



WYDZIAŁ
ARCHITEKTURY

Imię i nazwisko studenta:

Nr albumu:

Poziom kształcenia: Studia drugiego stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Kierunek studiów: Architektura

Specjalność/profil: -

PRACA DYPLOMOWA MAGISTERSKA

Tytuł pracy w języku polskim: Architektura biotopów morskich. Ośrodek nurkowania i freedivingu.

Tytuł pracy w języku angielskim: Architecture of marine biotopes. Diving and freediving centre.

Opiekun pracy: prof. dr hab. inż. arch. Lucyna Nyka

OŚWIADCZENIE dotyczące pracy dyplomowej zatytułowanej:
<„Architektura biotopów morskich. Ośrodek nurkowania i freedivingu”>

Imię i nazwisko studenta:
Data i miejsce urodzenia:
Nr albumu:
Wydział: Wydział Architektury
Kierunek: architektura
Poziom kształcenia: studia drugiego stopnia
Forma studiów: stacjonarne
Typ pracy: praca dyplomowa magisterska

Świadomy(a) odpowiedzialności karnej z tytułu naruszenia przepisów ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (t.j. Dz.U. z 2019 r. poz. 1231, z późn. zm.) i konsekwencji dyscyplinarnych określonych w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz.U. z 2020 r. poz. 85, z późn. zm.),¹ a także odpowiedzialności cywilnoprawnej oświadczam, że przedkładana praca dyplomowa została opracowana przeze mnie samodzielnie.

Niniejsza praca dyplomowa nie była wcześniej podstawą żadnej innej urzędowej procedury związanej z nadaniem tytułu zawodowego.

Wszystkie informacje umieszczone w ww. pracy dyplomowej, uzyskane ze źródeł pisanych i elektronicznych, zostały udokumentowane w wykazie literatury odpowiednimi odnośnikami zgodnie z art. 34 ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych.

30.04.2025r.,

Data i podpis lub uwierzytelnienie w portalu uczelnianym MojaPG

**) Dokument został sporządzony w systemie teleinformatycznym, na podstawie §15 ust. 3b Rozporządzenia MNiSW z dnia 12 maja 2020 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie studiów (Dz.U. z 2020 r. poz. 853). Nie wymaga podpisu ani stempla.*

¹ Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce:

Art. 312. ust. 3. W przypadku podejrzenia popełnienia przez studenta czynu, o którym mowa w art. 287 ust. 2 pkt 1–5, rektor niezwłocznie poleca przeprowadzenie postępowania wyjaśniającego.

Art. 312. ust. 4. Jeżeli w wyniku postępowania wyjaśniającego zebrany materiał potwierdza popełnienie czynu, o którym mowa w ust. 5, rektor wstrzymuje postępowanie o nadanie tytułu zawodowego do czasu wydania orzeczenia przez komisję dyscyplinarną oraz składa zawiadomienie o podejrzeniu popełnienia przestępstwa.

STRESZCZENIE

Rozwój cywilizacji spowodował zmiany klimatyczne, zanieczyszczenie środowiska, przed którymi stoi współczesny świat. Zmiany klimatyczne wpływają nie tylko na środowisko naturalne, ale także na zdrowie i życie ludzi. Wzrost populacji zwiększa zapotrzebowanie na zasoby naturalne, co dodatkowo obciąża naszą planetę i przyczynia się do degradacji środowiska. Współczesna architektura, zainspirowana rosnącym zapotrzebowaniem na zrównoważone rozwiązania, coraz częściej integruje struktury z naturalnym środowiskiem. Jako dyscyplina wpływająca na kształtowanie środowiska, angażuje się w poszukiwanie rozwiązań sprzyjających ochronie i zrównoważonemu wykorzystaniu terenów.

Architektura a integracja w naturę.

Celem jest opracowanie obiektu o funkcji naukowo-badawczej z funkcją sportowo-edukacyjną. Główne cechy projektu: modułowość, wysoka samowystarczalność, zminimalizowanie uzależnienia od istniejących infrastruktur i zmniejszenie wpływu na środowisko. Lokalizacja obiektu na wodzie umożliwia zbiór próbek i natychmiastowe ich zbadanie. Integracja tych dwóch funkcji będzie polegać na wzajemnej współpracy, która zapewni wsparcie i zwiększy możliwości badawcze obu stron. Temat przestudiowany został dla kilku lokalizacji: Zatoki Gdańskiej, pasa nadbrzeżnego Szwecji i wybrzeża Cypru.

Badaniami i projektem pracy dyplomowej chcę uzasadnić potrzebę troski o nasze środowisko, przyjrzeć się bliżej do stosunku ludzi do przyrody oraz jakie to przynosi konsekwencje dla środowiska. Kluczowe jest zrozumienie motywów ludzkiego działania i kształtowanie nowych możliwości podejść w relacji architektury do natury oraz regeneracyjnej roli architektury w oparciu o zdobyte wnioski.

Słowa kluczowe: architektura modułarna, laboratorium na wodzie, badanie ekosystemów morskich, ośrodek nurkowania, freediving, przestrzeń na wodzie, architektura naturalna.

ABSTRACT

The development of civilization has caused climate change, environmental pollution facing the modern world. These climate changes affect not only the environment, but also human health and life. Population growth is increasing the demand for natural resources, putting additional strain on the planet and contributing to environmental degradation. Inspired by the growing demand for sustainable solutions, contemporary architecture is increasingly integrating structures with the natural environment. As a discipline that influences the shaping of the environment, it is committed to finding solutions that promote conservation and sustainable use of land.

