

## WYKORZYSTANIE OBSZARÓW MORSKICH POD ZABUDOWĘ O PRZEZNACZENIU WIELOFUNKCYJNYM

*W artykule opisano możliwości zagospodarowania obszarów wodnych na potrzeby rozwoju obszarów miejskich. W kontekście obecnych uwarunkowań ekologicznych oraz bogactwa zasobów obszarów wodnych budownictwo wielofunkcyjne na wodzie ma duże szanse na rozwiązanie problemów dotyczących braku przestrzeni na lądzie. Wiąże się to z rozszerzeniem tradycyjnego podejścia stosowanego przy projektowaniu o elementy związane ze specyfiką konstrukcji i eksploatacji budynku na wodzie, powiązania tradycyjnego budownictwa i architektury z oceanotechniką, transportem morskim i eksploatacją portów.*

**Słowa kluczowe:** dom pływający, zabudowa wielofunkcyjna, obszary wodne, inteligentny zrównoważony rozwój.

### WSTĘP

Zagospodarowanie obszarów wodnych powierzchniowych na potrzeby użytkowe wiąże się obecnie ze współczesną koncepcją kształtowania środowiska miejskiego, opierającą się na wykorzystaniu dużej różnorodności funkcji, technologii i materiałów stosowanych przy budowie domów na wodzie. Istotną cechą powstających projektów jest również zestawianie funkcji budynków w sposób daleki od utartych norm i przyzwyczajeń.

Wykorzystanie przestrzeni wodnej jako nowego kierunku rozwoju aglomeracji miejskich może się przyczynić do podniesienia jakości życia i korzystnie wpłynąć na środowisko w wyniku redukcji ekspansywnego wykorzystania terenów lądowych.

Projektowanie zabudowy przybrzeżnych obszarów morskich, z wykorzystaniem obiektów wodnych, związane jest z koniecznością współpracy architekta ze specjalistami w zakresie bezpieczeństwa transportu morskiego i eksploatacji portów. Ponadto funkcjonowanie tego typu obiektów wymaga dogłębnej analizy w fazie projektowania, w fazie budowy oraz przy eksploatacji [2].

Można wyróżnić trzy podejścia stosowane przy zabudowie obszarów wodnych:

- tworzenie sztucznych fragmentów lądu, półwyspów lub wysp, na których budowane są konwencjonalne konstrukcje;

- budowa obiektów stacjonarnych, których fundamenty są posadowione na dnie zbiornika wodnego;
- budowa obiektów pływających nawodnych i częściowo zanurzonych.

Głównymi kierunkami w projektowaniu budowli wodnych jest optymalizacja istniejących rozwiązań oraz tworzenie nowych projektów, odpowiadających współczesnym możliwościom technicznym, jednocześnie spełniających oczekiwania społeczne, ekonomiczne i ekologiczne, w szczególności dotyczące zastosowania nowoczesnych technologii budownictwa pasywnego i wykorzystywania odnawialnych źródeł energii.

Na świecie istnieją systemy nawodne (ślumsy wodne), które nie wykazują pozytywnych wartości w relacji ze środowiskiem naturalnym, a nawet stanowią dla niego poważne zagrożenie ekologiczne. Rozwój nowoczesnych technologii wraz z ich konsekwentnym wdrażaniem może stać się czynnikiem przeciwdziałającym tym zjawiskom.

## 1. POTENCJAŁ WYKORZYSTANIA OBSZARÓW WODNYCH

W kontekście aktualnego postępu urbanizacji widoczna jest tendencja do wykorzystywania obszarów wodnych zarówno pod zabudowę mieszkalną, jak i zabudowę użyteczności publicznej. Szczególnie dotyczy to rejonów, które z punktu widzenia przeludnionych aglomeracji miejskich wykazują wysoki potencjał rozwojowy, stanowiąc atrakcyjną przestrzeń do zagospodarowania ze względu na nowy potencjał estetyczny. O wyborze rodzaju zabudowy decydują czynniki społeczno-polityczne i techniczne.

