

# Nowe materiały w architekturze mieszkaniowej. Reutilizacja, recykling, upcykling, cradle-to-cradle – przyszłość czy utopia?

## New Materials in Housing. Reuse, Recycling, Upcycling, Cradle-to-cradle – the Future or a Utopia?

### Streszczenie

Artykuł dotyczy zastosowania materiałów zreutilizowanych w budownictwie mieszkaniowym. Stawia pytania, które z koncepcji proekologicznych mogą prowadzić do poprawy jakości życia człowieka. Czy *recykling*, *superużycie* (*superuse*), *upcykling* znajdują zastosowanie w obiektach mieszkaniowych? Gdzie i w jaki sposób wdrożono podobne rozwiązania? Czy koncepcje typu *cradle-to-cradle* zakładające, iż obiekt może stanowić wartość dodaną dla środowiska (*beneficial footprint*), mogą być kierunkiem rozwoju czy są wizją utopijną? Czy świadomość ciągłości cyklu życia obiektu wpływa na rodzaj stosowanych materiałów? Czy powinna ona uaktualnić proces projektowy? Które z zagranicznych rozwiązań proekologicznych w architekturze mieszkaniowej mogłyby stanowić inspirację dla realizacji polskich? Opierając się m.in. na projektach: Villa Welpello, Enschede, (No) Flat Future, Hoogvliet (Superuse Studios); C2C Social Urban House, Venlo (RO&AD Architects); Cargotecture, Seattle (Hybrid Architecture); Solar Umbrella House, Venice (Pugh & Scarpa).

### Abstract

The article centers around material reuse in housing developments. In the article, I try to understand which ecological concepts could improve the quality of people's lives. Can *recycling*, *superuse*, *upcycling* be applied in residential buildings? Where and how are these types of projects implemented? Do concepts such as *Cradle-to-cradle*, which assumes that architectural objects can positively affect the environment (*beneficial footprint*), can set a direction for the future development or is it a utopian vision? Does the fact that architectural objects should be treated as part of a continuous cycle influence the choice of materials? Does it require modifications in the design process? Which foreign ecological applications in housing can be inspirational for Polish projects? Based on: Villa Welpello, Enschede, (No) Flat Future, Hoogvliet (Superuse Studios); C2C Social Urban House, Venlo (RO&AD Architects); Cargotecture, Seattle (Hybrid Architecture); Solar Umbrella House, Venice (Pugh & Scarpa).

Słowa kluczowe: architektura, budownictwo mieszkaniowe, recykling, reużycie, superużycie, *cradle-to-cradle*, wtórne użycie, materiały z recyklingu

Keywords: architecture, housing, recycling, reuse, superuse, cradle-to-cradle, recycled materials

### Wstęp. Zastosowanie materiałów zreutilizowanych

Wtórne użycie materiałów w budownictwie mieszkaniowym w ostatnich latach wzrasta, co może być związane z inwestycjami adaptującymi obiekty pofabryczne (fabryka Scheiblera w Łodzi, 2010) lub portowe (doki w Londynie, London Docklands Development Corporation, od 1981; budynek wielorodzinny Aquartis, Amsterdam, Atelier Zeinstra van der Pol, 2001). W tego typu realizacjach wykorzystuje się istniejące materiały takie,

### Introduction. Reused materials applications

In the recent years the number of applications of reused materials in housing has increased, which can be connected with projects consisting in adaptations of post-industrial buildings (Scheibler's factory, Łódź, 2010) or ports (London Docklands Development Corporation, from 1981; multifamily housing Aquartis, Amsterdam, Atelier Zeinstra van der Pol, 2001). In this type of buildings

jak cegła rozbiórkowa, istniejąca ślusarka okienna, elementy drewniane czy mechanizmy w nowych kontekstach i funkcjach. Stosowanie materiałów z recyklingu<sup>1</sup> często jest propagowane przez programy certyfikacji ekologicznych budynków typu BREAM czy LEED, które m.in. punktują stosowanie takich materiałów w projekcie (*recycled content materials*; Yudelsoń J., 2009). Istnieją ruchy poszukujące alternatywnych metod i materiałów do budowy budynków jednorodzinnych (Nunan J., 2010) korzystające m.in. z: opon samochodowych (Earthship Movement), puszek aluminiowych, butelek. W budownictwie znajdują wtórne zastosowanie takie materiały, jak: recyklingowany beton wykorzystujący odpady budowlane (żużel elektrycznych pieców stalowych, kruszywo, pył lotny; Solar Umbrella House w Venice, Pugh and Scarpa, 2005) stal recyklingowana, miedź, aluminium, drewno, kompozyty drewniane, papier (tuby z recyklingowanego papieru i tektury wzmocnione klejem i metalowymi prętami; Paper House, Yamanashi, Shigeru Ban, 1995), tworzywa sztuczne, płytki ceramiczne i szkło (7Ten House, Venice; Schey, Meyer, Gray, 2007), dywany, gumowa podłoga, mączka szklana, recyklingowany gips czy inne elementy konstrukcyjne (Eco House<sup>2</sup> w Pasadenie, Studio RMA, 2009). Wraz z postępem technologicznym i wzrostem zainteresowania społecznego tego typu rozwiązaniami materiałowymi i ekologią wtórne użycie staje się coraz bardziej powszechne, a estetyka i jakość takich realizacji często nie ustępuje standardowym rozwiązaniom, tworzy nową jakość przestrzenną, respektuje lokalny charakter miejsca. Skutkuje to rozwojem nowych koncepcji związanych w wtórnym użyciem materiałów w architekturze, takich jak m.in.: superużycie, upcycling, *cradle-to-cradle*.

