, Berlin 2000, tom 6, str. 194 - 195
  - [32] Choi N.W., Ohama Y.: *Development and testing of polystyrene mortars using waste EPS solution-based binders*, *Construction and Building Materials* 2004, nr 18, str. 235 – 241
  - [33] Chow F. C. i inni: *Reuse of existing foundations: Planning for the future*, Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Soil Structure Interaction in Urban Civil Engineering, Zurych 2002,
  - [34] *Concrete in Aggressive Ground. Special Digest 1*, Building Research Establishment, Garston 2005, str. 16 – 37
  - [35] Curl J.: *Memories of Drop City: The First Hippie Commune of the 1960's and the Summer of Love: a Memoir*, iUniverse 2006,
  - [36] Czarnecki L.: *Betony polimerowe*, *Cement Wapno Beton* 2010, nr 2, str. 63 – 85
  - [37] Daniels K.: *Low – Tech, Light – Tech, High – Tech. Building in the Information Age*, Birkhauser Publisjers, Bazylea 1999,
  - [38] Davis J. B.: *Suitability of Salvaged Timber in Structural Design*, United States Military Academy, Massachusetts Institute of Technology, Connecticut 2012,
  - [39] De Vries P.: *Concrete Re – Cycled. Crushed Concrete as Aggregate*, *Concrete* 1993, nr 5/6, str. 121 – 130
  - [40] Dębska B., Żmihorska – Gotfryd A.: *Analiza porównawcza właściwości zapraw na podstawie nienasyconych żywic poliestrowych i epoksydowych modyfikowanych recyklatem PET*, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2008, str. 79 – 88
  - [41] Dębska B., Żmihorska-Gotfryd A.: *Wpływ recyklatu PET na wybrane właściwości zapraw na podstawie żywic epoksydowych*, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2008, str. 89 – 98
  - [42] Dębska B.: *Materiały budowlane produkowane z wykorzystaniem odpadów*,

- Izolacje* 2010, nr 5, str. 27 – 33
- [43] Dimitrokali E. i inni: *Sustainable Conservation and Facade Retention Developments in Historic Cities*, Materiały konferencyjne *The 16<sup>th</sup> Annual International Sustainable Development Research Conference*, Hongkong 2010, str. 109 - 115
- [44] Drab – Kurowska A.: *Zagrożenia środowiska powodowane przez działalność człowieka, Gospodarka a środowisko i ekologia*, CeDeWu Sp. z o.o., Warszawa 2007, str. 139 – 175
- [45] *Drewno Konstrukcyjne – klasy wytrzymałości*, PN – EN 338:2004
- [46] Dubas W.: *Podstawy budownictwa energooszczędnego*, *Przegląd Budowlany* 2005, nr 10, str. 19 – 26
- [47] Duran S. C. i inni: *Ekologiczny dom: jak go zbudować i zdrowo w nim mieszkać*, Arkady, Warszawa 2012
- [48] Dweik H.S. i inni: *Enhancing concrete strength and thermal insulation using thermoset plastic waste*, *International Journal of Polymeric Materials* 2008, nr 57, str. 635 – 656
- [49] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy
- [50] Dziedzina B.: *Rury stalowe – doskonała alternatywa dla pali prefabrykowanych*, *Geoinżynieria, drogi, mosty, tunele* 2011, nr 3(32), str. 78 – 79
- [51] Engel P.: *Techniki Podpierania, Wzmacniania Tymczasowego lub Trwałego z Wykorzystaniem Stali*, [www.constructalia.com](http://www.constructalia.com) – data pobrania 10.07.2012
- [52] Engels D. U.: *European Ship Recycling Regulation: Entry – Into – Force Implications of the Hong Kong Convention*, Springer Science & Business Media, Berlin 2013
- [53] *Etykiety i deklaracje środowiskowe – Deklaracje środowiskowe III typu. Zasady i procedury*, PN – EN ISO 14025
- [54] *Etykiety i deklaracje środowiskowe. Etykietowanie środowiskowe I typu. Zasady i procedury*, PN – EN ISO 14024
- [55] *Etykiety i deklaracje środowiskowe. Etykietowanie środowiskowe II typu. Zasady i procedury*, PN – EN ISO 14021
- [56] *EU as a Recycling Society. Present recycling levels of Municipal Waste and Construction and Demolition Waste in the EU*, European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production 2009 – [www.hscp.eionet.europa.eu](http://www.hscp.eionet.europa.eu) – data pobrania 24.04.2010,
- [57] *Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Część 2: Klasyfikacja środowisk*, PN – EN ISO129442
- [58] Fischer R.: *Bauherrenpreis 2003 für Sachsendorf, Lokale Agenda 21 Cottbus* 2003, nr 18
- [59] Florjańczyk Z., Penczek S: *Chemia Polimerów*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002,
- [60] Fowler D.W. i inni: *The behavior of Portland cement concrete with the incorporation of waste plastic fillers, Disposal and Recycling of Organic and Polymeric Construction Materials* 1995, nr 1, s. 61–74.
- [61] Franczuk M.: *Pożeracze plastiku*, *Focus* 2013, nr 8(215), str. 82 – 84
- [62] Garcia- Acosta G. i inni: *Ergoecology: fundamentals of a new multidisciplinary field, Theoretical Issues in Ergonomics Science* 2014, nr. 15, str. 111 – 133
- [63] Gasiński M.: *Zasady wprowadzania wyrobów budowlanych do obrotu*



- i powszechnego stosowania, Energia i Budynek* 2009, nr 10(30), str. 32 – 38
- [64] Geremek R.: *Życie na wodzie*, Newsweek 2010, nr 06. str. 21 – 23
- [65] Ghirardo D.: *Architektura po modernizmie*, VIA, Toruń 1999,
- [66] Gibb A. G. F., Sher W. D.: *Technical and Managerial Challenges of Facade Retention*, Thomas Telfor Services LTD, Londyn 1999,
- [67] Gregorczyk A.: *Budownictwo z potrójną odpowiedzialnością*, Zawód Architekt 2010, nr 3, str. 5 – 10
- [68] Harańczyk G.: *Planowanie doświadczeń jako droga do innowacyjności – przykład optymalizacji procesu produkcyjnego, Analiza danych przemysłowych – jakość i innowacyjność w praktyce*, StatSoft, Kraków 2009
- [69] *Informacja o stawkach robocizny kosztorysowej oraz cenach pracy sprzętu budowlanego*, Ośrodek Wdrożeń Ekonomiczno – Organizacyjnych Budownictwa "Promocja" Sp. z o.o.: *SEKOCENBUD*, Zeszyt nr 23/2013
- [70] Iżykowska – Kujawa M.: *Zagospodarowanie odpadów budowlanych – technologie z których korzystamy*, *Inżynieria Ekologiczna* 2013, nr 33, str. 49 – 60,
- [71] Janikowski R.: *Kształtowanie ekorozwoju regionów uprzemysłowionych, Ekorozwój w polityce regionalnej*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2000,
- [72] Jaroszewski T. S.: *Pałac Lubomirskich*, PWN, Warszawa 1971,
- [73] Kasperkiewicz K.: *Zużycie energii w sektorze budowlanym- terażniejszość i przyszłość*, *Przegląd budowlany* 2007, nr 6, str. 15 – 21
- [74] Klaassen L.: *Das zweite Leben der Platte*, *Das Zuddeutsche Zeitung* 2010, nr 5, str. 10 - 11
- [75] Kołtuńczyk E., Nowicka G.: *Effect of poly (sodium – 4 – styrenesulphonate) additives on properties of cement suspensions*, Materiały z konferencji *Surfactants and Dispersed Systems in Theory and Practice*, PALMA Press, Wrocław 2007, s. 533–536
- [76] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno – Społecznego i Komitetu Regionów *Plan działania na rzecz zasobooszczędnej Europy*, KOM (2011) 571 wersja ostateczna, Bruksela 2011
- [77] Konkol J.: *Planowanie i analiza wyników badań laboratoryjnych betonów o zróżnicowanej strukturze, Zastosowanie statystyki i data mining w badaniach naukowych*, Stat- Soft, Kraków 2007,
- [78] *Konstrukcje drewniane – Drewno klejone warstwowo – Klasy wytrzymałości i określenie wartości charakterystycznych*, PN – EN 1194:2000
- [79] Kozłowski S.: *Ekorozwój. Wyzwanie XXI wieku*, PWN, Warszawa 2000,
- [80] Krausmann F. i inni: *Growth in global materials use, GDP and population during the 20<sup>th</sup> century*, *Ecological Economics* 2009, nr 10, Elsevier, Amsterdam 2009,
- [81] Krausmann F. i inni: *The global socio – metabolic transition: past and present metabolic profiles and their future trajectories*, *Journal of Industrial Ecology* 2008, nr 12, str. 637 – 656
- [82] Kruczkowska M.: *Chiński Mur się sypie*, *Gazeta Wyborcza* 2007, nr 06.01.2007, str. 11
- [83] Kumaniecki K.: *Witruwiusz – O architekturze ksiąg dziesięć*, Prószyński i Spółka, Warszawa 1999
- [84] Latosińska J., Żygadło M.: *Gospodarka odpadami a produkcja materiałów budowlanych*, Materiały z VII Międzynarodowego Forum Gospodarki

- Odpadami – *Efektywne zarządzanie gospodarką odpadami*, Kalisz – Poznań 2007, str. 563 – 572
- [85] Leshina V. A., Pivnev A. L.: *Ceramic wall materials using glass waste*, *Glass and Ceramics* 2002, nr 59, str. 356 – 358
- [86] Lewandowski W. M.: *Proekologiczne źródła energii odnawialnej*, Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa 2006
- [87] Loken S.: *ReCRAFT 90: The Construction of a Resource Efficient House*, Center for Resourceful Building Technology, Missoula 1993,
- [88] Łempicki J.: *Ekspertyzy Konstrukcji Budowlanych. Zasady i metody opracowania*, Arkady, Warszawa 1969
- [89] Madeja T.: *Gospodarka a środowisko*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2002,
- [90] Małachowicz E.: *Konserwacja i rewaloryzacja architektury w środowisku kulturowym*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007,
- [91] Małachowski K.: *Gospodarka a środowisko i ekologia*, CeDeWu Sp. z o. o., Warszawa 2007,
- [92] Marchwiński J., Zielonko – Jung K.: *Współczesna architektura proekologiczna*, PWN, Warszawa 2012,
- [93] McDonagh R.: *Bottling it up for a new place to live*, *Metro* 2008, nr 31, str. 5 – 6,
- [94] McDonough W., Braungart M.: *Cradle to cradle. Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, Nowy Jork 2002,
- [95] McDonough W., Braungart M.: *The Promise of Nylon 6*, [www.mcdonough.com](http://www.mcdonough.com) – data pobrania 12.10.2006,
- [96] Merksiz J.: *Zanieczyszczenie środowiska przez transport samochodowy*, Politechnika Poznańska, Poznań 2005,
- [97] Monteiro R. C. C., i inni: *Mechanical characteristics of clay structural ceramics containing coal fly ash*, *International Journal of Mechanics and Materials in Design* 2008, nr 4, str. 213 – 220
- [98] Mounanga P. i inni: *Proportioning and characterization of lightweight concrete mixtures made with rigid polyurethane foam wastes*, *Cement and Concrete Composites* 2008, nr 30, str. 806 – 814
- [99] Nagatki S.: *Effects of Recycled Aggregate Characteristics*, ACI, Barcelona 2000,
- [100] Najduchowska M.: *Naprawa i ochrona konstrukcji betonowych*, *Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych* 2011, nr 8, str. 126-135
- [101] *National Geographic* 2001, nr 7, Gruner+Jahr Polska, Warszawa 2001,
- [102] Nieziabitowska E., Masły D.: *Oceny jakości środowiska zbudowanego i ich znaczenie dla rozwoju koncepcji budynku zrównoważonego*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007,
- [103] Nowakowski P.: *Rola budownictwa alternatywnego w kształtowaniu środowiska mieszkaniowego*, *Zastosowania ergonomii*, PTErg, Wrocław 2011
- [104] Nunan J.: *The complete guide to alternative home building materials & methods: including sod, compressed earth, plaster, straw, beer cans, bottles, cardwood, and many other low cost materials*, Atlantic Publishing Group, Ocala 2010,
- [105] *Obciążenia budowli. Obciążenia stałe*, PN – 82/ B – 02001
- [106] *Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem*, PN – 77/ B – 02011
- [107] Omilian K.: *Klamrowanie dachówek*, [www.gazeta.pl](http://www.gazeta.pl) – data pobrania

10.12.2012

- [108] Oppenheimer A., Hursley T.: *Rural Studio*, Princeton Arch. Press, Nowy Jork 2002,
- [109] Palos A. i inni: *Modification of cement mortar with recycled ABS*, *Cement and Concrete Research* 2001, nr 31, str. 1003 – 1007
- [110] Panyakapo P., Panyakapo M.: *Reuse of thermosetting plastic waste for lightweight concrete*, *Waste Management* 2008, nr 28, str. 1581 – 1588
- [111] Pawley M.: *Building for Tomorrow: Putting Waste to Work*, Sierra Club Books, San Francisco 1982
- [112] Pawłowski A., Pawłowski L.: *Zrównoważony rozwój we współczesnej cywilizacji. Część 1: Środowisko a zrównoważony rozwój*, *Problemy Ekorozwoju* 2008, nr 1, str. 53 – 65
- [113] Piasecki M.: *Ekologiczny czyli jaki? Zharmonizowane zasady oceny środowiskowej wyrobów budowlanych*, *Builder* 2014, nr 2, str. 50 – 53
- [114] Piasecki M.: *Proces harmonizacji oceny budynku zrównoważonego*, Materiały konferencyjne 58 Konferencji Naukowej Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZITB, Krynica 2012,
- [115] Pichor W., Latosińska J.: *Możliwości wykorzystania keramzytu modyfikowanego komunalnym osadem ściekowym do wytwarzania betonów lekkich*, Materiały konferencyjne *Dni betonu. Tradycja i nowoczesność*, Kraków 2006, str. 405 – 412.
- [116] Pielichowski J., Puszyński A.: *Chemia polimerów*, Teza, Kraków 2004,
- [117] Pluskota P.: *Ekonomiczne aspekty ochrony środowiska, Gospodarka a środowisko i ekologia*, CeDeWu Sp. z o.o., Warszawa 2007
- [118] Polański Z., Pietraszek J.: *Komputerowe wspomaganie planowania i analizy statystycznej doświadczalnych badań innowacyjnych*, StatSoft, Rzeszów 2007
- [119] Polański Z.: *Planowanie doświadczeń w technice*, PWN, Warszawa 1984
- [120] Preiser W.: *Post- Occupancy Evaluation*, Van Nostrand Reinhold, Nowy Jork 2003
- [121] *Projections of municipal waste and greenhouse gas emissions*, European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production – [www.hscp.eionet.europa.eu](http://www.hscp.eionet.europa.eu) – data pobrania 26.04.2012
- [122] Przepiórka G.: *Architektura z gontu i gabionów*, *Builder* 2014, nr 2, str. 84 – 85
- [123] *Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wzrokowa ocena czystości powierzchni – Część 1: Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niepokrytych podłoży stalowych oraz podłoży stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok*, PN – ISO 8501 – 1
- [124] Przywarska R., Kotowski W.: *Podstawy odzysku, recyklingu i unieszkodliwiania odpadów*, Triada, Bytom 2005
- [125] R. Lide D.: *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, CRC Press, Boca Raton 2009
- [126] R.M.N. de Assuncao i inni: *Synthesis, characterization and application of the sodium poly (styrenesulfonate) produced from waste polystyrene cups as an admixture in concrete*, *Journal of Applied Polymer Science* 2005, nr 96, str. 1534 – 1538
- [127] Raport Światowej Komisji ds. Środowiska i Rozwoju: *Our Common Future*, Oxford University Press, Nowy Jork 1987
- [128] Raport World Business Council for Sustainable Development, *The Cement*

- Sustainability Initiative, Recycling Concrete* 2009, nr 9, *Aurora* 2009
- [129] *Resource Conservation Research House: Information Guide*, NAHM Research Center, Waszyngton 1993,
- [130] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U. z dnia 15 czerwca 2002 r. wraz z późniejszymi zmianami
- [131] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 czerwca 2003 roku w sprawie warunków i trybu postępowania dotyczącego rozbiórek oraz zmiany sposobu użytkowania obiektu budowlanego, Dz. U. Nr 120, poz. 1131
- [132] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów, Dz.U. Nr 112, Poz. 1206
- [133] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzenia do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG, Bruksela 2011
- [134] Rutkowska M., Pakulska J.: *Gospodarcze wykorzystanie odpadów przemysłowych w Polsce*, Stowarzyszenie ekonomistów rolnictwa i agrobiznesu, Roczniki Naukowe 2007, Kalisz – Poznań 2007, tom IX, zeszyt 2, str. 337 – 341
- [135] Sahaida K.: *Nonlinearity of concrete modulus and its influence on the interpretation of instrumented pile load tests*, *Concrete Structures in Urban Areas*, Materiały konferencyjne *Central European Congress on Concrete Engineering*, Wrocław 2013
- [136] Schibilsky M.: *Die Sanierung und die Wiederverwendung der Platte*, Materiały konferencyjne *Internationaler Kongress zu Plattenbausiedlungen*, Cottbus 2005
- [137] Schmidt H., Cieślak M.: *Concrete with carpet recycles: Suitability assesment by surface energy evaluation*, *Waste Management* 2008, nr 28, str. 1182 – 1187
- [138] Schmitz – Gunther T.: *Living Spaces. Ecological Building and Design*, Konemann, Kolonia 1998
- [139] Seruga T. i inni: *Problemy konstrukcyjne przystosowania zabytkowego obiektu przemysłowego do nowej funkcji*, Materiały VIII konferencji naukowo – technicznej REW – INŻ. 2008 *Inżynieryjne problemy odnowy staromiejskich zespołów zabytkowych*, Kraków 2008
- [140] Sękowski S.: *VICORR, czyli kompleksor nowej generacji*, *Młody Technik*, AVT-korporacja, Warszawa 1991
- [141] Shaffer K.: *Houseboats: Aquatic Architecture of Sausalito*, Schiffer Publishing Ltd., California 2007
- [142] Sikorski P.: *Przyszłość europejskiego sektora budowlanego* – [www.een.org.pl](http://www.een.org.pl) – data pobrania 05.12.2013
- [143] Skalmowski K.: *Poradnik gospodarowania odpadami, podręcznik dla specjalistów i referentów d/s ochrony środowiska*, Akademia Dashofera, Warszawa 1998
- [144] Skolimowski J.: *Eseje o ekologii. Nadzieja matką mądrych*, ZBZ Sagha, Warszawa 1989
- [145] Skowroński A., Skowroński M.: *Problemy architektury w czasach kryzysu energetycznego, Zastosowania Ergonomii*, PTErg, Wrocław 2006, nr 1 – 3, str. 225 – 235
- [146] Skowroński A.: *Eko – ergonomia w architekturze. Domy w ziemi*,

- Zastosowania Ergonomii*, PTErg, Wrocław 2011, str. 29 – 36
- [147] Skowroński A.: *Eko – ergonomiczne sposoby budowania, Praktyka stosowania ergonomii*, PTErg, Warszawa 2011, str. 171 – 183
- [148] Sordoń – Kulibaba B.: *Zagospodarowanie odpadów szklanych*, *Świat szkła* 2008, nr 7 – 8, str. 46 – 49
- [149] St John H. D. i inni: *Follow these footprints*, *Ground Engineering* 2000, nr 33, Londyn 2000, str. 24 – 25
- [150] Stasiuk T.: *Rekordowa produkcja stali*, *Puls biznesu* 2014, nr 1, str. 5
- [151] *Study on the management of construction and demolition waste in the EU.*, Ostateczny raport dla Komisji Europejskiej (DG Environment), Bruksela 2011
- [152] Szczerek E.: *Problemy współczesnej rewitalizacji wielkopłytych osiedli mieszkaniowych na przykładzie berlińskiego osiedla Marzahn*, *Czasopismo Techniczne Architektura* 2012, nr. 3 – A R.109 Zeszyt 123, str. 353 – 357
- [153] Świątek L., Charytonowicz J.: *Architektura rozrzutna*, *Recykling* 2004, nr 10(46), str. 24 – 25
- [154] Świątek L., Charytonowicz J.: *Bezodpadowa gospodarka w mikroskali lokalnej społeczności*, *Recykling* 2007, nr 2(74), str. 38 – 39
- [155] Świątek L., Charytonowicz J.: *Biodegradacja – w poszukiwaniu technologii bezodpadowych*, *Recykling* 2005, nr 2(50), str. 10 – 12
- [156] Świątek L., Charytonowicz J.: *Centra odzysku materiałów budowlanych*, *Recykling* 2005, nr 11(59), str. 8 – 9
- [157] Świątek L., Charytonowicz J.: *Efektywne gospodarowanie zasobami budowlanymi – tworzenie sieci*, *Recykling* 2005, nr 5(53), str. 23 – 25
- [158] Świątek L., Charytonowicz J.: *Ekoinnowacyjność w systemie zamówień publicznych. Preferencje dla gospodarki recykulacyjnej na przykładzie budownictwa*, *Recykling* 2006, nr 4(64), str. 36 – 37
- [159] Świątek L., Charytonowicz J.: *Metody ograniczania ilości odpadów u źródła – architektura adaptatywna*, *Recykling* 2004, nr 11(47), str. 12 – 13
- [160] Świątek L., Charytonowicz J.: *Metody ograniczania ilości odpadów u źródła – modularność*, *Recykling* 2004, nr 12(48), str. 12 – 13
- [161] Świątek L., Charytonowicz J.: *Minimalizacja odpadów budowlanych na przykładzie ergonomii procesu rewitalizacji osiedli z wielkiej płyty*, *Recykling* 2006, nr 1(61), str. 30 – 32
- [162] Świątek L., Charytonowicz J.: *Minimalizacja odpadów: strategie postępowania – “re”*, *Recykling* 2006, nr 3(63), str. 38 – 39
- [163] Świątek L., Charytonowicz J.: *Projektowanie dla recyklingu*, *Recykling* 2006, nr 9(69), str. 44 – 45
- [164] Świątek L., Charytonowicz J.: *Promowanie gospodarki recykulacyjnej*, *Recykling* 2005, nr 12(60), str. 24 – 25
- [165] Świątek L., Charytonowicz J.: *RECYhouse – demonstracyjny projekt domu z recyklingu*, *Recykling* 2005, nr 10(58), str. 22 – 23
- [166] Świątek L., Charytonowicz J.: *Recykling Przestrzeni cz. 2*, *Recykling* 2004, nr 7 – 8 (43 – 44), str. 28 – 30
- [167] Świątek L., Charytonowicz J.: *Recykling Przestrzeni*, *Recykling* 2004, nr 6(42), str. 30 – 31
- [168] Świątek L., Charytonowicz J.: *Recykling w budownictwie, a nowe miejsca pracy*, *Recykling* 2007, nr 3(75), str. 32 – 33
- [169] Świątek L., Charytonowicz J.: *Rekonsumpcja. Ponowne użycie istniejących budynków i struktur przestrzennych*, *Recykling* 2007, nr 1(73), str. 28 – 29

- [170] Świątek L., Charytonowicz J.: *Strategia minimalizacji odpadów konstrukcyjnych i rozbiórkowych*, *Recykling* 2006, nr 5(65), str. 32 – 33
- [171] Świątek L., Charytonowicz J.: *Technologia a odpady*, *Recykling* 2005, nr 4(52), str. 24 – 26
- [172] Świątek L., Charytonowicz J.: *Urbanistka Śmietnika*, *Recykling* 2004, nr 5(41), str. 32 – 33
- [173] Świątek L., Charytonowicz J.: *W poszukiwaniu technologii bezodpadowych*, *Recykling* 2005, nr 3(51), str. 30 – 31
- [174] Świątek L., Charytonowicz J.: *Złożoność a prostota w projektowaniu obiektów. Cechy determinujące ilość odpadów*, *Recykling* 2005, nr 6(54), str. 26 – 27
- [175] Świątek L.: *Projektowanie architektoniczne a gospodarka odpadami w świetle założeń ekorozwoju na przykładzie budownictwa mieszkaniowego*, Praca doktorska na Wydziale Architektury Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000, promotor: J. Charytonowicz
- [176] Thatcher A.: *Green ergonomics: definition and scope*, *Ergonomics* 2012, nr 56(3), str. 389 – 390
- [177] Thompson J. W., Sorvig K.: *Sustainable Landscape Construction: a guide to green building outdoors*, Island Press, Waszyngton 2000
- [178] *Traktat z Amsterdamu zmieniający Traktat o Unii Europejskiej, Traktaty ustanawiające Wspólnoty Europejskie oraz niektóre związane z nimi akty*, Wspólnoty Europejskie, Amsterdam 1997
- [179] Trzeciak P.: *Przygody Architektury XX Wieku*, Nasza Księgarnia, Warszawa 1974
- [180] Uchwała Rady Ministrów w sprawie krajowego planu gospodarki odpadami 2014, nr 217 – załącznik, M. P. z 2010 nr 101
- [181] United Nations Conference on Environment & Development: *Agenda 21*, Rio de Janeiro 1992
- [182] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych, Dz.U. Nr 92, Poz. 881.
- [183] Ustawa z dnia 7 lipca 1997 r. *Prawo budowlane*, Dz.U.2010.243.1623 (wraz z późniejszymi zmianami),
- [184] *Wielkie przeprowadzki*, kraj produkcji Wielka Brytania, data emisji w telewizji TTV: 09.01.2014
- [185] Wines J.: *Green Architecture*, *Benedikt Taschen Verlag GmbH*, Kolonia 2000
- [186] Wolska – Kotańska Cz.: *Właściwości i zastosowanie kruszywa z recyklingu betonu*, *Magazyn Autostrady* 2005, nr 3, str. 18 – 22
- [187] *Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności – Część 9: Ogólne zasady dotyczące stosowania wyrobów i systemów*, PN – EN 1504 – 9: 2010
- [188] *Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych- Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 1: Definicje*, PN – EN 1504 – 1: 2006
- [189] Wysoczarska B.: *Zaprawa murarska w piance – nowoczesny pomysł na murowanie ścian*, [www.muratordom.pl](http://www.muratordom.pl) – data pobrania 05.02.2014,
- [190] Zadworny M.: *Koncepcja taniego mieszkania społecznego dla rodzin najuboższych wobec ich potrzeb współcześnie w Polsce*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2013
- [191] *Załącznik do uchwały nr 217 Rady Ministrów z dnia 24 grudnia 2010, Krajowy plan gospodarki odpadami 2014*, *Monitor Polski*, nr 101, Warszawa 2010
- [192] *Zarządzanie środowiskowe – Ocena cyklu życia – Zasady i struktura*,

- EN ISO 14040:2006 (PN – EN ISO 14040:2009)
- [193] *Zasoby materiałowe i odpady – ocena tematyczna, Aktualizacja raportu o stanie środowiska SOER 2010*, Europejska Agencja Środowiska, Bruksela 2012,
- [194] *Zielona Księga o efektywności energetycznej lub jak osiągnąć więcej zużywając mniej*, Komisja Europejska, Bruksela 2005
- [195] *Zrównoważoność obiektów budowlanych – Deklaracje środowiskowe wyrobów- Podstawowe zasady kategoryzacji wyrobów budowlanych*, PN – EN 15804: 2012
- [196] Żelaziński J.: *Recykling na placu budowy, Dachy* 2011, nr 6(138), str. 34 – 35

### Adresy internetowe

- [197] [www.aarsleff.com.pl](http://www.aarsleff.com.pl) – *Pale drewniane* – data pobrania 14.01.2014
- [198] [www.abitamysteryhouse.com](http://www.abitamysteryhouse.com) – *Tom Kelly Bottle House* – data pobrania 15.05.2010
- [199] [www.archnet.org/library/images/](http://www.archnet.org/library/images/) – *Digital Library* – data pobrania 30.08.2009
- [200] [www.australianrecycledtimber.com.au](http://www.australianrecycledtimber.com.au) – *Specials Posts* – data pobrania 16.03.2014
- [201] [www.b\\_sria.co.uk](http://www.b_sria.co.uk) – *Building Services Research and Information Association* – data pobrania 05.08.2013
- [202] [www.brasil.cel.agh.edu.pl](http://www.brasil.cel.agh.edu.pl) – *Klasyfikacja podstawowych metod wzmacniania fundamentów bezpośrednich w budownictwie mieszkaniowym* – data pobrania 08.09.2010
- [203] [www.bre.co.uk](http://www.bre.co.uk) – *Industry Performance Evaluation* – data pobrania 01.07.2013
- [204] [www.breeam.org](http://www.breeam.org) – *BREEAM* – data pobrania 05.06.2012
- [205] [www.budownictwopasywne.pl](http://www.budownictwopasywne.pl) – *Budownictwo Pasywne* – data pobrania 25.08.2008
- [206] [www.ciria.org](http://www.ciria.org) – *Construction Industry Research and Information Association* – data pobrania 15.06.2013
- [207] [www.classic.archined.nl](http://www.classic.archined.nl) – *World Bottle* – data pobrania 24.02.2006
- [208] [www.concrib.com.au](http://www.concrib.com.au) – *Crib wall* – data pobrania 11.03.2014
- [209] [www.containercity.com](http://www.containercity.com) – *Container City* – data pobrania 05.05.2008
- [210] [www.curious-places.blogspot.com](http://www.curious-places.blogspot.com) – *The Junk Castle* – data pobrania 21.08.2011
- [211] [www.desertusa.com](http://www.desertusa.com) – *Knott's Berry Farm* – data pobrania 10.01.2014
- [212] [www.dobry-dom.pl](http://www.dobry-dom.pl) – *Rodzaje i elementy fundamentów* – data pobrania 03.09.2010
- [213] [www.dolnoslaskibon.pl](http://www.dolnoslaskibon.pl) – *Dolnośląski Bon na Innowacje* – data pobrania 15.12.2013
- [214] [www.dom.gazeta.pl](http://www.dom.gazeta.pl) – *Domy z worków ziemi* – data pobrania 05.07.2009
- [215] [www.earth911.com](http://www.earth911.com) – *The Peck Bottle House* – data pobrania 12.05.2010
- [216] [www.earthship.pl](http://www.earthship.pl) – *Eartship* – data pobrania 09.01.2014
- [217] [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu), EUROSTAT – data pobrania 02.04.2010,
- [218] [www.ecocontainerhome.com](http://www.ecocontainerhome.com) – *Cliffside Shipping Container Home in New Zeland* – data pobrania 20.12.2010
- [219] [www.eco-platform.org](http://www.eco-platform.org) – *Eco – platform* – data pobrania 05.07.2014
- [220] [www.ei-chipamerikasite.nl/californiesati.html](http://www.ei-chipamerikasite.nl/californiesati.html) - *Sausalito* – data pobrania 01.03.2006
- [221] [www.epp.eurostat.ec.europa.eu](http://www.epp.eurostat.ec.europa.eu) – *Environmental Data Centre on Waste*,

