

Klasyfikacja pozabrzegowych obiektów architektonicznych

Mgr inż. arch. Andrzej Kuryłek
JUKU Architekci, Warszawa

Współcześnie dokonują się zmiany środowiskowe oraz demograficzne, które w nieodległej przyszłości (odnosząc do skali procesów miastotwórczych) wymagać będą daleko idących ingerencji w zastaną tkankę urbanistyczną. W szczególności dotyczyć będzie to aglomeracji usytuowanych w strefach przybrzeżnych. Prognozy są niepokojące, a ich konsekwencje wywrą negatywny wpływ na warunki bytowe w niespotykanej dotąd skali. Jak szacuje analityk ONZ Patric Gerland w raporcie opublikowanym w 2014 roku na łamach czasopisma Science, w 2100 roku światowa populacja zwiększy się do około 11 miliardów [1, 2]. Badając liczbę najbardziej zaludnionych aglomeracji łatwo ustalić, że 52 z nich (przy czym 7 w pieszej dziesiątce) znajduje się nad brzegiem morza lub w strefie jego bezpośredniego oddziaływania w ujściu rzeki [7]. Administracje dobrze zorganizowanych oraz zasobnych w środki miast już podejmują kosztowne kroki zaradcze. Za przykład podać można prowadzoną od lat 90. XX wieku przebudowę zachodniego wybrzeża Manhattanu, obejmującą budowę Riverbank State Park [4], Battery Park, rozciągający się pomiędzy nimi rozległy Hudson River Park [3], a także obecnie najbardziej technologicznie i społecznie zaawansowany projekt Dryline, mający na celu ochronę istniejącej zabudowy przed powodzią [8]. Podejmowane działania, związane z przebudową stref nadbrzeżnych miast, połączone są także z pozyskiwaniem nowych terenów inwestycyjnych. Przykładem są licznie powstające sztuczne wyspy (np. Sea Forest Island w Tokio), ale także obiekty pływające o cechach architektonicznych. Takie realizacje pojawiają się także w Polsce. Związane są przede wszystkim z sektorem turystycznym oraz indywidualną „zabudową” mieszkaniową, tym samym ich kubatura jest relatywnie niewielka.

USYTUOWANIE

Klasyfikację pływających obiektów architektonicznych przeprowadzić można na podstawie przeglądu realizacji histo-

rycznych, funkcjonujących współcześnie, ale także licznie powstających opracowań koncepcyjnych. Podstawowym kryterium systematyzacji jest lokalizacja. W ujęciu prawnym, poza morzem otwartym, możliwe lokalizacje to wyłączone strefy ekonomiczne, morza terytorialne, wody wewnętrzne oraz śródlądowe. Z technicznego punktu widzenia obszary przewidziane na inwestycje sytuowane na akwenach podzielić można na morskie, śródlądowe lub usytuowane w ujściach rzek. Ostatnie są szczególnie. Zasolenie oraz kierunek przepływu są tam wysoce zmienne w czasie, realizacje sprostac muszą częstym zmianom wysokości lustra wody, dynamice pływów morskich, nanoszeniu materiału niesionego nurtem. Funkcjonują zatem w wysoce zmiennych warunkach, przez co podlegają szybkiej korozji oraz znacznym obciążeniom, w szczególności poprzecznym (np. holenderska zaporą Maeslant poddawana sile rzędu 350 MN [6]).

Świadomość, gdzie usytuowana jest dana konstrukcja, pozwala na ogół określić jej podstawowe uwarunkowania konstrukcyjne oraz funkcjonalne. Lokalizacja determinuje także w znacznym stopniu przeznaczenie budowli. Realizacje sytuowane na wodach śródlądowych są na ogół małogabarytowe, przeznaczone do użytku indywidualnego lub pełnią funkcje nie-



Rys. 1. Podstawowy podział obiektów użytkowych sytuowanych na wodzie, do których zaliczają się także pozabrzegowe obiekty architektoniczne, w odniesieniu do lokalizacji. Źródło: opracowanie własne.

