

STRESZCZENIE

Wiele spośród wyzwań, przed którymi staje dzisiejsza ludzkość, kumuluje się w obszarach przybrzeżnych. Gwałtowne zmiany klimatu i podnoszenie się poziomu mórz, zmiany demograficzne w skali globalnej i regionalnej, polaryzacja społeczna i gospodarcza, gentryfikacja, kryzys mieszkaniowy – wszystkie te zjawiska będą się nasilać w nadchodzących latach i wymuszają poszukiwanie nowych form osadnictwa, odpowiadających na wyzwania nowych czasów. Jednym z potencjalnych rozwiązań jest budownictwo na wodzie. Przez długie lata stanowiło temat dywagacji, fantazji i utopijnych wizji, a w dobie przemian świata i rosnących możliwości technologicznych zaczynają być całkiem realne. Jakie są dotychczasowe doświadczenia w tym zakresie? Co architekci i inżynierowie proponują na nadchodzące lata? Czy pływające miasta rzeczywiście rozwiążą problemy, z jakimi boryka się dzisiejszy świat?

Niniejsza praca stanowi próbę odpowiedzi na te i inne pytania; zawiera zarówno przegląd aktualnych informacji na temat budownictwa na wodzie, jak i podejmuje temat dalszego rozwoju i ewolucji tego jakże ważnego i interesującego zagadnienia. W części teoretycznej zawarta jest analiza determinant powstania potencjalnych pływających miast, a więc zmian klimatu, wzrostu poziomu mórz i zmian demograficznych, a także opis projektów i planów związanych z budownictwem na wodzie – zarówno zrealizowanych, jak i planowanych. Część wnioskowa określa, jakie są możliwości i problemy dla powstania pływających miast. Zawiera również wytyczne, którym, zdaniem autora, należy podporządkować przyszłe realizacje. Ostatnia część to próba przełożenia rozważań teoretycznych na koncepcję ideową pływającego miasta przyszłości. Przedstawiona wizja posiada cechy miasta idealnego, nie stanowi jednak modelu całkowicie oderwanego od rzeczywistości.

Słowa kluczowe: zmiany klimatyczne, pływające miasta, zmiany poziomu morza, utopie urbanistyczne, region Pacyfiku

Dziedzina nauki i techniki, zgodnie z wymogami OECD:

5. Nauki społeczne

→ 5.7 Geografia społeczna i gospodarcza

→ 5.7.c Urbanistyka (planowanie i rozwój przestrzenny)

ABSTRACT

Many of the challenges facing humanity today are accumulating in coastal areas. Rapid climate change and rising sea levels, demographic changes on a global and regional scale, social and economic polarization, gentrification, housing crisis - all these phenomena will intensify in the coming years and force the search for new forms of settlement to respond to the challenges of the new era. One potential solution is building on water. For many years it has been the subject of deliberations, fantasies and utopian visions, and in the era of rapid global changes and growing technological possibilities, they begin to be quite real. What is the experience so far in this field? What are architects and engineers proposing for the coming years? Will floating cities really solve the problems faced by the world today?

This thesis is an attempt to answer these and other questions; it provides an overview of up-to-date information on building on water, as well as discusses the further development and evolution of this important and interesting issue. The theoretical part includes an analysis of the determinants of the emergence of potential floating cities, i.e. climate change, sea level rise and demographic changes, as well as a description of projects and plans related to water-based construction - both implemented and planned. The application part defines the possibilities and problems for the emergence of floating cities. It also contains guidelines which, according to the author, should be followed by future projects. The last part is an attempt to translate theoretical considerations into the ideological concept of the floating city of the future. The presented vision has some features of an ideal city, but does not constitute a model completely detached from reality.

Keywords: climate change, floating cities, sea-level rise, urban utopias, Pacific region

SPIS TREŚCI

1.	WPROWADZENIE	8
1.1.	Uzasadnienie wyboru tematu.....	8
1.2.	Cel i zakres opracowania	9
1.3.	Utopie urbanistyczne oraz ich znaczenie dla rozwoju osadnictwa	9
2.	CZĘŚĆ ANALITYCZNA	11
2.1.	Determinanty powstawania pływających miast.....	11
2.1.1.	Zmiany klimatyczne.....	11
2.1.2.	Podnoszenie się poziomu mórz	13
2.1.3.	Dynamika demograficzna w skali globalnej	17
2.1.4.	Podsumowanie.....	22
2.2.	Wyzwania rozwojowe miast i obszarów nadmorskich	22
2.2.1.	Metropolie nadmorskie w krajach rozwiniętych.....	22
2.2.2.	Wielkie miasta nadmorskie w krajach rozwijających się	23
2.2.3.	Państwa wyspiarskie	24
2.2.4.	Podsumowanie	24
2.3.	Budownictwo na wodzie – stan aktualny	25
2.3.1.	Sztuczne wyspy.....	25
2.3.2.	Pływające domy	29
2.3.3.	Pływające megastruktury	31
2.3.4.	Podsumowanie.....	34
2.4.	Budownictwo na wodzie – projekty i plany.....	34
2.4.1.	Green Float.....	34
2.4.2.	Ocean Spiral.....	37
2.4.3.	Blue Frontiers	38
2.4.4.	Oceanix City	40
2.4.5.	Seasteading Institute.....	42
2.4.6.	Podsumowanie.....	44
3.	CZĘŚĆ WNIOSKOWA	45
3.1.	Argumenty za budową pływających miast	45
3.2.	Możliwości realizacji pływających miast.....	46

3.2.1.	Konstrukcje pływające	46
3.2.2.	Dostęp do mediów	47
3.2.3.	Zaopatrzenie w żywność	50
3.2.4.	Rozwiązania transportowe	51
3.3.	Problemy i trudności w rozwoju osadnictwa na wodzie	51
3.4.	Rola planisty w procesie powstawania pływających miast.....	53
3.5.	Wytyczne dla przyszłych realizacji	54
3.5.1.	Bezpieczeństwo.....	54
3.5.2.	Otwartość.....	55
3.5.3.	Troska o przyrodę.....	56
3.5.4.	Spójność.....	57
3.5.5.	Niezależność	58
4.	CZĘŚĆ APLIKACYJNA	59
4.1.	Środowisko przyrodnicze	59
4.1.1.	Klimat.....	60
4.1.2.	Poziom morza.....	60
4.1.3.	Flora i fauna.....	60
4.2.	Uwarunkowania społeczno-gospodarcze.....	61
4.3.	Uwarunkowania przestrzenne	62
4.3.1.	Miasta australijskie i nowozelandzkie.....	62
4.3.2.	Osadnictwo na wyspach Pacyfiku	65
4.4.	Wizja.....	66
4.5.	Koncepcja.....	67
4.5.1.	Układ przestrzenny i strefowanie.....	67
4.5.2.	Konstrukcja.....	69
4.5.3.	Zaopatrzenie.....	69
4.5.4.	Transport	70
4.5.5.	Zagadnienia społeczno-gospodarcze.....	71
4.6.	Detale	72
4.6.1.	Architektura.....	72
4.6.2.	Przestrzenie publiczne	73

4.6.3. Zieleń i rozwiązania proekologiczne w pływającym mieście	76
5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI	78
WYKAZ LITERATURY	80
SPIS RYCIN	85
ZAŁĄCZNIKI.....	88

1. WPROWADZENIE

1.1. Uzasadnienie wyboru tematu

Tematyka pływających miast wydaje się być coraz bardziej aktualna w momencie, kiedy ludzkość jest zmuszona zmagać się ze skutkami katastrofy klimatycznej, a podnoszenie się poziomu mórz zagraża istnieniu nadmorskich metropolii, najbardziej rozwiniętych gospodarczo i cywilizacyjnie regionów świata. Na nisko położonych terenach nadmorskich (ang. *low-lying coastal zone*) mieszka obecnie 680 mln ludzi (prawie 10% globalnej populacji), a w 2050 roku najprawdopodobniej będzie to ponad miliard osób (IPCC, 2019). Jednocześnie, wobec kurczących się zasobów wody, dostęp do niej jest kluczowym warunkiem funkcjonowania ludzkich osiedli. Koniecznym staje się wypracowanie alternatywnych modeli osadnictwa, będących nie tylko środkiem poprawy jakości życia, ale wręcz warunkiem przetrwania. Wizje miast na wodzie, które jeszcze niedawno traktowano jako futurystyczne i utopijne, dziś stają się realnymi planami, a dla wielu ludzi jedyną alternatywą dla migracji.

Warto zwrócić uwagę, że dotychczasowe opracowania skupiają się przede wszystkim na możliwościach technologicznych i potencjale realizacyjnym, zaniedbując nieco kwestie środowiskowe, społeczne i ekonomiczne. Dlatego też ważna wydaje się być rola planisty w całym procesie powstawania pływających miast – tak, aby połączyć ze sobą różne aspekty ich realizacji i funkcjonowania.

Poruszane zagadnienie, chociaż ma duże znaczenie w skali globalnej i doczekało się już wielu opracowań zagranicznych, wciąż nie jest szczególnie popularne w Polsce. Dzieje się tak zapewne po części dlatego, że efekty zmian klimatu nie są tu jeszcze tak mocno odczuwane, a osadnictwo poza stałym lądem wydaje się być pieśnią przyszłości (i to dalekiej). Ponadto w Polsce inne problemy systemu planowania przestrzennego w bieżącej perspektywie czasowej są na tyle palące, że mało kto zajmuje się tak dalekosiężnymi wizjami. Niniejsza praca może więc stanowić wprowadzenie do tematu pływających miast dla polskiego czytelnika, i chociaż w części aplikacyjnej odnosi się do regionu południowego Pacyfiku, to jej rozdziały teoretyczne mogą być odczytywane w znacznie szerszym kontekście, także w odniesieniu do Morza Bałtyckiego i Polski.

Nie bez znaczenia dla wyboru tematu pracy były także osobiste zainteresowania badawcze autora, czyli wizje rozwoju i przekształceń miast istniejące w historii i obecnie oraz rozważania na temat przeszłości i przyszłości osadnictwa. Pomysły na „miasto idealne”, chociaż nigdy nie realizowane w pełni, od zawsze stanowiły cenną inspirację dla projektantów i mogą być nią także dzisiaj. W dobie katastrofalnych zmian klimatu, niepokojów społecznych, kryzysów gospodarczych i gwałtownej urbanizacji warto wybiegać myślą w przyszłość (mimo że bieżące problemy planistyczne także wymagają interwencji). Nie sposób bowiem odpowiedzieć na pytanie, jak będzie żyła ludzkość za dwadzieścia, pięćdziesiąt lub sto lat, nie mówiąc przy tym, jak będą wyglądały miasta przeszłości.

1.2. Cel i zakres opracowania

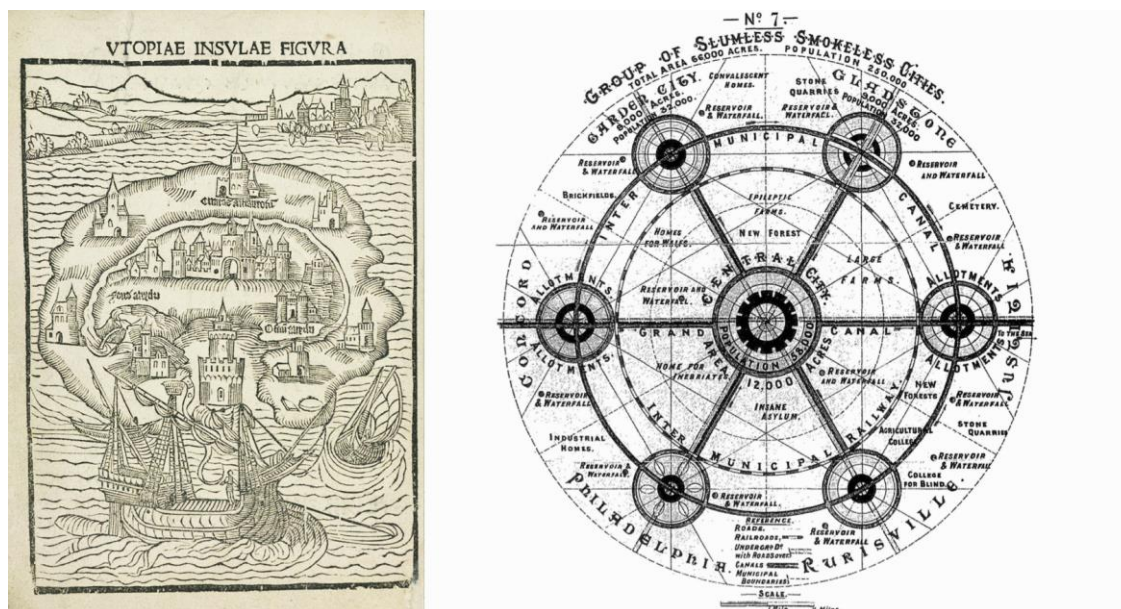
Celem pracy jest zaproponowanie alternatywnego modelu rozwoju obszarów nadmorskich, szczególnie narażonych na skutki zmian klimatu, poprzez opisanie wytycznych dla powstania pływających miast, a następnie osadzenie go w wybranym lokalnym kontekście. Wymaga to gruntownego przeanalizowania tematu, dlatego w zakres opracowania wchodzi trzy części: analityczna, wnioskowa i aplikacyjna. Pierwsza z nich zawiera opis czynników warunkujących powstanie pływających miast oraz przegląd zrealizowanych i planowanych projektów dotyczących budownictwa na wodzie w różnych skalach (i o różnych funkcjach). Druga część pracy zawiera podsumowanie i usystematyzowanie tych wiadomości. Odpowiada więc na cztery kluczowe pytania: dlaczego miasta na wodzie miałyby powstać, jakie technologie można wykorzystać do ich budowy, jakie problemy mogą potencjalnie wystąpić i w jaki sposób należy kształtować strukturę funkcjonalno-przestrzenną tej nowej formy osadnictwa. Trzecia część pracy odnosi wypracowane rozwiązania i wytyczne do konkretnej przestrzeni, stanowiąc przełożenie rozważań teoretycznych na koncepcję projektową.

1.3. Utopie urbanistyczne oraz ich znaczenie dla rozwoju osadnictwa

Zastanawiając się nad rolą myślenia utopijnego w rozwoju urbanistyki, warto sięgnąć do definicji terminu „utopia”. Internetowy Słownik Języka Polskiego PWN podaje trzy definicje. Jest więc utopia nie tylko „ideałem społeczeństwa szczęśliwego lub ideologią postulującą stworzenie takiego społeczeństwa” czy „gatunkiem dydaktycznej literatury fantastycznej przedstawiającym życie idealnej społeczności”, ale – przede wszystkim – „zamiarem niemożliwym do urzeczywistnienia” (PWN). Jeżeli więc jest to wizja z założenia już nierealna, to jak można odnieść ją do planowania przestrzennego i urbanistyki?

Utopia stanowi przede wszystkim cenną inspirację, wyraz aspiracji i dążeń. Jest odzwierciedleniem poglądów myślicieli danej epoki na to, jak powinno funkcjonować doskonałe społeczeństwo. Z kolei utopia urbanistyczna przedstawia jego wymiar przestrzenny – wiadomo bowiem, że fizyczny krajobraz miejski wiąże się ściśle ze sferą społeczną. Dlatego nie sposób stworzyć wizji „miasta idealnego”, nie dodając do niego „idealnego społeczeństwa”. Podobnie historyczne utopie urbanistyczne obejmowały przeważnie oba te aspekty. Na przykład Atlantyda opisywana przez Platona jest wpisana w koło, które jako idealna figura stanowiło najlepszą ramę dla idealnego społeczeństwa. Podobnie Nowe Jeruzalem, miasto wiecznej szczęśliwości, które na podstawie biblijnych opisów można wyobrazić sobie jako sześcian i tak bywa przedstawiane w sztuce średniowiecznej (Ślodyczyk, 2016). Thomas More w swojej „Utopii” z roku 1516 skupia się na uniformizacji życia wszystkich mieszkańców, a w konsekwencji – ujednoczeniu kształtu i układu budynków. Postuluje więc miasta o prostym geometrycznym układzie opartym na prostokątnej siatce, z czterema placami targowymi pośrodku czterech dzielnic. Domy miałyby mieć po trzy kondygnacje i być wykonane z cegły. Na tyłach każdego domu More zakłada lokalizację ogrodu, który podkreśla łączność człowieka z naturą. Bliskość przyrody jest też widoczna w tym, że w „Utopii” wszyscy obywatele połowę swojego czasu

spędzają w mieście, pracując jako rzemieślnicy, a połowę na wsi, uprawiając rolę (Ślodziak, 2016). Nie sposób, czytając ten opis, nie odnieść go do późniejszego o ponad 300 lat miasta-ogrodu, zaproponowanego przez Ebenezera Howarda, który także kładł nacisk na relacje między człowiekiem a naturą. Co ciekawe, również struktura sieci osadniczej w większej skali wykazuje znaczące podobieństwa. Centralny, dominujący ośrodek jest otoczony przez pierścien mniejszych (ryc. 1.1.).



Ryc. 1.1. Porównanie struktury sieci osadniczej w „Utopii” Thomasa More’a i koncepcji miasta-ogrodu
 Źródło: Grafika po lewej – ilustracja Thomasa More’a ze zbiorów British Library (dostęp dnia 30.05.2020), dostępna online pod adresem: <https://britishlibrary.typepad.co.uk/.a/6a00d8341c464853ef01bb091ab8b0970d-popup>, grafika po prawej – ilustracja Ebenezera Howarda opublikowana w serwisie Cargo Collective (dostęp dnia 30.05.2020) dostępna online pod adresem: <https://cargocollective.com/artifact/Garden-City-the-Green-Metropolis>

Wizje miast idealnych oraz zamieszkujących je utopijnych społeczności powstawały także w późniejszych epokach i choć nigdy nie zostały w pełni zrealizowane, ich elementy można odnaleźć w wielu współczesnych miastach. Niektóre z utopii urbanistycznych, na przykład wizje Le Corbusiera lub „Broadacre City” Wrighta, przyniosły co prawda nowe problemy, rozwiązując dotychczasowe, to jednak nie można nie docenić roli, jaką różne pomysły na miasto doskonale odegrały w historii cywilizacji. Mimo, że udowodniono już wielokrotnie, że projektowanie urbanistyczne nie jest nigdy procesem skończonym, idee te stanowiły cenne inspiracje dla projektantów i władz, prowokowały do dyskusji o problemach społecznych i gospodarczych i pozwalały wybiegać w przyszłość. Co niemniej istotne, często te wizje wyrażały zbiorowe pragnienia i niosły nadzieję na lepsze jutro. Taka ich rola, chociaż ma może niewiele wspólnego z nauką, wydaje się być bardzo ważna – zwłaszcza w czasach, kiedy katastrofa klimatyczna poddaje w wątpliwość wiarę w nieskończony rozwój gospodarczy i społeczny ludzkiej cywilizacji, właściwą poprzednim pokoleniom.

2. CZĘŚĆ ANALITYCZNA

2.1. Determinanty powstawania pływających miast

Głównymi determinantami powstawania pływających miast są z jednej strony następstwa zmian klimatycznych, w tym przede wszystkim podnoszenie się poziomu mórz, które wymusza nowe metody kształtowania zabudowy na terenach nadmorskich. Z drugiej strony istnieje ogromna i wciąż rosnąca presja inwestycyjna na tych samych obszarach, wywołana głównie masową migracją do metropolii w poszukiwaniu lepszych perspektyw życiowych – zwłaszcza pracy – i dynamiką demograficzną krajów rozwijających się. Nakładanie się na siebie tych zjawisk sprawia, że osadnictwo na wodzie (w dosłownym rozumieniu) staje się faktycznie uzasadnione.

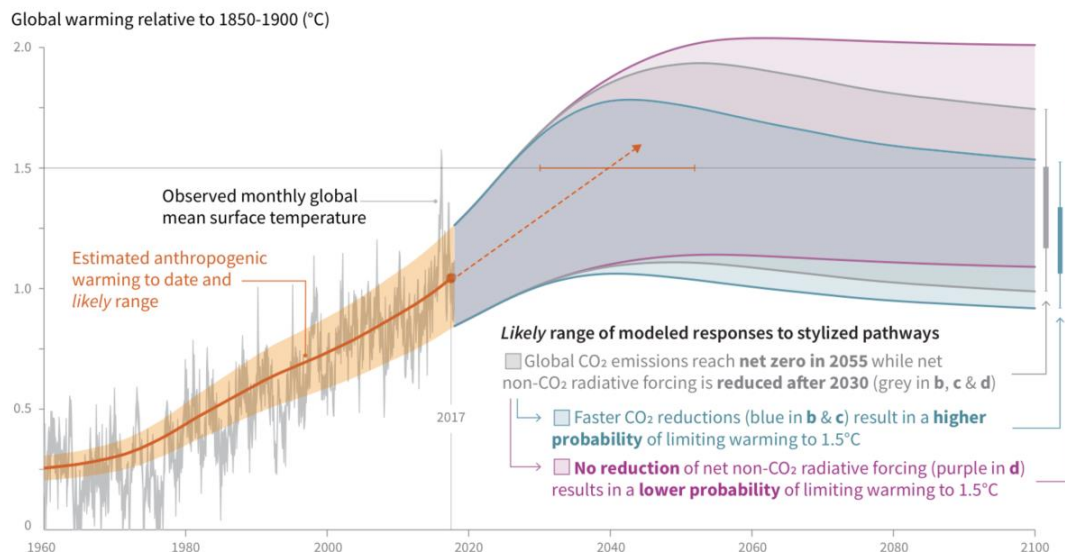
2.1.1. Zmiany klimatyczne

Debata naukowa i polityczna o globalnym ociepleniu i zmianach klimatycznych trwa już od lat 60. XX wieku. W opublikowanym w 1965 roku raporcie na temat degradacji środowiska, opracowanym przez zespół doradców prezydenta USA Lyndona B. Johnsona, pisano: „W ciągu kilku stuleci zwracamy do powietrza znaczną część węgla jaka była z niego usuwana przez rośliny i zasypana w osadach w czasie pół miliarda lat (...). Część tego węgla zostająca w atmosferze pod postacią CO₂ ma znaczący wpływ na klimat” (United States President's Science Advisory Committee. Environmental Pollution Panel. (1965) Restoring the quality of our environment: Report. University of California Libraries (January 1, 1965) za: Malinowski, 2013). Mimo, że zagadnienie jest znane od tak dawna, dopiero ostatnie lata przyniosły wzrost świadomości społecznej w tym zakresie – także dlatego, że następstwa katastrofy klimatycznej są coraz bardziej widoczne. Istnieje wiele środowisk, które próbują zaprzeczać faktowi, że za globalne ocieplenie odpowiada ludzka cywilizacja, jednak w zasadzie wszystkie instytucje i organizacje naukowe zgodnie twierdzą, że tak właśnie jest. Emisje antropogeniczne stanowią niewielki procent emisji naturalnych, jednak nie są w żaden sposób równoważone, ergo przyczyniają się do wzrostu temperatury na ziemi. Dużo cennych i sprawdzonych informacji na ten temat zawierają raporty IPCC – Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu. Są one opracowywane na podstawie badań prowadzonych przez naukowców z całego świata, weryfikowanych i redagowanych przez międzynarodowy zespół ekspertów.

Raport IPCC o globalnym ociepleniu na poziomie 1,5°C podaje dokładne informacje o wzroście temperatury na Ziemi. Dotychczas działalność ludzka spowodowała wzrost o 1°C w stosunku do poziomu sprzed rewolucji przemysłowej. Jeżeli utrzymają się dotychczasowe trendy, globalne ocieplenie najprawdopodobniej osiągnie poziom 1,5°C między rokiem 2030 a 2050. Warto przy tym zauważyć, że wzrost temperatur nie rozkłada się równomiernie; na przykład w Arktyce jest 2-3 razy wyższy niż średnia globalna. Podobnie ocieplenie na obszarach lądowych jest większe niż nad morzami i oceanami (IPCC, 2018).

Cumulative emissions of CO₂ and future non-CO₂ radiative forcing determine the probability of limiting warming to 1.5°C

a) Observed global temperature change and modeled responses to stylized anthropogenic emission and forcing pathways



Ryc. 2.1. Prognozowane zmiany temperatury na ziemi w zależności od emisji gazów cieplarnianych
Źródło: IPCC: Global Warming of 1,5°C. Summary for Policymakers. 2018

Eksperti z IPCC przedstawili prognozowane zmiany temperatury na ziemi w powiązaniu z różnymi scenariuszami redukcji emisji gazów cieplarnianych na wykresie (ryc. 2.1). Kolorem pomarańczowym oznaczono dotychczasowe ocieplenie i jego szacowany zakres, który waha się od 0,8 do 1,2°C. W prawej części wykresu przedstawiono prognozy, oznaczone trzema kolorami. Scenariusz „szary” zakłada wyzerowanie emisji CO₂ do 2055 roku i ograniczenie emisji pozostałych gazów cieplarnianych do atmosfery po 2030 roku, czego efektem będzie ograniczenie globalnego ocieplenia do wartości z przedziału 1,0-1,7°C, scenariusz „niebieski” zakłada ten sam proces, ale przeprowadzony szybciej i ocieplenie mniejsze lub równe 1,5°C, z kolei scenariusz „fioletowy” przewiduje jedynie redukcję CO₂, a co za tym idzie – dużo większy wzrost temperatur w skali globalnej, być może nawet do 2°C (IPCC, 2018). Zwraca uwagę fakt, że autorzy raportu nie biorą w ogóle pod uwagę scenariusza, w którym globalne emisje antropogenicznych gazów cieplarnianych byłyby stałe lub wykazywały tendencję wzrostową. Pozostaje nadzieja, że taki obrót wypadków rzeczywiście jest całkowicie nieprawdopodobny.

Co jednak oznacza w praktyce globalny wzrost temperatur o 1,5°C? Zagrożenie związane ze zmianami klimatu wynika z nałożenia się dwóch czynników: ryzyka wystąpienia niebezpiecznych zjawisk i wrażliwości ekosystemów oraz środowiska antropogenicznego. Szczególnie narażone są rośliny, które nie mają możliwości zmiany swojego zasięgu występowania w tempie narzucanym przez zmiany klimatyczne, małe ssaki oraz organizmy morskie, w tym rafy koralowe. Co warto podkreślić, negatywne oddziaływanie zmian klimatu

będzie trwało przez kolejne stulecia, nawet jeżeli wzrost temperatur uda się zahamować. W odniesieniu do życia i działalności człowieka bardzo poważne będą ograniczenia w produkcji żywności – związane z wymieraniem i migracjami gatunków wodnych, trudnościami w uprawie pszenicy, ryżu i kukurydzy (czyli kluczowych roślin) w strefach tropikalnych, a także ograniczeniem dostępu do świeżej wody (IPCC, 2014).

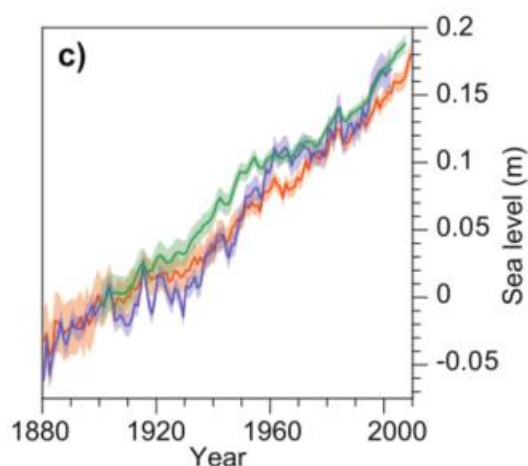
Globalne ocieplenie stanowi także bezpośrednie zagrożenie dla ludzi: nasilenie występowania chorób tropikalnych i problemów związanych z falami upałów, zwłaszcza w miastach. W niektórych częściach świata kombinacja bardzo wysokich temperatur i wilgotności powietrza będzie bardzo utrudniać normalne funkcjonowanie, uprawę pól i generalnie przebywanie na zewnątrz. Związane z tym wszystkim straty ekonomiczne mogą w konsekwencji prowadzić do narastania napięć i zwiększać ryzyko wystąpienia konfliktów zbrojnych, zwłaszcza w krajach rozwijających się (IPCC, 2014).

2.1.2. *Podnoszenie się poziomu mórz*

Morza i oceany zajmują 71% powierzchni Ziemi i obejmują 97% globalnych zasobów wody. Zmiany klimatyczne wywołane działalnością człowieka, zwłaszcza emisją gazów cieplarnianych, będą miały bardzo poważne i nieodwracalne skutki dla przyszłości Wszechoceanu. Wiele z nich zostało już zaobserwowanych i zbadanych. Są to przede wszystkim: wzrost temperatury wody (którego tempo zwiększyło się ponad dwukrotnie od lat 90.), fale upałów na morzu, stratyfikacja wód o zróżnicowanej gęstości, zakwaszanie wody związane z wchłanianiem przez nią około 20-30 % antropogenicznych emisji CO₂, oraz podnoszenie się poziomu mórz (IPCC, 2019). Mimo że każdy z wymienionych procesów ma duże znaczenie dla planety, w odniesieniu do pływających miast najważniejszą determinantą jest ten ostatni.

Analizując historyczne i obecne zmiany poziomu wody w morzach i prognozując jego zmiany, należy najpierw odpowiednio go zdefiniować. Mimo, że „poziom morza” jest pojęciem powszechnie stosowanych, istnieje kilka możliwości jego określania. Z jednej strony mówi się o geocentrycznym poziomie morza, odnoszonym do elipsoidy Ziemi. Wydaje się on być bardziej precyzyjny, ale jego pomiary, wykonywane przy użyciu technologii satelitarnych, są prowadzone od lat 90. Z drugiej strony względny poziom morza (RSL – ang. *relative sea level*), który odnosi się do powierzchni ziemi w danym miejscu, daje większe pojęcie oddziaływaniu morza na brzeg; co więcej, w wielu miejscach na świecie był mierzony już od XVIII wieku. Dzięki pracy geologów można też podawać jego przybliżone wartości dla znacznie wcześniejszych lat. Kolejnym sposobem jest podawanie średniego poziomu morza (MSL – ang. *mean sea level*), który stanowi uśredniony wynik pomiarów z pewnego okresu w danym miejscu. Owo uśrednienie jest bardzo ważne, aby zniwelować wpływ krótkotrwałych zmian związanych z falowaniem, sztormami i pływami. Na podstawie MSL można wyliczyć średni globalny poziom morza (GMSL – ang. *global mean sea level*). Jest on wynikiem uśrednienia przestrzennego MSL ze wszystkich lokalizacji i to właśnie ta wielkość służy śledzeniu i prognozowaniu zmian

poziomu wody w morzach w skali całej planety. Warto jednak przy tym pamiętać, że lokalne RSL często różni się bardzo znacząco od średniej globalnej, na co mają wpływ wiatry, pływy, ukształtowanie dna i inne czynniki (Church, Clark i in. 2013).

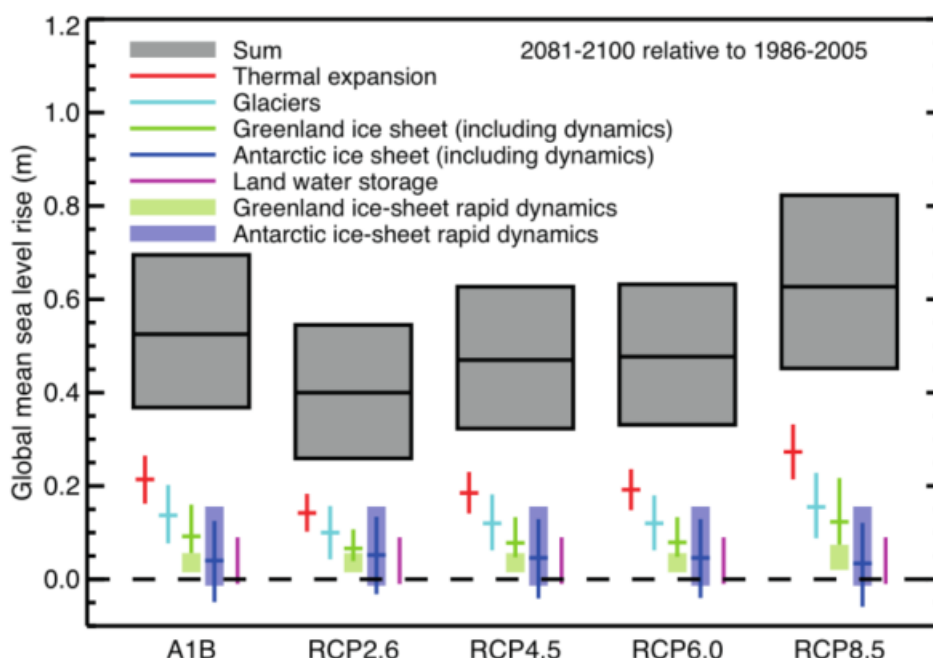


Ryc. 2.2. Średni poziom morza w skali globalnej w latach 1880-2010 zrekonstruowany na podstawie długoletnich pomiarów przez Jewriewą (2008, kolor niebieski), Churcha i White'a (2011, kolor pomarańczowy) oraz Raya i Douglasa (2011, zielony)
Źródło: IPCC: Sea Level Change, 2013

Dotychczasowe obserwacje poziomu morza wskazują jednoznacznie na jego wzrost, niezależnie od przyjętej metodyki badawczej, od której zależą dokładne wartości (ryc. 2.2.). Można z pewną dozą niedokładności stwierdzić, że średni poziom morza od roku 1880 wzrósł o około 25 cm. Widać też, że dotychczasowy wzrost jest mniej więcej stały. Wpływa na niego kilka różnych czynników: wyższe temperatury (przez które zwiększa się objętość wody morskiej), zmiany zasolenia, wymiana wody między lądem a morzem, topnienie lodowców i procesy antropogeniczne, takie jak irygacja, budowa tam i zbiorników retencyjnych czy eksploatacja wód podziemnych. Także procesy związane z końcem poprzedniej epoki lodowcowej mają wciąż znaczenie dla zmian poziomu morza. Z analizy danych zgromadzonych przez IPCC wynika, że najważniejsze czynniki to topniejące lodowce i rozszerzalność termiczna wody morskiej pod wpływem temperatury (Church, Clark i in. 2013).

Analiza dotychczasowych danych i użycie zaawansowanych modeli matematycznych pozwalają na prognozowanie przyszłych zmian poziomu morza (GMSL). Najważniejszą przyczyną pozostanie globalne ocieplenie i wzrost objętości wody morskiej w wyniku ogrzania, jako że oceany akumulują ponad 90% wzrostu energii systemu klimatycznego. Istnieje wiele modeli, które różnią się między sobą metodami obliczeniowymi, założeniami oraz uzyskanymi wynikami. Zasadniczo można je podzielić na dwie główne grupy: modele oparte na procesach (ang. *process-based models*) oraz modele półdoświadczalne czy też semi-empiryczne (ang. *semi-empirical models*). Pierwsze z nich zakładają obliczenia przy użyciu AOGCM, czyli modeli cyrkulacji atmosferyczno-oceanicznej (ang. *Atmospheric-Ocean General Circulation Models*).

Biorą one pod uwagę wpływ wzrostu temperatur i rozszerzalności termicznej wody, topniejących lodowców oraz gospodarki wodnej człowieka. Pozwalają określić zróżnicowanie poziomu morza w skali regionalnej, dzięki uwzględnianiu czynników takich jak wiatry czy dynamika falowania. Pozostaje jednak poważny problem, ponieważ dotychczasowe zmiany poziomu wody we Wszechocenie były większe niż suma poszczególnych wkładów – dlatego część badaczy wypracowała inne podejście. Wspomniane już modele semi-empiryczne biorą pod uwagę fakt, że wzrost poziomu wody będzie odpowiednio większy niż wartości wyliczone w ramach AOGCM (Church, Clark i in. 2013).