- Eurostat 2012* – data pobrania 07.08.2013
- [222] [www.farm1.static.flickr.com](http://www.farm1.static.flickr.com) – *Glassphalt* – data pobrania 03.03.2014
- [223] [www.flota.v10.pl/DAF](http://www.flota.v10.pl/DAF) - *Zero odpadów na składowiska* – data pobrania 04.05.2013
- [224] [www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org) – *Ecological Footprint Atlas 2010* – data pobrania 04.11.2013
- [225] [www.fosterandpartners.com](http://www.fosterandpartners.com) – *Hearst Tower* – data pobrania 15.10.2012
- [226] [www.gliwice.habitat.pl](http://www.gliwice.habitat.pl) – *Habitat for Humanity Gliwice* – data pobrania 07.10.2014
- [227] [www.greenmuseum.org](http://www.greenmuseum.org) – *Earthship* – data pobrania 06.09.2005
- [228] [www.greenpiling.co.uk](http://www.greenpiling.co.uk) – *Green Piling Ltd* – data pobrania 06.11.2009
- [229] [www.greenpiling.pl](http://www.greenpiling.pl) – data pobrania 12.03.2014
- [230] [www.heluz.pl](http://www.heluz.pl) – *broszura informacyjna* – data pobrania 09.01.2014
- [231] [www.icer.org.uk](http://www.icer.org.uk) – *Industry Council for Electronic Equipment Recycling* – data pobrania 12.08.2013
- [232] [www.informatorbudowlany.org](http://www.informatorbudowlany.org) – *Karbonizacja betonu* – data pobrania 20.09.2011
- [233] [www.itb.pl](http://www.itb.pl) – *Instytut Techniki Budowlanej* – data pobrania 10.01.2014
- [234] [www.izolacje.com](http://www.izolacje.com) – *Materiały budowlane produkowane z wykorzystaniem odpadów* - data pobrania 15.03.2012
- [235] [www.karpacz.pl](http://www.karpacz.pl) – oficjalna strona internetowa miasta Karpacz, *Świątynia Wang w Karpaczu* – data pobrania 20.11.2013
- [236] [www.kb-blok.cz](http://www.kb-blok.cz) – *Geostone* – data pobrania 11.03.2014
- [237] [www.krepico.com](http://www.krepico.com) – *Kaleva Historical Museum* – data pobrania 15.07.2011
- [238] [www.kristinagrundberg.blogspot.com](http://www.kristinagrundberg.blogspot.com) – *Drop City* – data pobrania 12.11.2013
- [239] [www.kunsthau Wien.com](http://www.kunsthau Wien.com) – *Kunst Haus* – data pobrania 03.05.2007
- [240] [www.leed.net](http://www.leed.net) – *LEED* – data pobrania 10.06.2012
- [241] [www.lot-ek.com](http://www.lot-ek.com) – *LOT-EK* – data pobrania 02.09.2005
- [242] [www.lubar.pl](http://www.lubar.pl) – *Beton towarowy* – data pobrania 20.09.2011
- [243] [www.lwarc.com](http://www.lwarc.com) – *Leger Wanaselja Architecture* – data pobrania 05.05.2008
- [244] [www.metale24.pl](http://www.metale24.pl) – *Srednie ceny złomu styczeń 2014* – data pobrania 25.02.2014
- [245] [www.muratorplus.pl](http://www.muratorplus.pl) – *Murator Plus* – data pobrania 10.07.2013
- [246] [www.odkrywcy.pl](http://www.odkrywcy.pl) – *Odkrywcy – Skąd się wzięły cegły na odbudowę Warszawy* – data pobrania 15.12.2013
- [247] [www.openarchitecture.org](http://www.openarchitecture.org) – *Openarchitecture* – data pobrania 05.07.2009
- [248] [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com) – *The House of a Thousand Headaches* – data pobrania 20.06.2010
- [249] [www.plgbc.org.pl](http://www.plgbc.org.pl) – *Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Ekologicznego* – data pobrania 16.11.2012
- [250] [www.prefabrykaty-promat.pl](http://www.prefabrykaty-promat.pl) – *Ściany oporowe* – data pobrania 12.02.2014
- [251] [www.proekologia.pl](http://www.proekologia.pl) - *Proekologia* – data pobrania 19.08.2008
- [252] [www.queenofthesouth.be](http://www.queenofthesouth.be) – *Queen of the South* – data pobrania 12.09.2013
- [253] [www.rakstop.engo.pl](http://www.rakstop.engo.pl) – *Budować można taniej* – data pobrania 30.08.2009
- [254] [www.recoup.org](http://www.recoup.org) – *RECYcling Of Used Plastics Ltd* – data pobrania 20.09.2013
- [255] [www.recyhouse.be](http://www.recyhouse.be) – *RECYhouse* – data pobrania 03.10.2006
- [256] [www.richardrogers.co.uk](http://www.richardrogers.co.uk) – *Las Arenas* – data pobrania 23.02.2014
- [257] [www.ruukki.pl](http://www.ruukki.pl) – *Wytyczne konserwacji i mycia płyt warstwowych Ruukki* – data pobrania 01.04.2012



- [258] [www.salvo.co.uk](http://www.salvo.co.uk) – *SalvoWeb* – data pobrania 16.07.2013
- [259] [www.salvomie.co.uk](http://www.salvomie.co.uk) – *SalvoMIE* – data pobrania 16.07.2013
- [260] [www.skycrapercity.com](http://www.skycrapercity.com) – *Budynek C 9* – data pobrania 03.06.2014
- [261] [www.stern.de](http://www.stern.de) – *Recycling der platte* – data pobrania 15.07.2006
- [262] [www.stoneagearchitectural.com](http://www.stoneagearchitectural.com) – *Stoneage. Salvage & Reclamation* – data pobrania 14.08.2013
- [263] [www.sztuka-architektury.pl](http://www.sztuka-architektury.pl) – *Dymaxion Award* – data pobrania 21.08.2009
- [264] [www.thejunkmap.com.au](http://www.thejunkmap.com.au) – *12 Recycled timber specialists in and around Melbourne* – data pobrania 27.03.2013
- [265] [www.uni-giessen.de](http://www.uni-giessen.de) – *Slumsy* – data pobrania 07.07.2006
- [266] [www.united-bottle.org](http://www.united-bottle.org) – *United Bottle* – data pobrania 20.03.2012
- [267] [www.urbanspace.com](http://www.urbanspace.com) – *Urban Space Management* – data pobrania 05.07.2008
- [268] [www.vivitcopenhagen.com](http://www.vivitcopenhagen.com) – *vivitcopenhagen* – data pobrania 05.01.2014
- [269] [www.vladimirkagan.typepad.com](http://www.vladimirkagan.typepad.com) – *Hearst Tower* – data pobrania 15.03.2014
- [270] [www.whatsupwithamsterdam.com](http://www.whatsupwithamsterdam.com) – *Whats up with Amsterdam* – data pobrania 05.01.2014
- [271] [www.ytong-silka.pl](http://www.ytong-silka.pl) – *Silka & Ytong* – data pobrania 07.10.2012
- [272] [www.zabytki.zgnpragapld.waw.pl](http://www.zabytki.zgnpragapld.waw.pl) – *Zabytki Pragi – Południe* – data pobrania 01.02.2014
- [273] [www.zasoby.open.agh.edu.pl](http://www.zasoby.open.agh.edu.pl) – *Sposoby wzmacniania fundamentów posadowionych na palach* – data pobrania 09.03.2014
- [274] [www.zasoby.open.agh.edu.pl](http://www.zasoby.open.agh.edu.pl) – *Wzmacnianie fundamentów w wyniku oparcia ich na palach* – data pobrania 09.03.2014
- [275] [www.zelechow.zwiedzaj-polske.pl](http://www.zelechow.zwiedzaj-polske.pl) – *Świątynia Wang* – data pobrania 20.11.2013
- [276] [www-civ.eng.cam.ac.uk](http://www-civ.eng.cam.ac.uk) – *Interesting Applications of Prestressing Winterton House* – data pobrania 12.01.2014

**POLITECHNIKA WROCŁAWSKA**  
**Wydział Architektury**

**Maciej Skowroński**

**REKONSUMPCJA MATERIAŁOWA  
W ARCHITEKTURZE**

**ANEKS**

**do pracy doktorskiej**

**Promotor: prof. dr hab. Jerzy Charytonowicz**

**KATEDRA ARCHITEKTURY MIESZKANIOWEJ, PRZEMYSŁOWEJ, WNĘTRZ,  
RURALISTYKI, KRAJOBRAZU, SZTUK WIZUALNYCH  
I SYSTEMÓW KONSTRUKCYJNYCH**

**Wrocław 2015**

## Spis treści

<b>Zał. 1. –</b>	<b>Klasyfikacja odpadów.....</b>	<b>4</b>
<b>Zał. 2. –</b>	<b>Finansowanie wydatków proekologicznych w Polsce.....</b>	<b>7</b>
-	Tab. 35. Źródła finansowania wydatków proekologicznych.....	7
-	Tab. 36. Zakres finansowania NRFOŚiGW.....	8
<b>Zał. 3. –</b>	<b>Rozpoznane, światowe zasoby ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla.....</b>	<b>9</b>
-	Tab. 37. Charakterystyka wielkości udokumentowanych zasobów ropy naftowej i prognozowany czas ich wyczerpania.....	9
-	Tab. 38. Charakterystyka wielkości udokumentowanych zasobów gazu naturalnego i prognozowany czas ich wyczerpania.....	9
-	Tab. 39. Charakterystyka wielkości udokumentowanych zasobów węgla i prognozowany czas ich wyczerpania.....	10
<b>Zał. 4. –</b>	<b>Tempo przyrostu ludności świata.....</b>	<b>11</b>
<b>Zał. 5. –</b>	<b>Porównanie właściwości betonów polimerowo – cementowych, impregnowanych polimerem, żywicznych i zwykłych.....</b>	<b>12</b>
<b>Zał. 6. –</b>	<b>Projekt obiektu modelowego nr 1. Budynek do rozbiórki / remontu.....</b>	<b>13</b>
-	Rys. 36. Obiekt modelowy nr 1. Rzut parteru. Skala 1:100.....	13
-	Rys. 37. Obiekt modelowy nr 1. Rzut I piętra. Skala 1:100.....	14
-	Rys. 38. Obiekt modelowy nr 1. Rzut II piętra. Skala 1:100.....	15
-	Rys. 39. Obiekt modelowy nr 1. Przekrój A-A. Skala 1:100.....	16
-	Rys. 40. Obiekt modelowy nr 1. Rzut więźby dachowej. Skala 1:100.....	17
-	Rys. 41. Obiekt modelowy nr 1. Strop I / II piętra. Schemat układu płyt kanałowych. Skala 1:100.....	18
<b>Zał. 7. –</b>	<b>Projekt obiektu modelowego nr 2. Budynek docelowy.....</b>	<b>19</b>
-	Rys. 42. Obiekt modelowy nr 2. Rzut parteru. Skala 1:100.....	19
-	Rys. 43. Obiekt modelowy nr 2. Rzut I piętra. Skala 1:100.....	20

-	Rys. 44. Obiekt modelowy nr 2. Rzut II pietra. Skala 1:100.....	21
-	Rys. 45. Obiekt modelowy nr 2. Przekrój A-A. Skala 1:100.....	22
-	Rys. 46. Obiekt modelowy nr 2. Rzut więźby dachowej. Skala 1:100.....	23
-	Rys. 47. Obiekt modelowy nr 2. Strop I / II piętra. Schemat układu płyt kanałowych. Skala 1:100.....	24
<b>Zał. 8. –</b>	<b>Szacunkowa wycena robót.....</b>	<b>25</b>
-	Tab. 42. Szacunkowa wycena rozbiórki obiektu modelowego nr 1.....	26
-	Tab. 43. Szacunkowa wycena remontu i termomodernizacji obiektu modelowego nr 1, dostosowującego zabudowę istniejącą do standardu obiektu modelowego nr 2.....	30
-	Tab. 44. Szacunkowa wycena realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów nowych na działce niezabudowanej.....	37
-	Tab. 45. Szacunkowa wycena realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów z odzysku na działce niezabudowanej.....	44
-	Tab. 46. Szacunkowa wycena realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów wtórnych pozyskanych bezpośrednio w trakcie rozbiórki obiektu modelowego nr 1.....	51
<b>Zał. 9. –</b>	<b>Rozbudowa zakładu produkcyjnego w Złotoryi.....</b>	<b>71</b>
-	Rys. 48. Rozbudowa zakładu w Złotoryi. Plan zagospodarowania terenu. Skala skażona.....	71
-	Rys. 49. Rozbudowa zakładu w Złotoryi. Elewacje. Skala skażona.....	72
<b>Zał. 10. –</b>	<b>Interpretacja Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego w sprawie dopuszczenia do obrotu elementów budowlanych z odzysku.....</b>	<b>73</b>
-	Treść zapytania skierowanego do GUNB.....	73
-	Pisemna odpowiedź GUNB.....	74
<b>Zał. 11. –</b>	<b>Szczegóły dotyczące realizacji projektu “ArchiRecykling”.....</b>	<b>77</b>
-	Finansowanie przedsięwzięcia.....	77
-	Opis techniczny zastosowanych rozwiązań.....	77

## **ZAŁĄCZNIK 1 – KLASYFIKACJA ODPADÓW /do rozdziału 1/**

W Polsce odpady klasyfikuje się zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów z dnia 27 września 2001 r. Zgodnie z §2 ustawy dzieli się je w zależności od źródła pochodzenia na dwadzieścia następujących grup [132]:

- 1 – odpady powstające przy poszukiwaniu, wydobywaniu i przeróbce kopalin,
- 2 – odpady z rolnictwa, sadownictwa, upraw hydroponicznych, rybołówstwa, leśnictwa, łowiectwa oraz przetwórstwa żywności,
- 3 – odpady powstające w procesie przetwórstwa i obróbki drewna, produkcji płyt i mebli, masy celulozowej, papieru i tektury,
- 4 – odpady z przemysłu skórzanego, futrzarskiego i tekstylnego,
- 5 – odpady z przeróbki ropy naftowej, oczyszczania gazu ziemnego oraz pirolitycznej przeróbki węgla,
- 6 – odpady z sektora przemysłu chemii nieorganicznej,
- 7 – odpady z sektora przemysłu chemii organicznej,
- 8 – odpady powstające na drodze produkcji oraz stosowania powłok ochronnych (farb, lakierów, emalii ceramicznych), kitu, klejów, szczeliw i farb drukarskich,
- 9 – odpady z przemysłu fotograficznego,
- 10 – odpady z procesów termicznych,
- 11 – odpady z chemicznej obróbki i powlekania powierzchni metali oraz innych materiałów i z procesów hydrometalurgii metali nieżelaznych,
- 12 – odpady z kształtowania oraz fizycznej i mechanicznej obróbki powierzchni metali i tworzyw sztucznych,
- 13 – oleje odpadowe i odpady paliw ciekłych (z wyłączeniem olejów jadalnych oraz grup 5, 12, 19),
- 14 – odpady z rozpuszczalników organicznych, chłodziw i propelentów (z wyłączeniem grupy nr 7 i nr 8),
- 15 – odpady opakowaniowe, sorbenty, tkaniny do wycierania, materiały filtracyjne, ubrania ochronne nieujęte w innych grupach,
- 16 – odpady nieujęte w innych grupach,
- **17 – odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych oraz infrastruktury drogowej (włączając glebę i ziemię z terenów zanieczyszczonych),**
- 18 – odpady medyczne i weterynaryjne,
- 19 – odpady z instalacji i urządzeń służących zagospodarowaniu odpadów, z oczyszczalni ścieków oraz z uzdatniania wody pitnej i wody do celów przemysłowych,
- 20 – odpady komunalne łącznie z frakcjami gromadzonymi selektywnie.

**Odpady budowlane**<sup>1</sup> sklasyfikowane zostały w grupie siedemnastej. Zgodnie z katalogiem odpadów (załącznik do rozporządzenia) dzieli się je w następujący sposób:

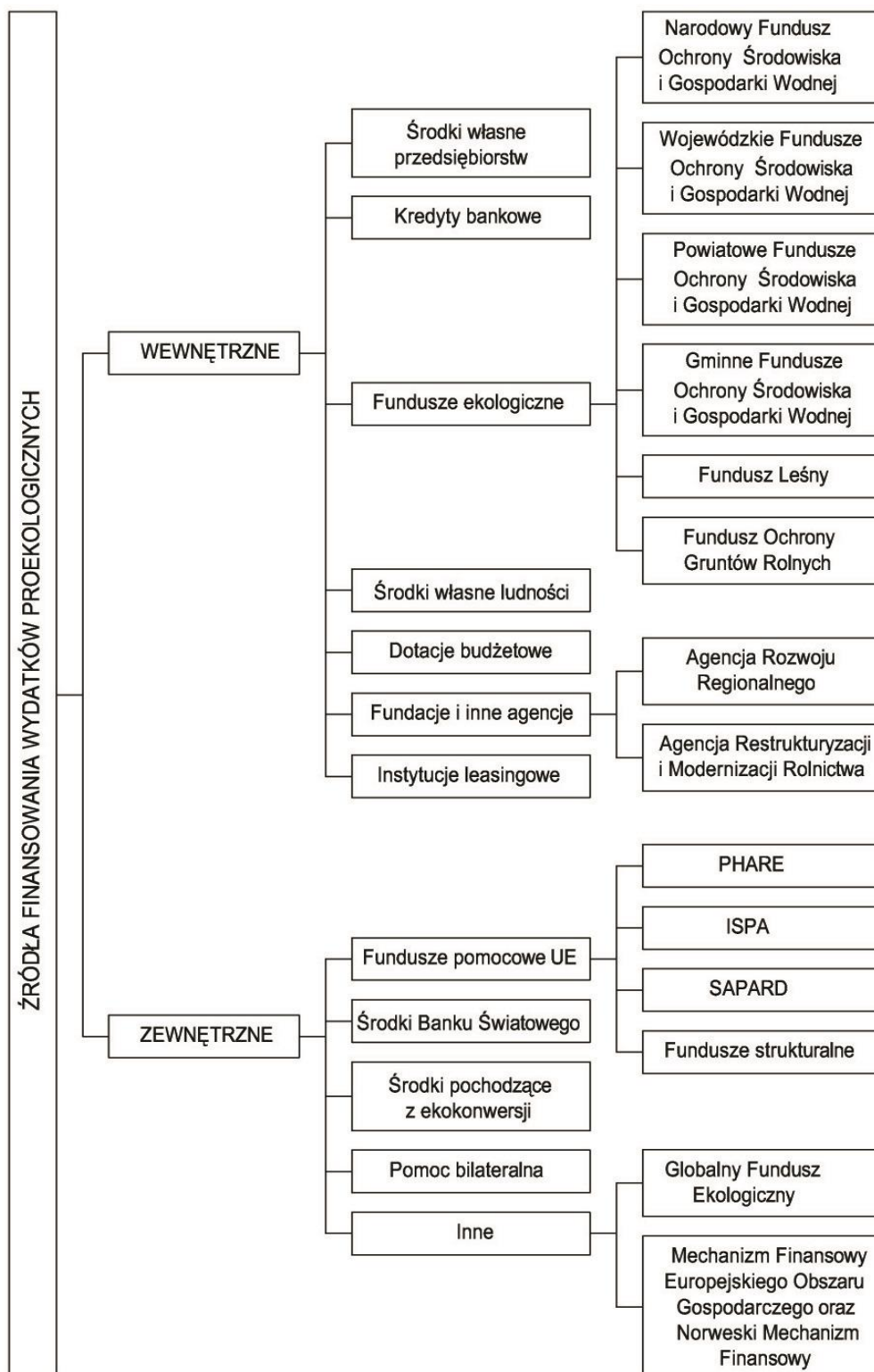
Kod	Grupy, podgrupy i rodzaje odpadów
<b>17</b>	<b>Odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych oraz infrastruktury drogowej (włączając glebę i ziemię z terenów zanieczyszczonych)</b>
<b>17 01</b>	<b>Odpady materiałów i elementów budowlanych oraz infrastruktury drogowej (włączając glebę i ziemię z terenów zanieczyszczonych)</b>
17 01 01	Odpady betonu oraz gruz betonowy z rozbiórek i remontów
17 01 02	Gruz ceglany
17 01 03	Odpady innych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia
17 01 06	Zmieszane lub wysegregowane odpady z betonu, gruzu ceglanego, odpadowych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia zawierające substancje niebezpieczne
17 01 07	Zmieszane odpady z betonu, gruzu ceglanego, odpadowych materiałów ceramicznych i elementów wyposażenia inne niż wymienione w 17 01 06
17 01 80	Usunięte tynki, tapety, okleiny itp.
17 01 81	Odpady z remontów i przebudowy dróg
17 01 82	Inne niewymienione odpady
<b>17 02</b>	<b>Odpady drewna, szkła i tworzyw sztucznych</b>
17 02 01	Drewno
17 02 02	Szkoło
17 02 03	Tworzywa sztuczne
17 02 04	Odpady drewna, szkła i tworzyw sztucznych zawierające lub zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi (podkłady kolejowe)
<b>17 03</b>	<b>Odpady asfaltów, smół i produktów smołowych</b>
17 03 01	Asfalt zawierający smołę
17 03 02	Asfalt inny niż wymieniony w 17 03 01
17 03 03	Smoła i produkty smołowe
17 03 80	Odpadowa papa
<b>17 04</b>	<b>Odpady i złomy metaliczne oraz stopów metali</b>
17 04 01	Miedź, brąz, mosiądz
17 04 02	Aluminium
17 04 03	Ołów
17 04 04	Cynk
17 04 05	Żelazo i stal

<sup>1</sup> Odpady budowlane, zgodnie z treścią Rozporządzenia Ministra Środowiska, stanowią wyodrębnioną grupę materiałów. Pomimo tego pewien ich odsetek można odnaleźć także w strumieniu odpadów komunalnych. Z badań przeprowadzonych w 2005 r. wynika, że w Polsce, w dużych aglomeracjach miejskich odpady budowlane kierowane są również na składowiska odpadów komunalnych. W zależności od regionu kraju stanowią od 10 do 30% ogólnej masy składowanych tam materiałów [124].

17 04 06	Cyna
17 04 07	Mieszanki metali
17 04 09	Odpady metali zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi
17 04 10	Kable zawierające ropę naftową, smołę i inne substancje niebezpieczne
17 04 11	Kable inne niż wymienione w 17 04 10
<b>17 05</b>	<b>Gleba i ziemia (włączając glebę i ziemię z terenów zanieczyszczonych oraz urobek z pogłębienia)</b>
17 05 03	Gleba i ziemia, w tym kamienie, zawierające substancje niebezpieczne (np. PCB)
17 05 04	Gleba i ziemia, w tym kamienie, inne niż wymienione w 17 05 03
17 05 05	Urobek z pogłębienia zawierający lub zanieczyszczony substancjami niebezpiecznymi
17 05 06	Urobek z pogłębienia inny niż wymieniony w 17 05 05
17 05 07	Tłuczeń torowy (kruszywo) zawierający substancje niebezpieczne
17 05 08	Tłuczeń torowy (kruszywo) inny niż wymieniony w 17 05 07
<b>17 06</b>	<b>Materiały izolacyjne oraz materiały konstrukcyjne zawierające azbest</b>
17 06 01	Materiały izolacyjne zawierające azbest
17 06 03	Inne materiały izolacyjne zawierające substancje niebezpieczne
17 06 04	Materiały izolacyjne inne niż wymienione w 17 06 01 i 17 06 03
17 06 05	Materiały konstrukcyjne zawierające azbest
<b>17 08</b>	<b>Materiały konstrukcyjne zawierające gips</b>
17 08 01	Materiały konstrukcyjne zawierające gips zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi
17 08 02	Materiały konstrukcyjne zawierające gips inne niż wymienione w 17 08 01
<b>17 09</b>	<b>Inne odpady z budowy, remontów i demontażu</b>
17 09 01	Odpady z budowy, remontów i demontażu zawierające rtęć
17 09 02	Odpady z budowy, remontów i demontażu zawierające PCB (np. substancje i przedmioty zawierające PCB: szczeliwa, wykładziny podłogowe zawierające żywice, szczelne zespoły okienne, kondensatory)
17 09 03	Inne odpady z budowy, remontów i demontażu (w tym odpady zmieszane) zawierające substancje niebezpieczne
17 09 04	Zmieszanie odpadów z budowy, remontów i demontażu inne niż wymienione w 17 09 01, 17 09 02 i 17 09 03

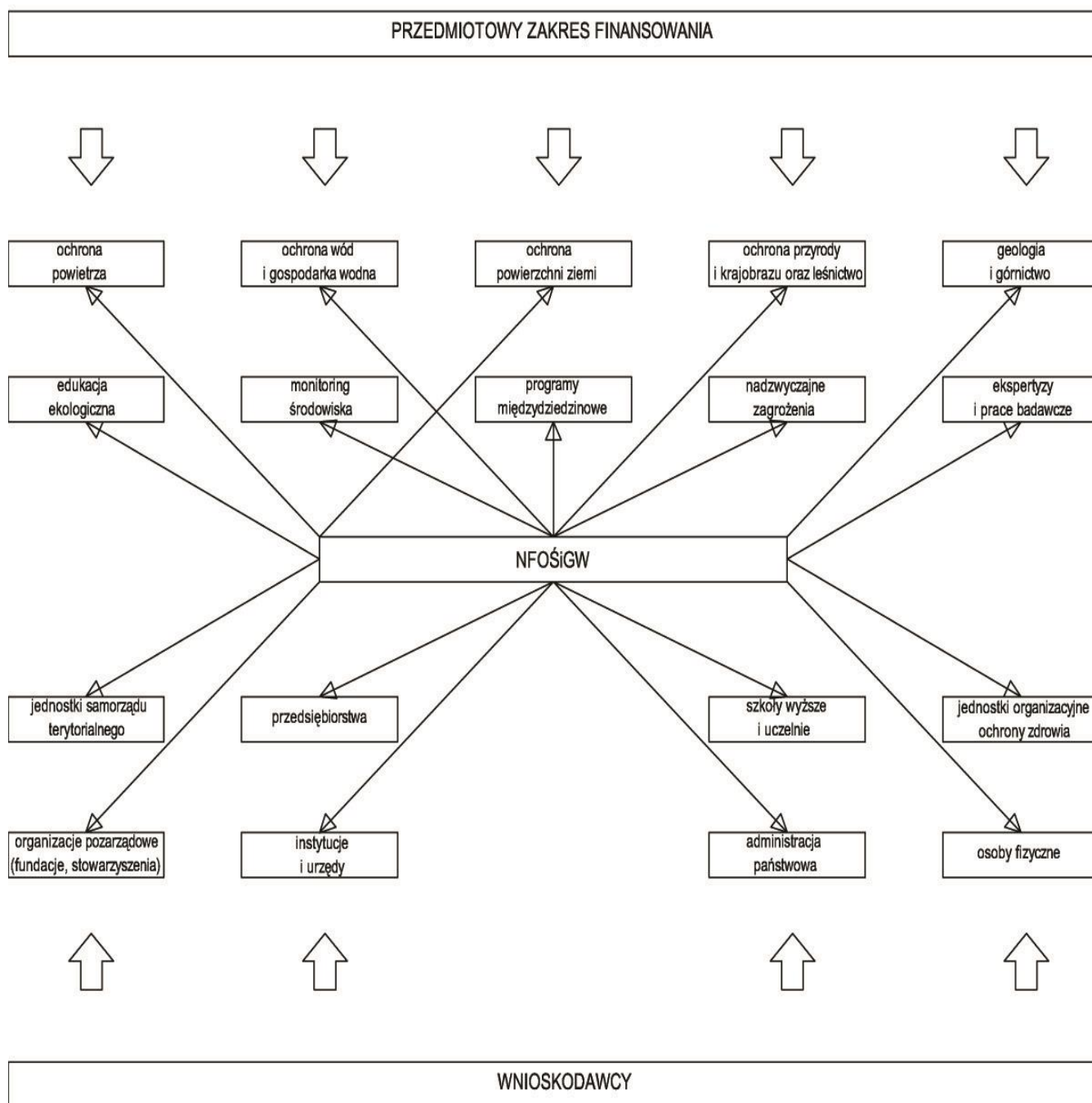
**Tab. 34.** Klasyfikacja odpadów budowlanych zgodna z katalogiem odpadów [132].

**ZAŁĄCZNIK 2 – FINANSOWANIE WYDATKÓW PROEKOLOGICZNYCH  
W POLSCE /do rozdziału 1/**



**Tab. 35.** Źródła finansowania wydatków proekologicznych.  
Opracowanie autora na podstawie [117].





**Tab. 36.** Zakres finansowania NRFOŚiGW.  
Opracowanie autora na podstawie [117].

**ZAŁĄCZNIK 3 – ROZPOZNANE, ŚWIATOWE ZASOBY ROPY NAFTOWEJ,  
GAZU ZIEMNEGO I WĘGLA /do rozdziału 1/**

Regiony świata	Rozpoznane zasoby mld baryłek					
	1986	1996	2005	2006		
				zasoby	% zasobów świata	Stosunek zasobów do W/R, lata
Północna Ameryka	101,6	89,3	60,7	59,9	5,0	12,0
Centralna i Południowa Ameryka	66,6	98,8	103,2	103,5	8,6	41,2
Europa i Euroazja	76,8	82,6	145,2	144,4	12	22,5
Azja Wschodnia	39,7	39,2	40,5	40,5	3,4	14,0
<b>Świat</b>	<b>877,4</b>	<b>1049,0</b>	<b>1209,5</b>	<b>1208,2</b>	<b>100</b>	<b>40,5</b>

**Tab. 37.** Charakterystyka wielkości udokumentowanych zasobów ropy naftowej i prognozowany czas ich wyczerpania w latach mierzony stosunkiem wielkości zasobów (W) do wielkości rocznego wydobycia (R). Opracowanie autora na podstawie [112].

Regiony świata	Rozpoznane zasoby mld baryłek					
	1986	1996	2005	2006		
				zasoby	% zasobów świata	W/R lata
Północna Ameryka	10,26	8,41	7,83	7,98	4,4	10,6
Centralna i Południowa Ameryka	4,24	6,06	6,85	6,88	3,8	47,6
Europa i Euroazja	47,22	63,55	64,30	64,13	35,3	59,8
Środkowy Wschód	30,41	49,31	72,49	73,47	40,5	Brak danych
Afryka	7,4	10,17	14,08	14,18	7,8	78,6
Wschodnia Azja	8,14	10,40	14,66	14,82	8,2	39,3
<b>Świat</b>	<b>107,67</b>	<b>147,89</b>	<b>180,2</b>	<b>181,46</b>	<b>100</b>	<b>63,3</b>

**Tab. 38.** Charakterystyka wielkości udokumentowanych zasobów gazu naturalnego w trylionach m<sup>3</sup> i prognozowany czas ich wyczerpania w latach mierzony stosunkiem wielkości zasobów (W) do wielkości rocznego wydobycia (R). Opracowanie autora na podstawie [112].

Węgiel	Mld ton	% zasobów	W/R lata
Ameryka Północna	254,432	28,0	226
Centralna i południowa Ameryka	19,893	2,2	246
Europa i Euroazja	287,095	31,6	237
Środkowy Wschód	50,755	5,6	194
Wschodnia Azja	296,889	32,7	85
<b>Świat</b>	<b>909,064</b>	<b>100</b>	<b>147</b>

**Tab. 39.** Charakterystyka wielkości udokumentowanych zasobów węgla i prognozowany czas ich wyczerpania w latach mierzony stosunkiem wielkości zasobów (W) do wielkości rocznego wydobycia (R). Dane za rok 2006. Opracowanie autora na podstawie [112].