Architecture and integration into nature.

The goal is to develop a facility with a scientific and research function with a sports and educational function. The main features of the project: modularity, self-sufficiency, minimizing from existing infrastructures and reducing environmental impact. The facility's location on the water allows the collection of samples and their immediate examination. The integration of the two spheres will be a mutual cooperation that will provide support and enhance the research capabilities of both parties. The topic has been studied on the results of several locations: Gdansk Bay, the coastal strip of Sweden and the coast of Cyprus.

With my research and thesis project, I want to justify the need to take care of our environment, take a closer look at the relationship of humans to nature and what consequences this brings to the environment. The key is to understand the motives of human action and shape new possibilities for approaches based on the lessons learned.

Keywords: modular architecture, laboratory on water, marine ecosystem research, diving centre, freediving, space on water, natural architecture.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP I CEL PRACY.....	8
1.1. Wstęp.....	8
1.2. Cel pracy.....	9
2. PROBLEM BADAWCZY.....	11
2.1. Architektura naturalna.....	11
2.2. Projektowanie na wodzie.....	14
2.2.2. Obiekty modułowe na wodzie oraz ich mobilność.....	21
2.2.3. Samowystarczalność obiektów modułowych.....	22
2.2.4. Materiały budowlane i technologie do zastosowania w budownictwie na wodzie.....	23
2.2.5. Współczesne technologie i nowe trendy projektowania na wodzie.....	24
2.3. Ekosystemy morskie.....	29
3.1. Wstęp.....	38
3.2. Zatoka Gdańska:.....	38
3.2.1. Uwarunkowania klimatyczne, właściwości fizyczne.....	38
3.2.2. Flora i fauna.....	40
3.2.3. Problematyka lokalizacji.....	44
3.2.3. Wnioski.....	47
3.3. Pas nadbrzeżny Szwecji.....	48
3.3.1. Uwarunkowania klimatyczne, właściwości fizyczne.....	48
3.3.2. Flora i fauna.....	48
3.3.3. Problematyka lokalizacji.....	49
3.3.4. Wnioski.....	50
3.4. Morze Śródziemne (Wyspa Cypr).....	50
3.4.1. Uwarunkowania klimatyczne, właściwości fizyczne.....	50
3.4.2. Flora i fauna.....	51
3.4.3. Problematyka lokalizacji.....	55
3.4.4. Wnioski.....	55
3.5. Zasady pracy "Aliansu".....	55
3.5.1. Różnice oraz podobieństwa.....	55
3.5.2. Możliwości i efekty rozwoju.....	57
4. INTEGRACJA.....	59
4.1. Definicje.....	59
4.2. Zasady rozmieszczenia laboratorium na wodzie.....	59
4.2.1. Problematyka a szanse rozwoju.....	61
4.3. Wynalazki ekstremalne a freediving (nurkowanie).....	64
4.3.1. Definicje.....	64
4.3.2. Problematyka i szanse rozwoju.....	66
4.4. Freediving jako szansa naukowo-badawcza i sportowo-edukacyjna.....	66
4.5. Próba spojrzenia w przyszłość.....	70
5. STAN ISTNIEJĄCY KONCEPCJI PROJEKTOWEJ.....	73
5.1. Analiza urbanistyczno-komunikacyjna.....	73
5.2. Analiza widokowo-kompozycyjna.....	76

6. WNIOSKI WYNIKAJĄCE Z PROBLEMU BADAWCZEGO, ANALIZ I UWARUNKOWAŃ. WYTTCZNE DO STUDIUM PROJEKTOWEGO.....	77
6.1. Wnioski.....	77
6.2. Wytyczne projektowe.....	77
7. STUDIUM PROJEKTOWE.....	78
7.1. Założenia projektowe.....	78
7.2. Wytyczne funkcjonalno-użytkowe dotyczące bio laboratorium.....	79
7.3 Forma architektoniczna.....	80
7.4. Wymogi przeciwpożarowe. Ewakuacja. Ekstremalne warunki.....	80
8. STUDIUM TECHNICZNE.....	82
8.1. Opis techniczny projektu zagospodarowania terenu nad wodą.....	82
8.1.1. Zestawienie bilansu.....	83
8.2. Opis techniczny projektu architektoniczno-budowlanego.....	83
8.3. Rozwiązanie konstrukcyjno-materiałowe.....	83
9. PODSUMOWANIE.....	85
10.BIBLIOGRAFIA.....	86
11. ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE.....	89
11.1. Spis plansz.....	89

*“Architektura, miasto i wodę zawsze łączyły nierozzerwalne więzi.
Formy miast były ustalane w takich relacjach do układów wodnych,
aby te z jednej strony je chroniły, a z drugiej otwierały na świat,
umożliwiając rozwój.”*
Lucyna Nyka²