Z technicznego punktu widzenia budowa sztucznych fragmentów łądu wiąże się z koniecznością przeprowadzenia prac hydrotechnicznych w bardzo szerokim zakresie. Wymaga ona wykonania badań geologicznych i hydrologicznych, a także badań związanych z bezpieczeństwem i oddziaływaniem sztucznego łądu na środowisko naturalne. Materiałami wykorzystywanymi przy tworzeniu sztucznych wysp są zasoby naturalne (najczęściej jest to rodzimy grunt) albo materiały z recyklingu odpadów, których długi okres rozkładu zagwarantuje trwałość obiektu hydrotechnicznego.

Na rysunku 1a przedstawiono przykład zagospodarowania sztucznej wyspy [9].

Stacjonarne obiekty nawodne oraz podwodne, posadowione bezpośrednio na dnie, stanowią połączenie budynku z konstrukcją hydrotechniczną. Konstrukcją tego typu jest projektowany obecnie podwodny hotel, przedstawiony na rysunku 1b [11].

Stworzenie stabilnej konstrukcji pod tego rodzaju obiekt wiąże się z zastosowaniem głęboko wnikających w dno fundamentów palowych. Każda kolejna warstwa takiego obiektu musi zapewnić stabilność względem czynników zewnętrznych, jak i wewnętrznych. Istotnym czynnikiem projektowym jest w tym przypadku wpływ warunków hydrometeorologicznych, w szczególności oddziały-

wanie falowania, prądów morskich i poruszających się w pobliżu jednostek pływających. Tego typu struktura, ze względu na występujące obciążenia, wymaga zastosowania konstrukcji, która przy realizacji może okazać się bardzo kosztowna w stosunku do zysku z późniejszej eksploatacji obiektu.

a)



b)



**Rys. 1.** Przykład wykorzystania obszarów wodnych:

a) zagospodarowanie sztucznych wysp [9], b) koncepcja hotelu podwodnego [11]

**Fig. 1.** Exploitation of water resources:

a) development of artificial islands [9], b) underwater hotel concept [11]

W przeciwieństwie do konwencjonalnego budownictwa lądowego oraz budownictwa tworzonego na sztucznie uformowanych terenach zabudowa akwenów z wykorzystaniem pływających domów nie ma charakteru inwazyjnego. Obiekty pływające mogą być kotwiczone do dna lub przycumowane do nabrzeża, zakotwiczonych beczek lub pali. Swobodne pływanie zapewnia im mobilność i w razie potrzeby mogą być przeholowane w inne miejsce. Ich funkcja nie jest związana z transportem wodnym, jednak wobec braku odpowiednich przepisów, w Polsce podlegają one wymaganiom właściwym dla środków transportu wodnego. Ich eksploatacja musi być zgodna z lokalnymi przepisami wydawanymi przez urzędy morskie i urzędy żeglugi śródlądowej.

Budowa mobilnych obiektów pływających pozwala uniknąć konieczności rozwiązywania złożonych problemów hydrotechnicznych i środowiskowych. Umożliwi ponadto dostosowanie lokalizacji budynku do zmian zachodzących w zagospodarowaniu terenów przybrzeżnych i rozwoju społecznego terenów miejskich. Jest to szczególnie istotne w przypadku budynków wielofunkcyjnych, czyli spełniających jednocześnie kilka funkcji (mieszkaniową, usługową, społeczną i kulturalną), np. połączenie domu jednorodzinnego ze sklepem i prywatną galerią lub w przypadku dużych obiektów połączenie funkcji kulturalnych, handlowych i gastronomii [1].

Przykładem najnowszych tendencji przy projektowaniu budynków wielofunkcyjnych są budynki hybrydowe, których podział wewnętrzny i fasady można zmieniać w zależności od zmieniających się potrzeb [2]. Mobilność budynku pływającego jest w tym przypadku efektem rozwinięcia tej koncepcji, umożliwiającym większą elastyczność pierwotnego projektu i przystosowanie go do zachodzących

zmian. Jest to podejście proekologiczne, nie wymaga burzenia starych budynków i budowy na ich miejscu nowych obiektów, jednocześnie nie hamuje ono wprowadzania nowoczesnych rozwiązań budowlanych.