**ZAŁĄCZNIK 4 – TEMPO PRZYROSTU LUDNOŚCI ŚWIATA**  
/do rozdziału 1/

Ludność świata w milionach	Rok	Przyrost
30	Ok. 5000 p.n.e.	
300	Ok. 2000 p.n.e.	10 – krotny przyrost w ciągu 3 tysięcy lat
1000	Ok. 1820	
2000	Ok. 1930	1 miliard po 110 latach
3000	Ok. 1960	1 miliard po 30 latach
4000	Ok. 1974	1 miliard po 14 latach
5000	Ok. 1988	1 miliard po 14 latach
6000	Ok. 1999	1 miliard po 11 latach
7000	Ok. 2012	1 miliard po 13 latach
8000	Ok. 2026*	1 miliard po 14 latach
9000	Ok. 2043*	1 miliard po 17 latach

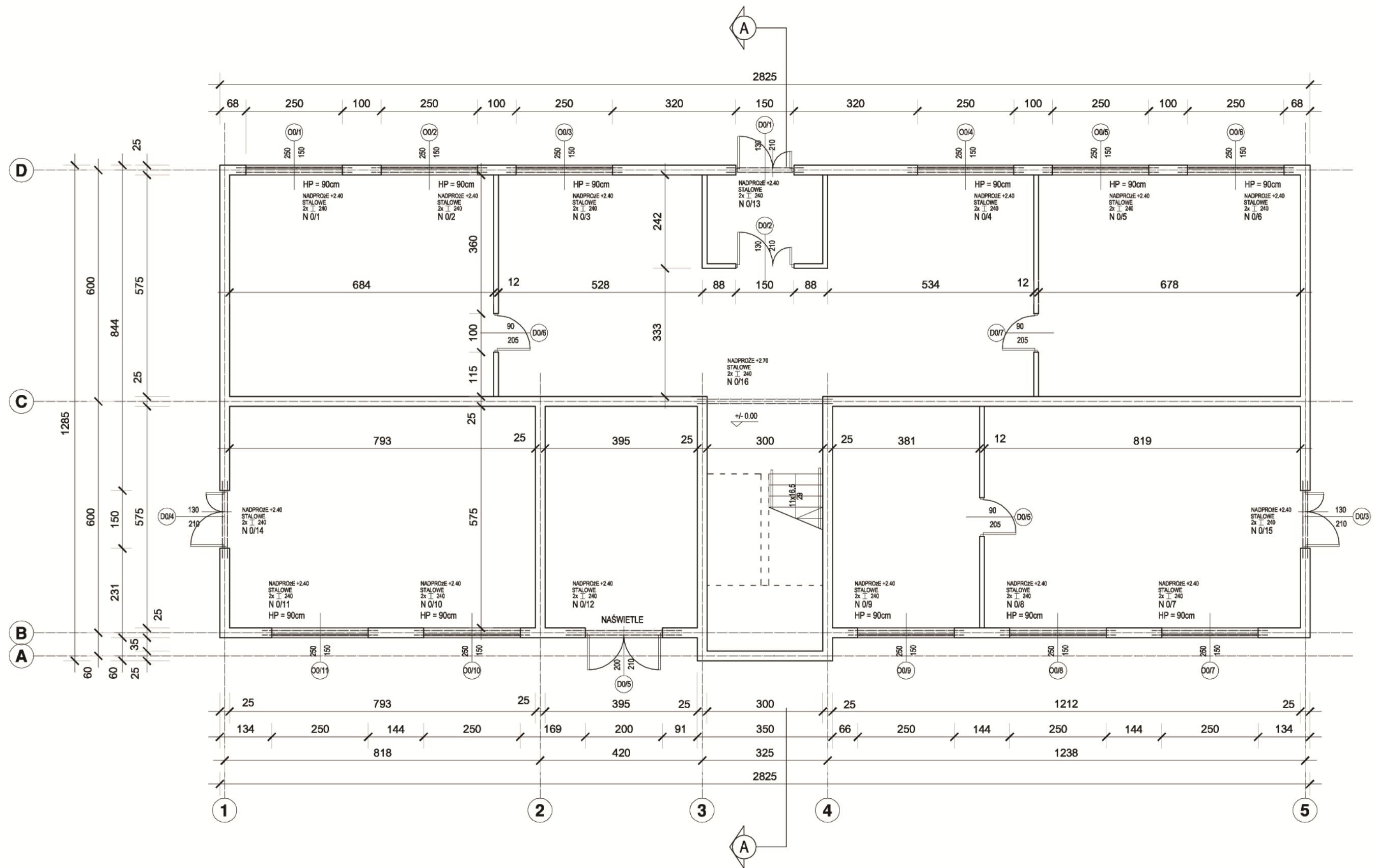
\* Prognozy ONZ z 2001 r.

**Tab. nr 40.** Tempo przyrostu ludności świata [44].

**ZAŁĄCZNIK 5 – PORÓWNANIE WŁAŚCIWOŚCI BETONÓW POLIMEROWO – CEMENTOWYCH, IMPREGNOWANYCH POLIMEREM, ŻYWICZNYCH I ZWYKŁYCH /do rozdziału 4/**

<b>Właściwości</b>	<b>Beton cementowy</b>	<b>PCC</b>	<b>PIC</b>	<b>PC</b>
Gęstość [kg/m <sup>3</sup> ]	2200 - 2400	1800 - 2200	2300 - 2400	1850 - 2400
Liniowy skurcz utwardzania [%]	0,2 – 2,0	0,2 – 2,4	-	0,03 – 3,0
Wytrzymałość na ściskanie [MPa]	15 - 60	20 – 75	100 – 200	40 – 150
Wytrzymałość na zginanie [MPa]	1,1 – 7,2	2,5 – 20	7,5 – 35	4 – 55
Wytrzymałość na rozciąganie[MPa]	0,6 – 3,0	4 - 9	4 – 17	4 – 20
Moduł sprężystości[GPa]	15 – 30	10 – 25	35 – 50	7 – 45
Wydłużenie przy zerwaniu [%]	2,0 – 3,5	3,5 – 6,0	3,5 – 5,0	≤ 12
Współczynnik Poisson'a	0,11 – 0,21	0,23 – 0,33	0,20 – 0,25	0,16 – 0,33
Zakres proporcjonalności krzywej $\sigma \sim \epsilon$ przy ściskaniu	0,3 – 0,4	0,35	0,75 – 0,90	0,6 – 0,8
Ścieralność na tarczy Boehmego [cm]	2 – 8	-	-	0,1 – 0,35
Współczynnik pełzania	1,0 – 4,0	1,7 – 6,2	-	0,65 – 4,2
Przyczepność do stali [MPa]	1,4 – 1,6	4,0 – 4,9	4	3 – 12
Współczynnik liniowej rozszerzalności cieplnej [10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup> ]	10 – 12	11 – 15	10 – 17	10 – 35
Maksymalna temperatura użytkowania [°C]	250	50 – 80	125 – 150	60 – 150
Nasiąkliwość wodą [%]	4 - 10	1 - 15	0,25 – 1,1	0,03 – 3,0
Odporność korozyjna	słaba lub średnia	słaba, średnia lub dobra	dobra lub bardzo dobra	dobra lub znakomita
Zawartość polimeru [%] w masie betonu	-	< 3	< 8	< 15

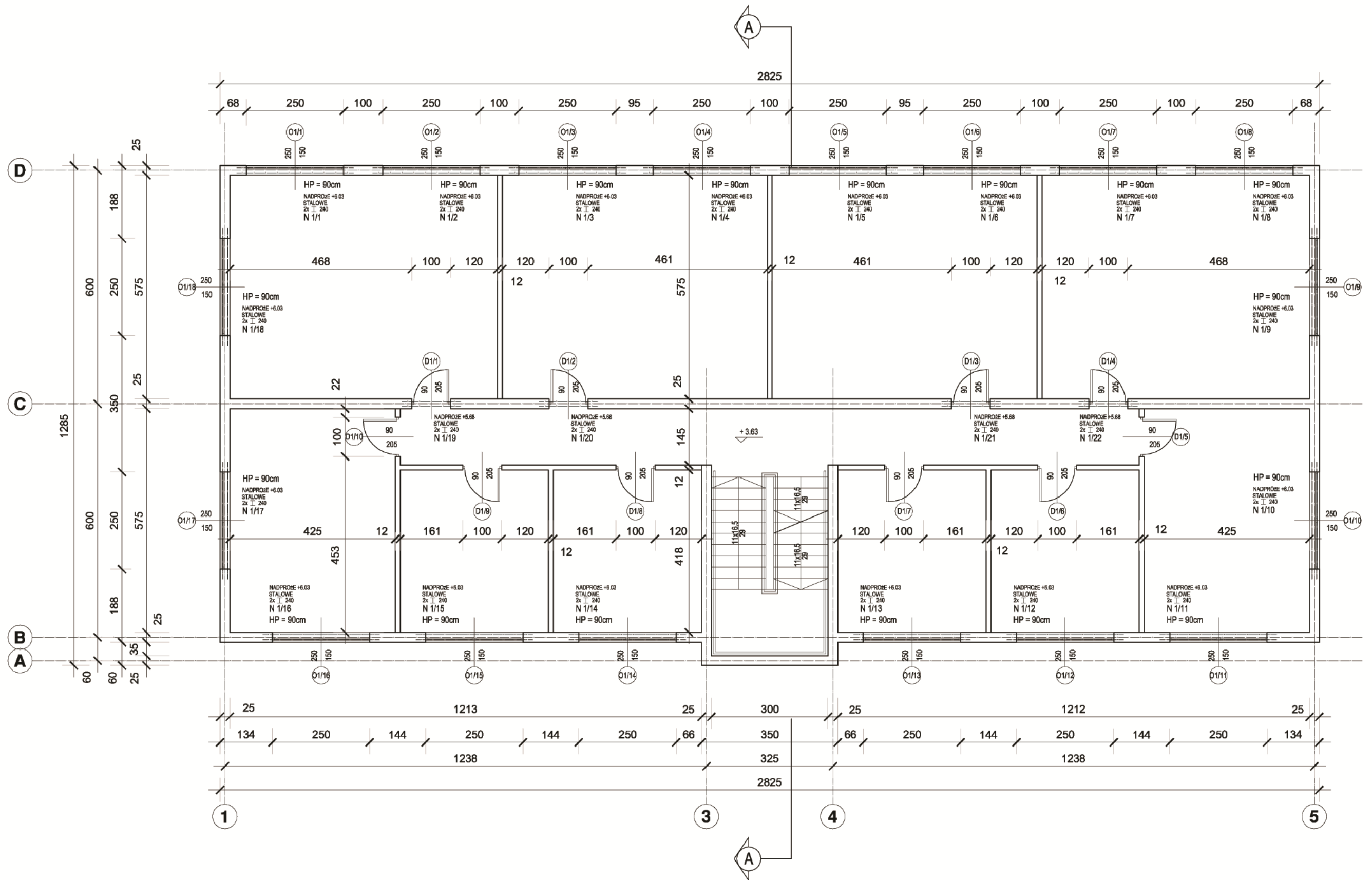
**Tab. 41.** Porównanie właściwości betonów polimerowo – cementowych, impregnowanych polimerem, żywicznych i zwykłych [36].



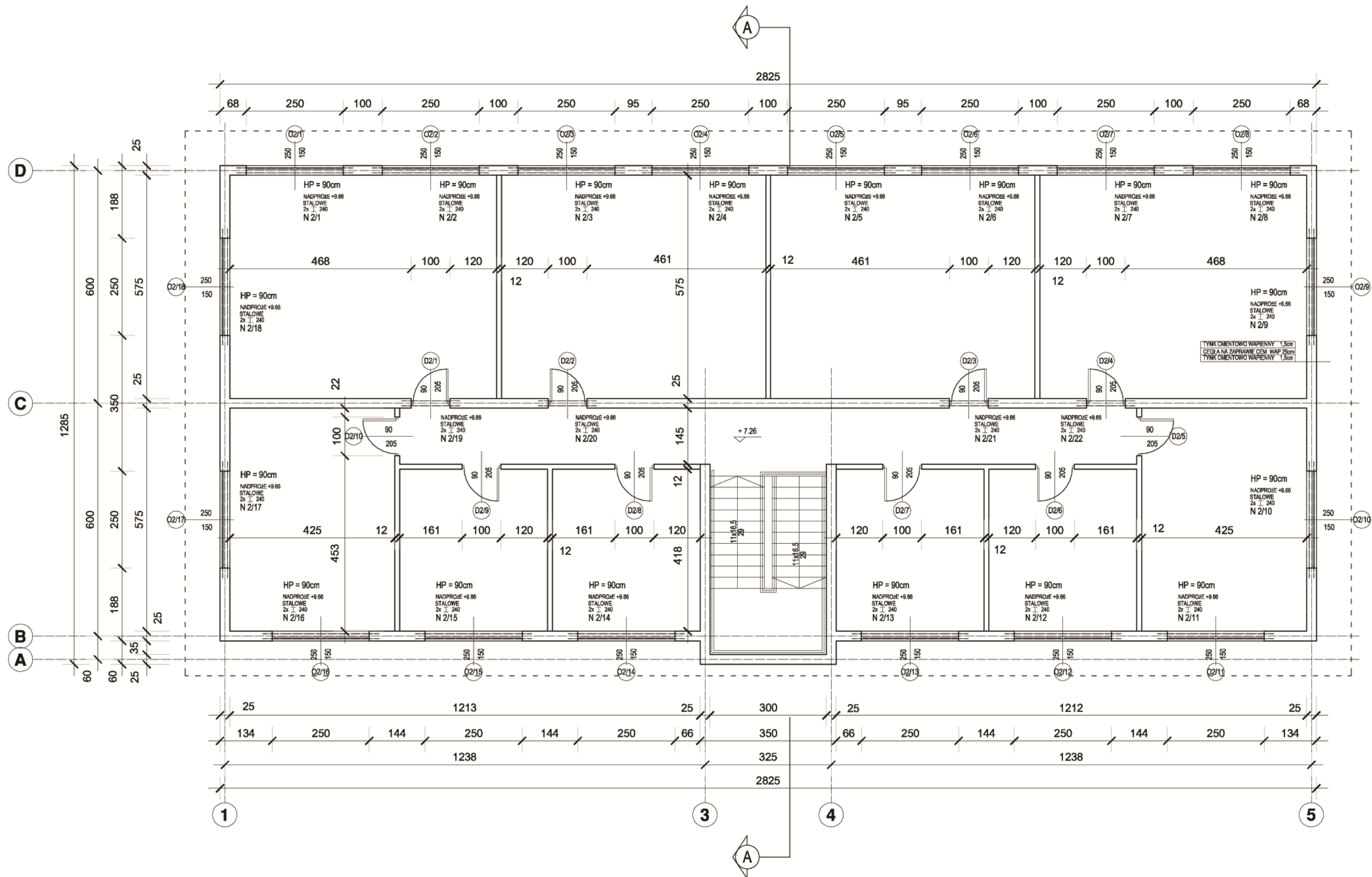
**ZAŁĄCZNIK 6 – Rys. 36.**

OBIEKT MODELOWY NR 1. RZUT PARTERU. SKALA 1:100

/do rozdziału 5/



**ZAŁĄCZNIK 6 – Rys. 37.**  
**OBIEKT MODELOWY NR 1. RZUT I PIĘTRA. SKALA 1:100**  
 /do rozdziału 5/

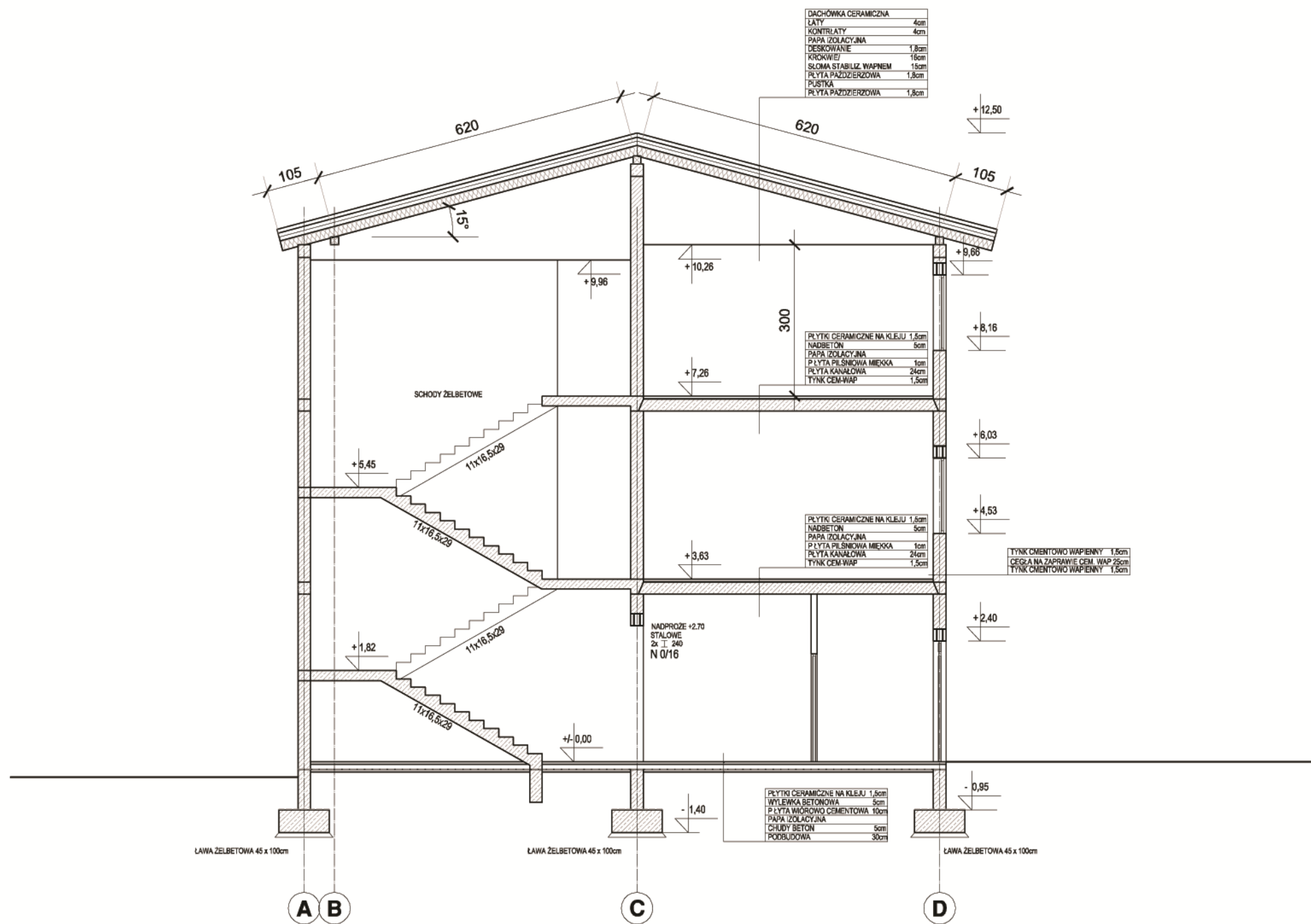


**ZAŁĄCZNIK 6 – Rys. 38.**

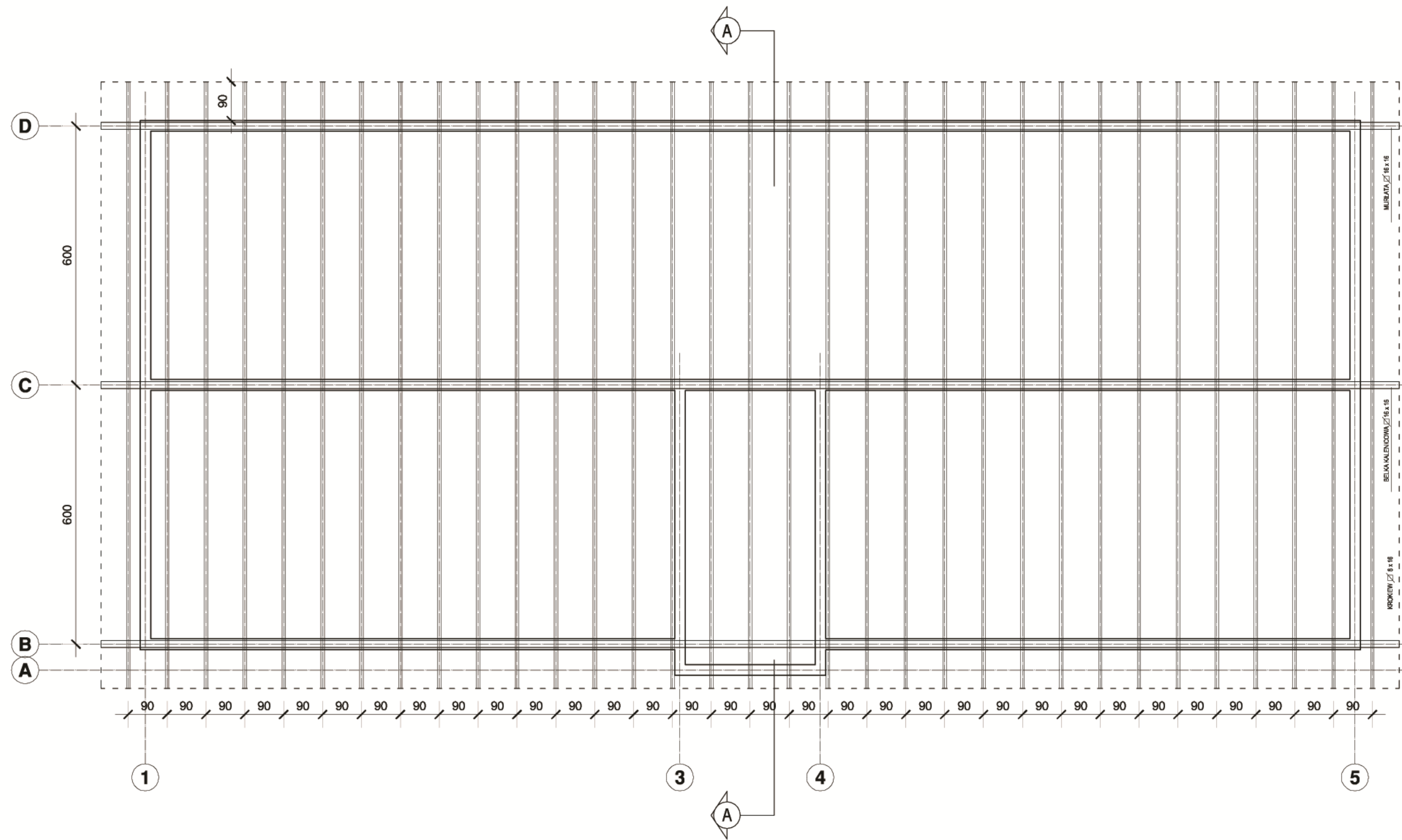
**OBIEKT MODELOWY NR 1. RZUT II PIĘTRA. SKALA 1:100**

*/do rozdziału 5/*

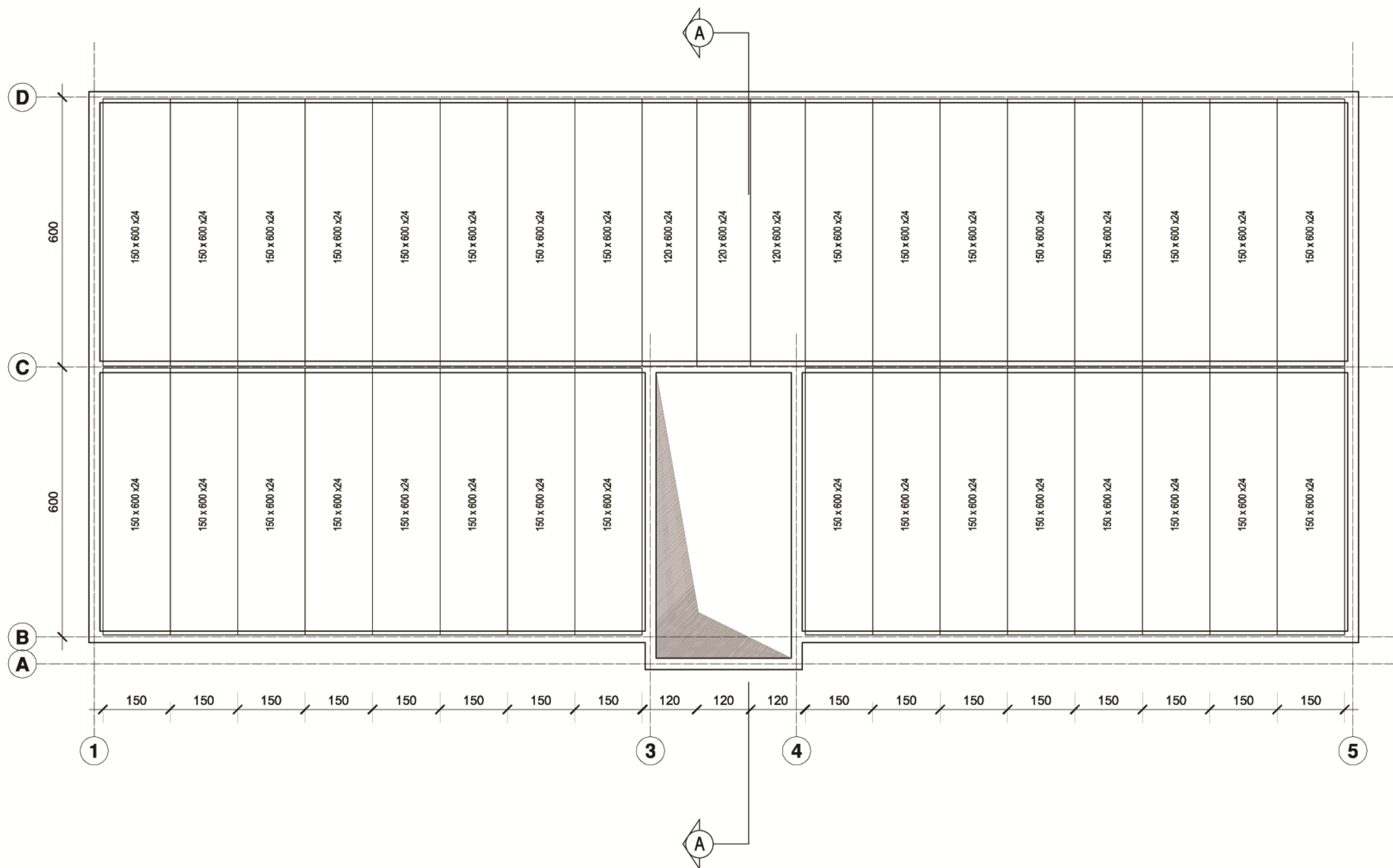




**ZAŁĄCZNIK 6 – Rys. 39.**  
**OBIEKT MODELOWY NR 1. PRZEKRÓJ A-A. SKALA 1:100**  
 /do rozdziału 5/



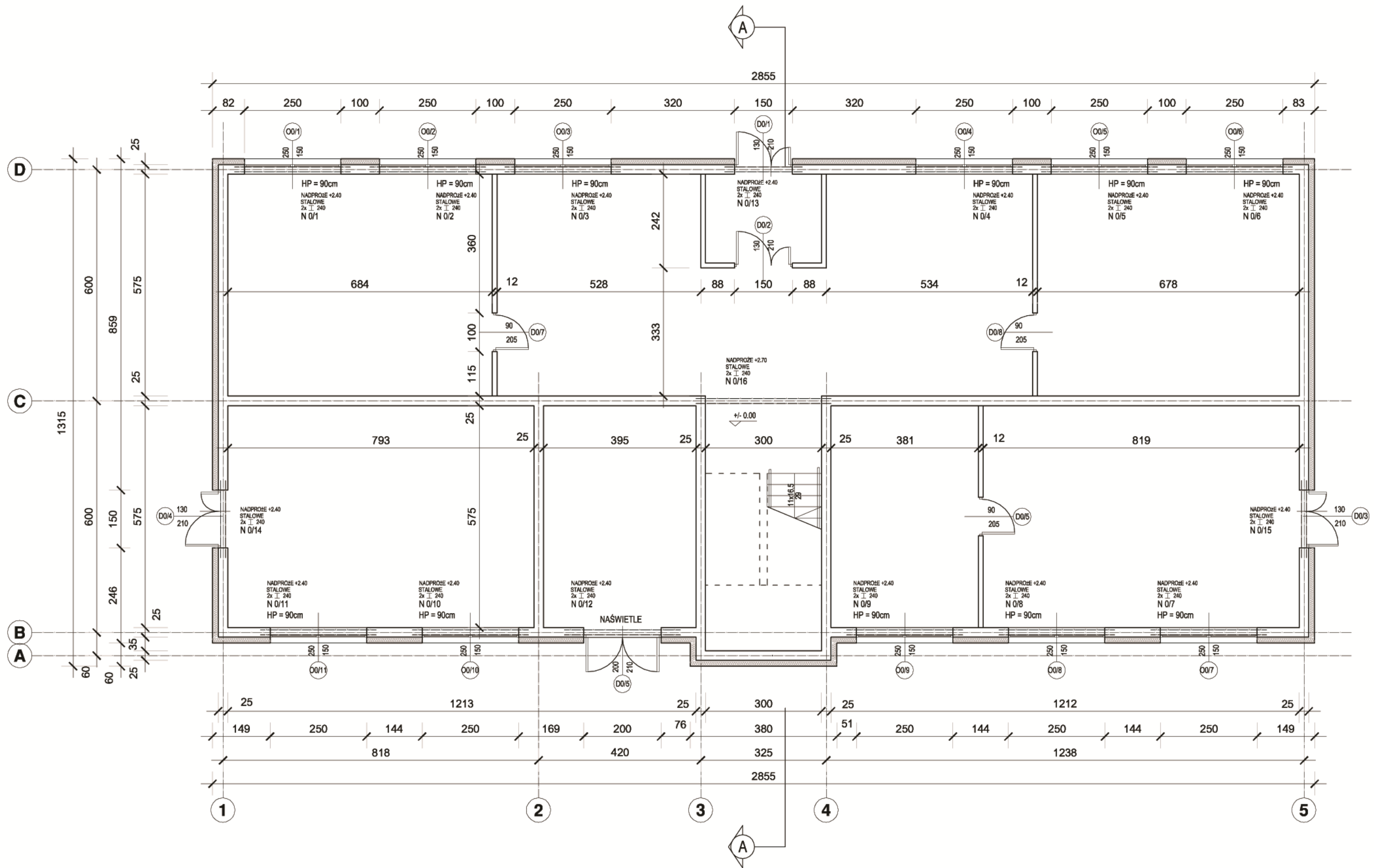
**ZAŁĄCZNIK 6 – Rys. 40.**  
**OBIEKT MODELOWY NR 1. RZUT WIĘZBY DACHOWEJ. SKALA 1:100**  
 /do rozdziału 5/



