

### WSTĘP

**G**łównym powodem problemu oraz obawy dotyczące ograniczenia odpadów oraz zużycia materiałów i energii wywołały zainteresowanie w znalezieniu sposobów określenia drogi, jaką dany produkt pokonuje w swoim istnieniu – cyklu życia. W 1960 wykształciła się metoda inwentaryzacji cyklu życia. W roku 1963 Harold Smith na World Energy Conference poinformował o swoich obliczeniach zapotrzebowania energetycznego do produkcji półproduktów i produktów chemicznych. W roku 1969 Coca-Cola Company jako pierwsza zleciła zbadanie za pomocą metody inwentaryzacji cyklu życia pojemników, określając tym samym metodologię cyklu życia. Koncentracja na zarządzaniu cyklem życia badań pomogła określić wykorzystywanie surowców wytwórczych o wysokim współczynniku wartości recyklingu i opakowań wielokrotnego użytku w kierunku niskiego oddziaływania na środowisko. Pozostałe europejskie jak i amerykańskie firmy wprowadziły metodologię do swojego procesu produkcji we wczesnych latach 70. Na procesie inwentaryzacji oparto program badawczy w Stanach Zjednoczonych pod nazwą REPA, czyli Resource and Environmental Profile Analysis, a w Europie Ecobalance, które w latach 1970-1975 ewoluowały, pogłębiając metodologię badań w tym zakresie. Od 1975 do 1980 Environment Directorate (DG X1), European Commission zobligowała firmy państw europejskich do monitorowania zużycia energii, surowców i odpadów stałych. W późniejszych latach problem odpadów i skażenia środowiska stał się znamienny, aby od późnych lat 80. i wczesnych lat 90. dopracować metodę analizy cyklu życia, będącej w tamtych latach jedynie metodą marketingową. Opracowanie standardów LCA przez International Standards Organization (ISO 14000 w latach 1997-2002), United Nations Environment Programme (UNEP) oraz Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) określiło międzynarodowy język metodologicznego postępowania w cyklu życia produktów. Powstały programy Life Cycle Management (LCM), Life Cycle Inventory (LCI), Life Cycle Impact Assessment (LCIA), wypełniając deficyt analityczny.

Zjawisko zaśmiecania i generowania odpadów rozpoznane zostało już w 1988 roku. Od tego czasu powstało wiele instrumentów, zmniejszających i badających pełen cykl życia produktów oraz procesy wytwórcze odpowiedzialne za wszelkiego rodzaju materiały powszechnie, wykorzystywane w życiu codziennym (spożywcze, budowlane etc.). Instrumenty i metody badawcze powodują określenie wpływu danego produktu – materiału – procesu na środowisko naturalne<sup>1</sup>.

---

mgr inż. arch. Piotr Gradziński, Zakład Projektowania Architektonicznego, Wydział Budownictwa i Architektury, Instytut Architektury i Planowania Przestrzennego, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

<sup>1</sup> Battelle Memorial Institute, Curran M.A., 1994. Life-Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles, CRC Press, s. 5-8.

Odpady budowlane i rozbiórkowe (Construction And Demolition Waste – C&DW) w Unii Europejskiej w 1999 roku wyniosły około 180 mln ton rocznie, co dało ponad 480 kg na osobę. „W UE-15 ponownie wykorzystane lub poddane recyklingowi zostało tylko 28%. Pozostałe 72% (w przybliżeniu 130 mln ton rocznie) trafiło na wysypiska. Każdego roku odpady zalegają o 10 m wyżej niż w roku poprzednim na powierzchni mniej więcej 13 km<sup>2</sup>”. Warto zwrócić uwagę na fakt, iż mieszkańcy Unii Europejskiej (EU-28) w 2012 swoją działalność gospodarczą i konsumpcję wytwarzają rocznie 2 515 110 ton, z czego 821 160 ton są to odpady budowlane i rozbiórkowe (Construction and demolition)<sup>3</sup>. W samej Polsce szacuje się, że było to 163 377,949 ton z czego 15 367,995 ton obejmowały odpady budowlane i rozbiórkowe (C&DW). Są trzy zasady, którymi kieruje się Unia Europejska w stosunku do odpadów, czyli: zapobieganie powstawaniu, recykling i ponowne wykorzystanie, usprawnione trwałe składowanie i monitorowanie nakreśla nowe kreatywne możliwości ich Up-cyklingu. Rozpatrując w kategoriach możliwości zrównoważonego gospodarowania – wykorzystania zasobów w kierunku ponownego użycia m.in. elementów rozbiórkowo-budowlanych możliwe jest postawienie tezy, iż część z tych „śmieci”, często składowanych na wysypisku (stanowiących aż 48,3 %) nadawałoby się do ponownego wykorzystania w nowo wznoszonych obiektach architektonicznych. W stosunku do przetwarzanych odpadów w Unii Europejskiej, które szacowane są na 2 302 560 ton z 2 515 110 ton, a z czego jedynie 838 960 ton poddawane jest recyklingowi, (z których 101 140 ton wytwarza energię, 213 790 ton ulega zasypywaniu, 36 650 ton spalaniu, a 1 112 020 ton poddaje się utylizacji), zasadne jest prowadzenie procesów projektowych i podejmowanie decyzji w początkowym procesie projektowym w taki sposób, aby wykorzystać jak największą ilość generowanych odpadów przy wznoszeniu oraz z procesu rozbiórki obiektów.