## 2. PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ BUDYNKÓW PŁYWAJĄCYCH

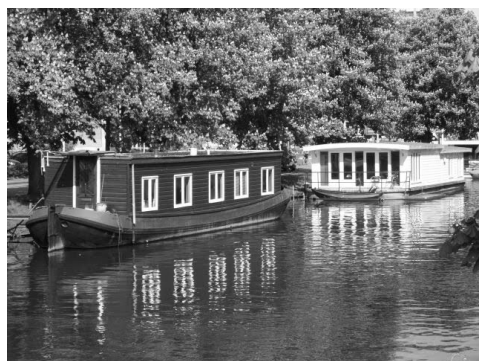
Obecne tendencje pozyskiwania obszarów wodnych na cele użytkowe potwierdzone są wdrażanymi projektami. Można wydzielić cztery główne kierunki aktualnie proponowanych adaptacji przestrzeni wodnej pod zabudowę mieszkalną i użytkową.

Pierwszy wykorzystuje już istniejące rozwiązania konstrukcyjne jednostek nawodnych. Kadłuby, przeznaczone dla środków transportu wodnego – łodzi i statków, mogą służyć jako podstawa do stworzenia mobilnych struktur architektonicznych – domów mieszkalnych, restauracji (rys. 2a).

Drugi kierunek stanowią obiekty, których bazą jest małogabarytowy pływak – ponton, stanowiący podstawę pod konstrukcję budowlaną. Obecnie na rynku dostępne są systemy wykorzystujące różne rozwiązania materiałowe, takie jak: drewno, stal, kompozyty i beton.

Budownictwo tego typu skierowane jest przede wszystkim na rekreację indywidualną, w mniejszym stopniu na intensywne, systemowe zagospodarowanie przestrzeni. Stanowi ono małoinwazyjną formę zagospodarowywania obszarów rekreacyjnych (rys. 2b).

a)



b)



**Rys. 2.** Przykłady rozwiązań budynków pływających: a) barka mieszkalna [6], b) dom na wodzie [12]

**Fig. 2.** Floating houses: a) conventional living boat [6], b) floating house [12]

Trzeci kierunek obejmuje osiedla domów na wodzie budowanych na pływakach w postaci betonowych pontonów lub bali drewnianych, z założenia projektowanych jako obiekty stacjonarne. Ich holowanie bowiem jest możliwe, jednak sprawia duże trudności i w praktyce się go unika (rys. 3) [17].



**Rys. 3.** Osiedle domów na wodzie w Seattle [17]

**Fig. 3.** Floating houses in Seattle [17]

W przypadku przybrzeżnych terenów zalewowych i terenów zagrożonych powodzią tworzenie zabudowy na obszarach wodnych może okazać się skutecznym działaniem prewencyjnym.

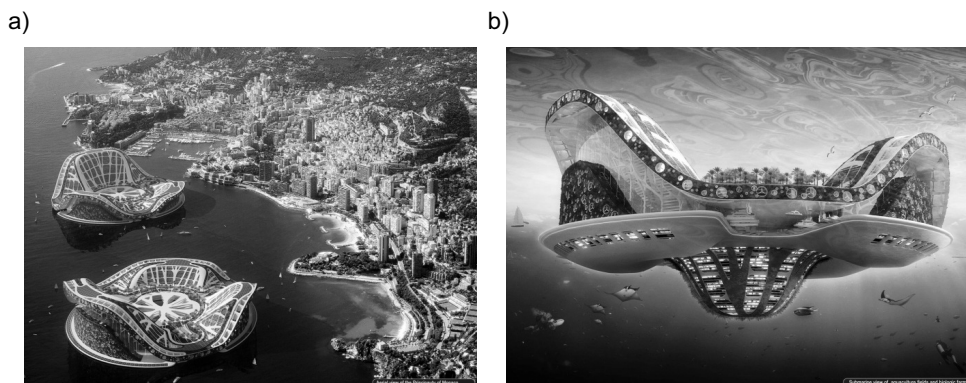
Na rysunku 4 przedstawiono domy pływające zbudowane na terenach zalewowych w Danii.