**ZAŁĄCZNIK 6 – Rys. 41.**

OBIEKT MODELOWY NR 1. STROP I / II PIĘTRA. SCHEMAT UKŁADU PŁYT KANAŁOWYCH. SKALA 1:100

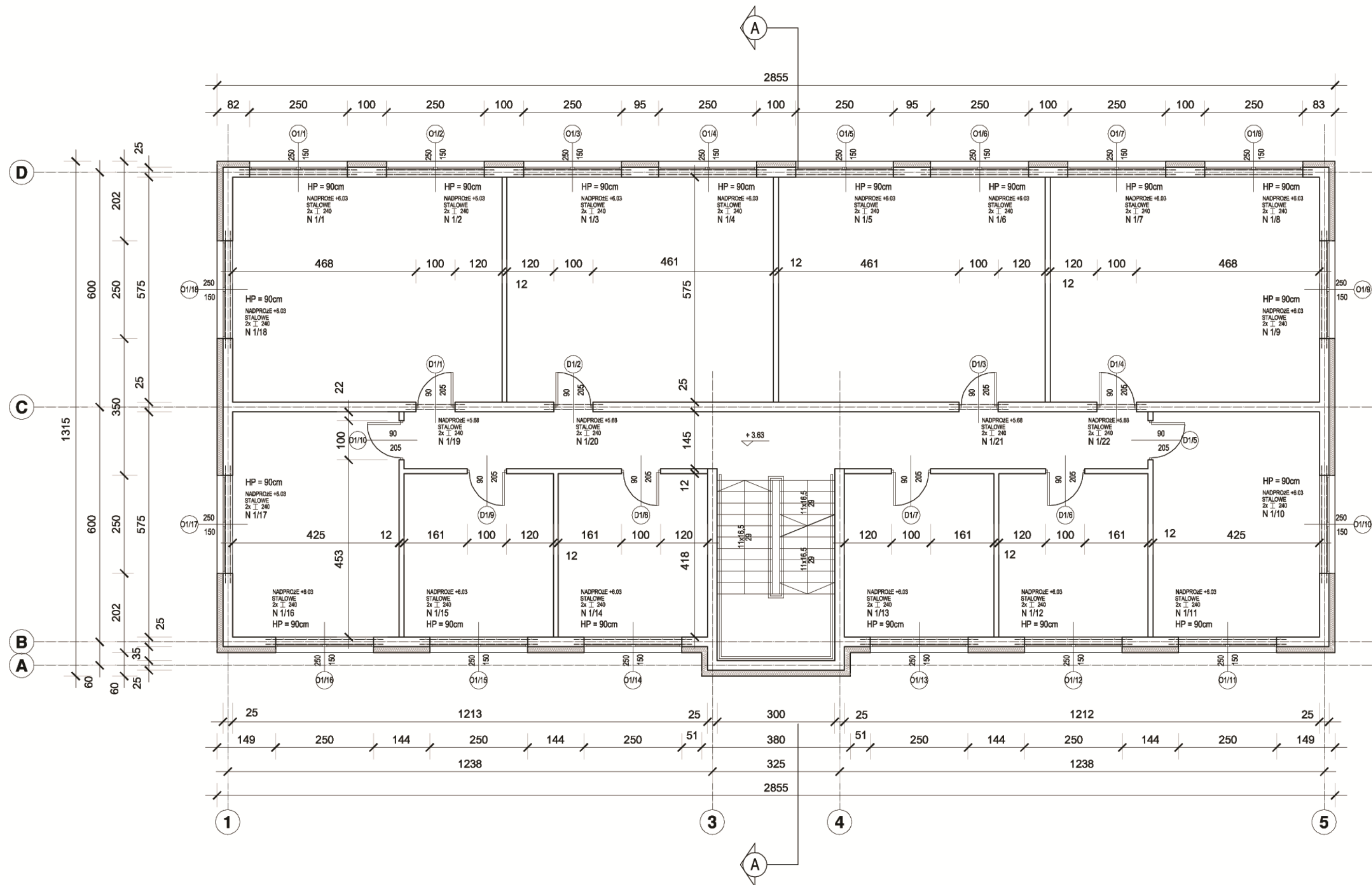
/do rozdziału 5/



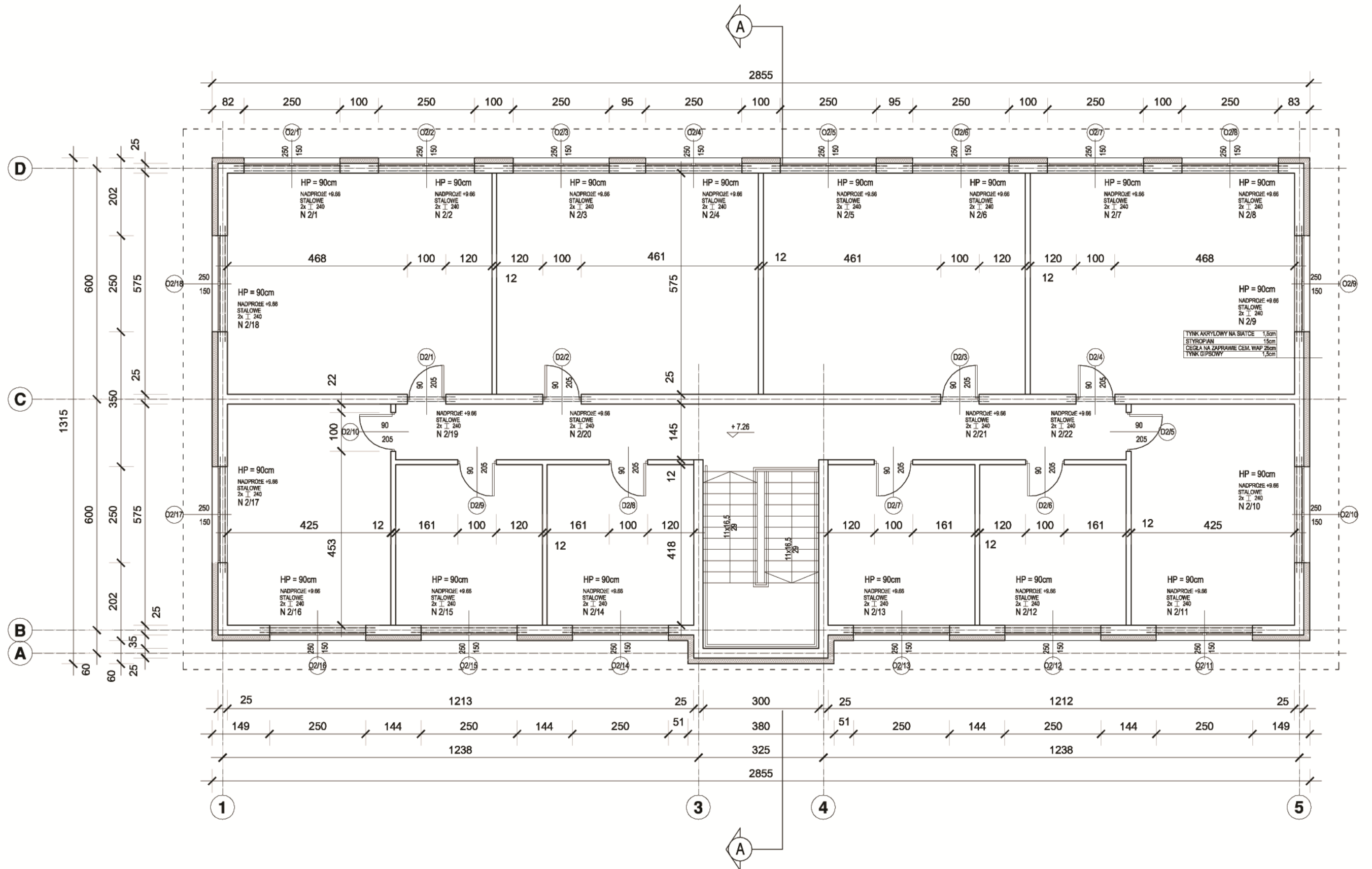
**ZAŁĄCZNIK 7 – Rys. 42.**

OBIEKT MODELOWY NR 2. RZUT PARTERU. SKALA 1:100

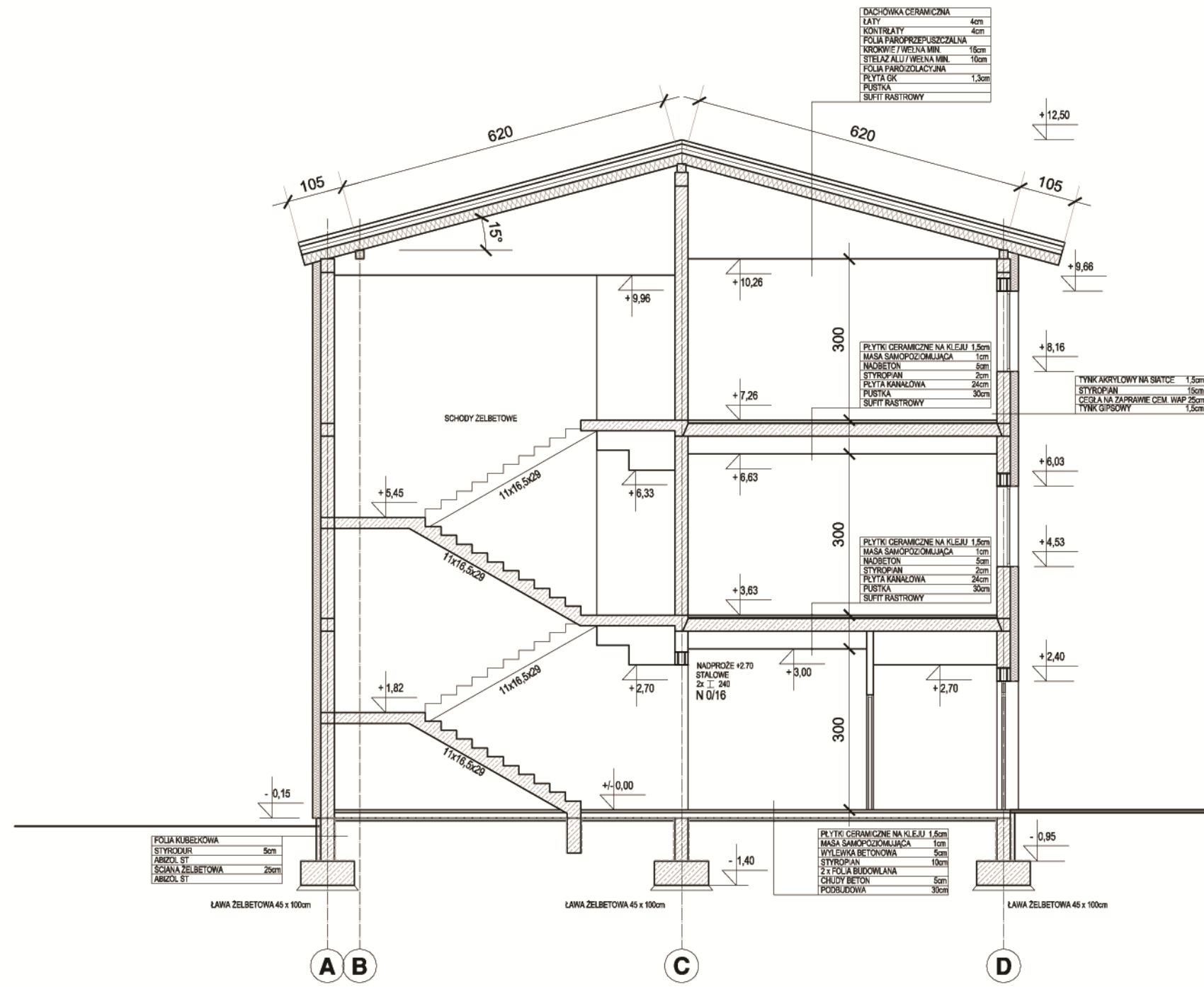
/do rozdziału 5/



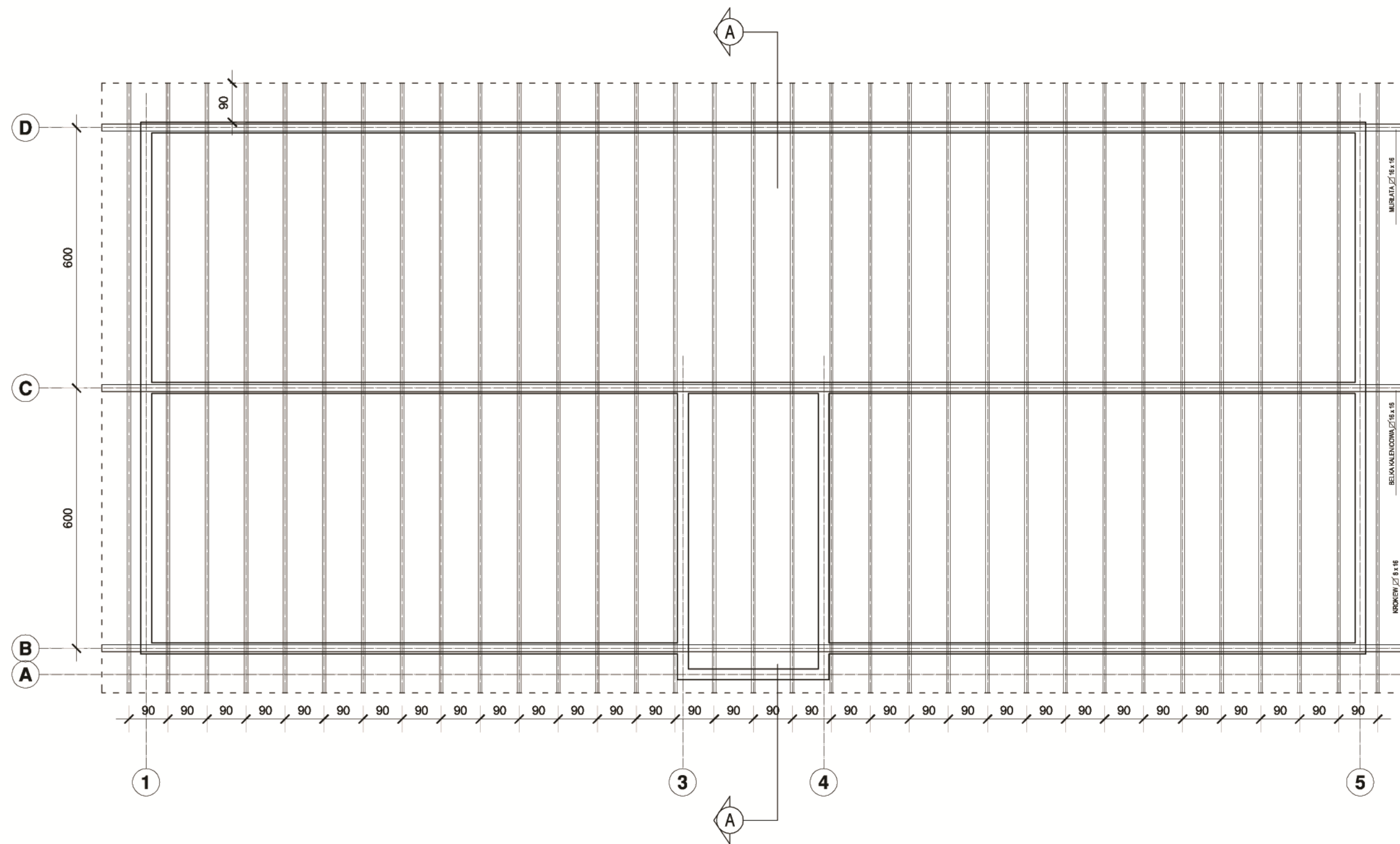
**ZAŁĄCZNIK 7 – Rys. 43.**  
**OBIEKT MODELOWY NR 2. RZUT I PIĘTRA. SKALA 1:100**  
 /do rozdziału 5/



**Załącznik 7 – Rys. 44.**  
**Obiekt Modelowy Nr 2. Rzut II Piętra. Skala 1:100**  
 /do rozdziału 5/

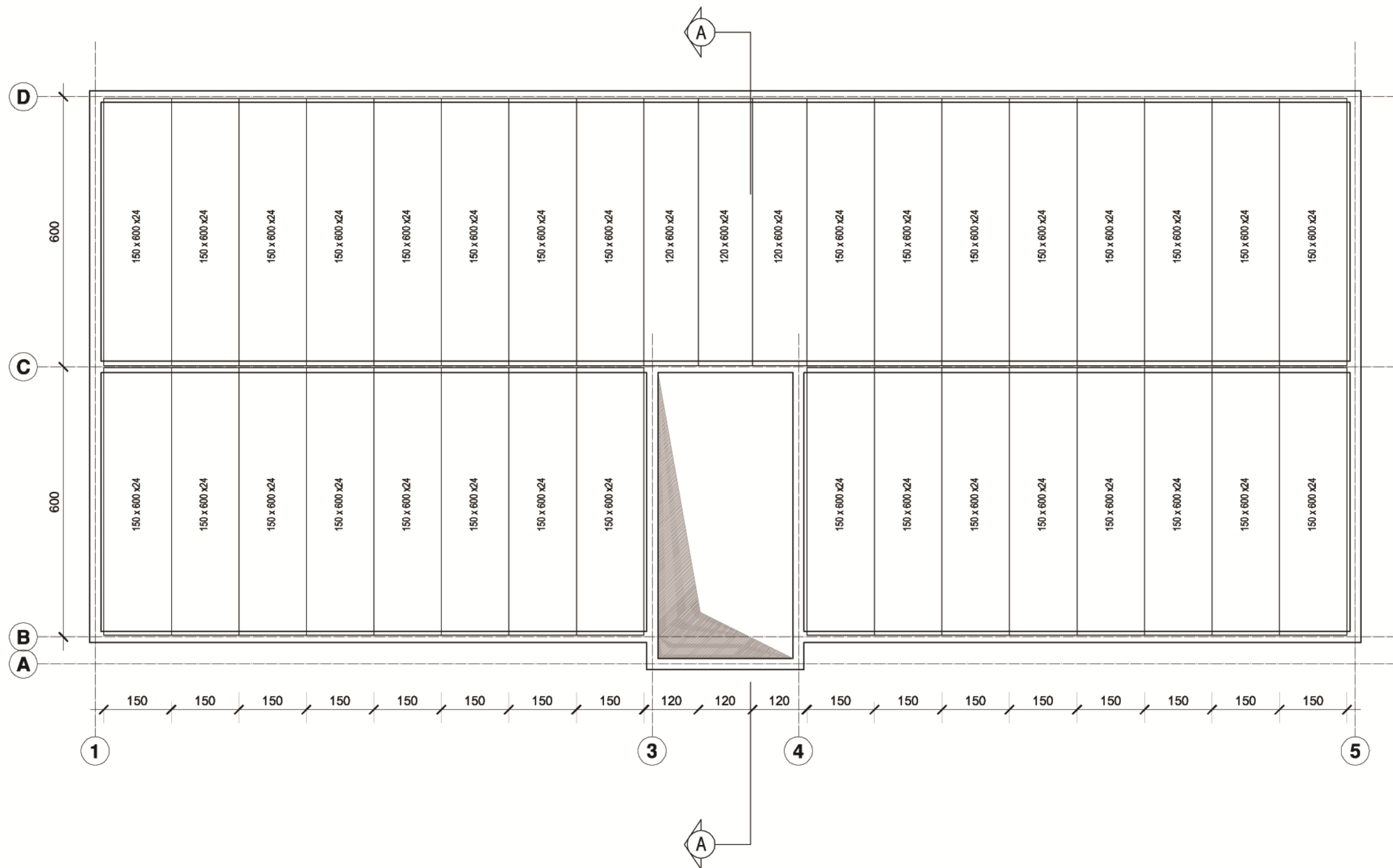


**ZAŁĄCZNIK 7 – Rys. 45.**  
**OBIEKT MODELOWY NR 2. PRZEKRÓJ A-A. SKALA 1:100**  
 /do rozdziału 5/



**ZAŁĄCZNIK 7 – Rys. 46.**  
**OBIEKT MODELOWY NR 2. RZUT WIĘZBY DACHOWEJ. SKALA 1:100**  
 /do rozdziału 5/





**ZAŁĄCZNIK 7 – Rys. 47.**

OBIEKT MODELOWY NR 2. STROP I / II PIĘTRA. SCHEMAT UKŁADU PŁYT KANAŁOWYCH. SKALA 1:100

/do rozdziału 5/

## **ZAŁĄCZNIK 8 – SZACUNKOWA WYCENA ROBÓT /do rozdziału 5/**

- Tab. 42. Szacunkowa wycena rozbiórki obiektu modelowego nr 1.
- Tab. 43. Szacunkowa wycena remontu i termomodernizacji obiektu modelowego nr 1, dostosowującego zabudowę istniejącą do standardu obiektu modelowego nr 2.
- Tab. 44. Szacunkowa wycena realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów nowych na działce niezabudowanej.
- Tab. 45. Szacunkowa wycena realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów z odzysku na działce niezabudowanej.
- Tab. 46. Szacunkowa wycena realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów wtórnych pozyskanych bezpośrednio w trakcie rozbiórki obiektu modelowego nr 1.

SZACUNKOWA WYCENA ROZBIÓRKI OBIEKTU MODELOWEGO NR 1:

Lp.	Podstawa wyceny	Opis	Jedn. miary	Ilość	Cena zł	Wartość zł (5 x 6)
1	2	3	4	5	6	7
<b>1</b>		<b>Roboty ziemne</b>				
1 d.1	<b>KNR 4-01 010402</b>	Wykopy o ścianach pionowych przy odkrywaniu odcinkami istniejących fundamentów o głębokości do 1.5 m w gruncie kat. III	m3	81,393	108,83	8858,00
2 d.1	<b>KNR 2-01 03200201</b>	Zасыpywanie wykopów liniowych o ścianach pionowych w gruntach kat.III-IV; głębokość do 1.5 m, szerokość 0.8-1.5 m	m3	152,768	31,68	4839,69
3 d.1	<b>KNR 2-01 021103 0214-04</b>	Roboty ziemne wykonywane koparkami przedsięwziętymi 0. 25 m3 w ziemi kat.I-III uprzednio zmagazynowanej w hałdach z transportem urobku samochodami samowładowczymi na odl.15 km - dowiezienie ziemi do zasypania przestrzeni po fundamentach	m3	71,375	93,51	6674,28
<b>Razem dział: Roboty ziemne</b>						<b>20371,97</b>
<b>2</b>		<b>Ławy fundamentowe</b>				
4 d.2	<b>KNR 4-04 030102</b>	Rozebranie podłoża z betonu żwirowego o grubości do 10 cm - chudy beton	m3	15,026	161,18	2421,89
5 d.2	<b>KNR 4-04 030201</b>	Rozebranie ław, stóp i fundamentów pod maszyny betonowych o grubości (wysokości) do 70 cm	m3	56,349	259,39	14616,37
<b>Razem dział: Ławy fundamentowe</b>						<b>17038,26</b>
<b>3</b>		<b>Ściany fundamentowe</b>				
6 d.3	<b>KNR 4-04 030302</b>	Rozebranie ścian żelbetowych o grubości do 30 cm	m3	24,644	438,04	10795,06
<b>Razem dział: Ściany fundamentowe</b>						<b>10795,06</b>
<b>4</b>		<b>Ściany nośne</b>				
7 d.4	<b>KNR 4-04 010202</b>	Rozebranie murów i słupów w budynkach o wysokości do 9 m (do 2 kondygnacji) na zaprawie cementowo-wapiennej	m3	256,173	80,33	20578,38
8 d.4	<b>KNR 4-01 035401</b>	Wykucie z muru belek stalowych	m	329,000	16,59	5458,11
<b>Razem dział: Ściany nośne</b>						<b>26036,49</b>
<b>5</b>		<b>Stropy</b>				
9 d.5	<b>KNR 2-02 0302- 02 ana- logia</b>	Budynki z elementów typu bloki żerańskie - płyty stropowe o powierzchni ponad 6 m2 - płyty 1,5*6,0m - DEMONTAŻ PRZYJĘTO 40% NAKŁADÓW ROBOZIZNY	elem.	70,000	69,05	4833,50

10 d.5	<b>KNR 4-04 030503</b>	Rozebranie stropów żelbetowych (płyt, belek, żeber, wieńców) przy grubości płyty stropowej do 20 cm - wieńce	m3	21,724	279,75	6077,29
<b>Razem dział: Stropy</b>						<b>10910,79</b>
<b>6</b>		<b>Schody</b>				
11 d.6	<b>KNR 4-04 030503</b>	Rozebranie stropów żelbetowych (płyt, belek, żeber, wieńców) przy grubości płyty stropowej do 20 cm - schody żelbetowe	m3	6,990	279,75	1955,45
<b>Razem dział: Schody</b>						<b>1955,45</b>
<b>7</b>		<b>Ścianki działowe</b>				
12 d.7	<b>KNR 4-04 010504</b>	Rozebranie ścianek pełnych z cegły o grubości 1/2 cegły na zaprawie cementowo-wapiennej	m2	410,982	25,00	10274,55
<b>Razem dział: Ścianki działowe</b>						<b>10274,55</b>
<b>8</b>		<b>Podkłady podposadzkowe, posadzki</b>				
13 d.8	<b>KNR 4-04 030101</b>	Rozebranie podłoża z betonu żwirowego o grubości do 5 cm	m3	15,871	152,37	2418,26
14 d.8	<b>KNR 2-02 0604- 03 ana- logia</b>	Rozebranie izolacji z papy (przyjęto 40% nakładów robocizny)	m2	317,420	3,06	971,31
15 d.8	<b>KNR 4-01 0604- 13 ana- logia</b>	Rozebranie izolacji z płyt wiórowo-cementowych o grubości 10 cm (przyjęto 40% nakładów robocizny)	m2	317,420	7,05	2237,81
16 d.8	<b>KNR 2-02 0610- 05 ana- logia</b>	Rozebranie izolacji z płyt pilśniowych miękkich (przyjęto 40% nakładów robocizny)	m2	575,744	1,30	748,47
17 d.8	<b>KNR 4-01 080407</b>	Zerwanie posadzki cementowej	m2	890,922	19,18	17087,88
18 d.8	<b>KNR 4-01 081107</b>	Rozebranie posadzki z płytek na zaprawie cementowej	m2	890,922	23,84	21239,58
19 d.8	<b>KNR 4-01 0804- 08 ana- logia</b>	Zerwanie cokolika z płytek	m	691,370	4,66	3221,78
<b>Razem dział: Podkłady podposadzkowe, posadzki</b>						<b>47925,09</b>
<b>9</b>		<b>Tynki ścian</b>				
20 d.9	<b>KNR 4-01 070105</b>	Odbicie tynków wewnętrznych z zaprawy cementowo-wapiennej na ścianach, filarach, pilastrach o powierzchni odbicia ponad 5 m2	m2	2255,002	8,55	19280,27
<b>Razem dział: Tynki ścian</b>						<b>19280,27</b>
<b>10</b>		<b>Sufity</b>				
21 d.10	<b>KNR 4-01 070111</b>	Odbicie tynków wewnętrznych z zaprawy cementowo-wapiennej na stropach płaskich, belkach, biegach i spocznikach schodów o powierzchni odbicia ponad 5 m2	m2	583,250	13,99	8159,67

22 d.10	<b>KNR 4-01 0429- 06 ana- logia</b>	Rozebranie elementów stropów drewnianych - podsufitek z płyt paździerzowych 1,8 cm	m2	302,572	4,66	1409,99
<b>Razem dział: Sufity</b>						<b>9569,66</b>
<b>11</b>	<b>Okładziny schodów</b>					
23 d.11	<b>KNR 4-01 081107</b>	Rozebranie posadzki z płytek na zaprawie cementowej	m2	38,536	23,84	918,70
24 d.11	<b>KNR 4-01 0804- 08 analo- gia</b>	Zerwanie cokolika z płytek	m	33,040	4,66	153,97
<b>Razem dział: Okładziny schodów</b>						<b>1072,67</b>
<b>12</b>	<b>Elementy kowalsko ślusarskie</b>					
25 d.12	<b>KNR 4-04 080401</b>	Rozebranie balustrad z kształtowników stalowych w poziomie I kondygnacji	m	22,560	25,15	567,38
26 d.12	<b>KNR 4-04 080402</b>	Rozebranie balustrad z kształtowników stalowych w poziomie II kondygnacji	m	24,260	25,41	616,45
<b>Razem dział: Elementy kowalsko ślusarskie</b>						<b>1183,83</b>
<b>13</b>	<b>Stolarka okienna i drzwiowa</b>					
27 d.13	<b>KNR 4-01 035408</b>	Wykucie z muru ościeżnic stalowych lub krat okiennych o powierzchni ponad 2 m2 - okna aluminiowe	m2	176,250	21,77	3836,96
28 d.13	<b>KNR 4-01 035410</b>	Wykucie z muru ościeżnic stalowych lub krat drzwiowych o powierzchni ponad 2 m2 - drzwi aluminiowe	m2	17,130	16,33	279,73
29 d.13	<b>KNR 4-01 035409</b>	Wykucie z muru ościeżnic stalowych lub krat drzwiowych o powierzchni do 2 m2	szt.	23,000	33,95	780,85
30 d.13	<b>KNR 4-01 035411</b>	Wykucie z muru podokienników drewnianych, stalowych wewnętrzne	m	117,500	17,62	2070,35
31 d.13	<b>KNR 4-01 035411</b>	Wykucie z muru podokienników drewnianych, stalowych zewnętrzne	m	117,500	17,62	2070,35
<b>Razem dział: Stolarka okienna i drzwiowa</b>						<b>9038,24</b>
<b>14</b>	<b>Więźba dachowa z pokryciem</b>					
32 d.14	<b>KNR 4-01 0429- 06 analo- gia</b>	Rozebranie elementów stropów drewnianych - podsufitek z płyt paździerzowych 1,8 cm	m2	444,740	4,66	2072,49
33 d.14	<b>KNR 4-01 043006</b>	Rozebranie elementów więźb dachowych - więźby dachowe proste	m2	444,740	4,15	1845,67
34 d.14	<b>KNR 4-01 0429- 02 analo- gia</b>	Rozebranie elementów stropów drewnianych - zasypek słomy stabilizowanej wapnem pomiędzy krokwiami	m2	444,740	5,44	2419,39
35 d.14	<b>KNR 4-01 043002</b>	Rozebranie elementów więźb dachowych - deskowanie dachu z desek na styk	m2	444,740	4,66	2072,49
36 d.14	<b>KNR 2-02 0604- 03 analo- gia</b>	Rozebranie izolacji z papy (przyjęto 40% nakładów robocizny)	m2	444,740	3,06	1360,90

37 d.14	<b>KNR 4-01 043005</b>	Rozebranie elementów więźb dachowych - ołączenie dachu o odstępie łąt ponad 24 cm	m2	444,740	1,81	804,98
38 d.14	<b>KNR 4-01 0430- 05 analo- gia</b>	Rozebranie elementów więźb dachowych - ołączenie dachu o odstępie łąt ponad 24 cm - kontrłaty (przyjęto 50% nakładów robocizny)	m2	444,740	0,91	404,71
39 d.14	<b>KNR 4-01 050803</b>	Rozbiórka pokrycia z dachówki	m2	444,740	13,59	6044,02
40 d.14	<b>KNR 4-01 053502</b>	Rozebranie pokrycia dachowego z blachy nie nadającej się do użytku	m2	22,425	3,11	69,74
41 d.14	<b>KNR 4-01 053504</b>	Rozebranie rynien z blachy nie nadającej się do użytku	m	60,100	3,89	233,79
42 d.14	<b>KNR 4-01 053506</b>	Rozebranie rur spustowych z blachy nie nadającej się do użytku	m	41,800	2,85	119,13
43 d.14	<b>KNR 4-01 0429- 05 analo- gia</b>	Rozebranie elementów stropów drewnianych - podsufitek z desek nieotynkowanych - podbitki	m2	95,610	6,48	619,55
<b>Razem dział: Więźba dachowa z pokryciem</b>						<b>18066,86</b>
<b>15</b>		<b>Elewacja</b>				
44 d.15	<b>KNR 4-01 0701- 05 analo- gia</b>	Odbicie tynków zewnętrznych z zaprawy cementowo-wapiennej na ścianach, filarach, pilastrach o powierzchni odbicia ponad 5 m2	m2	737,775	8,55	6307,98
45 d.15	<b>KNR 2-02 160402</b>	Rusztowania zewnętrzne rurowe o wysokości do 15 m	m2	898,380	18,31	16449,34
<b>Razem dział: Elewacja</b>						<b>22757,32</b>
46 d.16	<b>KNR 4-04 110301</b>	Załadowanie gruzu koparko-ładowarką przy obsłudze na zmianę roboczą przez 3 samochody samowyładowcze	m3	913,158	22,14	20217,32
47 d.16	<b>KNR 4-04 110304 1103- 05</b>	Wywiezienie gruzu z terenu rozbiórki przy mechanicznym załadunku i wyładunku samochodem samowyładowczym na odległość 10 km	m3	913,158	65,94	60213,64
48 d.16	<b>KNR 4-04 110703 1107- 04</b>	Transport złomu samochodem skrzyniowym z załadunkiem i wyładunkiem mechanicznym na odległość 8 km	t	12,345	175,54	2167,04
<b>Razem dział: Wywóz gruzu</b>						<b>82598,00</b>
<b>Wartość kosztorysowa robót bez podatku VAT</b>						<b>308874,51</b>

**Słownie: trzysta osiem tysięcy osiemset siedemdziesiąt cztery i 51/100 zł**

**Tab. 42.** Szacunkowa wycena rozbiórki obiektu modelowego nr 1. Opracowanie autora.

SZACUNKOWA WYCENA REMONTU I TERMOMODERNIZACJI OBIEKTU  
MODELOWEGO NR 1 DOSTOSOWUJĄCEGO ZABUDOWĘ ISTNIEJĄCĄ  
DO STANDARDU OBIEKTU MODELOWEGO NR 2:

Lp.	Podstawa wyceny	Opis	Jedn. miary	Ilość	Cena zł	Wartość zł (5 x 6)
1	2	3	4	5	6	7
<b>1</b>		<b>Roboty ziemne</b>				
1 d.1	<b>KNR 4-01 010402</b>	Wykopy o ścianach pionowych przy odkrywaniu odcinkami istniejących fundamentów o głębokości do 1.5 m w gruncie kat. III	m3	101,180	108,83	11011,42
2 d.1	<b>KNR 2-01 03200201</b>	Zасыpywanie wykopów liniowych o ścianach pionowych w gruntach kat.III-IV; głębokość do 1.5 m, szerokość 0.8-1.5 m	m3	101,180	31,68	3205,38
<b>Razem dział: Roboty ziemne</b>						<b>14216,80</b>
<b>2</b>		<b>Izolacje ław fundamentowych i ścian od zewnątrz</b>				
3 d.2	<b>ZKNR C-1 0301-01</b>	- Skucie nierówności i oczyszczenie podłoża. - pod wykonanie izolacji	m2	30,848	5,18	159,79
4 d.2	<b>KNR 2-02 060201</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne poziome - wykonywane na zimno z emulsji asfaltowej - pierwsza warstwa	m2	30,848	2,47	76,19
5 d.2	<b>KNR 2-02 060202</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne poziome - wykonywane na zimno z emulsji asfaltowej - druga i następna warstwa	m2	30,848	2,21	68,17
6 d.2	<b>KNR 2-02 060301</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z emulsji asfaltowej - pierwsza warstwa	m2	37,017	3,45	127,71
7 d.2	<b>KNR 2-02 060302</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z emulsji asfaltowej - druga i następna warstwa	m2	37,017	2,94	108,83
8 d.2	<b>KNR 2-02 060305</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych gęstych - pierwsza warstwa - abizol ST ściany fundamentowe	m2	65,808	13,28	873,93
9 d.2	<b>KNR 2-02 060306</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych gęstych - druga i następna warstwa - abizol ST ściany fundamentowe	m2	65,808	11,12	731,78
10 d.2	<b>KNR 0-40 010901</b>	Izolacja termiczna ścian fundamentowych - styrodur 5 cm na abizol ST	m2	65,808	42,96	2827,11
11 d.2	<b>KNR-W 3 0207-01</b>	Izolacje pionowe ścian fundamentowych z folii kubełkowej bez gruntowania powierzchni	m2	102,825	11,18	1149,58
<b>Razem dział: Izolacje ław fundamentowych i ścian od zewnątrz</b>						<b>6123,09</b>

