

Leszek ŚWIĄTEK¹

NEGAWATY, NEGATONY, NEGAHEKTARY – PROBLEMATYKA DEMATERIALIZACJI ARCHITEKTURY W ŚRODOWISKU ZBUDOWANYM

1. Materia i energia – intensywność architektury

1.1. Skala rozrzutności zasobów

Materia i energia – dwie zmienne słynnego równania Alberta Einsteina – można uznać za główne elementy oddziaływania sektora budownictwa (w tym architektury) na środowisko w skali globalnej. Wysoki poziom konsumpcji energii i materiałów w krajach rozwiniętych stał się głównym czynnikiem ekologicznej dewastacji biosfery. Obecnie skala degradacji i zniszczeń środowiskowych zdecydowanie przekroczyła wszelkie dotychczasowe zniszczenia wojenne i niewątpliwie może być uznana za największy, dotychczasowy kataklizm w historii ludzkości, którego skutki odczuwane są w rozległej perspektywie czasu. Na przestrzeni wieków wzrastała złożoność i ilość materiałów stosowanych przez architektów dla realizacji idei kreowania przestrzeni. Nastąpiło przejście od stosowania dostępnego, ograniczonego asortymentu materiałów lokalnych na rzecz użycia wielu rozmaitych materiałów mniej lub bardziej przetworzonych, dostępnych globalnie, wpływających na **intensywność oddziaływania architektury**. Rozrzutność ekonomiki materiałowej oraz niska produktywność i wydajność gospodarki, w tym sektora budownictwa, stają się przyczyną dużej ilości szkodliwych emisji i zanieczyszczeń oraz masy niezagospodarowanych odpadów. Jak zauważają Young i Sachs [1] w gospodarce amerykańskiej w 1989 roku całkowita konsumpcja materiałów pierwotnych była 17-krotnie wyższa niż w 1890 roku, gdy w tym samym okresie populacja wzrosła trzykrotnie. Statystyczny Amerykanin zużywa ok. 101 kg zagregowanych materiałów dziennie, począwszy od azotu i potasu używanego do produkcji żywności po drewno

¹ Instytut Architektury i Planowania Przestrzennego, Wydział Budownictwa i Architektury, ZUT w Szczecinie, ul. Żołnierska 50, 71-210 Szczecin, e-mail:swjoan@poczta.onet.pl

przetwarzane na papier, środki chemiczne stosowane w kosmetykach czy naturalny lub syntetyczny gips wbudowany w biurowych ściankach działowych. W okresie swojego życia mieszkańiec Stanów Zjednoczonych statystycznie skonsumuje ok. 102 t metali, 140 t drewna, 344 t kruszyw i cementu oraz 217 t różnych minerałów. Mieszkańcy krajów uprzemysłowionych, stanowiący 20% globalnej populacji, zużywają 85% światowego aluminium, 81% papieru, 80% żelaza i stali, 76% drewna. Paul Hawken szacuje, że na rynku amerykańskim tylko ok. 1% materiałów wbudowanych w nowe produkty użytkowane jest nadal po okresie 6 miesięcy od ich nabycia. Pozostałe materiały są marnotrawione [2].