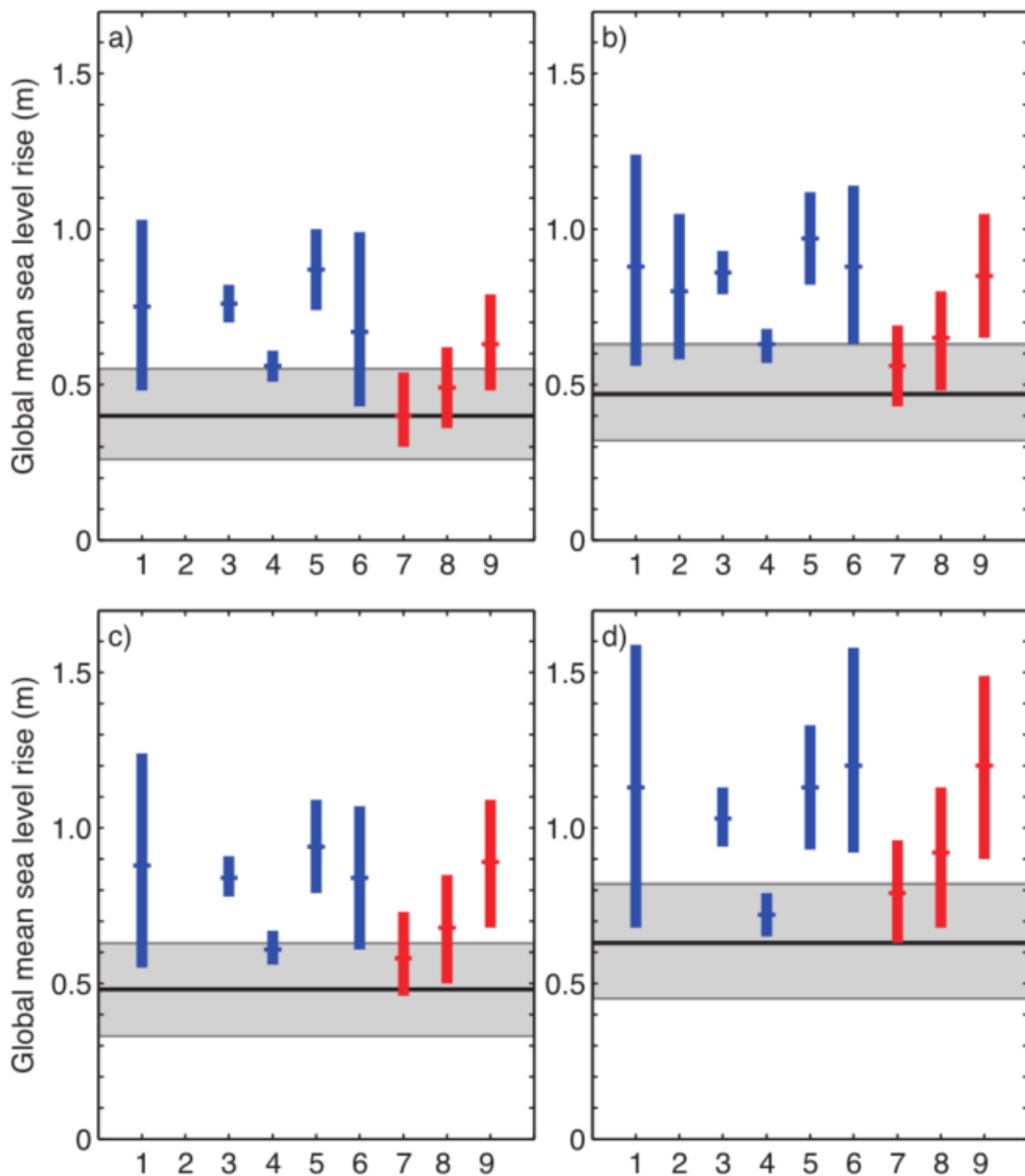


Ryc. 2.3. Prognozy podnoszenia poziomu morza wg modeli opartych na procesach, z uwzględnieniem różnych scenariuszy dotyczących emisji gazów cieplarnianych i wzrostu temperatur na Ziemi

Źródło: IPCC: Sea Level Change, 2013

Podnoszenie się poziomu morza jest uzależnione od przyszłych emisji gazów cieplarnianych i wzrostu temperatur – na potrzeby modelowania opartego na procesach przeanalizowano pięć możliwych scenariuszy (ryc. 2.3.). A1B zakłada znaczący wzrost ekonomiczny, rozwój nowych technologii i niewielki przyrost globalnej populacji. Scenariusze oznaczone skrótem RCP (ang. *Representative Concentration Pathways*) zakładają różne poziomy emisji gazów cieplarnianych: RCP2.6 odzwierciedla intensywne działania mitygacyjne, RCP4.5 i RCP6.0 to scenariusze umiarkowane, a RCP8.5 przewiduje utrzymanie emisji na obecnym poziomie lub nawet ich wzrost (IPCC, 2014). Jak widać, w modelach opartych na procesach wzrost poziomu morza w skali globalnej do 2100 roku zakładany jest między 30 a 80 cm. Największy udział będzie miało rozszerzanie się wody pod wpływem nagrzewania, a także topnienie lodowców i lądolodów. Wpływ gospodarki wodnej na lądzie określono jako

znikomy, ponieważ, jak przyznają sami autorzy raportu, bardzo trudno odnieść do niego jakiegokolwiek prognozy (Church, Clark i in. 2013).



Ryc. 2.4. Prognozy podnoszenia się poziomu morza opracowane przy użyciu modeli semi-empirycznych, uwzględniające różne scenariusze dotyczące emisji gazów cieplarnianych i wzrostu temperatur, pokazane na tle wyliczeń z modeli opartych na procesach

Źródło: IPCC: Sea Level Change, 2013

Wyliczenia ekspertów w ramach modeli semi-empirycznych pokazują wartości wyższe niż modele oparte na procesach (ryc. 2.4.). Diagramy niebieskie to wyniki obliczeń przy użyciu wzrostu temperatur, czerwone – wymuszenia radiacyjnego. Wykres oznaczony literą a odnosi się do scenariusza RCP2.6, b – RCP4.5, c – RCP6.0, d – RCP8.5. Jak widać, wszystkie modele semi-empiryczne zakładają wzrost większy niż oparte na procesach. Dodatkowo,

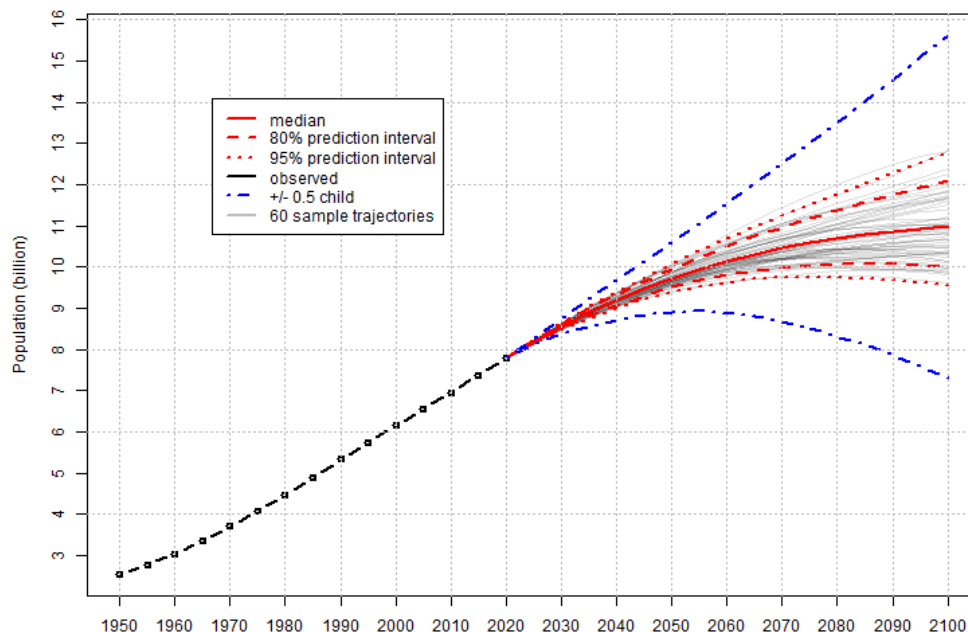
występują między nimi bardzo duże różnice: poziom morza w skali globalnej może się podnieść od 40 do nawet 120 cm, a i to biorąc pod uwagę jedynie mediany dla każdego wyliczenia (Church, Clark i in. 2013).

Jednym z najbardziej znaczących skutków podnoszenia się poziomu mórz będzie z pewnością nasilenie zjawisk związanych z powodzią i zalewaniem terenów nisko położonych, a także większą wysokością fal sztormowych. Będzie ono szczególnie niebezpieczne w Azji Południowo-Wschodniej i Papui-Nowej Gwinei, ze względu na dużą powierzchnię obszarów ryzyka, wysoką gęstość zaludnienia oraz stosunkowo niski poziom rozwoju zagrożonych krajów. Około 80% populacji narażonej na skutki wzrostu poziomu mórz mieszka właśnie w Azji i Oceanii: w dużych miastach nadmorskich, na żyznych obszarach deltowych albo w małych krajach wyspiarskich, które są de facto narażone nawet na całkowite zniknięcie. Z drugiej strony, spodziewany (i obserwowany już teraz) rozwój gospodarczy państw azjatyckich może przyczynić się do poprawy możliwości adaptacyjnych i budowy lepszych systemów ochrony brzegu – o ile wypracowane środki ekonomiczne zostaną odpowiednio spożytkowane (Mimura, 2013).

Wzrost poziomu morza oddziaływać będzie na brzegi na wiele sposobów. Jednym z nich jest erozja piaszczystych plaż. Ze względu na ich niewielkie nachylenie nawet bardzo ograniczone podniesienie się wody może znacznie zmniejszyć ich zasięg przestrzenny. To z kolei prowadzić będzie do osłabienia funkcji ochronnej i regulacyjnej plaż i narazi obszary położone w głębi lądu. Zagrożone będą również inne formy brzegu: słone bagna, namorzyny i watty, które nie przetrwają podniesienia się wody morskiej, a których migrację na tereny wyżej położone uniemożliwia ich intensywne zagospodarowanie przez człowieka. Ich zniszczenie znacznie ograniczy bioróżnorodność stref przybrzeżnych. Innym poważnym skutkiem podniesienia poziomu mórz będzie ograniczenie dostępu do podziemnych złóż wodnych poprzez intruzję wód słonych. Jest to zagrożenie szczególnie poważne dla stref tropikalnych oraz małych krajów wyspiarskich (Mimura, 2013).

2.1.3. Dynamika demograficzna w skali globalnej

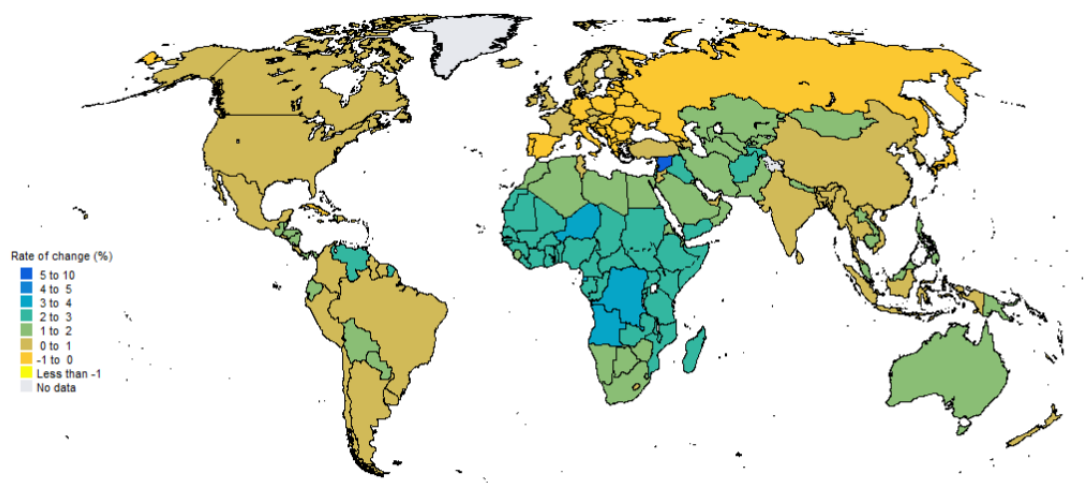
Historia przewidywania globalnej liczby ludności sięga kilka stuleci wstecz; pierwsze współczesne prognozy uwzględniające strukturę wieku i płci powstały w roku 1945. Ich autorem jest Frank Notestein, pod którego kierownictwem ONZ zaczęło publikować regularne raporty na temat przewidywanych zmian liczby ludności. Później podobne materiały były tworzone także przez inne instytucje – Bank Światowy, Population Reference Bureau, IIASA (ang. *International Institute for Applied Systems Analysis*). Dane dotyczące możliwych zmian populacji są bardzo różne, ale większość z nich zakłada wzrost populacji przynajmniej do połowy XXI wieku (Lutz, KC, 2010)



Ryc. 2.5. Obserwowane i prognozowane zmiany liczby ludności na świecie w latach 1950-2100

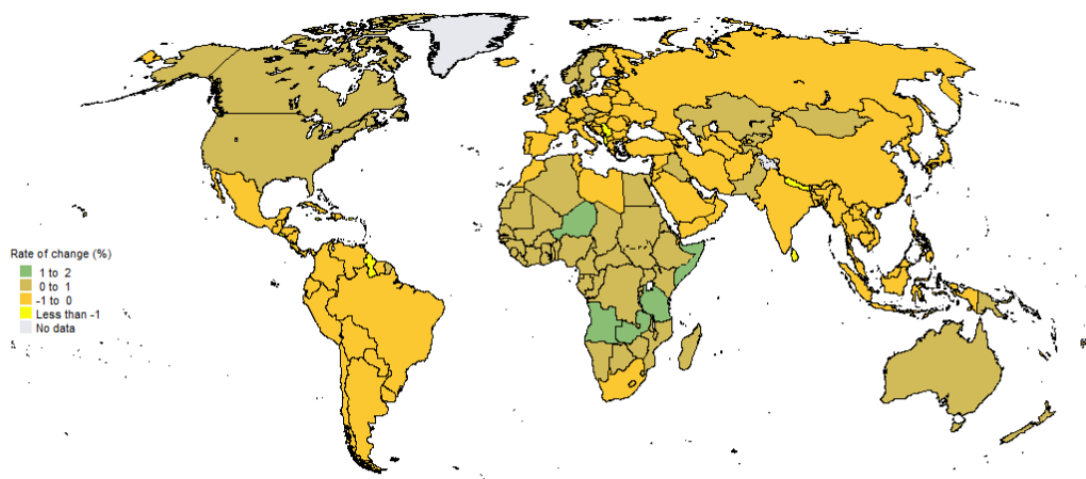
Źródło: Portal internetowy Departamentu Spraw Społeczno-Ekonomicznych ONZ (dostęp dnia 20.02.2020) dostępny online pod adresem: <https://population.un.org/wpp/Graphs/Probabilistic/POP/TOT/900>

Najbardziej prawdopodobnym scenariuszem (wg ONZ) jest utrzymanie tempa wzrostu populacji podobnego do dzisiejszego mniej więcej do połowy stulecia, a następnie jego spowolnienie i stabilizacja globalnej liczby ludności na poziomie około 11 miliardów (ryc. 2.5.). Warto przy tym zauważyć, że za zdecydowaną większość wspomnianego wzrostu odpowiadają kraje Afryki subsaharyjskiej, w których jest on największy. Taka sytuacja powinna się utrzymać do roku 2100, chociaż, jak zostało wspomniane, ogólny wzrost liczby ludności na świecie będzie wtedy wolniejszy (ryc. 2.6. i 2.7.).



Ryc. 2.6. Przyrost rzeczywisty ludności w poszczególnych krajach świata w roku 2020

Źródło: Portal internetowy Departamentu Spraw Społeczno-Ekonomicznych ONZ (dostęp dnia 20.02.2020) dostępny online pod adresem: <https://population.un.org/wpp/Maps/>

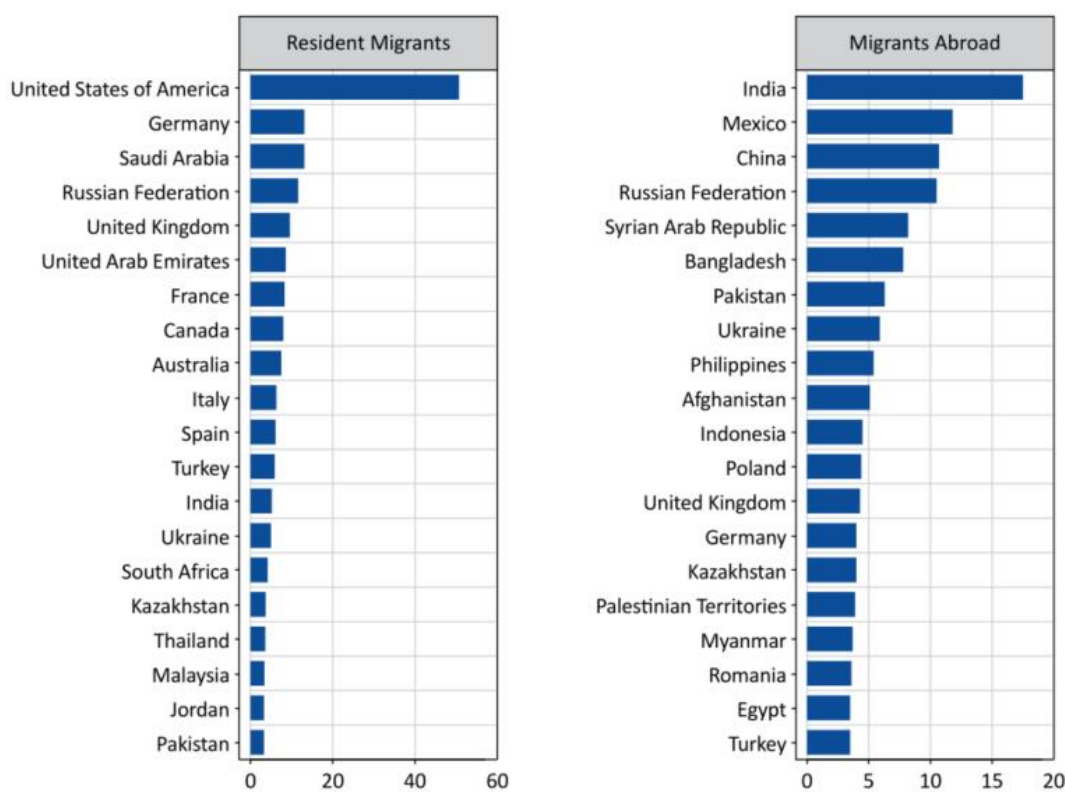


Ryc. 2.7. Prognozowany przyrost rzeczywisty ludności w poszczególnych krajach świata w roku 2090
 Źródło: Portal internetowy Departamentu Spraw Społeczno-Ekonomicznych ONZ (dostęp dnia 20.02.2020)
 dostępny online pod adresem: <https://population.un.org/wpp/Maps/>

Na przyrost rzeczywisty danego kraju czy obszaru składają się dwa czynniki: przyrost naturalny (różnica między liczbą narodzin a liczbą zgonów) oraz saldo migracji. Zjawisko migracji stanowi bardzo złożony problem, związany z zagadnieniem powstawania pływających miast na wielu płaszczyznach. Mowa tu zarówno o migracji międzynarodowej, jak i wewnątrz państw. Pierwszy z wymienionych aspektów jest badany przez instytucje o zasięgu globalnym, w tym Międzynarodową Organizację do spraw Migracji – IOM (ang. *International Organisation for Migration*). Publikuje ona coroczne raporty prezentujące dane dotyczące migracji oraz kluczowych zagadnień z nią związanych, między innymi przyczyn i skutków przemieszczeń ludności. W 2019 roku liczba międzynarodowych migrantów przekroczyła 271 milionów, czyli około 3,5% globalnej populacji. Warto przy tym zauważyć, że udział procentowy stale rośnie, od 2,2% w roku 1975 (IOM, 2019).

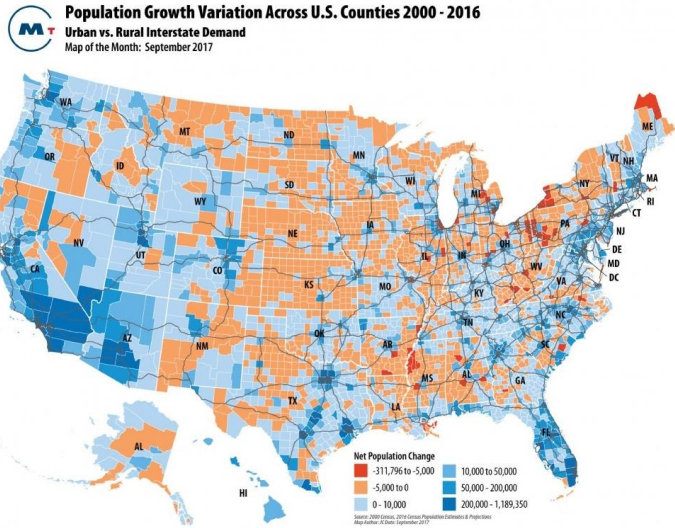
Oczywiście głównymi motywatorami migracji pozostają względy ekonomiczne – widać to między innymi po tym, że najwięcej imigrantów żyje w dużych państwach o dobrze rozwiniętych gospodarkach, między innymi w USA, Niemczech, Wielkiej Brytanii, Francji, Kanadzie i Australii, a najwięcej osób emigruje z krajów mniej rozwiniętych – Indii, Meksyku, Bangladeszu, Filipin (ryc. 2.8.). Kolejną bardzo ważną przyczyną są konflikty zbrojne: na przykład wojna w Syrii (u podstaw której leżą przyczyny klimatyczne) spowodowała emigrację ponad 8 milionów mieszkańców tego kraju, poszukujących azylu m. in. w Turcji, Arabii Saudyjskiej, Jordanii czy ZEA. W dobie zmian klimatycznych pojawiają się (lub nasilają) kolejne przyczyny migracji: zalewanie nisko położonych terenów, ograniczony dostęp do wody czy kłęski żywiolowe. Wiele małych krajów wyspiarskich boryka się z tym problemem. Ich mieszkańcy cierpią z powodu powodzi i ryzyka zalania domów i pól, a także zmian w populacji i występowaniu ryb, które poławiają. Liczne projekty i strategie zakładają planową, długofalową

i kontrolowaną migracją, uznając ją za jeden z pełnoprawnych środków radzenia sobie ze zmianami klimatu (IOM, 2019).

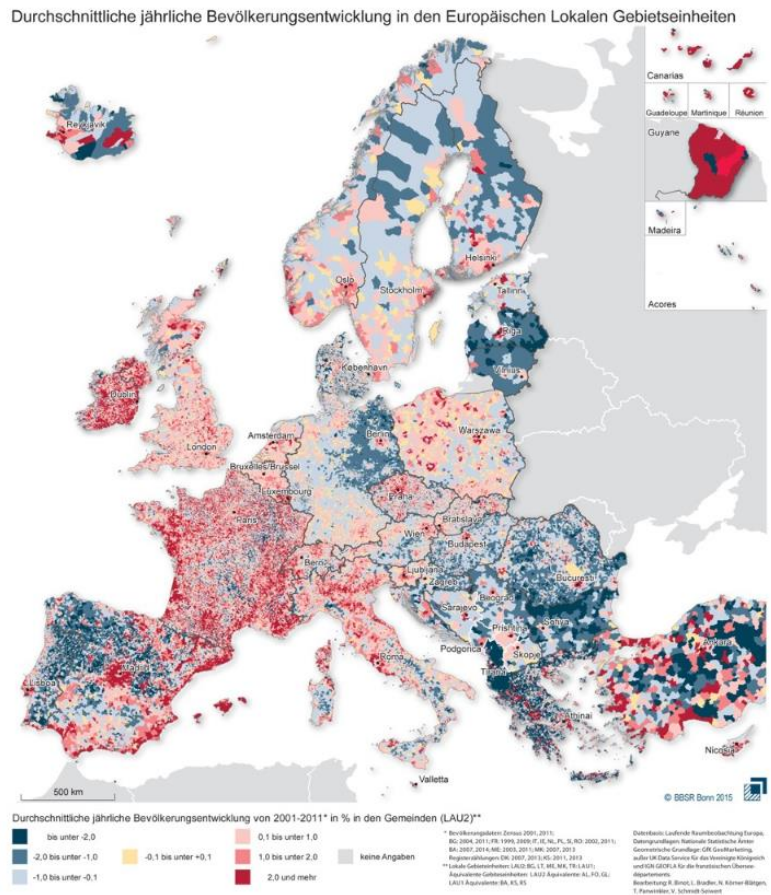


Ryc. 2.8. Państwa o największym udziale migrantów w ogólnej liczbie ludności (po lewej) oraz państwa, których najwięcej obywateli jest emigrantami (po prawej) – liczby w milionach
 Źródło: IOM: World Migration Report 2020, International Organization for Migration, Genewa, 2019

Obok migracji międzynarodowej warto zwrócić uwagę także na przemieszczenia ludności wewnątrz poszczególnych państw. W połączeniu z przyrostem naturalnym kreują one zróżnicowanie przestrzenne dynamiki demograficznej. W Stanach Zjednoczonych można zaobserwować w tym zakresie dwie tendencje. Z jednej strony hrabstwa położone w centralnej części kraju oraz na północy ulegają depopulacji; z drugiej – na wschodnim, zachodnim i południowym wybrzeżu liczba ludności wzrasta. Szczególnie duży przyrost rzeczywisty można zaobserwować w Kalifornii, na Florydzie oraz w rejonie megalopolis BosWash (ryc. 2.9.). W Europie zwiększa się populacja śródlądowych obszarów metropolitalnych (Madryt, Berlin, Warszawa, Mediolan) oraz regionów i miast nadmorskich (Katalonia, zachodnie wybrzeże Francji, Irlandia, okolice Rzymu, Trójmiasto) (ryc. 2.10.). Podobne trendy da się zaobserwować w wielu częściach świata – najszybciej wzrasta populacja dużych miast oraz regionów nadmorskich. Choć obszary te są bardzo mocno narażone na skutki zmian klimatycznych (zwłaszcza podnoszenie się poziomu mórz), to jednocześnie zapewniają stosunkowo dobre warunki życia oraz duże możliwości zatrudnienia.



Ryc. 2.9. Zmiany liczby ludności w Stanach Zjednoczonych w latach 2000-2016 w podziale na hrabstwa
 Źródło: Portal internetowy Metropolitalnej Komisji Transportowej zatoki San Francisco
 (dostęp dnia 06.03.2020) dostępny online pod adresem <https://mtc.ca.gov/tools-and-resources/digital-library/map-month-september-2017-population-growth-variation-across-us>



Ryc. 2.10. Zmiany populacji w jednostkach samorządu terytorialnego w Europie w latach 2010-2011
 Źródło: Portal internetowy BBSR (dostęp dnia 06.03.2020) dostępny online pod adresem:
https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Home/Topthemen/bevoelkerung_europa.html

2.1.4. Podsumowanie

Podsumowując wyniki zaprezentowanych analiz i prognoz związanych z globalnym ociepleniem oraz dynamiką demograficzną w skali świata, należy stwierdzić, że zmiana obecnego sposobu życia i kształtu jednostek osadniczych jest wprost niezbędna – niezależnie od podjętych działań mitygacyjnych i ograniczania emisji gazów cieplarnianych. Budowa pływających miast z pewnością nie rozwiąże wszystkich globalnych problemów, może jednak stanowić jeden z istotnych elementów nowego modelu funkcjonowania ludzkości. Implementacja jest wskazana przede wszystkim w dwóch typach regionów: po pierwsze tam, gdzie wzrost liczby ludności jest największy, a wzrost poziomu morza stawia pod znakiem zapytania bezpieczeństwo istniejących miast, po drugie: w atrakcyjnych gospodarczo metropoliach nadmorskich, gdzie presja inwestycyjna uzasadnia tworzenie nowych terenów pod zabudowę. W kontekście trendów migracyjnych warto jeszcze podkreślić, że pływające miasta, gdziekolwiek byłyby realizowane, powinny umożliwiać i wspomagać integrację osób wywodzących się z wielu różnych kultur i środowisk.

2.2. Wyzwania rozwojowe miast i obszarów nadmorskich

Zgodnie z przytoczonymi we wstępie prognozami demograficznymi, około roku 2050 w obszarach nadmorskich będzie żyło około miliarda osób. Trudno jednak zakładać, że wszystkie one będą się borykać z tymi samymi problemami. Zupełnie inaczej wygląda życie mieszkańców Kopenhagi czy Amsterdamu, a inaczej obywateli Bangladeszu lub Nigerii. Przed jeszcze innymi wyzwaniami stają społeczności małych państw wyspiarskich na Pacyfiku, którym grozi całkowite pochłonięcie przez podnoszące się morze. Także charakter sieci osadniczej nie jest bez znaczenia. Miasta o różnej wielkości i obszary wiejskie rozwijają się niemal całkowicie inaczej. Ze względu na temat pracy, a także biorąc pod uwagę uwarunkowania społeczno-ekonomiczne, obszarami nadmorskimi, które zostaną poddane bardziej wnikliwej analizie są: metropolie w krajach rozwiniętych, wielkie miasta w krajach rozwijających się oraz państwa wyspiarskie.

2.2.1. Metropolie nadmorskie w krajach rozwiniętych

Kraje wysoko rozwinięte, ze względu na stosunkowo korzystne położenie geograficzne (szczególnie państwa europejskie), są nieco mniej narażone na efekty zmian klimatycznych, a jednocześnie dysponują największymi możliwościami adaptacji i mitygacji. Mimo to stają w obliczu poważnych wyzwań rozwojowych związanych z przemianami współczesnego świata. W zakresie zmian klimatu dotyczą one przede wszystkim temperatur, gospodarki wodnej i bioróżnorodności. Globalny wzrost temperatur nakłada się na zjawisko miejskiej wyspy ciepła, przez co fale upałów dotkną szczególnie mocno obszary silnie zurbanizowane, pozbawione roślinności i pokryte ciemnymi materiałami, na przykład asfaltem. Gospodarka wodna jest utrudniona przez kilka zjawisk. Rosnąca częstotliwość i intensywność ulewnych deszczy oraz podnoszenie się poziomu mórz narażają miasta na powodzie o coraz większej skali, na które metropolie nie są przystosowane. Z drugiej strony zjawisko suszy dotyka coraz to

nowe regiony świata. Bioróżnorodność również jest zagrożona, zarówno przez zmiany klimatu, jak i pozyskiwanie nowych terenów pod zabudowę i infrastrukturę miejską (Kabisch, Korn, Stadler, Bonn, 2017).

Zmiany klimatyczne to tylko część problemów, z jakimi będą musiały sobie poradzić miasta nadmorskie w krajach rozwiniętych. Równie ważne są kwestie metabolizmu miejskiego, czyli wykorzystywania surowców przez miasta i ich mieszkańców. Obszary zurbanizowane zużywają ogromne ilości zasobów oraz produkują – wg niektórych ekspertów – aż 80% emisji CO₂ w skali globalnej. Także zagadnienia nierówności społecznych i ich wzrostu mają znaczący wpływ na jakość życia mieszkańców miast, dotykając szczególnie wrażliwych grup społecznych (Chelleri, Waters, Olazabal, Minucci, 2015). Wzrost cen gruntów, gentryfikacja, globalizacja i utrata lokalnej tożsamości, rosnąca presja inwestycyjna zaburzająca równowagę ekosystemów w strefie przybrzeżnej – są to wyzwania, z którymi borykają się miasta nadmorskie w całej Europie, a także w Stanach Zjednoczonych, Australii czy Japonii. Nie ulega jednak wątpliwości, że zlokalizowane w tych krajach najbogatsze metropolie na świecie, posiadając największe możliwości działania (nie tylko finanse, ale też wiedzę ekspercką i świadomość społeczną), mogą – i powinny – wyznaczać kierunki przemian.

2.2.2. Wielkie miasta nadmorskie w krajach rozwijających się

Obszary zurbanizowane w strefie nadmorskiej krajów rozwijających się borykają się z podobnymi problemami, co ich odpowiedniki w bogatszych regionach świata. Pomimo niewątpliwych zagrożeń, jakie niosą ze sobą katastrofa klimatyczna i podnoszenie się poziomu mórz, pozostają atrakcyjnym celem migracji wewnątrz państw. Powoduje to liczne problemy, wśród których należy wymienić: osiadanie gruntów związane z powstawaniem nowej zabudowy, zanieczyszczenia wód gruntowych i powierzchniowych, niszczenie naturalnych ekosystemów (w tym szczególnie cennych raf koralowych, obszarów podmokłych i mangrowców) oraz rosnące ryzyko powodzi i zalewania. Ostatni z wymienionych problemów dotyczy najbardziej ubogie społeczności – ludzi, którzy są gotowi wiele zaryzykować, szukając poprawy swojej sytuacji życiowej (IHDP, 2015). Inne kwestie problemowe to między innymi zanieczyszczenie powietrza, związane z dużą liczbą samochodów, wytwarzaniem energii z paliw kopalnych i produkcją przemysłową, nieodpowiednia i niewydolna gospodarka odpadami, nierówności społeczne i kontrasty ekonomiczne, niewystarczająca infrastruktura techniczna i społeczna czy wzrost przestępczości. Należy przy tym zwrócić uwagę, że wszystkie te zjawiska będą narastać wraz ze zwiększającym się nasileniem zmian klimatycznych i procesów migracyjnych oraz pogłębianiem się nierówności społecznych (w przypadku kontynuacji dotychczasowego neoliberalnego modelu gospodarki).

Sztandarowym przykładem gwałtownie rozrastającego się miasta jest nigeryjskie Lagos. Odznacza się przede wszystkim dużą liczbą ludności: w 2018 roku szacowano ją na 26 milionów, a przyrost na 3 tysiące osób dziennie. Prognozuje się, że populacja może osiągnąć 80 milionów pod koniec XXI wieku, czyniąc Lagos największym miastem świata. Współczynnik

dietności jest równy 4, który jest niższy od średniej wartości dla Nigerii (6), ale dużo wyższy niż w krajach rozwiniętych. Gospodarka plasuje miasto na czwartym miejscu w Afryce; jest ono zdecydowanie dominującym ośrodkiem w skali kraju. Główne wyzwania dotyczą odporności miasta na zmiany klimatu oraz jakości życia i zapewnienia odpowiednich warunków do zamieszkania imigrantom. Średnia oczekiwana długość życia w Lagos w roku 2016 wynosiła zaledwie 54 lata. Jedynie 33% populacji mieszka w dobrych warunkach, tyle samo ma dostęp do wodociągów. Zaopatrywane w energię jest 60% populacji, ale w tym 80% - poniżej 4 godzin dziennie. Lagos leży bezpośrednio nad Oceanem Atlantyckim, na terenach dawnych słonych mokradeł, które zostały utwardzone i przekształcone przez postępującą urbanizację. Sprawia to, że mieszkańcy miasta są coraz bardziej narażeni na skutki powodzi, fal upałów i innych zjawisk (Lagos State Resilience Office, 2020).

2.2.3. Państwa wyspiarskie

Małe państwa wyspiarskie należą do grona krajów najbardziej narażonych na efekty katastrofy klimatycznej. Wpływa na to kilka czynników: mała powierzchnia lądowa i niewielkie wyniesienie nad powierzchnię morza przy jednoczesnym otoczeniu przez bardzo rozległe akweny, izolacja geograficzna przy jednoczesnych silnych relacjach zewnętrznych w zakresie gospodarki, wysoka i wciąż rosnąca gęstość zaludnienia, słabo rozwinięta infrastruktura oraz niewystarczający kapitał finansowy i społeczny. Szczególnej uwagi wymaga kwestia dostępu do wody pitnej, której zasoby będą się kurczyć. Jednocześnie nasilające się sztormy i związane z nimi powodzie mogą dokonywać poważnych zniszczeń – zwłaszcza biorąc pod uwagę niską wytrzymałość lokalnej infrastruktury, z której ogromna większość lokalizuje się na obszarach nisko położonych, w bezpośrednim sąsiedztwie brzegu. Z tego też powodu możliwe jest, że kraje te staną się praktycznie niezdatne do zamieszkania dużo wcześniej, niż całkowicie pochłonie je podnoszące się morze. Samo zniknięcie wysp z mapy wydaje się być najbardziej prawdopodobnym scenariuszem, na który ich władze i mieszkańcy muszą się przygotować (Stoutenburg, 2015).