<b>3</b>		<b>Podkłady podposadzkowe, posadzki</b>				
12 d.3	<b>KNR 4-01 010601</b>	Wykopy nieumocnione o ścianach pionowych wykonywane wewnątrz budynku z odrzuceniem na odległość do 3 m usunięcie istniejącej podbudowy	m3	95,226	120,49	11473,78
13 d.3	<b>KNR 4-01 010604</b>	Wykopy nieumocnione o ścianach pionowych wykonywane wewnątrz budynku - usunięcie z parteru budynku gruzu i ziemi	m3	95,226	117,64	11202,39
14 d.3	<b>KNR 4-04 030101</b>	Rozebranie podłoża z betonu żwirowego o grubości do 5 cm	m3	15,871	152,37	2418,26
15 d.3	<b>KNR 2-02 0604- 03 analogia</b>	Rozebranie izolacji z papy (przyjęto 40% nakładów robocizny)	m2	317,420	3,06	971,31
16 d.3	<b>KNR 4-01 0604- 13 analogia</b>	Rozebranie izolacji z płyt wiórowo-cementowych o grubości 10 cm (przyjęto 40% nakładów robocizny)	m2	317,420	7,05	2237,81
17 d.3	<b>KNR 2-02 0610- 05 analogia</b>	Rozebranie izolacji z płyt pilśniowych miękkich (przyjęto 40% nakładów robocizny)	m2	575,744	1,30	748,47
18 d.3	<b>KNR 4-01 080407</b>	Zerwanie posadzki cementowej	m2	890,922	19,18	17087,88
19 d.3	<b>KNR 4-01 081107</b>	Rozebranie posadzki z płytek na zaprawie cementowej	m2	890,922	23,84	21239,58
20 d.3	<b>KNR 4-01 0804- 08 analogia</b>	Zerwanie cokolika z płytek	m	691,370	4,66	3221,78
21 d.3	<b>KNR 2-02 110107</b>	Podkłady z ubitych materiałów sypkich na podłożu gruntowym	m3	95,226	139,17	13252,60
22 d.3	<b>KNR 2-02 110101</b>	Podkłady betonowe na podłożu gruntowym	m3	15,871	330,79	5249,97
23 d.3	<b>KNR 2-02 060701</b>	Izolacje przeciwwilgociowe i przeciwwodne z folii polietylenowej szerokiej poziome podposadzkowe Krotność = 2	m2	317,420	8,40	2666,33
24 d.3	<b>KNR 2-02 060903</b>	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z płyt styropianowych poziome na wierzchu konstrukcji na sucho - jedna warstwa - EPS 100 gr. 10 cm	m2	317,420	19,04	6043,68
25 d.3	<b>KNR 2-02 060903</b>	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z płyt styropianowych poziome na wierzchu konstrukcji na sucho - jedna warstwa - EPS 100 gr. 2 cm	m2	575,744	6,04	3477,49
26 d.3	<b>KNR 2-02 110201 1102- 03</b>	Warstwy wyrównawcze pod posadzki z zaprawy cementowej grubości 50 mm zatarte na ostro	m2	890,922	27,26	24286,53
27 d.3	<b>NNRNKB 202 1130-02 113003</b>	(z.VII) Warstwy wyrównujące i wygładzające z zaprawy samopoziomującej grubości 10 mm wykonywane w pomieszczeniach o pow. ponad 8 m2	m2	890,922	56,95	50738,01



28 d.3	<b>KNR 0-12 111803</b>	Posadzki z płytek o wymiarach 30 x 30 cm, układanych metodą zwykłą	m2	890,922	123,53	110055,59
29 d.3	<b>KNR 0-12 111902</b>	Cokoliki z płytek o wymiarach 30 x 30 cm i wysokości cokolika równej 15 cm	m	691,370	19,16	13246,65
<b>Razem dział: Podkłady podposadzkowe, posadzki</b>						<b>299618,11</b>
<b>4</b>		<b>Tynki ścian</b>				
30 d.4	<b>KNR 4-01 070105</b>	Odbicie tynków wewnętrznych z zaprawy cementowo-wapiennej na ścianach, filarach, pilastrach o powierzchni odbicia ponad 5 m2	m2	2255,002	8,55	19280,27
31 d.4	<b>KNR 2-02 200801</b>	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm wykonywane mechanicznie na ścianach na podłożu ceramicznym	m2	2255,002	22,10	49835,54
32 d.4	<b>KNR 2-02 200808</b>	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm wykonywane mechanicznie na ścianach dodatek za pogrubienie o 5 mm	m2	2255,002	7,61	17160,57
33 d.4	<b>KNR 2-02 150503</b>	Dwukrotne malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłoży gipsowych z gruntowaniem	m2	2255,002	6,54	14747,71
34 d.4	<b>KNR 2-02 150504</b>	Malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłoży gipsowych z gruntowaniem - dodatek za każde dalsze malowanie	m2	2255,002	2,25	5073,75
<b>Razem dział: Tynki ścian</b>						<b>106097,84</b>
<b>5</b>		<b>Sufity</b>				
35 d.5	<b>KNR 4-01 070111</b>	Odbicie tynków wewnętrznych z zaprawy cementowo-wapiennej na stropach płaskich, belkach, biegach i spocznikach schodów o powierzchni odbicia ponad 5 m2	m2	583,250	13,99	8159,67
36 d.5	<b>KNR 4-01 0429-06 analogia</b>	Rozebranie elementów stropów drewnianych - podsufitek z płyt paździerzowych 1,8 cm	m2	302,572	4,66	1409,99
37 d.5	<b>KNR-W 2-02 2702-01</b>	Sufity podwieszane o konstrukcji metalowej z wypełnieniem płytami z włókien mineralnych	m2	885,822	73,88	65444,53
38 d.5	<b>KNR-W 2-02 2004-07</b>	Obudowa belek i podciągów płytami gipsowo-kartonowymi na rusztach metalowych pojedynczych jednowarstwowo 50-01	m2	8,730	93,42	815,56
39 d.5	<b>KNR 2-02 200804</b>	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm wykonywane mechanicznie na stropach na podłożu betonowym	m2	35,156	23,09	811,75
40 d.5	<b>KNR 2-02 200809</b>	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm wykonywane mechanicznie na stropach dodatek za pogrubienie o 5 mm	m2	35,156	8,57	301,29
41 d.5	<b>KNR 2-02 150503</b>	Dwukrotne malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłoży gipsowych z gruntowaniem	m2	43,886	6,54	287,01

42 d.5	<b>KNR 2-02 150504</b>	Malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłogi gipsowych z gruntowaniem - dodatek za każde dalsze malowanie	m2	43,886	2,25	98,74
<b>Razem dział: Sufity</b>						<b>77328,54</b>
<b>6</b>	<b>Okładziny schodów</b>					
43 d.6	<b>KNR 4-01 081107</b>	Rozebranie posadzki z płytek na zaprawie cementowej schody	m2	38,536	23,84	918,70
44 d.6	<b>KNR 4-01 0804-08 analogia</b>	Zerwanie cokolika z płytek - schody	m	33,040	4,66	153,97
45 d.6	<b>KNR 0-12 112003</b>	Okładziny schodów z płytek o wymiarach 30 x 30 cm, układanych metodą zwykłą	m2	38,536	136,03	5242,05
46 d.6	<b>KNR 0-12 111905</b>	Cokoliki na schodach z płytek o wymiarach 30 x 30 cm i wysokości cokolika równej 15 cm	m	33,040	22,27	735,80
<b>Razem dział: Okładziny schodów</b>						<b>7050,52</b>
<b>7</b>	<b>Elementy kowalско ślusarskie</b>					
47 d.7	<b>KNR 4-04 080401</b>	Rozebranie balustrad z kształtowników stalowych w poziomie I kondygnacji	m	22,560	25,15	567,38
48 d.7	<b>KNR 4-04 080402</b>	Rozebranie balustrad z kształtowników stalowych w poziomie II kondygnacji	m	24,260	25,41	616,45
49 d.7	<b>KNR-W 2-02 1207-04</b>	Balustrady schodowe prętowe osadzone i zabetonowane w co trzecim stopniu o masie do 16 kg	m	18,260	556,90	10168,99
50 d.7	<b>KNR-W 2-02 1208-03</b>	Pochwyty na wspornikach	m	28,560	187,92	5367,00
<b>Razem dział: Elementy kowalско ślusarskie</b>						<b>16719,82</b>
<b>8</b>	<b>Stolarka okienna i drzwiowa</b>					
51 d.8	<b>KNR 4-01 035408</b>	Wykucie z muru ościeżnic stalowych lub krat okiennych o powierzchni ponad 2 m2 - okna aluminiowe	m2	176,250	21,77	3836,96
52 d.8	<b>KNR 4-01 035410</b>	Wykucie z muru ościeżnic stalowych lub krat drzwiowych o powierzchni ponad 2 m2 - drzwi aluminiowe	m2	17,130	16,33	279,73
53 d.8	<b>KNR 4-01 035409</b>	Wykucie z muru ościeżnic stalowych lub krat drzwiowych o powierzchni do 2 m2	szt.	23,000	33,95	780,85
54 d.8	<b>KNR 4-01 035411</b>	Wykucie z muru podokienników drewnianych, stalowych wewnętrzne	m	117,500	17,62	2070,35
55 d.8	<b>KNR 4-01 035411</b>	Wykucie z muru podokienników drewnianych, stalowych zewnętrzne	m	117,500	17,62	2070,35
56 d.8	<b>KNR-W 2-02 1039-03</b>	Okna aluminiowe o powierzchni ponad 2.0 m2	m2	176,250	1077,76	189955,20
57 d.8	<b>KNR-W 2-02 1040-02</b>	Drzwi aluminiowe dwuskrzydłowe	m2	17,130	1457,20	24961,84
58 d.8	<b>KNR-W 2-02 1025-01</b>	Ościeżnice stalowe dla drzwi wewnętrznych i wejściowych do lokalu malowane dwukrotnie na budowie typu FD1	szt.	23,000	120,52	2771,96

59 d.8	<b>KNR-W 2-02 1022-01</b>	Skrzydła drzwiowe płytowe wewnętrzne pełne jednoskrzydłowe fabrycznie wykończone	m2	42,435	161,91	6870,65
60 d.8	<b>KNR-W 2-02 0135-02</b>	Obsadzenie prefabrykowanych podokienników długości ponad 1 m - parapety PCV 2,5	szt	47,000	155,44	7305,68
61 d.8	<b>NNRNKB 202 0541-01</b>	(z.VI) Obróbki blacharskie z blachy powlekanej o szer. w rozwinięciu do 25 cm	m2	29,375	118,24	3473,30
<b>Razem dział: Stolarka okienna i drzwiowa</b>						<b>244376,87</b>
<b>9</b>	<b>Więźba dachowa z pokryciem</b>					
62 d.9	<b>KNR 4-01 0429-06 analogia</b>	Rozebranie elementów stropów drewnianych - podsufitek z płyt paździerzowych 1,8 cm	m2	444,740	4,66	2072,49
63 d.9	<b>KNR 4-01 0429-02 analogia</b>	Rozebranie elementów stropów drewnianych - zasypek słomy stabilizowanej wapnem pomiędzy krokwiemi	m2	444,740	5,44	2419,39
64 d.9	<b>KNR 4-01 043002</b>	Rozebranie elementów więźb dachowych - deskowanie dachu z desek na styk	m2	444,740	4,66	2072,49
65 d.9	<b>KNR 2-02 0604-03 analogia</b>	Rozebranie izolacji z papy (przyjęto 40% nakładów robocizny)	m2	444,740	3,06	1360,90
66 d.9	<b>KNR 4-01 043005</b>	Rozebranie elementów więźb dachowych - ołacenie dachu o odstępie lat ponad 24 cm	m2	444,740	1,81	804,98
67 d.9	<b>KNR 4-01 0430-05 analogia</b>	Rozebranie elementów więźb dachowych - ołacenie dachu o odstępie lat ponad 24 cm - kontrłaty (przyjęto 50% nakładów robocizny)	m2	444,740	0,91	404,71
68 d.9	<b>KNR 4-01 050803</b>	Rozbiórka pokrycia z dachówki	m2	444,740	13,59	6044,02
69 d.9	<b>KNR 4-01 053502</b>	Rozebranie pokrycia dachowego z blachy nie nadającej się do użytku	m2	22,425	3,11	69,74
70 d.9	<b>KNR 4-01 053504</b>	Rozebranie rynien z blachy nie nadającej się do użytku	m	60,100	3,89	233,79
71 d.9	<b>KNR 4-01 053506</b>	Rozebranie rur spustowych z blachy nie nadającej się do użytku	m	41,800	2,85	119,13
72 d.9	<b>KNR 4-01 0429-05 analogia</b>	Rozebranie elementów stropów drewnianych - podsufitek z desek nieotynkowanych - podbitki	m2	95,610	6,48	619,55
73 d.9	<b>KNR 4-01 061001</b>	Odrzybianie elementów drewnianych przy użyciu szczotek stalowych - powierzchnia odrzybiania do 2 m2 - istniejąca więźba dachowa	m2	282,512	3,37	952,07
74 d.9	<b>KNR 4-01 062706</b>	Trzykrotna impregnacja grzybobójcza bali i krawędziaków metodą smarowania preparatami solowymi - zabezpieczenie grzybo- i ogniochronne	m2	282,512	11,06	3124,58
75 d.9	<b>KNR 0-15II 0517-01</b>	Pokrycie dachów nieodeskowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem wkrętami - ułożenie na krokwiach ekranu zabezpieczającego z folii	m2	444,740	9,55	4247,27

76 d.9	<b>KNR 0-15II 0517-02</b>	Pokrycie dachów nieodeskowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem wkrętami impregnacja, przycięcie i przybicie kontrłat i łat	m2	444,740	21,37	9504,09
77 d.9	<b>KNR 0-15II 0517-03</b>	Pokrycie dachów nieodeskowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem wkrętami	m2	444,740	118,43	52670,56
78 d.9	<b>KNR 0-15II 0517-04</b>	Pokrycie dachów nieodeskowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem wkrętami - montaż gąsiorów z przymocowaniem wkrętami do deski kalenicowej	m	30,050	89,56	2691,28
79 d.9	<b>KNR 2-02 061303</b>	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z wełny mineralnej poziome z płyt układanych na sucho - jedna warstwa - gr. 16 cm	m2	444,740	30,92	13751,36
80 d.9	<b>KNR 2-02 061304</b>	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z wełny mineralnej poziome z płyt układanych na sucho - każda następną warstwa - gr. 10 cm	m2	444,740	18,77	8347,77
81 d.9	<b>KNR 2-02 200703</b>	Konstrukcje rusztów pod okładziny z płyt gipsowych pojedyncze z kształtowników metalowych na stropach	m2	444,740	50,26	22352,63
82 d.9	<b>KNR 2-02 200604</b>	Okładziny z płyt gipsowo-kartonowych (suche tynki gipsowe) pojedyncze na stropach na rusztach	m2	444,740	31,27	13907,02
83 d.9	<b>KNR AT-09 0103-02</b>	Montaż folii paroizolacyjnej	m2	444,740	17,17	7636,19
84 d.9	<b>KNR 2-02 050601</b>	Obróbki przy szerokości w rozwinięciu do 25 cm z blachy ocynkowanej	m2	22,425	96,77	2170,07
85 d.9	<b>KNR 2-02 050804</b>	Rynny dachowe półokrągłe o śr. 15 cm z blachy ocynkowanej	m	60,100	39,33	2363,73
86 d.9	<b>KNR 2-02 050809</b>	Zbiorniczki przy rynnach z blachy ocynkowanej	szt.	4,000	39,78	159,12
87 d.9	<b>KNR 2-02 051003</b>	Rury spustowe okrągłe o śr. 12 cm z blachy ocynkowanej	m	41,800	32,59	1362,26
88 d.9	<b>KNR-W 2-02 1036-02 ana- logia</b>	Boazerie z listew drewnianych szerokości do 12 cm - podbitka dachowa	m2	95,610	131,75	12596,62
89 d.9	<b>KNR-W 2-02 1036-09</b>	Boazerie - lakierowanie dwukrotne - podbitka	m2	95,610	29,25	2796,59
<b>Razem dział: Więźba dachowa z pokryciem</b>						<b>176854,40</b>
<b>10</b>		<b>Elewacja</b>				
90 d.10	<b>KNR 4-01 0701- 05 ana- logia</b>	Odbicie tynków zewnętrznych z zaprawy cementowo-wapiennej na ścianach, filarach, pilastrach o powierzchni odbicia ponad 5 m2	m2	737,775	8,55	6307,98
91 d.10	<b>KNR 0-23 261201</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przyklejenie płyt styropianowych do ścian	m2	695,220	63,75	44320,28
92 d.10	<b>KNR 0-23 261202</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER -	m2	42,555	52,78	2246,05

		przyklejenie płyt styropianowych do ościeży				
93 d.10	<b>KNR 0-23 261204</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przymocowanie płyt styropianowych za pomocą dybli plastikowych do ścian z cegły	szt.	3297,000	2,41	7945,77
94 d.10	<b>KNR 0-23 261206</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przyklejenie warstwy siatki na ścianach	m2	695,220	24,56	17074,60
95 d.10	<b>KNR 0-23 261207</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przyklejenie warstwy siatki na ościeżach	m2	42,555	45,90	1953,27
96 d.10	<b>KNR 0-23 261208</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - ochrona narożników wypukłych kątownikiem metalowym	m	104,355	8,74	912,06
97 d.10	<b>KNR 0-23 261209</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - zamocowanie listwy cokołowej	m	83,400	20,22	1686,35
98 d.10	<b>KNR 0-23 093301</b>	Wyprawa elew. cienkowarstwowa z akrylowych tynków dekor. ATLAS CERMIT N 200 o fakturze nakrapianej lub R 200 o fakturze rustykalnej gr. 3 mm wyk. ręcznie na uprzednio przyg. podłożu - nałożenie podkładowej masy tynkarskiej	m2	737,775	4,35	3209,32
99 d.10	<b>KNR 0-23 093302</b>	Wyprawa elew. cienkowarstwowa z akrylowych tynków dekor. ATLAS CERMIT N 200 o fakturze nakrapianej lub R 200 o fakturze rustykalnej gr. 3 mm wyk. ręcznie na uprzednio przyg. podłożu - ściany płaskie i powierzchnie poziome	m2	695,220	38,07	26467,03
100 d.10	<b>KNR 0-23 093303</b>	Wyprawa elew. cienkowarstwowa z akrylowych tynków dekor. ATLAS CERMIT N 200 o fakturze nakrapianej lub R 200 o fakturze rustykalnej gr. 3 mm wyk. ręcznie na uprzednio przyg. podłożu - ościeża o szer. do 15 cm	m2	42,555	83,98	3573,77
101 d.10	<b>KNR 2-02 092102</b>	Licowanie płytkami klinkierowymi 25x6 cm ścian	m2	11,805	158,14	1866,84
102 d.10	<b>KNR 2-02 160402</b>	Rusztowania zewnętrzne rurowe o wysokości do 15 m	m2	898,380	18,31	16449,34
<b>Razem dział: Elewacja</b>						<b>134012,66</b>
11		<b>Wywóz gruzu</b>				
103 d.11	<b>KNR 4-01 010811 0108-12</b>	Wywiezienie gruzu sprzymowanego samochodami samowyładowczymi na odległość 10 km	m3	433,444	110,20	47765,53
104 d.11	<b>KNR 4-04 110703 1107-04</b>	Transport złomu samochodem skrzyniowym z załadunkiem i wyładunkiem mechanicznym na odległość 8 km	t	0,435	175,54	76,36
<b>Razem dział: Wywóz gruzu</b>						<b>47841,89</b>

<b>Wartość kosztorysowa robót bez podatku VAT</b>	<b>1130240,54</b>
---	-------------------

**Słownie: jeden milion sto trzydzieści tysięcy dwieście czterdzieści i 54/100 zł**

**Tab. 43.** Szacunkowa wycena remontu i termomodernizacji obiektu modelowego nr 1, dostosowującego zabudowę istniejącą do stanu obiektu modelowego nr 2. Opracowanie autora.

**SZACUNKOWA WYCENA REALIZACJI OBIEKTU MODELOWEGO NR 2  
Z MATERIAŁÓW NOWYCH NA DZIAŁCE NIEZABUDOWANEJ:**

Lp.	Podstawa wyceny	Opis	Jedn. miary	Ilość	Cena zł	Wartość zł (5 x 6)
1	2	3	4	5	6	7
<b>1</b>		<b>Roboty ziemne</b>				
1 d.1	<b>KNR 2-01 012601</b>	Usunięcie warstwy ziemi urodzajnej (humusu) o grubości do 15 cm za pomocą spycharek	m2	449,213	0,54	242,58
2 d.1	<b>KNR 2-01 021702</b>	Wykopy oraz przekopy wykonywane koparkami podsiębiernymi 0.15 m3 na odkład w gruncie kat.III	m3	225,396	13,23	2981,99
3 d.1	<b>KNR 2-01 03170201</b>	Wykopy liniowe o ścianach pionowych pod fundamenty, rurociągi, kolektory w gruntach suchych kat.III-IV z wydobyciem urobku łopata lub wyciągiem ręcznym; głębokość do 1.5 m, szerokość 0.8-1.5 m	m3	25,044	69,29	1735,30
4 d.1	<b>KNR 2-01 03200201</b>	Zasypywanie wykopów liniowych o ścianach pionowych w gruntach kat.III-IV; głębokość do 1.5 m, szerokość 0.8-1.5 m	m3	159,042	31,68	5038,45
5 d.1	<b>KNR 2-01 021103 0214-04</b>	Roboty ziemne wykonywane koparkami przedsiębiernymi 0. 25 m3 w ziemi kat.I-III uprzednio zmagazynowanej w hałdach z transportem urobku samochodami samowładowczymi na odl.15 km	m3	91,398	93,51	8546,63
<b>Razem dział: Roboty ziemne</b>						<b>18544,95</b>
<b>2</b>		<b>Ławy fundamentowe</b>				
6 d.2	<b>KNR 2-02 110101</b>	Podkłady betonowe na podłożu gruntowym	m3	15,026	330,79	4970,45
7 d.2	<b>KNR 2-02 020203</b>	Ławy fundamentowe prostokątne żelbetowe, szerokości do 1,3 m - z zastosowaniem pompy do betonu	m3	56,349	346,34	19515,91
8 d.2	<b>KNR 2-02 029002</b>	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli – pręty żebrowane o śr. 8-14 mm	t	2,677	4106,13	10992,11
9 d.2	<b>KNR 2-02 029001</b>	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty gładkie o śr. do 7 mm	t	0,141	4025,93	567,66
10 d.2	<b>KNR 2-02 060201</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne poziome - wykonywane na	m2	93,915	2,47	231,97

		zimno z emulsji asfaltowej - pierwsza warstwa				
11 d.2	<b>KNR 2-02</b> <b>060202</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne poziome - wykonywane na zimno z emulsji asfaltowej - druga i następna warstwa	m2	93,915	2,21	207,55
12 d.2	<b>KNR 2-02</b> <b>060301</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z emulsji asfaltowej - pierwsza warstwa	m2	112,698	3,45	388,81
13 d.2	<b>KNR 2-02</b> <b>060302</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z emulsji asfaltowej - druga i następna warstwa	m2	112,698	2,94	331,33
<b>Razem dział: Ławy fundamentowe</b>						<b>37205,79</b>
<b>3</b>	<b>Ściany fundamentowe</b>					
14 d.3	<b>KNR 2-02</b> <b>020701</b> <b>0207-07</b>	Ściany żelbetowe proste grubości 25 cm wysokości do 3 m - z zastosowaniem pompy do betonu	m2	98,576	175,11	17261,64
15 d.3	<b>KNR 2-02</b> <b>060305</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych gęstych - pierwsza warstwa - abizol ST	m2	197,152	13,28	2618,18
16 d.3	<b>KNR 2-02</b> <b>060306</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych gęstych - druga i następna warstwa - abizol ST	m2	197,152	11,12	2192,33
17 d.3	<b>KNR 0-40</b> <b>010901</b>	Izolacja termiczna ścian fundamentowych - styrodur 5 cm na abizol ST	m2	65,808	42,96	2827,11
18 d.3	<b>KNR-W 3</b> <b>0207-01</b>	Izolacje pionowe ścian fundamentowych z folii kubełkowej bez gruntowania powierzchni	m2	102,825	11,18	1149,58
<b>Razem dział: Ściany fundamentowe</b>						<b>26048,84</b>
<b>4</b>	<b>Ściany nośne</b>					
19 d.4	<b>KNR 2-02</b> <b>011401</b>	Ściany budynków wielokondygnacyjnych z cegieł pełnych na zaprawie wapiennej lub cementowo-wapiennej grubości 1 ceg.	m2	1024,693	180,77	185233,75
20 d.4	<b>KNR 2-02</b> <b>012601</b>	Otwory na okna w ścianach murowanych grubości do 1 cegły z cegieł pojedynczych, bloczków i pustaków	szt.	47,000	40,17	1887,99
21 d.4	<b>KNR 2-02</b> <b>012602</b>	Otwory na drzwi, drzwi balkonowe i wrota w ścianach murowanych grubości do 1 cegły z cegieł pojedynczych, bloczków i pustaków	szt.	12,000	55,45	665,40
22 d.4	<b>KNR 4-01</b> <b>031305</b>	Wykonanie przesklepień otworów w ścianach z cegieł - dostarczenie i obsadzenie belek stalowych I NP 200-260 mm	m	329,000	222,51	73205,79
23 d.4	<b>kalk. własna</b>	Wypełnienie przestrzeni pomiędzy belkami stalowymi pianką poliuretanową	m	164,500	20,73	3410,09
24 d.4	<b>KNR 4-01</b> <b>070303</b>	Umocowanie siatki 'Rabitzta' na stopkach belek	m	329,000	4,14	1362,06

<b>Razem dział: Ściany nośne</b>					<b>265765,08</b>	
<b>5</b>		<b>Stropy</b>				
25 d.5	<b>KNR 2-02 030202</b>	Budynki z elementów typu bloki żerańskie - płyty stropowe o powierzchni ponad 6 m <sup>2</sup> - płyty 1,5*6,0m	elem.	70,000	1263,98	88478,60
26 d.5	<b>KNR 2-02 030209</b>	Budynki z elementów typu bloki żerańskie - wieńce monolityczne na ścianach zewnętrznych o szerokości do 30 cm	m3	21,724	727,11	15795,74
27 d.5	<b>KNR 2-02 029002</b>	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty żebrowane o śr. 8-14 mm	t	1,350	4106,13	5543,28
28 d.5	<b>KNR 2-02 029001</b>	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty gładkie o śr. do 7 mm	t	0,442	4025,93	1779,46
<b>Razem dział: Stropy</b>					<b>111597,08</b>	
<b>6</b>		<b>Schody</b>				
29 d.6	<b>KNR 2-02 020701 0207-07</b>	Ściany żelbetowe proste grubości 25 cm wysokości do 3 m - z zastosowaniem pompy do betonu	m2	1,064	175,11	186,32
30 d.6	<b>KNR 2-02 060305</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych gęstych - pierwsza warstwa - abizol ST	m2	1,960	13,29	26,05
31 d.6	<b>KNR 2-02 060306</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych gęstych - druga i następna warstwa - abizol ST	m2	1,960	11,12	21,80
32 d.6	<b>KNR 2-02 021803 0218-06</b>	Schody żelbetowe wspornikowe proste z płytą grubości 18 cm - z zastosowaniem pompy do betonu	m2	27,940	242,36	6771,54
33 d.6	<b>KNR 2-02 029002</b>	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty żebrowane o śr. 8-14 mm	t	0,827	4106,13	3395,77
34 d.6	<b>KNR 2-02 029001</b>	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty gładkie o śr. do 7 mm	t	0,044	4025,93	177,14
<b>Razem dział: Schody</b>					<b>10578,62</b>	
<b>7</b>		<b>Ścianki działowe</b>				
35 d.7	<b>KNR 2-02 012002</b>	Ścianki działowe pełne z cegieł pełnych grubości 1/2 cegły	m2	410,982	94,72	38928,22
36 d.7	<b>KNR 2-02 012605</b>	Otwory w ścianach murowanych - ułożenie nadproży prefabrykowanych	m	19,800	32,91	651,62
<b>Razem dział: Ścianki działowe</b>					<b>39579,84</b>	
<b>8</b>		<b>Podkłady podposadzkowe, posadzki</b>				
37 d.8	<b>KNR 2-02 110107</b>	Podkłady z ubitych materiałów sypkich na podłożu gruntowym	m3	95,226	139,17	13252,60
38 d.8	<b>KNR 2-02 110101</b>	Podkłady betonowe na podłożu gruntowym	m3	15,871	330,79	5249,97



39 d.8	<b>KNR 2-02 060701</b>	Izolacje przeciwwilgociowe i przeciwwodne z folii polietylenowej szerokiej poziome podposadzkowe Krotność = 2	m2	317,420	8,40	2666,33
40 d.8	<b>KNR 2-02 060903</b>	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z płyt styropianowych poziome na wierzchu konstrukcji na sucho - jedna warstwa - EPS 100 gr. 10 cm	m2	317,420	19,04	6043,68
41 d.8	<b>KNR 2-02 060903</b>	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z płyt styropianowych poziome na wierzchu konstrukcji na sucho - jedna warstwa - EPS 100 gr. 2 cm	m2	575,744	6,04	3477,49
42 d.8	<b>KNR 2-02 110201 1102-03</b>	Warstwy wyrównawcze pod posadzki z zaprawy cementowej grubości 50 mm zartarte na ostro	m2	890,922	27,26	24286,53
43 d.8	<b>NNRNKB 202 1130-02 113003</b>	(z. VII) Warstwy wyrównujące i wygładzające z zaprawy samopoziomującej grubości 10 mm wykonywane w pomieszczeniach o pow. ponad 8 m2	m2	890,922	56,95	50738,01
44 d.8	<b>KNR 0-12 111803</b>	Posadzki z płytek o wymiarach 30 x 30 cm, układanych metodą zwykłą	m2	890,922	123,53	110055,59
45 d.8	<b>KNR 0-12 111902</b>	Cokoliki z płytek o wymiarach 30 x 30 cm i wysokości cokolika równej 15 cm	m	691,370	19,16	13246,65
<b>Razem dział: Podkłady podposadzkowe, posadzki</b>						<b>229016,85</b>
<b>9</b>	<b>Tynki ścian</b>					
46 d.9	<b>KNR 2-02 200801</b>	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm wykonywane mechanicznie na ścianach na podłożu ceramicznym	m2	2255,002	22,10	49835,54
47 d.9	<b>KNR 2-02 200808</b>	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm wykonywane mechanicznie na ścianach dodatek za pogrubienie o 5 mm	m2	2255,002	7,61	17160,57
48 d.9	<b>KNR 2-02 150503</b>	Dwukrotne malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłoży gipsowych z gruntowaniem	m2	2255,002	6,54	14747,71
49 d.9	<b>KNR 2-02 150504</b>	Malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłoży gipsowych z gruntowaniem - dodatek za każde dalsze malowanie	m2	2255,002	2,25	5073,75
<b>Razem dział: Tynki ścian</b>						<b>86817,57</b>
<b>10</b>	<b>Sufity</b>					
50 d.10	<b>KNR-W 2-02 2702-01</b>	Sufity podwieszane o konstrukcji metalowej z wypełnieniem płytami z włókien mineralnych	m2	885,822	73,88	65444,53
51 d.10	<b>KNR-W 2-02 2004-07</b>	Obudowa belek i podciągów płytami gipsowo-kartonowymi na rusztach metalowych pojedynczych jednowarstwowo 50-01	m2	8,730	93,42	815,56
52 d.10	<b>KNR 2-02 200804</b>	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm wykonywane mechanicznie na stropach na podłożu betonowym	m2	35,156	23,09	811,75