**Rys. 4.** Osiedle domów pływających na terenach zalewowych podczas wysokiej i niskiej wody w Maasbommel (Dania) zaprojektowane przez FactorArchitecten [16]

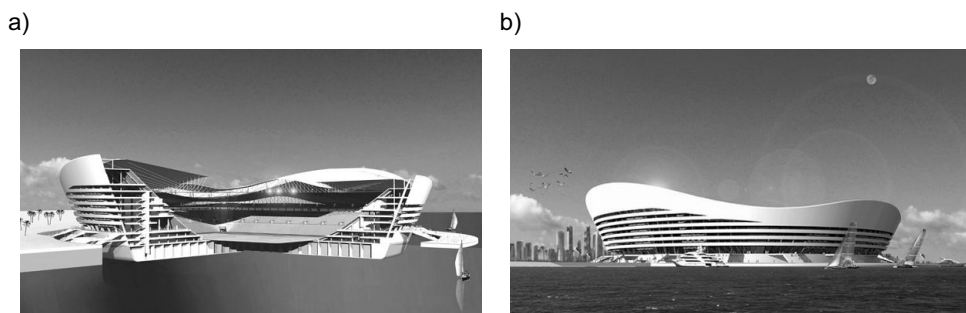
**Fig. 4.** Floating houses in the flooded area in high and low water conditions in Maasbommel (Denmark) [16]

Wizje przyszłości stanowią projekty koncepcyjne wielkogabarytowych nawodnych struktur wielofunkcyjnych o walorach architektonicznych i hydrodynamicznych. Przykładami takich obiektów pływających są koncepcje pływającego miasta przyszłości *Floating Ecopolis Lilypad* autorstwa Vincenta Callebauta (rys. 5) i pływającego stadionu, który został zaprojektowany na mistrzostwa świata w piłce nożnej w 2022 roku przez Stadiumconcept (rys. 6) [10].



**Rys. 5.** Lilypad. Koncepcja miasta pływającego:  
a) widok z lotu ptaka [14], b) widok spod powierzchni wody [13]

**Fig. 5.** Lilypad. Floating city conception:  
a) aerial view [14], b) underwater view [13]



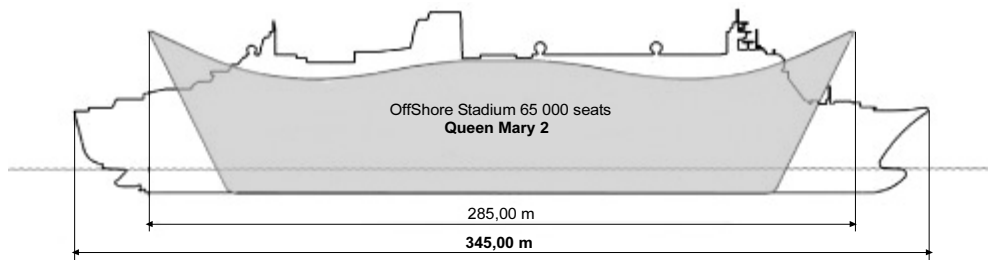
**Rys. 6.** Koncepcja pływającego stadionu: a) przekrój [8], b) widok [7]

**Fig. 6.** Floating Offshore Stadium conception: a) crosssection [8], b) view [7]

Na podstawie powyższych przykładów można zauważyć, że istnieje wielorakie podejście do zagadnienia zagospodarowania przestrzeni wodnej, jednak rozwój obszarów wodnych, związany z tworzeniem wielkogabarytowych mobilnych obiektów pływających, jest obecnie metodą najbardziej praktyczną, a także proekologiczną.