### **Superużycie (Superuse)**

*Superużycie* jest termin związany z działalnością interdyscyplinarnego zespołu projektowego Superuse Studios (wcześniej: 2012 Architecten). Termin ten można definiować jako jedną z koncepcji wykorzystania wtórnego materiałów. „*Superużycie* jest raczej sposobem kształtowania architektury poprzez ograniczanie przepływów produktów i elementów, których maksymalna wartość dodatnia została zdegradowana (...), a którą należy wykreować na nowo. (...) może być definiowane jako jakikolwiek rodzaj użycia, który ma na celu dalsze wytwarzanie wartości<sup>3</sup>. Koncepcja ta bazuje na stwierdzeniu, że obiekt architektoniczny jest częścią ciągłego procesu, że podlega transformacji. Traktuje „budynki jak żywe organizmy, nieustannie zmieniające się, rozwijające i degenerujące”<sup>4</sup>. *Superużycie* nadaje obiektom, materiałom i produktom zdolność przechodzenia z jednego cyklu życia do następnego. Dla upowszechnienia tej metody potrzebny jest szereg modyfikacji zarówno na etapie procesu projektowego, jak i w fazie budowy, rozbiórki, zbierania i składowania materiałów oraz rozpowszechniania informacji ich dotyczących. *Superużycie* w procesie projektowym kładzie nacisk na wstępną fazę, która powinna być poszerzona o wnikliwe analizy, poszukiwania lokalnych materiałów do wtórnego użycia<sup>5</sup>, badania, testy materiałowe, konsultacje interdyscyplinarne. Również w późniejszych fazach trzeba liczyć się z koniecznością modyfikacji projektu, dostosowaniem do nie zawsze znanych właściwości materiałów, warunków. Proces projektowy powinien być elastyczny. Rozbórka powinna zachowywać materiały w jak naj-

reused materials are frequently used in new contexts and functions e.g.: old bricks, existing metal joinery, wooden elements or mechanisms. Recycled<sup>1</sup> materials are often promoted by eco-certification programs, e.g. BREAM or LEED, which award this type of applications of materials (*recycled content materials*; Yudelsoń J., 2009). There are movements which look for alternative methods and materials for single-family housing (Nunan J., 2010), which often reuse car tires (Earthship Movement), aluminium cans, bottles. There are various reused materials applied in residential buildings i.e.: recycled concrete which reuse construction waste (blast furnace slag, aggregates, fly ash; Solar Umbrella House, Venice, Pugh and Scarpa, 2005), recycled steel, copper, aluminium, wood and wooden composites, paper (recycled paper and cardboard tubes reinforced with glue and metal rods; Paper House, Yamanashi, Shigeru Ban, 1995), plastic, ceramic tiles and glass (7Ten House, Venice; Schey, Meyer, Gray, 2007), carpets, rubber flooring, glass powder, recycled gypsum or other structural elements (Eco House<sup>2</sup>, Pasadena, Studio RMA, 2009). With technology development and growth of social interest in such concepts, reusing becomes more and more popular. The aesthetics and quality of recycled materials are often comparable to standard solutions. Moreover, reused materials create new spatial quality and respect the local context, all of which results in the need for new theories and concepts for reusing in architecture, such as: *Superuse*, *Upcycling*, *Cradle-to-cradle*.

### **Superuse**

*Superuse* is a term related to the practice of an interdisciplinary Dutch design collective Superuse Studios (previously: 2012 Architecten). This term can be defined as one of the concepts for the reuse of materials. „*Superuse* rather is a way of creating architecture by shortcutting the flow of products and elements from their state of maximum added value to the stage at which value has either been dissipated (...) to be able to recreate it all over again”<sup>3</sup>. This theory is based on the concept in which an architectural building is part of a continuous process, and transformation. It treats „buildings as living organisms, constantly changing, growing and degenerating”<sup>4</sup>. *Superuse* provides the opportunity for buildings, objects and products to move from one life cycle to another. To popularize this design concept, it is necessary to provide modifications in the design process as well as in construction, demolition, storing and information processes. *Superuse* in the design process focuses on the preliminary phase of the process, which should be accompanied by a deep analysis and a search for local reused materials<sup>5</sup>, tests, interdisciplinary consultations. Also in further design phases, it is often necessary to modify the design, to adapt it to fit unknown properties of materials and conditions. The design process should be flexible. The demolition should preserve materials in their best conditions and then, they should be adequately stored. It is crucial for the design process to gather information. Thus, Superuse Studios

lepszym stanie, składowane w odpowiedni sposób. Kluczowe jest rozpowszechnianie informacji na temat dostępnych materiałów, dlatego Superuse Studios stworzyło narzędzia zgromadzone na platformie internetowej *Recyclicity.org* zapewniające wolny dostęp do tego typu informacji: *Environmental Impact Calculator*<sup>6</sup>, *Urban Metabolism Analysis*<sup>7</sup> oraz *Harvest map*<sup>8</sup>. Są to interaktywne bazy danych, które gromadzą informacje na temat dostępnych materiałów, właściwości oraz ich możliwości transportowych.

Główne ograniczenia we wdrażaniu koncepcji *Superużycia* dotyczą efektywnego rozpowszechniania informacji, podejścia do procesu projektowego, tradycji i usztywnień w procesie budowlanym, braku odpowiedniej wiedzy na temat rzeczywistych kosztów, właściwości i metod zastosowania materiałów z odzysku, które nie były projektowane z myślą o ponownym użyciu. Pojawiają się problemy dotyczące przepisów prawnych, które powinny być odpowiednio elastyczne dla zastosowania niestandardowych rozwiązań. Istnieją obiektywne społeczeństwa, które często nie postrzegają materiałów z odzysku jako równoważnych nowym materiałom lub nie akceptują estetyki tego typu rozwiązań<sup>9</sup>. Ponadto pojawia się pytanie o zużycie energii przy tego typu realizacjach i nie zawsze można uzyskać na nie jednoznaczny odpowiedź<sup>10</sup>.