53 d.10	<b>KNR 2-02 200809</b>	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm wykonywane mechanicznie na stropach dodatek za pogrubienie o 5 mm	m2	35,156	8,57	301,29
54 d.10	<b>KNR 2-02 150503</b>	Dwukrotne malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłoży gipsowych z gruntowaniem	m2	43,886	6,54	287,01
55 d.10	<b>KNR 2-02 150504</b>	Malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłoży gipsowych z gruntowaniem - dodatek za każde dalsze malowanie	m2	43,886	2,25	98,74
<b>Razem dział: Sufity</b>						<b>67758,88</b>
<b>11</b>	<b>Okładziny schodów</b>					
56 d.11	<b>KNR 0-12 112003</b>	Okładziny schodów z płytek o wymiarach 30 x 30 cm, układanych metodą zwykłą	m2	38,536	136,03	5242,05
57 d.11	<b>KNR 0-12 111905</b>	Cokoliki na schodach z płytek o wymiarach 30 x 30 cm i wysokości cokolika równej 15 cm	m	33,040	22,27	735,80
<b>Razem dział: Okładziny schodów</b>						<b>5977,85</b>
<b>12</b>	<b>Elementy kowalско ślusarskie</b>					
58 d.12	<b>KNR-W 2-02 1207-04</b>	Balustrady schodowe prętowe osadzone i zabetonowane w co trzecim stopniu o masie do 16 kg	m	18,260	556,90	10168,99
59 d.12	<b>KNR-W 2-02 1208-03</b>	Pochwyty na wspornikach	m	28,560	187,92	5367,00
<b>Razem dział: Elementy kowalско ślusarskie</b>						<b>15535,99</b>
<b>13</b>	<b>Stolarka okienna i drzwiowa</b>					
60 d.13	<b>KNR-W 2-02 1039-03</b>	Okna aluminiowe o powierzchni ponad 2.0 m2	m2	176,250	1077,76	189955,20
61 d.13	<b>KNR-W 2-02 1040-02</b>	Drzwi aluminiowe dwuskrzydłowe	m2	17,130	1457,20	24961,84
62 d.13	<b>KNR-W 2-02 1025-01</b>	Ościeżnice stalowe dla drzwi wewnętrznych i wejściowych do lokalu malowane dwukrotnie na budowie typu FD1	szt.	23,000	120,52	2771,96
63 d.13	<b>KNR-W 2-02 1022-01</b>	Skrzydła drzwiowe płytowe wewnętrzne pełne jednoskrzydłowe fabrycznie wykończone	m2	42,435	161,91	6870,65
64 d.13	<b>KNR-W 2-02 0135-02</b>	Obsadzenie prefabrykowanych podokienników długości ponad 1 m - parapety PCV 2,5	szt.	47,000	155,44	7305,68
65 d.13	<b>NNRNKB 202 0541-01</b>	(z.VI) Obróbki blacharskie z blachy powlekanej o szer. w rozwinięciu do 25 cm	m2	29,375	118,24	3473,30
<b>Razem dział: Stolarka okienna i drzwiowa</b>						<b>235338,63</b>
<b>14</b>	<b>Więźba dachowa z pokryciem</b>					
66 d.14	<b>KNR 2-02 040602</b>	Murłaty - przekrój poprzeczny drewna ponad 180 cm2 z tarcicy nasyczonej	m <sup>3</sup> drew.	1,539	1491,21	2294,97

67 d.14	<b>KNR 2-02 040606</b>	Ramy górne i płatwie, długość ponad 3 m - przekrój poprzeczny drewna ponad 180 cm2 z tarcicy nasyconej	m <sup>3</sup> drew.	0,769	1660,72	1277,09
68 d.14	<b>KNR 2-02 040805</b>	Krokwie zwykłe, długość ponad 4.5 m przekrój poprzeczny drewna do 180 cm2 z tarcicy nasyconej	m3	6,252	1522,43	9518,23
69 d.14	<b>KNR 0-15II 0517-01</b>	Pokrycie dachów nieodeskowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem wkrętami - ułożenie na krokwiach ekranu zabezpieczającego z folii	m2	444,740	9,55	4247,27
70 d.14	<b>KNR 0-15II 0517-02</b>	Pokrycie dachów nieodeskowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem wkrętami impregnacja, przycięcie i przybicie kontrłat i łat	m2	444,740	21,37	9504,09
71 d.14	<b>KNR 0-15II 0517-03</b>	Pokrycie dachów nieodeskowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem wkrętami	m2	444,740	118,43	52670,56
72 d.14	<b>KNR 0-15II 0517-04</b>	Pokrycie dachów nieodeskowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem wkrętami - montaż gąsiorów z przymocowaniem wkrętami do deski kalenicowej	m	30,050	89,56	2691,28
73 d.14	<b>KNR 2-02 061303</b>	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z wełny mineralnej poziome z płyt układanych na sucho - jedna warstwa - gr. 16 cm	m2	444,740	30,92	13751,36
74 d.14	<b>KNR 2-02 061304</b>	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z wełny mineralnej poziome z płyt układanych na sucho - każda następna warstwa - gr. 10 cm	m2	444,740	18,77	8347,77
75 d.14	<b>KNR 2-02 200703</b>	Konstrukcje rusztów pod okładziny z płyt gipsowych pojedyncze z kształtowników metalowych na stropach	m2	444,740	50,26	22352,63
76 d.14	<b>KNR 2-02 200604</b>	Okładziny z płyt gipsowo-kartonowych (suche tynki gipsowe) pojedyncze na stropach na rusztach	m2	444,740	31,27	13907,02
77 d.14	<b>KNR AT-09 0103-02</b>	Montaż folii paroizolacyjnej	m2	444,740	17,17	7636,19
78 d.14	<b>KNR 2-02 050601</b>	Obróbki przy szerokości w rozwinięciu do 25 cm z blachy ocynkowanej	m2	22,425	96,77	2170,07
79 d.14	<b>KNR 2-02 050804</b>	Rynny dachowe półokrągłe o śr. 15 cm z blachy ocynkowanej	m	60,100	39,33	2363,73
80 d.14	<b>KNR 2-02 050809</b>	Zbiorniczki przy rynnach z blachy ocynkowanej	szt.	4,000	39,78	159,12
81 d.14	<b>KNR 2-02 051003</b>	Rury spustowe okrągłe o śr. 12 cm z blachy ocynkowanej	m	41,800	32,59	1362,26
82 d.14	<b>KNR-W 2-02 1036-02 analogia</b>	Boazerie z listew drewnianych szerokości do 12 cm - podbitka dachowa	m2	95,610	131,75	12596,62
83 d.14	<b>KNR-W 2-02 1036-09</b>	Boazerie - lakierowanie dwukrotne - podbitka	m2	95,610	29,25	2796,59
<b>Razem dział: Więźba dachowa z pokryciem</b>						<b>169646,85</b>
<b>15</b>		<b>Elewacja</b>				

84 d.15	<b>KNR 0-23 261201</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przyklejenie płyt styropianowych do ścian	m2	695,220	63,75	44320,28
85 d.15	<b>KNR 0-23 261202</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przyklejenie płyt styropianowych do ościeży	m2	42,555	52,78	2246,05
86 d.15	<b>KNR 0-23 261204</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przymocowanie płyt styropianowych za pomocą dybli plastikowych do ścian z cegły	szt.	3297,000	2,41	7945,77
87 d.15	<b>KNR 0-23 261206</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przyklejenie warstwy siatki na ścianach	m2	695,220	24,56	17074,60
88 d.15	<b>KNR 0-23 261207</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przyklejenie warstwy siatki na ościeżach	m2	42,555	45,90	1953,27
89 d.15	<b>KNR 0-23 261208</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - ochrona narożników wypukłych kątownikiem metalowym	m	104,355	8,74	912,06
90 d.15	<b>KNR 0-23 261209</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - zamocowanie listwy cokołowej	m	83,400	20,22	1686,35
91 d.15	<b>KNR 0-23 093301</b>	Wyprawa elew. cienkowarstwowa z akrylowych tynków dekor. ATLAS CERMIT N 200 o fakturze nakrapianej lub R 200 o fakturze rustykalnej gr. 3 mm wyk. ręcznie na uprzednio przygotowanym podłożu - nałożenie podkładowej masy tynkarskiej	m2	737,775	4,35	3209,32
92 d.15	<b>KNR 0-23 093302</b>	Wyprawa elew. cienkowarstwowa z akrylowych tynków dekor. ATLAS CERMIT N 200 o fakturze nakrapianej lub R 200 o fakturze rustykalnej gr. 3 mm wyk. ręcznie na uprzednio przyg. podłożu - ściany płaskie i powierzchnie poziome	m2	695,220	38,07	26467,03
93 d.15	<b>KNR 0-23 093303</b>	Wyprawa elew. cienkowarstwowa z akrylowych tynków dekor. ATLAS CERMIT N 200 o fakturze nakrapianej lub R 200 o fakturze rustykalnej gr. 3 mm wyk. ręcznie na uprzednio przyg. podłożu - ościeża o szer. do 15 cm	m2	42,555	83,98	3573,77
94 d.15	<b>KNR 2-02 092102</b>	Licowanie płytkami klinkierowymi 25x6 cm ścian	m2	11,805	158,14	1866,84
95 d.15	<b>KNR 2-02 160402</b>	Rusztowania zewnętrzne rurowe o wysokości do 15 m	m2	898,380	18,31	16449,34
<b>Razem dział: Elewacja</b>						<b>127704,68</b>
<b>Wartość kosztorysowa robót bez podatku VAT</b>						<b>1447117,50</b>

**Słownie: jeden milion czterysta czterdzieści siedem tysięcy sto siedemnaście i 50/100 zł**

**Tab. nr 44.** Szacunkowa wycena realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów nowych na działce niezabudowanej. Opracowanie autora.

SZACUNKOWA WYCENA REALIZACJI OBIEKTU MODELOWEGO NR 2  
Z MATERIAŁÓW Z ODZYSKU NA DZIAŁCE NIEZABUDOWANEJ:

Lp.	Podstawa wyceny	Opis	Jedn. miary	Ilość	Cena zł	Wartość zł (5 x 6)
1	2	3	4	5	6	7
<b>1</b>		<b>Roboty ziemne</b>				
1 d.1	<b>KNR 2-01 012601</b>	Usunięcie warstwy ziemi urodzajnej (humusu) o grubości do 15 cm za pomocą sypcharek	m2	449,213	0,54	242,58
2 d.1	<b>KNR 2-01 021702</b>	Wykopy oraz przekopy wykonywane koparkami podsiębiernymi 0.15 m3 na odkład w gruncie kat.III	m3	225,396	13,23	2981,99
3 d.1	<b>KNR 2-01 03170201</b>	Wykopy liniowe o ścianach pionowych pod fundamenty, rurociągi, kolektory w gruntach suchych kat.III-IV z wydobyciem urobku łopatą lub wyciągiem ręcznym; głębokość do 1.5 m, szerokość 0.8-1.5 m	m3	25,044	69,29	1735,30
4 d.1	<b>KNR 2-01 03200201</b>	Zasypywanie wykopów liniowych o ścianach pionowych w gruntach kat.III-IV; głębokość do 1.5 m, szerokość 0.8-1.5 m	m3	159,042	31,68	5038,45
5 d.1	<b>KNR 2-01 021103 0214-04</b>	Roboty ziemne wykonywane koparkami przedsiębiernymi 0. 25 m3 w ziemi kat.I-III uprzednio zmagazynowanej w hałdach z transportem urobku samochodami samowyladowczymi na odl.15 km	m3	91,398	93,51	8546,63
<b>Razem dział: Roboty ziemne</b>						<b>18544,95</b>
<b>2</b>		<b>Ławy fundamentowe</b>				
6 d.2	<b>KNR 2-02 110101</b>	Podkłady betonowe na podłożu gruntowym	m3	15,026	330,79	4970,45
7 d.2	<b>KNR 2-02 020203</b>	Ławy fundamentowe prostokątne żelbetowe, szerokości do 1,3 m - z zastosowaniem pompy do betonu	m3	56,349	346,34	19515,91
8 d.2	<b>KNR 2-02 029002</b>	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty żebrowane o śr. 8-14 mm	t	2,677	4106,13	10992,11
9 d.2	<b>KNR 2-02 029001</b>	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty gładkie o śr. do 7 mm	t	0,141	4025,93	567,66
10 d.2	<b>KNR 2-02 060201</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne poziome - wykonywane na zimno z emulsji asfaltowej - pierwsza warstwa	m2	93,915	2,47	231,97
11 d.2	<b>KNR 2-02 060202</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne poziome - wykonywane na zimno z emulsji asfaltowej - druga i następną warstwa	m2	93,915	2,21	207,55
12 d.2	<b>KNR 2-02 060301</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z emulsji asfaltowej - pierwsza warstwa	m2	112,698	3,45	388,81

13 d.2	<b>KNR 2-02 060302</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z emulsji asfaltowej - druga i następna warstwa	m2	112,698	2,94	331,33
<b>Razem dział: Ławy fundamentowe</b>						<b>37205,79</b>
<b>3</b>	<b>Ściany fundamentowe</b>					
14 d.3	<b>KNR 2-02 020701 0207-07</b>	Ściany żelbetowe proste grubości 25 cm wysokości do 3 m - z zastosowaniem pompy do betonu	m2	98,576	175,11	17261,64
15 d.3	<b>KNR 2-02 060305</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych gęstych - pierwsza warstwa - abizol ST	m2	197,152	13,28	2618,18
16 d.3	<b>KNR 2-02 060306</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych gęstych - druga i następna warstwa - abizol ST	m2	197,152	11,12	2192,33
17 d.3	<b>KNR 0-40 010901</b>	Izolacja termiczna ścian fundamentowych - styrodur 5 cm na abizol ST	m2	65,808	42,96	2827,11
18 d.3	<b>KNNR-W 3 0207-01</b>	Izolacje pionowe ścian fundamentowych z folii kubełkowej bez gruntowania powierzchni	m2	102,825	11,18	1149,58
<b>Razem dział: Ściany fundamentowe</b>						<b>26048,84</b>
<b>4</b>	<b>Ściany nośne</b>					
19 d.4	<b>KNR 2-02 011401</b>	Ściany budynków wielokondygnacyjnych z cegieł pełnych na zaprawie wapiennej lub cementowo-wapiennej grubości 1 ceg. - cegła z odzysku	m2	1024,693	112,95	115739,07
20 d.4	<b>KNR 2-02 012601</b>	Otwory na okna w ścianach murowanych grubości do 1 cegły z cegieł pojedynczych, bloczków i pustaków	szt.	47,000	40,17	1887,99
21 d.4	<b>KNR 2-02 012602</b>	Otwory na drzwi, drzwi balkonowe i wrota w ścianach murowanych grubości do 1 cegły z cegieł pojedynczych, bloczków i pustaków	szt.	12,000	55,45	665,40
22 d.4	<b>KNR 4-01 031305</b>	Wykonanie przesklepień otworów w ścianach z cegieł - dostarczenie i obsadzenie belek stalowych I NP 200-260 mm - belki stalowe oraz cegła z odzysku	m	329,000	126,10	41486,90
23 d.4	<b>kalk. własna</b>	Wypełnienie przestrzeni pomiędzy belkami stalowymi pianką poliuretanową	m	164,500	20,73	3410,09
24 d.4	<b>KNR 4-01 070303</b>	Umocowanie siatki 'Rabitz' na stopkach belek	m	329,000	4,14	1362,06
<b>Razem dział: Ściany nośne</b>						<b>164551,51</b>
<b>5</b>	<b>Stropy</b>					
25 d.5	<b>KNR 2-02 030202</b>	Budynki z elementów typu bloki żerańskie - płyty stropowe o powierzchni ponad 6 m2 - płyty 1,5*6,0m - płyty stropowe z odzysku	elem.	70,000	432,94	30305,80
26 d.5	<b>KNR 2-02 030209</b>	Budynki z elementów typu bloki żerańskie - wieńce monolityczne na ścianach zewnętrznych o szerokości do 30 cm	m3	21,724	727,11	15795,74

27 d.5	<b>KNR 2-02 029002</b>	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty żebrowane o śr. 8-14 mm	t	1,350	4106,13	5543,28
28 d.5	<b>KNR 2-02 029001</b>	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty gładkie o śr. do 7 mm	t	0,442	4025,93	1779,46
<b>Razem dział: Stropy</b>						<b>53424,28</b>
<b>6</b>	<b>Schody</b>					
29 d.6	<b>KNR 2-02 020701 0207-07</b>	Ściany żelbetowe proste grubości 25 cm wysokości do 3 m - z zastosowaniem pompy do betonu	m2	1,064	175,11	186,32
30 d.6	<b>KNR 2-02 060305</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych gęstych - pierwsza warstwa - abizol ST	m2	1,960	13,29	26,05
31 d.6	<b>KNR 2-02 060306</b>	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych gęstych - druga i następna warstwa - abizol ST	m2	1,960	11,12	21,80
32 d.6	<b>KNR 2-02 021803 0218-06</b>	Schody żelbetowe wspornikowe proste z płytą grubości 18 cm - z zastosowaniem pompy do betonu	m2	27,940	242,36	6771,54
33 d.6	<b>KNR 2-02 029002</b>	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty żebrowane o śr. 8-14 mm	t	0,827	4106,13	3395,77
34 d.6	<b>KNR 2-02 029001</b>	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty gładkie o śr. do 7 mm	t	0,044	4025,93	177,14
<b>Razem dział: Schody</b>						<b>10578,62</b>
<b>7</b>	<b>Ścianki działowe</b>					
35 d.7	<b>KNR 2-02 012002</b>	Ścianki działowe pełne z cegieł pełnych grubości 1/2 ceg. cegła z odzysku	m2	410,982	59,53	24465,76
36 d.7	<b>KNR 2-02 012605</b>	Otwory w ścianach murowanych - ułożenie nadproży prefabrykowanych	m	19,800	32,91	651,62
<b>Razem dział: Ścianki działowe</b>						<b>25117,38</b>
<b>8</b>	<b>Podkłady podposadzkowe, posadzki</b>					
37 d.8	<b>KNR 2-02 110107</b>	Podkłady z ubitych materiałów sypkich na podłożu gruntowym	m3	95,226	139,17	13252,60
38 d.8	<b>KNR 2-02 110101</b>	Podkłady betonowe na podłożu gruntowym	m3	15,871	330,79	5249,97
39 d.8	<b>KNR 2-02 060701</b>	Izolacje przeciwwilgociowe i przeciwwodne z folii polietylenowej szerokiej poziome podposadzkowe Krotność = 2	m2	317,420	8,40	2666,33
40 d.8	<b>KNR 2-02 060903</b>	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z płyt styropianowych poziome na wierzchu konstrukcji na sucho - jedna warstwa - EPS 100 gr. 10 cm	m2	317,420	19,04	6043,68
41 d.8	<b>KNR 2-02 060903</b>	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z płyt styropianowych poziome na wierzchu konstrukcji na sucho - jedna warstwa - EPS 100 gr. 2 cm	m2	575,744	6,04	3477,49

42 d.8	<b>KNR 2-02 110201 1102-03</b>	Warstwy wyrównawcze pod posadzki z zaprawy cementowej grubości 50 mm zatarte na ostro	m2	890,922	27,26	24286,53
43 d.8	<b>NNRNKB 202 1130-02 113003</b>	(z.VII) Warstwy wyrównujące i wygładzające z zaprawy samopoziomującej grubości 10 mm wykonywane w pomieszczeniach o pow. ponad 8 m2	m2	890,922	56,95	50738,01
44 d.8	<b>KNR 0-12 111803</b>	Posadzki z płytek o wymiarach 30 x 30 cm, układanych metodą zwykłą	m2	890,922	123,53	110055,59
45 d.8	<b>KNR 0-12 111902</b>	Cokoliki z płytek o wymiarach 30 x 30 cm i wysokości cokolika równej 15 cm	m	691,370	19,16	13246,65
<b>Razem dział: Podkłady podposadzkowe, posadzki</b>						<b>229016,85</b>
<b>9</b>	<b>Tynki ścian</b>					
46 d.9	<b>KNR 2-02 200801</b>	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm wykonywane mechanicznie na ścianach na podłożu ceramicznym	m2	2255,002	22,10	49835,54
47 d.9	<b>KNR 2-02 200808</b>	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm wykonywane mechanicznie na ścianach dodatek za pogrubienie o 5 mm	m2	2255,002	7,61	17160,57
48 d.9	<b>KNR 2-02 150503</b>	Dwukrotne malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłoży gipsowych z gruntowaniem	m2	2255,002	6,54	14747,71
49 d.9	<b>KNR 2-02 150504</b>	Malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłoży gipsowych z gruntowaniem - dodatek za każde dalsze malowanie	m2	2255,002	2,25	5073,75
<b>Razem dział: Tynki ścian</b>						<b>86817,57</b>
<b>10</b>	<b>Sufity</b>					
50 d.10	<b>KNR-W 2-02 2702-01</b>	Sufity podwieszane o konstrukcji metalowej z wypełnieniem płytami z włókien mineralnych	m2	885,822	73,88	65444,53
51 d.10	<b>KNR-W 2-02 2004-07</b>	Obudowa belek i podciągów płytami gipsowo-kartonowymi na rusztach metalowych pojedynczych jednowarstwowo 50-01	m2	8,730	93,42	815,56
52 d.10	<b>KNR 2-02 200804</b>	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm wykonywane mechanicznie na stropach na podłożu betonowym	m2	35,156	23,09	811,75
53 d.10	<b>KNR 2-02 200809</b>	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm wykonywane mechanicznie na stropach dodatek za pogrubienie o 5 mm	m2	35,156	8,57	301,29
54 d.10	<b>KNR 2-02 150503</b>	Dwukrotne malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłoży gipsowych z gruntowaniem	m2	43,886	6,54	287,01
55 d.10	<b>KNR 2-02 150504</b>	Malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłoży gipsowych z gruntowaniem - dodatek za każde dalsze malowanie	m2	43,886	2,25	98,74



<b>Razem dział: Sufity</b>						<b>67758,88</b>
<b>11</b>		<b>Okładziny schodów</b>				
56 d.11	<b>KNR 0-12 112003</b>	Okładziny schodów z płytek o wymiarach 30 x 30 cm, układanych metodą zwykłą	m2	38,536	136,03	5242,05
57 d.11	<b>KNR 0-12 111905</b>	Cokoliki na schodach z płytek o wymiarach 30 x 30 cm i wysokości cokolika równej 15 cm	m	33,040	22,27	735,80
<b>Razem dział: Okładziny schodów</b>						<b>5977,85</b>
<b>12</b>		<b>Elementy kowalsko ślusarskie</b>				
58 d.12	<b>KNR-W 2-02 1207-04</b>	Balustrady schodowe prętowe osadzone i zabetonowane w co trzecim stopniu o masie do 16 kg	m	18,260	556,90	10168,99
59 d.12	<b>KNR-W 2-02 1208-03</b>	Pochwyty na wspornikach	m	28,560	187,92	5367,00
<b>Razem dział: Elementy kowalsko ślusarskie</b>						<b>15535,99</b>
<b>13</b>		<b>Stolarka okienna i drzwiowa</b>				
60 d.13	<b>KNR-W 2-02 1039-03</b>	Okna aluminiowe o powierzchni ponad 2.0 m2 - okna aluminiowe z odzysku	m2	176,250	319,86	56375,33
61 d.13	<b>KNR-W 2-02 1040-02</b>	Drzwi aluminiowe dwuskrzydłowe - drzwi aluminiowe z odzysku	m2	17,130	153,20	2624,32
62 d.13	<b>KNR-W 2-02 1025-01</b>	Ościeżnice stalowe dla drzwi wewnętrznych i wejściowych do lokalu malowane dwukrotnie na budowie typu FD1	szt.	23,000	120,52	2771,96
63 d.13	<b>KNR-W 2-02 1022-01</b>	Skrzydła drzwiowe płytowe wewnętrzne pełne jednoskrzydłowe fabrycznie wykończone	m2	42,435	161,91	6870,65
64 d.13	<b>KNR-W 2-02 0135-02</b>	Obsadzenie prefabrykowanych podokienników długości ponad 1 m - parapety PCV 2,5	szt.	47,000	155,44	7305,68
65 d.13	<b>NNRNKB 202 0541-01</b>	(z.VI) Obróbki blacharskie z blachy powlekanej o szer. w rozwinięciu do 25 cm	m2	29,375	118,24	3473,30
<b>Razem dział: Stolarka okienna i drzwiowa</b>						<b>79421,24</b>
<b>14</b>		<b>Więźba dachowa z pokryciem</b>				
66 d.14	<b>KNR 2-02 040602</b>	Murłaty - przekrój poprzeczny drewna ponad 180 cm2 z tarcicy nasyconej - więźba z odzysku	m <sup>3</sup> drew.	1,539	757,28	1165,45
67 d.14	<b>KNR 2-02 040606</b>	Ramy górne i płatwie, długość ponad 3 m - przekrój poprzeczny drewna ponad 180 cm2 z tarcicy nasyconej więźba z odzysku	m <sup>3</sup> drew.	0,769	899,10	691,41
68 d.14	<b>KNR 2-02 040805</b>	Krokwie zwykłe, długość ponad 4.5 m przekrój poprzeczny drewna do 180 cm2 z tarcicy nasyconej - więźba z odzysku	m3	6,252	802,35	5016,29
69 d.14	<b>KNR 4-01 061001</b>	Odgrzybianie elementów drewnianych przy użyciu szczotek stalowych - powierzchnia odgrzybiania do 2 m2 - istniejąca więźba dachowa	m2	282,512	3,37	952,07

70 d.14	<b>KNR 4-01 062706</b>	Trzykrotna impregnacja grzybobójcza bali i krawędziaków metodą smarowania preparatami solowymi - zabezpieczenie grzybo- i ogniochronne	m2	282,512	11,06	3124,58
71 d.14	<b>KNR 0-15II 0517-01</b>	Pokrycie dachów nieodeszkowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem wkrętami - ułożenie na krokwiach ekranu zabezpieczającego z folii	m2	444,740	9,55	4247,27
72 d.14	<b>KNR 0-15II 0517-02</b>	Pokrycie dachów nieodeszkowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem wkrętami impregnacja, przycięcie i przybicie kontrłat i łat	m2	444,740	21,37	9504,09
73 d.14	<b>KNR 0-15II 0517-03</b>	Pokrycie dachów nieodeszkowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem wkrętami - dachówka z odzysku	m2	444,740	74,05	32933,00
74 d.14	<b>KNR 0-15II 0517-04</b>	Pokrycie dachów nieodeszkowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem wkrętami - montaż gąsiorów z przymocowaniem wkrętami do deski kalenicowej - gąsiorzy z odzysku	m	30,050	46,44	1395,52
75 d.14	<b>KNR 2-02 061303</b>	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z wełny mineralnej poziome z płyt układanych na sucho - jedna warstwa - gr. 16 cm	m2	444,740	30,92	13751,36
76 d.14	<b>KNR 2-02 061304</b>	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z wełny mineralnej poziome z płyt układanych na sucho - każda następna warstwa - gr. 10 cm	m2	444,740	18,77	8347,77
77 d.14	<b>KNR 2-02 200703</b>	Konstrukcje rusztów pod okładziny z płyt gipsowych pojedyncze z kształtowników metalowych na stropach	m2	444,740	50,26	22352,63
78 d.14	<b>KNR 2-02 200604</b>	Okładziny z płyt gipsowo-kartonowych (suche tynki gipsowe) pojedyncze na stropach na rusztach	m2	444,740	31,27	13907,02
79 d.14	<b>KNR AT-09 0103-02</b>	Montaż folii paroizolacyjnej	m2	444,740	17,17	7636,19
80 d.14	<b>KNR 2-02 050601</b>	Obróbki przy szerokości w rozwinięciu do 25 cm z blachy ocynkowanej	m2	22,425	96,77	2170,07
81 d.14	<b>KNR 2-02 050804</b>	Rynny dachowe półokrągłe o śr. 15 cm z blachy ocynkowanej	m	60,100	39,33	2363,73
82 d.14	<b>KNR 2-02 050809</b>	Zbiorniczki przy rynnach z blachy ocynkowanej	szt.	4,000	39,78	159,12
83 d.14	<b>KNR 2-02 051003</b>	Rury spustowe okrągłe o śr. 12 cm z blachy ocynkowanej	m	41,800	32,59	1362,26
84 d.14	<b>KNR-W 2-02 1036-02 analogia</b>	Boazerie z listew drewnianych szerokości do 12 cm - podbitka dachowa	m2	95,610	131,75	12596,62
85 d.14	<b>KNR-W 2-02 1036-09</b>	Boazerie - lakierowanie dwukrotne - podbitka	m2	95,610	29,25	2796,59
<b>Razem dział: Więźba dachowa z pokryciem</b>						<b>146473,04</b>
<b>15</b>		<b>Elewacja</b>				

86 d.15	<b>KNR 0-23 261201</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przyklejenie płyt styropianowych do ścian	m2	695,220	63,75	44320,28
87 d.15	<b>KNR 0-23 261202</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przyklejenie płyt styropianowych do ościeży	m2	42,555	52,78	2246,05
88 d.15	<b>KNR 0-23 261204</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przymocowanie płyt styropianowych za pomocą dybli plastikowych do ścian z cegły	szt.	3297,000	2,41	7945,77
89 d.15	<b>KNR 0-23 261206</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przyklejenie warstwy siatki na ścianach	m2	695,220	24,56	17074,60
90 d.15	<b>KNR 0-23 261207</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przyklejenie warstwy siatki na ościeżach	m2	42,555	45,90	1953,27
91 d.15	<b>KNR 0-23 261208</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - ochrona narożników wypukłych kątownikiem metalowym	m	104,355	8,74	912,06
92 d.15	<b>KNR 0-23 261209</b>	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - zamocowanie listwy cokołowej	m	83,400	20,22	1686,35
93 d.15	<b>KNR 0-23 093301</b>	Wyprawa elew. cienkowarstwowa z akrylowych tynków dekor. ATLAS CERMIT N 200 o fakturze nakrapianej lub R 200 o fakturze rustykalnej gr. 3 mm wyk. ręcznie na uprzednio przyg. podłożu - nałożenie podkładowej masy tynkarskiej	m2	737,775	4,35	3209,32
94 d.15	<b>KNR 0-23 093302</b>	Wyprawa elew. cienkowarstwowa z akrylowych tynków dekor. ATLAS CERMIT N 200 o fakturze nakrapianej lub R 200 o fakturze rustykalnej gr. 3 mm wyk. ręcznie na uprzednio przyg. podłożu - ściany płaskie i powierzchnie poziome	m2	695,220	38,07	26467,03
95 d.15	<b>KNR 0-23 093303</b>	Wyprawa elew. cienkowarstwowa z akrylowych tynków dekor. ATLAS CERMIT N 200 o fakturze nakrapianej lub R 200 o fakturze rustykalnej gr. 3 mm wyk. ręcznie na uprzednio przyg. podłożu - ościeża o szer. do 15 cm	m2	42,555	83,98	3573,77
96 d.15	<b>KNR 2-02 092102</b>	Licowanie płytkami klinkierowymi 25x6 cm ścian	m2	11,805	158,14	1866,84
97 d.15	<b>KNR 2-02 160402</b>	Rusztowania zewnętrzne rurowe o wysokości do 15 m	m2	898,380	18,31	16449,34
<b>Razem dział: Elewacja</b>						<b>127704,68</b>
<b>Wartość kosztorysowa robót bez podatku VAT</b>						<b>1094177,47</b>

**Słownie: jeden milion dziewięćdziesiąt cztery tysiące sto siedemdziesiąt siedem i 47/100 zł**

**Tab. nr 45.** Szacunkowa wycena realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów z odzysku na działce niezabudowanej. Opracowanie autora.