Innym przykładem nawodnej konstrukcji jest pływający stadion, który ze względu na swój charakter będzie mógł pełnić różnorodne funkcje z podstawową funkcją, jaką będą imprezy sportowe. Należy także przewidywać, że znakomicie sprawdzi się również jako arena dla innego rodzaju widowisk, koncertów czy przedstawień. Pływająca arena będzie mogła pomieścić 65 000 widzów. Jej wymiary można porównać z największymi obecnie statkami pasażerskimi.

Na rysunku 7 przedstawiono porównanie owego *OffShore Stadium* i statku pasażerskiego „Queen Mary 2”.



**Rys. 7.** Porównanie wymiarów OffShore Stadium i statku pasażerskiego „Queen Mary 2”

**Fig. 7.** Comparison of the OffShore Stadium and „Queen Mary 2” passenger ship [3]

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3].

Ponieważ obiekt ten będzie mobilny, będzie można go przemieścić w dowolne miejsce. Cecha ta obrazuje nowatorskie podejście do inwestowania w obiekty o dużej skali, które dzięki swojej wielofunkcyjności oraz mobilności wydają się mieć nieograniczone możliwości rozwoju.

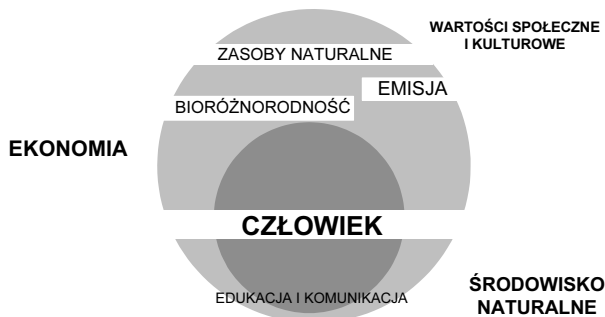
Przykładem przyszłościowego wykorzystania terenów wodnych i rozszerzenia planu funkcjonalnego obiektów wodnych jest koncepcja pływającego miasta przyszłości Lilypads. Opiera się ona na stworzeniu samowystarczającego pływającego miasta dla 50 000 mieszkańców, które przyjmuje formę złożoną z trzech marin oraz trzech gór, otaczających sztuczną lagunę. Formę zaczerpnięto od formy organicznej lilii wodnej. Samowystarczalność obiektu zapewnia zastosowanie odnawialnych źródeł energii. Koncepcja została zaprojektowana jako zeroenergetyczna (nie pobiera energii ze źródeł zewnętrznych, nieodnawialnych) i z założenia ma produkować więcej energii niż konsumuje. Twórca idei, belgijski architekt Vincent Callebaut, zaproponował omawianą koncepcję jako długoterminowe rozwiązanie problemu wzrostu poziomu wód w oceanach, który na skutek termicznej ekspansji oceanów oraz topnienia lodów, w okresie 1990–2010, wyniósł od 9 do 88 cm [5].

Biorąc pod uwagę zmiany klimatyczne, które wpływają na wzrost poziomu wód mórz i oceanów, uzasadniony jest dalszy wzrost zainteresowania obiektami pływającymi. Pojawia się jednak pytanie, jak należy podejść do projektowania obiektów pływających, które mogłyby zastąpić ludziom habitat, który obecnie zajmują.

### 3. MODELOWANIE WIELOFUNKCYJNYCH OBIEKTÓW WODNYCH

Wielofunkcyjny obiekt wodny jest to struktura, która powinna spełniać wymogi przestrzenne, funkcjonalne, bezpieczeństwa, ekologii i ekonomii.

Na rysunku 8 przedstawiono czynniki, które należy uwzględnić przy modelowaniu obiektów wielofunkcyjnych.



**Rys. 8.** Czynniki uwzględniane przy modelowaniu obiektów wielofunkcyjnych

**Fig. 8.** Factors involved in modelling multifunction floating buildings

W dążeniu do rozwoju inteligentnego i zrównoważonego budownictwa, wykorzystującego również inteligentne technologie i materiały, uwzględnia się czynniki społeczno-ekonomiczne i techniczne w skali makro, mezo i mikro, odnoszące się odpowiednio do gospodarki danego obszaru, budownictwa (związku budownictwa z transportem i ochroną zdrowia) oraz realizacji konkretnego budynku [4].