1. WSTĘP I CEL PRACY

1.1. Wstęp

Obecna cywilizacja spowodowała zmiany klimatyczne, zanieczyszczenie środowiska, epidemie, pandemie i wiele innych globalnych wyzwań, przed którymi stoi współczesny świat. Działalność ludzi ma dalekosiężne konsekwencje. Emisja gazów cieplarnianych z przemysłu, transportu i rolnictwa przyczynia się do globalnego ocieplenia, co skutkuje topnieniem lodowców, podnoszeniem poziomu mórz i oceanów oraz częstszym występowaniem ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak huragany, susze i powodzie. Architektura wciąż skupia się z projektowaniem na lądzie a zasoby, które pozyskujemy i wykorzystujemy są coraz bardziej wyczerpane. Morza i oceany cierpią obecnie z powodu ingerencji człowieka poprzez zanieczyszczenie plastikiem, nadmierne połowy ryb i zakwaszenie wód spowodowane nadmiernym wchłanianiem dwutlenku węgla. Te zmiany klimatyczne wpływają nie tylko na środowisko naturalne, ale także na zdrowie i życie ludzi i ekosystemów morskich, zwłaszcza w kontekście przeludnienia i dynamicznego tempa wzrostu oraz rozwoju społeczeństw. Wzrost populacji zwiększa zapotrzebowanie na zasoby naturalne, co dodatkowo obciąża naszą planetę i przyczynia się do degradacji środowiska. Specjaliści zaangażowani są w próbę wyeliminowania lub możliwość spowolnienia tempa rozwoju niekorzystnych zmian środowiskowych.

Projektowanie już dawno wykroczyło poza zwykłe lądowe wynalazki i rozwiązania. Współczesna architektura, zainspirowana rosnącym zapotrzebowaniem na zrównoważone i ekologiczne rozwiązania, coraz częściej eksploruje możliwości integracji struktur zbudowanych z naturalnym środowiskiem. Architektura jako dyscyplina mająca potencjał wpływu na kształtowanie środowiska, coraz częściej angażuje się w poszukiwanie rozwiązań sprzyjających ochronie i zrównoważonemu wykorzystaniu zasobów. Na podstawie tego, jak się zmienia i ewoluuje architektura oraz badanie jej oddziaływania można budować scenariusze jak będzie wyglądać przyszłe środowisko.

Jak myśleć o rozwoju społeczeństw, globalnym wzroście demograficznym i rosnącym zapotrzebowaniu na obiekty zbudowane jako całości w sposób, który ograniczy destrukcyjny wpływ tych procesów na środowisko? Tylko poprzez wzajemne uzupełnianie się i ulepszanie. Architekci czy projektanci, szukają syntezy ze środowiskiem, ale w znacznym stopniu nie wiedzą

² Nyka.L. *Architektura i woda*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2016.

co się dzieje pod wodą. W związku z tym niniejsza praca będzie dotyczyła wzajemnych powiązań dwóch środowisk, wody i lądu, jako całości. Stanowią one jedną całość, ponieważ nie można ich rozdzielić. Jedność całości musi również przejawiać się w relacji między danym obiektem a jego otoczeniem. Projekt będzie w całości oparty na wpływie natury i żywiołu wody. Ponieważ naturalna architektura³ projektuje się sama.

1.2. Cel pracy

Celem jest przebadanie możliwości zaprojektowania obiektu modułowego samowystarczalnego, o minimalnym wpływie na środowisko, który na minimalnym poziomie będzie zależał od istniejących infrastruktur. Modułowa struktura podkreśla łatwe transportowanie i możliwość rozmieszczenia w różnych miejscach. Dzięki mobilności i elastyczności takich jednostek, badania naukowe mogą być prowadzone w miejscach trudno dostępnych lub dotkniętych katastrofami ekologicznymi. To może przyspieszyć reakcję na klęski naturalne lub udostępnić naukowcom miejsca badawcze, do których dotarcie było wcześniej niemożliwe. Projektowanie na wodzie, choć wciąż jest stosunkowo nowym i nie do końca zbadanym obszarem, stanowi wyjątkową okazję do stworzenia obiektów "szybkiego reagowania", które mogą szybko gromadzić i analizować dane w pobliżu badanych środowisk, co znacznie skraca czas pomiędzy pobraniem próbki a jej analizą. Pozwala to na zarówno eksplorację jak i ochronę podwodnych ekosystemów. Jest to szczególnie ważne w dynamicznych i szybko zmieniających się środowiskach, takich jak ekosystemy morskie, gdzie warunki wodne mogą ulec zmianie w ciągu kilku godzin lub nawet minut.

Ekosystemy morskie a biotop – co to jest? Ekosystemy morskie to rozległe i zróżnicowane ekosystemy, które pokrywają ponad 70 procent powierzchni Ziemi. Obejmują one szeroki zakres siedlisk, od nasłonecznionych wód powierzchniowych po ciemne głębiny dna oceanu. W swej istocie ekosystemy morskie są złożoną siecią żywych organizmów (*biocenoza*), środowiskiem przezeń zajmowanym (*biotop*) i interakcji między nimi. Ekosystemy te są niezwykle dynamiczne i odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu naszej planety. Zrozumienie podstaw ekosystemów morskich jest pierwszym krokiem do uznania ich znaczenia i pracy na rzecz ich ochrony. Architektura biotopów morskich wyłania się jako fascynujące pole badań, łącząc nie tylko estetykę i funkcjonalność, lecz również odpowiedzialność za ochronę ekosystemów morskich. I wiąże się z integracją zbudowanych struktur z zielenią.

³ *Naturalna architektura* to podejście, do projektowania które koncentruje się na integracji z naturą i minimalnym wpływie na środowisko. Obejmuje wykorzystanie naturalnych materiałów które są ekologiczne i zrównoważone.

Freediving co to jest? Czyli nurkowanie swobodne, to forma nurkowania, w której nurek wstrzymuje oddech podczas przebywania pod wodą. To najbardziej naturalny i spokojny sposób na odkrywanie głębin oceanu przy minimalnym wpływie na środowisko⁴.