2.2.4. Podsumowanie

Można zaryzykować twierdzenie, że w obszarach nadmorskich skupiają się jak w soczewce najpoważniejsze wyzwania rozwojowe współczesnego świata – zmiany klimatyczne, podnoszenie się poziomu mórz, migracje międzynarodowe i wewnętrzne, niekontrolowana urbanizacja, gentryfikacja i masowa turystyka. Zmierzenie się z nimi wymaga przekrojowych strategii obejmujących różnorodne zagadnienia i dopasowanych do lokalnych uwarunkowań. Jedną z potencjalnych dróg rozwoju jest wobec tego budowa pływających miast, lecz na pewno nie rozwiąże to wszystkich problemów obszarów nadmorskich. Co ważne, wszystkie przyszłe rozwiązania muszą być odważne i wybiegać w przyszłość. Widać bowiem wyraźnie, że dotychczasowe metody okazały się niewystarczające i na pewno takie nie będą, biorąc pod uwagę fakt, że wszystkie opisane procesy przemian będą nasilać się i przyspieszać w nadchodzących latach.

2.3. Budownictwo na wodzie – stan aktualny

Mimo, że pływające miasta w sensie ścisłym dotychczas jeszcze nie powstały, w wielu miejscach na świecie można obserwować różnorodne formy osadnictwa i zabudowy na styku lądu i morza, o różnych skalach, formach i funkcjach. Są to więc między innymi sztuczne wyspy, łódzie mieszkalne i pływające domy. Analiza tych realizacji może przyczynić się do lepszego zrozumienia tego, gdzie i w jakiej formie powinny powstać pływające miasta przyszłości oraz jakie narzędzia można wykorzystać przy ich realizacji.

2.3.1. Sztuczne wyspy

Sztuczne wyspy są jednym z podstawowych sposobów zwiększania powierzchni pod zabudowę i inwestycje w regionach nadwodnych. Najwięcej realizacji przyniósł XXI wiek, jednak sam pomysł budowania nowego lądu ma długą historię. W Szkocji, Irlandii i Walii odnaleziono tysiące sztucznych wysp, zwanych *crannogs*, których powstanie datuje się na okres neolitu, czyli czwarte tysiąclecie przed naszą erą. Konstrukcje te, budowane z ogromnych głazów, służyły zapewne obrzędowi religijnym lub innym celom ważnym dla społeczności prehistorycznych (Dockrill, 2019).

Dopiero jednak rozwój nowoczesnych technologii pozwolił na o wiele bardziej rozbudowane realizacje, umożliwiające kreowanie szerokiego programu funkcjonalnego. Sztuczne wyspy służą więc do zamieszkania, pracy, korzystania z usług jak i rekreacji oraz jako atrakcje turystyczne. W realizacji przodują zamożne metropolie arabskie i azjatyckie, a od niedawna także europejskie. Reprezentatywnymi przykładami sztucznych wysp są Palm Jumeirah w Dubaju oraz niezrealizowany jeszcze projekt Holmene w Kopenhadze, interesujące także ze względu na występujące między nimi różnice.

Palm Jumeirah, nazywana przez swoich budowniczych „ósmym cudem świata”, to sztuczna wyspa o kształcie liścia palmowego wpisanej w elipsę o wymiarach 4,5 x 5,5 km. Została usypana z 94 milionów metrów sześciennych piasku, przesyłanego podwodnymi rurociągami z dna Zatoki Perskiej. (Piasek możliwy do pozyskania z pustyni okazał się zbyt drobnziarnisty). Materiał osadzano przy wykorzystaniu nadajników GPS, umożliwiających osiągnięcie dokładności co do centymetra. Następnie stabilizowano i ubijano piasek, używając wibracji, celem zwiększenia jego gęstości. Aby zabezpieczyć całość przed oddziaływaniem fal morskich, Palm Jumeirah otoczono falochronem zbudowanym z 5,5 miliona metrów sześciennych skał. Specyficzna forma przestrzenna wyspy (ryc. 2.11) groziła ograniczeniem przepływu wody i zanieczyszczeniem, zwłaszcza w wąskich i długich zatokach wewnątrz „liścia”. Dlatego też w obrębie falochronu umieszczono dwie przerwy, umożliwiające lepszą cyrkulację (Withers, 2020).



Ryc. 2.11. Palm Jumeirah w trakcie budowy. Źródło: fotografia opublikowana w serwisie internetowym The Pinnacle List (dostęp dnia 26.03.2020), dostępna online pod adresem: <https://www.thepinnaclelist.com/articles/uae-real-estate-exploring-7-of-the-most-expensive-luxury-neighbourhoods-in-dubai/attachment/01-palm-jumeirah-island-dubai-united-arab-emirates/>

Palm Jumeirah powstała jako inwestycja prywatna, zarządzana przez dewelopera Al. Nakheel Properties. Taka forma zarządzania implikuje, że przedsięwzięcie jest przede wszystkim nastawione na zysk – mimo, że Nakheel jest spółką zależną państwa. Program funkcjonalny wyspy obejmuje hotele, handel, gastronomię i inne usługi, skupione w bardziej intensywnej zabudowie wzdłuż centralnej osi, oraz osiedla willowe na bocznych odnogach. Szczyt falochronu także jest zabudowany – znajdują się tam ośrodki wypoczynkowe, pola golfowe i inne prestiżowe inwestycje. Układ transportowy opiera się przede wszystkim na ruchu samochodowym, jak w całym mieście; wzdłuż „pnia” ciągnie się ośmiopasmowa droga szybkiego ruchu. Funkcjonuje jednak również komunikacja zbiorowa: przez środek Palm Jumeirah biegnie linia kolei jednoszynowej Palm Monorail, łącząca krawędź podmorską wyspy i falochron z lądową częścią Dubaju. Oprócz tego funkcjonuje także kilka linii autobusowych. Wyspa ma z założenia zapewnić miejsce dla 120 tysięcy mieszkańców i pracowników, oraz około 20 tysięcy turystów rocznie – wpisuje się to w strategię rozwoju krajów arabskich, które poszukują alternatywnych źródeł dochodu po wyczerpaniu zapasów ropy naftowej.

Realizacja tak dużej inwestycji jest z pewnością imponującym osiągnięciem inżynierskim, nie odbyła się jednak bez problemów. Duże wątpliwości budziła od początku sytuacja robotników. Większość z nich pochodziła z Indii i Bangladeszu. Mieszkali w obozach na pustyni i codziennie byli dowożeni autobusami do pracy. Żyli w bardzo ciasnych i przepełnionych pomieszczeniach, pracowali w wyjątkowo ciężkich warunkach, często opóźniano wypłaty pensji. Odzwierciedleniem ich sytuacji może być fakt, że w samym tylko 2006 roku 100 z nich popełniło samobójstwo. Wielu popadło w alkoholizm, próbując w jakiś sposób poradzić sobie z trudną sytuacją życiową. Mieszkańcy Palm Jumeirah funkcjonują

w zupełnie innej rzeczywistości, chociaż także ich życie na wyspie nie jest wolne od problemów. Po oddaniu pierwszych budynków, w roku 2008, donosili o trudnościach, na jakie napotkali – wille okazały się dużo bardziej stłoczone niż w folderach reklamowych, brakowało drzew, a klimatyzacja była dodatkowo płatna i bardzo kosztowna (podczas gdy w lokalnych warunkach klimatycznych jest praktycznie niezbędna do normalnego funkcjonowania) (Booth, 2008).

Kolejnym ważnym zagadnieniem jest oddziaływanie Palm Jumeirah (i sztucznych wysp w ogóle) na środowisko przyrodnicze strefy przybrzeżnej. Wątpliwości wzbudza fakt, że spółka Nakheel jest powiązana z rządem Zjednoczonych Emiratów Arabskich, dlatego też badania wpływu na środowisko nie były pełne i należy się raczej oprzeć na opiniach niezależnych ekspertów. Twierdzą oni, że deweloper nie przestrzegał międzynarodowych ani regionalnych standardów środowiskowych. W kontekście powiązań z władzami państwowymi fakt ten wydaje się szczególnie bulwersujący. Oddziaływanie na ekosystemy realizacji Palm Jumeirah jest niepokojące. Już samo pozyskiwanie materiału z dna morza było niebezpieczne dla ekosystemów. Dorowadziło do utraty środowiska życia wielu gatunków, między innymi miejsc lęgowych ryb i skorupiaków. Ponadto zmniejszyła się przejrzystość wody w wyniku podnoszenia się osadów dennych i zwiększonej sedymentacji. Natomiast powstanie wyspy miało następujące efekty: zagrożenie dla wędrownych ptaków, zniszczenie pokrywy koralowej, zmiany w przepływie wody morskiej w Zatoce i struktury dna, utrata cennego ekosystemu w którym funkcjonowało kilkaset gatunków ryb i innych stworzeń morskich, między innymi żółwi. Ponadto naukowcy zwrócili uwagę, że powstanie wyspy zmniejszyło odporność klimatyczną regionu poprzez powstanie kolejnej miejskiej – nomen omen – wyspy ciepła i wzrost ryzyka wystąpienia burz piaskowych (Ghaffari, Habibzadeh, Asfad, Mousazadeh, 2017).

Druga z analizowanych inwestycji, Holmene, to projekt przygotowany przez firmę Urban Power na zlecenie gminy Hvidovre, położonej w obszarze metropolitalnym Kopenhagi. Na razie pozostaje na etapie planowania. Projekt obejmuje dziewięć sztucznych wysp o łącznej powierzchni 3 kilometrów kwadratowych u wybrzeży Zelandii, 12 km na południowy zachód od centrum miasta. Docelowy wygląd wysp przedstawia model opracowany przez Urban Power (ryc. 2.12.). Realizacja Holmene jest zakładana na lata 2022-2040. Podział inwestycji na 9 wysp ułatwia jej etapowanie; pierwsza część ma być ukończona już w 2028 roku. Program funkcjonalny obejmuje przede wszystkim przestrzeń dla nowoczesnego przemysłu, dlatego Holmene bywa nazywane „Duńską Doliną Krzemową”. W założeniu na wyspach ma znaleźć pracę 12 000 osób zatrudnionych w niemal 400 przedsiębiorstwach w sektorach zielonych technologii, medycyny, biotechnologii, farmacji i innych innowacyjnych dziedzinach, które sami projektanci określają jako jeszcze nieznanne. Taka struktura zatrudnienia wpisuje się w strategię metropolii i władz krajowych, które liczą na przyciągnięcie wykwalifikowanej siły roboczej oraz nowych przedsiębiorstw do Kopenhagi. Budowa wysp ma być wsparta przez prywatne i publiczne programy szkoleniowe i pozyskiwanie pracowników z zagranicy (Hvidovre Kommune, 2019).



Ryc. 2.12. Wizualizacja projektu Holmene

Źródło: Grafika wykonana przez firmę Urban Power opublikowana w serwisie The Guardian (dostęp dnia 27.03.2020) dostępna online pod adresem: <https://www.theguardian.com/cities/2019/mar/06/artificial-archipelago-copenhagen-plans-floating-silicon-valley>

Niewątpliwym atutem projektu jest uwzględnienie kwestii przyrodniczych, widoczne w kilku elementach. Holmene zapewni 700 tysięcy metrów kwadratowych terenów zielonych i przestrzeni rekreacyjnych, w tym plaże, trasy biegowe i rowerowe, przestrzenie do uprawiania sportów wodnych, wieżę do obserwacji zwierząt i wystawy edukacyjne. Ponadto część wybrzeży i kilka małych wysepek ma być zupełnie niedostępnych dla ludzi, zapewniając dobre warunki do życia dla zwierząt i roślin. Co istotne, centralna wyspa ma pomieścić elektrownię produkującą prąd z odpadów. W połączeniu z innymi urządzeniami w obrębie inwestycji, między innymi farmami wiatrowymi, ma się to przyczynić do redukcji emisji CO₂ o 70 000 ton w skali roku i produkcji 300 tysięcy MWh czystej energii. Taka ilość odpowiada 1/4 zapotrzebowania na prąd całej metropolii. Jeszcze jednym założeniem, na które warto zwrócić uwagę, jest wpływ wysp na redukcję zagrożenia powodziowego poprzez stworzenie swoistej bariery (Hvidovre Kommune, 2019).

Holmene, jak każdy duży projekt w przestrzeni miejskiej, wywołuje dyskusje i kontrowersje. Zaniepokojeni są przede wszystkim okoliczni mieszkańcy. Obawiają się zwiększonego ruchu – już dziś dojazd z południowych przedmieść do Kopenhagi jest bardzo trudny. Tymczasem nowe powiązania transportem zbiorowym między miastem a Holmene są dopiero w fazie planowania. Niepokój mieszkańców Hvidovre budzi również kwestia wpływu nowej inwestycji na środowisko. Podnoszą się także głosy sprzeciwu przeciwko koncentracji całej działalności gospodarczej i lokalizowania nowych miejsc pracy w stolicy. Prowadzi to z jednej strony do przeludnienia obszaru metropolitalnego i wzrostu cen nieruchomości,

którego konsekwencjami są gentryfikacja i segregacja społeczna, a z drugiej – do dalszej stagnacji i depopulacji obszarów wiejskich (Orange, 2019).

Analiza dwóch wspomnianych przykładów oferuje pewne wnioski odnośnie realizacji dużych inwestycji w strefie przybrzeżnej. Jeżeli chodzi o cechy wspólne obu projektów, wydaje się, że można je rozciągnąć na większość – o ile nie wszystkie – podobne projekty. Widać więc zaangażowanie sektora publicznego, albo bezpośrednio, w której występuje on jako inwestor, albo jedynie jako udzielającego aprobaty i nadzorującego inwestycję jako kluczową z punktu widzenia samorządu lokalnego i władz państwowych. Można też zaobserwować, że realizacja sztucznych wysp w obu państwach wpisuje się w ogólnokrajowe trendy i strategie rozwoju, będąc ich uzupełnieniem, a także swego rodzaju symbolem. Z kolei różnice między Palm Jumeirah a Holmene, wynikają głównie z różnic między państwami, w których inwestycje są realizowane. O ile więc w Dubaju nastawiono się przede wszystkim na zysk ekonomiczny i stworzenie prestiżowej oferty skierowanej do najbogatszych, o tyle w Danii położono nacisk również na kwestie środowiskowe i innowacje technologiczne.

2.3.2. Pływające domy

Budowa pływających domów wydaje się być racjonalnym uzupełnieniem środków adaptacyjnych w nisko położonych regionach nadmorskich oraz na obszarach zalewowych. Pozwala mieszkańcom lepiej sobie radzić z podnoszeniem się poziomu mórz oraz powodziami, których częstotliwość i nasilenie będą niestety wzrastać. Tego typu inwestycje, ze względu na dużo mniejszą skalę niż pływające miasta, posiadają o wiele większy potencjał realizacyjny i powstają w wielu częściach świata jako realne obiekty, a nie tylko plany i koncepcje.

Ze względu na konstrukcję i sposób funkcjonowania pływające domy można podzielić na trzy zasadnicze typy: właściwe pływające budynki (ang. *floating*), „amfibialne” (ang. *amphibious*) oraz „mające możliwość unoszenia się na wodzie” (ang. *floatable*). Do każdego z wymienionych rodzajów można już podać istniejące realizacje. Domy typu *floating* charakteryzują się tym, że swobodnie unoszą się na powierzchni wody, są zakotwiczone w jednym miejscu i nie posiadają urządzeń umożliwiających przemieszczanie się. Przeważnie są podłączone do infrastruktury technicznej znajdującej się na lądzie lub posiadają instalacje umożliwiające samowystarczalność. Budynki mieszkalne określane jako *amphibious* stoją na ziemi lub konstrukcji wznoszącej się ponad poziom wody i w normalnym stanie zachowują się jak zwykłe budynki. Są jednak wyposażone w pływające fundamenty, które umożliwiają podnoszenie się w wypadku powodzi i wzrostu poziomu wody. Umieszczone w nich pionowe kolumny uniemożliwiają dryfowanie, zapewniając jednocześnie dostęp do mediów. Dostać się do budynku można zarówno od strony lądu, jak i wody, pieszo, samochodem, rowerem lub łodzią. Trzeci rodzaj, domy *floatable*, są bardzo podobne do amfibialnych, jednak ich cechą charakterystyczną stanowi fakt, że są osadzone na powierzchni ziemi i z zewnątrz wyglądają zupełnie zwyczajnie. Posiadają również możliwość unoszenia się na wodzie i są postawione na kolumnach o teleskopowej budowie, co uniemożliwia zdryfowanie (Moon, 2015).

Sztandarowym przykładem realizacji nadwodnego budownictwa jest osiedle IJburg we wschodniej części Amsterdamu. Jego ważnym elementem jest osiedle 55 pływających domów (typu *floating*), zaprojektowane przez biuro Marlier Rohmer Architects & Planners. Znajduje się na niewielkim akwenu otoczonym groblami i sztucznymi wyspami. Zbiornik ten ma połączenie z pobliskim jeziorem IJmeer przez jedną śluzę, co poważnie zmniejsza falowanie i zmiany poziomu wody, zwiększając tym samym bezpieczeństwo osiedla. Domy skupione są wokół kilku pomostów; każdy posiada betonowy fundament w kształcie tuby, zagłębionej około 1,5 m w dno i system dwóch kotwic. Same budynki opierają się na lekkiej stalowej konstrukcji w modułowym układzie. Architektura jest prosta i na wskroś nowoczesna (ryc. 2.14.). Standardowa wersja ma trzy kondygnacje, jednak istnieje duża dowolność w zakresie rozmiarów i form. (Slessor, 2013).



Ryc. 2.13. Pływające domy w IJburgu w Amsterdamie

Źródło: Fotografia Teake Zuidema opublikowana w serwisie Nexus Media News (dostęp dnia 07.04.2020), dostępna online pod adresem: <https://nexusmedianews.com/the-dutch-plan-to-beat-climate-change-photos-6f96c1e288e9>

Bardzo ciekawy przykład budynku typu *floatable* stanowi realizacja projektu Morphosis Architects – The FLOAT House, zbudowany w Nowym Orleanie. Miasto zostało bardzo poważnie dotknięte przejściem huraganu Katrina w 2005 roku: przerwanie wałów przeciwpowodziowych, zalanie dużych obszarów miasta, zniszczenie budynków i infrastruktury, straty w ludziach – to wszystko skłoniło mieszkańców i władze do poszukiwania rozwiązań zwiększających odporność zabudowy na gwałtowne zjawiska klimatyczne. FLOAT House odpowiada właśnie na te wyzwania. Jego projekt i realizacja zostały sfinansowane przez fundację Brada Pitta Make It Right, jako element działań na rzecz odbudowy Nowego Orleanu po zniszczeniach związanych z huraganem Katrina. Jest zlokalizowany w dzielnicy Lower Ninth Ward, która najbardziej ucierpiała. Wygląd budynku nawiązuje do tradycyjnej miejscowej architektury, ma jednak nowoczesny charakter. Materiały konstrukcyjne to pianka polistyrenowa i beton wzmocniony włóknem szklanym. Ściany są stosunkowo wytrzymałe, i chociaż budynek nie gwarantuje bezpieczeństwa podczas huraganu, projekt zakłada

minimalizację strat. Wszystkie instalacje znajdują się w podstawie, która pełni dodatkowo rolę pływającej platformy. Tym, co wyróżnia FLOAT House, jest jego modułowa konstrukcja i oparcie o masowo produkowane prefabrykаты. Ma to w założeniu znacząco zmniejszyć koszty produkcji, a co za tym idzie, uczynić dom dostępnym cenowo dla osób mniej zamożnych. Dodatkowo, budynek może do pewnego stopnia być samowystarczalny w zakresie produkcji energii, gromadzenia wody deszczowej i ogrzewania (Alarcon, 2012).



Ryc. 2.14. The FLOAT House w Nowym Orleanie

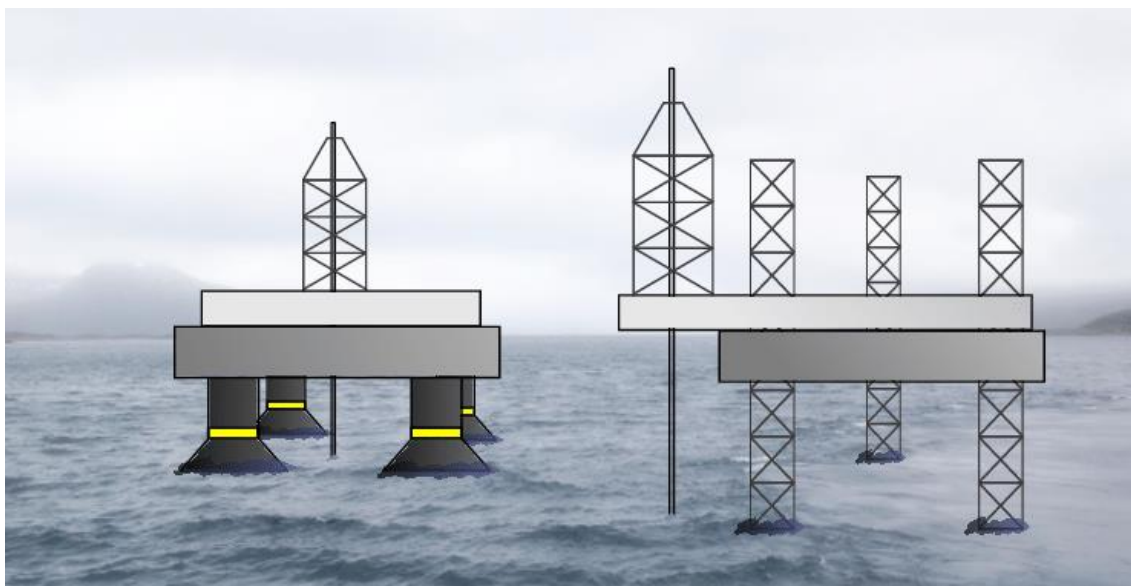
Źródło: Fotografia Iwana Baana opublikowana w serwisie ArchDaily (dostęp dnia 07.04.2020), dostępna online pod adresem: <https://www.archdaily.com/259629/make-it-right-house-morphosis-architects>

2.3.3. Pływające megastruktury

Pływające megastruktury (ang. *Very Large Floating Structures*, w skrócie VLFS) to zbiorcze pojęcie używane do określenia sztucznych fragmentów lądu unoszących się na powierzchni morza. Można je zasadniczo podzielić na dwa typy: jedne z nich są osadzone na palach – ten rodzaj nadaje się zwłaszcza do realizacji na akwenach o dużym falowaniu, drugie spoczywają na powierzchni wody, a realizuje się je raczej w zatokach, portach i lagunach, w miejscach osłoniętych od wiatru. Pierwsze pomysły na tego typu realizacje pojawiły się już w latach 20. XX wieku, kiedy Edward Armstrong zaproponował budowę pływających platform w charakterze miejsc przystankowych dla samolotów latających nad oceanem. Zrezygnowano z tego jednak, kiedy w 1927 roku Charles Lindbergh przeleciał nad Atlantykiem bez zatrzymania. Później VLFS pojawiały się w czasie II wojny światowej, także jako narzędzia militarne – głównie w formie planów. Dopiero lata 70. przyniosły powrót pływających megastruktur i projekt nowego lotniska w Kansai – ostatecznie zrealizowany w innej formie. Japończycy kontynuowali jednak swoje badania, co zaowocowało między innymi powstaniem Mega Float w Zatoce Tokijskiej w 1995 roku. Jest to kilometrowej długości konstrukcja służąca do testowania różnych projektów VLFS (Wang, Tay, 2011)

Od lat 90. tempo prac nad pływającymi megastrukturami znacząco wzrosło. Inwestycje tego typu powstały (lub są w trakcie realizacji) w różnych częściach świata. Pełnią też bardzo zróżnicowane funkcje. Mimo, że nie są pływającymi miastami w ścisłym znaczeniu, z pewnością mogą posłużyć za bardzo cenne prototypy czy też swoiste „poligony doświadczalne” do testowania nowych rozwiązań technologicznych.

Najbardziej rozpowszechnionym typem pływających megastruktur są platformy wiertnicze. Pierwsza z nich powstała w roku 1947 w Zatoce Meksykańskiej, a obecnie funkcjonuje ich już kilkanaście tysięcy (van Elden, Meeuwig, Hobbs, Hemmi, 2019). Dzięki rozwojowi technologii, zwiększonemu zapotrzebowaniu na ropę oraz ze względu na wyczerpywanie się eksploatowanych obecnie złóż, platformy wiertnicze powstają coraz dalej od stałego lądu. Do inwestycji na głębokich wodach powszechnie stosuje się konstrukcję półzatapialną (ang. *semi-submersible*). Polega ona na tym, że platforma nie jest przymocowana do dna, ale unosi się na pływającej konstrukcji, która jest w większości zanurzona pod wodą. Dzięki temu nie trzeba budować kolumn wbijanych w dno, co na dużych głębokościach podnosiłoby znacząco koszty inwestycji. Całość może być dodatkowo napelniana balastem i opróżniana. Wysokość kolumn zależy przede wszystkim od falowania na danym akwenie i jest obliczana w taki sposób, żeby górna część platformy zawsze była nad powierzchnią wody. Z kolei pływające platformy oparte na kolumnach, budowane na płytszych zbiornikach, są osadzone w dnie, ale dzięki odpowiedniej budowie podpór mogą także zmieniać swoją wysokość nad poziomem wody (ryc. 2.16.). (Sharma, Kim, Sha, Misra, 2011). W dobie zmian klimatycznych wydobycie ropy naftowej staje pod znakiem zapytania, a dla wycofywanych z użytku platform wiertniczych poszukuje się nowych zastosowań. Jednym z nich jest funkcja ekologiczna – na podporach osadzają się organizmy takie jak koralowce czy gąbki, a sama przestrzeń pod platformami służy za schronienie dla wielu gatunków zwierząt (van Elden, Meeuwig, Hobbs, Hemmi, 2019). W odniesieniu do pływających miast przyszłości zasadne wydaje się także rozpatrzenie kwestii przydatności nieużywanych platform dla potrzeb osadnictwa.



Ryc. 2.15. Uproszczone przekroje konstrukcji platformy pływającej półzatapialnej (po lewej) i opartej na kolumnach (po prawej) Źródło: Rozprawa doktorska Andersa Willersruda: Model-based diagnosis of drilling incidents. Norweski Uniwersytet Nauki i Technologii w Trondheim, 2015

Kolejną z typowych funkcji VLFS jest szeroko rozumiany transport. Powstają więc na przykład mosty unoszące się na wodzie, a także pływające lotniska. Ciekawą realizacją tego typu infrastruktury jest most Nordhordland w Norwegii, wybudowany w latach 1991-1994. Za projekt odpowiada spółka Aas-Jakobsen. Most łączy on dwa brzegi fiordu Salhus w miejscu szerokim na 1300 i głębokim na 500 m. Składa się z dwóch części: pływającej o długości 1246 m, i podwieszanej o długości 172 m. Most linowy opiera się na jednym pylonie, osadzonym na brzegu fiordu. Z kolei część pływająca unosi się dzięki 10 pontonom wykonanym z lekkiego, ale bardzo wytrzymałego betonu. Z jednej strony zakotwiczono ją bezpośrednio do brzegu, z drugiej – do skrzyni kesonowej wbitej w dno na głębokości 30 m. Przęsła wykonano ze stalowej kratownicy o wysokości 5,5 m (Aas-Jakobsen). Z kolei w Indonezyjskim mieście Semarang powstał pływający terminal lotniska o łącznej powierzchni prawie 60 000 metrów kwadratowych. Wybudowano go w technologii PVD (ang. *prefabricated vertical drain*), czyli na prefabrykowanych pionowych filarach wbitych w dno morza. Budynek ma 3 kondygnacje mieszczące halę przylotów i odlotów, system odbioru bagażu, strefę usługową i salę wystawową. W projekcie położono nacisk na kwestie środowiskowe, dlatego obejmuje on dodatkowe rozwiązania proekologiczne, w tym plantację mangrowców. Terminal pozwala na jednoczesną obsługę 13 samolotów (Airport Technology).

Niektóre pływające megastruktury pełnią funkcję rozrywkową. Jedną ze sztandarowych realizacji tego typu jest The Float at Marina Bay – pływająca scena i stadion piłkarski w Singapurze, ukończony w 2007 roku (ryc. 2.16.). Unosząca się na piętnastu wielkich pontonach platforma ma 120 m długości i 83 m szerokości. Ciekawostką jest jej elastyczność i możliwość zmian układu; poszczególne elementy można oddzielać od siebie i zestawiać w dowolnej konfiguracji. Kluczową rolę pełnią połączenia. Są to stalowe ramy zamocowane do romboidalnych płyt umieszczonych w narożach pontonów, gwarantujące dużą wytrzymałość. Stabilność konstrukcji zapewnia także bardzo mały stosunek głębokości do powierzchni oraz duża nośność. (Warto przy tym zaznaczyć, że lokalizacja w osłoniętym akwenie wewnątrz miasta znacząco ogranicza wpływ niekorzystnych czynników zewnętrznych, takich jak falowanie). The Float jest w stanie utrzymać 9 000 osób, 200 ton wyposażenia scenicznego i trzy 30-tonowe pojazdy. Konstrukcja jest wykorzystywana jako scena plenerowa oraz stadion piłkarski z trybuną na nabrzeżu mogącą pomieścić 30 000 osób. (Koh, Lim, 2015). Tymczasowość użytkowania okazała się jednak problemem na przestrzeni lat: niewystarczający dostęp do instalacji i urządzeń utrudniał organizację wielu imprez, z kolei ich przebieg ograniczał dostęp do nabrzeża, które jest jedną z popularniejszych przestrzeni publicznych Singapuru. Dlatego też władze chcą przekształcić The Float w stałą, wielofunkcyjną przestrzeń publiczną, która będzie użytkowana przez cały rok w ten sam sposób i dopełni program funkcjonalny okolicy oraz wizerunek miasta (Ministerstwo Rozwoju Narodowego Singapuru, 2019).



Ryc. 2.16. Pływający stadion piłkarski The Float at Marina Bay w Singapurze

Źródło: Fotografia Andrew McKinlaya opublikowana w serwisie stadiony.net (dostęp dnia 09.04.2020)
dostępna online pod adresem: http://stadiony.net/stadiony/sin/the_float_at_marina_bay

2.3.4. Podsumowanie

Budownictwo na wodzie staje się w ostatnich latach coraz bardziej popularnym zjawiskiem, zwłaszcza w zamożnych metropoliach nadmorskich. Wydaje się to być naturalną konsekwencją wzrostu cen gruntów i presji inwestycyjnej. Niektóre inwestycje powstają jako odpowiedź na zmiany poziomu wody, inne – ze względu na chęć uniknięcia uciążliwości wywoływanych przez funkcje przemysłowe i transportowe. Zabudowa na wodzie jest jeszcze przeważnie realizowana w małej skali, jednak zastosowane rozwiązania technologiczne stanowią cenną bazę dla planowania pływających miast przyszłości.

2.4. Budownictwo na wodzie – projekty i plany

Plany i projekty dotyczące budownictwa na wodzie są o wiele ambitniejsze niż obiekty dotychczas zrealizowane. Tworzą je czołowe biura projektowe świata. Chociaż wiele planów obejmuje w zasadzie powielanie już sprawdzonych rozwiązań, niektóre odważnie wybiegają w przyszłość. Na największą uwagę zasługują z pewnością te, które zakładają budowę dużych, wielofunkcyjnych struktur, częściowo lub nawet całkowicie samowystarczalnych (przynajmniej teoretycznie). Są to więc plany realizacji prawdziwych pływających miast.

2.4.1. Green Float

Jednym z najbardziej postępowych biur projektowych świata jest z pewnością Shimizu, założone w roku 1804 w Japonii. Obok tradycyjnych realizacji firma tworzy futurystyczne wizje

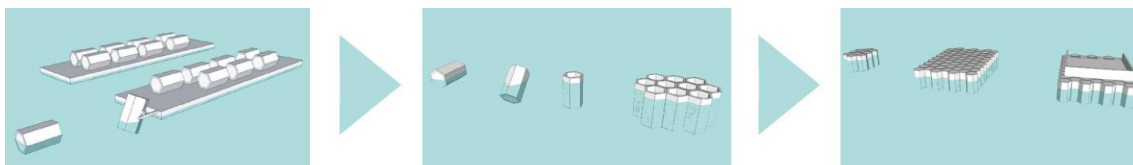
budynków i obiektów inżynierskich. Jeden ze sztandarowych awangardowych projektów stanowi Green Float: ekologiczne pływające miasto z gigantyczną centralną wieżą (ryc. 2.18.) proponowane do umieszczenia na wodach Oceanu Spokojnego, na samym równiku. Z założenia ma ono funkcjonować jak roślina: pozyskiwać energię z odnawialnych źródeł, pochłaniać dwutlenek węgla i być samowystarczalne w zakresie produkcji żywności. Jednocześnie jego specyficzna forma i umiejscowienie ma zagwarantować komfortowe i bezpieczne życie mieszkańcom. Centralnym punktem każdej kolistej wyspy jest wieża o wysokości kilometra, zapewniająca zarówno produkcję żywności jak i przestrzeń do zamieszkania, pracy i rozrywki (w górnej części, rozciągającej się na szerokość 1 km). Drugą formą osadnictwa ma być osiedle nad samym brzegiem morza, w którym mieszkańcy będą korzystać z domów jednorodzinnych, bliskości plaży i lasów. Krajobraz został zaprojektowany jako zróżnicowany i sprzyjający bioróżnorodności (Shimizu).



Ryc. 2.17. Wizualizacja Green Float

Źródło: Grafika wykonana przez Shimizu, opublikowana w serwisie internetowym firmy (dostęp dnia 21.04.2020), dostępna online pod adresem: <https://www.shimz.co.jp/en/topics/dream/content03/>

Jednym z dwóch podstawowych zagadnień, jakimi zajęli się projektanci Green Float, było zapewnienie bezpieczeństwa potencjalnym mieszkańcom i odpowiedniej nośności całej struktury miasta. Konstrukcja ma się opierać na sześciokątnych modułach wykonanych z uszlachetnionych stopów magnezu, które mają zapewnić lekkość i wytrzymałość. Ich wymiary określono następująco: średnica około 20 m, wysokość 50 m, masa od 5 do 7 tysięcy ton. Produkcję elementów zaplanowano na specjalnie do tego celu przygotowanych barkach, odpornych na oddziaływanie fal morskich. Każdy z modułów ma zostać częściowo napełniony wodą dla poprawy stabilności, a następnie wszystkie będą łączone dzięki ciśnieniu powstałemu przy usuwaniu wody, z dodatkowym zastosowaniem gumowych uszczelek i wzmocnieniem betonowymi elementami (ryc. 2.19.). Środkiem ochrony przed falami ma być z kolei elastyczna, a jednocześnie bardzo mocna membrana rozciągnięta na dnie morskim na zewnątrz miasta, działająca na podobnej zasadzie jak naturalnie występujące rewy lub budowane obecnie progi podwodne (Shimizu).



Ryc. 2.18. Etapy powstawania pływającej konstrukcji Green Float
Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów firmy Shimizu

Drugim podstawowym aspektem funkcjonowania Green Float jest zaopatrzenie w żywność i energię oraz zarządzanie odpadami. Miasto ma w założeniu działać w gospodarce o obiegu zamkniętym. Energia ma być pozyskiwana z elektrowni wiatrowych, słonecznych (naziemnych i satelitarnych), wykorzystujących energię falowania i różnice w temperaturze wody. Żywność ma być produkowana na samej wyspie i pozyskiwana z morza (przybrzeżne łowiska i sztucznie zarybiane zbiorniki); projektanci zakładają przetwarzanie wszystkich biodegradowalnych odpadów na kompost. Pozostałe odpady planuje się wykorzystywać powtórnie, aby ograniczyć zarówno zanieczyszczenia, jak i zużycie surowców. Zwarta i kompaktowa struktura miasta ma ograniczyć ekonomiczne i środowiskowe koszty transportu i dystrybucji. Co więcej, oddziaływanie Green Float na środowisko ma być wręcz pozytywne – projektanci chcą, aby wyspa pochłaniała więcej CO₂ i odpadów niż będzie produkować (Shimizu).