Zastosowanie zintegrowanego podejścia zaproponowanego w pracy [4] związane jest przede wszystkim z realizacją na obszarach wodnych budynków pasywnych energetycznie, proekologicznych, zarówno ze względu na bilans energetyczny, jak i brak zanieczyszczania środowiska poprzez autonomiczne oczyszczanie ścieków i przetwarzania odpadów. Przyjmując zintegrowane podejście, zaproponowano czynniki dla skal makro, mezo i mikro, które należy uwzględnić przy modelowaniu wielofunkcyjnych obiektów wodnych. Czynniki te przedstawiono na rysunku 9.



**Rys. 9.** Czynniki, które należy uwzględnić przy modelowaniu obiektów wielofunkcyjnych obiektów wodnych w skali makro, mezo i mikro

**Fig. 9.** Factors involved in modelling multifunction floating buildings in macro, mezzo and micro scale [4]



## WNIOSKI

Obraz obecnego rozwoju i kierunków zagospodarowania terenów wodnych na potrzeby wielofunkcyjnego użytkowania, przedstawiony w artykule, wykazuje, że istnieje duże zainteresowanie budownictwem na wodzie zarówno ze względów użytkowych, jak i estetycznych. Jego rozwój związany jest przede wszystkim z rozwojem cywilizacji miejskich, dla których tereny wodne stanowią atrakcyjną przestrzeń dla rozwiązań o charakterze wielofunkcyjnym i proekologicznym. W szczególności budowa inteligentnych obiektów pływających może okazać się kierunkiem, który pozwoli zaoszczędzić zasoby gwarantujące stabilność energetyczną, ekologiczną i zapewnić zrównoważony rozwój. Wymaga to prowadzenia badań w zakresie wykorzystania źródeł energii odnawialnej, inteligentnych technologii i materiałów wykorzystujących specyfikę środowiska wodnego. Trudno przewidywać, że w krótkim czasie na skutek rozwoju technologii znikną pływające slumsy, można jednak oczekiwać, że w nowo powstających obiektach będą wykorzystywane rozwiązania, które są prostsze i tańsze w realizacji na wodzie niż na lądzie (jak chociażby pompy ciepła).

Od strony projektowej stworzenie wielofunkcyjnego obiektu pływającego wymaga integracji wiedzy z zakresu transportu morskiego, architektury i oceanotechniki. Szczególnie istotne jest wprowadzenie odpowiednich przepisów prawnych, uwzględniających specyfikę budynków nawodnych. Zagadnienia oceny bezpieczeństwa eksploatacji należy odnosić do przyjmowanych w oceanotechnice [3] i w budownictwie lądowym przepisów dla budynków mieszkalnych, budynków użyteczności publicznej i wielofunkcyjnych.

Przy planowaniu zabudowy obszarów wodnych powinno być stosowane kompleksowe podejście, uwzględniające wszystkie czynniki związane z konstrukcją i eksploatacją budowli w skali makro, mezo i mikro, przyjmowane przy nowoczesnym modelowaniu budynków wielofunkcyjnych.

## LITERATURA

1. Kopietz-Unger J., *Inteligentne budynki – inspirująca architektura*, „Przegląd Budowlany”, 2013, nr 9.
2. Otremba Z., *Non-navigational Uses of the Sea Space: The Baltic Sea case*, TransNav, International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 6, No. 4, p. 619–623.
3. Vinnen J.E., *Offshore Risk Assessment: Principles, Modelling and Applications of QRA Studies*, Springer Series in Reliability Engineering, Springer-Verlag London Ltd., London 2007.
4. Yang J., Brandon P.S., Sidwell A.C., *Introduction – bridging the gaps in smart and sustainable built environments*, Yang J., Brandon P.S., Sidwell A.C. eds. Smart & Sustainable Built Environments, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, Malden, Victoria 2005.
5. *Zasoby przyrodnicze szansą zrównoważonego rozwoju*, praca zbiorowa pod red. P. Hewelke, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2007.