Działalność naukowo-badawcza a ośrodek nurkowania i edukacji na obszarach wodnych. Integracja obu sfer przejawiać się będzie we wzajemnym współdziałaniu danych dziedzin, zapewniając wzajemną pomoc i zwiększając możliwości badawcze obu podmiotów. Naukowcy mogą współpracować z nurkami w celu identyfikacji miejsc badań, zbierania próbek i prowadzenia obserwacji w warunkach jak najbardziej zbliżonych do naturalnych. Nurkowie mogą pobierać próbki organizmów morskich, gleby i innych elementów siedliska do późniejszej analizy w laboratorium. Dzięki współpracy badacze z obu podmiotów mogą organizować monitorowanie stanu siedlisk morskich i ich zmian w czasie. Umożliwi to skuteczniejszą identyfikację zagrożeń dla środowiska morskiego i środków jego ochrony. Interakcja między naukowcami i nurkami pozwoli na wymianę wiedzy i doświadczeń, co może pomóc w opracowaniu nowych metod i technologii badania środowiska morskiego.

Przestrzeń naukowo-badawcza (zwana dalej laboratorium) z założenia ma na celu możliwość badania:

- zagadnień związanych z różnorodnością biologiczną,
- rozmieszczeniem i zachowaniem organizmów morskich,
- stanu ekosystemów oraz wpływu czynników antropogenicznych,
- wpływu zmian klimatycznych na temperaturę wody, prądu morskiego,
- struktury geologicznej i składu dna morskiego oraz procesów geochemicznych,
- przemieszczanie się mikroorganizmów morskich, śledzenie populacji

Temat jest przeanalizowany i przedstawiony na podstawie wyników analizy kilku lokalizacji: Zatoki Gdańskiej, Szwecji i Morza Śródziemnego. Osobliwością tego wyboru jest to, że wartości i możliwości terytoriów są różne: bogactwo flory i fauny morskiej, temperatura i warunki klimatyczne wybranego regionu, przezroczystość wybranego źródła wody (zatoka, morze, ocean) i głębokość. Modułowa struktura pozwoli na dostosowanie się do wybranych lokalizacji, istniejących problemów i potrzeb społecznych w sposób zapewniający połączenia z infrastrukturą wodną, a także możliwości edukacyjne i sportowe. Tworząc tak zwany "Alians"⁵.

Wszystkie rozwiązania podjęte podczas opracowywania wybranej tematyki będą dotyczyły stworzeniu obiektu w znacznym stopniu samowystarczalnego modularnego niepowodującego negatywnego wpływu na środowisko. Ze względu na wybraną funkcję obiekt będzie symbolicznym dopasowaniem przestrzeni (krajobrazu) zarówno jak może się stać atrakcją.

⁴ <https://www.aidainternational.org/Freediving>

⁵ Autorskie określenie sposobu funkcjonowania projektu. Stowarzyszenie naukowo-badawcze a sportowo-edukacyjne.

2. PROBLEM BADAWCZY

2.1. Architektura naturalna

2.1.1. Definicje

Architektura naturalna to podejście do projektowania, które dąży do harmonijnego współistnienia z otaczającym środowiskiem naturalnym. Celem tego podejścia jest minimalizowanie negatywnego wpływu na przyrodę oraz projektowanie z myślą o zrównoważonym rozwoju. Oznacza to, że projektowanie uwzględnia zarówno potrzeby obecnych, jak i przyszłych pokoleń, dbając o zachowanie zasobów naturalnych i ekosystemów. Projektowanie obejmuje efektywne zarządzanie zasobami, takie jak wykorzystanie odnawialnych źródeł energii i systemów gospodarki wodnej. Istotne jest także używanie lokalnych, naturalnych materiałów budowlanych, co zmniejsza wpływ i zapobiega pogorszeniu środowiska i harmonizuje budynki z krajobrazem.

Architektura naturalna daje możliwość budowania harmonijnych relacji między przyrodą a ludźmi, ponieważ jesteśmy integralną częścią natury i powinniśmy współtworzyć przestrzeń ziemską w sposób zrównoważony. Wszystko w przyrodzie jest ze sobą powiązane, dlatego nasze działania powinny uwzględniać te zależności. Nowa natura ma zdolność do zajmowania opuszczonych i zaniedbanych przestrzeni, szybko adaptując się i wypełniając miejsca, które człowiek porzucił lub zniszczył. Ta adaptacyjna siła nowej natury zmusza nas do ponownego przemyślenia relacji między zurbanizowanym a dzikim środowiskiem, między miastem a lasem. Las jako metaforyczne odbicie stanu poza jego granicami, odzwierciedla decyzje polityczne, ekonomiczne i planistyczne, pokazując, jak zewnętrzne wpływy kształtują nasze środowisko. Architektura naturalna oferuje wolną przestrzeń dla projektowania, gdzie natura i architektura współtworzą projekty, często rywalizując ze sobą. Przestrzeń pomiędzy, ujawniająca się w nowej naturze, daje okazję do przekroczenia dychotomii między naturą a architekturą. Te przestrzenie mogą stawać się miejscami empatycznego współwystępowania w czasach globalnych przemian, przekształcając początkowe konflikty w zasoby środowiskowe i motywy projektowe.