1.2. Wskaźniki i jednostki materialności

Wielkość nadmiernej konsumpcji zasobów opisują m.in. wskaźniki MIPS - *Material Intensity Per Service Unit*, TMR – *Total Material Requirement*. Skalę negatywnego oddziaływania gospodarki na środowisko obrazuje metoda tzw. śladu ekologicznego (ang. *ecological footprint*), opracowana przez naukowców z University of British Columbia. Intensywność metabolizmu gospodarczego obrazowo przedstawiana jest w postaci umownej ilości ton ekwiwalentnych emisji CO₂, ilustrujących ślad węglowy (ang. *carbon footprint*). Na przykład ekologiczny ślad miasta opisywany jest, jako faktyczna wielkość produktywnego terenu (wyrażana w globalnych hektarach), niezbędna do wytworzenia i utrzymania obecnego poziomu konsumpcji dla danego miasta (z uwzględnieniem różnorodnych przepływów przez analizowany organizm miejski oraz zdolności absorbowania generowanych odpadów i zanieczyszczeń). Dla Wielkiego Londynu szacowany ekwiwalent takiego terenu wynosi 49 mln globalnych hektarów, 293 razy większy niż rzeczywisty, geograficzny obszar metropolii. Wielkość ta odpowiada zdwojonemu obszarowi całej Wielkiej Brytanii [3]. Ekologiczny ślad takich państw jak USA czy Kanada jest zdecydowanie większy niż ich rzeczywisty obszar geograficzny. Podobną metodą opisującą skalę oddziaływania gospodarki na środowisko jest przestrzeń ekologiczna (ang. *environmental space*) opracowana przez Friends of the Earth International we współpracy z Wuppertal Institute. Odpowiednia wielkość przestrzeni ekologicznej dla poszczególnych państw definiowana jest jako łączna ilość energii, zasobów nieodnawialnych, gruntów, wody, lasów i innych bogactw, które mogą być użytkowane *per capita*, bez degradacji środowiska i ograniczania praw przyszłych generacji do takiego samego korzystania ze środowiska jak obecne pokolenie [4]. Zarówno ślad ekologiczny, ślad węglowy, jak i przestrzeń ekologiczna opisywać mogą

oddziaływania na środowisko nie tylko w makroskali, ale również w skali dzielnicy, budynku czy jednostkowego gospodarstwa domowego. Częstym wnioskiem po przeprowadzeniu analizy śladu ekologicznego jest stwierdzenie, że społeczeństwa krajów uprzemysłowionych dla utrzymania wysokiego poziomu konsumpcji, potrzebują więcej umownej przestrzeni niż jej zajmują. Doktryna zrównoważonego rozwoju zaleca m.in. podjęcie działań ograniczających nadmierną konsumpcję zasobów w krajach rozwiniętych w celu doprowadzenia do sprawiedliwego dostępu do zasobów w skali globalnej oraz zachowania równowagi systemów naturalnych. Ambicje krajów rozwijających się (takich jak: Chiny, Indie, Brazylia), aby uzyskać poziom konsumpcji zbliżony do krajów rozwiniętych, nie są możliwe do zaspokojenia, bez całkowitej degradacji globalnego środowiska przyrodniczego. Ilość surowców, niezbędna do realizacji takich potrzeb wymagałaby eksploatacji pięciu planet, wielkością odpowiadających planecie Ziemia. Naukowcy badający przepływy materiałowe w gospodarce w skali światowej opisane zjawisko określają mianem syndromu pięciu planet (ang. *five planets syndrome*) [5].

2. Dematerializacja - oszczędna architektura zasobów

2.1. Reakcja na nadmierną materializację

Liniowy charakter przepływów zasobów i energii przez „fabrykę miasta” wywołuje trwającą od lat dyskusję, jak ograniczyć proces marnotrawienia zasobów oraz zredukować problem odpadów, jak wprowadzić mechanizmy oszczędzania zasobów na obszarach zurbanizowanych, jak zwiększyć wydajność ekologiczną organizmów miejskich i ograniczyć rozmiary śladu ekologicznego wielu światowych metropolii? W rozrzuconej kulturze konsumpcyjnej powszechnym jej symptomem jest nadmierna materializacja (ang. *over-materialization*), charakteryzująca się przesadnym otaczaniem się dobrami materialnymi i nadmierną eksploatacją zasobów, a w konsekwencji silnym, destrukcyjnym oddziaływaniem na środowisko. Jak uzyskać negawaty zaoszczędzonej energii, negatony zaoszczędzonych zasobów i emisji CO₂ czy negahektary zredukowanej antropopresji na środowisko przyrodnicze, aby racjonalnie i efektywnie wdrażać zasady zrównoważonego projektowania? Wynikiem liniowego myślenia o budynku, strukturze budowlanej czy produkcji jest skupienie uwagi głównie na jego użytkowym okresie życia, z pominięciem etapu pozyskiwania surowców w fazie wytwarzania oraz unikanie przewidywania konsekwencji fazy utylizacji. Stąd w procesie projektowania należy zastąpić myślenie liniowe myśleniem

cyklicznym, cykl wytwarzania – recyklingiem, materializację – rematerializacją ewoluując w kierunku dematerializacji.