wielkich obiektów użyteczności publicznej. Podlegają przy tym łagodniejszym czynnikom środowiskowym, które mają wpływ na ich stabilność oraz trwałość. Przede wszystkim są mniej narażone na korozję w stosunku do obiektów morskich, funkcjonują w stałym kierunku przepływu wody, poddawane są mniej intensywnemu zjawisku falowania. Lokalizacja w ujściu rzeki oznacza na ogół, że dany obiekt pełni funkcje hydrotechniczne, związane z ograniczeniem wpływu zmian poziomu wody na przyległą infrastrukturę lądową, w tym także miejską (np. londyńska zapora na Tamizie The Thames Barrier). Obiekty morskie charakteryzują znaczne rozmiary. Wyróżnić można dwie podstawowe grupy: funkcjonujące jako obiekty VLFS (Very Large Floating Structures) lub hydrotechniczne (sztuczne wyspy).

ZWIĄZEK Z PODŁOŻEM

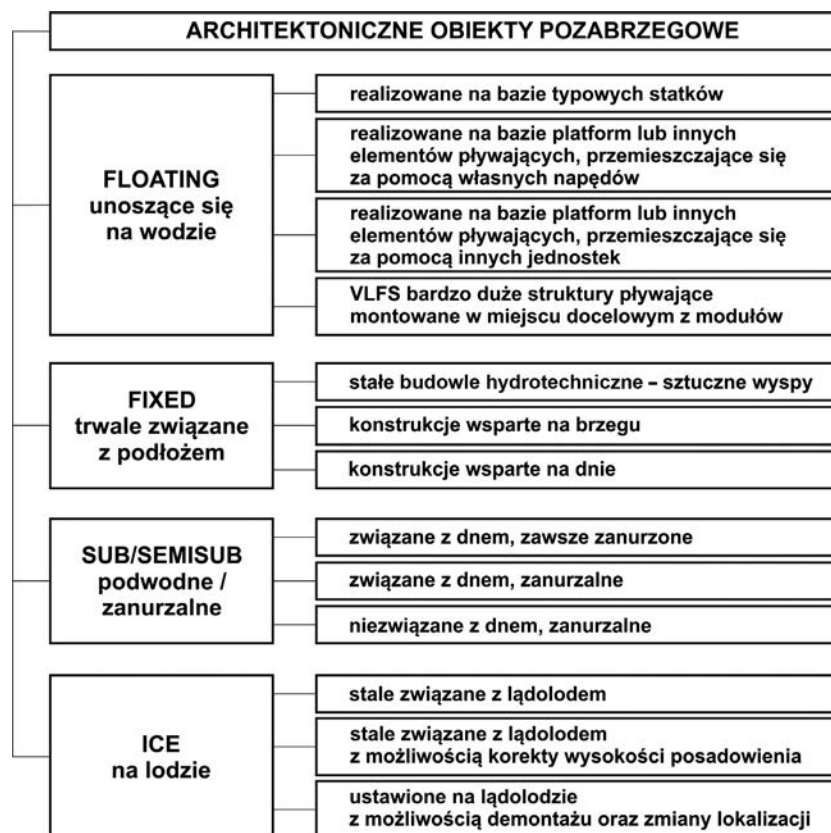
Kolejnym sposobem kwalifikacji, do tego kluczowym w odniesieniu do pozabrzegowych obiektów użytkowych, jest określenie, czy są one połączone z dnem zbiornika wodnego (względnie powierzchnią lodu) lub jego linią brzegową. Jeśli tak, to w jaki sposób. Zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 2 wyróżnić można cztery podstawowe rodzaje (sytuowanych na wodzie w dwóch stanach skupienia) obiektów architektonicznych. Funkcjonalność polegającą na unoszeniu się na powierzchni uzyskać można różnymi środkami. Podobnie związek ze stałym lądem lub zmiana głębokości zanurzenia mogą być realizowane na wiele sposobów. Najmniej intuicyjną grupą poza-

brzegowych obiektów architektonicznych są takie, które wzniesiono na podlegającym dryfowi lodzie szelfowym oraz morskim. Liczba takich realizacji jest jednak niewielka. Przykład usytuowany na lodzie szelfowym to szeroko rozpoznawalna antarktyczna stacja Halley VI. Obecnie jedynym znaczącym, wznoszonym systematycznie w sezonach letnich obozowiskiem na lodzie morskim jest rosyjski program Barneo Camp w Arktyce.