W praktyce oznacza to, że projekty architektoniczne powinny uwzględniać naturalne procesy i adaptacyjność przyrody, pozwalając jej na integrację z przestrzenią zaprojektowaną przez człowieka. Przykłady takich działań obejmują zielone dachy, które nie tylko izolują budynki, ale również wspierają bioróżnorodność, oraz parki miejskie, które służą jako naturalne filtry powietrza i miejsca rekreacji. Architektura naturalna kładzie nacisk na efektywne zarządzanie zasobami, wykorzystanie lokalnych materiałów, także na adaptację i renowację istniejących struktur zamiast budowy nowych. Ta filozofia projektowania nie tylko minimalizuje negatywny wpływ na środowisko, ale również wzbogaca nasze doświadczenie przestrzeni, tworząc miejsca, gdzie natura i architektura współistnieją w harmonii. W ten sposób architektura naturalna staje się

nie tylko metodą budowania, ale także sposobem myślenia o naszej roli w ekosystemie, promując współpracę i zrównoważony rozwój jako fundamenty przyszłości.⁶

2.1.2. Rola człowieka w ingerencji w naturę



Rysunek 1. "Między architekturą a „nową naturą”", Autor: Sissi Roselli,
Źródło: https://issuu.com/mik.krakow/docs/a66_nieu_ytki/s/11385205

Współczesna architektura stoi przed wyzwaniem coraz bardziej zacierającej się granicy między naturalnością a wpływem sztuczności. W miarę jak człowiek nieustannie kształtuje środowisko, w którym żyje, zmienia się ono w sposób znaczący. Współczesna cywilizacja, nasz świat nie przypomina świata sprzed 200 lat. Z każdą dekadą rozwój technologiczny i urbanistyczny wywiera coraz większy wpływ na otaczającą nas przyrodę, dostosowując ją do naszych potrzeb i wymagań. Koncepcja o samowystarczalności architektury na dzień dzisiejszy pozostaje tylko w dużej mierze ideałami, zamiast stać się powszechnymi rozwiązaniami na globalną skalę.

Zanieczyszczenie środowiska wodnego jest poważnym problemem, który wpływa zarówno na ludzi, jak i na ekosystemy morskie. Dla ludzi jednym z najważniejszych problemów jest zdrowie. Zanieczyszczona woda może przenosić różnorodne choroby zakaźne, takie jak

⁶ <https://www.autoportret.pl/artykuly/miedzy-architektura-a-nowa-natura/>

cholera, tyfus czy wirusowe zapalenie wątroby typu A⁷, które stanowią bezpośrednie zagrożenie dla życia i zdrowia. Ponadto obecność toksycznych substancji chemicznych, takich jak metale ciężkie⁸, pestycydy i PCB⁹, w wodzie pitnej może prowadzić do poważnych problemów zdrowotnych, w tym uszkodzeń nerwowych, nowotworów i problemów z rozwojem u dzieci. Ekonomiczne skutki zanieczyszczenia również są znaczące. Przemysł rybacki, który dostarcza żywności i utrzymania dla milionów ludzi, jest narażony na straty z powodu niszczenia populacji ryb i innych organizmów morskich. Turystyka również cierpi, ponieważ zanieczyszczone plaże stają się mniej atrakcyjne dla turystów, co prowadzi do strat w sektorze usług turystycznych. Dodatkowo, dostęp do czystej wody pitnej staje się trudniejszy, co jest szczególnie dotkliwe w krajach rozwijających się, gdzie infrastruktura wodna jest często niedostateczna.

Dla ekosystemów morskich zanieczyszczenie oznacza zmniejszenie bioróżnorodności. Wiele organizmów morskich umiera wskutek toksyn obecnych w wodzie, a substancje chemiczne mogą zaburzać ich układy hormonalne, co prowadzi do problemów z rozmnażaniem. W rezultacie, liczba gatunków zmniejsza się, co ma długotrwałe negatywne konsekwencje dla całego ekosystemu. Dodatkowo, toksyny mogą kumulować się w organizmach morskich i przemieszczać się w górę łańcucha pokarmowego, co powoduje, że drapieżniki na szczycie łańcucha, takie jak delfiny, rekiny czy ptaki morskie, są narażone na wysokie stężenia tych substancji.

Eutrofizacja, czyli nadmierne wzbogacenie wody w substancje odżywcze takie jak azotany i fosforany, prowadzi do masowego wzrostu glonów. Kiedy te glony obumierają, zużywają tlen, tworząc martwe strefy, w których życie morskie nie może przetrwać.¹⁰ Fizyczne zanieczyszczenie, takie jak obecność mikroplastików, stanowi dodatkowe zagrożenie. Mikroplastiki mogą być spożywane przez organizmy morskie, co prowadzi do ich śmierci lub wprowadza toksyny do łańcucha pokarmowego. Duże odpady, takie jak porzucone sieci rybackie, mogą powodować zaplątanie i śmierć zwierząt morskich. Zanieczyszczenie środowiska wodnego wymaga globalnych działań, aby chronić zarówno zdrowie ludzi, jak i ekosystemy morskie. Ochrona wód przed zanieczyszczeniami jest niezbędna dla zapewnienia zrównoważonej przyszłości naszej planety.¹¹

Zmieniające się warunki środowiska, spowodowane ludzką działalnością, sprawiają, że zrównoważony rozwój staje się coraz bardziej pilny. Globalne ocieplenie, zanieczyszczenie

⁷ Wirusowe zapalenie wątroby typu A - to choroba wywołana przez wirus zapalenia wątroby typu A (HAV), który powoduje zmiany zapalne i martwicze w wątrobie, <https://www.mp.pl/pacjent/gastrologia/choroby/watroba/291781.wirusowe-zapalenie-watroby-typu-a-wzw-a-p-rzyczyny-objawy-leczenie-i-profilaktyka>.