## PROBLEM LIMITU WZROSTU W IMIĘ RUCHU PRZETRWANIA

W publikacji z 1972 A Blueprint for Survival określano wzrost ludności na ziemi do 2040 roku w wymiarze 15.5 miliarda oraz chęć zmian, rozwiązania w spectrum dystopijnego charakteru przemian środowiska naturalnego na Ziemi. Szacowano wymagania przemian codziennego życia w perspektywie zużycia energii elektrycznej oraz realnych kosztów przez pryzmat nieodnawialnych źródeł materialnych w płaszczyźnie tolerancji ekosfery. Ekspansja człowieka w znaczeniu jego działalności jest ujęta również w publikacji z 1972 Limits to growth ujmująca problem wzrostu jego granice oraz możliwość równowagi, w kontekście rosnących globalnych pięciu podstawowych elementów: zaludnienia, produkcji żywności, przemysłowienia, zanieczyszczeń i zużycia nieodnawialnych zasobów naturalnych. Problem, który autorzy określili na wstępie jest odpowiadający problematyce określania przydatności i analizowania cykli życia: “It is the predicament of mankind that man can perceive the problematique, yet, despite his considerable knowledge and skills, he does not understand the origins, significance, and interrelationships of its many components and thus is unable to devise effective responses. This failure occurs in large part because we continue to

<sup>2</sup> Źródło: [http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/cdw/cdw\\_chapter1-6.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/cdw/cdw_chapter1-6.pdf)

<sup>3</sup> Wg Centrum danych środowiskowych na temat odpadów.

[http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste\\_statistics/pl](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics/pl)

examine single items in the problematique without understanding that the whole is more than the sum of its parts, that change in one element means change in the others"<sup>4</sup>.

Obie pozycje składają się niewątpliwie na genezę obrazu antropocentrycznej działalności w wymiarze idei antropopresyjnej – przekształceń środowiska naturalnego. Antropopresji rozumianej jako oddziaływanie człowieka na środowisko naturalne w materii planowanych i wywołanych, przyszłych następstw z negatywnej działalności, narastających czynników: uprawy gleby, hodowli zwierząt, transportu, turystyki, przemysłu, zabudowania. Przemiany środowiska charakteryzują się w obrębie konkretnych rodzajów, obejmujących swym zakresem zanieczyszczenie wody, emisji hałasu, zaśmiecania, wycinania lasu, emisji zanieczyszczenia powietrza, zajmowania / zagarniania przestrzeni. Złożoność problematyki akcentuje konieczność stosowania analiz mających na celu sprostanie skomplikowanym zależnościom między systemami: gospodarczym, społecznym i przyrodniczym<sup>5</sup>. Po to aby sprostać tak postawionym wyzwaniom, należy sukcesywnie wydłużać przydatność rzeczy-produktów, materiałów, etc. mając na względzie ponowne ich wykorzystanie (w analizowanym przypadku) w budownictwie.

## WYDŁUŻANIE CYKLU ŻYCIA

Istniejące narzędzia i metody oceny ekologicznej określają zależności, jakim odpowiada działalność, proces czy również produkt wpływający na środowisko naturalne. Szereg ocen i metod scharakteryzować można na zasadzie analizowania pod względem wejść i wyjść elementów oraz późniejszych interpretacji, które nie mogą być one analizowane jednopłaszczyznowo, lecz wielokryterialnie dając kilka alternatyw pomocnych do prawidłowych wniosków i schematów działania. Prowadzenie ekologicznego procesu projektowego umożliwiają metody jakościowe, metody półilościowe, metody ilościowe oraz między innymi: Environmental Impact Assessment (ocena oddziaływania na środowisko), Ecological Footprint (ślad ekologiczny), Material Flow Accounting – MFA (rachunek przepływów materiałowych), Environmental Input-Output Analysis (ekologiczna analiza wejść i wyjść), Life Cycle Assessment (ocena cyklu życia)<sup>6</sup>.

Najbliższa metoda oceny wpływu na środowisko zawarta jest analiza cyklu życia (Life Cycle Assessment) m.in. w PN-EN ISO14040-14044, której wątek należy dziś do najbardziej aktualnych problemów badawczych również w świetle nowelizacji Ustawy Prawo Zamówień Publicznych z 18 kwietnia 2016 roku, w której wprowadzono element oceny kosztów cyklu życia. Ocena kosztów cyklu życia musi być poprzedzona pełną analizą cyklu życia (elementów budynku), co określa zasadność prowadzenia badań i rozważań w tym zakresie. Badanie z wykorzystaniem metody LCA przeprowadza się w czterech krokach określonych przez Międzynarodową Organizację ds. Standaryzacji ISO (International Standard Organization) w PN-EN ISO 14040 oraz PN-EN ISO 14041. Cykl życia materiałów uży-

<sup>4</sup> D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, W.W. Behrens III, 1972. *The Limits to Growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*, Universe Books, s. 11.

<sup>5</sup> R. Janikowski, 2004. Zarządzanie antropopresją. W kierunku zrównoważonego rozwoju społeczeństwa i gospodarki, Wydawca Difin.

<sup>6</sup> Źródło: [http://www.archiwum.ewaluacja.gov.pl/Wyniki/Documents/rimi\\_017.pdf](http://www.archiwum.ewaluacja.gov.pl/Wyniki/Documents/rimi_017.pdf).

wanych do wzniesienia budynku jest określony poprzez mechanizm analizy cyklu życia. Metoda ta prowadzi proces poznawczy w czterech etapach określonych przez Międzynarodową Organizację ds. Standaryzacji ISO (International Standard Organization), które ewaluują wartość procesu produkcji, materiału czy wytwarzanego produktu.

Pierwszy etap określa cel i zakres ustalający kontekst, w którym ocena ma być wykonana oraz efekty środowiskowe niezbędne do badań.

Drugi etap odpowiada za inwentaryzację wejść i wyjść. Identyfikuje ocenę ilościowej energii, wody i zużycia materiałów oraz komunikaty środowiskowe (emisja, usuwanie odpadów stałych, etc.).

Trzeci etap ocenia potencjalny wpływ i skutki presji ekologicznej w zakresie energii, wody czy zużycia materiału w kontekście związków z wejściami i wyjściami.

Czwarty etap interpretuje rezultaty całej analizy zbiorów oraz poszczególnych faz oceny w odniesieniu do celu badania.