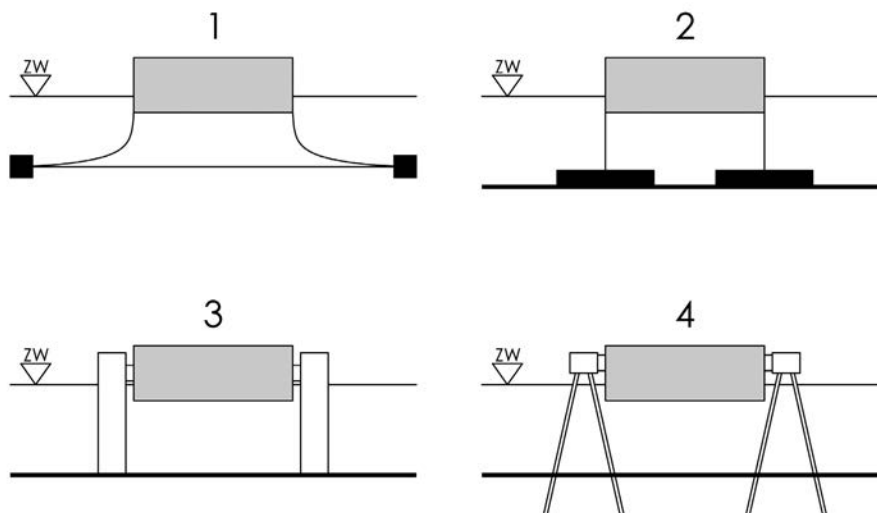
Wyszczególniona na rys. 2 metoda klasyfikacji jest istotna z punktu widzenia rozwiązań technicznych, ale także wymogów prawnych (np. wymóg zapewnienia demontowalności obiektów sytuowanych w Antarktyce, co wynika z zapisów Układu Antarktycznego). Pełniące funkcje habitatów pływające obiekty architektoniczne często mają cechy zbieżne ze statkami specjalnego przeznaczenia lub platformami wydobywczymi. Branża *Maritime* jest źródłem wielu zapożyczeń, np. systemy pozycjonowania dynamicznego DP (Dynamic Positioning), sposoby łączenia z dnem zbiorników, systemy kotwiczne. Ciekawym przykładem, w którym zastosowano kilka zapożyczeń równoległe, jest grupa koreańskich sztucznych wysp Some Sevit, zrealizowanych na rzece Han-gang w Seulu. Wykonane zostały w stoczni morskiej i wyposażone zarówno w stabilizację DP, jak też systemy zamocowań charakterystyczne dla platform wiertniczych [5].

WYPORNOŚĆ

Rozpatrując architektoniczne obiekty pływające, można również zastosować podział odnoszący się do sposobów uży-



Rys. 2. Klasyfikacja pozabrzegowych obiektów architektonicznych ze względu na sposób związania z podłożem. Źródło: opracowanie własne.



Rys. 3. Sposoby kotwienia obiektów użytkowych unoszących się na wodzie: 1 – metoda łańcuchów, lin, kotwic, 2 – metoda odciągów (ang. tension legs), 3 – metoda kesonowa z obejmami, 4 – metoda pali wbijanych z oczepami. ZW – zwierciadło wody. Źródło: opracowanie własne na podstawie [9].