SZACUNKOWA WYCENA REALIZACJI OBIEKTU MODELOWEGO NR 2  
Z MATERIAŁÓW WTÓRNYCH POZYSKANYCH BEZPOŚREDNIO  
W TRAKCIE ROZBIÓRKI OBIEKTU MODELOWEGO NR 1:

L p.	Podstawa wyceny	Opis	Jedn. miar.	Ilość	Cena zł	c.j.R	c.j.M	c.j.S	Wartość zł (5 x 6)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>1</b>		<b>Roboty ziemne</b>								
1 d.1	KNR 4-01 0104-02	Wykopy o ścianach pionowych przy odkrywaniu odcinkami istniejących fundamentów o głębokości do 1.5 m w gruncie kat. III	m3	159,042	108,83	108,833			17308,54	
2 d.1	KNR 2-01 0320-0201	Zasypywanie wykopów liniowych o ścianach pionowych w gruntach kat. III-IV; głębokość do 1.5 m, szerokość 0.8-1.5 m	m3	159,042	31,68	31,676			5038,45	
<b>Razem dział: Roboty ziemne</b>									<b>22346,99</b>	
<b>2</b>		<b>Ławy fundamentowe</b>								
3 d.2	KNR 4-04 0301-02	Rozebranie podłoża z betonu żwirowego o grubości do 10 cm - chudy beton	m3	15,026	161,18	161,177			2421,89	
4 d.2	KNR 4-04 0302-01	Rozebranie ław, stóp i fundamentów pod maszyny betonowych o grubości (wysokości) do 70 cm	m3	56,349	259,39	259,385			14616,37	
5 d.2	KNR 2-02 1101-01	Podkłady betonowe na podłożu gruntowym	m3	15,026	330,79	136,300	194,485		4970,45	
6 d.2	KNR 2-02 0202-03	Ławy fundamentowe prostokątne żelbetowe, szerokości do 1,3 m - z zastosowaniem pompy do betonu	m3	56,349	346,34	51,509	251,823	43,008	19515,91	
7 d.2	KNR 2-02 0290-02	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty żebrowane o śr. 8-14 mm	t	2,677	4106,13	1111,132	2699,648	295,350	10992,11	

8 d.2	KNR 2-02 0290-01	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty gładkie o śr. do 7mm	t	0,141	4025,9 3	925,598	2856,838	243,497	567,66
9 d.2	KNR 2-02 0602-01	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne poziome - wykonywane na zimno z emulsji asfaltowej - pierwsza warstwa	m2	93,915	2,47	1,646	0,775	0,045	231,97
10 d.2	KNR 2-02 0602-02	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne poziome - wykonywane na zimno z emulsji asfaltowej - druga i następna warstwa	m2	93,915	2,21	1,522	0,646	0,042	207,55
11 d.2	KNR 2-02 0603-01	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z emulsji asfaltowej - pierwsza warstwa	m2	112,698	3,45	2,502	0,904	0,047	388,81
12 d.2	KNR 2-02 0603-02	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z emulsji asfaltowej - druga i następna warstwa	m2	112,698	2,94	2,125	0,775	0,037	331,33
<b>Razem dział: Ławy fundamentowe</b>									<b>54244,05</b>
<b>3</b>		<b>Ściany fundamentowe</b>							
13 d.3	KNR 4-04 0303-02	Rozebranie ścian żelbetowych o grubości do 30 cm	m3	24,644	438,04	414,860	23,179		10795,06
14 d.3	KNR 2-02 0207-01 0207-07	Ściany żelbetowe proste grubości 25 cm wysokości do 3 m - z zastosowaniem pompy do betonu	m2	98,576	175,11	83,083	70,730	21,293	17261,64
15 d.3	KNR 2-02 0603-05	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe -	m2	197,152	13,29	3,312	9,790	0,183	2620,15

		wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych gęstych - pierwsza warstwa - abizol ST							
16 d.3	KNR 2-02 0603-06	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych gęstych - druga i następna warstwa - abizlo ST	m2	197,152	11,12	2,572	8,392	0,155	2192,33
17 d.3	KNR 0-40 0109-01	Izolacja termiczna ścian fundamentowych styrodur 5 cm na abizol ST	m2	65,808	42,96	4,664	37,748	0,550	2827,11
18 d.3	KNNR-W 3 0207-01	Izolacje pionowe ścian fundamentowych z folii kubełkowej bez gruntowania powierzchni	m2	102,825	11,18	1,736	9,445		1149,58
<b>Razem dział: Ściany fundamentowe</b>									<b>36843,90</b>
<b>4</b>	<b>Ściany nośne</b>								
19 d.4	KNR 4-04 0102-02	Rozebranie murów i słupów w budynkach o wysokości do 9 m (do 2 kondygnacji) na zaprawie cementowo-wapiennej	m3	256,173	80,33	80,329			20578,38
20 d.4	KNR 4-04 1001-04	Przygotowanie cegieł pełnych całych na zaprawie cementowo-wapiennej z rozbiórki do użytku /założono odzysk 90% cegieł/	szt.	89438,00 0	0,30	0,298			26831,40
21 d.4	KNR 4-01 0354-01	Wykucie z muru belek stalowych	m	329,000	16,59	16,585			5458,11
22 d.4	KNR 7-12 0101-01	Czyszczenie przez szcietkowanie ręczne do trzeciego stopnia czystości konstrukcji pełnościennych (stan	m2	278,992	10,69	10,691			2982,42

		wyjściowy powierzchni B) / Przygotowanie belek stalowych z rozbiórki do użytku/							
23 d.4	KNR 7-12 0105-01	Odtłuszczenie konstrukcji pełnościennych / Przygotowanie belek stalowych z rozbiórki do użytku/	m2	278,992	1,96	1,088	0,873		546,82
24 d.4	KNR 7-12 0201-01	Malowanie pędzlem farbami do gruntowania miniowymi konstrukcji pełnościennych / Przygotowanie belek stalowych z rozbiórki do użytku/ Krotność = 2	m2	278,992	11,08	6,706	4,241	0,135	3091,23
25 d.4	KNR 2-02 0114-01	Ściany budynków wielokondygnacyjnych z cegieł pełnych na zaprawie wapiennej lub cementowo-wapiennej grubości 1 ceg. /przyjęto 90% z odzysku i 10% nowych/	m2	1024,693	92,80	62,967	24,163	5,673	95091,51
26 d.4	KNR 2-02 0126-01	Otwory na okna w ścianach murowanych grubości do 1 cegły z cegieł pojedynczych, bloczków i pustaków	szt.	47,000	40,17	40,165			1887,99
27 d.4	KNR 2-02 0126-02	Otwory na drzwi, drzwi balkonowe i wrota w ścianach murowanych grubości do 1 cegły z cegieł pojedynczych, bloczków i pustaków	szt.	12,000	55,45	55,453			665,40
28 d.4	KNR 4-01 0313-05	Wykonanie przesklepień otworów w ścianach z cegieł - dostarczenie i obsadzenie belek stalowych I NP 200-260 mm /belki stalowe z odzysku oraz cegły/	m	329,000	67,02	55,971	8,350	2,695	22049,58

29 d.4	kalkulacja własna	Wypełnienie przeźreni pomiędzy belkami stalowymi pianką poliuretanową	m	164,500	20,73	9,069	11,660		3410,09
30 d.4	KNR 4-01 0703-03	Umocowanie siatki 'Rabitz'a' na stopkach belek	m	329,000	4,14	2,850	1,285		1362,06
<b>Razem dział: Ściany nośne</b>									<b>183954,9 9</b>
<b>5</b>		<b>Stropy</b>							
31 d.5	KNR 2-02 0302-02 analogia	Budynki z elementów typu bloki żerańskie płyty stropowe o powierzchni ponad 6 m2 płyty 1,5*6,0m - DEMONTAŻ PRZYJĘTO 40% NAKŁADÓW ROBOZIZNY	elem.	70,000	69,05	11,609		57,443	4833,50
32 d.5	KNR 4-04 0305-03	Rozebranie stropów żelbetowych (płyt, belek, żeber, wieńców) przy grubości płyty stropowej do 20 cm - wieńce	m3	21,724	279,75	268,714	11,036		6077,29
33 d.5	kalkulacja własna	Przygotowanie płyt stropowych z rozbiórki do użytku wraz z wykonaniem ekspertyzy technicznej	szt.	70,000	103,65	103,650			7255,50
34 d.5	KNR 2-02 0302-02	Budynki z elementów typu bloki żerańskie płyty stropowe o powierzchni ponad 6 m2 płyty 1,5*6,0m - płyty z odzysku	elem.	70,000	157,34	29,022	69,045	59,276	11013,80
35 d.5	KNR 2-02 0302-09	Budynki z elementów typu bloki żerańskie wieńce monolityczne na ścianach zewnętrznych o szerokości do 30 cm	m3	21,724	727,11	160,658	324,601	241,851	15795,74
36 d.5	KNR 2-02 0290-02	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty żebrowane o śr.  8-14 mm	t	1,350	4106,1 3	1111,132	2699,64 8	295,350	5543,28



37 d.5	KNR 2-02 0290-01	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty gładkie o śr. do 7  mm	t	0,442	4025,9 3	925,598	2856,83 7	243,497	1779,46
<b>Razem dział: Stropy</b>									<b>52298,57</b>
<b>6</b>		<b>Schody</b>							
38 d.6	KNR 4-04 0305-03	Rozebranie stropów żelbetowych (płyty, belek, żeber, wieńców) przy grubości płyty stropowej do 20 cm - schody żelbetowe	m3	6,990	279,75	268,714	11,036		1955,45
39 d.6	KNR 2-02 0207-01 0207-07	Ściany żelbetowe proste grubości 25 cm wysokości do 3 m - z zastosowaniem pompy do betonu	m2	1,064	175,11	83,083	70,730	21,293	186,32
40 d.6	KNR 2-02 0603-05	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych gęstych - pierwsza warstwa - abizol ST	m2	1,960	13,29	3,312	9,791	0,183	26,05
41 d.6	KNR 2-02 0603-06	Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe - wykonywane na zimno z past emulsyjnych asfaltowych gęstych - druga i następna warstwa - abizol ST	m2	1,960	11,12	2,572	8,392	0,155	21,80
42 d.6	KNR 2-02 0218-03 0218-06	Schody żelbetowe wspornikowe proste z płytą grubości 18 cm - z zastosowaniem pompy do betonu	m2	27,940	242,37	121,308	91,168	29,889	6771,82
43 d.6	KNR 2-02 0290-02	Przygotowanie i montaż zbrojenia elementów budynków i budowli - pręty żebrowane o śr.  8-14 mm	t	0,827	4106,1 3	1111,132	2699,64 8	295,350	3395,77

44 d.6	KNR 2-02 0290-01	Przygotowanie i montaż zbrojenia ele- mentów budynków i budowli - pręty gładkie o śr. do 7  mm	t	0,044	4025,9 3	925,598	2856,83 6	243,497	177,14
<b>Razem dział: Schody</b>									<b>12534,07</b>
<b>7</b>		<b>Ścianki działowe</b>							
45 d.7	KNR 4-04 0105-04	Rozebranie ścianek pełnych z cegły o zaprawie cementowo- wapiennej	m2	410,982	25,00	17,362	7,639		10274,55
46 d.7	KNR 4-04 1001-04	Przygotowanie cegieł pełnych całych na zaprawie cementowo- wapiennej z rozbiórki do użytku /założono odzysk 90% cegieł/	szt.	17791,00 0	0,30	0,298			5337,30
47 d.7	KNR 2-02 0120-02	Ścianki działowe pełne z cegieł peł- nych grubości 1/2 ceg. / przyjęto 90% z odzysku i 10% nowych/	m2	410,982	49,07	36,536	10,210	2,328	20166,89
48 d.7	KNR 2-02 0126-05	Otwory w ścianach murowanych - ułóżenie nadproży prefabrykowanych	m	19,800	32,91	5,183	27,436	0,291	651,62
<b>Razem dział: Ścianki działowe</b>									<b>36434,47</b>
<b>8</b>		<b>Podkłady podposadzkowe, posadzki</b>							
49 d.8	KNR 4-01 0106-01	Wykopy nieumocnione o ścianach pionowych wykonywane wewnątrz budynku z odrzuconiem na odległość do 3 m /rozebranie podsypki/	m3	95,226	120,49	120,494			11473,78
50 d.8	KNR 4-04 0301-01	Rozebranie podłoża z betonu żwirowego o grubości do 5 cm	m3	15,871	152,37	152,366			2418,26
51 d.8	KNR 2-02 0604-03 analogia	Rozebranie izolacji z papy (przyjęto 40% nakładów robocizny)	m2	317,420	3,06	3,060			971,31

52 d.8	KNR 4-01 0604-13 analogia	Rozebranie izolacji z płyt wiórowo-cementowych o grubości 10 cm (przyjęto 40% nakładów robocizny)	m2	317,420	7,05	7,048			2237,81
53 d.8	KNR 2-02 0610-05 analogia	Rozebranie izolacji z płyt pilśniowych miękkich (przyjęto 40% nakładów robocizny)	m2	575,744	1,30	1,303			748,47
54 d.8	KNR 4-01 0804-07	Zerwanie posadzki cementowej	m2	890,922	19,18	19,176			17087,88
55 d.8	KNR 4-01 0811-07	Rozebranie posadzki z płytek na zaprawie cementowej	m2	890,922	23,84	23,840			21239,58
56 d.8	KNR 4-01 0804-08 analogia	Zerwanie cokolika z płytek	m	691,370	4,66	4,664			3221,78
57 d.8	KNR 2-02 1101-05	Podkłady murarskie z gruzu - betonowego /w cenę wliczono skruszenie betonu do wbudowania/	m3	95,226	247,71	170,246	58,699	18,767	23588,43
58 d.8	KNR 2-02 1101-01	Podkłady betonowe na podłożu gruntowym	m3	15,871	330,79	136,300	194,485		5249,97
59 d.8	KNR 2-02 0607-01	Izolacje przeciwwilgociowe i przeciwwodne z folii polietylenowej szerokiej poziome podposadzkowe  Krotność = 2	m2	317,420	8,40	3,110	5,294		2666,33
60 d.8	KNR 2-02 0609-03	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z płyt styropianowych poziome na wierzchu konstrukcji na sucho - jedna warstwa - EPS 100 gr. 10 cm	m2	317,420	19,04	2,308	16,255	0,477	6043,68
61 d.8	KNR 2-02 0609-03	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z płyt styropianowych poziome na wierzchu konstrukcji na sucho - jedna warstwa - EPS 100 gr. 2 cm	m2	575,744	6,04	2,308	3,251	0,477	3477,49

62 d.8	KNR 2-02 1102-01 1102-03	Warstwy wyrównawcze pod posadzki z zaprawy cementowej grubości 50 mm zartarte na ostro	m2	890,922	27,26	14,802	11,293	1,166	24286,53
63 d.8	NNRNKB 202 1130-02 1130-03	(z. VII) Warstwy wyrównujące i wygładzające z zaprawy samopoziomującej grubości 10 mm wykonywane w pomieszczeniach o pow. ponad 8 m2	m2	890,922	56,95	7,126	47,701	2,123	50738,01
64 d.8	KNR 0-12 1118-03	Posadzki z płytek o wymiarach 30 x 30 cm, układanych metodą zwykłą	m2	890,922	123,53	64,243	54,857	4,425	110055,5 9
65 d.8	KNR 0-12 1119-02	Cokoliki z płytek o wymiarach 30 x 30 cm i wysokości cokolika równej 15 cm	m	691,370	19,16	14,021	4,706	0,433	13246,65
<b>Razem dział: Podkłady podposadzkowe, posadzki</b>									<b>298751,5 5</b>
<b>9</b>		<b>Tynki ścian</b>							
66 d.9	KNR 4-01 0701-05	Odbicie tynków wewnętrznych z zaprawy cementowo-wapiennej na ścianach, filarach, pilastrach o powierzchni odbicia ponad 5 m2	m2	2255,002	8,55	8,551			19280,27
67 d.9	KNR 2-02 2008-01	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm wykonywane mechanicznie na ścianach na podłożu ceramicznym	m2	2255,002	22,10	9,159	9,892	3,046	49835,54
68 d.9	KNR 2-02 2008-08	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm wykonywane mechanicznie na ścianach - dodatek	m2	2255,002	7,61	2,176	4,550	0,880	17160,57

		za pogrubienie o 5 mm							
69 d.9	KNR 2-02 1505-03	Dwukrotne malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłoży gipsowych z gruntowaniem	m2	2255,002	6,54	4,549	1,965	0,028	14747,71
70 d.9	KNR 2-02 1505-04	Malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłoży gipsowych z gruntowaniem - dodatek za każde dalsze malowanie	m2	2255,002	2,25	1,309	0,919	0,019	5073,75
<b>Razem dział: Tynki ścian</b>									<b>106097,8 4</b>
<b>10</b>		<b>Sufity</b>							
71 d. 10	KNR 4-01 0701-11	Odbicie tynków wewnętrznych z zaprawy cementowo-wapiennej na stropach płaskich, belkach, biegach i spocznikach schodów o powierzchni odbicia ponad 5 m2	m2	583,250	13,99	13,993			8159,67
72 d. 10	KNR 4-01 0429-06 analogia	Rozebranie elementów stropów drewnianych - podsufitek z płyt paździerzowych 1,8 cm	m2	302,572	4,66	4,664			1409,99
73 d. 10	KNR-W 2-02 2702-01	Sufity podwieszane o konstrukcji metalowej z wypełnieniem płytami z włókien mineralnych	m2	885,822	73,89	21,767	51,055	1,063	65453,39
74 d. 10	KNR-W 2-02 2004-07	Obudowa belek i podciągów płytami gipsowo- kartonowymi na rusztach metalowych pojedynczych jednowarstwowo 50-01	m2	8,730	93,42	55,453	36,199	1,764	815,56
75 d. 10	KNR 2-02 2008-04	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm	m2	35,156	23,09	9,602	9,970	3,514	811,75

		wykonywane mechanicznie na stropach na podłożu betonowym							
76 d. 10	KNR 2-02 2008-09	Tynki jednowarstwowe wewnętrzne z gipsu tynkarskiego Nidalit gr. 10 mm wykonywane mechanicznie na stropach - dodatek za pogrubienie o 5 mm	m2	35,156	8,57	2,917	4,668	0,981	301,29
77 d. 10	KNR 2-02 1505-03	Dwukrotne malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłoży gipsowych z gruntowaniem	m2	43,886	6,54	4,549	1,965	0,028	287,01
78 d. 10	KNR 2-02 1505-04	Malowanie farbami emulsyjnymi powierzchni wewnętrznych - podłoży gipsowych z gruntowaniem - dodatek za każde dalsze malowanie	m2	43,886	2,25	1,309	0,919	0,019	98,74
<b>Razem dział: Sufity</b>									<b>77328,54</b>
<b>11</b>		<b>Okładziny schodów</b>							
79 d. 11	KNR 4-01 0811-07	Rozebranie posadzki z płytek na zaprawie cementowej	m2	38,536	23,84	23,840			918,70
80 d. 11	KNR 4-01 0804-08 analogia	Zerwanie cokolika z płytek	m	33,040	4,66	4,664			153,97
81 d. 11	KNR 0-12 1120-03	Okładziny schodów z płytek o wymiarach 30 x 30 cm, układanych metodą zwykłą	m2	38,536	136,03	75,693	55,803	4,535	5242,05
82 d. 11	KNR 0-12 1119-05	Cokoliki na schodach z płytek o wymiarach 30 x 30 cm i wysokości cokolika równej 15 cm	m	33,040	22,27	17,199	4,844	0,226	735,80
<b>Razem dział: Okładziny schodów</b>									<b>7050,52</b>

<b>12</b>		<b>Elementy kowalsko ślusarskie</b>							
83 d. 12	KNR 4-04 0804-01	Rozebranie balustrad z kształtowników stalowych w poziomie I kondygnacji	m	22,560	25,15	23,840	0,651	0,657	567,38
84 d. 12	KNR 4-04 0804-02	Rozebranie balustrad z kształtowników stalowych w poziomie II kondygnacji	m	24,260	25,41	24,098	0,651	0,657	616,45
85 d. 12	KNR-W 2- 02 1207-04	Balustrady schodowe prętowe osadzone i zabetonowane w co trzecim stopniu o masie do 16 kg	m	18,260	556,90	62,190	486,571	8,136	10168,99
86 d. 12	KNR-W 2- 02 1208-03	Pochwyty na wspornikach	m	28,560	187,92	25,394	162,235	0,291	5367,00
<b>Razem dział: Elementy kowalsko ślusarskie</b>									<b>16719,82</b>
<b>13</b>		<b>Stolarka okienna i drzwiowa</b>							
87 d. 13	KNR 4-01 0354-08	Wykucie z muru ościeżnic stalowych lub krat okiennych o powierzchni ponad 2 m <sup>2</sup> - okna aluminiowe	m <sup>2</sup>	176,250	21,77	21,767			3836,96
88 d. 13	KNR 4-01 0354-10	Wykucie z muru ościeżnic stalowych lub krat drzwiowych o powierzchni ponad 2 m <sup>2</sup> drzwi aluminiowe	m <sup>2</sup>	17,130	16,33	16,325			279,73
89 d. 13	KNR 4-01 0354-09	Wykucie z muru ościeżnic stalowych lub krat drzwiowych o powierzchni do 2 m <sup>2</sup>	szt.	23,000	33,95	33,945			780,85
90 d. 13	KNR 4-01 0354-11	Wykucie z muru podokienników drewnianych, stalowych - wewnętrzne	m	117,500	17,62	17,620			2070,35
91 d. 13	KNR 4-01 0354-11	Wykucie z muru podokienników drewnianych, stalowych - zewnętrzne	m	117,500	17,62	17,620			2070,35
92 d. 13	kalkulacja własna	Przygotowanie okien i drzwi aluminiowych z rozbiórki do użytku	szt.	52,000	51,83	51,825			2695,16

93 d. 13	KNR-W 2- 02 1039- 03	Okna aluminiowe o powierzchni ponad 2.0 m <sup>2</sup> - z rozbiórki	m2	176,250	76,06	57,008	12,827	6,223	13405,58
94 d. 13	KNR-W 2- 02 1040- 02	Drzwi aluminiowe dwuskrzydłowe - z rozbiórki	m2	17,130	132,20	85,770	40,211	6,223	2264,59
95 d. 13	KNR-W 2- 02 1025- 01	Ościeżnice stalowe dla drzwi wewnętrzlokalowych i wejściowych do lokalu malowane dwukrotnie na budowie typu FD1	szt.	23,000	120,52	39,906	78,348	2,269	2771,96
96 d. 13	KNR-W 2- 02 1022- 01	Skrzydła drzwiowe płytowe wewnętrzne pełne jednoskrzydłowe fabrycznie wykończone	m2	42,435	161,91	13,215	146,280	2,414	6870,65
97 d. 13	KNR-W 2- 02 0135- 02	Obsadzenie prefabrykowanych podokienników długości ponad 1 m - parapety PCV 2,5	szt.	47,000	155,44	54,935	98,899	1,601	7305,68
98 d. 13	NNRNKB 202 0541- 01	(z.VI) Obróbki blacharskie z blachy powlekanej o szer. w rozwinięciu do 25 cm	m2	29,375	118,24	55,712	61,798	0,733	3473,30
<b>Razem dział: Stolarka okienna i drzwiowa</b>									<b>47825,16</b>
<b>14</b>		<b>Więźba dachowa z pokryciem</b>							
99 d. 14	KNR 4-01 0429-06 analogia	Rozebranie elementów stropów drewnianych - podsufitek z płyt paździerzowych 1,8 cm	m2	444,740	4,66	4,664			2072,49
10 0 d. 14	KNR 4-01 0430-06	Rozebranie elementów więźb dachowych więźby dachowe proste	m2	444,740	4,15	4,146			1845,67
10 1 d. 14	KNR 4-01 0429-02 analogia	Rozebranie elementów stropów drewnianych - zasypek - słomy stabilizowanej wapnem pomiędzy krokwiami	m2	444,740	5,44	5,441			2419,39
10 2 d. 14	KNR 4-01 0430-02	Rozebranie elementów więźb	m2	444,740	4,66	4,664			2072,49



		dachowych deskowa- nie dachu z desek na styk							
10 3 d. 14	KNR 2-02 0604-03 analogia	Rozebranie izolacji z papy (przyjęto 40% nakładów robocizny)	m2	444,740	3,06	3,060			1360,90
10 4 d. 14	KNR 4-01 0430-05	Rozebranie elementów więźb dachowych ołączenie dachu o odstępie łąt ponad 24 cm	m2	444,740	1,81	1,814			804,98
10 5 d. 14	KNR 4-01 0430-05 analogia	Rozebranie elementów więźb dachowych ołączenie dachu o odstępie łąt ponad 24 cm kontrłaty (przyjęto 50% nakła- dów robocizny)	m2	444,740	0,91	0,906			404,71
10 6 d. 14	KNR 4-01 0508-03	Rozbiórka pokrycia z dachówki	m2	444,740	13,59	12,179		1,414	6044,02
10 7 d. 14	KNR 4-01 0535-02	Rozebranie pokrycia dachowego z blachy nie nadającej się do użytku	m2	22,425	3,11	3,110			69,74
10 8 d. 14	KNR 4-01 0535-04	Rozebranie rynien z blachy nie nadającej się do użytku	m	60,100	3,89	3,887			233,79
10 9 d. 14	KNR 4-01 0535-06	Rozebranie rur spustowych z blachy nie nadającej się do użytku	m	41,800	2,85	2,850			119,13
11 0 d. 14	KNR 4-01 0429-05 analogia	Rozebranie elementów stropów drewnianych - podsufitek z desek nieotynkowanych - podbitki	m2	95,610	6,48	6,478			619,55
11 1 d. 14	KNR 4-04 1004-01	Przygotowanie dachówki karpíówki z rozbiórki do użytku / założono odzysk 90% dachówek/	szt.	16677,00 0	0,37	0,368			6170,49
11 2 d. 14	KNR 4-04 1004-04	Przygotowanie gąsiorów ceramicznych z rozbiórki do użytku / założono odzysk 90% gąsiorów/	szt.	91,000	0,68	0,676			61,88

11 3 d. 14	KNR 4-04 1005-03	Przygotowanie krawędziaków i bali z rozbiórki do użytku / założono odzysk 90% więźby/	m3	8,979	67,63	67,631			607,25
11 4 d. 14	KNR 4-01 0610-01	Odgrzybianie elementów drewnianych przy użyciu szczotek stalowych - powierzchnia odgrzybiania do 2 m2 - istniejąca więźba dachowa	m2	282,512	3,37	3,368			952,07
11 5 d. 14	KNR 4-01 0627-06	Trzykrotna impregnacja grzybobójcza bali i krawędziaków metodą smarowania preparatami solowymi - zabezpieczenie grzybo- i ogniochronne	m2	282,512	11,06	9,588	1,470		3124,58
11 6 d. 14	KNR 2-02 0406-02	Murłaty - przekrój poprzeczny drewna ponad 180 cm2 z tarcicy nasyconej /przyjęto 90% z odzysku i 10% nowych/	m <sup>3</sup> drew.	1,539	574,07	223,107	240,891	110,069	883,49
11 7 d. 14	KNR 2-02 0406-06	Ramy górne i płatwie, długość ponad 3 m przekrój poprzeczny drewna ponad 180 cm2 z tarcicy nasyconej /przyjęto 90% z odzysku i 10% nowych/	m <sup>3</sup> drew.	0,769	708,97	429,631	165,655	113,688	545,20
11 8 d. 14	KNR 2-02 0408-05	Krokwie zwykłe, długość ponad 4.5 m przekrój poprzeczny drewna do 180 cm2 z tarcicy nasyconej / przyjęto 90% z odzysku i 10% nowych/	m3	6,252	622,60	363,035	153,012	106,549	3892,50
11 9 d. 14	KNR 0-15II 0517-01	Pokrycie dachów nieodeskowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem	m2	444,740	9,55	4,231	5,274	0,048	4247,27

		wkrętami - ułożenie na krokwiach ekranu zabezpieczającego z folii							
12 0 d. 14	KNR 0-15II 0517-02	Pokrycie dachów nieodeskowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem wkrętami impregnacja, przycięcie i przybicie kontrłat i łat	m2	444,740	21,37	6,713	12,538	2,123	9504,09
12 1 d. 14	KNR 0-15II 0517-03	Pokrycie dachów nieodeskowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem wkrętami /przyjęto 90% z odzysku i 10% nowych/	m2	444,740	58,52	50,608	7,101	0,813	26026,18
12 2 d. 14	KNR 0-15II 0517-04	Pokrycie dachów nieodeskowanych dachówką ceramiczną z otworami z przykręceniem wkrętami - montaż gąsiorów z przymocowaniem wkrętami do deski kalenicowej /przyjęto 90% z odzysku i 10% nowych/	m	30,050	39,72	15,102	24,603	0,011	1193,59
12 3 d. 14	KNR 2-02 0613-03	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z wełny mineralnej poziome z płyt układanych na sucho - jedna warstwa - gr. 16 cm	m2	444,740	30,92	2,350	27,644	0,928	13751,36
12 4 d. 14	KNR 2-02 0613-04	Izolacje cieplne i przeciwdźwiękowe z wełny mineralnej poziome z płyt układanych na sucho - każda następna warstwa - gr. 10 cm	m2	444,740	18,77	1,612	16,234	0,928	8347,77
12 5 d.	KNR 2-02 2007-03	Konstrukcje rusztów pod okładziny z płyt gipsowych	m2	444,740	50,27	28,038	20,526	1,701	22357,08

14		pojedyncze z kształtowników metalowych na stropach							
12 6 d. 14	KNR 2-02 2006-04	Okładziny z płyt gipsowo-kartonowych (suche tynki gipsowe) pojedyncze na stropach na rusztach	m2	444,740	31,27	18,240	12,007	1,026	13907,02
12 7 d. 14	KNR AT-09 0103-02	Montaż folii paroizolacyjnej	m2	444,740	17,17	10,884	6,055	0,227	7636,19
12 8 d. 14	KNR 2-02 0506-01	Obróbki przy szerokości w rozwinięciu do 25 cm z blachy ocynkowanej	m2	22,425	96,77	74,556	21,578	0,631	2170,07
12 9 d. 14	KNR 2-02 0508-04	Rynny dachowe półokrągłe o śr. 15 cm z blachy ocynkowanej	m	60,100	39,33	16,862	22,119	0,350	2363,73
13 0 d. 14	KNR 2-02 0508-09	Zbiorniczki przy rynnach z blachy ocynkowanej	szt.	4,000	39,78	25,677	13,728	0,379	159,12
13 1 d. 14	KNR 2-02 0510-03	Rury spustowe okrągłe o śr. 12 cm z blachy ocynkowanej	m	41,800	32,60	21,639	10,698	0,258	1362,68
13 2 d. 14	KNR-W 202 1036-02 analogia	Boazerie z listew drewnianych szerokości do 12 cm - podbitka dachowa	m2	95,610	131,75	81,883	35,445	14,423	12596,62
13 3 d. 14	KNR-W 2-02 1036-09	Boazerie - lakierowanie dwukrotne - podbitka	m2	95,610	29,25	19,176	10,071		2796,59
<b>Razem dział: Więźba dachowa z pokryciem</b>									<b>162718,8 1</b>
<b>15</b>	<b>Elewacja</b>								
13 4 d. 15	KNR 4-01 0701-05 analogia	Odbicie tynków zewnętrznych z zaprawy cementowo-wapiennej na ścianach, filarach, pilastrach o	m2	737,775	8,55	8,551			6307,98