2.2. Definicje dematerializacji

Rozwijające się zjawisko dematerializacji w gospodarce, zastępowanie produktu usługą, zmniejszanie materiałochłonności, energochłonności i emisyjności powinno znaleźć swoje odzwierciedlenie w projektowaniu. Ze względu na różnorodność definicji dematerializacji występujących w dziedzinie ekonomii, zawężając dyskurs do zagadnień zrównoważonego rozwoju, w dziedzinie projektowania pojęcie dematerializacji w architekturze wymaga uporządkowania oraz dalszych interdyscyplinarnych badań. W literaturze opisującej problematykę dematerializacji pojawiały się definicje określające ją, jako zabieg dążący do wzrostu rentowności, redukcję ilości materiałów potrzebnych do wypełnienia funkcji lub zmniejszenia produktu finalnego, czy rozwijanie metod zastąpienia przepływów materiałowych przepływami wiedzy. Preferowaną definicją, wpisującą się w istotę zrównoważonego rozwoju jest stwierdzenie, że **dematerializacja to uzyskanie w istniejącym lub dopiero wytwarzanym produkcie lub usłudze redukcji zużycia materiałów oraz energii, mające na celu zmniejszenie negatywnej presji środowiskowej, przy zachowaniu poziomu zaspokojenia niezbędnych potrzeb obecnych i przyszłych użytkowników.** [6]

2.3. Kontekst dematerializacji w architekturze

Zawężając kontekst dematerializacji do problematyki projektowania architektonicznego, będącego również sztuką operowania pewnymi abstrakcyjnymi symbolami i ideami, możemy poruszać się w strefie zagadnień architektury zrównoważonej, architektury cyberprzestrzeni, projektowania procesu czy zarządzania cyklem życiowym. W projektowaniu architektonicznym i urbanistycznym wprowadzane są metody ekologii przemysłowej. Ruch zrównoważonego planowania urbanistycznego określany, jako ekologia urbanistyczna (ang. *urban ecology*) wdraża idee miast kompaktowych, recyklingu przestrzeni czy starannej rewitalizacji i renowacji obszarów zdegradowanych (ang. *brownfields i greyfields*) [7]. W ramy szeroko rozumianej architektury zrównoważonej wpisują się różnorodne trendy projektowania, wśród nich wyróżnia się biomimikria i biofilia, ekologia procesu czy projektowanie rezylienne (ang. *resilience design*). Pojawiają się projekty niskoentropowe, obiekty pozytywne energetycznie (wytwarzające więcej energii