Wszystkie etapy zestawiają dążenie do określonego celu, jakim jest zmniejszenie lub ograniczenie oddziaływania wytwarzanego produktu na środowisko naturalne. Stając się jedną z najważniejszych tego typu metod, analiza cyklu życia (Life Cycle Analysis) stosowana w pełnym wymiarze trwania „rzeczy” prowadzi proces w kierunku podnoszenia wartości rozwiązań produktu do końca jego funkcjonowania (życia): EOL – End-Of-Life, od kołyski do kołyski (Cradle to Cradle) lub od kołyski do grobu (Cradle to Grave)<sup>7</sup>. Należyte wszystkie dane o produkcie w aspekcie ochrony środowiska zawarte są w dokumencie EPDs (Environmental Product Declarations) respektowane przez kraje europejskie. Deklaracja EPD (III typu) jest dokumentem charakteryzującym produkt lub proces pod względem energochłonności, emisji gazów cieplarnianych, określając swym zakresem przez niezależną jednostkę badawczą, wywierany negatywny wpływ na środowisko naturalne. Dla wyrobów budowlanych w Europie powstał ECO-Platform, którego celem jest dostarczanie bezstronnych, wiarygodnych naukowo informacji w kontekście EPD. Jednak wymagania w odniesieniu do deklaracji środowiskowych określają normy serii PN-EN ISO 14020÷25, z kolei zasady prowadzenia analizy środowiskowej wyrobów zawarte są w normie PN EN 15804<sup>8</sup>.

## MATERIALNOŚĆ BUDYNKU

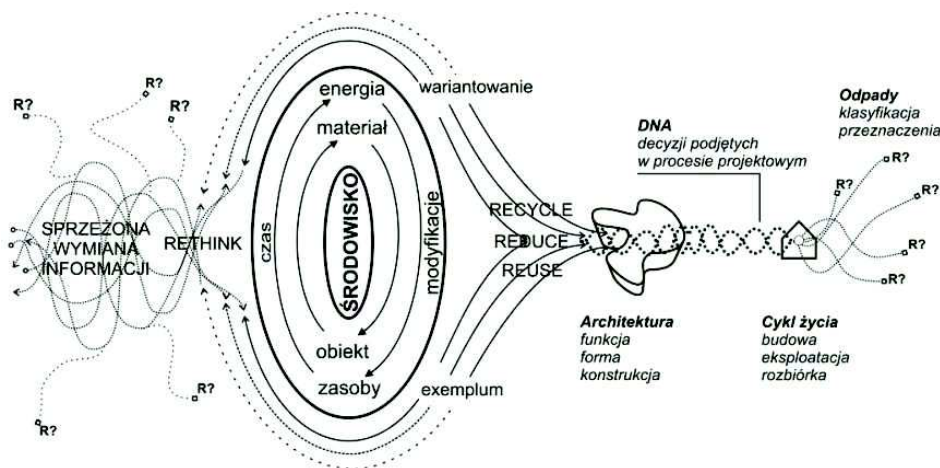
Zapisem materii kształtów, mechanizmów, procesów i cykli życia jest DNA, które tworzy różnorodne twory z zachowaniem personalizacji. Spektrum wariantów w procesie projektowym prowadzi do projektu architektonicznego, a następnie do realizacji. Proces projektowania architektury uwzględniający algorytm zapisu materii, która jest połączeniem substancji i energii w cyklu życia obiektu kodu projektowego, staje się elastyczny, a w efekcie zdolny, aby się ulepszać.

Ocenę tego, jak prezentuje się dana forma (jej właściwości i materia), utrudnia cielesna obecność decyzji, która została zamknięta w przedmiocie. Przedmiotem w tym rozumieniu staje się obiekt/budynek, którego architektura

<sup>7</sup> M. Braungart, W. McDonough, 2002. Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things. North Point Press.

<sup>8</sup> M. Piasecki, 2014. Ekologiczny, czyli jaki? Zharmonizowane zasady oceny środowiskowej wyrobów budowlanych. Builder 2, s. 50-53.

została zamknięta i zdefiniowana w procesie projektowym. Stąd porównanie właściwości i materii formy do DNA, które jest rzeczywiście biologicznym zapisem, dzięki któremu powstają różnorodne twory<sup>9</sup> (rys. 1).



Rys. 1. Schemat zapisu materii/materiału DNA procesu projektowego (opracowanie własne)  
Fig. 1. Recording scheme of matter/material of the design process DNA (own study)

Cykle życiowe potrzebne są do określenia algorytmów przydatności produktu/obiektu i wpływu, jaki wywierają one na środowisko naturalne w łańcuchu egzystencji. Zmienność–elastyczność obecna w cyklu życia struktury architektonicznej, rozumianej jako projektowanie żywotności części składowych obiektu, można określić w następujący sposób: „struktura nośna > 80 lat, ściany zewnętrzne i wewnętrzne > 40 lat, tynki i wystrój zewnętrzny > 15 lat, wyposażenie techniczne, instalacje sanitarne > 10 lat, wyposażenie telekomunikacyjne i informatyczne > 5 lat”<sup>10</sup>. Jeżeli w początkowej fazie życia poszczególne elementy zostaną źle zaprojektowane, to na przestrzeni wielu lat funkcjonowania ich żywotność zostanie zachwiana. Dlatego tak ważne jest określenie docelowej żywotności obiektu, a tym samym żywotności użytych materiałów.

Budynki są kreatorem miasta, współtworząc i w egzystencjonalny sposób określają w pełni estetyczny wyraz oraz niematerialne *genius loci* miejsc. Jednostkowe realizacje składają się na kapitał struktury miejskiej, mając następstwa w późniejszym aktywie. Poprzez realizacje należy ustosunkować się do budynków, które w procesie projektowym zawarły element wykorzystania materiałów z rozbiórki (drugie życie materiałów), jak również przewidziały materiały do ponownego wykorzystania (w myśl zasad „R”). Wtedy można mówić o prawdziwie przemyślanym początkowym procesie projektowym, jaki odpowiada postawionemu założeniu inteligentnego banku materii zawartego w strukturze miejskiej.