#### *Villa Welpeloo, Enschede, 2012 Architecten, 2006–2009*

Villa Welpeloo jest to jednorodzinny budynek mieszkalny z przestrzenią wystawową, w którym 60% wszystkich użytych materiałów stanowią materiały zrecyklingowane, w większości będące odpadami poprzemysłowymi z lokalnych przedsiębiorstw.

Przykładem może być okładzina elewacyjna budynku, wykonana z drewnianych desek (o wymiarach 1020x26–36 mm), które pierwotnie były częścią ogromnych szpul kablowych i charakteryzują się lekko zaokrąglonymi profilami poprzecznymi, dzięki czemu tworzą oryginalną strukturę elewacji. Konstrukcja nośna budynku została w 90% wykonana z materiałów zrecyklingowanych, z dawnej maszyny z pobliskiej fabryki tkanin. Ze względu na użycie niestandardowych belek stalowych przy obliczeniach wytrzymałościowych przyjęto najbardziej niekorzystne parametry stali.

Inne materiały wtórne w budynku to: izolacja termiczna z wyburzanego budynku pofabrycznego; okładzina ścian łazienki z jednorazowych kubków do kawy (w formie paneli), szkło z odzysku (Pilkington), podnośnik wykorzystywany na budowie pozostał jako dźwig.

Wtórne zastosowanie materiałów przyniosło korzyści ekologiczne. Wykonanie elewacji wygenerowało tylko 5% ilości emisji CO<sub>2</sub>, która powstałaby przy użyciu nowych materiałów. Podobnie zredukowana została emisja CO<sub>2</sub> przy wykorzystaniu wtórnym elementów konstrukcyjnych (12%)<sup>11</sup>. Budynek zaprojektowany i wykonany został w sposób świadczący o świadomości cyklu życia obiektu i materiałów. Przewidziano późniejszy demontaż obiektu lub jego elementów. Projekt zakłada przyszłe modyfikacje, dlatego został zaprojektowany w sposób przyjmujący pewien próg odwracalności<sup>12</sup>.

#### *(No)flat Future, Hoogvliet, Rotterdam, 2012 Architecten, Bouwcarrousel bv, 2007*

Jest to projekt, który powstał na zlecenie SenterNovem<sup>13</sup> i wykorzystuje koncepcję *Superużycia* przy rewitalizacji osiedla

has created tools (available on *Recyclicity.org*) which provide free access to this kind of information: *Environmental Impact Calculator*<sup>6</sup>, *Urban Metabolism Analysis*<sup>7</sup> and *Harvest map*<sup>8</sup>. Those are interactive databases which gather information about available materials, their properties and transportation possibilities.

The main constraints in applying the *Superuse* concept in architecture concern the creation of an effective information system, flexibility in the design process, traditions in the construction process. What is also problematic is the lack of knowledge about real costs, properties and methods for reusing materials which were not designed to be reused. Applying non-standard materials in reality requires the law to be more flexible. Society often does not perceive recycled materials as equal to the new ones or does not accept their aesthetics<sup>9</sup>. Moreover, there is a problem concerning energy consumption in this type of projects and the answer is not always obvious<sup>10</sup>.

#### *Villa Welpeloo, Enschede, 2012 Architecten, 2006–2009*

Villa Welpeloo is a single-family house with exhibition space in which 60% of used materials have been recycled, they are mostly postindustrial waste from local companies.

A good example is the façade cladding made of wooden planks (dimensions: 1020 × 26–36 mm), which were previously parts of huge wooden cable reels. They have characteristic, slightly curved cross-sections, which create original façade structure. 90% of building load-bearing structure was built with reused materials, in particular with elements from an old textile factory machine. For structure resistance calculations, the most unfavourable steel properties were assumed because the elements applied were non-standard.

To other recycled materials used in the building belong: thermal insulation from a demolished postindustrial building; bathroom walls cladding made of single-use coffee cups (in form of panels), recycled glass (Pilkington), scissor lift used as lift.

The reuse of materials had several ecological advantages. Recycled façade cladding generated 5% of the CO<sub>2</sub> emissions which would have been produced when using new materials. A similar reduction in CO<sub>2</sub> emissions concerns using recycled materials for the building's structure (12%)<sup>11</sup>. Villa was designed and constructed in a way that reflected awareness of the life cycle of the building and materials with which it was constructed. Future dismantling requirements were taken into consideration in the design phase. The design provides an opportunity for further modifications because it assumes some *threshold of reversibility*<sup>12</sup>.

#### *(No) Flat Future, Hoogvliet, Rotterdam, 2012 Architecten, Bouwvarrousel bv, 2007*

The conceptual project was created for Senter Novem<sup>13</sup> and it applied the *Superuse* concept in the renovation of housing estate from 1957 in Hoogvliet, near Rotterdam. This

mieszkaniowego z 1957 r. w Hoogvliet, koło Rotterdamu. Jest to typowe, holenderskie osiedle z lat powojennych, zlokalizowane w dogodnym miejscu, które starzeje się pod względem materiałowym i przestrzennym. Projekt obejmuje modernizację trzech czterokondygnacyjnych budynków (120 mieszkań), w tym dwóch galeriowców i jednego budynku portykowego. Ze względu na stosunkowo dobre plany wewnętrzne mieszkań podczas renowacji zdecydowano się zachować szkielet konstrukcyjny budynku, a do budowy wykorzystano materiały odpadowe z placu budowy oraz okolicznych przedsiębiorstw. Konstrukcję budynków stanowią betonowe ściany i stropy. Północną fasadę (przesuniętą o 3 m w stosunku do istniejącej w celu zwiększenia powierzchni o 30%) zaprojektowano z recyklingowanych pojemników z tworzyw sztucznych (płyty warstwowe HDPE na ruszcie stalowym, izolacja termiczna); elewacja południowa (fasada klimatyczna) ze zreutilizowanych ram okiennych będących materiałem porozbiórkowym z rejonu Hoogvliet; szklenie wewnętrzne atrium z szyb samochodowych z pobliskiej fabryki samochodów, szkielety penthouse'ów i nisze balkonów z recyklingowanego drewna. Wtórnie wykorzystano grzejniki płytowe. Fundamenty i warstwę drenażową wykonano z materiałów porozbiórkowych. Izolację termiczną penthouse'ów zaprojektowano z granulatu gruzu porozbiórkowego (dobre właściwości termiczne). Do izolacji akustycznej użyto systemu płyt sufitowych demontowanych w sąsiednim biurówcu. Reużyciu podlegały również grunt usunięty spod parkingu do wyrównania poziomu terenu.