Projekt, chociaż przeznaczony do realizacji dopiero począwszy od roku 2030 (na razie trwają testy nad modelami w dużo mniejszej skali), spotkał się z pozytywnym odbiorem w wielu miejscach. Szczególne zainteresowanie wyraziły władze Singapuru, które intensywnie pracują nad sposobami zwiększenia terenów inwestycyjnych. Jednocześnie tamtejsze warunki naturalne sprzyjają potencjalnej realizacji Green Float (Punay, 2019).

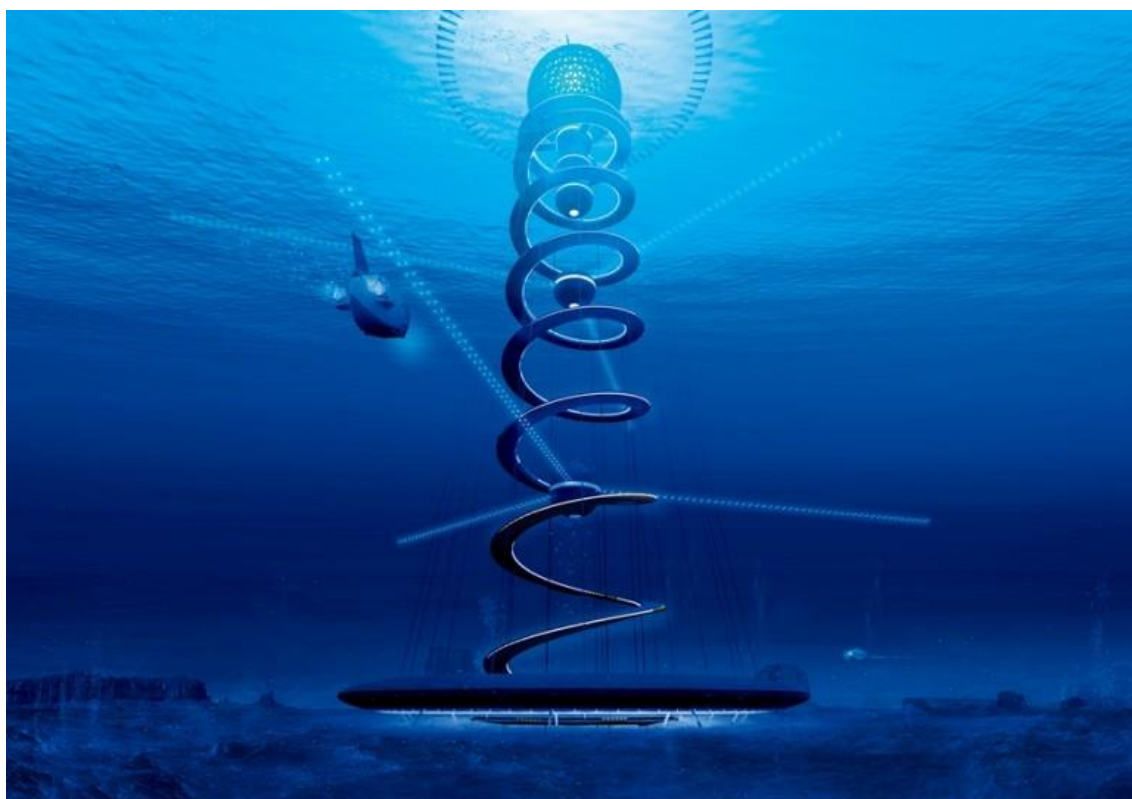
Wizja japońskiego biura stanowi z pewnością bardzo ciekawy materiał do badań nad przyszłością pływających miast. Przede wszystkim warto podkreślić przydatność proponowanych technologii. Sześciokątne moduły i ochrona przeciw falowaniu mogą stanowić bardzo dobrą bazę dla różnych pływających konstrukcji. Podobnie pomysł podniesienia miasta aż o 1000 metrów, co pozwala na uzyskanie sprzyjającej temperatury nawet w strefie równikowej. Także założenie dodatniego wpływu na środowisko przyrodnicze stanowi bardzo ciekawy pomysł, mimo że wydaje się to być trudne do wprowadzenia – zwłaszcza kwestie dotyczące gospodarki odpadami. Wizja pełnego recyklingu wciąż jest raczej odległa, chociaż niewątpliwie warto pracować nad jej wdrożeniem.

Kolejny problem stanowi kwestia społeczna, do której projektanci w ogóle się nie odnoszą. Nie wiadomo właściwie, kto będzie zamieszkiwał Green Float, jak będą rozwiązane zagadnienia finansowania czy własności. Budzi to uzasadnione pytania o kwestię dostępności planowanego miasta, jego mix społeczny oraz codzienne funkcjonowanie społeczności, która żyć będzie jednak w obcym, odizolowanym środowisku. Warto zwrócić uwagę na jeszcze jedną sprawę: autorzy dedykują projekt m. in. mieszkańcom małych państw

wyspiarskich, które mogą zostać całkowicie (nomen omen) zmyte z powierzchni ziemi. W jaki sposób jednak kraje te miałyby sfinansować budowę tak dużych pływających konstrukcji? Czy ich mieszkańcy odnaleźliby się w nowym środowisku miejskim, tak odmiennym od swoich dotychczasowych domów? Myśląc o miastach nie można zapominać o ludziach, którzy mają w nich mieszkać oraz o wzajemnym oddziaływaniu sfery społecznej i przestrzennej.

2.4.2. *Ocean Spiral*

Green Float nie jest jedynym projektem morskiego budownictwa w portfolio grupy Shimizu. Bardzo ciekawa jest wizja Ocean Spiral, wielkiego miasta w kształcie kuli, w większości zanurzonego w wodzie, połączonego z dnem oceanu gigantyczną spiralą pełniącą funkcję infrastruktury technicznej (ryc. 2.20.). W tej koncepcji autorzy chcą przede wszystkim zwrócić uwagę na niewykorzystany potencjał głębokich warstw oceanu, które mogą dostarczać różnorodnych surowców i zapewniają rozległe przestrzenie dla osadnictwa (Shimizu). Nie jest to typowe pływające miasto, jednak warto przyjrzeć się proponowanym rozwiązaniom – część z nich na pewno można wykorzystać w różnych formach osadnictwa na wodzie.



Ryc. 2.19. Wizualizacja projektu Ocean Spiral

Źródło: Grafika firmy Shimizu, opublikowana w serwisie divers24.pl (dostęp dnia 21.04.2020) dostępna online pod adresem: <https://divers24.pl/21138-ocean-spiral-podwodne-miasto-przyszlosci/>

Całe miasto ma składać się z kilku części o różnych funkcjach i kształtach. Pierwszą od góry jest „błękitny ogród” (ang. *blue garden*). Ma kształt kuli o średnicy 500 m, zbudowanej ze wzmocnionego betonu, do którego produkcji planuje się wykorzystanie odpadów

plastikowych. Wolne przestrzenie między elementami konstrukcyjnymi, mające kształt trójkątów o boku 50 m, zostaną wypełnione przezroczystymi akrylowymi płytami i wzmocnione dodatkowym półprzezroczystym stelażem z FRP (ang. *fiber reinforced polymers* – polimery wzmocnione włóknami). Bardzo ważnym elementem wzmacniającym będzie również centralna wieża. W dolnej części kuli planuje się umieszczenie balastu, używanego w dwojaki sposób. Po pierwsze jako stabilizatora pionowego położenia całej konstrukcji, a po drugie – w celu umożliwienia pionowego ruchu w zależności od potrzeb. Autorzy proponują zwiększenie zanurzenia w razie wystąpienia niekorzystnych warunków atmosferycznych i jego zmniejszenie w przypadku konieczności dokonania jakiejś naprawy lub konserwacji dolnych części konstrukcji. Wewnątrz błękitnego ogrodu mają znajdować się mieszkania, miejsca pracy i rozrywki. Autorzy projektu podkreślają możliwość rozwoju różnorodnych gałęzi gospodarki związanych z wykorzystaniem najgłębszych partii wód morskich – turystyki, eksploatacji zasobów, nauki czy energetyki (Shimizu).

Drugim elementem projektu jest sama spirala (ang. *infra spiral*). Ma ona łączyć zanurzone w wodzie miasto z dnem oceanu, sięgając nawet głębokości kilku tysięcy metrów. Zaprojektowano ją jako element spełniający funkcję infrastruktury technicznej – stąd angielska nazwa. Ma więc to być miejsce produkcji elektryczności i pożywienia, uzdatniania wody morskiej do wykorzystania przez ludność, a także korytarz transportowy, łączący górne miasto z ostatnią częścią – naziemną fabryką (ang. *earth factory*), czyli zlokalizowaną na dnie morskim stacją magazynującą i przetwarzającą emisje CO₂ oraz pozyskującą surowce (Shimizu).

Projekt Ocean Spiral z pewnością jest odważnym spojrzeniem w przyszłość (co zresztą wydaje się być cechą charakterystyczną opracowań Shimizu) i porusza bardzo interesujące zagadnienie: życie pod wodą i korzystanie z zasobów, jakich może dostarczyć głębokie morze. Warto się jednak zastanowić, czy skoro jest to sfera dotychczas nietknięta przez człowieka, nie byłoby lepszym rozwiązaniem pozostawienie jej w tym stanie – tutaj pewne wątpliwości budzi wzmianka o składowaniu CO₂ w głębokich warstwach oceanu. Mogłoby to zakłócić równowagę tego stosunkowo słabo zbadanego ekosystemu. Poza tym składowany w ten sposób gaz i tak ostatecznie przedostałby się do atmosfery. Osobnym zagadnieniem wymagającym głębszej analizy są, wspomniane już w odniesieniu do Green Float, kwestie społeczne i ekonomiczne.

2.4.3. *Blue Frontiers*

W 2017 roku projektanci z Blue Frontiers wykonali projekt pływających osiedli przeznaczonych do realizacji w rejonie Polinezji Francuskiej. Ten właśnie niewielki wyspiarski kraj, a w zasadzie terytorium zamorskie Francji, wybrano ze względu na kilka czynników. Najważniejszym z nich jest zagrożenie związane z podnoszeniem się poziomu morza, które zagraża fizycznemu istnieniu wysp. Warunki naturalne również są sprzyjające: wyspy oferują wiele osłoniętych od wiatru akwenów, łagodny, ciepły klimat oraz położenie z dala od stref huraganów. Inne korzystne uwarunkowania wiążą się z dostępem do infrastruktury:

połączeń lotniczych z wieloma dużymi ośrodkami oraz nowoczesnych sieci internetowych. Nie bez znaczenia jest stabilność instytucji państwowych i prawa (Blue Frontiers).

Projekt zakłada etapowanie – początkowo mają powstać niewielkie pływające osiedla, a w dalszej kolejności będą budowane większe jednostki i całe miasta. Planowane jest łączenie funkcji mieszkaniowych, biurowych, przemysłu, turystyki i rozrywki. Projektanci przewidują trzy rodzaje domów: apartamenty, bungalowy i wille, różniące się ceną, powierzchnią i docelowymi grupami odbiorców (ryc. 2.21.). Oficjalna strona internetowa Blue Frontiers podaje jedynie bardzo ogólnikowe informacje na temat wykorzystywanych technologii. Nie wiadomo, w jaki sposób zostaną wykonane i zabezpieczone platformy ani jakie materiały mają być użyte do budowy. Podane są natomiast informacje o produkcji elektryczności poprzez panele słoneczne i spalanie biomasy, o pozyskiwaniu wody deszczowej i skraplaniu pary wodnej z powietrza, a także o filtrowaniu ścieków i recyklingu odpadów. Nawet bardziej pobieżnie potraktowano kwestie ekologii i minimalizowania wpływu na środowisko (Blue Frontiers).



Ryc. 2.20. Wizualizacja pływającego osiedla Blue Frontiers wraz z lokalizacją i uproszczoną charakterystyką typów lokali mieszkalnych

Źródło: Infografika wykonana przez Blue Frontiers opublikowana w serwisie internetowym firmy (dostęp dnia 23.04.2020) dostępna online pod adresem: <https://www.blue-frontiers.com/en/infographic>

Niewielka skala projektu pozwala traktować go jako swego rodzaju prototyp lub formę osvajania mieszkańców Oceanii z wizją powstawania osadnictwa na wodzie, jednak współpraca projektantów z władzami układała się bardzo różnie. W 2017 roku podpisano porozumienie, w którym rząd Polinezji Francuskiej zlecił spółce wykonanie odpowiednich

studiów, co zresztą zostało zrobione jeszcze w tym samym roku (Blue Frontiers). Na oficjalnej stronie internetowej projektu nie ma żadnych informacji na temat dalszych losów przedsięwzięcia. Dlaczego? W marcu 2018 roku władze Polinezji Francuskiej wycofały się z umowy, uznając, że podpisane porozumienie nie jest dla nich wiążące. Przyczyniła się do tego przede wszystkim opinia publiczna. W postrzeganiu wielu osób nowe pływające osiedla mogłyby stać się „ciałem obcym” zupełnie niezwiązanym z resztą kraju – głównie ze względu na to, że w założeniu miały one być specjalną strefą ekonomiczną. Mieszkańcy Polinezji Francuskiej obawiali się więc dużego napływu bogatych obcokrajowców (którzy w dodatku nie płaciliby podatków na miejscu) i związanych z tym różnych niedogodności (Pollock, 2019).

2.4.4. Oceanix City

Najbardziej zaawansowanym projektem pływającego miasta wydaje się być Oceanix City autorstwa konsorcjum Oceanix Ltd. w którym dominującym podmiotem jest firma architektoniczna Bjarke Ingels Group. Ma to być modułowa konstrukcja złożona z wielu pływających wysp zorganizowanych w sześciokątnych układach przypominających fraktale (ryc. 2.22.). Pojedyncza platforma to osiedle (ang. *neighbourhood*) dla około 300 mieszkańców. Kolejny etap stanowi sześć połączonych osiedli – wioska (ang. *village*), a sześć wiosek zorganizowanych wokół dużego wewnętrznego portu tworzy miasto (ang. *city*) dla 10 000 osób. Pojedyncze moduły mają być w większości samowystarczalne, jednak część funkcji będzie dostępna dopiero na poziomie miasta, na przykład „osiedla specjalne” (ang. *landmark neighbourhoods*) – plac publiczny, targowisko, centrum duchowe, ośrodki edukacji, zdrowia i kultury. Projekt zakłada wykorzystanie surowców pozyskiwanych lokalnie, w tym bambusa, który idealnie nadaje się do budowy ze względu na swoje szybkie tempo wzrostu i dużą wytrzymałość. Poszczególne moduły mają być prefabrykowane na stałym lądzie i holowane do lokalizacji docelowych (Oceanix Ltd.)

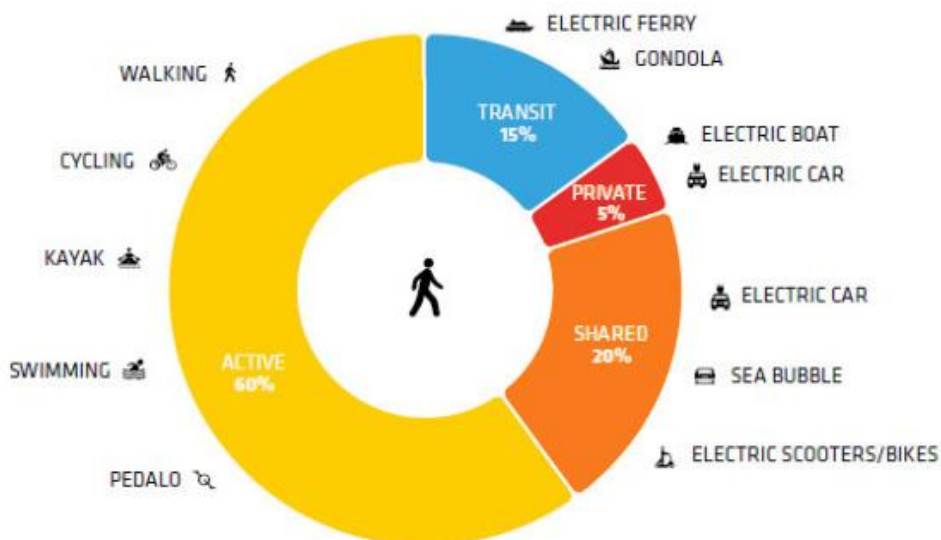


Ryc. 2.21. Etapowanie rozwoju Oceanix City

Źródło: Infografika firmy Oceanix Ltd. opublikowana w serwisie internetowym projektu Oceanix (dostęp dnia 24.04.2020), dostępna online pod adresem: <https://oceanix.org>

Projektanci Oceanix City opisują proponowane technologie w serii szczegółowych infografik. Zajmują się kwestiami pozyskiwania energii, obiegu wody, zapewniania żywności, recyklingu odpadów, mobilności i oddziaływania na środowisko. Nie opisują natomiast kwestii konstrukcyjnych – zapewnienia nośności i stabilności platformom czy technologii ich produkcji. W odniesieniu do pozyskiwania energii planuje się wykorzystywać przede wszystkim słońce (jak w większości projektów pływających miast), a także falowanie, wiatr i technologie eksperymentalne, takie jak bioreaktory z algami. Projektanci przewidują, że największą część produkowanej energii, około 70 %, zużywać będzie rolnictwo. Ma ono opierać się na metodach tradycyjnych uzupełnionych akwa- i aeroponiką, a także farmami podwodnymi. Akwaponika jest to równoczesna hodowla organizmów morskich i uprawa roślin, wykorzystująca obieg wody oczyszczanej przez korzenie roślin, a następnie powracającej do zbiorników, w których żyją zwierzęta. Aeroponika z kolei zakłada, że rośliny są osadzone w specjalnych stojakach, a ich korzenie zwisają swobodnie w powietrzu i są cyklicznie spryskiwane roztworami zawierającymi substancje odżywcze. Wszystkie te metody pozyskiwania żywności mają być z założenia jak najmniej szkodliwe dla środowiska przyrodniczego. Dodatkowym działaniem proekologicznym będzie zastosowanie bioskał (ang. *biorock*) (Oceanix Ltd.). Bioskały zostały opracowane w 1976 roku przez architekta, profesora Wolfa Hilbertza. Polega na zanurzeniu na dnie morza ramy z materiału przewodzącego prąd (najczęściej stali), a następnie podłączeniu go do prądu o niskim napięciu. Powoduje to reakcję elektrolityczną, która powoduje wytrącanie z wody morskiej minerałów. Bioskała staje się atrakcyjnym środowiskiem życia dla raf koralowych i innych organizmów, które osiedlają się w jej obrębie. Dzięki stałemu dopływowi prądu powstała w ten sposób rafa rozrasta się nawet pięć razy szybciej. Materiał wykazuje też większą odporność na warunki atmosferyczne (Global Coral Reef Alliance). Pozostaje kwestią dyskusyjną, czy nie prowadzi to na dłuższą metę do wyjąławiania wody morskiej i zmiany jej właściwości biochemicznych.

Woda ma krążyć w obiegu zamkniętym. Zakłada się jej pozyskiwanie z odsalania, skraplania pary atmosferycznej – te zasoby będą zdatne do spożycia – z oczyszczalni oraz ze wszystkich powierzchni takich jak dachy, przestrzenie publiczne – te zasoby z kolei mają służyć do celów innych niż spożycie przez ludzi. Zbiorniki ulokowane w podwodnych częściach platform mają zapewnić niezbędną rezerwę wody. W takim samym zamkniętym obiegu ma działać zarządzanie odpadami. Odpady biodegradowalne mają być używane do nawożenia upraw, ścieki komunalne – oczyszczane i używane do celów gospodarczych, natomiast inne materiały – myte i używane podobnie. Projektanci przewidują całkowitą rezygnację z przedmiotów jednorazowych. Równie ciekawe są rozwiązania proponowane w odniesieniu do transportu. Ma on być multimodalny, oparty przede wszystkim na aktywnym poruszaniu się, z niewielkim udziałem publicznego transportu wodnego czy współdzielenia pojazdów elektrycznych (ryc. 2.23). Wybór środka transportu ma być zależny od długości trasy, a także jej położenia – łódzie mają być używane w dłuższych podróżach między platformami leżącymi po przeciwnych stronach centralnego portu, a dla przemieszczania się w obrębie jednej wioski rekomendowane są rowery lub elektryczne hulajnogi. (Oceanix Ltd.).



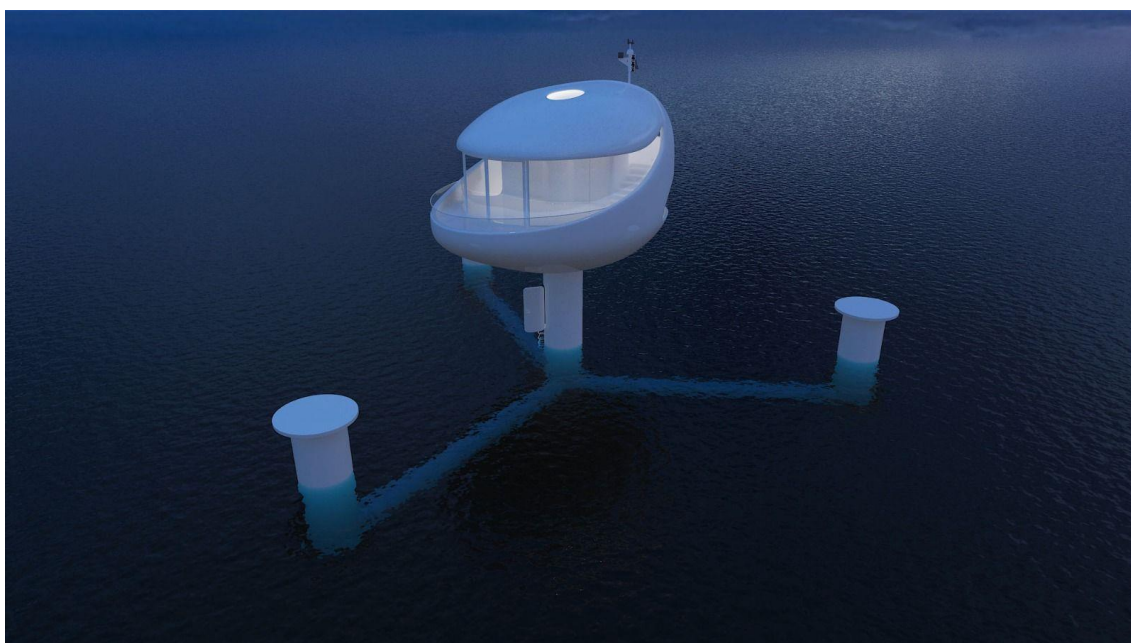
Ryc. 2.22. Struktura podróży w obrębie Oceanix City w podziale na środki transportu: aktywne (żółty), współdzielone (pomarańczowy), prywatne (czerwony) i publiczne (niebieski)
 Źródło: Infografika firmy Oceanix Ltd. opublikowana w serwisie internetowym projektu Oceanix (dostęp dnia 24.04.2020), dostępna online pod adresem: <https://oceanix.org>

Projekt Oceanix City został zaaprobowany przez Program Narodów Zjednoczonych do spraw Osiedli Ludzkich (ang. *UN-Habitat*) podczas konferencji na temat pływających miast w Nowym Jorku 3 kwietnia 2019 roku (Oceanix Ltd.). Oznacza to dużo większe wsparcie dla projektu ze strony instytucji międzynarodowych, władz państw i innych podmiotów – być może pozwoli to uniknąć losu, jaki spotkał Blue Frontiers. Miasto nie ma jeszcze wyznaczonej testowej lokalizacji, pozostaje więc kwestią otwartą, czy stanie się środkiem ratowania tonących krajów wyspiarskich czy odpowiedzią na kryzys mieszkaniowy którejś z zamożnych nadmorskich metropolii Europy, Azji lub Ameryki Północnej. Warto przy tym jednak docenić fakt, że autorzy projektu starają się, aby koszt jego realizacji był jak najniższy, dzięki czemu miasto Oceanix ma szansę uniknąć stania się enklawą wyłącznie dla zamożnych.

2.4.5. *Seasteading Institute*

Seasteading Institute to organizacja non-profit z siedzibą w Kalifornii, powołana do istnienia w 2008 roku przez Patriego Friedmana (teoretyka ekonomii politycznej) i Petera Thiela (współzałożyciela spółki PayPal). Organizacja zajmuje się edukacją na temat pływających miast, wspieraniem inwestorów oraz budowaniem sieci kontaktów między różnymi osobami i instytucjami zainteresowanymi tematem. Działacze Seasteading Institute opracowali Osiem Wielkich Imperatywów Moralnych (ang. *The Eight Great Moral Imperatives*) – zasad, idei i wartości, które mają przyświecać projektantom i realizatorom pływających miast. Brzmiały one

następująco: wzbogacać biednych, leczyć chorych, karmić głodnych, oczyszczać atmosferę, stosować zrównoważoną akwakulturę, żyć w równowadze z naturą, zapewniać energię dla świata, żyć w pokoju. Mają one być realizowane poprzez różne działania, nieraz innowacyjne, jak na przykład bardzo szerokie stosowanie alg i pozyskiwanie energii termalnej z oceanów, inne nieco kontrowersyjne, jak uniezależnianie morskich społeczności od zwierzchnictwa państw leżących na stałym lądzie i ich praw. Pod egidą Instytutu powstały różne projekty: Ocean Builders, Ventive Floathouse (modułowy dom przeznaczony do łączenia w większe wspólnoty, a w dalszej perspektywie miasta), Ocean Freedom Nation (projekt wielkich pływających miast w rejonie wybrzeża Brazylii, robiący wrażenie swoją skalą) i opisywany już Blue Frontiers (Seasteading Institute).



Ryc. 2.23. Wizualizacja domu na wodzie (ang. *SeaPod*) spółki Ocean Builders

Źródło: Grafika wykonana przez Ocean Builders, opublikowana na stronie internetowej firmy (dostęp dnia 25.04.2020), dostępna online pod adresem: <https://ocean.builders/seapod/>

Ocean Builders to start-up oferujący samodzielne domy osadzone na kolumnach wbitych w dno morza. Oferują one nowoczesne, przestronne wnętrza, meble możliwe do schowania w ścianach lub podłodze oraz duże okna zapewniające widok na morze (ryc. 2.24.). Zakłada się ich lokalizację w płytkich wodach przybrzeżnych, tak aby ograniczyć wpływ falowania oraz umożliwić mieszkańcom korzystanie ze wszystkiego, co oferuje stały ląd (Ocean Builders). Póki co jednak założyciele spółki, Chad Elwartowski i Supranee Thedpet, wpadli w kłopoty. Zbudowali pierwszy dom u wybrzeży Tajlandii, ale inwestycja została odkryta przez tamtejszą marynarkę wojenną. Władze uznały ich winnymi nielegalnego wtargnięcia na wody terytorialne oraz naruszenia suwerenności kraju, za co grozi nawet kara śmierci. Dlatego też mieszkańcy nawodnego domu opuścili go i ukrywają się przed tajskimi służbami (Stefanicki, 2019).

2.4.6. Podsumowanie

Analiza planów budowy pływających miast może prowadzić do różnych wniosków. Z jednej strony duża liczba projektów i ich wysoki stopień zaawansowania wskazuje na duży potencjał realizacyjny. Chociaż argumentacja Seasteading Institute, według której budowa pływających miast rozwiąże wszystkie problemy ludzkości, jest z pewnością przesadzona, to jednak nie sposób zaprzeczyć, że inwestycje te mogą wyraźnie poprawić jakość życia w rejonach nadmorskich. Co więcej, opisane projekty pozwalają sądzić, że istnieje również wystarczająco rozwinięta technologia, która pozwoli bezpiecznie i komfortowo mieszkać na morzu.

Z drugiej strony fakt, że żadne z projektowanych miast jeszcze nie powstało, co więcej – nie weszło nawet w fazę prototypowania, dowodzi, że istnieją także realne trudności i problemy. Warto zwrócić uwagę, że proponowane do wykorzystania technologie, chociaż realnie istnieją, są w większości bardzo nowe i w wielu przypadkach nie były jeszcze wdrażane na tak szeroką skalę. Szczególnie wątpliwości budzą optymistyczne zapewnienia projektantów o stu procentowym recyklingu odpadów. Biorąc pod uwagę dotychczasową gospodarkę odpadami, nawet w krajach wysoko rozwiniętych, oraz doświadczenia dużych statków wycieczkowych, należy przypuszczać, że optymizm ten jest przesadny. Można też wymienić kwestie takie jak nieprzychylna postawa władz państwowych i miejskich (jak na przykład w Polinezji Francuskiej), niejasności prawne, protesty społeczne. Wyzwaniem jest więc stworzenie takiego pływającego miasta, które wykorzysta bezpieczne i sprawdzone technologie, a jednocześnie będzie godziło interesy różnych grup, osób i instytucji, stanowiąc realną odpowiedź na wyzwania, przed jakimi staje dzisiaj ludzkość.

3. CZĘŚĆ WNIOSKOWA

3.1. Argumenty za budową pływających miast

Wiele spośród obserwowanych we współczesnym świecie zjawisk uzasadnia plany budowy pływających miast. Dotychczasowe formy osadnicze i dominujący styl życia muszą ulec zmianom w obliczu katastrofy klimatycznej, zmian demograficznych, przemian społecznych, wyczerpywania się zasobów. Nie ma jednej odpowiedzi na wszystkie problemy; potrzeba wielu wzajemnie się uzupełniających rozwiązań. Przeniesienie części osadnictwa na powierzchnię mórz i oceanów to tylko jedna z możliwości, tym niemniej zdecydowanie warta rozważenia z kilku powodów.

Po pierwsze: podnoszenie się poziomu mórz jest procesem stałym, którego nie zatrzyma nawet znacząca redukcja emisji gazów cieplarnianych. Ponadto jego dokładne przewidzenie jest niemożliwe i prognozowane wartości wykazują znaczące różnice. Dlatego dotychczasowe systemy ochrony brzegu mogą okazać się niewystarczające, a ciągła, przebiegająca etapami migracja na tereny wyżej położone wydaje się być procesem niezwykle kosztownym i skomplikowanym. Miasta pływające są z kolei niemal całkowicie niezależne od wzrostu poziomu mórz.

Po drugie: presja inwestycyjna na tereny nadmorskie w warunkach gospodarki rynkowej stale rośnie. Ceny gruntów osiągają zawrotne wartości, zwłaszcza w najbogatszych metropoliach. Odpowiedzią jest tworzenie sztucznego lądu. O ile usypywanie wysp czy pirsów portowych stosuje się powszechnie, konstrukcje pływające zapewniają większą elastyczność, nie podlegają procesom osiadania, są bardziej odporne na długotrwałe podnoszenie poziomu morza i w mniejszym stopniu zaburzają równowagę nadmorskich ekosystemów. Są także tańsze – przy zastosowaniu odpowiednich technologii (Ko, 2015).

Po trzecie: istnieją społeczności, dla których przeniesienie się na pływające miasta jest jedyną alternatywą dla zaniknięcia i rozproszenia. Mowa o mieszkańcach małych państw wyspiarskich. Ich dotychczasowe środowiska życia są zagrożone całkowitym zniknięciem w wyniku zmian klimatu. Migracja do różnych, oddalonych od siebie miejsc, zapewni fizyczne przetrwanie, ale zniszczy poczucie wspólnoty i odbierze tym osobom ich tożsamość. Powstanie pływających miast w miejsce utraconych przestrzeni życia pozwoli zachować ciągłość geograficzną, kulturową i społeczną. Mimo, że narażone społeczności są niewielkie liczebnie, ich sposób życia, więzi i kapitał kulturowy stanowią cenną część dziedzictwa ludzkości.

Po czwarte: narażone na wstrząsy ekonomiczne, klęski żywiołowe i niepokoje społeczne wspólnoty miejskie potrzebują konkretnych odpowiedzi na pytania o swoją przyszłość. Pływające miasta mogą pokazać jedną z możliwych dróg rozwoju. Są także doskonałym poligonem doświadczalnym dla nowych rozwiązań technologicznych, na przykład w zakresie gospodarki o obiegu zamkniętym, budownictwa, produkcji energii i żywności czy zaopatrzenia w wodę pitną.

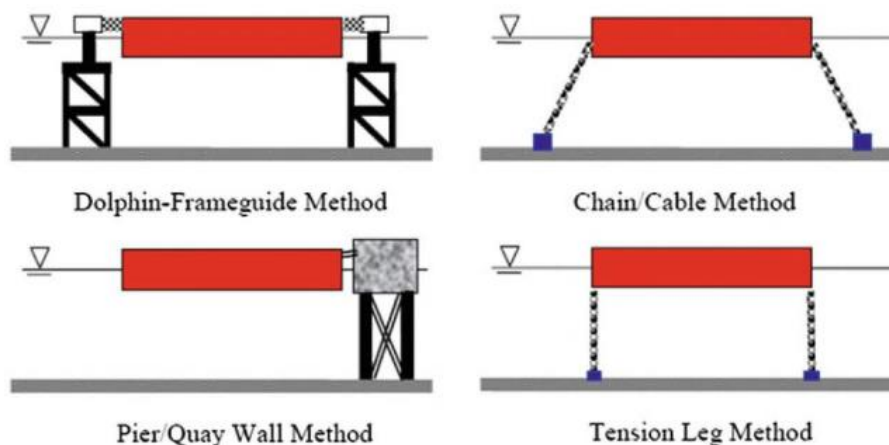
3.2. Możliwości realizacji pływających miast

Chociaż miasta na wodzie noszą pewne znamiona utopii urbanistycznej, nie znaczy to wcale, że nie posiadają potencjału realizacyjnego. Dowodem na to jest chociażby analiza dotychczasowych inwestycji i projektów, pokazujących możliwe rozwiązania technologiczne. Kluczowymi aspektami z inżynierskiego punktu widzenia są niewątpliwie: zapewnienie pływalności i stabilności konstrukcji, dostęp do mediów (woda, energia, łącza internetowe, odprowadzenie ścieków i gospodarka odpadami), zaopatrzenie w żywność oraz transport wewnętrzny i zewnętrzny.

3.2.1. Konstrukcje pływające

Istnieje wiele rodzajów konstrukcji pływających, na których projektuje się potencjalne pływające miasta. Najprostszą z nich są zwykle platformy, które dzięki wypełnieniu powietrzem zapewniają odpowiednio dużą wyporność. Mogą przyjmować różne kształty i być wykonane z różnych materiałów. Projekt wypracowany przez Kelvina Ko w jego pracy magisterskiej na temat realizacji pływającego miasta obejmuje sześciokątne platformy z pustym wnętrzem, poprzedzielanym dodatkowymi wspornikami (Ko, 2015). Stadion The Float at Marina Bay w Singapurze to z kolei platformy na pontonach, mające kształt prostokątów ze ściętymi narożnikami, łączone przez stalowe elementy. Shimizu natomiast zakłada dla swojego projektu Green Float platformy unoszące się na połączonych ze sobą sześciokątnych rurach ustawionych pionowo. Możliwe do wykorzystania, raczej dla obiektów o mniejszej skali, są również metody stosowane w konstrukcji platform wiertniczych typu „półzatapialnego”. Myśląc o pływających platformach, trzeba również rozważyć metody ich łączenia i układ przestrzenny. Mogą stykać się ze sobą bezpośrednio, jak w projekcie Kelvina Ko, być powiązane dodatkowymi elementami lub unosić się na wodzie niezależnie od siebie. Materiały stosowane w projektach to przede wszystkim beton i stal, które cechują się największą odpornością, a dzięki odpowiedniemu zabezpieczeniu nie ulegają korozji w słonej morskiej wodzie.