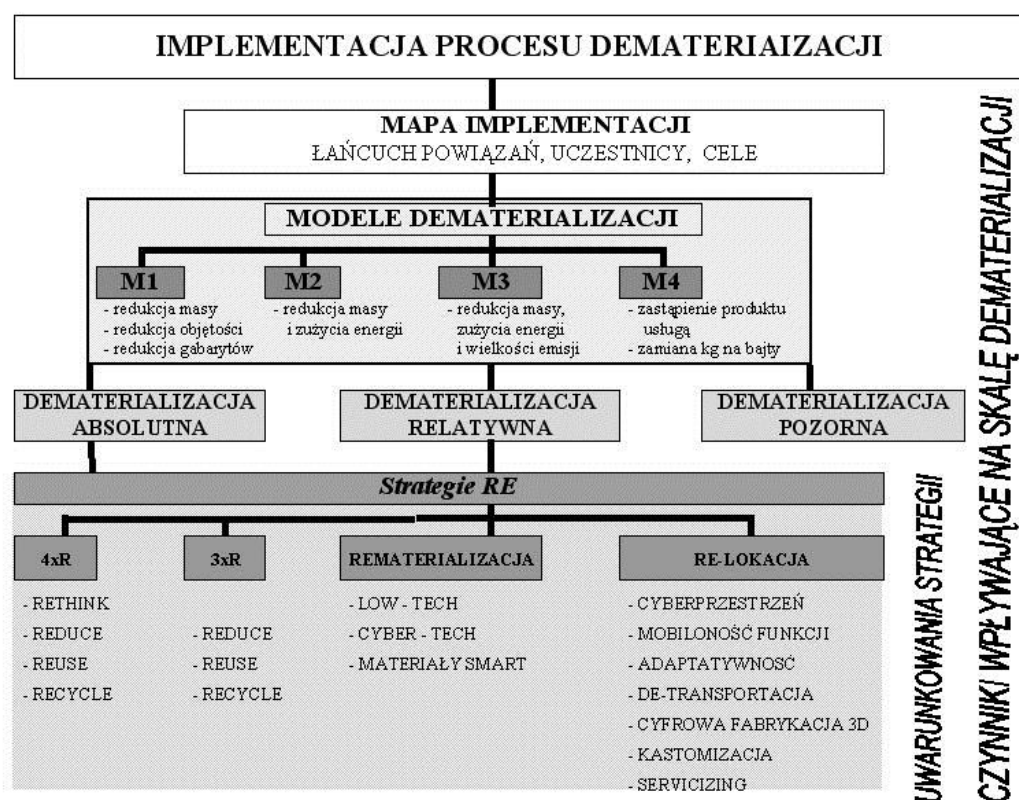
odnawialnej niż jej konsumujące), budynki neutralne emisyjnie. Wśród trendów estetycznych w projektowaniu pewne powiązania z dematerializacją można znaleźć z jednej strony w stylu minimalistycznym, jak i we współczesnych poszukiwaniach architektury wernakularnej i projektowaniu low-tech czy eco-tech. Z drugiej strony interesujące związki z dematerializacją odkrywamy w architekturze emergentnej czy w planowaniu partycypacyjnym, współuczestniczącym, z uwzględnieniem problematyki etycznego inwestowania. Wiąże się to ze zmianą stylu życia, dyskusją nad rozrzućną cywilizacją konsumpcjonizmu prowadzoną w organizacjach typu Slow Movement, ruchach środowiskowych (typu: *Greenpeace*, *Friends of the Earth*) [8], czy w upowszechnianiu zachowań prymitywistycznego eskapizmu lub przekierowywaniu ludzkiej aktywności w obszary przestrzeni wirtualnej (*Second Life*, gry strategiczne, awatary, Internet wszechrzeczy, smart grids, rozszerzona rzeczywistość).

Wspomniane powyżej zależności jednych zjawisk od innych określają kontekst dematerializacji w architekturze, tworzą podstawę do budowania procesów rematerializacji, relokacji, detoksykacji, neutralizacji emisji i redukcji negatywnego oddziaływania na środowisko. Uwzględniając tak szeroki kontekst, doprowadzamy dyskurs do bardziej jednoznacznego rozumienia pojęć i pogłębienia problematyki. Identyfikacja klimatu i otoczenia prowadzonych rozważań ułatwia przedstawienie intencji i oczekiwań wobec zachodzącego procesu dematerializacji, a umiejętność wyrażenia siły zjawiska dematerializacji za pomocą umownych jednostek: nagaton, negawatów czy negahektarów konkretyzuje jego identyfikację i strategię implementacji (Rys. 1).