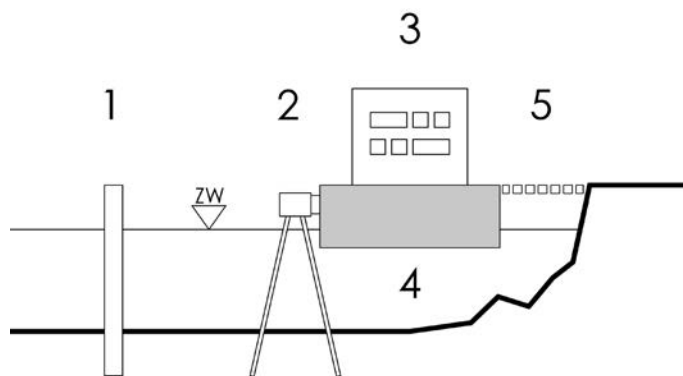
skania przez nie pływalności. Najpopularniejsze i najprostsze rozwiązania to pływaki połączone z konstrukcją nośną. W przeanalizowanych przez autora kilkudziesięciu światowych przykładach dominują rozwiązania, w których obudowa pływaków wykonana jest z żelbetu, stali, tworzyw sztucznych lub laminatów. Wypełnione są na ogół powietrzem, choć zdarzają się od tego odstępstwa. Na przykład w jednej z polskich realizacji żelbetowe pływaki wypełniono styropianem (Dom na wodzie we Wrocławiu, realizacja 2013 rok). Stosowane są także pływaki wykonane z materiałów mających wyporność, bez stosowania dodatkowych ścian. W polskiej realizacji z 2011 roku (ISOLA Floating house na Odrze) użyto po prostu bloków wykonanych ze złożonych płyt styropianowych. Takiemu prostemu i mało trwałemu rozwiązaniu blisko do rozwiązań historycznych, czyli stosowaniu materiałów mających naturalną wyporność (drewno, pakunki organiczne, lód). Bardziej złożone są rozwiązania, w których bryła pełni funkcje wypornościowego kadłuba, czyli analogicznie do budowy statków. Takie rozwiązanie wydaje się być właściwe w przypadku obiektów przewidzianych do pracy wieloletniej. Dominują rozwiązania, w których dno oraz ściany tworzą rodzaj żelbetowego kadłuba, a zanurzenie ciężkiej bryły przenosi dodatkowo środek ciężkości poniżej linii wodnej, przez co poprawiają się walory użytkowe. Ciekawy przykład takiego rozwiązania to „budynki” osiedla Waterbuurt w Amsterdamie, projektowanego od 2001 roku. Zastosowano przede wszystkim wypornościowe struktury żelbetowe, a pomieszczenia mieszkalne przewidziano także w częściach znajdujących się poniżej lustra wody. Pierwsze domy wystawiono tam na sprzedaż w 2009 roku, do chwili obecnej zrealizowano ponad połowę docelowej liczby 165 obiektów.

SZTUCZNE WYSPY

Kolejny popularny sposób wznoszenia obiektów użytkowych na obszarach wodnych to budowa sztucznych wysp. Klasyfikować można je głównie w odniesieniu do rodzaju użytego materiału, sposobu jego stabilizacji, rodzaju użytych na podbudowę istniejących wcześniej struktur geologicznych (np. różni-

ce podbudowy Lotniska komunikacyjnego Kansai oraz wojskowego, zrealizowanego na Atolu Johnston). Sztucznym wyspom poświęcono wiele publikacji, zatem szczegółowsze omawianie stosowanych rozwiązań inżynierskich byłoby bezzasadne. Pewnego komentarza wymagają jednak struktury określane jako „pływające wyspy”, czyli obiekty typu VLFS. Ich podstawowy podział determinuje założona lokalizacja. Przeznaczone mogą być do pracy w bezpośredniej bliskości lądu (na ogół w strefie „zacinienia” falochronami) lub na otwartym morzu. Kotwione są na ogół sposobami będącymi rozwinięciem czterech metod przedstawionych na rys. 3.

Obiekty pracujące na płytkich wodach oraz niewielkie platformy mogą być skutecznie stabilizowane systemami kesonowymi, np. typu *dolphin* [9] lub systemami pali, do których mocowane są struktury wypornościowe. Rozwiązanie takie jest też najbardziej ekonomiczne. Na wodach głębokich czy w przypadku struktur o znacznych rozmiarach stosowane są zapożyczone z branży budowy pełnomorskich (*Offshore*) rozwiązania kotwiczne. Na ogół są to kotwice stalowe lub zatapialne bloki, połączone z VLFS za pośrednictwem łańcuchów. Z dużym powodzeniem stosowane są także rozwiązania typu odciągi (*ten-*



Rys. 4. Typowe elementy budowli pozabrzeżowych, powiązanych z nabrzeżem: 1 – falochron, 2 – obiekt cumowniczy, 3 – nadbudówka, 4 – pływak, 5 – dostęp do nabrzeża. ZW – zwierciadło wody. Źródło: opracowanie własne na podstawie [9]

sion legs). Funkcje specjalne wymagają rozwiązań bardziej zaawansowanych, na przykład pływająca platforma odzyskiwania rakiety Falcon 9 wykorzystuje systemy typu DP. Traktując budowlę VLFS jako metodę powiększania dostępnej powierzchni użytkowej w strefach przybrzeżnych miast, za najbardziej racjonalne uznaje się sytuowanie ich blisko brzegów, w strefie zabezpieczonej falochronami, z zastosowaniem dużej liczby połączeń z lądem. Takie węzły pełnić mogą jednocześnie funkcje stabilizujące, transportowe, przesyłowe. Schemat takiego rozwiązania przedstawiono na rys. 4.