<sup>9</sup> P. Gradziński, 2015. Cykl życia materiału w kształtowaniu architektury. TOM I – Badania interdyscyplinarne w architekturze 1, Gliwice, s. 54-70.

<sup>10</sup> M. Wołoszyn, 2013. Ekorewitalizacja – zagadnienia architektoniczne. Wydawnictwo Exemplum Poznań-Szczecin, s. 196-219.

Mieszkający w Szwajcarii, węgierski architekt Zalotay Elemér zaprojektował i od 1979 roku udoskonala, wznoszony swój własny dom w Schüpfen. Materiałami które służą za budulec ekstrawaganckiego domu są ostre kawałki metalu, rozbitego szkła, liny stalowe, łańcuchy, drewniane elementy, kamienie, gumowe elementy, materiały pochodzące z recyklingu oraz zaprawa cementowa<sup>11</sup>.

Na początku lat 70. amerykański architekt Michael Reynolds na obszarach pustynnych nowego Meksyku zaczął wznosić domy zwane Earthship. Samowystarczalne domy czerpiące energię z odnawialnych źródeł energii, wyposażone w panele fotowoltaiczne, zbiorniki na wodę, odcięte całkowicie od sieci miejskich. Godnym uwagi jest również fakt, iż w Polsce wzniesiono budynek w tej technologii. Autor miał możliwość wraz ze Studenckim kołem Naukowym Eko-Architektura którego, jest opiekunem zwiedzić i porozmawiać z mieszkańcami. Budynek znajdujący się w Drawsku Pomorskim jest pierwszym tego typu w Polsce. Mieszkańcy przetransponowali zasady, starając się sprostać wymaganiom założeń Reynoldsa. Budynek swą formą i użytymi rozwiązaniami techniczno-technologicznym nie odbiega od założeń, stając się autonomiczną jednostką mieszkalną (Off the Grid). Za budulec posłużyły opony wypełnione gliną, drewno, puszki, butelki które nie odbiegają idei pierwowzoru. Mieszkańcy zamienili życie w tradycyjnym domu jednorodzinnym, podejmując się próby wybudowania obiektu oraz sprostać samowystarczalnemu życiu. Wyzwanie stawiane rodzinie powoduje inny światopogląd, ale również charyzmę próby życia zgodnie z naturą i rozwiązań postawionych sobie bytowych celów.

Podobnie jak nigeryjski Plastic Bottle House we wsi Yelwa<sup>12</sup>, Robert Bezea, charakteryzuje problem butelek plastikowych na poziomie 2,6 biliona butelek rocznie tym samym na Isla Colón w Bocas Del Toro, Panama na swojej 83 akrowej ziemi od 2015 roku buduje Plastic Bottle Village. W skład miasteczka wchodzi 120 domów o powierzchni około 100 m<sup>2</sup> składających się z 14000 poddanych recyklingowi plastikowych butelek z nagromadzonych przez półtora roku miliona butelek. Ma to na celu wznoszenie wioski w szybkim czasie, oszczędzając na kosztach w porównaniu z tradycyjnymi materiałami stosowanymi lokalnie, ponadto z niskim śladem (footprints) oddziaływania na środowisko naturalne<sup>13</sup>.

Powyższe przykłady są jednak marginalne w rozumieniu tradycyjnych rozwiązań. Należy przytoczyć jednak realizacje bliższe typowym rozwiązaniom. Amerykańska pracownia SINGLEspeedDESIGN, na przykład domu Big Dig House (2006 r.) wzniesionego z materiałów pochodzących z rozbiórki (design from deconstruction) bostońskiej centralnej arterii komunikacyjnej Interstate 93 (BigDig). Następnie dokonania na polu rozpowszechniania idei Superuse Studios, Architekten 2012 w tym realizacji Villa Welpeloo zbudowanej w 60% z odzyskanych materiałów jak i platformy internetowej z dostępnymi materiałami (oogstkaart.nl), umożliwiając przeszukiwanie zasobów i odnajdywanie potrzebnych materiałów.

<sup>11</sup> W. Däpp. 2011. Zalotays Zauberschloss, [W:] Baukultur aktiv, Baustoffe und Konstruktionsarten. Artikel aus: «Der Bund», 5.11.2011, s. 36

<sup>12</sup> Yahaya Ahmed of Nigeria's Development Association for Renewable Energies szacuje, że dom będzie kosztować jedną trzecią tego, co podobny dom z betonu i cegieł, a ubiły piach wewnątrz butelek spowoduje że będzie niemal 20 razy wytrzymałszy niż cegła. Źródło: <http://www.bbc.com/news/world-africa-14722179>.

<sup>13</sup> Źródło: <http://www.plasticbottlevillage.com>.

Z kolei hiszpańskie Ensemble Studio (Antón García-Abril i Débora Mesa) wyznacza kierunek poszukiwań dla architektów poprzez swój manifest, „2. We go to the origin of the processes, to the raw materials, we try to arrive to the essence of the elements and construction systems. And this scientific understanding enables a extreme freedom to operate outside the preconceived processes. We use industry at the service of architecture but not vice versa”<sup>14</sup>. Przykładem tej pracowni jest podobny charakter wykorzystania struktury z miejskiej infrastruktury komunikacyjnej jako surowego materiału użyto do wzniesienia domu Hemeroscopium House (2008).