Osobnym zagadnieniem jest kwestia kotwiczenia pływających miast w celu zwiększenia ich stabilności i utrzymania stałego położenia. Można do tego wykorzystać na przykład słupy lub kolumny wbijane w dno morskie. Aby jednak zapewnić stałe unoszenie się na powierzchni wody, muszą one być projektowane w systemie teleskopowym (na podobnej zasadzie jak fundamenty zdolnego do unoszenia się na wodzie domu The Float House w Nowym Orleanie), przy czym rozwiązanie to, jakkolwiek duży „zapas” zakłada, zawsze będzie miało swoje ograniczenia, niebezpieczne w przypadku bardzo wysokich wzrostów poziomu wody lub znacznego falowania. Możliwe są również rozwiązania oparte na użyciu kabli lub lin, które zapewniają większą elastyczność (ryc. 3.1.). Wybór systemu kotwiczenia i zastosowanych materiałów jest zależny od warunków naturalnych, przede wszystkim wiatru i falowania, jednak niezależnie od tego kotwiczenie znacząco zwiększa bezpieczeństwo i stabilność pływających konstrukcji (Wang, Wang, 2015).



Ryc. 3.1. Schematy różnych metod kotwiczenia pływających konstrukcji

Źródło: Grafika C. M. Wanga i T. B. Wanga opublikowana w artykule *Great ideas float to the top* dostępnym w portalu Google Books (dostęp dnia 03.06.2020) dostępna online pod adresem: <https://books.google.pl/books?id=szZxBAAAQBAJ&pg=PA37&lpg=PA37&dq=Floating+Performance+Stag+e+at+the+Marina+Bay,+Singapore.+W:+C.+M.+Wang,+B.+T.+Wang&source=bl&ots=E1S8771VWy&sig=ACfU3U2HZyDWE7zqOydtX3Zp3ESQRew6tg&hl=pl&sa=X&ved=2ahUKEwi28frdvuXpAhXLG5oKHf1OCVsQ6AEwAHoECAoQAQ#v=onepage&q&f=false>

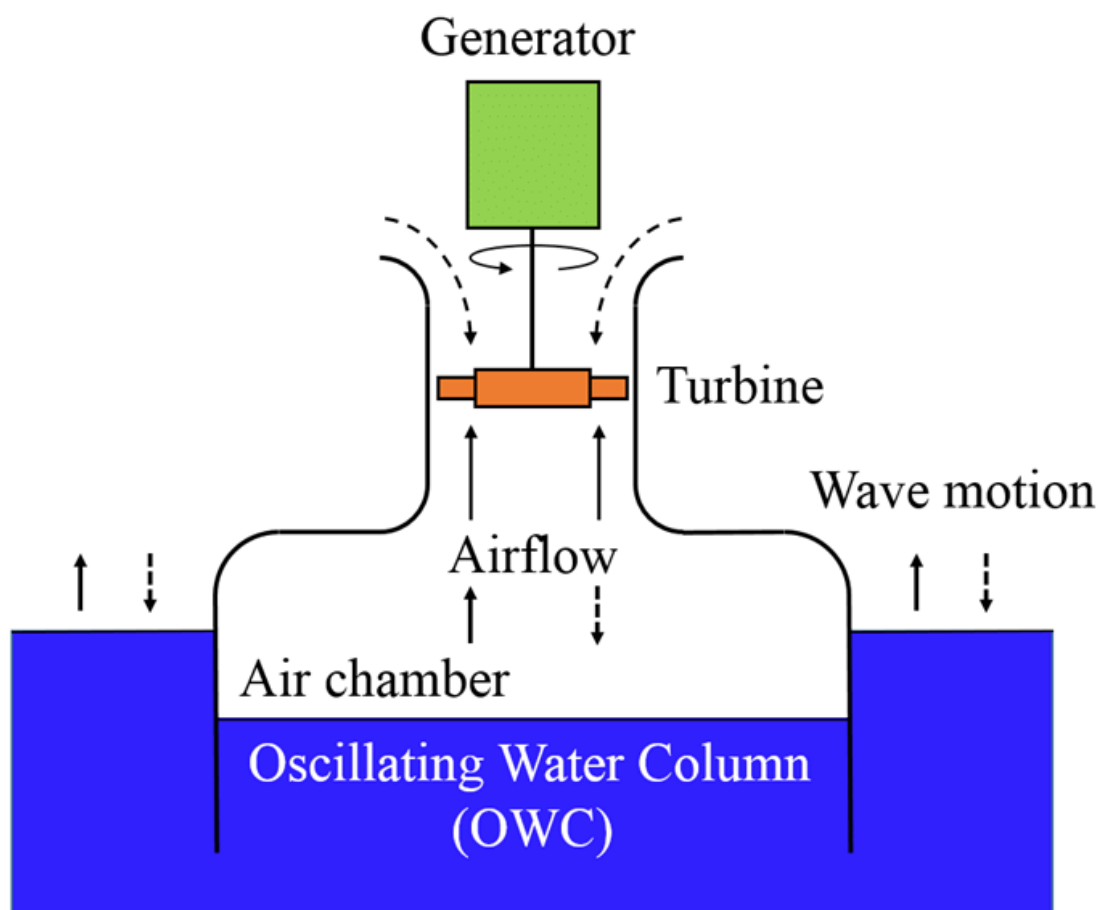
Aby chronić pływające konstrukcje przed falowaniem, stosuje się także inne metody, na przykład progi podwodne (jak w projekcie *Green Float*) albo pionowe ściany. Na płytkich wodach blisko brzegu można używać również klasycznych wałów wystających ponad powierzchnię morza, które mogą jednocześnie służyć jako dojazd (Wang, Wang, 2015)

Wybór konkretnego rozwiązania – lub wypracowanie nowego – należy dostosować do lokalnych uwarunkowań, takich jak głębokość akwenu, falowanie i prądy morskie, możliwość pozyskiwania na miejscu surowców, zasolenie wody i ukształtowanie dna. Trzeba wziąć pod uwagę również zakładaną wielkość konstrukcji i możliwość dalszej rozbudowy. Jeżeli pływające miasto ma się rozrastać w przyszłości, doskonale sprawdzą się rozwiązania modułowe, które pozwalają jednocześnie zmniejszyć koszty realizacji.

3.2.2. Dostęp do mediów

Wobec kurczących się globalnie zasobów wody zapewnienie dostępu do niej staje się jednym z największych wyzwań. Coraz częściej stosuje się odsalanie wody morskiej, które, chociaż jest kosztowne finansowo i energochłonne, staje się opłacalne albo wręcz konieczne. Technologie odsalania z pewnością nadają się do stosowania w pływających miastach. Można je podzielić na dwa główne typy: termalne i membranowe. Pierwsze zakładają podgrzanie słonej wody, a następnie kondensację pary, dzięki czemu uzyskuje się wodę słodką, zdatną do picia i celów gospodarczych. Wymaga to jednak dużych ilości energii. Druga grupa rozwiązań opiera się na tym, że woda słona przechodzi przez membranę, na której osadzają się minerały. Przepływ wody również wymaga energii; może być efektem różnicy potencjałów elektrycznych lub ciśnienia hydrostatycznego (Mechell, Lesikar).

W odniesieniu do produkcji i dystrybucji energii elektrycznej oczywiste jest zalecenie korzystania ze źródeł odnawialnych, wyrażone także przez projektantów pływających miast. Do produkcji prądu można wykorzystać wiatr, słońce, a także falowanie i prądy morskie. Przykładem rozwiązania możliwego do zastosowania w pływających miastach jest OWC (ang. *oscillation water column*, oscylacyjna kolumna wodna). Jest to konstrukcja o kształcie zbliżonym do zwężającego się walca, częściowo zanurzona w wodzie, umożliwiającą jej swobodny przepływ. Od dołu jest otwarta, od góry zamyka ją obrotowa turbina (ryc. 3.2.). OWC wykorzystuje energię falowania: kiedy fala się zbliża, woda wypełnia wolną przestrzeń i wypycha powietrze, które z kolei napędza turbinę. W momencie wycofywania się fali proces ten zachodzi w odwrotnym kierunku. Dlatego ważne jest, aby turbina wytwarzała prąd elektryczny niezależnie od kierunku ruchu (Gomes, Henriques, Gato, Falcão, 2011). Dodatkowym atutem OWC jest to, że może pełnić jednocześnie funkcję wspomagającą wobec systemów ochrony przed falowaniem.



Ryc. 3.2. Schemat działania OWC

Źródło: Grafika z artykułu Performance comparison of turbines for bi-directional flow autorstwa Manabu Takao, Shinyi Okuhary, Yoichiego Kinoue, Seisuke Fukumy i Miaha Ashrafula Alama opublikowana w serwisie Research Gate (dostęp dnia 03.06.2020), dostępna online pod adresem: https://www.researchgate.net/figure/OWC-device-Figure-2-Wells-turbine-WT_fig1_332030434

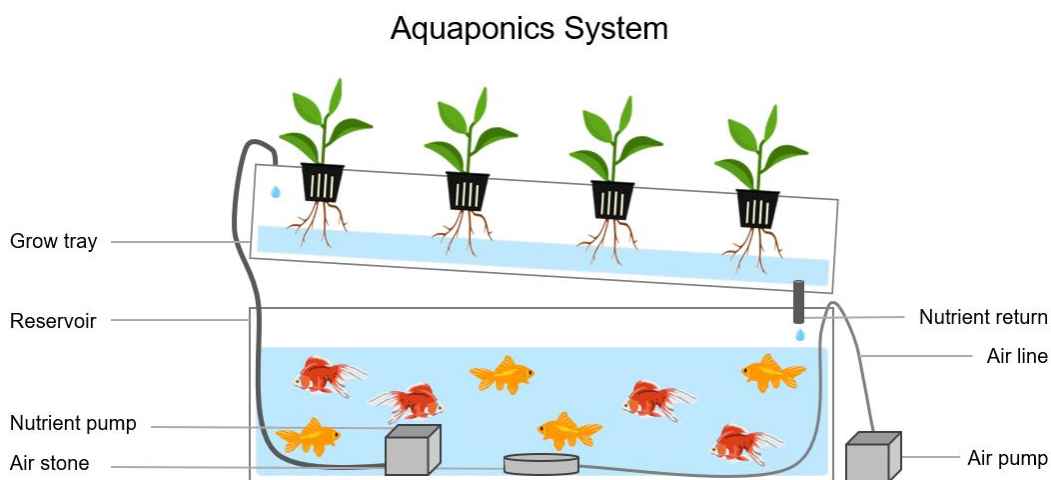
Ciekawe rozwiązanie w zakresie produkcji energii zaproponowała niemiecka firma SINN Power. Inżynierowie spółki zaprojektowali modułową hybrydową platformę pływającą, która pozwala wytwarzać prąd elektryczny z kilku źródeł jednocześnie. Obejmuje więc panele słoneczne, niewielkie turbiny wiatrowe i pozyskiwanie energii fal morskich. Platformy poddano testom i stwierdzono, że są w stanie wytrzymać fale o wysokości do 6 metrów. Przedstawiciele SINN Power twierdzą ponadto, że ich rozwiązania są wyraźnie tańsze od wcześniejszych projektów (Kurdi, 2020). Nowatorskie podejście do energetyki wiatrowej prezentuje holenderski start-up KitePower, wykorzystujący latawce ze specjalnej membrany, powiązane z ziemią i podłączone do naziemnych generatorów. Są one mniej inwazyjne od tradycyjnych wiatraków i potrzebują zdecydowanie mniej materiałów do produkcji. Można je też o wiele łatwiej transportować (Adams, 2020). Powyższe przykłady są dowodem na to, że produkcja energii bez emisji gazów cieplarnianych jest możliwa, a liczba potencjalnych rozwiązań wydaje się wręcz nieograniczona. Ponadto ich elastyczność i oszczędne zużycie materiałów predestynuje je do wykorzystania w pływających miastach.

Użycie paliw kopalnych lub biomasy do produkcji energii jest niewskazane w miastach pływających z kilku powodów. Przede wszystkim dlatego, że prowadzi do zanieczyszczeń środowiska i jest niemożliwe do utrzymania w dłuższej perspektywie czasowej. Poza tym transport surowców do elektrowni byłby kłopotliwy i kosztowny. Z drugiej strony warte rozważenia wydaje się zaopatrzenie pływających miast w awaryjne systemy zasilania oparte na tego typu paliwach – szczególnie w przypadku inwestycji realizowanych w pobliżu podwodnych złóż ropy, gazu ziemnego lub innych surowców.

Zagospodarowanie ścieków bytowych i odpadów to poważne wyzwanie dla osadnictwa na lądzie, jeszcze trudniejsze w przypadku miast pływających. Nie mogą one sobie pozwolić ani na składowanie odpadów (ze względu na ograniczoną przestrzeń) ani na ich zrzut do morza (ze względu na fakt, że jest to działanie nieetyczne, a przy tym groźne dla morskich organizmów i ekosystemów, a przez to dla egzystencji samego miasta, które obficie z nich korzysta). Dlatego konieczne staje się wdrażanie gospodarki o obiegu zamkniętym. Jeżeli uda się ją wdrożyć na mniejszą skalę w miastach pływających, zastosowane rozwiązania mogą stanowić cenny materiał do opracowywania podobnych strategii do wprowadzenia w ośrodkach osadniczych na lądzie. Ścieki komunalne i odpady organiczne mają być używane do produkcji kompostu i nawożenia upraw, a z pozostałych śmieci zakłada się odzyskiwanie surowców do ponownego wykorzystania. Co więcej, pływające miasta mogłyby przyczynić się do redukcji ilości plastiku dryfującego w morzach i oceanach, na przykład poprzez ich wykorzystanie jako materiałów budowlanych. Technologię w tym zakresie opracowała firma ByFusion, która produkuje cegły ze skompresowanych i sprasowanych plastikowych odpadów, niezależnie od rodzaju plastiku i jego stanu. Uzyskane w ten sposób cegły są co prawda zbyt mało odporne, aby stanowić samodzielny materiał konstrukcyjny, jednak stanowią doskonałe wypełnienie dla szkieletów wykonanych z trwalszych tworzyw (Idle, 2016).

3.2.3. Zaopatrzenie w żywność

Dzisiejsze nawyki żywieniowe i sposoby produkcji żywności stoją bardzo często w sprzeczności z zasadą zrównoważonego rozwoju. Nieefektywne wykorzystywanie surowców, w tym przestrzeni, monokulturowe uprawy, stosowanie sztucznych nawozów i pestycydów – na takie praktyki, choć są dzisiaj zjawiskiem powszechnym, nie ma miejsca w pływających miastach, dysponujących ograniczoną przestrzenią i małym dostępem do zasobów. Bardzo przydatnymi metodami do wykorzystania w pływających miastach są hydro- i aeroponika, zorganizowane w układzie farm wertykalnych w zamkniętych pomieszczeniach. Pozwala to na uzyskiwanie obfitych plonów na małej przestrzeni i uniezależnienie się od warunków klimatycznych. Dopelnieniem tych nowoczesnych metod może być niewielka ilość upraw tradycyjnych, jednak miałyby one raczej charakter zielonych przestrzeni publicznych. Nowoczesna akwakultura oferuje spore możliwości pozyskiwania pełnowartościowego pożywienia z organizmów morskich przy minimalizacji negatywnych skutków dla środowiska. Połączenie tych dwóch metod to akwaponika, która wykorzystuje materię organiczną produkowaną przez organizmy wodne do nawożenia roślin uprawnych (ryc. 3.3.). Przy odpowiedniej technologii może działać prawie całkowicie samowystarczalnie.



Ryc. 3.3. Schemat uproszczonego systemu akwaponiki

Źródło: Grafika ze strony internetowej High Tech Gardening (dostęp dnia 03.06.2020), dostępna online pod adresem: <https://www.hightechgardening.com/aquaponics-diy-how-to-build-an-aquaponic-system/>

Biorąc pod uwagę możliwości produkcyjne farm wertykalnych i akwakultury i fakt, że rośliny i organizmy morskie dostarczają wszystkich potrzebnych człowiekowi wartości odżywczych, można dojść do wniosku, że prawdopodobnie niedługo hodowla zwierząt na mięso stanie się całkowicie zbędna. Jest ona najbardziej szkodliwą dla środowiska formą rolnictwa – ślad węglowy produktów mięsnych jest od 10 do nawet 50 razy większy niż żywności pochodzenia roślinnego (Ritchie, 2020). Istnieje szansa, że wdrożenie obu opisywanych rozwiązań w miastach pływających stanie się przykładem dla reszty świata i wspomże proces przejścia na bardziej zrównoważoną produkcję żywności w skali globalnej.

3.2.4. Rozwiązania transportowe

Systemy transportowe w pływających miastach, podobnie jak w ośrodkach lądowych, można podzielić na dwie grupy: wewnętrzne i zewnętrzne. Różnicą jest to, że w przypadku osadnictwa na wodzie podział ten jest sztywny i łatwy do określenia, głównie dzięki wyraźnym granicom pływających miast, a także fakt, że nie występują zewnętrzne powiązania lądowe (za wyjątkiem realizacji w płytkich wodach przybrzeżnych). Nie oznacza to jednak wykluczenia transportowego, ponieważ alternatywne możliwości są szerokie.

Transport zewnętrzny najlepiej byłoby realizować drogą morską, chociaż wiąże się to z dłuższymi czasami podróży. Statki stanowią jednak atrakcyjną alternatywę dla samolotów, głównie ze względu na ogromne emisje CO₂ sektora lotniczego. Ponadto infrastruktura portów i przystani zajmuje mniejszą przestrzeń niż lotniska i może być realizowana bliżej zabudowy miejskiej (o ile nie są to terminale towarowe o dużych obrotach lub obsługujące niebezpieczne ładunki). Transport lotniczy w miastach pływających należy ograniczyć do minimum i stosować jedynie w ośrodkach najbardziej oddalonych od stałego lądu, do których dopłynięcie statkiem zajmuje bardzo wiele czasu. Porty lotnicze powinny rzecz jasna być oddalone od pozostałej zabudowy i powiązane z nią innymi formami transportu, na przykład promami pasażerskimi.

Kształtowanie wewnętrznych systemów transportowych w miastach pływających nie różni się zbytnio od planowania w miastach istniejących, usytuowanych na lądzie. Najważniejsze zmiany to możliwość całkowitej rezygnacji z samochodów i większy udział transportu wodnego. Możliwości technologiczne są znaczne, a fakt budowania w oderwaniu od istniejących sieci drogowych pozwala na eksperymenty. Elektryczne rowery, hulajnogi i deskorolki, autonomiczny transport zbiorowy, drony do przewozu towarów, pojazdy zasilane wodorem – wszystkie one mogą znaleźć zastosowanie w pływających miastach w szerszym zakresie niż dotychczas. Podstawową formą przemieszczania pozostanie jednak zapewne chodzenie, zdrowe i wymagające niewiele przestrzeni rozwiązanie, które jednocześnie ożywia przestrzenie publiczne, buduje poczucie bezpieczeństwa i wspólnoty.

3.3. Problemy i trudności w rozwoju osadnictwa na wodzie

Obok dużych możliwości i potencjałów, realizacja pływających miast napotyka również na wiele problemów. Dotyczą one kwestii technologicznych, prawnych, finansowych i społecznych, a więc w zasadzie wszystkich najważniejszych aspektów powstawania i funkcjonowania osadnictwa na wodzie. Projekty są często krytykowane przez naukowców, polityków, dziennikarzy i szeroko rozumianą opinię publiczną.

Technologie zaprezentowane wyżej, chociaż ciekawe i możliwe do wdrożenia, mają jedną wspólną wadę: nie były jeszcze testowane na skalę masową. Dotychczasowe prototypy cechowały się niewielkimi rozmiarami. Dlatego najważniejsze wydaje się ich wprowadzanie w jak największym zakresie, tak aby mieć pewność, że będą poprawnie funkcjonować. Niektórzy krytycy miast pływających zwracają także uwagę na fakt, że w przypadku osiedli

położonych daleko od brzegu delikatną kwestią jest bezpieczeństwo, zwłaszcza energetyczne. Jeżeli bowiem od dostępu do energii zależeć będzie funkcjonowanie większości systemów zaopatrzeniowych, awaria elektrowni oznaczałaby katastrofę. Oczywiście systemy awaryjne zmniejszają to ryzyko, ale oceany pozostają w dużym stopniu niezbadane i z pewnością mogą wystąpić sytuacje, których nikt nie jest teraz w stanie przewidzieć (Hurley, 2019).

Finansowanie stanowi silną barierę dla realizacji miast pływających. Koszty ich realizacji i eksploatacji są szacowane jako bardzo wysokie, choć tańsze od usypywania sztucznych wysp. Mimo to poszukiwania źródeł finansowania nie jest łatwe. Środki publiczne okazują się niewystarczające, zwłaszcza w państwach rozwijających się, gdzie inne problemy wymagają wkładu funduszy państwowych i samorządowych. W małych państwach wyspiarskich realizacja tak dużych przedsięwzięć jak pływające miasta, chociaż zasadna, wielokrotnie przerasta ich możliwości finansowe. Kapitał prywatny z kolei może być niechętny do inwestowania w wielkie i ryzykowne projekty. Jeżeli jednak inwestorzy się znajdują, z pewnością będą oczekiwali wysokich zysków, tak aby wynagrodzić sobie ryzyko. To z kolei grozi powstaniem „wysp bogactwa”, które zamiast rozwiązywać problemy dzisiejszego świata, odwrócą się do nich plecami i odpłyną, zostawiając najbardziej narażone społeczności własnemu losowi.

Refleksja na temat finansów i możliwości zamieszkania w pływających miastach są jedną z przyczyn ich negatywnego postrzegania przez opinię publiczną. Pokazuje to przykład Blue Frontiers i Polinezji Francuskiej, której władze wycofały się z umowy właśnie ze względu na opór mieszkańców. Pływające miasta bywają niestety postrzegane jako „ciała obce”, wyspy przeznaczone dla bogatych cudzoziemców, którzy będą mogli dzięki nim uciec przed problemami. Wiele osób obawia się również wpływu inwestycji na środowisko naturalne, stan wód, fale i pływy morskie. Pozostają także do rozważenia kwestie prawne. Tu warto zaznaczyć, że znaczna część najwcześniejszych projektów pływających miast miała podłoże ideologiczne: chciano poprzez ich budowę urzeczywistnić marzenia o uniezależnieniu się od władz państwowych, praw i podatków. Status prawny i przynależność państwowa (lub jej brak) nowych osiedli na wodzie to kwestia zawiła i drażliwa, która z pewnością wymaga uporządkowania na forum międzynarodowym.

Bardzo ważne w odniesieniu do pływających miast (zresztą jak i w całej nauce) jest także postawienie odpowiednich pytań, skłaniających do dalszego poszukiwania nowych rozwiązań. Należy więc zastanowić się, czego jeszcze nie wiadomo o osadnictwie na wodzie, na jakie sytuacje trzeba się przygotować, o jakie technologie lub rozwiązania organizacyjne zadbać. Jak zachowają się miasta w przypadku awarii zasilania? W jaki sposób będą konserwowane i naprawiane pływające konstrukcje? Czy pływające miasta powinny się przemieszczać? Czy to w ogóle możliwe i opłacalne? Ile zasobów będzie trzeba importować z lądu i jak można to zrobić najefektywniej? Co stanie się w przypadku klęsk żywiołowych lub konfliktów zbrojnych? W jaki sposób długotrwała izolacja stosunkowo niedużej społeczności wpłynie na jej funkcjonowanie, w tym czysto biologiczną kwestię bioróżnorodności genetycznej?

3.4. Rola planisty w procesie powstawania pływających miast

Zastanawiając się nad tym, jaką rolę w planowaniu, realizacji i funkcjonowaniu pływających miast przyszłości pełnić będą planiści, warto odnieść się do roli, jaką przedstawiciele tego zawodu pełnią w odniesieniu do klasycznych, lądowych systemów osadniczych. Zestaw wytycznych podaje między innymi Karta Planowania Europejskiego – Wizja miast i regionów (terytoriów) Europy w XXI wieku podpisana przez członków Europejskiej Rady Planistów Przestrzennych w Barcelonie w 2013 roku. Wymienia ona (w części C, zatytułowanej „Zobowiązania planistów w Europie”) cztery podstawowe funkcje:

- lider zmian, którego zadaniem jest przygotowanie strategicznych ram planowania, promowanie samowystarczalności oraz wdrażanie zasad zrównoważonego rozwoju;
- naukowiec, którego rolą jest analiza zjawisk, trendów i scenariuszy, łączenie teorii z praktyką, zaangażowanie w konstruktywną krytykę stosowanych rozwiązań;
- projektant i wizjoner, zajmujący się rozwijaniem wizji i rozwiązań przestrzennych wpisujących się w trendy globalne, a jednocześnie dostosowanych do lokalnych uwarunkowań, zachowujących integralność i walory środowiska kulturowego i naturalnego;
- doradca polityczny i mediator, który ma na celu wspieranie samorządów oraz społeczeństwa obywatelskiego, promowanie polityk przestrzennych odpowiadających na realne problemy i uwzględniających różnorodne interesy, zamiast sztucznie ograniczanych przez zbyt rozbudowaną biurokrację (Goodstadt, Bouche-Florin, Correia, 2013).

Każdą z wymienionych wyżej ról można odnieść także do budownictwa na wodzie. Planista-lider zmian byłby odpowiedzialny za umieszczenie projektów pływających miast w strategiach na poziomie krajowym i regionalnym – w taki sposób, aby nie były inwestycjami oderwanymi od swojego otoczenia, ale racjonalnym dopełnieniem istniejącej sieci osadniczej. Kontrolowałby również, czy planowane realizacje spełniają zasady zrównoważonego rozwoju. Planista-naukowiec to osoba odpowiedzialna za analizę oddziaływania pływających miast na otoczenie, możliwości ich rozwoju w aspektach przestrzennych, ekonomicznych i społecznych, prognozy i scenariusze, a także dyskusję na temat tego, w jaki sposób można rozwijać i ulepszać budownictwo na wodzie. Planista jako projektant i wizjoner sprawowałby kontrolę nad formą przestrzenną pływających miast, ich dostosowaniem do lokalnych uwarunkowań i potrzeb, projektowaniem w skali i formie przyjaznej wszystkim użytkownikom. Brałby również czynny udział w procesie projektowania, tworząc program funkcjonalno-przestrzenny nowych założeń, nadzorując pracę architektów i narzucając im pewne ogólne ramy – podobnie jak dzieje się to w lądowych systemach osadniczych.

Rola planisty – doradcy i mediatora wydaje się szczególnie istotna w procesie powstawania i eksploatacji pływających miast. Analiza dotychczasowych projektów i prób ich realizacji pokazuje, jak ważną kwestią jest prowadzenie dialogu, dyskusja o potrzebach różnych grup

interesariuszy. Planiści, jako osoby posiadające zarówno wiedzę ekspercką, jak i umiejętności społeczne i komunikacyjne, mogą wskazywać konkretne rozwiązania będące odpowiedzią na oczekiwania lub problemy lokalnych społeczności, władz i przedsiębiorców. Są także odpowiednimi partnerami do dyskusji z ekspertami różnych specjalności: przyrodnikami, konstruktorami, architektami, socjologami czy prawnikami. Jedynie dialog i praca w interdyscyplinarnych zespołach pozwala żywić nadzieję na sukces pływających miast.

Wobec powyższego można sformułować pewien ogólny wniosek: najważniejszym zadaniem, przed jakim stoją planiści w odniesieniu do osadnictwa na wodzie, jest pozyskiwanie interdyscyplinarnej wiedzy, a następnie dzielenie się nią z różnymi grupami interesariuszy i tworzenie podstaw do merytorycznej dyskusji na temat pływających miast przyszłości.

3.5. Wytyczne dla przyszłych realizacji

Trudno sformułować zasady odnoszące się do wszystkich pływających miast – podobnie jak trudno byłoby podać wytyczne dla wszystkich miast lądowych, nie popadając w uogólnienia i banały. Ze względu na różne możliwości wykorzystania osadnictwa na wodzie zasadnym wydaje się rozdzielenie potencjalnych inwestycji na dwie grupy. Pierwszą z nich stanowią struktury pływające będące przestrzennym i funkcjonalnym przedłużeniem regionów nadmorskich, przede wszystkim dużych metropolii. Druga to realizacje niezależne, które z założenia miałyby funkcjonować samodzielnie, w większym oddaleniu od brzegu. Dla obu wymienionych grup sformułowano cztery kluczowe wartości czy też zasady, którymi należy kierować się w procesie projektowym, przy realizacji i eksploatacji. Trzy z nich są wspólne: bezpieczeństwo, otwartość i troska o przyrodę. Czwarta różni się zależnie od typu pływającego miasta i uwzględnia jego specyfikę związaną z lokalizacją: dla inwestycji położonych w strefie przybrzeżnej jest to łączność, dla samodzielnych realizacji na otwartym morzu – niezależność.

3.5.1. Bezpieczeństwo

Bezpieczeństwo stanowi absolutnie konieczny warunek istnienia pływającego miasta i zachęcenia potencjalnych mieszkańców do osiedlenia się w nim. Podstawą jego osiągnięcia będzie odpowiednio stabilna konstrukcja, wykonana z trwałych materiałów i odporna na warunki atmosferyczne. Pływające miasto musi przetrwać zarówno silne sztormy, jak i długotrwałe fale upałów. Dlatego projektując rozwiązania inżynierskie należy dostosować je do lokalnych warunków, uwzględniając ich dynamikę w czasie i niepewność prognoz (na przykład dotyczących skali ocieplenia czy podniesienia poziomu morza). Kwestie bezpieczeństwa należy także rozpatrywać pod kątem politycznym, społecznym i gospodarczym. Rozwiązanie tych problemów wiąże się bardziej z kwestiami zarządzania i organizacji, jednak stosowane rozwiązania przestrzenne powinny zapewniać możliwość bezpiecznego i spokojnego współżycia społecznego oraz wolność prowadzenia różnorodnej działalności gospodarczej. Mogą temu służyć dobrze zaprojektowane przestrzenie publiczne, umożliwiające aktywność społeczną i spotkania. Także odpowiednio ukształtowana struktura społeczna i struktura

własności – obie związane z planowaniem przestrzennym – przyczynią się do zwiększenia odporności pływającego miasta na różnego rodzaju wstrząsy i kryzysy.

Kwestia elastyczności również jest bardzo ważna w dobie katastrofy klimatycznej. Jak pokazuje analiza raportów IPCC, faktyczna skala ocieplenia klimatu czy podniesienia się poziomu morza jest bardzo trudna do przewidzenia. Tym samym, chcąc zaplanować pływające miasto, należy skupić się na tym, aby mogło łatwo się adaptować do zmian. Dotyczy to także stosowanych technologii. Modułowy charakter, stosowanie lekkich (choć wytrzymałych) materiałów, unikanie trudnych do zmiany rozwiązań – to wszystko przyczyni się do wzrostu elastyczności pływających dzielnic, a tym samym ich odporności.

3.5.2. *Otwartość*

Otwartość to kolejna idea, która przyświeca realizacji utopii urbanistycznej na morzu. Dzisiejsze społeczeństwa ulegają silnej stratyfikacji, a coraz więcej dóbr i usług jest dostępnych wyłącznie dla osób najbogatszych. Temat gentryfikacji miast nadmorskich i niebezpieczeństwo powstania prestiżowych, zamkniętych enklaw na wodzie stanowi jeden z głównych argumentów krytyków. Jeżeli pływające miasta mają rozwiązać chociaż część problemów dzisiejszego świata, a nie tworzyć nowe, powinny pozostać dostępne dla wszystkich i zapewniać równe szanse dla swoich mieszkańców niezależnie od ich pochodzenia, rasy, wyznania czy orientacji seksualnej. Chodzi tutaj zarówno o dostęp do mieszkań i przestrzeni publicznych, jak i kwestie organizacji życia społecznego. Kwestią dyskusyjną pozostaje potencjalna przynależność państwowa nowych realizacji, jednak niezależnie od tego, powinny one zapewniać możliwość powstawania prawdziwego społeczeństwa obywatelskiego i angażować mieszkańców w życie wspólnoty – w tym w kształtowanie przestrzeni.

Otwartość może być bowiem realizowana poprzez zasadę zachowania przyjaznej skali w nowych założeniach. Poprzez wykreowanie atrakcyjnych i otwartych przestrzeni publicznych można będzie kształtować połączenia między miastem lądowym i wodnym. Z kolei zachowanie odpowiedniej skali nowej zabudowy pozwoli uniknąć przegęszczenia i powiązać pływające dzielnice wizualnie z miastem nadbrzeżnym. Będzie to tym trudniejsze, im większa metropolia, w której zlokalizowana będzie pływająca dzielnica, tym niemniej należy dążyć do osiągnięcia równowagi między odpowiednią skalą a gęstością zaludnienia.

Struktura społeczna ma przysłużyć się spójności pływającego miasta (czy też dzielnicy) poprzez swoje zróżnicowanie. Chodzi mianowicie o to, aby nowa część metropolii nie stała się enklawą dla najzamożniejszych, swego rodzaju zamkniętą twierdzą, odizolowaną w wymiarze społecznym, jak obawiają się tego krytycy pływających miast. Osiągnięcie tego celu będzie z pewnością bardzo trudne i ciężko jest wskazać jeden model działania – ewentualne strategie należy zawsze dostosować do lokalnych potrzeb i możliwości. Tym niemniej z pewnością ważnym czynnikiem będzie zaangażowanie administracji publicznej. Może ona bezpośrednio finansować budowę, wspierać zakup lokali dla osób w trudnej sytuacji finansowej lub wchodzić w partnerstwa publiczno-prywatne przekazując prawa do wykorzystania terenu inwestorom.

Może również oddziaływać w sposób pośredni, narzucając pewne rozwiązania (na przykład odpowiedni udział mieszkań przystępnych cenowo, zakaz grodzienia, wymóg pełnej dostępności przestrzeni publicznych).

Struktura własności również powinna być w miarę możliwości zróżnicowana i rozdrobniona, tak jak w miastach lądowych. Pozwala to na tworzenie różnych form zabudowy i zagospodarowania terenu oraz przeciwdziałania monopolizacji i zawłaszczaniu przestrzeni przez wielkie przedsiębiorstwa. Jeżeli właścicielami nieruchomości będą sami mieszkańcy lub drobni przedsiębiorcy związani z pływającymi miastami (dzielnicami), większe jest prawdopodobieństwo, że będą stawiać na pierwszym miejscu, a przynajmniej uwzględniać, potrzeby lokalnej społeczności. Dzięki temu wspólnota sąsiedzka będzie mieć bezpośredni wpływ na kształt pływającego miasta, a jej funkcjonowanie nie zostanie podporządkowane interesom zewnętrznym.

Możliwą i wskazaną do rozważenia jest również „własność uspołeczniona”, którą próbują wdrożyć ostatnio władze Berlina. Ma ona z założenia stanowić nową, eksperymentalną formę władania. Próby jej wdrożenia wiążą się z problemami na rynku lokali na wynajem: w mieście, którego 85% mieszkańców wynajmuje mieszkania, coraz więcej nieruchomości wykupywały wielkie korporacje i „spółki-cienie”, co prowadziło do ogromnego wzrostu czynszów. Zaczęło brakować miejsc do życia, które są jednym z podstawowych praw człowieka. Rozwiązaniem, które wdrożono niejako „tymczasowo” było zatrzymanie wzrostu cen wynajmu na pięć lat. W dalszej perspektywie rozważane jest wywłaszczenie największych posiadaczy (właścicieli powyżej trzech tysięcy lokali) i „uspołecznienie” zasobu mieszkaniowego. Nie wiadomo jeszcze do końca, jak proces ten miałby przebiegać, jednak efektem końcowym byłoby powstanie specjalnej spółki, w zarząd której weszliby lokatorzy, reprezentanci władz Berlina i przedstawiciele administracji. Co ciekawe, udział w zarządzie mieliby zapewniony także lokatorzy mieszkań niezarządzanych przez wspomnianą spółkę. W ten sposób możliwe stałoby się wypracowanie kompromisu między interesem publicznym a prywatnym. Spółka mieszkaniowa miałaby także wpisany w swój statut obowiązek przeznaczania całego zysku na remonty lub budowę nowych lokali – dałoby to szansę w dłuższej perspektywie czasowej znacząco zwiększyć zasób mieszkaniowy stolicy Niemiec (Sroczyński, 2020).

3.5.3. *Troska o przyrodę*

Skoro pływające miasta mają być jedną z odpowiedzi na kryzys klimatyczny i zanieczyszczenie Ziemi, nie powinny przyczyniać się do dalszej degradacji środowiska naturalnego. Wszystkie stosowane rozwiązania technologiczne należy podporządkować surowym wymogom związanym z emisją gazów cieplarnianych i innymi śladami ekologicznymi. Jak zostało to już wspomniane, pływające miasta należy uczynić poligonami doświadczalnymi najnowszych rozwiązań z zakresu ochrony środowiska, przede wszystkim gospodarki o obiegu zamkniętym.