2.4. Zastąpienie architektury kilogramów architekturą bajtów

Wprowadzanie procesu dematerializacji w budynkach i strukturach zurbanizowanych zmierza do zastąpienia konieczności tworzenia fizycznych produktów i utrzymywania bytów materialnych usługami i bytami wirtualnymi. W erze telekomunikacji, telematyki i digitalizacji przestrzeni następuje **zastąpienie atomów bitami**, architektury kilogramów architekturą bajtów. W cyberprzestrzeni współcześnie istnieje ponad 4 tys. miast wirtualnych i ich liczba ciągle wzrasta [9]. Część z nich jest próbą odzwierciedlenia miast rzeczywistych, rodzajem reprezentacji fizycznej przestrzeni miasta, elementem marketingu, promocji miejsc, instytucji, organizacji życia w określonej tkance miejskiej. Wiele miast skutecznie przenosi część aktywności do przestrzeni wirtualnej. Tworzy obszary swobodnego dostępu do

informacji na różnorodnych platformach cyfrowych i mechanizmy rozwijające telepracę, organizuje wirtualne parki przemysłowe, rozbudowuje sektor usług świadczonych elektronicznie, rozrasta się Internet przedmiotów (ang. *Internet of things*) oraz Internet wrzechrzeczy (ang. *Internet of everything*). Działania takie sprzyjają oszczędności energii i ograniczają zużycie zasobów, gdyż nie wymagają użycia środków transportowych. Chociażby przez kompresowanie powierzchni biurowych czy liczby wielopoziomowych parkingów zmniejsza się emisja CO₂ i poprawia wydajność ekologiczna miasta. Uzyskujemy kolejne negatony zaoszczędzonej emisji CO₂ czy negatony zmniejszonego zapotrzebowania na energię. Metody ograniczające liniowy obieg materiałów na rzecz gospodarki recykulacyjnej, powszechna digitalizacja przestrzeni czy rosnący rynek innowacji, idei i operacji niematerialnymi, abstrakcyjnymi symbolami własności intelektualnej stanowiąc będą o poziomie urbanistycznej dematerializacji, definiować będą *Immateriapolis* – miasto zdematerializowane [10].



Rys. 1. Schemat implementacji procesu dematerializacji w architekturze

Fig. 1. The implementation schema of architecture dematerialization process

Źródło: Opracowanie własne

Nadmierna materializacja naszego codziennego życia, otaczanie się przesytem dóbr konsumpcyjnych, zalewanie przestrzeni materiałowym spamem nie wpływają na poprawę jakości naszego życia, nie pozwalają też na osiągnięcie szczęścia czy stanu samospełnienia [11], [12]. W wielu ekosystemach naturalnych nadkonsumpcja prowadzi do kolejno występujących etapów: gwałtownej destrukcji, długiego kryzysu i powolnego samooczyszczania się systemu. Czy dematerializacja gospodarki, dematerializacja architektury nie powinna być rodzajem terapii, typem działań prewencyjnych, które mogą nas chronić przed degradacją środowiska, zabezpieczać przed długotrwałym kryzysem społecznym i ekonomicznym, zapobiegać wstrząsom kulturowym i zapaści cywilizacji, która zapomina o swoich korzeniach i współistnieniu ?

3. Potencjał negawatów, negaton i negahektarów – perspektywa symbiozy środowiska zbudowanego i natury

Rozwój miast i wielkomiejski styl życia w sztucznie wytworzonym środowisku przyczynia się do zerwania więzi ze środowiskiem przyrodniczym. Odbija się to na jakości życia społeczeństw, zamieszkujących obszary zurbanizowane, gdzie proces dezintegracji z przyrodą potęguje skalę antropopresji. Z perspektywy mieszkańców coraz bardziej zatłoczonych miast maleje wrażliwość i dbałość o stan środowiska przyrodniczego, coraz częściej traktowanego, jako obce i niezrozumiałe. W dużej mierze mieszkańcy miast nie są świadomi konsekwencji negatywnego oddziaływania gospodarki i środowiska zbudowanego na środowisko przyrodnicze oraz jakość życia.