Pełen obraz końca cyklu życia materiałów odpadowych, tj. śmieci (opon, butelek, puszek, papieru, etc.) oraz materiałów lokalnych (ziemi, drewna itd.) do powtórnego wykorzystania, uwidacznia się w dalszych indywidualnych realizacjach np. SECU – Sustainable Emerging City Unit (materiał: strawpanels), EiABC; Pawilonie Japońskim (materiał: paper), EXPO 2000, Hanower – Shigeru Ban; Corrugated Cardboard Pod (materiał: corrugated cardboard), 2nd year project Newbern Al., USA 2001 – Gabriel Comstock, Amy Jo Holtz, Andrew Olds; PHZ2 (materiał: discarded cardboard), Welterbe Zollverein Essen, Germany 2008-2010 – Dratz&Dratz Architekten, Strohhaus (materiał: straw waste), Eschenz, Szwajcaria 2005 – Felix Jerusalem. Realizacje charakteryzują się różnego rodzaju wykorzystaniem przetworzonych odpadów, śmieci ujętych przez Dirk E. Hebe'a w publikacji Building From Waste – Recovered Materials In Architecture And Construction. Procesem projektowym uwzględniającym element ponownie wykorzystanej materii jest m.in. *design for deconstruction* oraz *adaptive reuse*. Przykładem realizacji ponownie użytych produktów i materiałów do wzniesienia budynków mieszkalnych są Projekt Udden oraz Nya Udden w Szwecji przybliżone w badaniach Eklund, Dahlgren, Dagersten, Sundbaum<sup>15</sup>. Materiały z dekonstrukcji budynków zostały zdemontowane i asymilowane przy budowie w nowym miejscu nowych / starych obiektów w latach 1996-1999 r. Adaptive reuse – adaptacyjne wykorzystanie – zakłada ponowne użycie istniejących obiektów, starych struktur do nowych celów oraz podnoszenie wydajności, które ma istotny wpływ na zrównoważony rozwój środowiska zbudowanego określone przez Department of the Environment and Heritage. Ze względów ekonomicznych punktu widzenia powtórne użycie produktów / materiałów / obiektów jest tańsze i szybsze niż produkcja bądź budowa nowych, pod warunkiem że zostaną one uwzględnione w całym cyklu życia budynku. Brak sprzężonych baz danych (resilience) prowadzi do zachowania ostrożności podczas projektowania czy w ogóle do zaniechania pomysłu, aby posłużyć się odzyskaną materią. Należy koniecznie określić dostępność tej materii na lokalnym rynku oraz zorientować się w możliwościach jej adaptacji do określonych celów, przybliżone w badaniach Akhtarkavan i.in.<sup>16</sup>. Polskie dokonanie na tle „śmieciowej” architektury wpisał się w 2013 roku Hugon Kowalski, wygrywając konkurs swoją pracą dyplomową (prom. Robert Koniecz-

<sup>14</sup> Źródło: <http://www.ensemble.info>.

<sup>15</sup> M. Eklund, S. Dahlgren, A. Dagersten, G. Sundbaum, 2003. The conditions and constraints for using reused materials in building projects. Deconstruction and Materials Reuse, CIB Publication 287, s. 248-259.

<sup>16</sup> M. Akhtarkavan, A. Alikhani, J. Ghiasvand, H. Akhtarkavan, 2008. Assessing Sustainable Adaptive Re-use of Historical Buildings. New Aspects of Cultural Heritage and Tourism. Wyd. WSEAS Press USA.

ny) na slumsy w Bombaju, w którym 10-piętrowy budynek dostosowany jest do potrzeb lokatorów. Znajduje się blisko wysypiska śmieci, gdyż większość mieszkańców żyje z recyklingu. W 2016 Hugon Kowalski został zaproszony przez Alejandro Aravena (Prizker, 2016) do udziału w Biennale w Wenecji oraz uczestniczenia w wystawie głównej poprzez pawilon pt. "Let's talk about garbage" dotyczący nadprodukcji śmieci i recyklingu.

Śmieci stały się tym samym na tyle płynnym, podatnym i przyjemnym tematem w popkulturze, że UpCycling widoczny jest na każdym kroku (np. biżuteria, meble). Często podejmowane tego typu tematy wywołują jednak syndrom Greenwashing-u. Ekologiczne „pranie mózgu” przemycane jest do świata popkultury, wyznaczając kierunki i trendy nie mające często nic wspólnego z prawdziwą ekologią, a jedynie oprawą medialną i działaniem marketingowym. Obecnie mechanizm ten śledzony jest przez wiele organizacji m.in. GreenPeace (*The Greenpeace Book of Greenwash*, 1992) lub EnviroMedia ([www.greenwashingindex.com](http://www.greenwashingindex.com)).

Przytoczone przykłady ukazują, iż możliwe jest ponowne wykorzystanie istniejących zasobów materii wydłużające cykle życiowe bez konieczności ich eliminacji na wysypisku oraz wprowadzanie rozwiązań proekologicznych w mniejszym stopniu oddziaływujących na środowisko naturalne w cyklu życia eksploatacyjnego. Dowodzą również, że architekci dostrzegają wiele możliwości ekologicznego wykorzystania różnych elementów struktur, materiałów, odpadów (adaptive reuse, recycling, upcycling, etc.), jak również projektowania z uwzględnieniem demontażu (design for deconstruction) w budowie obiektów architektonicznych. Efemeryczność budulca powinna być ujęta w procesie projektowym kształtowania produktu – obiektu, a następnie zapisana w ogólnodostępnym kodzie. Konieczne jest zatem świadome zapisanie i wymiana wyżej wymienionych rezultatów, informacji i doświadczeń.

## **BANK – EKWIWALENT MATERII – IDEA ROZWIĄZANIA PROBLEMU**

Jako mieszkańcy planety Ziemia – statku kosmicznego Ziemia (Buckminster Fuller) stajemy się udziałowcami „banku” środowiska. Wpłacamy i wypłacamy z lokaty „miejskiej”. Aktywa materii, czyli zasoby o wiarygodnie określonej wartości, uzyskane w wyniku przeszłych zdarzeń, które spowodują w przyszłości korzyści dla jednostki, jaką jest środowisko. Wymiar aktywa materii jest określony jako budynek z utkniętymi w nim materiałami. Obliczeniowy charakter ilości materii zawartej w obiekcie jest dotąd niescharakteryzowany globalnie i brany przez autora jako wyraz świadomie hipotetyczny. Bank materii składa się głównie z elementów miejskich. Metabolizm i konsumpcja miasta określa straty na tle zasobów środowiska naturalnego. Klasyfikacja strat według możliwości zamiany lub upłynnienia środków gospodarczych jest rozwiązywana nierzadko na wysypisku, często wykorzystana ponownie. Spektrum przepływu informacji sposobu wykorzystywania zasobów nie angażuje pełnej świadomości konsumentów. Brak banku informacyjnego kont (budyneków) i depozytów (materiałów/materii) powoduje desynchronizację procesu projektowego z próbą wykorzystania aktywów (materiałów zawartych w budynkach). Propozycją, która rozwiąże ten problem jest bezpośredni dostęp do informacji, określających ilości wpływów i czasu (przydatności) materiału, będącego (zawartego, zawieranego) w budynku.