4. Yang J., Brandon P.S., Sidwell A.C., *Introduction – bridging the gaps in smart and sustainable built environments*, Yang J., Brandon P.S., Sidwell A.C. eds. Smart & Sustainable Built Environments, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, Malden, Victoria 2005.
5. *Zasoby przyrodnicze szansą zrównoważonego rozwoju*, praca zbiorowa pod red. P. Hewelke, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2007.
6. [http://2.bp.blogspot.com/\\_3ecQLFm7EFc/S\\_BhF4CQ5NI/AAAAAAAAAa4/C4MZS\\_MtYeQ/s1600/DSCF2283-boat-house-Leiden-smaller-size.jpg](http://2.bp.blogspot.com/_3ecQLFm7EFc/S_BhF4CQ5NI/AAAAAAAAAa4/C4MZS_MtYeQ/s1600/DSCF2283-boat-house-Leiden-smaller-size.jpg).
7. [http://ecofriend.com/wp-content/uploads/2012/07/floating-off-shore-football-stadium\\_2\\_9f1Ux\\_69.jpg](http://ecofriend.com/wp-content/uploads/2012/07/floating-off-shore-football-stadium_2_9f1Ux_69.jpg).
8. [http://ecofriend.com/wp-content/uploads/2012/07/floating-off-shore-football-stadium\\_3\\_PJZR\\_X\\_69.jpg](http://ecofriend.com/wp-content/uploads/2012/07/floating-off-shore-football-stadium_3_PJZR_X_69.jpg).
9. [http://en.wikipedia.org/wiki/Artificial\\_island](http://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_island).
10. <http://www.archdaily.com/138162/floating-offshore-stadium-stadiumconcept/>.
11. [http://www.deep-ocean-technology.com/pl/projekty/hotel\\_podwodny.html](http://www.deep-ocean-technology.com/pl/projekty/hotel_podwodny.html).
12. [http://www.domynawodzie.pl/gfx/galeria/swiat/zbudowane%20od%20Zera/duze/domy\\_na\\_wodzie\\_galeria\\_swiat\\_zbudowane\\_20.jpg](http://www.domynawodzie.pl/gfx/galeria/swiat/zbudowane%20od%20Zera/duze/domy_na_wodzie_galeria_swiat_zbudowane_20.jpg).
13. [http://www.eikongraphia.com/images/vincent\\_callebaut\\_lilypads/Vincent\\_Callebaut\\_Lilypads\\_1\\_S.jpg](http://www.eikongraphia.com/images/vincent_callebaut_lilypads/Vincent_Callebaut_Lilypads_1_S.jpg).
14. [http://www.eikongraphia.com/images/vincent\\_callebaut\\_lilypads/Vincent\\_Callebaut\\_Lilypads\\_4\\_S.jpg](http://www.eikongraphia.com/images/vincent_callebaut_lilypads/Vincent_Callebaut_Lilypads_4_S.jpg).
15. <http://www.iba-hamburg.de/themen-projekte/bauausstellung-in-der-bauausstellung/hybrid-houses/hybride-erschliessung/projekt/hybride-erschliessung.html>.
16. <http://www.inspirationgreen.com/floating-homes.html>.
17. <http://www.seattlefloat.com/>.

## EXPLOITATION OF WATER RESOURCES FOR MULTIFUNCTIONAL BUILDING

### Summary

*The paper presents the possibilities of exploitation of water resources for the purpose of city areas development. In the context of the contemporary ecological conditionings and variety of water resources the multifunctional building on the water has a big chance to solve several problems with respect to the lack of space on land. It is closely connected with the necessity of extending the traditional approach used in design for the elements dependent on building construction and operation on the water and merging the traditional building and architecture with offshore technology, waterborne transport and port operation.*

**Keywords:** *floating house, multifunctional building, water resources, smart sustainable development.*