Kwestia ujemnego śladu ekologicznego wydaje się najtrudniejsza do osiągnięcia, a jednocześnie bardzo ważna, zwłaszcza dla inwestycji w sąsiedztwie dużych metropolii, będących znacznymi emitentami gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń. Wobec tego nie wystarczy, aby pływające miasto było neutralne klimatycznie, ale powinno dodatkowo redukować przynajmniej część śladów ekologicznych osadnictwa lądowego. Należy w tym celu nie ograniczać się do pewnych bazowych rozwiązań, jak odnawialne źródła energii, ale stale poszukiwać nowych technologii. Bardzo ważną rolę będą pełnić z pewnością różne metody naturalne, wykorzystujące rośliny albo inne organizmy do pochłaniania zanieczyszczeń. Należy również testować i wdrażać na jak największą skalę recykling odpadów oraz ograniczać zużycie energii – pamiętając, że połowę produktu recyklingu stanowi właśnie energia.

Myśląc o ograniczeniu negatywnego wpływu projektowanych miast na środowisko przyrodnicze nie sposób nie wspomnieć o produkcji żywności. Zgodnie z tym, co zostało przedstawione w części teoretycznej niniejszej pracy, pływające miasta powinny stać się pionierami wdrażania diety bezmięsnej na szeroką skalę. Dzięki temu ograniczą globalną emisję gazów cieplarnianych i staną się dowodem, że życie bez mięsa jest możliwe.

Także regulacje prawne związane z ekologią dają szerokie możliwości. Najprostszym rozwiązaniem wydaje się być internalizacja kosztów zewnętrznych dla przedsiębiorstw, instytucji i osób fizycznych. Można ją wdrożyć poprzez opodatkowanie śladów ekologicznych lub nakaz kompensacji. Warto z pewnością zaostrzyć kary i skutecznie je egzekwować. W odniesieniu do budownictwa na wodach przybrzeżnych nie wystarczy jednak nowe prawo dla powstających inwestycji, ale konieczna jest jego integracja z legislacją lądową. Wynika to z bardzo silnego wzajemnego oddziaływania i przenikania się ekosystemów w strefie przybrzeżnej.

3.5.4. Spójność

W przypadku realizacji przybrzeżnych należałoby w zasadzie określać je mianem pływających dzielnic. Dobrze zaprojektowana dzielnica (czy też osiedle) jest rzecz jasna w pewnym stopniu samowystarczalna, jednak nie może i nie powinna funkcjonować w oderwaniu od całości miejskiego organizmu. Spójność w odniesieniu do pływających dzielnic rozumiana jest dwojako: zarówno jako realizacja infrastruktury transportowej, jak i technicznej. Ta pierwsza obejmuje mosty i połączenia promowe, a druga różnorodne urządzenia przesyłowe. Warto przy tym zaznaczyć, że pływająca dzielnica nie musi wcale być jedynie odbiorcą energii i wody pobieranych z lądu, ale również produkować je we własnym zakresie, korzystając na przykład z metod opisywanych we wcześniejszych rozdziałach niniejszej pracy. Wielofunkcyjność już od kilkudziesięciu lat stanowi ważną zasadę kreowania programu dużych inwestycji miejskich. W odniesieniu do miast pływających należy podkreślić jej znaczenie dla osiągnięcia odporności w wymiarze gospodarczym. Dzielnica, która nie jest oparta o jedną dziedzinę przemysłu lub usług, ma większe szanse przetrwania niepokojów czy kryzysów. Jest też w naturalny sposób bardziej zróżnicowana przestrzennie i społecznie.

Spójność należy odnieść również do kwestii kształtowania przestrzeni pływających części metropolii. Ich zabudowa, chociaż powinna przybrać nowoczesne formy i podkreślić awangardowy charakter nowych osiedli, nie może całkowicie odcinać się od istniejącego zagospodarowania. Może do niego nawiązywać na przykład poprzez stosowane materiały lub gabaryty. Ważne jest, aby skala i charakter przestrzeni otwartych miały wspólne cechy z tym, co mieszkańcy pływającej dzielnicy już znają – tak, aby nie byli zmuszeni do przebywania w zupełnie obcym środowisku.

Spójność można także w pewnym stopniu odnieść do realizacji „pełnomorskich”. Chodzi o to, aby nie były one mimo wszystko całkowicie oderwane od lądowego zaplecza, ale stanowiły element spójnych strategii adaptacji do zmian klimatu, osadnictwa i rozwoju przestrzennego. Poza tym, niezależnie od odległości od brzegu, nie sposób wyobrazić sobie pływające społeczności funkcjonujące bez wymiany z innymi ośrodkami. Dlatego też odpowiednie systemy transportowe oraz łączność będą z pewnością niezbędne.

3.5.5. Niezależność

Prawdziwe pływające miasta przyszłości, realizowane jako samodzielne inwestycje w dużej odległości od brzegu i od innych form osadnictwa wydają się być na obecnym etapie rozwoju wizją odległą i bardzo trudno osiągalną, dlatego także założenie niezależności wydaje się trudne do spełnienia. Mimo to próba zaplanowania w pełni samowystarczalnemu osiedla na powierzchni wody na dzisiejszym etapie rozwoju technologicznego jest w pełni uzasadniona i może prowadzić do ciekawych wniosków. Produkcja energii i żywności oraz pozyskiwanie wody powinno zawsze posiadać znaczną rezerwę, a także rozmaite systemy awaryjne. Nie sposób bowiem wyobrazić sobie funkcjonowania kilku- czy kilkunastotysięcznego miasta bez dostępu do prądu ani utrzymania spokoju i ładu społecznego w przypadku niedoboru podstawowych zasobów. Niezależność silnie wiąże się z bezpieczeństwem, jest jednak jego rozwinięciem. Chodzi bowiem o to, żeby funkcjonowanie całego systemu oprzeć w jak największym stopniu o zasoby lokalne, takie jak organizmy morskie, energia falowania, ale też miejscowy kapitał społeczny. Takie podejście wpisuje się w zasadę zrównoważonego rozwoju, a w odniesieniu do osadnictwa na otwartym morzu wydaje się być koniecznością (choćby ze względu na ogromne koszty ewentualnego transportu na tak duże odległości).

Poza tym warto zauważyć, że część rozwiązań opierających rozwój na zasobach lokalnych będzie mogła z pewnością zostać zastosowana również w odniesieniu do istniejących systemów osadniczych. Jest to bardzo ważne we współczesnym świecie, który odczuwa negatywne skutki globalizacji i który zmaga się z pandemią, ograniczającą międzynarodowe przepływy osób i towarów. Niestety, tego typu kryzysy będą prawdopodobnie występowały coraz częściej i trzeba się na nie przygotować. Wobec powyższego można po raz kolejny dojść do wniosku, że miasta pływające z powodzeniem mogą służyć za swego rodzaju poligon doświadczalny dla rozmaitych rozwiązań technologicznych, przestrzennych, społecznych i prawnych, które będzie można następnie wdrażać na szerszą skalę.

4. CZĘŚĆ APLIKACYJNA

Doskonałym testem dla wypracowanych wytycznych jest projekt koncepcyjny pływającego miasta przyszłości. Obejmuje on: osadzenie w konkretnej lokalizacji, krótki opis uwarunkowań, wybór rozwiązań i technologii oraz określenie potencjalnych mieszkańców, ich potrzeb i aspiracji, wypracowanie całościowej wizji miasta i wskazanie celów jego realizacji. Integralnym elementem jest przedstawiona graficznie koncepcja funkcjonalno-przestrzenna.

Czasem, który przyjęto do realizacji pływającego miasta, jest rok 2050 (równy 30 lat po napisaniu niniejszej pracy). Wydaje się to być dobrym momentem dla jego powstania – stosunkowo bliskim, co zmniejsza niepewność prognoz, a jednocześnie na tyle odległym, że prawdopodobnie ludzkość będzie już dysponowała odpowiednimi technologiami. Jako potencjalną lokalizację wybrano wody południowego Pacyfiku. Przemawia za tym kilka ważnych argumentów. Po pierwsze, wskazane miejsce leży stosunkowo niedaleko małych krajów wyspiarskich Oceanii, narażonych na zniszczenie w wyniku podnoszenia się poziomu mórz. Po drugie, w tej samej części świata położona jest również Australia – kontynent, który zmaga się z gwałtownymi skutkami zmian klimatu; wystarczy wspomnieć ogromnej skali pożary z przełomu 2019 i 2020 roku, które pochłonęły ponad 11 milionów hektarów terenów zielonych (BBC, 2020). Po trzecie, duży zakres szerokości geograficznych południowego Pacyfiku pozwoli zlokalizować pływające miasto w rejonie o przyjaznym, łagodnym klimacie. Po czwarte, lokalizacja daleko od lądu, w bardzo dużej odległości od dominujących ośrodków gospodarczych świata, pozwala przypuszczać, że tworząca się wspólnota będzie bezpieczna od politycznych nacisków ze strony państw lądowych.

Hipotetyczne pływające miasto nazywa się Floaton. Nazwa pochodzi z języka angielskiego, który jest dzisiaj powszechnie stosowany w komunikacji międzynarodowej i prawdopodobnie utrzyma swój status także w kolejnych latach (Graddol, 1997). Czasownik „float” oznacza unoszenie się na wodzie, dryfowanie. Końcówka „-on” może być rozumiana na dwa sposoby. Po pierwsze, jest nawiązaniem do tradycyjnego nazewnictwa miejscowości w krajach anglojęzycznych tworzy więc pewne skojarzenie z przyjaznym i znajomym krajobrazem angielskiej prowincji, informując na wstępie o kameralnym charakterze projektowanego założenia. Po drugie, gdyby proponowaną nazwę rozpatrywać jako dwa oddzielne słowa, znaczyłyby (w wolnym tłumaczeniu): „Płyn naprzód!” lub „Pływaj dalej!”. Stanowi to pewną dodatkową ciekawostkę, jednak przydaje charakteru miastu i może być odczytywane jako swoisty manifest, deklaracja na temat bezpieczeństwa i niezależności.

4.1. Środowisko przyrodnicze

Niezależnie od poziomu rozwoju technologicznego, osiedla ludzkie zawsze w taki czy inny sposób dopasowywały się do warunków naturalnych – czy to poprzez harmonię i uległość, czy też poprzez świadome przeciwstawienie się. Podobnie będzie z pewnością w roku 2050, dlatego rozpatrując teoretyczne pływające miasto, należy najpierw przeanalizować środowisko przyrodnicze, w którym będzie ono osadzone.

4.1.1. *Klimat*

Dzisiejszy klimat południowego Pacyfiku można opisać jako zwrotnikowy o cechach morskich, przechodzący w podzwrotnikowy i umiarkowany w miarę zwiększania szerokości geograficznej. Jako w miarę reprezentatywne można podać dane dla stacji meteorologicznej Rapa (Polinezja Francuska) za rok 2015: średnia temperatura w ciągu roku 20,7°C, amplituda temperatur 4,4°C, roczna suma opadów 2326 mm (Australian Government Bureau of Meteorology). Dla porównania, w tym samym roku w Polsce zmienne te przyjęły odpowiednio wartości 9,6°C, 2,12°C i około 600 mm (Djaków, 2016). Pokazuje to, że klimat analizowanego regionu jest o wiele cieplejszy, bardziej zmienny i wilgotniejszy od warunków polskich. Bardzo ważnym zjawiskiem w tej części świata jest El Niño – zjawisko pogodowe, podczas którego w wyniku nagrzewania się wód wokół równika zmienia się okresowo kierunek pasatów nad Pacyfikiem. Wynikiem jego występowania jest ponadprzeciętnie wysoka temperatura wód u wybrzeży Ameryki Południowej, przy jednoczesnym ochłodzeniu po drugiej stronie akwenu, w rejonie Australii i Oceanii. Czasami występuje proces odwrotny, zwany La Niña. Badania na temat El Niño trwają. Prawdopodobnie zjawisko to będzie się nasilać (CSIRO i in. 2015).

Biorąc pod uwagę prognozowane zmiany klimatu oraz ich zmienność w ujęciu globalnym, należy się spodziewać, że średnia temperatura w badanym regionie będzie wyższa o około 0,8°C – w rejonie Polinezji Francuskiej wyniesie około 21,2°C, w chłodniejszych częściach Pacyfiku odpowiednio mniej. Nie jest to duży wzrost, jednak pociąga za sobą nasilenie zjawisk ekstremalnych, zgodnie z raportem IPCC, przytoczonym w części teoretycznej niniejszej pracy. Średnia roczna suma opadów będzie prawdopodobnie nadal maleć, tak jak ma to miejsce do tej pory, jednak utrzyma się na stosunkowo wysokim poziomie.

4.1.2. *Poziom morza*

Prognozowanie wzrostu poziomu morza w roku 2050 obarczone jest, jak każda próba przewidywania przyszłości, znaczną niepewnością. Korzystając z przytoczonych w niniejszej pracy badań, można przyjąć, że średni wzrost w skali globalnej wyniesie do tego czasu około 40 cm. Co oznacza to dla analizowanego obszaru – południowego Pacyfiku?

Przede wszystkim zagrożona będzie fizyczna egzystencja wielu nisko położonych terenów, na przykład na wyspach Oceanii. Ponadto wzrośnie wysokość i intensywność fal powodziowych, ograniczony zostanie dostęp do słodkiej wody, a naturalne systemy ochrony brzegu (na przykład rafy koralowe) ulegną znacznym uszkodzeniom. Jednoczesne wystąpienie wszystkich tych zjawisk może sprawić, że niektóre z krajów wyspiarskich na Pacyfiku staną się praktycznie niezdatne do zamieszkania (Storlazzi, Elias, Berkowitz, 2015), co wymusi migrację – nie tylko ludności, ale również zwierząt i roślin.

4.1.3. *Flora i fauna*

Południowy Pacyfik, a szczególnie położone na nim wyspy, posiadają złożone ekosystemy, w których występuje wiele rzadkich gatunków endemicznych. Rafy koralowe,

liczne ptaki morskie, ryby, unikatowe w skali świata rośliny i inne organizmy składają się na niepowtarzalny charakter flory i fauny analizowanego regionu. Do najciekawszych gatunków roślin zaliczają się między innymi endemiczne palmy i araukarie (na przykład *araucaria columnaris*, drzewo powszechnie szanowane przez rodowitych mieszkańców Oceanii, charakteryzujące się pionowym kształtem korony i pochyleniem w kierunku równika), rozmaite trawy oraz storczyki. Z kolei wśród zwierząt należy wymienić liczne gatunki nietoperzy (ryc.4.1.), torbacze (występujące przede wszystkim w Australii i Papui-Nowej Gwinei), bardzo różne ptaki, przeważnie małe (jak na przykład jaskółka pacyficzna lub loreczka białogardła) oraz organizmy morskie: koralowce i ogromną liczbę gatunków ryb, w tym manty, błazenki (ryc. 4.2.) czy ryby motyle (Wikipedia).



Ryc. 4.1. Nietoperz z grupy „latających lisów”, charakterystycznych dla regionu Oceanii. Źródło: Fotografia Jacques'a de Spéville opublikowana w serwisie The Verge (dostęp dnia 09.11.2020), dostępna online pod adresem: <https://www.theverge.com/2017/3/30/15090594/flying-foxes-island-ecosystems-threats-hunting-habitat-loss-mauritius>

Ryc.4.2. Błazenek w naturalnym środowisku. Źródło: Fotografia z GettyImages opublikowana w serwisie Flinders University (dostęp dnia 09.11.2020), dostępna online pod adresem: <https://news.flinders.edu.au/blog/2019/07/11/clownfish-reproduction-threatened-by-artificial-light/>

Niestety, katastrofa klimatyczna i inne efekty działalności człowieka są dla nich bardzo poważnym zagrożeniem. W wyniku wzrostu temperatur wiele gatunków migruje w stronę wyższych szerokości geograficznych lub na wyżej położone tereny, poszukując siedlisk o odpowiednich warunkach atmosferycznych (Root, Schneider, 2002). Niestety, w przypadku roślin możliwości migracji są bardzo ograniczone i nie nadążają za tempem zmian klimatu. Ponadto należy zwrócić uwagę, że organizmy żyjące na wyspach Oceanii nie będą miały dokąd się przemieścić, jeżeli wyspy te znikną z powierzchni ziemi. Tym samym nasuwa się wniosek, że stworzenie odpowiedniego środowiska do życia dla chociaż części endemicznych gatunków południowego Pacyfiku stanowi ważne wyzwanie, przed jakim staną pływające miasta.

4.2. Uwarunkowania społeczno-gospodarcze

Przyroda z pewnością narzuci ramy działania pływającym miastom przyszłości, jednak równie duże znaczenie będzie mieć kultura i cywilizacja. Nie można bowiem zapominać,

że ludzie są zarówno podmiotem, jak i przedmiotem planowania przestrzennego. Demografia w ujęciu globalnym i regionalnym, sytuacja polityczna, gospodarcza i społeczna, a także możliwości technologiczne i prawne w znacznym stopniu wpłyną na powstanie i funkcjonowanie Floaton, które, jak każde osiedle ludzkie, będzie przede wszystkim wytworem i obrazem cywilizacji, w której powstanie.

Próba określenia tego, jak będzie wyglądało życie ludzi za 30 lat, wydaje się zadaniem jeszcze trudniejszym niż prognozowanie warunków naturalnych. Ludzkość jest bowiem jeszcze bardziej nieprzewidywalna i zmienna niż przyroda. Globalna liczba ludności według szacunków ONZ wynosić będzie w 2050 roku około 9,5-10 miliardów, z czego miliard zamieszkiwać będzie nisko położone tereny nadmorskie. Rozwijanie bezpiecznego osadnictwa w strefie przybrzeżnej stanie się więc kwestią bardzo pilną. Pozwala to żywić nadzieję, że dzięki temu opinia społeczna będzie bardziej przychylna powstawaniu pływających miast, a władze państwowe i samorządowe na całym świecie będą skłonne wspierać ich realizację.

Jak będzie wyglądała globalna gospodarka i polityka w roku 2050? Czy przybierze na sile globalizacja, czy raczej przeważą procesy odwrotne? Rozwiną się wielokulturowe metropolie i federacje krajów, czy nastąpi powrót w stronę zwartych i jednolitych państw narodowych? W jakim kierunku rozwinie się neoliberalny system gospodarczy – dalszej stratyfikacji społecznej czy polityki wyrównywania szans? Czy szerokie stosowanie nowych technologii i automatyzacja zrewolucjonizują rynek pracy, likwidując zawody nisko wykwalifikowane? Odpowiedź na powyższe pytania (a raczej próba odpowiedzi) stanowi temat na osobne opracowanie naukowe, dlatego na potrzeby niniejszej pracy przyjęto założenie, że niezależnie od kierunku globalnych przemian społeczno-gospodarczych pływające miasto Floaton pozostanie samodzielnym organizmem administracyjnym, w którym będą wdrażane idee otwartości, tolerancji, sprawiedliwości społecznej oraz wolności osobistej i gospodarczej.

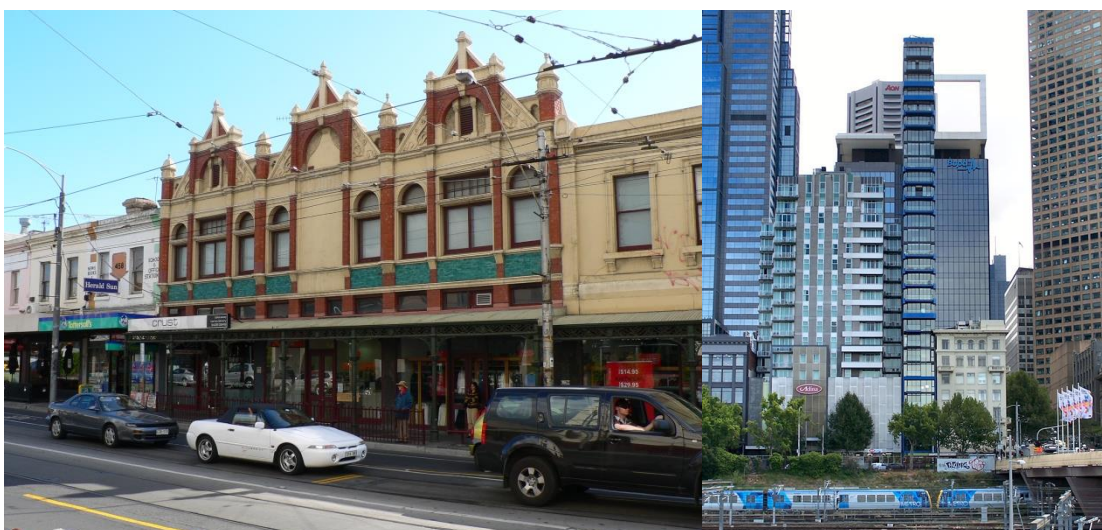
4.3. Uwarunkowania przestrzenne

Floaton ma z założenia być miastem niezależnym i samowystarczalnym, jednak nie powinno powstać w zupełnym oderwaniu od istniejących uwarunkowań przestrzennych, rozumianych jako obecna forma jednostek osadniczych w regionie. Chcąc zapewnić odpowiednie środowisko życia mieszkańcom Australii i Oceanii, warto zadbać o to, aby skala pływającego miasta i jego architektura były zbliżone do tego, co osoby te znają ze swojej codzienności. Pozwoli to ograniczyć stres i poczucie niepewności związane z migracją.

4.3.1. Miasta australijskie i nowozelandzkie

Morfologia miast Australii i Nowej Zelandii przypomina warunki północnoamerykańskie. Największe metropolie zlokalizowane są na wybrzeżach i posiadają podobną strukturę przestrzenną. W samym sercu miasta znajduje się CBD (ang. *Central Business District* – centralna dzielnica biznesowa) – śródmieście cechujące się największą intensywnością zabudowy, dużym nagromadzeniem miejsc pracy dla wysoko wykwalifikowanej kadry, szerokim

programem usługowym i obecnością reprezentacyjnych przestrzeni publicznych. W pobliżu znajduje się najczęściej port wraz z towarzyszącym zagłębieniem przemysłowym. Centrum otoczone jest rozległym pasem przedmieść o różnorodnych sposobach zagospodarowania, w których dominuje funkcja mieszkaniowa, zwłaszcza jednorodzinna. W przypadku największych miast regionu przedmieścia te zajmują ogromne powierzchnie. Mniejsze miasta posiadają podobną strukturę przestrzenną, jednak zajmują dużo mniejsze tereny, a ich centra cechują się niższą intensywnością zabudowy. Architektura w regionie stanowi interesującą mieszankę pozostałości z czasów kolonialnych (zabudowa podobna stylem do XIX-wiecznych budynków europejskich), wysokościowców z XX i XXI wieku oraz klasycznych domów przedmiejskich, które przybierają podobne formy na całym świecie (ryc. 4.3. i 4.4.). Unikatowy charakter mają pojedyncze ikony architektury, jak na przykład Opera w Sydney albo National Gallery of Victoria w Melbourne.



Ryc. 4.3. Historyczna zabudowa wzdłuż Church Street w Richmond w Australii. Źródło: Fotografia z serwisu Wikimedia Commons (dostęp dnia 09.11.2020), dostępna online pod adresem: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shops_on_church_street_richmond.jpg

Ryc. 4.4. Phoenix Tower w Melbourne w otoczeniu zabudowy wysokościowej. Źródło: Fotografia Tima Dicksona opublikowana w serwisie The B1M (dostęp dnia 09.11.2020), dostępna online pod adresem: <https://www.theb1m.com/video/collins-house-building-melbournes-prefabricated-skyscraper>

Bardzo ciekawym przykładem w kontekście myślenia o miastach modelowych i ich formie przestrzennej jest stolica Australii, Canberra. Jej historia sięga przełomu XIX i XX wieku. Powstanie miasta wynikało z potrzeby zapewnienia miejsca dla rządu federalnego, które byłoby jednocześnie symbolem zjednoczenia poszczególnych stanów Australii w jedno państwo. W roku 1908 wybrano lokalizację dla nowej stolicy: 2000 km² w zachodniej części kraju, w całości stanowiące własność publiczną. Trzy lata później zorganizowano konkurs na projekt nowej stolicy. Zwycięski okazał się projekt Waltera Griffina, amerykańskiego architekta, byłego współpracownika Franka Lloyd Wrighta. Plan Griffina wyróżniał się prostą, a jednocześnie bardzo czytelną formą. Opiera się o geometryczny układ osi i placów, w większości wpisanych

w koło lub sześciokąt foremny i może rodzić skojarzenia z miastem-ogrodem czy też planem Haussmanna dla Paryża. Jednocześnie uwzględnia i wykorzystuje naturalne ukształtowanie terenu (ryc. 4.5.). Najważniejsze punkty kompozycji są podkreślone architekturą budynków oraz ich funkcją: im bardziej znacząca lokalizacja w przestrzeni miasta, tym ważniejsza rola danego obiektu. Zakładano też podział funkcjonalny na dzielnice o różnym przeznaczeniu: rządową, handlową, mieszkalną czy przemysłową. Z kolei zabudowa wzdłuż najważniejszych alei miała z założenia pełnić różnorodne funkcje jednocześnie. Dzielnice mieszkaniowe, według idei Griffina, powinny zapewniać równowagę między odpowiednią gęstością zaludnienia, a dobrymi warunkami życia i spełniać założenia dostępności pieszej (Grigg, 2007).



Ryc. 4.5. Plan Waltera Griffina dla Canberry. Źródło: Grafika opublikowana w serwisie Pocket Oz (dostęp dnia 17.10.2020), dostępna online pod adresem: <https://pocketoz.com.au/act/griffins-canberra.html>

Projekt Griffina dla Canberry stanowi w dalszym ciągu podstawę formy przestrzennej miasta, a jednocześnie jest inspiracją dla kolejnych pokoleń architektów i urbanistów. Może również być punktem odniesienia dla projektu Floaton, które w wymiarze ideowym ma z nim

wiele cech wspólnych. Tak jak Canberra stała się symbolem zjednoczenia Australii i wyrazem aspiracji jej rządu, tak samo Floaton ma stanowić wyraz nowej nadziei dla mieszkańców Oceanii i przyświecających im wartości. Warto, aby było to odzwierciedlone w formie przestrzennej projektowanego pływającego miasta.

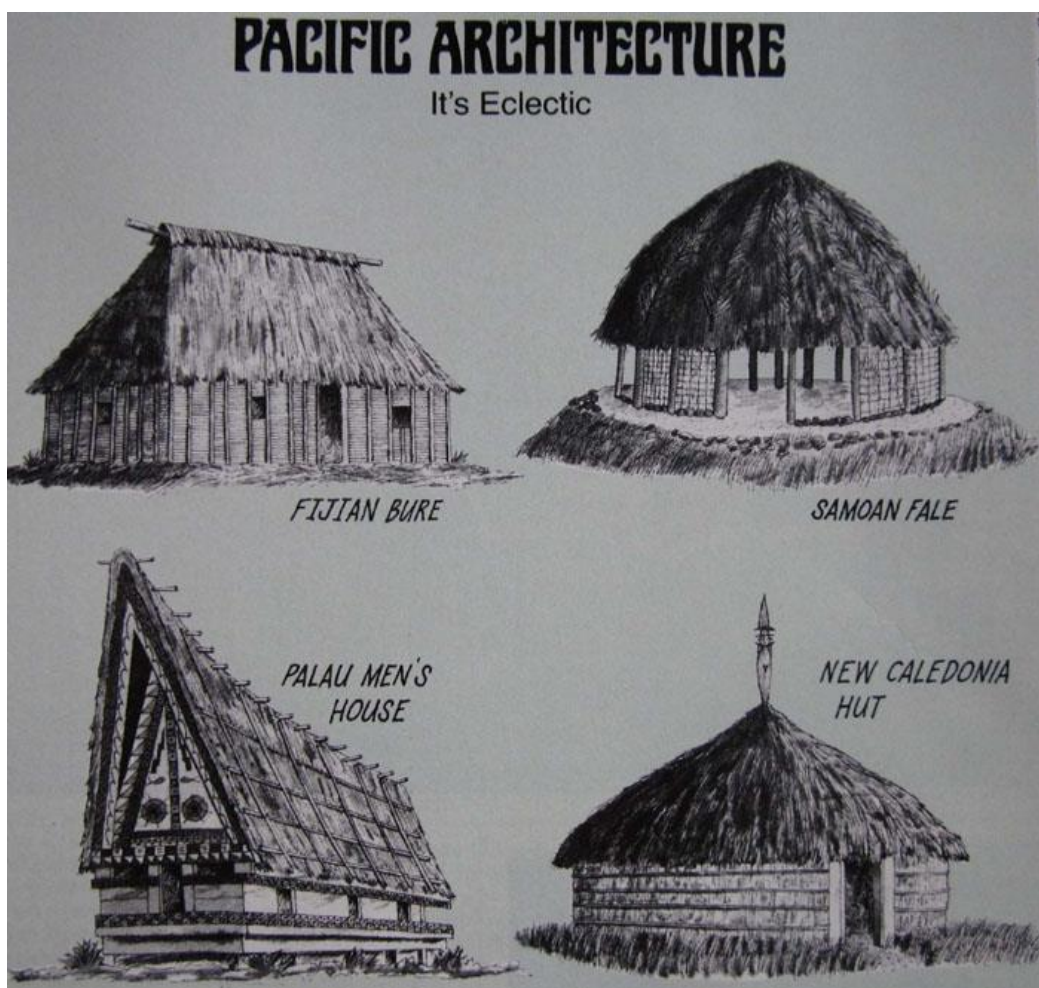
4.3.2. Osadnictwo na wyspach Pacyfiku

Formy przestrzenne i skala miast w krajach Oceanii zależą w dużej mierze od rozmiarów konkretnej wyspy i jej rzeźby terenu. Na przykład największe miasta na wyspach Viti Levu i Vanua Levu w Fidżi mają po kilkadziesiąt tysięcy mieszkańców. Miejscowości te są położone na nadmorskich stokach wysp. Przeważnie nie mają wyraźnie wykształconych centrów; niewysoka, choć przeważnie zwarta zabudowa skupia się na niżej położonych terenach, a bardziej rozproszone układy przedmiejskie zajmują wyższe partie stoków górskich. Ulice są często kręte i mocno nieregularne, dopasowując się do ukształtowania terenu. Papetee – stolica Polinezji Francuskiej – stanowi tutaj wyjątek: posiada zwarte centrum z wielofunkcyjną zabudową i regularnym układem ulic. Nieco inaczej wygląda kompozycja przestrzenna miast położonych w obrębie atoli (na przykład Valaku w Tuvalu). Są one mniejsze i mają w przybliżeniu liniowy charakter wymuszony kształtem wyspy; przy czym najsilniejsze zainwestowanie występuje wzdłuż brzegu morskiego. Układ ulic jest przeważnie dosyć regularny, a zabudowa i jej intensywność jednolita w obrębie miejscowości. Dominują budynki jedno- i dwukondygnacyjne. Bardzo często dominantami w przestrzeni miast Oceanii są porty lotnicze, przeważnie lokalizowane nad samym brzegiem morza.

Bardzo ciekawym i mało znanym w Europie zagadnieniem jest architektura Oceanii. Historię budownictwa w regionie można podzielić zasadniczo na dwa okresy: tradycyjny i kolonialny. Pierwszy z nich obejmuje architekturę rdzennych mieszkańców, którzy osiedlili się na wyspach wiele tysięcy lat temu. Pewne typowe formy, wzory i materiały są stosowane do dzisiaj. Drugi okres obejmuje wpływy europejskie – budynki wznoszone w Australii i Oceanii nosiły cechy architektury krajów, z których wywodzili się koloniści. Najwięcej zabudowy kolonialnej pochodzi z drugiej połowy XIX wieku.

Tradycyjne budynki wysp pacyficznych dostosowywały się do warunków klimatycznych, dostępnych lokalnie surowców i możliwości technologicznych – jak zresztą w każdym miejscu na świecie. Ciepły i deszczowy klimat sprawiał, że najważniejszy element domów stanowił dach, zapewniający schronienie przed słońcem i opadami. Przeważnie był stromy, o kształcie osiowo- lub środkowosymetrycznym. Ściany stanowiły jedynie element uzupełniający; przeważnie wznoszono je w taki sposób, aby zapewniały dobrą wentylację. Czasami wręcz zupełnie zrezygnowano z ich wypełnienia, redukując je do roli filarów podtrzymujących dach (ryc. 4.2). Stosowano przede wszystkim materiały pochodzenia naturalnego: drewno, bambus, słoma, trzcina, trawy, koralowce. Wiele budynków posiadało bogate zdobienia oraz dekorowane wyposażenie, jak na przykład wzorzyste maty podłogowe w domach na Kiribati. Główny problem tradycyjnej architektury Oceanii stanowi jej stosunkowo niska odporność na trudne

warunki naturalne i szybkie starzenie się. Wpływ wiatru, deszczu, słońca czy też owadów zagrażają historycznym budynkom, są one jednak stosunkowo niedrogie i proste w budowie, a miejscowa tradycja obejmuje ich rekonstrukcję w tej samej lokalizacji i formie, z wykorzystaniem tych samych technik i materiałów. Dzięki temu wiele przykładów architektury rdzennych mieszkańców Oceanii wciąż stanowi wyraz tożsamości i dziedzictwa regionu.



Ryc. 4.6. Tradycyjna zabudowa wysp na Pacyfiku. Źródło: Grafika Piero Scaruffiego opublikowana na jego stronie internetowej (dostęp dnia 17.10.2020), dostępna online pod adresem: <https://www.scaruffi.com/monument/oceania/map003.jpg>

4.4. Wizja

Floaton ma być z założenia odpowiedzią na wyzwania, przed jakimi staje ludzkość w XXI wieku. Ma wyrażać i urzeczywistniać nadzieję na przetrwanie najbardziej zagrożonych przez katastrofę klimatyczną wspólnot oraz całej cywilizacji.

Floaton w roku 2050 stanowi dla całego świata przykład realizacji miasta idealnego i wdrożenia w praktyce wielu zasad, o których przeważnie rozprawia się tylko teoretycznie. Jest samowystarczalne w zakresie niezbędnym do przetrwania, prowadząc jednocześnie intensywną wymianę międzynarodową. Pozostawia po sobie ujemny ślad ekologiczny –

przyczynia się do poprawy stanu środowiska przyrodniczego. Jest zarządzane demokratycznie i poprzez wysoki poziom edukacji wdraża idee społeczeństwa obywatelskiego. Dzięki nowoczesnym technologiom dostosowanym do warunków naturalnych oraz odpowiedniej organizacji społeczności zapewnia poczucie bezpieczeństwa wszystkim mieszkańcom. Jest na wskroś nowoczesne, ale czerpie z tradycyjnej kultury Oceanii i zapewnia jej przetrwanie w zmieniającym się świecie.

4.5. Koncepcja

Wykonanie kompletnego projektu pływającego miasta, posiadającego pewien potencjał realizacyjny, to zadanie skomplikowane i wieloaspektowe, wymagające zaangażowania zespołu ekspertów różnych branż. Dlatego koncepcja pływającego miasta zawarta w niniejszej pracy ma charakter bardziej ideowy, pod pewnymi względami wręcz symboliczny. Należy przy tym zaznaczyć, że Floaton ma być stosunkowo niewielką inwestycją, w przeciwieństwie do innych projektów. Docelowa liczba mieszkańców wynosi poniżej 10 tysięcy, chociaż istnieje oczywiście możliwość realizacji większej liczby inwestycji według podobnych projektów i stworzenie swoistych „pływających regionów”. Dzięki modułowemu charakterowi poszczególne osiedla i miasta mogą przyjmować bardzo różną wielkość i kształt.