Materiał wbudowany to ekwiwalent oddany i wykorzystany ponownie po użytkowaniu (śmierci – w cyklu życia) produktu-przedmiotu-obiektu-budynku-miasta. W wymiar definiowania materiału możliwe jest wpisanie szeregu przykładów. Skupimy się jedynie na budynkach będących nadrzędnym efektem struktury miasta. Podrzędnymi elementami pozostaną przedmioty użytkowe i odpady komunalne.

Depozyt, jaki daje miasto jest ogromny w spektrum działalności i różnorodności formalnej. Zapis informacji o obiektach charakteryzować się powinno poprzez wymianę danych ich funkcjonowania oraz etapów życia elementów składowych budynku. Każdy nowo powstały budynek, który wchodziłby w skład struktury miejskiej byłby skatalogowany jako przyszły ekwiwalent ponownie wykorzystanej materii. Uszeregowanie danych w klarowny sposób jest przyszłością obejmującą zapis banku materii. Sposób zapisu danych banku materii odbywać się powinien na dwóch płaszczyznach – nadrzędnej i podrzędnej.

Dane nadrzędne:

- to obszary objęte projektowaniem, które również i przede wszystkim są elementami przestrzennymi w rozumieniu recyklingu przestrzeni, mającymi swój wymiar czasowy i materialny tworzony przez budynki, przedmioty, odpady, etc.,
- projektowanie dla/z rozbiórki: określanie procentowe i scharakteryzowanie liczby elementów w obiekcie architektonicznym możliwych do odzyskania i wykorzystania materiałów, struktur itd.,
- projektowanie dla/z ponownego wykorzystania: procentowe określenie istniejących struktur możliwych do wykorzystania, a w konsekwencji tworzenie katalogu już istniejących obiektów,
- projektowanie cyklu życia budynków: określenie czasu i etapów funkcjonowania (życia) elementów w strukturze budynku.

Dane podrzędne – to elementy: infrastruktury komunikacyjnej; śmieci gospodarczych; elementy detalu urbanistycznego nadające się do ponownego wykorzystania, etc.

Charakterystykę i katalogowanie wyżej wymienionych danych odnaleźć również można w formalnym funkcjonowaniu środowiska naturalnego, które jest wyznacznikiem dla eksperymentu myślowego w dyskursie nad filozoficzną strukturą miejskiego funkcjonowania w przyszłości. Jednak środowisko naturalne nie potrzebuje sztucznego zapisu banku materii, ponieważ funkcjonuje ona na zasadzie bezimiennych praw będących nieodzowną wrodzoną jej częścią.

Rozwiązaniem jest neuronowy przepływ informacji o budynkach (zawartych w nich materiałach) w globalnej strukturze miast, który usystematyzuje materialny katalog możliwości wykorzystania cyklu życia ich poszczególnych elementów (składowych budynku). Przestrzeganie informacji i praw zawartych w materialno/materiałowym depozycie, ukierunkuje decyzje gospodarowania zasobami miasta przyszłości w sposób skoordynowany na zrównoważony rozwój osi człowiek – natura. Transkrypcja budująca miasto z cząsteczek materii/materiałów łącząca zgodnie zasady komplementarności pojedynczych elementów według kodu informacji matrycowej wzbogaci proces projektowy decyzji i rezultatów w wymiarze rzeczywistym (DNA), zawartych w każdym budynku–obiekcie architektonicznym. Korelacja działań w procesie projektowym (DNA) prowadzi nie tylko do określenia węgla i energii wbudowanej (embodied energy and carbon),

ale również jako materiału wbudowanego (*embodied material*) w przyszłości realnie ponownie wykorzystanego. Miasto jako skarbiec utkniętych materiałów w jego strukturze doprowadzi procesy podejmowanych decyzji procesu projektowego do efektywnego formowania rozwiązań na zupełnie innych torach myślenia o *resilience*, *ecological footprint*, *regenerative design*, *3R+1R*, etc. Idea miasta jako przyświeca tak postawionemu problemowi wyznacza równowagę sposobu synchronizacji egzystencji materiałów w cyklu i etapach życia budynku.

## PODSUMOWANIE

Przedstawione elementy będące integralną częścią budynku w wymiarze miasta, określają jego cykl życia. Miasto składa się z kapitału materiałów znajdujących się w budynkach, drogach, mostach etc. (aktyw). Porównanie miasta do banku materii jest zdaniem autora właściwe ze względu na korelację pomiędzy wartościami pieniądza – materiał, kapitał – materiał. Obliczeniowy aspekt określany poprzez programy CAD (BIM)<sup>17</sup> umożliwia wyliczenie integralnej części energii wbudowanej materiału, jak również projektowanie z uwzględnieniem wszelkich modyfikacji w cyklu życia. Na tej podstawie architekt kształtuje obiekt i określa pełny cykl życia elementów oraz co powinno wydarzyć się z nimi po eksploatacji za pomocą prawidłowego procesu projektowego (DNA) prowadzonego przez architekta/projektanta wg. zasad 3+1R. Znajomość materii zawartej w obiektach i elementach miejskich, pozwala na świadome projektowanie, poprzez wykorzystanie określonych w procesie projektowym informacji i ponownym zapisem ich w ogólnodostępnej bazie sieci powiązań (*resilience*). Niestety brak takiego pola informacyjnego w technokratycznym środowisku społecznym uniemożliwia prowadzenie procesu projektowego w sposób zorganizowany. Enigmatyczny charakter obrazowania informacji powoduje w dalszym ciągu ambiwalentne podejście do projektu w pełnej idei zrównoważonego rozwoju (cyklu życia materii/materiału). Wymiana informacji następuje po jakimś czasie, a udostępnianie informacji (np. o pełnym cyklu życia obiektu i materiałów) o obiekcie częstokroć nie istnieje. W praktyce egzystują schematyczne piktogramy charakteryzujące elementy składowe obiektu (pokazujące drogę życia), lecz bez naukowego badania i trwałego zapisu są one jedynie konceptualnym zapisem idei.