Modernizacja reutilizująca istniejące materiały zredukowała by ilość odpadów (12000 t) o 2000 t. Zachowanie szkieletów konstrukcyjnych zminimalizowałoby koszty rozbiórki i demontażu<sup>14</sup>. Zmniejszony również byłby koszt całkowity ze względu na oszczędzony czas. Wtórne użycie materiałów zmniejszyłoby emisję CO<sub>2</sub><sup>15</sup>. Reużycie materiałów stanowi podstawę do ubiegania się o różnego rodzaju dotacje, np. dla zrównoważonego budownictwa, przetwarzania odpadów.

### **Upcycling**

*Upcycling* jest to termin użyty w 1994 r. jako wtórne użycie produktu, które dodawałoby mu wartości, a nie ją odejmowało<sup>16</sup>. *Upcycling* „jest to proces patrzenia na standardowe obiekty i tworzenie z nich niestandardowej architektury”. Jest to wydobycie ukrytego potencjału materiału „poprzez wzmocnienie i podkreślenie jego właściwości albo poprzez całkowite przekształcenie dające mu nowe zastosowanie”<sup>17</sup>.

Jednym z przykładów *Upcyclingu* w architekturze jest wtórne użycie kontenerów transportowych, modułowych jednostek stalowych o dużej wytrzymałości, łatwej dostępności i stosunkowo niskiej cenie. Wykorzystuje się je w realizacjach o różnych funkcjach, tymczasowych i stałych, w tym jako obiekty mieszkalne. Kontenery transportowe stanowią doskonały materiał budulcowy, ponieważ są wytrzymałe (stal kortenowska), odporne na zniszczenia i niekorzystne warunki atmosferyczne. Ich modularność umożliwia łatwość łączenia, projektowania, transportu i modyfikacji. Istotną zaletą jest atrakcyjność cenowa (tańsze rozwiązanie, które nie wymaga dużych nakładów pracy przy montażu)<sup>18</sup>. Oszczędności finansowe przy tego typu rozwiązaniach nie są oczywiste. Z jednej strony modularność, powta-

typical Dutch estate from the post-war period is well located, but it ages in terms of materials and space. The design was a modernization of three four-storied buildings (120 dwellings) including gallery apartments and a porch building. Because of relatively good apartment plans, the structural shell of the building has been preserved. Reused materials come from construction site wastes and from local companies. The building structure consists of concrete slabs and walls. The north facade (moved 3m from the existing wall to gain 30% of interior space) was designed with recycled plastic containers (HDPE panels on steel frame, thermal insulation); the south facade (climate façade) made of reused window frames from Hoogvliet area; interior atrium glazing from car window glass from vicinal car factory, structure of penthouses and niches of balconies were designed with recycled wood. Existing radiators would be reused. The foundations and drainage were constructed with reused materials. For the design of penthouses' thermal insulation, rubble granulate was reused (good thermal properties). The acoustic insulation reused a ceiling panel system dismantled in a neighbouring office building. The soil removed from the parking was reutilized to level the terrain.

The reuse of materials in this modernization project would reduce the amount of waste (12000 t) by 2000t. The preservation of existing structure would lower the costs of demolition and dismantling<sup>14</sup>. The construction cost would be also minimized due to time savings. Material reuse would reduce CO<sub>2</sub> emissions<sup>15</sup>. The use of recycled materials could be profitable when applying for funding, e.g.: for sustainable buildings, waste processing.

### **Upcycling**

*Upcycling* is a term used for in 1994. It can be defined as the reuse of a product, which would add value to the product, not reduce it<sup>16</sup>. *Upcycling* „is a process of looking at ordinary objects and inventing extraordinary architecture”. It is finding material's hidden potential „either by enhancing their inherent qualities, or by radically counter-programming their use”<sup>17</sup>.

A good example for *Upcycling* in architecture is the reuse of shipping containers, modular steel units with high resistance parameters, easy availability and relatively low price. They are used for various functions including housing. They can be temporary or permanent. Shipping containers constitute an excellent building material due to their strength (corten steel) and resistance to adverse weather conditions. Their modularity facilitates the combinations of different modules together with their design, transportation and modifications. Low price is an advantage (a cheap solution that does not require a lot of work in assembly)<sup>18</sup>. Savings in costs in this kind of architectural applications are ambiguous. On the one hand, modularity, repetitiveness and easy combinations reduce the costs of construction. On the other hand, the project has to have a significant scale to obtain actual savings<sup>19</sup>. There are several problems connected with thermal, moisture and toxic issues.



rzalność oraz łatwość połączeń redukuje koszty budowy, ilość odpadów oraz czas potrzebny do montażu o połowę. Z drugiej strony, żeby można było mówić o znaczących oszczędnościach potrzebna jest odpowiednia skala inwestycji<sup>19</sup>. Ewentualne problemy mogą wiązać się z aspektami termicznymi, wilgocią, substancjami toksycznymi.