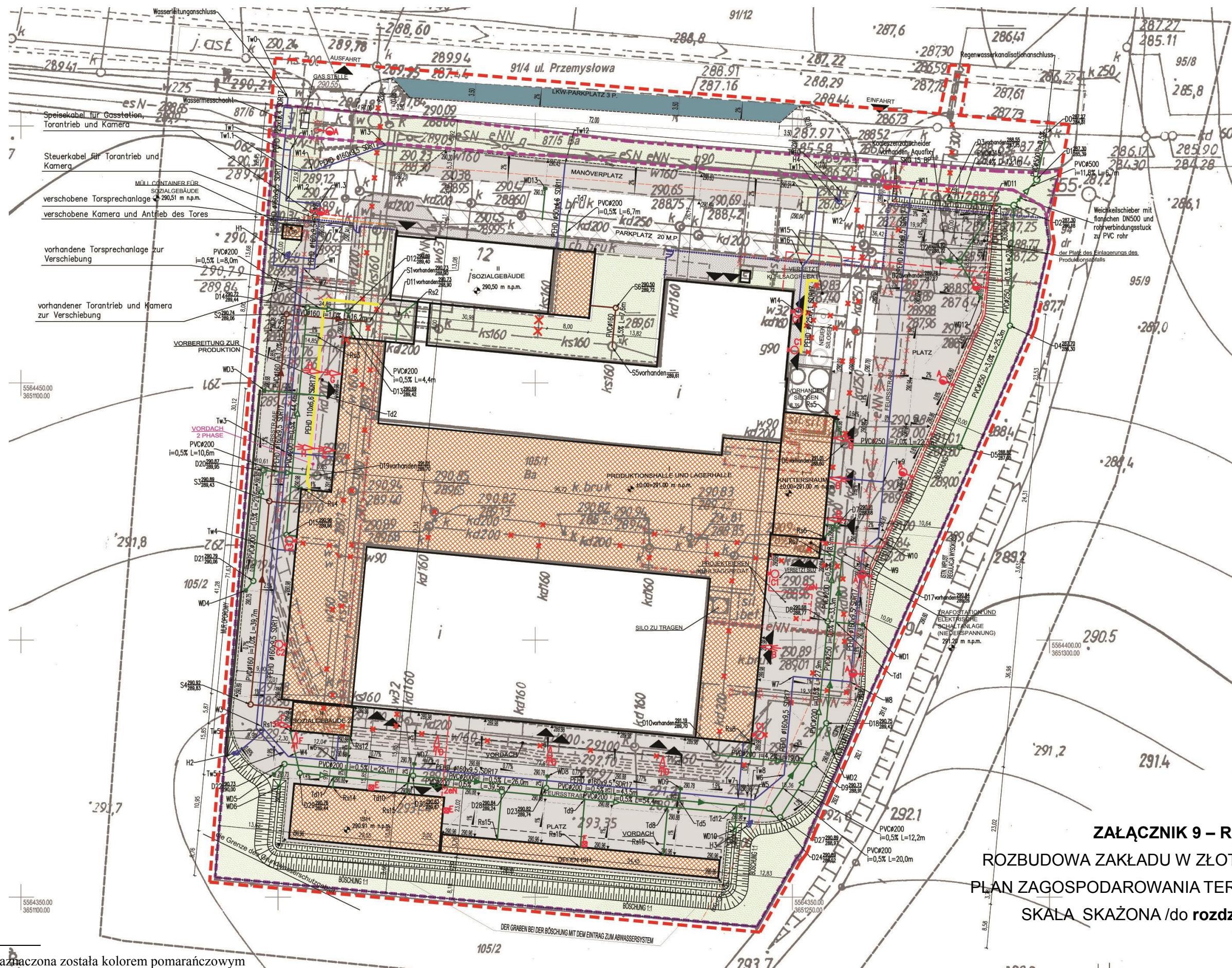
		powierzchni odbicia ponad 5 m2							
13 5 d. 15	KNR 0-23 2612-01	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przyklejenie płyt styropianowych do ścian	m2	695,220	63,75	34,438	28,282	1,026	44320,28
13 6 d. 15	KNR 0-23 2612-02	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przyklejenie płyt styropianowych do ościeży	m2	42,555	52,79	41,331	10,428	1,026	2246,48
13 7 d. 15	KNR 0-23 2612-04	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przymocowanie płyt styropianowych za pomocą dybli plastikowych do ścian z cegły	szt	3297,000	2,41	1,660	0,727	0,020	7945,77
13 8 d. 15	KNR 0-23 2612-06	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przyklejenie war- stwy siatki na ścianach	m2	695,220	24,56	15,839	8,186	0,533	17074,60
13 9 d. 15	KNR 0-23 2612-07	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - przyklejenie warstwy siatki na ościeżach	m2	42,555	45,90	35,812	9,558	0,533	1953,27
14 0 d. 15	KNR 0-23 2612-08	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - ochrona narożników wypukłych kątowni- kiem metalowym	m	104,355	8,74	5,701	2,987	0,051	912,06
14 1 d. 15	KNR 0-23 2612-09	Ocieplenie ścian budynków płytami styropianowymi - system STOPTER - zamocowanie listwy cokołowej	m	83,400	20,22	6,141	14,056	0,019	1686,35

14 2 d. 15	KNR 0-23 0933-01	Wyprawa elew. cienkowarstwowa z akrylowych tynków dekor. ATLAS CERMIT N 200 o fakturze nakrapianej lub R 200 o fakturze rustykalnej gr. 3 mm wyk. ręcznie na uprzednio przyg. podłożu - nałożenie podkładowej masy tynkarskiej	m2	737,775	4,35	2,721	1,594	0,037	3209,32
14 3 d. 15	KNR 0-23 0933-02	Wyprawa elew. cienkowarstwowa z akrylowych tynków dekor. ATLAS CERMIT N 200 o fakturze nakrapianej lub R 200 o fakturze rustykalnej gr. 3 mm wyk. ręcznie na uprzednio przyg. podłożu - ściany płaskie i powierzchnie poziome	m2	695,220	38,07	12,920	24,272	0,875	26467,03
14 4 d. 15	KNR 0-23 0933-03	Wyprawa elew. cienkowarstwowa z akrylowych tynków dekor. ATLAS CERMIT N 200 o fakturze nakrapianej lub R 200 o fakturze rustykalnej gr. 3 mm wyk. ręcznie na uprzednio przyg. podłożu - ościeża o szer. do 15 cm	m2	42,555	83,98	56,401	26,699	0,875	3573,77
14 5 d. 15	KNR 2-02 0921-02	Licowanie płytkami klinkierowymi 25x6 cm ścian	m2	11,805	158,14	105,815	46,355	5,965	1866,84
14 6 d. 15	KNR 2-02 1604-02	Rusztowania zewnętrzne rurowe o wysokości do 15 m	m2	898,380	18,31	14,996	1,500	1,817	16449,34
<b>Razem dział: Elewacja</b>									<b>134012,6 6</b>
<b>16</b>		<b>Wywóz gruzu</b>							
14 7 d. 16	KNR 4-04 1103-01	Załadowanie gruzu koparko-ładowarką przy obsłudze na zmianę roboczą przez 3 samochody samowyładowcze	m3	448,080	22,14			22,138	9920,49

14 8 d. 16	KNR 4-04 1103-04 1103-05	Wywiezienie gruzu z terenu rozbiórki przy mechanicznym załadowaniu i wyładowaniu samochodem samowładoczym na odległość 10 km	m3	448,080	65,94			65,937	29546,40
14 9 d. 16	KNR 4-04 1107-03 1107-04	Transport złomu samochodem skrzyniowym z załadunkiem i wyładunkiem mechanicznym na odległość 8 km	t	0,435	175,54	17,620		157,915	76,36
<b>Razem dział: Wywóz gruzu</b>									<b>39543,25</b>
<b>Wartość kosztorysowa robót bez podatku VAT</b>									<b>1288705,19</b>

**Słownie: jeden milion dwieście osiemdziesiąt osiem tysięcy siedemset pięć i 19/100 zł**

**Tab. 46.** Szacunkowa wycena realizacji obiektu modelowego nr 2 z materiałów wtórnych pozyskanych bezpośrednio w trakcie rozbiórki obiektu modelowego nr 1. Opracowanie autora.



- Speisekabel für Gasstation, Torantrieb und Kamera
- Steuerkabel für Torantrieb und Kamera
- MÜLLCONTAINERSTELLE SOZIALGEBÄUDE verschobene Torsprechanlage + 290,51 m n.p.m. verschobene Kamera und Antrieb des Tores
- vorhandene Torsprechanlage zur Verschiebung
- vorhandener Torantrieb und Kamera zur Verschiebung

**ZAŁĄCZNIK 9 – Rys. 48.**  
**ROZBUDOWA ZAKŁADU W ZŁOTORYI.**  
**PLAN ZAGOSPODAROWANIA TERENU<sup>2</sup>.**  
**SKALA SKAŻONA /do rozdziału 5/**

<sup>2</sup> Projektowana rozbudowa zaznaczona została kolorem pomarańczowym





**ZAŁĄCZNIK 9 – Rys. 49. ROZBUDOWA ZAKŁADU W ZŁOTORZYI.  
ELEVACJE<sup>3</sup>, SKALA SKAŻONA /do rozdziału 5/**

<sup>3</sup> **Kolor zielony** – istniejące panele do zachowania z rdzeniem z PU, **kolor niebieski** – istniejące panele po przełożeniu lub panele nowe z rdzeniem z PU, **kolor biały** – nowe panele z rdzeniem z wełny mineralnej, **kolor kremowy** – nowa okładzina z blachy

**ZAŁĄCZNIK 10 – INTERPRETACJA GŁÓWNEGO URZĘDU NADZORU  
BUDOWLANEGO W SPRAWIE DOPUSZCZENIA DO OBROTU  
ELEMENTÓW BUDOWLANÝCH Z ODZYSKU  
/do rozdziału 6/**

TREŚĆ ZAPYTANIA SKIEROWANEGO DO GUNB:

Smolec, 13.02.2014

Maciej Skowroński ARCHITEKCI  
ul Wiśniowa 10  
55-080 Smolec

GŁÓWNY URZĄD NADZORU BUDOWLANEGO  
DEPARTAMENT WYROBÓW BUDOWLANÝCH

dotyczy: wyjaśnienie procedury dopuszczenia do obrotu materiałów  
budowlanych pochodzących z odzysku

Szanowni Państwo,

W związku z opracowywaną dokumentacją techniczną na wykonanie projektu budowlanego dla zadania polegającego na budowie trzykondygnacyjnego budynku użyteczności publicznej z materiałów wtórnych, zwracam się z prośbą o wyjaśnienie sposobu legalizacji w procesie inwestycyjnym zastosowania ww. elementów z odzysku. Proszę o informację jak na podstawie obowiązujących przepisów, tj. *Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane, Ustawy z dnia 16-ego kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych oraz Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r.*, można wprowadzić do obrotu materiały pochodzące z odzysku na innym placu budowy.

Na podstawie wstępnych informacji telefonicznych uzyskanych w Generalnym Urzędzie Nadzoru Budowlanego w dniu 10.02.2014 udało mi się ustalić, iż proces projektowy powinien tu zostać poszerzony o przeprowadzenie oceny technicznej potwierdzającej zgodność właściwości materiałów z odzysku np. ze zharmonizowaną specyfikacją techniczną. Z kolei Zakład Konstrukcji Materiałów Budowlanych działający przy Instytucie Techniki Budowlanej (jednostka oceny technicznej JOT nr 1488) poinformował mnie, iż do przeprowadzenia powyższych czynności wymagana jest podstawa opracowania w postaci zgody na badania i ich zakres, udzielona przez Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego. Ta informacja nie została już potwierdzona w trakcie rozmów prowadzonych z punktem informacyjnym działającym w Departamencie Wyrobów Budowlanych (GUNB).

Do planowanej realizacji budynku użyteczności publicznej planuje się zastosować następujące materiały, pozyskane w wyniku starannej rozbiórki innego obiektu budowlanego: cegłę z nośnych ścian osłonowych (do zastosowania przy wznoszeniu nowych ścian nośnych) i działowych (do zastosowania przy wznoszeniu nowych ścian działowych), dachówkę ceramiczną (przewidzianą do wykonania nowego pokrycia dachu), dobrze zachowane elementy konstrukcyjne więźby dachowej (do zastosowania jako elementy nośne w konstrukcji dachu), kanałowe płyty stropowe (przewidziane do wykorzystania przy budowie nowego stropu) oraz w miarę możliwości stolarkę okienną i drzwiową (tam gdzie jest to możliwe ze względu na brak wymagań ppoż, po odpowiedniej konserwacji i dostosowaniu parametrów izolacyjnych). W nowo budowanym obiekcie elementy te będą zatem pełniły w miarę możliwości tą samą funkcję, jak w trakcie pierwotnej eksploatacji. Odzyskany z rozbiórki materiał znajduje się w dobrym stanie technicznym (wstępne oględziny), inwestor ani projektant nie dysponuje jednak żadnymi wynikami badań potwierdzających właściwości i klasę poszczególnych komponentów. W jakim zakresie powinny być zatem przeprowadzone powyższe badania.

Z poważaniem,

  
mgr inż arch. Maciej Skowroński

PISEMNA ODPOWIEDŹ GUNB:

**GŁÓWNY URZĄD  
NADZORU BUDOWLANEGO**

**DEPARTAMENT  
WYROBÓW BUDOWLANYCH**

Warszawa, 2014.03.18

DWB/INN/4233/11/14 - 143  
(DWB/INN/4233/45/14)

*Pan*

*Maciej Skowroński*

*„Maciej Skowroński Architekci”*

*ul. Wiśniowa 10*

*55-080 Smolec*

W odpowiedzi na Pana wystąpienie z dnia 13 lutego 2014 r. uprzejmie informuję, że do kompetencji Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego nie należy ocena konkretnych, zgłaszanych stanów faktycznych ani udzielanie porad administracyjno-prawnych. GUNB może natomiast udzielać ogólnych wyjaśnień dotyczących stosowania przepisów z zakresu działania Urzędu, określonego ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. – *Prawo budowlane* (Dz. U. z 2013 r. poz. 1409, z późn. zm) oraz ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 r. *o wyrobach budowlanych* (Dz. U. Nr 92, poz. 881, z późn. zm.). Oznacza to, że jeżeli jakiś konkretny przepis z ww. zakresu budzi wątpliwości, wówczas GUNB udzieli stosownych wyjaśnień.

Jednakże abstrahując od konkretnego stanu faktycznego uprzejmie informuję, że zasady wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych reguluje 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* (Dz.U. L 88 z 4.4.2011, s. 5), zwane rozporządzeniem Nr 305/2011, które obowiązuje w całości od dnia 1 lipca 2013 r. i jest bezpośrednio stosowane we wszystkich państwach członkowskich Unii Europejskiej, oraz ww. ustawa *o wyrobach budowlanych*, która zgodnie z jej art. 1 określa m.in. zasady wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku krajowym wyrobów budowlanych.

Wymaganiom powyższego rozporządzenia Nr 305/2011 podlegają obowiązkowo te wyroby budowlane wprowadzane do obrotu, które są objęte normami zharmonizowanymi lub dla których wydane zostały (w wyniku dobrowolnie złożonego wniosku przez producenta) europejskie oceny techniczne (zob. art. 4 ust. 1 i art. 8 ust. 2 akapit 1 i ust. 3 rozporządzenia). Mając na uwadze art. 65 ust. 2 rozporządzenia Nr 305/2011, za normy zharmonizowane w rozumieniu tego rozporządzenia należy aktualnie uważać normy, które zostały ogłoszone przez Komisję Europejską jako normy zharmonizowane z ww. uchyloną dyrektywą 89/106/EWG komunikatem Komisji w ramach wdrażania dyrektywy Rady 89/106/EWG z dnia 21 grudnia 1988 r. *w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych państw członkowskich odnoszących się do wyrobów budowlanych* (Dz.U. C 186 z 28.6.2013, s.24). Komunikaty Komisji są dostępne również m.in. na stronach internetowych Komisji Europejskiej <http://eur-lex.europa.eu>.

Przykładami ww. norm zharmonizowanych są m.in. następujące normy europejskie: EN 771-1:2011 *Wymagania dotyczące elementów murowych - Część 1: Elementy murowe ceramiczne*, EN 1168:2005+A3:2011 *Prefabrykaty z betonu - Płyty kanałowe*, EN 1304:2005 *Dachówki ceramiczne i akcesoria - Definicje i specyfikacja wyrobów*, EN 14081-1:2005+A1:2011 *Konstrukcje drewniane - Drewno konstrukcyjne o przekroju prostokątnym sortowane wytrzymałościowo - Część 1: Wymagania ogólne* oraz EN 14351-1:2006+A1:2010 *Okna i drzwi - Norma wyrobu, właściwości eksploatacyjne - Część 1: Okna i drzwi zewnętrzne bez właściwości dotyczących odporności ogniowej i/lub dymoszczelności* (wprowadzone do zbioru Polskich Norm normami o nr referencyjnych, odpowiednio: PN-EN 771-1:2011, PN-EN 1168+A3:2011,

PN-EN 1304:2007 z poprawką PN-EN 1304:2007/Ap1:2011, PN-EN 14081-1+A1:2011 oraz PN-EN 14351-1+A1:2010 wraz z PN-EN 14351-1+A1:2010/Ap1:2012 i PN-EN 14351-1+A1:2010/Ap2:2012).

Możliwość odstąpienia od obowiązku sporządzenia deklaracji właściwości użytkowych, o której mowa w rozporządzeniu Nr 305/2011, przy wprowadzeniu do obrotu wyrobu budowlanego objętego normą zharmonizowaną (a tym samym od obowiązku zastosowania wymaganego tym rozporządzeniem systemu oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych oraz umieszczenia na wyrobach oznakowania CE) określa art. 5 rozporządzenia Nr 305/2011. Na mocy tego przepisu, jeżeli brak jest unijnych lub krajowych przepisów wymagających deklaracji zasadniczych charakterystyk w miejscu, gdzie wyroby budowlane są przeznaczone do stosowania, producent może odstąpić od ww. obowiązku m.in. gdy wyrób budowlany jest produkowany jednostkowo lub na zamówienie w nieseryjnym procesie produkcyjnym w odpowiedzi na specjalne zlecenie oraz wbudowywany w jednym określonym obiekcie budowlanym, przez producenta, który ponosi odpowiedzialność za bezpieczne wbudowanie wyrobu w obiekty budowlane, zgodnie z mającymi zastosowanie przepisami krajowymi i na odpowiedzialność osób, które zgodnie z mającymi zastosowanie przepisami krajowymi są odpowiedzialne za bezpieczne wykonanie obiektów budowlanych (zob. art. 5 lit a rozporządzenia).

Natomiast do wyrobów budowlanych niepodlegających obowiązkowo postanowieniom rozporządzenia Nr 305/2011 (tj. nieobjętych normą zharmonizowaną w rozumieniu tego rozporządzenia, dla której zakończył się okres koegzystencji, o którym mowa w art. 17 ust. 5 rozporządzenia, i dla których nie została wydana europejska ocena techniczna) – jeżeli są wprowadzane do obrotu na terytorium Polski – stosuje się wymagania określone w ustawie *o wyrobach budowlanych*, w tym dotyczące znakowania ich znakiem budowlanym zgodnie z tzw. systemem krajowym, stosownie do postanowień art. 5 ust. 2, art. 8 ust. 1 ww. ustawy i przepisów rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w *sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym* (Dz. U. Nr 198, poz. 2041 z późn. zm.).

Należy przy tym wskazać, że przepisy ustawy *o wyrobach budowlanych* przewidują również instytucję wyrobu budowlanego przeznaczonego do jednostkowego zastosowania w obiekcie budowlanym. Zgodnie z art. 10 ust. 1 tej ustawy, dopuszczone do jednostkowego zastosowania w (konkretnym) obiekcie budowlanym są bowiem wyroby budowlane, z wyłączeniem wyrobów, o których mowa w art. 5 ust. 1 tej ustawy (tj. objętych normami zharmonizowanymi lub zgodnych z wydanymi dla nich europejskimi ocenami technicznymi, które mogą być wprowadzone do obrotu wyłącznie zgodnie z rozporządzeniem Nr 305/2011), wykonane według indywidualnej dokumentacji technicznej, sporządzonej przez projektanta obiektu lub z nim uzgodnionej, dla których producent wydał oświadczenie, że zapewniono zgodność wyrobu budowlanego z tą dokumentacją oraz z przepisami. Z określenia „wyrób przeznaczony do jednostkowego zastosowania” wynika, że nie może to być wyrób budowlany produkowany seryjnie z przeznaczeniem do powszechnego stosowania, lecz wytworzony na potrzeby konkretnej inwestycji (przykładowo – poprzez pozyskanie wyrobu z rozbiórki budynku, dokonanej w taki sposób, aby można było uznać, że wyrób ten posiada określone właściwości użytkowe, stwierdzone, np. na podstawie oceny rzeczoznawcy, popartej, zależnie od potrzeb, stosownymi badaniami). Dodać należy, że ww. indywidualna dokumentacja techniczna, sporządzona przez projektanta obiektu lub z nim uzgodniona, powinna zawierać opis rozwiązania konstrukcyjnego, charakterystykę materiałową i informację dotyczącą projektowanych właściwości użytkowych oraz określać warunki jego zastosowania w danym obiekcie budowlanym, a także, w miarę potrzeb, instrukcję obsługi i eksploatacji (art. 10 ust. 2 ustawy). Zawartość ww. oświadczenia określa art. 10 ust. 3 ustawy *o wyrobach budowlanych*.

Jednocześnie należy zauważyć, zgodnie z art. 5 ust. 1 pkt 1 ustawy – *Prawo-budowlane*, obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi należy, biorąc pod uwagę przewidywany okres użytkowania, projektować i budować w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając m.in. spełnienie wymagań podstawowych wymienionych w tym przepisie.

Równocześnie, projekt budowlany, na podstawie którego prowadzone są roboty budowlane i stosowane wyroby (opracowany przez projektanta konkretnego obiektu budowlanego), powinien zawierać m.in. formę i konstrukcję obiektu budowlanego oraz proponowane niezbędne rozwiązania techniczne, a także materiałowe (zob. art. 34. ust. 3 pkt 2 ww. ustawy). Natomiast jednym z obowiązków projektanta obiektu budowlanego jest opracowanie projektu budowlanego w sposób zgodny z przepisami, w tym techniczno-budowlanymi, oraz zasadami wiedzy technicznej (m.in. przez przyjęcie takich rozwiązań techniczno-materiałowych, by obiekt spełniał ww. wymagania), a także sporządzanie lub uzgadnianie indywidualnej dokumentacji technicznej, o której mowa w art. 10 ust. 1 ustawy o wyrobach budowlanych (zob. art. 20 ust. 1 pkt 1 i 3a ustawy – *Prawo budowlane*). Wymóg stosowania wyrobów o właściwościach użytkowych, umożliwiających prawidłowo zaprojektowanym i wykonanym obiektom budowlanym spełnienie wymagań podstawowych, określa również art. 10 ustawy – *Prawo budowlane*, zgodnie z którym wyroby wytworzone w celu zastosowania w obiekcie budowlanym w sposób trwały, o właściwościach użytkowych, umożliwiających prawidłowo zaprojektowanym i wykonanym obiektom budowlanym spełnienie wymagań podstawowych, o których mowa w ww. art. 5 ust. 1 pkt 1, można stosować przy wykonywaniu robót budowlanych wyłącznie, jeżeli wyroby te zostały wprowadzone do obrotu zgodnie z przepisami odrębnymi.

Należy ponadto dodać, że wyrób budowlany zastosowany w sposób trwały przy wykonywaniu robót budowlanych staje się częścią obiektu budowlanego. W związku z powyższym zdemontowane elementy obiektu budowlanego lub wyroby pochodzące z rozbiórki nie mogą być ponownie wprowadzone do obrotu na podstawie dokumentów i oceny tych wyrobów dokonanych przed ich pierwotnym wprowadzeniem do obrotu. Fakt, czy wyroby takie spełniają wymagania obowiązujących wówczas przepisów prawa, może być natomiast pomocny przy dokonywaniu technicznej oceny możliwości ich ponownego wykorzystania. Niemniej w każdym przypadku wykonywania robót budowlanych stosowane mogą być tylko takie wyroby (niezależnie, od sposobu ich wytworzenia, tj. czy są wyrobami nowymi czy z rozbiórki), o których mowa w ww. przepisu art. 10 ust. 1 ustawy – *Prawo budowlane*.

Główny Urząd Nadzoru Budowlanego informuje jednocześnie, że niniejsze pismo nie stanowi oficjalnej wykładni prawa i nie jest wiążące dla organów administracji orzekających w sprawach indywidualnych.

ZASTĘPCA DYREKTORA  
DEPARTAMENTU WYROBÓW BUDOWLANYCH  
*Tomasz Osiecki*

## ZAŁĄCZNIK 11 – SZCZEGÓŁY DOTYCZĄCE REALIZACJI PROJEKTU

### **ArchiRecykling**<sup>4</sup> /do rozdziału 6/

#### FINANSOWANIE PRZEDSIĘWZIĘCIA:

Zaprojektowanie i wykonanie platformy internetowej sfinansowane zostało w całości ze środków pozyskanych w ramach programu *Dolnośląski Bon na Innowacje* (projekt współfinansowany przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Poddziałania 8.2.1 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki). Wartość dofinansowania stanowiła tzw. pomoc *de minimis* dla beneficjenta. Wsparcie finansowe udzielone zostało zgodnie z przepisami rozporządzenia Komisji (WE) nr 1998/2006 z dnia 15 grudnia 2006 r. w sprawie stosowania art. 87 i 88 Traktatu do pomocy *de minimis*.

Otrzymanie środków w wysokości 17999,00 zł brutto, które to pozwoliły na pokrycie większości wydatków związanych z zaprojektowaniem przedsięwzięcia, odbyło się za pośrednictwem *WCTT*<sup>5</sup>, działającego przy Politechnice Wrocławskiej. Koordynatorem projektu z ramienia *WCTT* był pan **Jakub Tarasiuk**. Wdrożenie i bieżące koszty eksploatacyjne związane z obsługą platformy internetowej pokrywa obecnie firma *Maciej Skowroński Architekci*, będąca jednocześnie wyłącznym operatorem portalu. Zgodnie z zapisami regulaminu wszelkie prawa własności intelektualnej o charakterze majątkowym, w tym także majątkowe prawa autorskie oraz ewentualne prawa własności przemysłowej, powstałe w wyniku realizacji usługi, stanowią wyłączną własność beneficjenta programu *Dolnośląski Bon na Innowacje* [213].

#### OPIS TECHNICZNY ZASTOSOWANYCH ROZWIĄZAŃ:

- Wykorzystane technologie

Do wykonania portalu wykorzystano następujące technologie:

- baza danych oparta o silnik *MySQL 5.5*,
- język programowania *PHP 5.4*,
- silnik szablonów *SMARTY*, biblioteki obiektowe *PEAR*,
- aplikację wykonano w standardzie *HTML5* z wykorzystaniem *CSS3*.

- Baza danych

Aplikacja wykorzystuje bazę danych *MySQL* z silnikiem *InnoDB*, która stanowi jedno z najpopularniejszych rozwiązań relacyjnych baz danych zgodnych ze standardem języka *SQL*. Schemat bazy danych zawiera 18 tabel. Nie jest to jednak wartość stała, gdyż wraz z rozwojem portalu schemat może ewoluować, a liczba tabel może ulec zmianie. Tabele podzielone są na trzy grupy informacji:

- **grupa 1** – informacje o obiektach budowlanych do rozbiórki, wykaz firm transportowych, dane o przedmiotach oferowanych w sklepie oraz zapisy działu eksperckiego,
- **grupa 2** – informacje o użytkownikach i ich transakcjach.
- **grupa 3** – informacje techniczne portalu, tabele z konfiguracjami, mailami oraz logami, tabele słownikowe.

---

<sup>4</sup> Portal dostępny jest pod adresem [www.archirecykling.pl](http://www.archirecykling.pl)

<sup>5</sup> WCTT - Wrocławskie Centrum Transferu Technologii

Zachowanie właściwej normalizacji danych wymusiło taki projekt schematu, w którym unika się powielania informacji (danych) w różnych tabelach. Zapytania w aplikacji zoptymalizowano pod kątem wydajności, rozkładając ciężar przetwarzania danych pomiędzy aplikację i bazę danych (więcej prostych zapytań SQL do bazy danych - mniejsze obciążenie serwera baz danych, więcej przetwarzania w serwerze aplikacji). Takie podejście umożliwi w przyszłości skalowanie rozwiązania w oparciu o klaster serwerów aplikacji (co jest powszechnie uznaną metodą).

- Aplikacja

Stworzona aplikacja jest napisana w sposób obiektowy i zgodna z zasadami programowania obiektowego (OOP). Wykonując aplikację wykorzystano projektowanie zgodne z MVC (*Model-Widok-Kontroler*), oddzielając warstwę danych, od warstwy przetwarzania danych, jak również od płaszczyzny prezentacji. Dzięki wykorzystaniu metodologii (MVC), programowaniu obiektowemu (OOP) oraz komponentowej budowie, aplikacja jest niezmiernie elastyczna i oprócz wdrożonych funkcjonalności umożliwia dalszą rozbudowę o kolejne moduły realizujące następane funkcje biznesowe, jak również analityczne.

Warstwa prezentacji zrealizowana jest dzięki bibliotekom SMARTY w wersji 3.1.17. SMARTY to obiektowa biblioteka skryptów służąca do tworzenia szablonów dla aplikacji PHP. Pozwala na separację logiki aplikacji (PHP) od jej warstwy prezentacyjnej (HTML). Do komunikacji z bazą danych wykorzystano bibliotekę PEAR DB. Biblioteka ta zawiera cały szereg metod, właściwości oraz interfejsów, które umożliwiają całościowe zarządzanie procesem obsługi bazy danych (obsługa połączenia, obsługa błędów, obsługa różnych rodzajów zapytań).

W samym programie należy wyróżnić trzy sposoby działania:

- aplikacja publiczna (tzw. *frontend publiczny*),
- aplikacja dla użytkowników zarejestrowanych (tzw. *frontend prywatny*),
- aplikacja administracyjna (tzw. *backend*).

Sposób działania zależy od użytkownika, korzystającego z portalu. Użytkownik anonimowy porusza się w zakresie aplikacji publicznej. Użytkownik, który jest klientem portalu ma możliwość poruszania się po aplikacji w części publicznej oraz w części dla zarejestrowanych użytkowników. Taki użytkownik ma dodatkowe prawa w aplikacji, np. prawo wglądu do ogłoszeń, czy też zamieszczania kolejnych anonsów. Użytkownik, któremu przypisana jest funkcja administratora ma możliwość korzystania z aplikacji w części administracyjnej portalu. W *backend'zie* aplikacji możliwe jest m.in. przeglądanie wszystkich ogłoszeń, usuwanie ogłoszeń, dostęp do danych archiwalnych, dostęp do danych zarejestrowanych użytkowników, generowanie raportów, edycja stron z poradami technicznymi oraz stron statycznych serwisu.

Przepływ sterowania (*Control Flow*) zrealizowany jest w pliku głównym aplikacji w obiekcie *Page*. W pliku tym najpierw dołączone są wszystkie wymagane biblioteki, nawiązywane jest połączenie z bazą danych, po czym analizowane są dane wejściowe i w zależności od ich zawartości wykonywany jest właściwy fragment kodu. Uruchomienie kodu polega na wywołaniu odpowiedniego obiektu (*Customer, Sklep, Object, Transport, Staticc*). Dalsze przetwarzanie, zgodnie z logiką biznesową programu, odbywa się we właściwym obiekcie. W wyniku działania do głównej klasy programu zwracane są dane oraz kody wynikowe metod, które przekazywane są do szablonów realizujących zadanie prezentacji (w istocie generowane są właściwe

Strony *HTML*, prezentowane użytkownikowi).

W celu implementacji metod optymalizacji aplikacji pod kątem wyszukiwarek internetowych *SEO (Search Engine Optimization)* zastosowano tzw. system przyjaznych linków, polegający na tworzeniu unikatowej, znaczącej nazwy dla każdej strony serwisu. Do technicznej realizacji tego procesu wykorzystano moduł *mod\_rewrite* serwera aplikacji oraz metody, które we właściwy sposób zinterpretują odwołania do żądanych stron.

Warstwa prezentacji oparta jest o standard *HTML 5* z wykorzystaniem arkuszy *CSS 3*. Aplikacja zainstalowana została w środowisku *UAMP (Unix, Apache, Mysql, PHP)* na serwerze i umożliwia pracę on – line.