Założmy jednak, że istnieje ogólna sieć wymiany informacji. Każdy posiada do niej dostęp i możliwe jest oszacowanie liczby zgromadzonych materiałów w obiektach, umożliwiając tym samym oszacowanie płynności materii w środowisku (miasto). Byłby to niewątpliwie ogromny asumpt w kierunku określenia cyklu życia miasta, powodujący długoterminowe projektowanie w planowaniu architektonicznym/przestrzennym (*regenerative design*). Założeniem powyższego tekstu jest refleksja nad stworzeniem bazy/banku informacji materii w kontekście aberracji ekologicznego śladu (*matter ecological footprint*) pozostawionego przez architekturę, poprzez użyte rozwiązania techniczne i technologiczne oraz materiałowe (energii wbudowanej, cykli życia, materii) prowadzące do hierarchizowania istotnych następstw podjętych decyzji dewaluujących faktor śro-

<sup>17</sup> P. Gradziński, 2015. Przestrzeń cyfrowa – arealny nowy świat. *Architecturae et Artibus*, vol. 7, 1(23), Białystok, s. 25-36.

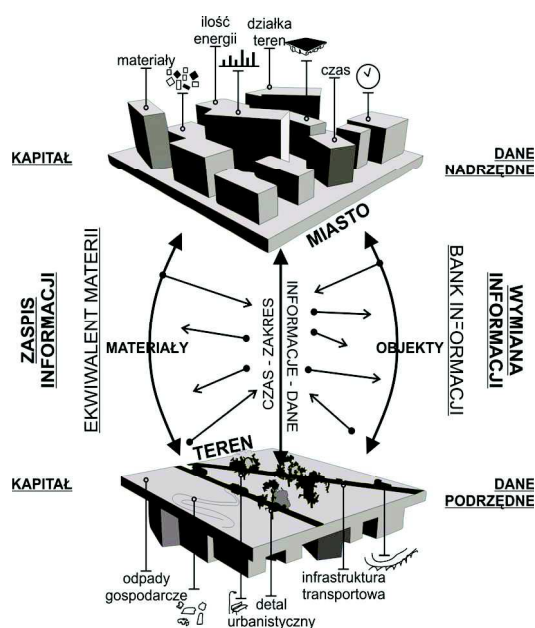
dowiskowy/ekologiczny. Projektant lub system operacyjny (BIM), zapisując informacje w ogólnodostępnej sieci/bazie/banku o budynku – liczbie materiałów, ilości energii wbudowanej, możliwości odzyskania elementów składowych, kosztach, czasie, etapach życia przeszłych, obecnych, przyszłych danych o obiekcie – umożliwi w procesie projektowym dostęp przez tych samych i przyszłych projektantów szacując czy istnieje i jaka jest możliwość na wybudowanie nowego obiektu oraz możliwości recyklingu elementów do wytworzenia innego elementu etc. Oczekiwania wobec budynków w kontekście miasta wiązać się będą nie tyle z utylizacją na wysypisku, ale wręcz przeciwnie z możliwością odzyskania jego elementów i projektowaniem przestrzennym/kreatywnym postrzeganiem miasta jako

banku materii/materiałów w postaci płynnych algorytmów tworzących teraźniejszy i przyszły kapitał środowiska zbudowanego z zaprzyszłych materiałów. Prawidłowe rozwiązania energetyczne, funkcjonalne, materiałowe w przemyślanym procesie projektowym prowadzą do kolejnego pojęcia regeneracji. Według „filozofii” regenerative design materię skonsumowaną należy wyrównać, zrekomensować, przywrócić, odnowić za pomocą źródeł energii, materiałów, tworzenia zrównoważonych systemów, które łączą w sobie potrzeby człowieka, będąc w symbiozie z naturą.

Autor wierzy w pomyślność zaproponowanego rozwiązania, będącego przedmiotem rozważań w teraźniejszym i przyszłym dyskursie naukowym nad centralnym (*nadrzędnym*) ogólnodostępnym bankiem (*bazą/siecią*) informacji (*resilience*) gospodarującym depozytem (*podrzędnym*) w zasobach banku materii (*miasto*) za pomocą kapitału (*aktyw/materiałów*) zawartego w budynkach w procesie projektowania (DNA) (rys. 2).

## LITERATURA

- [1] Akhtarkavan M., Alikhani A., Ghiasvand J., Akhtarkavan H., 2008. Assessing Sustainable Adaptive Re-use of Historical Buildings. New Aspects of Cultural Heritage and Tourism. Wyd. WSEAS Press USA.
- [2] Battelle Memorial Institute, Curran M.A., 1994. Life-Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles. CRC Press, 5-8.