FUNKCJE

Charakteryzując pływające obiekty o cechach architektonicznych można zastosować także klasyfikację odnoszącą się do pełnionych przez nie funkcji. Po wykonaniu przeglądu najbardziej rozpoznawalnych realizacji można uporządkować je pod względem pełnionej funkcji i popularności występowania:

- rekreacyjne i turystyczne,
- zamieszkania indywidualnego,
- zamieszkania zbiorowego,
- użyteczności publicznej,
- funkcjonujące jako kwartał miejski,
- transportowe, w tym mieszczące porty lotnicze,
- oczyszczalnie ścieków,
- magazynowe,
- składowiska odpadów,
- służące pozyskaniu energii,
- związane z produkcją żywności,
- specjalne.

Coraz częściej pojawiają się obiekty o funkcjach mieszanych, które trudno jednoznacznie zakwalifikować. Bardzo ciekawym przykładem realizacji pełniącej rolę pomostów, kładki pieszej oraz rowerowej, miejskiej rzeźby, a przede wszystkim urządzenia produkującego energię, jest wykonana w 2010 roku przebudowa elektrowni wodnej w mieście Kempten w Bawarii. Obiekt zaprojektowany został przez niemieckie biuro projektowe Becker Architekten i zdobył kilka prestiżowych nagród budowlanych.

PODSUMOWANIE

Zachodzące zmiany środowiskowe, przyrost demograficzny i rosnący deficyt dostępnej przestrzeni inwestycyjnej zmuszają do poszukiwania nowych rozwiązań przestrzennych. Jedną z odpowiedzi jest rozwój obiektów pływających, wznoszonych na terenach pozyskanych przez zasypywanie fragmentów akwenów lub sztucznych wyspach. Takie działania inwestycyjne nabierają coraz większego uzasadnienia funkcjonalnego, ale także ekonomicznego. W przypadku wielu aglomeracji przebudowa nadbrzeży oraz inwestowanie w wielofunkcyjne budowle hydrotechniczne stanie się w niedalekiej przyszłości koniecznością wymuszoną wzrostem poziomu mórz oraz dynamiką zjawisk pogodowych. W ostatnich dekadach powstał szereg obiektów światowych o unikalnej skali, przy których zastosowano nowatorskie technologie. Także w Polsce powstały ciekawe, choć niewielkie w skali, przykłady *architektury pozabrzeżowej*. Wydaje się, że krótkie usystematyzowanie oraz podanie przykładów może być pomocne w lepszym rozumieniu takich realizacji.

LITERATURA

1. Dettinger M. D., Ingram B. L.: Nadchodzą megapowodzie, Świat Nauki nr 258, luty 2013.
2. Gerland P.: World Population Stabilisation Unlikely this Century, Science nr 346, 234 (2014).
3. Oficjalna strona Hudson River Park. <http://www.hudsonriverpark.org/>
4. Oficjalna strona Riverbank State Park, <http://nysparks.com/parks/93/details.aspx>
5. Oficjalna strona Some Sevit, Korea Południowa, <http://www.somesevit.com/en/index.do>
6. Plan Delta – zespół zapór, śluz, wałów przeciwpowodziowych, grobli I tam: Deltawerken <http://www.deltawerken.com/The-functioning/463.html>
7. Spis aglomeracji ustalono na podstawie danych publikowanych na geograficznym portalu WORLDATLAS.com, <http://www.worldatlas.com/>
8. Wainwright O.: Bjarke Ingels on the New York Dryline: 'We think of it as the love-child of Robert Moses and Jane Jacobs', The Guardian. 09.03.2015.
9. Wang C. M., Watanabe E., Utsunomiya T.: Very Large Floating Structures, Taylor & Francis e-Library, 2007.