### *Cargotecture*

*Cargotecture* „jest to termin utworzony przez Hybrid Architecture w 2003 r. opisujący każdy system budowlany, który powstał całkowicie lub częściowo z kontenerów transportowych typu ISO”<sup>20</sup>. Hybrid Architecture stworzyło serię domów modułowych *C-series homes* o różnej wielkości, o module jednego kontenera, który poprzez multiplikację i łatwą addycyjność tworzy budynki o różnej powierzchni i ilości pomieszczeń (od podstawowego modelu C-160Scout do rozbudowanego C640Lookout). *C-series homes* są w pełni wyposażone, ogrzewane, izolowane termicznie i szybko montowalne. Innym przykładem architektury kontenerowej autorstwa Hybrid Architecture jest Studio 320 w Enumclaw, Waszyngton(2004)<sup>21</sup>.

### *Olympia Kwartier. LOT-EK<sup>22</sup>, 2010*

Olympia Kwartier są to dwa budynki wielorodzinne będące częścią nowego planu zagospodarowania w Almere (MVRDV, 2008). Budynki o powierzchni 1200 i 1500 m<sup>2</sup> składają się z 70 i 60 kontenerów. Kontenery tworzące wyższe piętra są obrócone względem osi obiektu, co tworzy atrakcyjne plany mieszkań i interesujące bryły budynków.

### **Cradle-to-Cradle**

Projektowanie zgodnie z *Cradle-to-cradle*<sup>23</sup> jest to „inteligentne podejście do architektury i przemysłu dotyczące materiałów, budynków oraz wzorów zasiedlania, które są całkowicie zdrowe i odnawialne. Koncepcja ta postrzega systemy dotyczące człowieka jako cykle pokarmowe, w których każdy materiał może wspomagać życie”<sup>24</sup>. *Cradle-to-cradle* w przeciwieństwie do klasycznej koncepcji *Cradle-to-grave* (od kołyski do grobu) zakłada, że materiały podlegają procesom ciągłym. Przyjmuje, że każdy odpad staje się budulcem w następnym cyklu<sup>25</sup>. Ma pozytywnie oddziaływać na środowisko i zdrowie człowieka (*beneficial footprint*). Wyróżnia się dwa typy obiegów: biologiczny (obejmujący materiały biodegradowalne) i techniczny (technologiczne materiały produktów syntetycznych). Według tej koncepcji materiały powinny być: zdrowe, nietoksyczne, podlegające recyklingowi, biodegradowalne, szybko odnawialne, adaptowalne, demontowalne, zbierane selektywnie, o zidentyfikowanym składzie, strukturalnie jednolite, o zaplanowanym czasie i sposobie wykorzystania oraz zdefiniowanym przyszłym użyciu<sup>26</sup>.

Realizacje mieszkaniowe zgodne z *Cradle-to-cradle* znajdują się w fazie koncepcyjno-eksperymentalnej. W 2005 r. w konkursie *C<sub>2</sub>C International Housing Competition* nagrodzony został projekt (Coates Design Architects) zakładający fotosyntetyczną fasadę wykorzystującą naturę i energię słoneczną, jednak do tej pory pozostaje on w fazie poszukiwań technologicznych. Innym przykładem jest *C<sub>2</sub>C Social Urban House*, Venlo (RO&AD Architects), gdzie zastosowano jednorodne

### *Cargotecture*

*Cargotecture* „is a word coined by Hybrid in 2003 to describe any building system built entirely or partially from ISO shipping containers”<sup>20</sup>. Hybrid Architecture designed *C-series homes* – different size buildings based on shipping container module. Through easy repetitiveness and additivity, units create buildings with different usable areas and different room quantities (from basic C-160 Scout model to expanded C-640 Lookout). *C-series homes* are fully equipped, provided with heating, thermally insulated, easily assembled. Another example of shipping containers architectural application by Hybrid Architecture is Studio 320 in Enumclaw, Washington(2004)<sup>21</sup>.

### *Olympia Kwartier, LOT-EK<sup>22</sup>, 2004*

Olympia Kwartier consists of two multi-family buildings which are parts of a new masterplan for Almere (MVRDV, 2008). The buildings (total area: 1200 and 1500m<sup>2</sup>) are formed with 70 and 60 containers, respectively. The containers on the upper floors are rotated from the main building axis. This rotation creates attractive apartment plans and interesting building forms.

### **Cradle-to-cradle**

According to *Cradle-to-cradle*<sup>23</sup> is „an ecologically intelligent approach to architecture and industry that involves materials, building and patterns of settlement which are wholly healthful and restorative. This concept sees human systems as nutrient cycles in which every material can support life”<sup>24</sup>. *Cradle-to-cradle* in contradiction to the classical *cradle-to-grave* theory assumes that materials are parts of a continuous process. It expects that every waste becomes a nutrient in the next cycle<sup>25</sup>, that it positively affects the environment and human health (*beneficial footprint*). There are two types of cycles: *biological* (biodegradable materials) and *technological metabolism* (technological, synthetic materials). According to *Cradle-to-cradle*, materials should be: healthy, nontoxic, recyclable, biodegradable, rapidly renewable, adaptable, dismantlable, collected separately, structurally homogeneous, with identified composition, design time and way of use and defined future reuse<sup>26</sup>.

*Cradle-to-cradle* applications in housing remain in the conceptual – experimental phase. In 2005, in *C<sub>2</sub>C International Housing Competition* the winning project (Coates Design Architects) proposed a photosynthetic façade which benefits from nature and solar energy. However, the project remains in the technology research phase. Another example is *C<sub>2</sub>C Social Urban House* in Venlo (RO&AD Architects), which will be built with homogenous (wooden structure without foreign elements) and nontoxic materials according to the biological and technological metabolisms concept. *Cradle-to-cradle* still needs to be practically adjusted to be used in the construction processes<sup>27</sup>.

### **Summary**

Despite an increasing material reuse in housing developments, a lot of theories and concepts remain in the experi-

materiały(konstrukcja drewniana bez elementów obcych), nietoksyczne, zgodne z koncepcją obiegów biologicznych i technicznych. *Cradle-to-cradle* wciąż wymaga praktycznego przełożenia na procesy realizacyjne<sup>27</sup>.