4.5.1. Układ przestrzenny i strefowanie

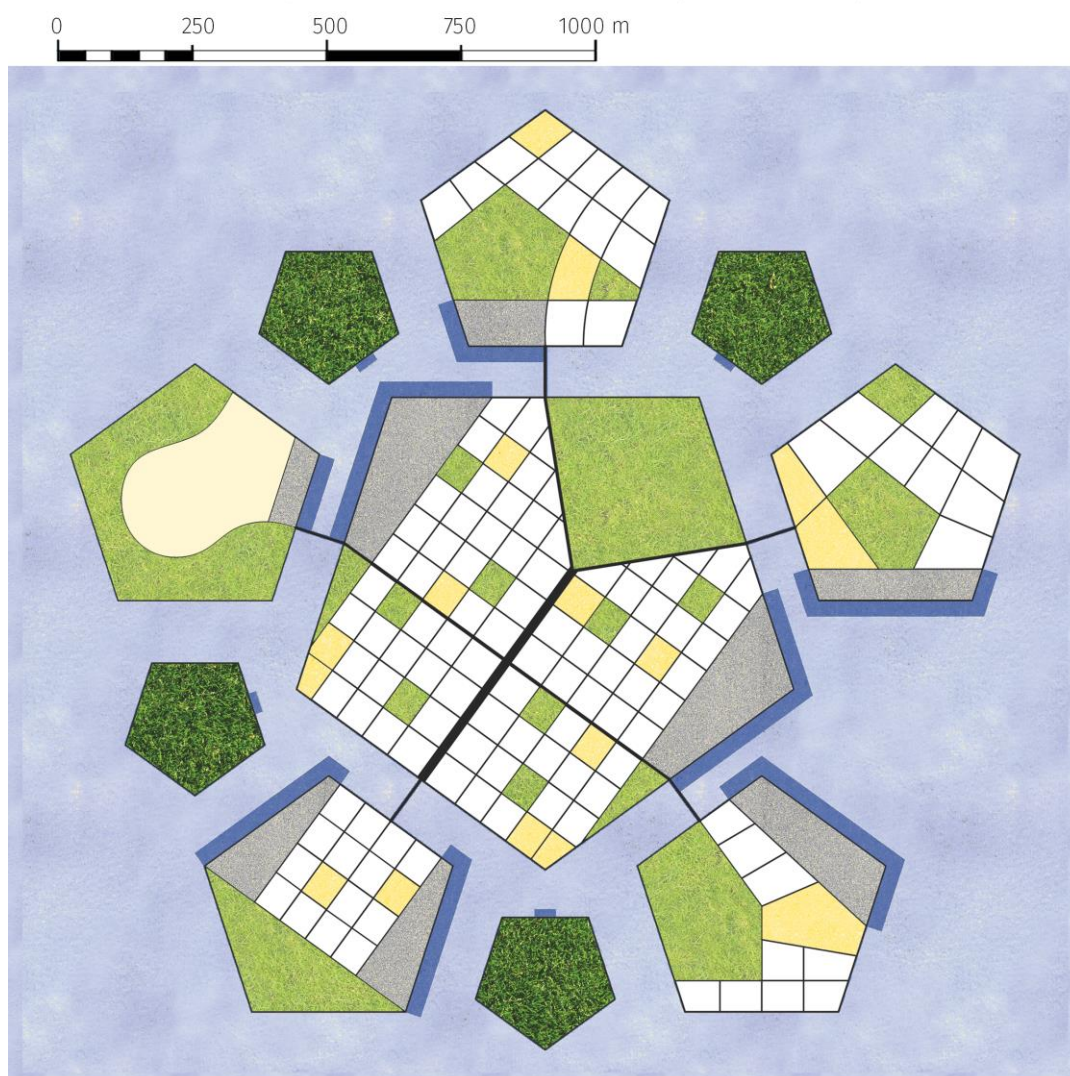
Zgodnie z założeniem ograniczania kosztów produkcji, Floaton ma mieć modułowy charakter. Elementy składowe mają kształt pięciokąta. Pozwala to na kreowanie oryginalnych, różnorodnych układów przestrzennych na platformach, a przy tym ma znaczenie symboliczne – każdy z boków modułu symbolizuje jeden z oceanów na ziemi. Wszystkie moduły będą wielofunkcyjne, co pozwoli wytworzyć zwartą, tętniącą życiem i autentyczną tkankę miejską. W zależności od zastosowanych rozwiązań i funkcji poszczególne miasta oparte na pierwotnym projekcie Floaton mogłyby być profilowane i mieć różne specjalizacje, na przykład naukową, produkcyjną czy podporządkowaną konkretnej gałęzi usług.

Największe moduły - centra – mają z założenia być samowystarczalne i zapewniać swoim mieszkańcom wszystko, co potrzebne do codziennego funkcjonowania. Obejmują pełen program funkcjonalny: mieszkalnictwo, usługi różnego rodzaju, produkcję energii, żywności i innych dóbr, transport. Posiadają również odpowiednio zagospodarowane przestrzenie publiczne: główną aleję, sieć ulic o różnej randze i zielone skwery (będące przy okazji strefą produkcji żywności). W obrębie centrów będą z założenia lokalizowane najważniejsze funkcje ogólnomiejskie, takie jak urzędy administracji publicznej, ośrodki kultury i edukacji.




Moduły przedmiejskie będą pełnić rolę pomocniczą w stosunku do centrów – podobnie jak w miastach lądowych. Zarówno ich program funkcjonalny jak i forma przestrzenna będą zróżnicowane i możliwe do dostosowania do lokalnych potrzeb. Liczba potencjalnych rozwiązań jest w zasadzie nieograniczona. Na platformach można będzie lokalizować w różnych układach budynki mieszkalne, zabudowę usługową, zakłady produkujące żywność i energię oraz parki.

Zakłada się również realizację „zielonych platform”, pokrytych w całości powierzchnią biologicznie czynną i stanowiących rezerwy przyrody, służące zachowaniu ginącej fauny i flory wysp Pacyfiku. Część z nich będzie mogła zostać umieszczona w bezpośrednim sąsiedztwie miast, inne – w większym oddaleniu, w celu zapewnienia poszczególnym gatunkom lepszych warunków. Dostęp do nich będzie ograniczony do niewielkich jednostek pływających. Przykładowe zestawienie modułów i ich podział na strefy funkcjonalne przedstawia schemat (ryc. 4.7).

Floaton - podział na strefy funkcjonalne



Legenda - dominujące funkcje

	mieszkaniowa		rolnicza
	usługowa		leśna i krajobrazowa
	przemysłowa i transportowa		portowa

Ryc. 4.7. Podział Floaton na strefy funkcjonalne. Źródło: Opracowanie własne.

4.5.2. Konstrukcja

Ze względu na silne wiatry i falowanie w rejonie południowego Pacyfiku konstrukcja Floaton powinna być bardzo wytrzymała. Zasadnym wydaje się zastosowanie systemu proponowanego przez spółkę Shimizu dla projektu Green Float – sześciokątnych rur ze specjalnych stopów magnezu, wypełnionych częściowo powietrzem, a częściowo wodą i połączonych ze sobą w celu wytworzenia platformy. Jest to konstrukcja stabilna i wytrzymała, odporna na działanie silnych wiatrów. Pokrycie górnych warstw platform należy z kolei dostosować do przewidywanych funkcji. Wierzchnią warstwę może więc stanowić twardy materiał umożliwiający posadowienie budynków, lub naturalna nawierzchnia (piasek lub gleba pozyskana z wysp Pacyfiku) nadająca się do posadzenia roślin i zapewnienia wegetacji.

Bardzo ważne w kontekście troski o środowisko naturalne jest stosowanie właściwych materiałów budowlanych. Same platformy, jak zostało to już wspomniane, powstaną z metalu – jako że stanowią najważniejszy element konstrukcji Floaton, nie jest wskazane stosowanie materiałów mniej wytrzymałych. Stanowiłoby to zagrożenie dla bezpieczeństwa mieszkańców. Pozostałe elementy infrastruktury zaleca się budować z materiałów naturalnych i łatwych do uzyskania, takich jak drewno, bambus czy trzcina. Z kolei do wypełniania ścian budynków powinny być używane cegły ze sprasowanych morskich śmieci. Należy przy tym założyć, że do roku 2050 postęp technologiczny pozwoli zdecydowanie ograniczyć negatywny wpływ produkcji i stosowania materiałów budowlanych na środowisko przyrodnicze. Prawdopodobnie pojawią się nieznane dzisiaj rozwiązania, nadające się do wdrożenia w pływających miastach.

4.5.3. Zaopatrzenie

Zaopatrzenie obejmuje trzy najważniejsze działy: energię, wodę i żywność. Każdy z nich jest kluczowy dla przetrwania Floaton i jego populacji. Jak pokazuje część wnioskowa niniejszej pracy, możliwości w zakresie dostarczenia tych podstawowych zasobów są bardzo różnorodne. Energia nieustannie krąży w przyrodzie, a pojawiające się coraz bardziej innowacyjne sposoby jej pozyskiwania stanowią ogromną szansę dla pływających miast. Dla Floaton proponuje się wytwarzanie prądu elektrycznego ze słońca (na przykład dzięki fotowoltaicznym nawierzchniom ulic i dachom), wiatru (mikroinstalacje czy specjalne latawce), fal morskich (oscylacyjne kolumny wodne) i innych źródeł, które z pewnością będą możliwe do wykorzystania w wyniku postępu technologicznego, jaki dokona się do roku 2050. Bardzo ważne, aby dywersyfikować pozyskiwanie, magazynowanie i przesyłanie energii – dzięki temu systemy zaopatrzenia miasta będą bardziej odporne na awarie i nieprzewidziane sytuacje.

Myśląc o zaopatrzeniu w wodę, należy wziąć pod uwagę dwa najważniejsze źródła: odsalanie zasobów oceanu i opady atmosferyczne. Warto pochylić się zwłaszcza nad kwestią magazynowania wody deszczowej – w przeciwieństwie do odsalania nie wymaga ono tak dużych nakładów energii, a jedynie odpowiedniego kształtowania infrastruktury. W rejonie południowego Pacyfiku zarówno obecna, jak i prognozowana (na podstawie ekstrapolacji obserwowanych trendów) średnia roczna suma opadów jest bliska 2000 mm. Zakładając

powierzchnię Floaton jako około 50 ha, daje to w skali roku imponującą ilość miliona metrów sześciennych wody opadowej. Dla ilu mieszkańców Floaton wystarczyłby taki zasób? Odpowiedź jest złożona, wymaga też wielu przybliżeń i szacunków. Wg danych pozyskanych przez portal Our World in Data średnie roczne zużycie wody w skali globalnej kształtuje się na poziomie zbliżonym do 4 bilionów metrów sześciennych. W przeliczeniu na mieszkańca Ziemi daje to około 555 m³. Warto przy tym zaznaczyć, że 70% globalnego zużycia wody pochłania rolnictwo, zwłaszcza hodowla zwierząt i produkcja mięsa. Zakładając, że produkcja żywności we Floaton pozwoli zmniejszyć te wartości, można założyć roczne zużycie wody na poziomie około 400 m³ na osobę. Tym samym obliczona ilość opadów pozwoliłaby na zaopatrzenie 2 500 mieszkańców pływającego miasta. Oczywiście gromadzenie całej wody deszczowej jest fizycznie niemożliwe. Mimo to, nawet zebranie 30% z niej zapewniłoby dostęp 750 osobom – około jednej dziesiątej przewidywanej populacji Floaton. Pozostała część musiałaby korzystać z odsalanej wody morskiej – proces jej pozyskiwania jest co prawda energochłonny i kosztowny, ale, podobnie jak w odniesieniu do innych kwestii, należy wyrazić nadzieję na dynamiczny rozwój technologii do roku 2050.

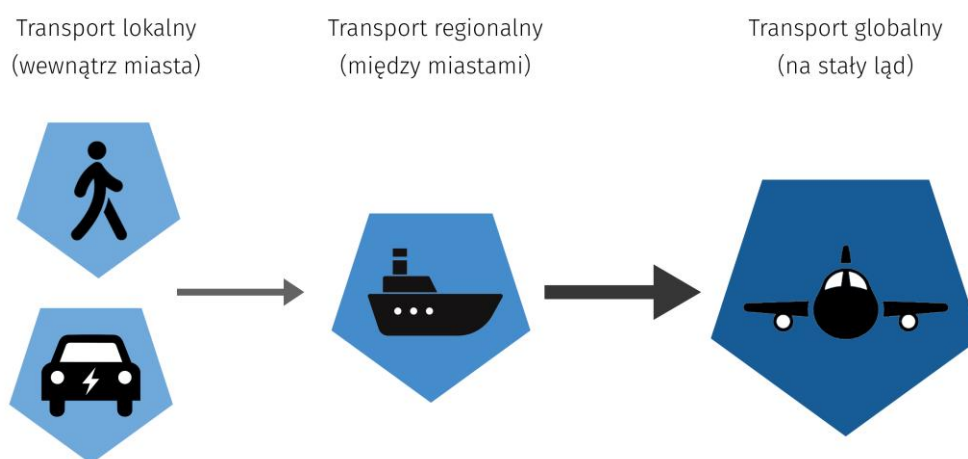
Zaopatrzenie w żywność zakładane jest z kilku źródeł, głównie z farm wertykalnych opartych o systemy akwa- i aeroponiki, zgodnie z możliwościami przedstawionymi w części wnioskowej niniejszej pracy. Należy przy tym pamiętać, aby skład gatunkowy hodowanych organizmów morskich i roślin odpowiadał lokalnym uwarunkowaniom, wymaganiom bioróżnorodności w ramach globalnego ekosystemu i, w miarę możliwości, oczekiwaniom mieszkańców Floaton.

4.5.4. Transport

Ze względu na niewielką skalę Floaton jego system transportowy będzie stosunkowo mało skomplikowany. Najdłuższe trasy w obrębie miasta wynosić będą poniżej 2 km, a zatem powinny być możliwe do pokonania pieszo poniżej 25 minut. Wobec tego ta właśnie, tradycyjna i najbardziej przyjazna forma przemieszczania się, będzie pełnić we Floaton rolę dominującą. Należy jednak pamiętać o osobach o ograniczonej mobilności, dla których pokonanie nawet dystansu kilkuset metrów pieszo stanowi poważny problem. Z myślą o nich, a także o przewozie towarów, pływające miasto zostanie wyposażone w dodatkowy system transportu. Będą to niewielkie pojazdy elektryczne, ładowane w kilku punktach w mieście, przystosowane zarówno do obsługi przez samych użytkowników, jak i wykwalifikowanych pracowników. Będą więc dostępne na zasadach zbliżonych do dzisiejszych systemów carsharingowych i taksówek. Ulice Floaton mają stanowić przestrzeń współdzieloną, dlatego wspomniane pojazdy powinny poruszać się z niewielkimi prędkościami, prawdopodobnie w zakresie do 15-20 km/h. Pozwoli to uniknąć niebezpiecznych sytuacji, a biorąc pod uwagę niewielkie rozmiary miasta, nie wpłynie znacząco na efektywność przemieszczania się.

Floaton ma być z założenia samowystarczalne w jak największym stopniu, jednak musi mieć połączenie transportowe z innymi miastami pływającymi i ze stałym lądem. Podróże te

będą się odbywały drogą morską. Dlatego też w każdym z modułów przewiduje się lokalizację przystani lub portu, o skali zależnej od spodziewanego natężenia ruchu i sąsiedztwa. Część jednostek pływających powinna być przystosowana do przewozu miejskich pojazdów elektrycznych, co pozwoli na wygodny przejazd wszystkim grupom mieszkańców. W sytuacji, gdyby w rejonie południowego Pacyfiku powstało więcej pływających miast, zasadnym wydaje się lokalizacja pływającego lotniska. Byłoby ono położone w odpowiednio dużej odległości od zabudowy, na osobnej platformie; pasażerów można by dowozić statkami (ryc. 4.8.). W odniesieniu do transportu morskiego należy jeszcze zauważyć, że wszystkie jednostki operujące w pobliżu Floaton bezwzględnie muszą być bezemisyjne w miejscu użytkowania (na przykład napędzane energią elektryczną lub ogniwami wodorowymi). Pozwoli to uniknąć zanieczyszczenia wód przybrzeżnych i umożliwi hodowlę ryb w ich obrębie.



Ryc. 4.8. Hierarchia systemu transportowego Floaton. Źródło: Opracowanie własne

4.5.5. Zagadnienia społeczno-gospodarcze

Zgodnie z przytoczoną we wprowadzeniu do niniejszej pracy definicją utopia to ideał szczęśliwego społeczeństwa. Nie sposób więc, pisząc o koncepcji idealnego pływającego miasta, nie wspomnieć o kwestiach społeczno-gospodarczych. Jak będzie wyglądało życie codzienne mieszkańców Floaton? Jakie prace będą wykonywali? Na czym mogła by polegać wymiana gospodarcza z resztą świata? W jaki sposób powinno być zorganizowane życie społeczne i polityczne?

Przede wszystkim trzeba przypomnieć, dla kogo będzie budowane Floaton. Ma ono stanowić schronienie dla emigrantów z krajów wyspiarskich Pacyfiku, alternatywę dla mieszkańców dużych metropolii nadmorskich Australii, a także być otwarte na przybyszy z innych stron świata. Będzie więc miastem wielokulturowym. Stąd pierwszy wymóg odnośnie życia społecznego: tolerancja i równe traktowanie. Powinno ono być zapewnione poprzez odpowiednią legislację, ale przede wszystkim dzięki budowaniu świadomości społecznej i przestrzeni dialogu. Rozwiązania urbanistyczne, które się temu przysłużą, to kreowanie atrakcyjnych przestrzeni publicznych i zapobieganie segregacji przestrzennej.

Praca, jaką będą wykonywali mieszkańcy Floaton, będzie prawdopodobnie dosyć podobna do tego, czym zajmować się będą współcześni im mieszkańcy miast lądowych. Najważniejszą różnicą będzie większe sprofilowanie gospodarki, nastawionej na wykorzystanie oceanu i jego zasobów. W sytuacji bardzo dynamicznego rozwoju nowych technologii trudno jednak prognozować, jak będzie wyglądał rynek pracy w roku 2050. Czy roboty przejmą większość zajęć wykonywanych obecnie przez pracowników o niskich kwalifikacjach? W jaki sposób będą wtedy utrzymywać się te osoby? Koncepcja Floaton zakłada zarówno powstanie nowych, innowacyjnych zawodów, jak i utrzymanie części tradycyjnych oraz zapewnienie wszystkim mieszkańcom możliwości aktywnego włączenia się w funkcjonowanie społeczności.

Organizacja administracji publicznej w pływającym mieście może zbliżyć się do systemu demokracji bezpośredniej. Założeniem we Floaton jest powołanie rad czy też komitetów zarządzających każdą z platform, mających kompetencje dotyczące spraw stricte lokalnych, oraz władz ogólnomiejskich, dysponujących dużo większymi możliwościami. Powinny one być związane z ekspertami, pełniącymi funkcję doradczą, oraz niezależnie od jakichkolwiek władz państwowych. Warto przy tym zaznaczyć, że myśląc o świecie w roku 2050 nie sposób stwierdzić, czy państwa narodowe będą jeszcze w ogóle funkcjonowały. Być może znaczną część ich kompetencji przejmą organizacje międzynarodowe lub federacje o zasięgu regionalnym? Niewykluczone, że zwierzchnią rolę w stosunku do władz Floaton przejmie na przykład Zarząd Federacji Południowego Pacyfiku albo Federacji Australii i Oceanii. Tym niemniej władze miejskie powinny mieć jak największą autonomię, a w proces decyzyjny angażować jak najwięcej obywateli o różnym statusie. Idee społeczeństwa obywatelskiego należy wdrażać poprzez dobrze rozwinięty system edukacji, a także stosować różne metody partycypacyjne – warsztaty, konsultacje czy panele obywatelskie.

4.6. Detale

4.6.1. Architektura

Architektura Floaton, podobnie jak cała jego konstrukcja, powinna mieć charakter modułowy – tak, aby ograniczyć koszty i czasochłonność procesu budowlanego. Najbardziej zasadne byłoby wyłonienie kilku typów zabudowy, a następnie ich odpowiednie zestawianie w ramach poszczególnych zespołów. Ważną kwestią będzie wielofunkcyjność zabudowy – ma ona sprawić, że każdy z modułów w ciągu dnia będzie mógł pełnić kilka różnych funkcji (na przykład obiekty usługowe mogą wieczorami zamieniać się w noclegownie dla ubogich i bezdomnych, a obiekty edukacji kultury – w kluby nocne i miejsca służące rozrywce). Proponowane do sytuowania w obrębie Floaton są następujące rodzaje budynków:

- szeregowe – trzykondygnacyjne o niewielkich rzutach poziomych, tworzące zwarte pierzeje, zakładające równowagę między gęstością zaludnienia a wysokim komfortem życia, przeznaczone raczej dla rodzin wielodzietnych lub wielopokoleniowych;
- wielorodzinne – klasyczna zabudowa miejska tworząca większość tkanki miejskiej, dopełniona usługami w parterach, obejmująca różne wielkości i rodzaje mieszkań;

- rolnicze – moduły farm wertykalnych wykorzystujących akwa- i aeroponikę;
- biurowe – o otwartych planach, umożliwiających elastyczne kształtowanie, zarówno jako klasyczne biura, jak i przestrzeń co-workingowa lub usługowa;
- oświatowe – zestandaryzowane moduły przeznaczone dla wszystkich grup wiekowych;
- przemysłowe – dowolnie urządzone hale, mogące służyć jako warsztaty, miejsca produkcji i przetwarzania żywności, energii i innych dóbr, stacje odsalania wody itp.;
- specjalnego przeznaczenia – powstające według indywidualnych projektów obiekty użyteczności publicznej, instytucje kultury, świątynie, hale sportowe i inne tego typu budynki, lokalizowane w newralgicznych miejscach i stanowiące cenne dopełnienie programu funkcjonalnego i kompozycji przestrzennej.

Styl architektoniczny pływającego miasta powinien z jednej strony podkreślać jego nowoczesny i awangardowy charakter, a z drugiej – być zakorzeniony w tradycji budowlanej miejsc, z których wywodzą się potencjalni mieszkańcy. Dlatego zaleca się nawiązywanie do tradycyjnych form i niewielkiej skali oraz stosowanie naturalnych materiałów, a jednocześnie dostosowanie budynków do współczesnych (dla roku 2050) wymogów związanych z warunkami życia i wpływem na środowisko. Skala zabudowy będzie niewielka, ograniczona do maksymalnie pięciu kondygnacji dla obiektów mieszkalnych i usługowych. Jako formę zachowania tożsamości ginących państw wyspiarskich należy rozważyć uzupełnienie zabudowy Floaton o przykłady tradycyjnych obiektów, wznoszonych całkowicie w zgodzie z zasadami regionalnej architektury.

4.6.2. Przestrzenie publiczne

Przestrzenie publiczne we Floaton obejmują kilka typów: ulice miejskie, bulwary nadmorskie, place i tereny zielone. Powinny pełnić różnorodne funkcje, ale łączyć się w jeden spójny system. Z założenia wszystkie przestrzenie otwarte w mieście będą ogólnodostępne – za wyjątkiem terenów zamkniętych ze względu na ich szczególną rolę (na przykład infrastruktura techniczna, dziedzińce szkolne i przedszkolne). Dzięki niewielkim rozmiarom Floaton i podporządkowaniu go ruchowi pieszemu możliwy będzie powrót do projektowania w przyjaznej człowiekowi skali.

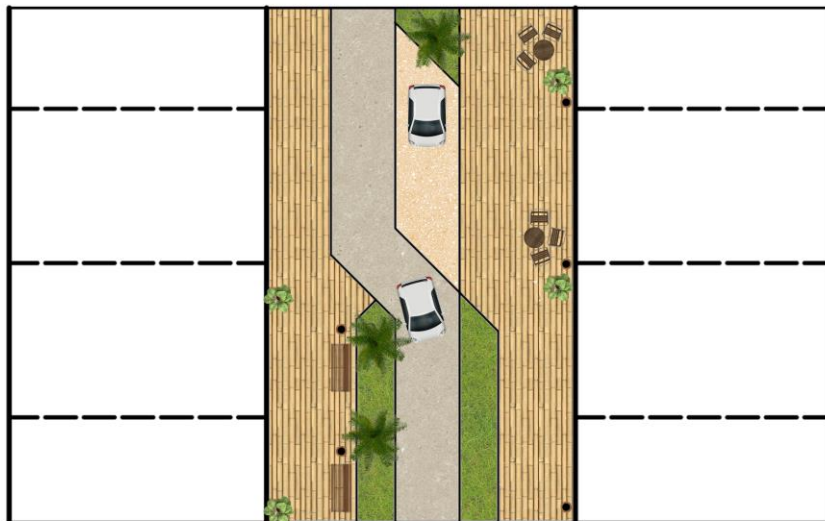
Ulice miejskie będą mieć szerokość około 12-15 m, w pełni wystarczającą dla ruchu pieszego w obrębie miasta. W obrębie tego przekroju przewidziana jest przestrzeń na miejsca do siedzenia i odpoczynku, zieleni i ogródki gastronomiczne, pas przeznaczony dla pieszych i przestrzeń dla okazjonalnych przejazdów pojazdów elektrycznych. Ruch wspomnianych pojazdów odbywać się będzie w systemie jednokierunkowym w celu poprawy bezpieczeństwa. Układ zagospodarowania będzie zmienny, dostosowany do charakteru danej ulicy, kształtowany na zasadzie woonerfu. Zakłada się stosowanie różnorodnych nawierzchni, w tym z materiałów naturalnych, a także wprowadzenie stosunkowo dużej ilości zieleni (ryc. 4.10. i 4.11). Partery budynków wzdłuż najważniejszych ciągów powinny pełnić funkcję usługową, a ograniczona wysokość budynków pozwoli na zachowanie interakcji z przestrzeniami

otwartymi. Ponadto dolne partie zabudowy posiadać będą liczne pionowe podziały, a krawędzie wewnątrz urbanistycznych zostaną „zmiękczone” przez zieleni i małą architekturę, co znacząco podniesie jej atrakcyjność i zachęci do spacerów (Gehl, 2014).

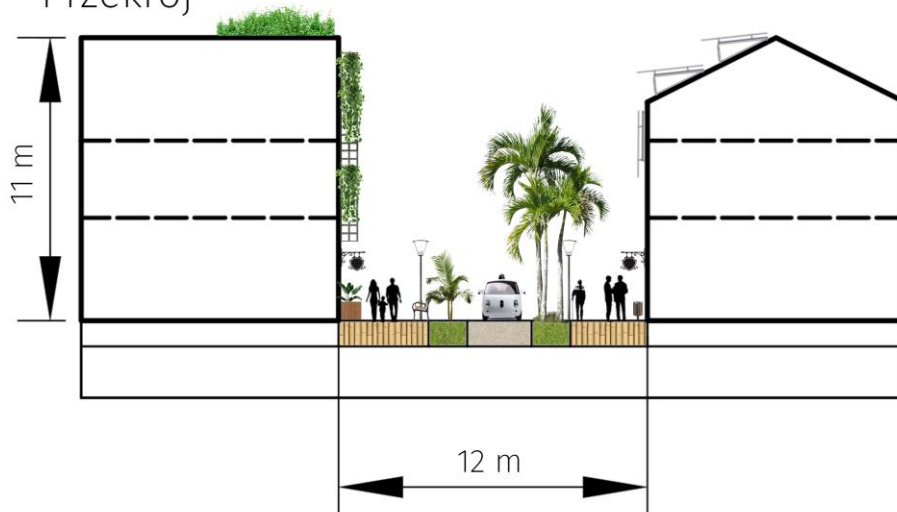
Floaton - ulica w zabudowie szeregowej



Rzut z góry



Przekrój



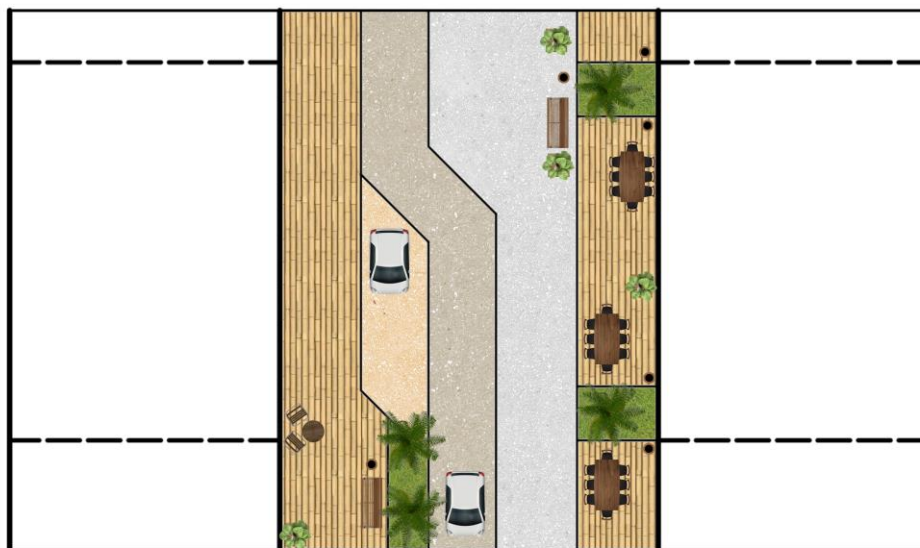
Ryc. 4.9. Rzut i przekrój typowej przestrzeni ulicznej pływającego miasta w zabudowie szeregowej.

Źródło: Opracowanie własne.

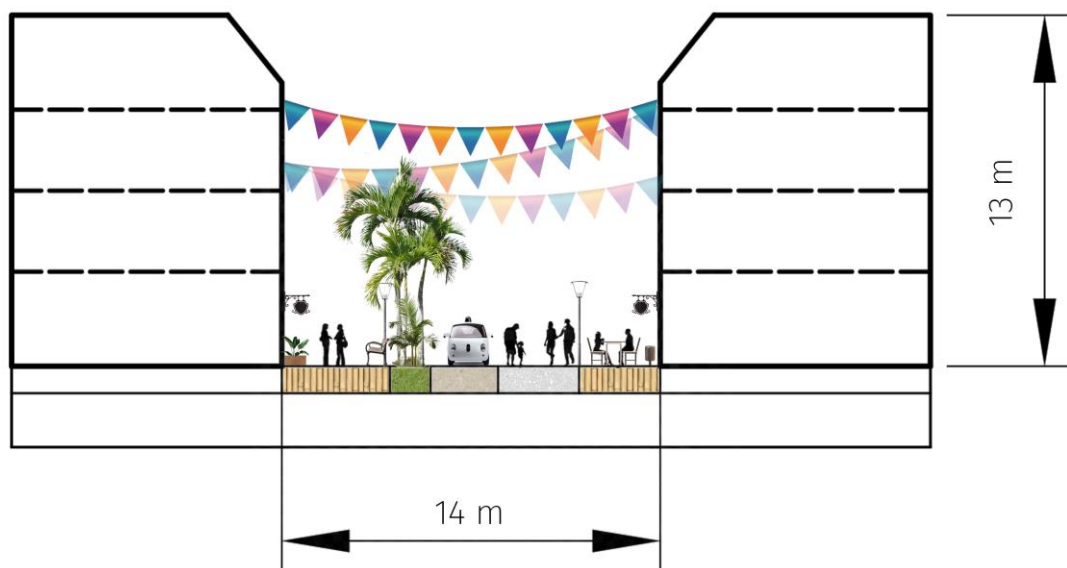
Floaton - ulica w zabudowie wielorodzinnej



Rzut z góry



Przekrój



Ryc. 4.10. Rzut i przekrój typowej przestrzeni ulicznej pływającego miasta w zabudowie wielorodzinnej.

Źródło: Opracowanie własne.

4.6.3. Zielen i rozwiązania proekologiczne w pływającym mieście

Ze względu na ograniczoną przestrzeń na pływających platformach, zielen we Floaton będzie kształtowana w niewielkich skupiskach o dużej intensywności. Ma towarzyszyć zabudowie – zarówno w obrębie podwórzy, jak i we wnętrzach budynków, na balkonach, ścianach i dachach. Stanowiąc będzie dopełnienie przestrzeni publicznej, zapewniając odpowiednie zacienienie, poprawiając estetykę, a przede wszystkim przyczyniając się do zachowania i wzrostu bioróżnorodności.

Dla nieco większych kompleksów zieleni – w tym „zielonych platform” zasadne wydaje się zastosowanie metody sadzenia lasów opracowanej przez japońskiego botanika Akirę Miyawakiego. Obejmuje ona kilka etapów. Na początku prowadzona jest analiza gleby i jej poprawa z wykorzystaniem lokalnie dostępnych i naturalnych nawozów. Następnie następuje sadzenie roślin – przeważnie jest to od 50 do 100 gatunków, podzielonych na cztery kategorie wielkości: drzewa główne i mniejsze, krzewy oraz rośliny niskopienne. Sadzi się je w losowym układzie zbliżonym do warunków naturalnych oraz w bardzo dużym zagęszczeniu (20-30 razy większym niż w przypadku lasów gospodarczych). Przez pierwsze dwa-trzy lata rośliny są obserwowane, podlewane i pielęgnowane, a później mogą być pozostawione samym sobie. Dzięki dużej gęstości otrzymuje się przede wszystkim szybszy wzrost, związany z rywalizacją o dostęp do światła i przestrzeni. Przy stosowaniu standardowych technik zalesiania normą jest wzrost na poziomie 1 m rocznie, w przypadku Metody Miyawakiego może następować nawet do 10 razy szybciej (Nargi, 2019). Lasy sadzone opisaną metodą powstają najliczniej w Japonii i Indiach (ryc. 4.12.), ale w ostatnich latach także w Europie i Ameryce Północnej.



Ryc. 4.12. Las sadzony Metodą Miyawakiego w Chennai w Indiach. Źródło: Fotografia agencji IANS opublikowana w serwisie Weather.com (dostęp dnia 23.10.2020), dostępna online pod adresem: <https://weather.com/en-IN/india/pollution/news/2019-11-28-chennai-japanese-botanist-miyawaki-method-afforestation-pollution>

Rośliny przeznaczone do sadzenia i uprawy we Floaton mogą pełnić różnorodne funkcje użytkowe. Zgodnie z wielowiekową tradycją plemion Oceanii poszczególne gatunki można wykorzystywać do sporządzania odzieży, barwników, naturalnych nawozów, dekoracji, kosmetyków, leków, czy też nawet do odstraszania uciążliwych owadów (na przykład komarów) (Thaman, 1992). Wymaga to jednak odpowiedniego rozpoznania, konsultacji z mieszkańcami wysp południowego Pacyfiku oraz poszanowania dla ich kultury. Odpowiednie wykorzystanie roślin może przyczynić się do ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko, jako że pozyskane w ten sposób materiały będą w pełni biodegradowalne.

Rozwiązania proekologiczne przeznaczone do zastosowania we Floaton obejmują nie tylko realizację zieleni, ale także szereg innych działań (część z nich została już wspomniana):

- stosowanie naturalnych materiałów budowlanych, takich jak bambus, który zapewnia szybki przyrost objętości, jest elastyczny i wytrzymały, a ponadto dobrze rośnie w strefie klimatycznej, w której znajduje się Floaton;
- wyławianie i ponowne użytkowanie morskich śmieci, w tym plastiku dryfującego po Oceanie Spokojnym, z którego można uzyskiwać stosunkowo wysokiej jakości materiał do wypełniania ścian;
- pokrywanie ścian budynków i części nawierzchni ulic panelami fotowoltaicznymi tak, aby maksymalnie efektywnie wykorzystać przestrzeń;
- stosowanie na części obiektów zielonych dachów, na pozostałych – malowanie ich na biało, co skutecznie ogranicza zjawisko miejskiej wyspy ciepła;
- wydajne rolnictwo oparte o systemy akwa- i aeroponiki w farmach wertykalnych oraz rezygnacja z uciążliwej dla środowiska hodowli zwierząt na mięso;
- nacisk na aktywne formy przemieszczania się, użytkowanie pojazdów o napędach bezemisyjnych w miejscu użytkowania, i to wyłącznie w niezbędnym zakresie;
- maksymalne wykorzystanie materiałów wielokrotnego użytku pochodzenia roślinnego w celu ograniczenia ilości produkowanych odpadów, a także prowadzenie ciągłych badań nad nowymi metodami recyklingu;
- opracowywanie innowacji i nieustanne podnoszenie świadomości społecznej.