⁸ Metale ciężkie powodują przyczyny zatruc ostrych i przewlekłych, <https://www.alablaboratoria.pl/19941-metale-ciężkie>.

⁹ Żwir-Ferenc A., Biziuk M., *Przegląd metod oznaczania pestycydów i PCB w Żywności*, Wydawnictwo Towarzystwa Chemii i Inżynierii Ekologicznej, Gdańsk 2002 r.

¹⁰ <https://www.fdpa.org.pl/eutrofizacja>

¹¹ <https://www.alpla.com/pl/mikroplastik>

powietrza i wody, wyczerpywanie zasobów naturalnych – to tylko niektóre z wyzwań, przed którymi stoi współczesny świat. W obliczu tych problemów, myślenie o otaczającej nas przestrzeni w kontekście „zrównoważonego rozwoju” staje się koniecznością.

Wieczny związek między człowiekiem a naturą, oparty na wzajemnym oddziaływaniu i współzależności, jest nieodzownym elementem naszego istnienia. W codziennym języku "sztuczne" jest przeciwieństwem "naturalnego", a obcowanie z naturą kojarzy się z przebywaniem w środowisku, które jest nietknięte lub tylko minimalnie zmienione przez człowieka. Niby teraz rozmawiamy o ludziach i naturze, o połączeniu i istnieniu jaką całości, ale wciąż „budujemy barierę” między ludźmi a naturą. Budowane przez nas miasta często uważane za nienaturalne. Mogą wydawać się obce, gdyż nie są integralną częścią przyrody. Współczesny poziom zaawansowania a projektowaniu, w zmianie i użytkowaniu terenów i przekształcaniu w całości – oto wpływ człowieka na środowisko, krótko mówiąc. Jednakże, jesteśmy głęboko związani ze swoim naturalnym otoczeniem, które trzeba zachować, dzięki czemu za 100 lat nadal będziemy mieli o czym rozmawiać i cieszyć się pięknem natury.

Praca ma na celu zgłębienie idei architektury naturalnej, badając możliwości harmonijnego współistnienia człowieka i przyrody w zrównoważonym środowisku miejskim. Prowadzone badania pozwolą na lepsze zrozumienie, jak architektura może przyczynić się do ochrony środowiska, jednocześnie spełniając rosnące wymagania współczesnego społeczeństwa. Poprzez prowadzone badania praca ta będzie starała się wykazać, że architektura naturalna jest nie tylko możliwa, ale wręcz niezbędna w dzisiejszym świecie.

Przykładem tej pracy chcę uzasadnić potrzebę troski o nasze środowisko, przyjrzeć się bliżej do stosunku ludzi do przyrody oraz jakie to przynosi skutki. Kluczowe jest zrozumienie motywów ludzkiego działania i kształtowanie nowych możliwości podejść w oparciu o zdobyte wnioski.

2.2. Projektowanie na wodzie

Architektura pływająca ma swoje korzenie w starożytności, kiedy to społeczności zamieszkujące tereny podmokłe budowały swoje domy na palach lub tratwach. Te wczesne formy pływających konstrukcji były odpowiedzią na specyficzne warunki środowiskowe, zapewniając mieszkańcom bezpieczeństwo i stabilność w trudnym terenie. Jednak to dopiero w XX wieku, w wyniku rosnącej urbanizacji i zapotrzebowania na innowacyjne rozwiązania mieszkaniowe, architektura pływająca zaczęła się dynamicznie rozwijać.

W ostatnich dekadach, wraz ze wzrostem świadomości na temat zmian klimatycznych i podnoszącego się poziomu mórz, architektura pływająca zyskała na znaczeniu jako efektywna metoda adaptacji do nowych warunków środowiskowych. Projektowanie na wodzie daje możliwość zmniejszenia presji na lądowe zasoby i minimalizuje negatywny wpływ na środowisko,

szczególnie w kontekście samowystarczalnych jednostek mieszkalnych. Współczesne projekty architektury pływającej często skupiają się na zrównoważonym rozwoju, integrując technologie pozwalające na generowanie własnej energii, oczyszczanie wody oraz efektywne zarządzanie odpadami. Dzięki temu, pływające domy i miasta mogą funkcjonować w sposób niezależny i ekologiczny, redukując ślad węglowy oraz wpływ na ekosystemy lądowe. Na świecie rośnie zainteresowanie koncepcjami pływających miast lub wysp, które mogą oferować innowacyjne rozwiązania mieszkaniowe bez ograniczeń wielkości czy technologii. Choć wiele z tych technologii może jeszcze nie istnieć lub nie zostało w pełni zbadanych, tendencja do ich rozwijania jest silna, ponieważ odpowiada na pilne potrzeby związane z adaptacją do zmian klimatycznych i urbanizacją.

W efekcie, architektura pływająca nie tylko dostarcza nowych możliwości w zakresie mieszkalnictwa, ale także stanowi ważny element w globalnych strategiach zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska. Poprzez tworzenie samowystarczalnych, pływających społeczności, możemy lepiej przygotować się na wyzwania przyszłości, jednocześnie minimalizując nasz wpływ na planetę.