## Podsumowanie

Pomimo wzrastającego wykorzystania wtórnego materiałów w budownictwie mieszkaniowym, wiele teorii i koncepcji pozostaje w fazie eksperymentu. Można jednak wyodrębnić pewne wspólne kryteria dla przyszłościowych materiałów stosowanych w budownictwie. Powinny one być recyklingowane, szybkoodnawialne, biodegradowalne, monostrukturalne, nietoksyczne, zdrowe, adaptowalne, mobilne, manipulowalne, łatwo demontowalne, podlegające segregacji, o zaplanowanym użyciu, jego czasie i wtórnym użyciu. Procesy projektowe, budowlane, informacyjne i legislacyjne powinny ewoluować w kierunku bardziej interdyscyplinarnym i elastycznym.

Wymienione w artykule przykłady mogą stanowić inspirację dla przyszłych, ekologicznych realizacji polskich. Jednak wymagają one całego szeregu zmian projektowo-wykonawczo-legislacyjnych, w zakresie gospodarki odpadami, programów edukacyjnych oraz odpowiednich nakładów finansowych.

## PRZYPISY:

<sup>1</sup> Dyrektywa parlamentu europejskiego i rady 2008/98/WE z dn.19/11/2008 r.: „recykling” oznacza jakkolwiek proces odzysku, w ramach którego materiały odpadowe są ponownie przetwarzane w produkty, materiały lub substancje wykorzystywane w pierwotnym celu lub innych celach”.

<sup>2</sup> O. Attmann, *Green architecture: advanced technologies and materials*, New York 2010; betonowy budynek w 60% został wykonany z materiałów z recyklingu: elementy betonowe; cement z pyłem lotnym, blaty z recyklingowanego szkła.

<sup>3</sup> E. van Hinte, C. Peeren, J. Jongert, *Superuse. Constructing new architecture by shortcutting material flows*, 2007, s. 5, 112.

<sup>4</sup> *Ibid.*, s. 18.

<sup>5</sup> *Ibid.*, s. 14 – koncepcja nowego zawodu *superuse scout* dla osoby specjalizującej się w wyszukiwaniu materiałów oraz posiadającej specjalistyczną wiedzę odnośnie do materiałów, ich transportu, możliwości stosowania.

<sup>6</sup> Kalkulator Oddziaływania na Środowisko – narzędzie przedstawiające wizualnie wpływ materiałów na środowisko.

<sup>7</sup> Analiza Miejskiego Metabolizmu – narzędzie ilustrujące powiązania geograficzne pomiędzy miejscem składowania, użytkowania i produkcji materiałów.

<sup>8</sup> E. van Hinte, *op. cit.*, s. 17: „jest to mapa obszaru wokół placu budowy o średnicy 50 km nie jest to sztywny rozmiar, zależy od uwarunkowań w którym wszystkie obiekty, fabryki są oznaczone wraz z rodzajem odpadów, które produkują”.

<sup>9</sup> *Ibid.*, 78, T.de Jong(TU Delft), sugeruje on również, iż trzeba projektować budynki z materiałów wtórnych w sposób atrakcyjny wizualnie, aby przekonać do tego typu rozwiązań społeczeństwo.

<sup>10</sup> *Ibid.*, s. 46–47, 77; wg T.de Jonga w związku z przyszłym postępowem technologicznym w pozyskiwaniu energii słonecznej problem ten zaniknie. Natomiast M. Goedkoop (współzałożyciel Pré Consultants w Amersfoort, firmy zajmującej się oddziaływaniem produktów na środowisko w oparciu o analizę cyklu życia produktu LCA (Life Cycle Analysis) twierdzi, że faktyczne oszczędności związane ze zminimalizowaniem transportu, przetwarzaniem materiałów w kontekście całości cyklu życia produktu mają miejsce tylko w przypadku niektórych materiałów, ich ilości lub w przypadku zachowania istniejącej struktury budynku.

<sup>11</sup> Single Family House in Enschede, Detail, nr 12, 2010.

<sup>12</sup> A. Zanelli, V. Giurdanella, G. Superbi, S. Viscuso, *Assemblage la liberta costruttiva. Il progetto di abitazione mediante elementi industriali e kit personalizzabili*, 2010 – *org.soglie di reversibilit* – próg odwracalności na poziomie fizycznym (manipulacyjność), powierzchni (modyfikowalność), komponentów (dekonstrukcyjność) oraz poziomów (mobilność).

<sup>13</sup> Senter Novem – od 2011 część AgentschapNL, która prowadzi Sustainable Public Procurement Programme promujący rozwiązania proekologicznych i prospołecznych w zamówieniach i przetargach publicznych, program zlecony przez Ministerstwo Mieszkalnictwa, Planowania Przestrzennego i Środowiska (Ministerie van Infrastructuur en Milieu)

<sup>14</sup> H. Bouwmeester, *(No)Fiat Future Een nieuwe toekomst voor naoorlogse flats*, VROM 2007, <http://2012architecten.nl/2007/07/no-flat-future-2/>, 20/03/2013: oszacowano, że wartość szkieletu konstrukcyjnego stanowi ok.20% kosztu budowy, ok. 16000 euro

<sup>15</sup> AGM Afval & Grondstoffenmanagement (Zarządzanie Odpadami oraz Surowcami)

<sup>16</sup> T. Kay, *Salvo in Germany-Reiner Pilz*, 11/10/1994, SalvoNEWS(99):1 4; „To czego potrzebujemy to jest upcycling- gdzie produkty dostają więcej wartości, a nie mniej”.

<sup>17</sup> <http://www.lot-ek.com>, 23/03/13

<sup>18</sup> *Ibid.*; podczas prefabrykacji modułów możliwe jest równoczesne przygotowanie placu budowy, co skracza czas realizacji o ok. 4–6 miesięcy.

mental phase. However, several common criteria for future building materials can be defined. The materials should be recyclable, rapidly renewable, biodegradable, monostructural, nontoxic, healthy, adaptable, mobile, manipulative, easily dismantled, segregable, with designed use, its duration and future reuse. The design, construction, information and legislation processes should evolve in an interdisciplinary and flexible direction.