Grupie zawodowej odpowiedzialnej za kulturę materialną oraz kształtowanie przestrzeni obszarów zurbanizowanych brakuje determinacji prowadzącej do zmiany paradygmatu w projektowaniu, które powinno być pozytywnie nastawione do środowiska biotycznego. Architekci, planiści, szeroko rozumiani projektanci zasadniczo nie zdają sobie sprawy z konsekwencji decyzji projektowych i ich wpływu na degradację ekosystemów, jak i drastyczne obniżanie się jakości życia społeczeństw cywilizacji globalnej wioski. Upowszechnianie umownych jednostek typu negawat, negaton czy negahektar opisujących skalę oszczędności zużycia zasobów, energii czy rozmiaru oddziaływania na środowisko ułatwi zrozumienie procesu dematerializacji i dostrzeżenie tkwiącego w nim potencjału. Dematerializacja architektury, jako jedna z metod zmniejszania antropopresji, przybiera różne formy, występuje w różnej skali, bywa różnie rozumiana i interpretowana, co powinno być przedmiotem dalszych,

interdyscyplinarnych badań. Ze względu na szybkie i nieodwracalne zmiany zachodzące w biosferze motywacje ekologiczne dematerializacji mogą odwoływać się do ekologicznego sumienia społeczeństwa marnotrawiącego oraz jego inteligencji społecznej i ekologicznej. Działania takie, uwidocznione w architekturze zrównoważonej, powinny stanowić gwarancję odtworzenia harmonijnych relacji ze środowiskiem biotycznym i sprzyjać zrozumieniu dynamicznych zjawisk utrzymujących żywe ekosystemy w stanie witalności.

BIBLIOGRAFIA

1. Young J. E. , Sachs A. The Next Efficiency Revolution: Creating a Sustainable Materials Economy, Worldwatch Paper 121, Worldwatch, Washington 1994
2. Raw Materials Use and the Environment, Worldwatch News Release, Washington 1998
3. Institute of Electrical and Electronics Engineers - www.spectrum.ieee.org, data dostępu 12.02.2008.
4. Przestrzeń ekologiczna dla Polski i dla Europy, Zeszyt nr 7, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 1997
5. New Economics Foundation - www.neweconomics.org, data dostępu 02.03.2013.
6. Świątek L.: Dematerializacja w architekturze. Imperatyw projektowania zrównoważonego, Wydawnictwo ZUT w Szczecinie, Szczecin 2015
7. Świątek L.: Bio – city. Reintegracja ekosystemów miast, Czasopismo Techniczne 1-A/2/, zeszyt 1, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2012
8. Bergier T., Kronenberg J. (red.): Wyzwania zrównoważonego rozwoju w Polsce, Fundacja Sendzimira, Kraków 2010
9. Komninos N.: Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems and Digital Spaces, Routledge, London 2013
10. Świątek L.: Immateriapolis – w poszukiwaniu miast wydajnych ekologicznie, Czasopismo Techniczne 6-A/10, zeszyt 14, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2010
11. McLaren.: Negatonnes – an Initial Assessment of the Potential for Negative Emission Techniques to Contribute Safely and Fairly to Meeting Carbon Budgets in the 21st Century, FoE, 2011
12. Świątek L.: Against Over-materialization. Architecture of Negatonnes, Contribution of Sustainable Building to Meet EU 20-20-20 Targets, Portugal SB13, Guimaraes 2013