Projekt *Arktide* firmy *Seasteading*¹². Korzystając z wiedzy z koncepcji projektu *Arktide*, można zbadać możliwości stworzenia zrównoważonej infrastruktury, która zapewni wszystkie podstawowe potrzeby ludzkości bez zwiększania wpływu na ekosystemy morskie.¹³



Rysunek 2. *Coquina Projekt First prototype steps.*
Źródło: <https://www.seasteading.org/prototype-launch/>



Rysunek 3. *Second prototype.*
Źródło: <https://www.seasteading.org/prototype-launch/>

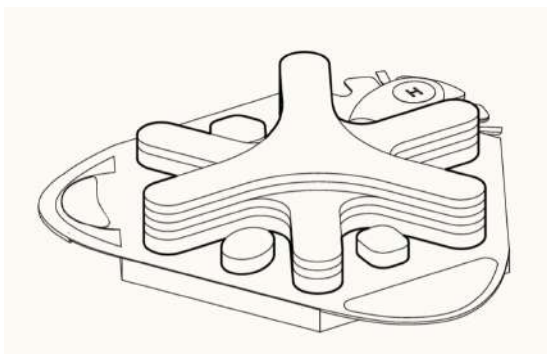
Coquina House - to pływający dom zaprojektowany w celu zminimalizowania wpływu na środowisko. Zbudowane na solidnych fundamentach, te modułowe, konfigurowalne jednostki mogą służyć do ekologicznego życia, krótkoterminowego wynajmu lub zakwaterowania w kurorcie. Wyposażona w wygodny i przyjazny dla środowiska sprzęt, *Coquina* oferuje wyjątkową okazję do połączenia się z oceanem. Drugi prototyp projektu polega na poszerzeniu granic istniejącej informacji. Nowa forma przewiduje funkcje kulturalną ogólnodostępną, na przykład opera¹⁴

¹² <https://www.seasteading.org/prototype-launch/>

¹³ Tamże.

¹⁴ Tamże.

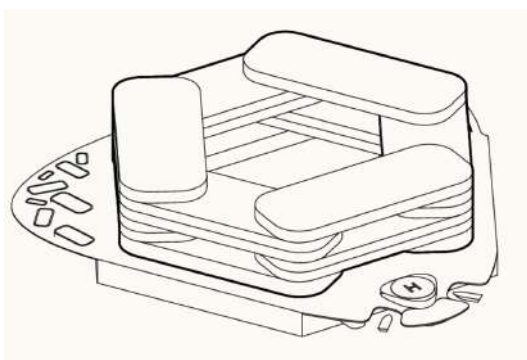
Oceanix Busan to pierwszy na świecie prototyp odpornej i zrównoważonej pływającej społeczności.¹⁵



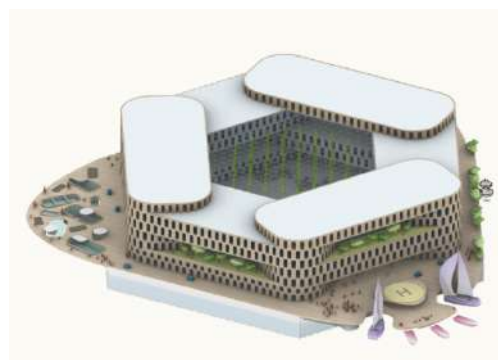
Rysunek 4. *Oceanix Busan Project. First step. Platforma mieszkalna,*
Źródło: <https://oceanix.com/>



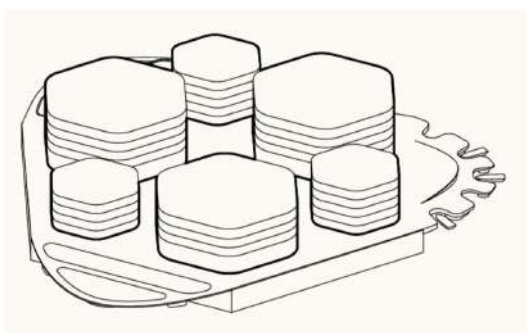
Rysunek 5. *Oceanix Busan Project. Second step. Platforma mieszkalna,*
Źródło: <https://oceanix.com/>



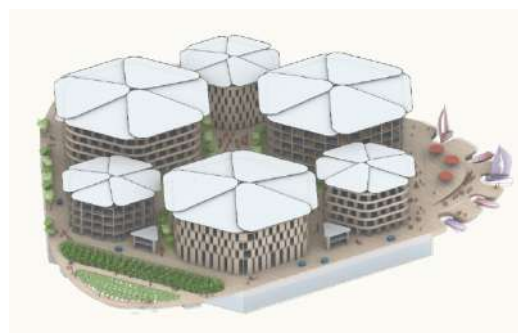
Rysunek 6. *Oceanix Busan Project. First step. Platforma badawcza,*
Źródło: <https://oceanix.com/>



Rysunek 7. *Oceanix Busan Project. First step. Platforma badawcza,*
Źródło: <https://oceanix.com/>



Rysunek 8. *Oceanix Busan Project. First step. Druga platforma mieszkalna,*
Źródło: <https://oceanix.com/>



Rysunek 9. *Oceanix Busan Project. First step. Druga platforma mieszkalna,*
Źródło: <https://oceanix.com/>

Specjalny obiekt w Pusan ma zapoczątkować budowę nowych nadmorskich miast i rozwiązać problem stale podnoszącego się poziomu morza. Organizacja Narodów Zjednoczonych, Oceanix i południowokoreańskie miasto Busan zaprezentowały prototyp pływającego miasta,