The examples mentioned in the article can be regarded as inspirations for future ecological Polish projects. However, they require a number of design-executive-legislation modifications in waste management, educational programs and adequate financial expenditures.

## ENDNOTES:

<sup>1</sup> DIRECTIVE 2008/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL OF 19/11/2008: „recycling means any recovery operation by which waste materials are reprocessed into products, materials or substances whether for the original or other purposes”.

<sup>2</sup> O. Attmann, *Green architecture: advanced technologies and materials*, New York 2010; concrete building constructed in 60% with recycled materials: concrete elements, cement with fly ash, countertops with recycled glass.

<sup>3</sup> E. van Hinte, C. Peeren, J. Jongert, *Superuse. Constructing new architecture by shortcutting material flows*, 2007, p. 5.

<sup>4</sup> *Ibid.*, p. 18.

<sup>5</sup> *Ibid.*, p. 14 – new occupation: Superuse Scout- person who would look for materials, specialist in field of materials, their properties, transportation requirements and application methods.

<sup>6</sup> the tool which visually presents the materials impact on the environment

<sup>7</sup> The tool which illustrates the geographical connections between the place of material storing, using and producing

<sup>8</sup> E. van Hinte, *op. cit.*, p. 17: „this is a map of the area around a building site, with a diameter of some 50 kilometers-this is by no means a fixed size: it depends on circumstances-in which all objects, factories with the kind of waste they produce, are marked”.

<sup>9</sup> *Ibid.*, p. 78, T. de Jong (TU Delft) suggests that for social approval of reused materials the building should be visually attractive („hype”)

<sup>10</sup> *Ibid.*, p. 46–47, 77; acc. to T.de Jong this problem will disappear due to the solar energy technologies development. M. Goedkoop(co-founder of Pré Consultants in Amersfoort, the company which examines products impact on the environment through LCA-Life Cycle Analysis) states that actual savings concerning the transportation and materials recycling in the context of whole product life cycle are possible only in case of specific materials or when the shell of the building is maintained

<sup>11</sup> Single Family House in Enschede, Detail, no. 12, 2010

<sup>12</sup> A. Zanelli, V. Giurdanella, G. Superbi, S. Viscuso, *Assemblage la liberta costruttiva. Il progetto di abitazione mediante elementi industriali e kit personalizzabili*, 2010- *org.soglie di reversibilit* - threshold of reversibility on physical level (manipulation), surfaces(modification), components (deconstruction) and levels (mobility)

<sup>13</sup> Senter Novem-since 2011 part of AgentschapNL, which conducts Sustainable Public Procurement Programme promoting ecological and social oriented solutions in public tenders, the programme is commissioned by Ministry of Infrastructure and Environment (Ministerie van Infrastructuur en Milieu)

<sup>14</sup> H. Bouwmeester, *(No)Fiat Future Een nieuwe toekomst voor naoorlogse flats*, VROM 2007: it was assessed that the building shell value consists approx.20% of total construction costs (approx.16000euro)

<sup>15</sup> AGM Afval & Grondstoffenmanagement(Waste and Raw Materials Management)

<sup>16</sup> T. Kay, *Salvo in Germany-Reiner Pilz*, 11/10/1994, SalvoNEWS(99): 14; „What we need is upcycling-where old products are given more value, not less”

<sup>17</sup> <http://www.lot-ek.com>, 23/03/13

<sup>18</sup> *Ibid.*, simultaneously with unit prefabrication it is possible to prepare the construction site; this can reduce the construction period by 4–6 months

<sup>19</sup> C. Enlow, *Design Perspectives: Real architecture, but it's from a factory*, Daily Journal of commerce, Seattle 6/02/2008; D.Sperling, President of Unico company: „(...) below 20 units, you don't really get much economy of scale (...) you need a couple hundred of units and a site of about 2 acres”

<sup>20</sup> O. Attmann, *op. cit.*, p. 245

<sup>21</sup> The project which begun the Cargotecture series

<sup>22</sup> LOT-EK converts typical shipping containers (2,39x12,032 m) through cutting, opening, unfolding, shifting, multiplication and repetition to obtain required architectural shape

<sup>19</sup> C. Enlow, *Design Perspectives: Real architecture, but it's from a factory*, Daily Journal of commerce, Seattle 6/02/2008D.Sperling, prezes firmy Unico: „(...) poniżej 20 modułów nie działa efekt ekonomii skali(...) potrzebne jest kilkaset modułów i działka wielkości 2 akrów”.

<sup>20</sup> O. Attmann, *op. cit.*, s. 245.

<sup>21</sup> Projekt, który rozpoczął serię Cargotecture.

<sup>22</sup> LOT-EK typowe kontenery (2, 39x12, 032 m) poddaje procesom: cięciu, otwieraniu, rozwijaniu, obracaniu, multiplikacji w celu otrzymania porządanego kształtu architektonicznego.

<sup>23</sup> W. McDonough, M. Braungart, *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*, London 2008 – od kołyski do kołyski.

<sup>24</sup> W. McDonough, M. Braungart, *Towards a sustaining architecture for the 21st century: the promise of cradle-to-cradle design*, 2003, s. 1.

<sup>25</sup> B. van de Westerlo, J.I.M. Halman, E. Durmisevic, *Translate the Cradle to cradle Principles for a Building*, 2012, s.1; trzy zasady C2C: „1. Odpad jest pokarmem, 2. Użycie energii słonecznej jako energii odnawialnej, 3. Różnorodność biologiczna, kulturowa, gatunkowa, innowacyjna”.