NEGAWATY, NEGATONY, NEGAHEKTARY – PROBLEMATYKA DEMATERIALIZACJI ARCHITEKTURY W ŚRODOWISKU ZBUDOWANYM

Streszczenie

Jakość życia w środowisku zbudowanym sprzężona jest z masowymi przepływami zasobów, produktów i materiałów wytwarzanymi przez globalną gospodarkę. Energochłonność, zaśmiecanie przestrzeni, materiałowy spam w architekturze przyczyniają się do poziomu zanieczyszczeń środowiska, opisywanym m.in. przez ślad ekologiczny, poziomy emisji czy wskaźniki efektywności zużytych zasobów (m.in. MIPS – *Material Intensity Per Service Unit*, TMR – *Total Material Requirement*). Dematerializacja architektury staje się imperatywem projektowania zrównoważonego. Celem dematerializacji jest redukcja marnotrawienia posiadanych i wbudowywanych zasobów materiałowych oraz skuteczne ograniczanie negatywnego oddziaływania na środowisko. Zaoszczędzone negawaty energii, negatony materii oraz negahektary przestrzeni ukazują potencjał zjawiska dematerializacji w projektowaniu architektonicznym. Rozwój sektora usług, powszechne wprowadzanie zasad recyklingu i rekonsupcji, rematerializacja, detransportacja czy ograniczanie śladu węglowego w gospodarce światowej powoli znajdują swoje odzwierciedlenie w realizacjach architektonicznych, stając się przykładem zachodzącego procesu dematerializacji. Wywołuje to zmianę paradygmatu projektowania, zmienia optykę postrzegania przestrzeni przez różnorodnych jej użytkowników. Rozwój przemysłów kreatywnych, integrowanie przestrzeni rzeczywistej i wirtualnej, przenoszenie wielu aktywności do cyberprzestrzeni to kolejne pola eksploatacji projektowania zrównoważonego. Dlatego należy podkreślić, że dematerializacja architektury, jako jedna z metod zmniejszania antropopresji, przybiera różne formy, występuje w różnej skali, bywa różnie rozumiana i interpretowana, co powinno być przedmiotem dalszych, interdyscyplinarnych badań. Ze względu na szybkie i nieodwracalne zmiany zachodzące w biosferze, motywacje ekologiczne dematerializacji mogą odwoływać się do ekologicznego sumienia społeczeństwa marnotrawiącego oraz jego inteligencji społecznej i ekologicznej. Działania takie, uwidocznione w architekturze zrównoważonej, powinny stanowić gwarancję odtworzenia harmonijnych relacji ze środowiskiem biotycznym i sprzyjać zrozumieniu dynamicznych zjawisk utrzymujących żywe ekosystemy w stanie witalności.

NEGAWATTS, NEGATONS, NEGAHECTARS – ARCHITECTURE DEMATERIALIZATION PROBLEMS IN BUILT ENVIRONMENT

Summary

The global economy and its massive materials, products and different resources flows are influential for our quality of life in built environment. Such indicators as the ecological footprint or carbon footprint, MIPS - *Material Intensity Per Service Unit* and TMR – *Total Material Requirement* describes levels of environmental pollution and degradation caused by architectural material spam, spatial contamination or energy inefficiency. Architecture dematerialization seems to be an sustainable design imperative. Urgent reduction of wasteful resources overconsumption and elimination of negative environmental impacts are major targets of dematerialization process. Potency of dematerialization in architectural design is presented with saved negawatts of energy, negatonnes of recovered materials or negahectars of rescued natural space. Expansion of dematerialization process is reflected in contemporary architecture projects, based on service sector development, reuse and recycling systems implementation, rematerialization, detransportation or decarbonization of global economy. It is a reason for changing paradigm in design and space various perception of its different users. Next exploitation fields of sustainable architecture design can be characterized with interactions between real and virtual spaces, activities in augmented reality or so called creative industries development. Architecture dematerialization is recognized as one of anthropopression minimization methods, created with different forms, scales and means of various understanding, which needs more interdisciplinary researches to be done. So rapid climatic changes in biosphere determinate ecological awareness of wasteful consumers, with focus on dematerialization processes and social and ecological intelligence of local communities. Visible progress of dematerialization as a part of sustainable architecture will fulfill our needs to harmonize biotic and built environment, to understand dynamic, living ecosystems state of vitality.