Rys. 2. Bank materii miasta. Schemat głównych elementów (opracowanie własne)

Fig. 2. The City a bank of matter. Scheme of the main elements (own study)

- [3] Braungart M., McDonough W., 2002. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press.
- [4] Däpp W., 2011. *Zalotays Zauberschloss*, [W:] *Baukultur aktiv, Baustoffe und Konstruktionsarten*. Artikel aus: «Der Bund», 5(11), 36.
- [5] Eklund M., Dahlgren S., Dagersten A., Sundbaum G., 2003. The conditions and constraints for using reused materials in building projects. *Deconstruction and Materials Reuse*. CIB Publication 287, 248-259.
- [6] Gradziński P., 2015. Cykl życia materiału w kształtowaniu architektury. TOM I. *Badania interdyscyplinarne w architekturze 1*, Gliwice, 54-70.
- [7] Gradziński P., 2015. Przestrzeń cyfrowa – arealny nowy świat, *Architecturae et Artibus*, vol. 7, 1(23), Białystok, 25-36.
- [8] Janikowski R., 2004. Zarządzanie antropopresją. W kierunku zrównoważonego rozwoju społeczeństwa i gospodarki. Wydawca Difin.
- [9] Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.W. III, 1972. *The Limits to Growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. Universe Books, 11.
- [10] Piasecki M., 2014. Ekologiczny, czyli jaki? Zharmonizowane zasady oceny środowiskowej wyrobów budowlanych. *Builder 2*, 50-53.
- [11] Wg Centrum danych środowiskowych na temat odpadów.  
[http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste\\_statistics/pl](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics/pl).
- [12] Wołoszyn M., 2013. Ekorewitalizacja – zagadnienia architektoniczne. Wydawnictwo Exemplum Poznań-Szczecin, 196-219.
- [13] Źródło: [http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/cdw/cdw\\_chapter1-6.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/cdw/cdw_chapter1-6.pdf).
- [14] Źródło: [http://www.archiwum.ewaluacja.gov.pl/Wyniki/Documents/rimi\\_017.pdf](http://www.archiwum.ewaluacja.gov.pl/Wyniki/Documents/rimi_017.pdf).
- [15] Źródło: <http://www.bbc.com/news/world-africa-14722179>.
- [16] Źródło: <http://www.plasticbottlevillage.com>.
- [17] Źródło: <http://www.ensemble.info>.

## ŚMIECI – PRZYSZŁOŚĆ ARCHITEKTURY

**STRESZCZENIE.** W środowisku naturalnym problem odpadów nie jest znany, człowiek będący jego integralną częścią może być uważany za „szkodnika” produkując i składując zatrważającą ilość śmieci. Odpady budowlane i rozbiórkowe w Unii Europejskiej wynoszą około 180 mln ton rocznie, co daje ponad 480 kg na osobę. Według raportu Komisji Europejskiej w „UE-15 ponownie wykorzystane lub poddane recyklingowi zostaje tylko 28% odpadów. Pozostałe 72% (w przybliżeniu 130 mln ton rocznie) jest składowane na wysypiskach.” (*Construction And Demolition Waste – C&DW*, 1999). Powtórne przetwarzanie odpadów, w rezultacie prowadzące do wytworzenia produktu o podobnej lub wyższej szeroko pojętej jakości sformułował Gunter Pauli w *UpCycling – Wirtschaften nach dem Vorbild der Natur für mehr Arbeitsplätze und eine saubere Umwelt* (1999), wyznaczając główną oś rozważań.

Ekspansja obiektów architektonicznych poprzez cykl życia – wznoszenie, użytkowanie, rozbiórkę i dobór materiałów (również zawierających cykl życia) – eskaluje środowisko naturalne. Mając tego świadomość, autor w artykule zawęził problem do postawienia tezy: wprowadzenie we wczesnej fazie procesu projektowego z uwzględnieniem cyklu życia zastosowanego materiału (z odzysku) wpłynie na architekturę i tym samym estetykę obiektu architektonicznego, co jednocześnie pozwoli na zmniejszenie negatywnego oddziaływania obiektów architektonicznych na środowisko naturalne w rozumieniu idei zrównoważonego rozwoju.

W artykule problem badawczy ograniczono do środowiska zamieszkania. Następnie omówiono oraz przybliżono obiekty referencyjne, które stanowią temat referatu. Określono kierunek procesu projektowego z uwzględnieniem drugiego życia materiałów pozwalający na kształtowanie architektury w skali sztuki budowlanej uzyskującej niepowtarzalne i równie swobodne formy obiektów architektonicznych.

Artykuł jest przyczynkiem do dyskusji nad kształtowaniem początkowego procesu projektowego cyklu życia architektury, kierującego rezultaty ku sformułowaniu ekologicznego cyklu życia materiału mającego zdefiniowane miejsce w obiekcie architektonicznym w dobie kryzysu ekologicznego.

**Słowa kluczowe:** proces projektowy, ekologia, cykl życia, recykling, śmieci

## GARBAGE – THE FUTURE OF ARCHITECTURE

**SUMMARY.** In nature environment, the waste problem is not known, a human who is an integral part may be considered as a "pest" manufacturing and storing alarming amount of garbage. Construction and demolition waste in the European Union amounts to approximately 180 million tonnes per year, which is more than 480 kg per person. According to the European Commission report "EU-15 reused or recycled only about 28% of waste. Landfilling the other 72% (some 130 million tonnes a year)." (Construction And Demolition Waste - C & DW, 1999). Recycling of waste, consequently leading to a product with similar or better overall quality formulated Gunter Pauli in UpCycling - Wirtschaften nach dem Vorbild der Natur für mehr Arbeitsplätze und eine saubere Umwelt (1999), defining the main axis of discussion.

The expansion of architectural objects through life cycle – construction, use, demolition and material selection (also containing life cycle) – escalates natural environment. Having awareness of this issue, the author of the article narrowed the problem to the thesis: implement in the early stage of the design process, including the life cycle of the material used (from recycled) will influence on architecture and the same on aesthetic of the architectural object, which will at the same time reduce the negative impact of the object on natural environment meaning of the sustainable development concept.

In the article the research problem was limited to the living environment. Then discussed and approximated reference objects, which constitute the subject of the paper. Specified direction of the design process with taking into account of the materials second life allowing for the architecture formation in scale of building art obtaining a unique and equally free architectural forms.

The article is a contribution to the debate over the development of the early design process of the architecture life cycle, directing the results to the formulation of ecological life cycle of the material having a defined place in the building architecture in the era of ecological crisis.

**Key words:** design process, ecology, life cycle, recycling, garbage