<sup>26</sup> NL Agency, *Cradle to cradle and Sustainable Public Procurement*, Utrecht 2010, s. 10–11; „ateriał podlegający recyklingowi jest to materiał, dla którego istnieje co najmniej jedna jednostka poddająca go recyklingowi; materiał szybko odnawialny jest to materiał, który może być zastąpiony w zrównoważony sposób w ciągu 10lat”.

<sup>27</sup> B. van de Westerlo, *op. cit.*, s. 4 (wszystkie tłumaczenia: U. Koźmińska).

#### BIBLIOGRAFIA:

- [1] Attmann O., *Green architecture: advanced technologies and materials*, New York 2010.
- [2] Bouwmeester H., *(No) Flat Future Een nieuwe toekomst voor naoorlogse flats*, VROM 2007, <http://2012architecten.nl/2007/07/no-flat-future-2/>, 20/03/2013.
- [3] McDonough W., Braungart M., *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*, London 2008.
- [4] McDonough W., Braungart M., *Towards a sustaining architecture for the 21st century: the promise of cradle-to-cradle design*, 2003 dn. 20/03/2013.
- [5] Enlow C., *Design Perspectives: Real architecture, but it's from a factory*, Daily Journal of commerce, Seattle 6/02/2008.
- [6] Kay T., *Salvo in Germany - Reiner Pilz*, 11/10/1994 *SalvoNEWS* (99): 14.
- [7] Nunan J., *The Complete Guide to Alternative Home Building. Methods and Materials*, Ocala 2010.
- [8] van Hinte E., Perren C., Jongert J., *Superuse. Constructing new architecture by shortcutting material flows*, Rotterdam 2007.
- [9] van de Westerlo B., Halman J.I.M., Durmisevic E., *Translate the Cradle to cradle Principles for a Building*, International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) 2012.
- [10] Yudelsohn J., *Green Building through integrated design. A GreenSource Book*, New York 2009.
- [11] Zanelli A., Giurdanella V., Superbi G., Viscuso S., *Assemblage: la liberta costruttiva. Il progetto di abitazione mediante elementi industriali e kit personalizzabili*, Milan 2010.
- [12] *Single Family House in Enschede*, Detail 12/2010.
- [13] <http://www.lot-ek.com/>, 23/03/13.
- [14] DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2008/98/WE z dn. 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy.

<sup>23</sup> McDonough W., Braungart M *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*, London 2008.

<sup>24</sup> McDonough W., Braungart M, *Towards a sustaining architecture for the 21st century: the promise of cradle-to-cradle design*, 2003, p. 1.

<sup>25</sup> van de Westerlo B., Halman J.I.M., Durmisevic E., *Translate the Cradle to cradle Principles for a Building*, 2012, p.1; three C2C principles: „1. Waste equals food, 2. Use current solar income, energy that can be renewed as it is used, 3. Celebrate Diversity, Spices, Cultural and Innovation Diversity”.

<sup>26</sup> NL Agency, *Cradle to cradle and Sustainable Public Procurement*, Utrecht 2010, p. 10–11: „material is regarded as recyclable if there is at least one commercial plant in existence that is recycling the material”, „rapidly renewable is meant vegetable or animal materials that can be sustainably replenished by nature by less than 10 years”.

<sup>27</sup> van de Westerlo B., *op.cit.*, p. 4.

#### BIBLIOGRAPHY:

- [1] Attmann O., *Green architecture: advanced technologies and materials*, New York 2010.
- [2] Bouwmeester H., *(No) Flat Future Een nieuwe toekomst voor naoorlogse flats*, VROM 2007, <http://2012architecten.nl/2007/07/no-flat-future-2/>, 20/03/2013.
- [3] McDonough W., Braungart M., *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*, London 2008.
- [4] McDonough W., Braungart M., *Towards a sustaining architecture for the 21st century: the promise of cradle-to-cradle design*, 2003 dn.20/03/2013.
- [5] Enlow C., *Design Perspectives: Real architecture, but it's from a factory*, Daily Journal of commerce, Seattle 6/02/2008.
- [6] Kay T., *Salvo in Germany – Reiner Pilz*, 11/10/1994 *SalvoNEWS* (99): 14.
- [7] Nunan J., *The Complete Guide to Alternative Home Building. Methods and Materials*, Ocala 2010.
- [8] van Hinte E., Perren C., Jongert J., *Superuse. Constructing new architecture by shortcutting material flows*, Rotterdam 2007.
- [9] van de Westerlo B., Halman J.I.M., Durmisevic E., *Translate the Cradle to cradle Principles for a Building*, International Council for [1] Research and Innovation in Building and Construction (CIB) 2012.
- [10] Yudelsohn J., *Green Building through integrated design. A GreenSource Book*, New York 2009.
- [11] Zanelli A., Giurdanella V., Superbi G., Viscuso S., *Assemblage: la liberta costruttiva. Il progetto di abitazione mediante elementi industriali e kit personalizzabili*, Milan 2010.
- [12] *Single Family House in Enschede*, Detail 12/2010.
- [13] <http://www.lot-ek.com/>, 23/03/13.
- [14] DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2008/98/WE z dn. 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy.

il. 1. London Docklands / London Docklands

il. 2. Aquartis, Amsterdam, Zeinstra van der Pol / Aquartis, Amsterdam, Zeinstra van der Pol







il. 3. Villa Welpeloo, Enschede, Superuse Studios (źródło: Superuse Studios) / Villa Welpeloo, Enschede, Superuse Studios (source: Superuse Studios)  
 il. 4. No(Flat) Future, Hoogvliet, Rotterdam, Superuse Studios (źródło: Superuse Studios) / No(Flat) Future, Hoogvliet, Rotterdam, Superuse Studios (source: Superuse Studios)



il. 5. Studio 320, Cargotecture, Hybrid Architects (źródło: Hybrid Architects) / Studio 320, Cargotecture, Hybrid Architects (source: Hybrid Architects)

il. 6. Cradle-to-Cradle / Cradle-to-Cradle