Dzięki połączeniu terenów zabudowanych z zielenią oraz wymienionym powyżej działaniom na rzecz ochrony środowiska Floaton ma szansę stać się miejscem jeszcze atrakcyjniejszym do zamieszkania. Ponadto będzie schronieniem nie tylko dla uchodźców z wysp Pacyfiku, ale także dla tamtejszej endemicznej przyrody. Można uznać to za symboliczny (choć zarazem bardzo konkretny) wyraz przeświadczenia, że przetrwanie ludzkości możliwe jest tylko poprzez poszanowanie dla przyrody, której przecież jest częścią.

5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przedstawiona analiza i wynikające z niej rozwiązania projektowe odnoszą się do bardzo poważnego zagadnienia: w jaki sposób przemiany współczesnego świata wpłyną na system osadniczy? Pierwszym wnioskiem, który nasuwa się w zasadzie od razu, jest myśl, że dotychczasowy sposób budowania i organizowania miast, jak i całości zarządzania przestrzenią i środowiskiem naturalnym, jest niemożliwy do utrzymania w dobie katastrofy klimatycznej, przemian demograficznych, społecznych i gospodarczych. Tym samym potrzeba nowych rozwiązań. Jak zostało to już wiele razy podkreślone w niniejszej pracy, pływające miasta są tylko jednym z nich.

Przede wszystkim należy podejść do tematu budownictwa na wodzie ze spokojem i rozważą, mając zarówno świadomość zagrożeń, jak i potencjałów. Technologie już dzisiaj dają ogromne możliwości, a w ciągu kilkudziesięciu kolejnych lat na pewno nastąpi ich dalszy rozwój. Trzeba jednak mądrze z nich korzystać, pamiętając przede wszystkim o tym, dla kogo i w jakim celu pływające miasta miałyby powstać. Takie właśnie humanistyczne podejście, prowadzenie otwartego dialogu i uwzględnianie potrzeb różnych interesariuszy stanowi jedyną drogę do sukcesu. Może też ustrzec pływające miasta przed głównym zagrożeniem, jakie widzą ich krytycy: powstaniem „wysp prestiżu, na które wejdą najbogatsi, i z których będą obserwować dramaty ubogich, którzy zostali na brzegu”. Wymaga to zaangażowania sektora publicznego i prowadzenia rozsądnej polityki w odniesieniu do budownictwa na wodzie.

Kolejny wniosek, który można wyciągnąć z analizy niniejszej pracy, to wielokrotnie podkreślana troska o środowisko przyrodnicze. Nie sposób dzisiaj stwierdzić, czy w roku 2050 osadnictwo na pływających platformach pośrodku oceanu będzie miało mniejszy wpływ na środowisko niż kontynuacja budownictwa na lądzie. Trzeba jednak założyć, że warunkiem koniecznym do jego realizacji jest, aby wpływ ten był nie większy, a przynajmniej nie znacznie większy. Powstanie pływających miast będzie sensowne tylko po gruntownej analizie kosztów i korzyści dla przyrody, cywilizacji i globalnej gospodarki, rozpatrywanych w dłuższej perspektywie czasowej. Jeśli jednak za trzydzieści lat okaże się, że powstanie Floaton lub innych miast na morzu nie ma sensu i lepszym wyjściem jest adaptacja i rozwijanie lądowych systemów osadniczych, to jaki cel mają przedstawione w niniejszej pracy analizy i koncepcje? Na pewno stanowią cenny wkład w myślenie o przyszłości miast, zbiór pomysłów, z których można będzie czerpać, poszukując rozwiązań dla problemów, które dziś mogą wydawać się odległe i nieco abstrakcyjne, ale w perspektywie kilkudziesięciu czy nawet kilkunastu lat mogą stać się niepokojąco bliskie. Kilukrotnie w niniejszej pracy podkreślano, że pływające miasta mają duży potencjał do stania się poligonem doświadczalnym dla wielu proekologicznych innowacji – warto jednak pamiętać, że liczne z proponowanych działań można będzie wdrażać także wtedy, gdyby osadnictwo pośrodku morza nigdy nie doszło do skutku i pozostało w sferze marzeń i naukowych lub (niestety) pseudonaukowych dywagacji.

Należy jeszcze zwrócić uwagę na pewną pułapkę myślową, jaką jest pojęcie zrównoważonego rozwoju. Coraz więcej badaczy zwraca uwagę na fakt, że rozwój jako taki nigdy nie będzie zrównoważony i nie da się pogodzić dalszego wzrostu gospodarczego i ludnościowego z palącymi potrzebami ochrony środowiska. Dlatego rozważa się ideę de-growth: ograniczania produkcji i konsumpcji, a także stopniowej redukcji liczby ludności świata w celu jego zachowania. Pomysł ten z pewnością również da się przetestować w obrębie Floaton, gdzie ograniczanie zaspokajania potrzeb będzie ograniczone w sposób do pewnego stopnia wymuszony. Mieszkania będą mniejsze, konsumpcja na minimalnym poziomie, całość działalności gospodarczej podporządkuje się wymogom oszczędności. Także w tym aspekcie Floaton stanowić może przykład dla świata.

Sposób życia ludzi i jego organizacja przestrzenna zawsze dopasowywały się do aktualnych warunków i możliwości. Niewątpliwie w nadchodzących latach nastąpi dalsza ewolucja – tym bardziej, że świat zmienia się coraz szybciej. Czy odpowiedzią na wyzwania XXI wieku będzie budowa utopijnych pływających miast? Nie sposób dzisiaj udzielić odpowiedzi na to pytanie, jednak przedstawiona w niniejszej pracy analiza pozwala stwierdzić, że jest to jedna z prawdopodobnych dróg rozwoju. Na pewno warto zastanawiać się nad tym, jak miałyby wyglądać miasta idealne – będzie to cenną inspiracją i pokaże kierunek, w jakim powinien zmierzać dzisiejszy świat. Dlatego tak ważnym elementem koncepcji Floaton było odniesienie do idei i wartości niematerialnych. Forma przestrzenna miast odzwierciedla sposób życia ludzi i odwrotnie: to, jak funkcjonuje dana wspólnota, jest uwarunkowane środowiskiem, w którym żyje. Te dwie sfery bardzo silnie się przenikają, dlatego każdy krok w stronę idealnego miasta to także krok w stronę utopijnego, szczęśliwego społeczeństwa.

WYKAZ LITERATURY

- [1] IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.
- [2] PWN: Internetowy Słownik Języka Polskiego pod red. W. Doroszewskiego (dostęp dnia 30.05.2020), dostępny online pod adresem: <https://sjp.pwn.pl>
- [3] Słodczyk Janusz: In search of an ideal city: The influence of utopian ideas on urban planning. W: Studia miejskie. Tom 24 (2016). Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego, Opole, 2016
- [4] Malinowski Paweł: Historia naukowa fizyki klimatu, część 3: Zimna wojna i globalne ocieplenie. Artykuł opublikowany 18.10.2013 w serwisie Nauka o klimacie (dostęp dnia 29.12.2019) dostępny online pod adresem: <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/historia-naukowa-fizyki-klimatu-czesc-3-zimna-wojna-i-globalne-ocieplenie-22>
- [5] IPCC, 2018: Summary for Policymakers. W: Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. Światowa Organizacja Meteorologiczna, Genewa, 2018
- [6] IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Genewa, 2014
- [7] Church, J.A., P.U. Clark, A. Cazenave, J.M. Gregory, S. Jevrejeva, A. Levermann, M. A. Merrifield, G.A. Milne, R.S. Nerem, P.D. Nunn, A.J. Payne, W.T. Pfeffer, D. Stammer and A.S. Unnikrishnan, 2013: Sea Level Change. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge/Nowy Jork, 2013
- [8] Nobuo Mimura: Sea-level rise caused by climate change and its implications for society. W: Proceedings of the Japan Academy, Series B. Physical and biological sciences. Tom 89 (2013)
- [9] Wolfgang Lutz, Samir KC: Dimensions of global population projections: what do we know about future population trends and structures? W: Philosophical Transactions of the Royal Society B (2010) 165
- [10] IOM: World Migration Report 2020, International Organization for Migration, Genewa, 2019
- [11] Lorenzo Chelleri, James Waters, Marta Olazabal, Guido Minucci: Resilience trade-offs: addressing multiple scales and temporal aspects of urban resilience. International Institute for Environment and Development, 2015
- [12] IHDP: Coastal Zones and Urbanization. Summary for decision-makers. International Human Dimensions Programme, Bonn, 2015
- [13] Lagos State Resilience Office: Lagos Resilience Strategy. Lagos, 2020

- [14] Jenny Grote Stoutenburg: *Disappearing Island States in International Law*. Koninklijke Brill NV, Lejda, 2015
- [15] Peter Dockrill: *Mysterious artificial islands in Scotland are thousands of years older than we thought*. Artykuł opublikowany 17.06.2019 w serwisie Science Alert (dostęp dnia 25.03.2020), dostępny online pod adresem: <https://www.sciencealert.com/mysterious-artificial-islands-in-scotland-are-thousands-of-years-older-than-we-knew>
- [16] Nicholas Withers: *Engineering feat of the month: Dubai's Palm Islands*. Artykuł opublikowany 10.01.2020 w serwisie Fircroft (dostęp dnia 26.03.2020), dostępny online pod adresem: <https://www.fircroft.com/blogs/engineering-feat-of-the-month-dubais-palm-islands-65019956026>
- [17] Robert Booth: *Pitfalls in paradise: why Palm Jumeirah is struggling to live up to the hype*. Artykuł opublikowany 26.04.2008 w serwisie The Guardian (dostęp dnia 26.03.2020), dostępny online pod adresem: <https://www.theguardian.com/travel/2008/apr/26/travelnews>
- [18] Karang Ghaffari, Tavakkol Habibzadeh, Mortaza Najafi Asfad, Reza Mousazadeh: *Construction of artificial islands in southern coast of the Persian Gulf from the viewpoint of international environmental law*. W: *Journal of Politics and Law*, vol. 10, no. 2, 2017. Canadian Center of Science and Education, Beaver Creek, 2017
- [19] Hvidovre Kommune: *The government and Hvidovre municipality unveil plans for one of northern Europe's largest, greenest and most innovative business districts*. Artykuł opublikowany 08.01.2019 w serwisie internetowym gminy Hvidovre (dostęp dnia 27.03.2020), dostępny online pod adresem: <https://hvidovre.dk/Hvidovre/presse/pressemeddelelser/2019/01/Holmene-english>
- [20] Richard Orange: *Artificial archipelago: Copenhagen plans floating Silicon Valley*. Artykuł opublikowany 06.03.2019 w serwisie The Guardian (dostęp dnia 27.03.2020), dostępny online pod adresem: <https://www.theguardian.com/cities/2019/mar/06/artificial-archipelago-copenhagen-plans-floating-silicon-valley>
- [21] Changho Moon: *A study on the floating house for new resilient living*. W: *Journal of the Korean Housing Association*. Tom 26, nr 5, 2015. Korean Housing Association, Seul, 2015
- [22] Catherine Slessor: *Floating houses, the Netherlands by Marlies Rohmer Architects & Planners*. Artykuł opublikowany 27.06.2013 w serwisie The Architectural Review (dostęp dnia 06.04.2020), dostępny online pod adresem: <https://www.architectural-review.com/buildings/floating-houses-the-netherlands-by-marlies-rohmer-architects-and-planners/8649745.article>
- [23] Jonathan Alarcon: *The FLOAT House – make it right / Morphosis Architects*. Artykuł opublikowany w serwisie ArchDaily 02.08.2012 (dostęp dnia 06.04.2020) dostępny online pod adresem: <https://www.archdaily.com/259629/make-it-right-house-morphosis-architects>
- [24] Chien Ming Wang, Zhi Yung Tay: *Very Large Floating Structures: applications, research and development*. W: *Procedia Engineering* 14 (2011). Elsevier, 2011
- [25] Sean van Elden, Jessica Meeuwig, Richard Hobbs, Jan Hemmi: *Offshore oil and gas platforms as novel ecosystems: a global perspective*. Artykuł opublikowany 04.09.2020 w serwisie Frontiers in Marine Science (dostęp dnia 09.04.2020) dostępny online pod adresem: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2019.00548/full>
- [26] R. Sharma, Tae-Wan Km, O. P. Sha, S. C. Misra: *Issues in offshore platform research – Part 1: Semi-submersibles*. W: *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, tom 2, wrzesień 2010. Elsevier, 2010
- [27] Aas-Jakobsen: *Unique combination of floating bridge and cable-stayed bridge*. Artykuł opublikowany w serwisie spółki Aas-Jakobsen (dostęp dnia 09.04.2020), dostępny online pod adresem: <https://www.aas-jakobsen.com/projects/nordhordlandsbrua/>

- [28] Ahmad Yani International Airport, Semarang. Artykuł opublikowany w serwisie Airport Technology (dostęp dnia 09.04.2020), dostępny online pod adresem: <https://www.airport-technology.com/projects/ahmad-yani-international-airport-semarang/>
- [29] H. S. Koh, Y. B. Lim: Floating Performance Stage at the Marina Bay, Singapore. W: C. M. Wang, B. T. Wang (red.): Large Floating Structures: Technological Advances. Springer, Singapur, 2015
- [30] Ministerstwo Rozwoju Narodowego Singapuru: Redevelopment of The Float @ Marina Bay. Ogłoszenie opublikowane 29.04.2019 na portalu Ministerstwa (dostęp dnia 09.04.2020) dostępne online pod adresem: <https://www.mnd.gov.sg/newsroom/press-releases/view/redevelopment-of-the-float-@-marina-bay>
- [31] Shimizu Corporation: The Environmental Island, Green Float. Artykuł opublikowany w serwisie internetowym firmy Shimizu (dostęp dnia 21.04.2020), dostępny online pod adresem: <https://www.shimz.co.jp/en/topics/dream/content03/>
- [32] Nathanielle Punay: How Shimizu Corporation plans to give Singapore more space by the sea. Artykuł opublikowany w serwisie internetowym Singapore Business Review 29.04.2019 (dostęp dnia 21.04.2020), dostępny online pod adresem: <https://sbr.com.sg/building-engineering/in-focus/how-shimizu-corporation-plans-give-singapore-more-space-sea>
- [33] Shimizu Corporation: Ocean Spiral, deep sea future city concept. Artykuł opublikowany w serwisie internetowym firmy Shimizu (dostęp dnia 21.04.2020), dostępny online pod adresem: <https://www.shimz.co.jp/en/topics/dream/content01/>
- [34] Materiały informacyjne spółki Blue Frontiers opublikowane w serwisie internetowym firmy (dostęp dnia 23.04.2020), dostępne online pod adresem: <https://www.blue-frontiers.com/en/>
- [35] Emily Pollock: UN brings back controversial floating city concept. Artykuł opublikowany 15.04.2019 w serwisie Engineering.com (dostęp dnia 23.04.2020) dostępny online pod adresem: <https://www.engineering.com/BIM/ArticleID/18941/UN-Brings-Back-Controversial-Floating-City-Concept.aspx>
- [36] Materiały informacyjne spółki Oceanix Ltd. opublikowane w serwisie internetowym projektu Oceanix (dostęp dnia 24.04.2020), dostępne online pod adresem: <https://oceanix.org>
- [37] Global Coral Reef Alliance: Biorock, Mineral Accretion Technology, Seament. Artykuł opublikowany w serwisie internetowym GCRA (dostęp dnia 24.04.2020), dostępny online pod adresem: <http://www.globalcoral.org/biorock-coral-reef-marine-habitat-restoration/>
- [38] The Seasteading Institute: Materiały informacyjne na temat organizacji opublikowane w jej serwisie internetowym (dostęp dnia 25.04.2020), dostępne online pod adresem: <https://www.seasteading.org>
- [39] Ocean Builders: Materiały informacyjne na temat oferty firmy opublikowane w jej serwisie internetowym (dostęp dnia 25.04.2020), dostępne online pod adresem: <https://ocean.builders/seapod/>
- [40] Robert Stefanicki: Zarobili na bitcoinie, postawili dom na morzu, teraz grozi im kara śmierci. Artykuł opublikowany 19.04.2019 w serwisie Wyborcza.pl (dostęp dnia 25.04.2020), dostępny online pod adresem: <https://wyborcza.pl/7,75399,24683423,zarobili-na-bitcoinie-postawili-dom-na-morzu-teraz-grozi-im.html>
- [41] Kelvin Ko: Realising a floating city. A feasibility study of the construction of a floating city. Praca magisterska obroniona na Politechnice w Delft w czerwcu 2015 roku
- [42] C. M. Wang, B. T. Wang: Great ideas float to the top. W: C. M. Wang, B. T. Wang (red.): Large Floating Structures: Technological Advances. Springer, Singapur, 2015

- [43] Justin K. Mechell, Bruce Lesikar: Desalination methods for producing drinking water. Artykuł opublikowany w serwisie Texas A&M Agrilife Extension (dostęp dnia 03.06.2020) dostępny online pod adresem: <https://agrillifeextension.tamu.edu/library/water/desalination-methods-for-producing-drinking-water/>
- [44] R. P. F. Gomes, J. C. C. Henriques, L. M. C. Gato, A. F. O. Falcão: Design of a floating oscillating water column for wave energy conversion. Artykuł z września 2011 roku opublikowany w serwisie Research Gate (dostęp dnia 03.06.2020), dostępny online pod adresem: https://www.researchgate.net/publication/266385321_Design_of_a_floating_oscillating_water_column_for_wave_energy_conversion
- [45] Lina Kurdi: SINN Power Produces World's First Renewable Energy Floating Platform. Artykuł opublikowany 09.06.2020 w serwisie Clean Tech News (dostęp dnia 09.06.2020), dostępny online pod adresem: <https://www.thecleantechnews.com/energy/sinn-power-worlds-first-ocean-hybrid-platform/>
- [46] Helen Adams: Kitepower: the future of renewables. Artykuł opublikowany 26.05.2020 w serwisie Clean Tech News (dostęp dnia 09.06.2020), dostępny online pod adresem: <https://www.thecleantechnews.com/technology/flying-towards-cleaner-energy-with-dutch-startup-kitepower/>
- [47] Tom Idle: ByFusion: Creating the building blocks for tackling ocean waste. Artykuł opublikowany 19.06.2016 w serwisie Sustainable Brands (dostęp dnia 09.06.2020), dostępny online pod adresem: <https://sustainablebrands.com/read/product-service-design-innovation/byfusion-creating-the-building-blocks-for-tackling-ocean-waste>
- [48] Hannah Ritchie: You want to reduce the carbon footprint of your food? Focus on what you eat, not whether your food is local. Artykuł opublikowany 24.01.2020 w serwisie internetowym Our World in Data (dostęp dnia 19.10.2020), dostępny online pod adresem: <https://ourworldindata.org/food-choice-vs-eating-local>
- [49] Amanda Kolson Hurley: Floating cities aren't the answer to climate change. Artykuł opublikowany 10.04.2019 w serwisie CityLab (dostęp dnia 09.06.2020), dostępny online pod adresem: <https://www.engineering.com/BIM/ArticleID/18941/UN-Brings-Back-Controversial-Floating-City-Concept.aspx>
- [50] Vincent Goodstadt, Luc-Emile Bouche-Florin, Paulo Correia: The Charter of European Planning – Illustrated Executive Summary, ECTP-CEU, 2013
- [51] Grzegorz Srocznyński: Jak odebrać 250 tysięcy mieszkań prywatnym firmom? Trzeba mieć niemiecką konstytucję. Wywiad z dr Joanną Kusiak opublikowany 03.08.2020 r. w serwisie internetowym Gazeta.pl NEXT (dostęp dnia 19.10.2020), dostępny online pod adresem: <https://next.gazeta.pl/next/7,151003,26178814,jak-odebrac-250-tysiecy-mieszkan-prywatnym-firmom-trzeba-miec.html>
- [52] BBC: Australia fires: A visual guide to the bushfire crisis. Artykuł opublikowany 31.01.2020 w serwisie internetowym BBC News (dostęp dnia 11.10.2020), dostępny online pod adresem: <https://www.bbc.com/news/world-australia-50951043>
- [53] David Graddol: The future of English? A guide to forecasting the popularity of English language in the 21st century. The British Council, 1997. Publikacja dostępna online w serwisie British Council (dostęp dnia 11.10.2020) pod adresem: <https://www.britishcouncil.jp/sites/default/files/eng-future-of-english-en.pdf>
- [54] Australian Government Bureau of Meteorology: Pacific Climate Change Data Portal (dostęp dnia 12.10.2020 r.), dostępny online pod adresem: <http://www.bom.gov.au/climate/pccsp/>

- [55] Piotr Dżaków: Najcieplejszy rok w polskiej historii pomiarów. Artykuł opublikowany 14.01.2016 w serwisie Nauka o Klimacie (dostęp dnia 12.10.2020), dostępny online pod adresem: <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/najcieplejszy-rok-w-polskiej-historii-pomiarow-130>
- [56] CSIRO, Australian Bureau of Meteorology, SPREP: Climate in the Pacific: a regional summary of new science and management tools, Pacific-Australia Climate Change Science and Adaptation Planning Program Summary Report. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Melbourne, 2015
- [57] Curt D. Storlazzi, Edwin P. L. Elias, Paul Berkowitz: Many atolls may be uninhabitable within decades due to climate change. Artykuł opublikowany 25.09.2015 r. w serwisie Scientific Reports (dostęp dnia 14.10.2020), dostępny online pod adresem: <https://www.nature.com/articles/srep14546>
- [58] Wikipedia: Artykuły na temat flory i fauny Oceanii (dostęp dnia 06.11.2020), dostępne online pod adresem: https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Biota_of_Oceania
- [59] Terry L. Root, Stephen H. Schneider: Climate change: Overview and implications for wildlife. Publikacja udostępniona w serwisie Google Books (dostęp dnia 14.10.2020 r.), dostępna online pod adresem: https://www.researchgate.net/profile/Terry_Root/publication/253297684_Climate_Change_Overview_and_Implications_for_Wildlife/links/53e016290cf2a768e49f57c9/Climate-Change-Overview-and-Implications-for-Wildlife.pdf
- [60] Stuart Grigg: The Canberra Legacy: Griffin, government and the future of strategic planning in the national capital. Praca dyplomowa licencjacka obroniona na Uniwersytecie Nowej Południowej Walii w lutym 2007 roku, dostępna online pod adresem: https://www.be.unsw.edu.au/sites/default/files/upload/pdf/schools_and_engagement/resources/_notes/5A4_2.pdf (dostęp dnia 17.10.2020)
- [61] Balwant Saint, Alison Moore: Traditional architecture in the Pacific. Artykuł z 2007 roku opublikowany w serwisie internetowym Uniwersytetu Queensland (dostęp dnia 17.10.2020), dostępny online pod adresem: [https://espace.library.uq.edu.au/records/search?searchQueryParams\[all\]=pacific+architecture&page=1&pageSize=20&sortBy=score&sortDirection=Desc](https://espace.library.uq.edu.au/records/search?searchQueryParams[all]=pacific+architecture&page=1&pageSize=20&sortBy=score&sortDirection=Desc)
- [62] Hannah Ritchie, Max Roser: Water use and stress. Artykuł z 2015 roku, aktualizowany w lipcu 2018 roku, opublikowany w serwisie internetowym Our World in Data (dostęp dnia 21.10.2020), dostępny online pod adresem: <https://ourworldindata.org/water-use-stress>
- [63] Jan Gehl: Miasta dla ludzi. Wydawnictwo RAM, Kraków, 2014
- [64] Lela Nargi: The Miyawaki Method: A better way to build forests? Artykuł opublikowany 24.07.2019 w serwisie JSTOR Daily (dostęp dnia 23.10.2020), dostępny online pod adresem: <https://daily.jstor.org/the-miyawaki-method-a-better-way-to-build-forests/>
- [65] R.R. Thaman: Batiri Kei Baravi: The ethnobotany of Pacific Island coastal plants. Muzeum Historii Naturalnej Smithsonian Institution, Waszyngton, 1992.

SPIS RYCIN

Ryc. 1.1. Porównanie struktury sieci osadniczej w „Utopii” Thomasa More’a i koncepcji miasta-ogrodu
Źródło: Grafika po lewej – ilustracja Thomasa More’a ze zbiorów British Library (dostęp dnia 30.05.2020), dostępna online pod adresem: <https://britishlibrary.typepad.co.uk/a/6a00d8341c464853ef01bb091a6b8b0970d-popup>, grafika po prawej – ilustracja Ebenezera Howarda opublikowana w serwisie Cargo Collective (dostęp dnia 30.05.2020) dostępna online pod adresem: <https://cargocollective.com/artifact/Garden-City-the-Green-Metropolis>

Ryc. 2.1. Prognozowane zmiany temperatury na ziemi w zależności od emisji gazów cieplarnianych
Źródło: IPCC: Global Warming of 1,5°C. Summary for Policymakers. 2018

Ryc. 2.2. Średni poziom morza w skali globalnej w latach 1880-2010 zrekonstruowany na podstawie długoletnich pomiarów przez Jewriewą (2008, kolor niebieski), Churcha i White’a (2011, kolor pomarańczowy) oraz Raya i Douglasa (2011, zielony) Źródło: IPCC: Sea Level Change, 2013

Ryc. 2.3. Prognozy podnoszenia poziomu morza wg modeli opartych na procesach, z uwzględnieniem różnych scenariuszy dotyczących emisji gazów cieplarnianych i wzrostu temperatur na Ziemi Źródło: IPCC: Sea Level Change, 2013

Ryc. 2.4. Prognozy podnoszenia się poziomu morza opracowane przy użyciu modeli semi-empirycznych, uwzględniające różne scenariusze dotyczące emisji gazów cieplarnianych i wzrostu temperatur Źródło: IPCC: Sea Level Change, 2013

Ryc. 2.5. Obserwowane i prognozowane zmiany liczby ludności na świecie w latach 1950-2100
Źródło: Portal internetowy Departamentu Spraw Społeczno-ekonomicznych ONZ (dostęp dnia 20.02.2020) dostępny online pod adresem: <https://population.un.org/wpp/Graphs/Probabilistic/POP/TOT/900>

Ryc. 2.6. Przyrost rzeczywisty ludności w poszczególnych krajach świata w roku 2020
Źródło: Portal internetowy Departamentu Spraw Społeczno-ekonomicznych ONZ (dostęp dnia 20.02.2020) dostępny online pod adresem: <https://population.un.org/wpp/Maps/>

Ryc. 2.7. Prognozowany przyrost rzeczywisty ludności w poszczególnych krajach świata w roku 2090
Źródło: Portal internetowy Departamentu Spraw Społeczno-ekonomicznych ONZ (dostęp dnia 20.02.2020) dostępny online pod adresem: <https://population.un.org/wpp/Maps/>

Ryc. 2.8. Państwa o największym udziale migrantów w ogólnej liczbie ludności (po lewej) oraz państwa, których najwięcej obywateli jest emigrantami (po prawej) – liczby w milionach
Źródło: IOM: World Migration Report 2020, International Organization for Migration, Genewa, 2019

Ryc. 2.9. Zmiany liczby ludności w Stanach Zjednoczonych w latach 2000-2016 w podziale na hrabstwa
Źródło: Portal internetowy Metropolitalnej Komisji Transportowej zatoki San Francisco (dostęp dnia 06.03.2020) dostępny online pod adresem <https://mtc.ca.gov/tools-and-resources/digital-library/map-month-september-2017-population-growth-variation-across-us>

Ryc. 2.10. Zmiany populacji w jednostkach samorządu terytorialnego w Europie w latach 2010-2011
Źródło: Portal internetowy BBSR (dostęp dnia 06.03.2020) dostępny online pod adresem: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Home/Topthemen/bevoelkerung_europa.html

Ryc. 2.11. Palm Jumeirah w trakcie budowy Źródło: fotografia opublikowana w serwisie internetowym The Pinnacle List (dostęp dnia 26.03.2020), dostępna online pod adresem: <https://www.thepinnaclelist>

.com/articles/uae-real-estate-exploring-7-of-the-most-expensive-luxury-neighbourhoods-in-dubai/attachment/01-palm-jumeirah-island-dubai-united-arab-emirates/

Ryc. 2.12. Wizualizacja projektu Holmene Źródło: Grafika wykonana przez firmę Urban Power opublikowana w serwisie The Guardian dostępna online pod adresem: <https://www.theguardian.com/cities/2019/mar/06/artificial-archipelago-copenhagen-plans-floating-silicon-valley>

Ryc. 2.13. Pływające domy w IJburgu w Amsterdamie Źródło: Fotografia Teake Zuidemy opublikowana w serwisie Nexus Media News, dostępna online pod adresem: <https://nexusmedianews.com/the-dutch-plan-to-beat-climate-change-photos-6f96c1e288e9>

Ryc. 2.14. The FLOAT House w Nowym Orleanie Źródło: Fotografia Iwana Baana opublikowana w serwisie ArchDaily, dostępna online pod adresem: <https://www.archdaily.com/259629/make-it-right-house-morphosis-architects>

Ryc. 2.15. Uproszczone przekroje konstrukcji platformy pływającej półzatapialnej (po lewej) i opartej na kolumnach (po prawej) Źródło: Rozprawa doktorska Andersa Willersruda: Model-based diagnosis of drilling incidents. Norweski Uniwersytet Nauki i Technologii w Trondheim, 2015

Ryc. 2.16. Pływający stadion piłkarski The Float at Marina Bay w Singapurze Źródło: Fotografia Andrew McKinlaya opublikowana w serwisie stadiony.net (dostęp dnia 09.04.2020) dostępna online pod adresem: http://stadiony.net/stadiony/sin/the_float_at_marina_bay

Ryc. 2.17. Wizualizacja Green Float Źródło: Grafika wykonana przez Shimizu, opublikowana w serwisie internetowym firmy (dostęp dnia 21.04.2020), dostępna online pod adresem: <https://www.shimz.co.jp/en/topics/dream/content03/>

Ryc. 2.18. Etapy powstawania pływającej konstrukcji Green Float Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów firmy Shimizu

Ryc. 2.19. Wizualizacja projektu Ocean Spiral Źródło: Grafika firmy Shimizu, opublikowana w serwisie divers24.pl (dostęp dnia 21.04.2020) dostępna online pod adresem: <https://divers24.pl/21138-ocean-spiral-podwodne-miasto-przyszosci/>

Ryc. 2.20. Wizualizacja pływającego osiedla Blue Frontiers wraz z lokalizacją i uproszczoną charakterystyką typów lokali mieszkalnych Źródło: Infografika wykonana przez Blue Frontiers opublikowana w serwisie internetowym firmy (dostęp dnia 23.04.2020) dostępna online pod adresem: <https://www.blue-frontiers.com/en/infographic>

Ryc. 2.21. Etapowanie rozwoju Oceanix City Źródło: Infografika firmy Oceanix Ltd. opublikowana w serwisie internetowym projektu Oceanix (dostęp dnia 24.04.2020), dostępna online pod adresem: <https://oceanix.org>

Ryc. 2.22. Struktura podróży w obrębie Oceanix City w podziale na środki transportu: aktywne (żółty), współdzielone (pomarańczowy), prywatne (czerwony) i publiczne (niebieski) Źródło: Infografika firmy Oceanix Ltd. opublikowana w serwisie internetowym projektu Oceanix (dostęp dnia 24.04.2020), dostępna online pod adresem: <https://oceanix.org>

Ryc. 2.24. Wizualizacja domu na wodzie (ang. *SeaPod*) spółki Ocean Builders Źródło: Grafika wykonana przez Ocean Builders, opublikowana na stronie internetowej firmy (dostęp dnia 25.04.2020), dostępna online pod adresem: <https://ocean.builders/seapod/>

Ryc. 3.1. Schematy różnych metod kotwiczenia pływających konstrukcji Źródło: Grafika C. M. Wanga i T. B. Wanga opublikowana w artykule *Great ideas float to the top* dostępnym w portalu Google Books (dostęp dnia 03.06.2020) dostępna online pod adresem: <https://books.google.pl/books?id=szZxBAAAQBAJ&pg=PA37&lpg=PA37&dq=Floating+Performance+Stage+at+the+Marina+Bay,+Singapore.+W:+C.+M.+Wang,+B.+T.+Wang&source=bl&ots=E1S8771VWY&sig=ACfU3U2HZyDWE7zqOydtX3Zp3ESQRew6tg&hl=pl&sa=X&ved=2ahUKEwi28frdvuXpAhXLG5oKHf1OCVsQ6AEwAHoECAoQAg#v=onepage&q&f=false>

Ryc. 3.2. Schemat działania OWC Źródło: Grafika z artykułu *Performance comparison of turbines for bi-directional flow* autorstwa Manabu Takao, Shinyi Okuhary, Yoichiego Kinoue, Seisuke Fukumy i Miaha Ashrafula Alama opublikowana w serwisie Research Gate (dostęp dnia 03.06.2020), dostępna online pod adresem: https://www.researchgate.net/figure/OWC-device-Figure-2-Wells-turbine-WT_fig1_332030434

Ryc. 3.3. Schemat uproszczonego systemu akwaponiki Źródło: Grafika ze strony internetowej High Tech Gardening (dostęp dnia 03.06.2020), dostępna online pod adresem: <https://www.hightechgardening.com/aquaponics-diy-how-to-build-an-aquaponic-system/>

Ryc. 4.1. Nietoperz z grupy „latających lisów”, charakterystycznych dla regionu Oceanii. Źródło: Fotografia Jacques'a de Spéville opublikowana w serwisie The Verge (dostęp dnia 09.11.2020), dostępna online pod adresem: <https://www.theverge.com/2017/3/30/15090594/flying-foxes-island-ecosystems-threats-hunting-habitat-loss-mauritius>

Ryc. 4.2. Błazenek w naturalnym środowisku. Źródło: Fotografia z GettyImages opublikowana w serwisie Flinders University (dostęp dnia 09.11.2020), dostępna online pod adresem: <https://news.flinders.edu.au/blog/2019/07/11/clownfish-reproduction-threatened-by-artificial-light/>

Ryc. 4.3. Historyczna zabudowa wzdłuż Church Street w Richmond w Australii. Źródło: Fotografia z serwisu Wikimedia Commons (dostęp dnia 09.11.2020), dostępna online pod adresem: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shops_on_church_street_richmond.jpg

Ryc. 4.4. Phoenix Tower w Melbourne w otoczeniu zabudowy wysokościowej. Źródło: Fotografia Tima Dicksona opublikowana w serwisie The B1M (dostęp dnia 09.11.2020), dostępna online pod adresem: <https://www.theb1m.com/video/collins-house-building-melbournes-prefabricated-skyscraper>

Ryc. 4.5. Plan Waltera Griffina dla Canberr. Źródło: Grafika opublikowana w serwisie Pocket Oz (dostęp dnia 17.10.2020), dostępna online pod adresem: <https://pocketoz.com.au/act/griffins-canberra.html>

Ryc. 4.6. Tradycyjna zabudowa wysp na Pacyfiku. Źródło: Grafika Piero Scaruffiego opublikowana na jego stronie internetowej (dostęp dnia 17.10.2020), dostępna online pod adresem: <https://www.scaruffi.com/monument/oceania/map003.jpg>

Ryc. 4.7. Podział Floaton na strefy funkcjonalne. Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4.8. Hierarchia systemu transportowego Floaton. Źródło: Opracowanie własne

Ryc. 4.9. Rzut i przekrój typowej przestrzeni ulicznej pływającego miasta w zabudowie szeregowej. Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4.10. Rzut i przekrój typowej przestrzeni ulicznej pływającego miasta w zabudowie wielorodzinnej. Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4.11. Las sadzony Metodą Miyawakiego w Chennai w Indiach. Źródło: Fotografia agencji IANS opublikowana w serwisie Weather.com (dostęp dnia 23.10.2020), dostępna online pod adresem: <https://weather.com/en-IN/india/pollution/news/2019-11-28-chennai-japanese-botanist-miyawaki-method-afforestation-pollution>

ZAŁĄCZNIKI

1. Plansze dyplomowe nr 1-3
2. Artykuł naukowy „Pływające miasta przyszłości – stan obecny i perspektywy rozwoju osadnictwa na wodzie” opracowany na podstawie niniejszej pracy dyplomowej.