¹⁵ <https://oceanix.com/busan/>

które będzie samodzielnie generować do 100 procent potrzebnej energii i wody. Wraz ze wzrostem poziomu mórz, planowane rozwiązanie powinno pozwolić ludzkości dostosować się do nowych warunków. Prototyp pływającego miasta składa się z połączonych ze sobą platform o łącznej powierzchni 6,2 hektara. Każdy pływający modułowy element miasta został zaprojektowany z myślą o konkretnym zastosowaniu, na przykład jako przestrzeń mieszkalna, centrum badawcze lub akademik. Busan będzie wyposażony w sześć zintegrowanych systemów, które będą generować niezbędną energię na miejscu, oczyszczać wodę, zmniejszać i poddawać recyklingowi zużycie zasobów oraz zapewniać innowacyjne rolnictwo miejskie, aby umożliwić przejście na dietę opartą na roślinach. Projekt składa się z kompleksu trzech struktur różnego typu na wodzie. Pierwsza część zabudowy zespołowej. Ekologiczna platforma mieszkalna, wyjątkowe doświadczenie dla odwiedzających, oferuje pokoje z widokiem na port, organiczną kuchnię, wspólne tarasy i podświetlane szklarnie. Wydłużony parter, zaprojektowany tak, aby zmaksymalizować widoki na nabrzeże, mieści sklepy ekologiczne i lokalne restauracje.¹⁶ Platforma badawcza. Druga część zabudowy zespołowej. Centrum coworkingu i badań morskich, wejście na poziomie gruntu zaprasza społeczność do wspólnego ogrodu zimowego. Centralne atrium o kontrolowanej temperaturze zapewnia wytchnienie od mroźnych zimowych miesięcy w Busan i uprawia żywność w lesie wież hydroponicznych, z których wszyscy mogą korzystać. Druga platforma mieszkalna zapewnia przestrzeń wspierającą zrównoważone życie w obiegu zamkniętym. Wioskę budynków mieszkalnych i lokalne programy kulturalne uzupełnia podwórko społeczności w samym sercu platformy, zachęcające do spotkań między mieszkańcami. Zrównoważone, elastyczne i skalowalne. Budujemy dla ludzi, którzy chcą żyć w sposób zrównoważony na styku energii, wody, żywności i odpadów. Budujemy kwitnącą społeczność ludzi, którzy dbają o planetę i każdą formę życia na niej.¹⁷



Rysunek 10. *Efekt końcowy projektu.*
Źródło: <https://oceanix.com/busan/>

¹⁶ Tamże.

¹⁷ Tamże.

2.2.1. Możliwości projektowania na wodzie

Projektowanie na wodzie oferuje szereg korzyści, które sprawiają, że jest to atrakcyjne rozwiązanie zarówno dla indywidualnych mieszkańców, jak i całych społeczności. Przede wszystkim, pływające konstrukcje są idealne do adaptacji w obliczu zmian klimatycznych, ponieważ są odporne na podnoszący się poziom wód, co czyni je doskonałym wyborem dla terenów zagrożonych powodzią. Dodatkowo, architektura pływająca wspiera zrównoważony rozwój, często korzystając z odnawialnych źródeł energii, takich jak energia słoneczna i wiatrowa, oraz systemów zbierania i oczyszczania wody deszczowej, co minimalizuje jej wpływ na środowisko. Ponadto, wykorzystanie powierzchni wodnych do budowy umożliwia efektywne wykorzystanie przestrzeni, odciążając przeludnione obszary miejskie i tworząc nowe przestrzenie mieszkalne i rekreacyjne. Co więcej, elastyczność lokalizacji takich konstrukcji ułatwia zarządzanie przestrzenią miejską, oferując łatwe dostosowywanie i przesuwanie tych struktur w razie potrzeby.

Morze jest synonimem nieprzewidywalności, co oznacza, że warunki na jego powierzchni mogą zmieniać się w sposób dynamiczny i często trudny do przewidzenia. Ta zmienność sprawia, że ciągłe monitorowanie warunków pogodowych jest absolutnie kluczowe dla bezpieczeństwa oraz skutecznego zarządzania wszelkimi działaniami prowadzonymi na morzu. Przede wszystkim, monitoring wiatru jest niezbędny, ponieważ wiatr ma bezpośredni wpływ na fale morskie i prądy, które mogą znacząco utrudniać nawigację i operacje na wodzie. Silne wiatry mogą prowadzić do powstawania sztormów. Współczesna technologia umożliwia coraz dokładniejsze monitorowanie i przewidywanie warunków pogodowych na morzu. Satelity meteorologiczne, boje pomiarowe, systemy radarowe dostarczają danych niezbędnych do analizowania i przewidywania zmian pogodowych. Ostatecznie, nieprzewidywalność morza wymaga ciągłego czuwania i gotowości do reakcji na nagłe zmiany warunków. Efektywne monitorowanie i przewidywanie pogody są kluczowymi elementami zarządzania ryzykiem na morzu, umożliwiając bezpieczne i efektywne prowadzenie działań w tym dynamicznym i często nieprzewidywalnym środowisku.

Tabela 1: *Metody rozwiązań możliwości projektowania na wodzie.*

Metody rozwiązań		
Akwakultura jako sposób na samowystarczalność poprzez hodowlę flory i fauny wodnej w zrównoważony i wydajny sposób.	Wykorzystanie szarej wody, zmniejszenie zużycia świeżej wody i utrzymanie jakości wody w otaczającym ekosystemie.	Filtracja i oczyszczanie zużytej wody z zanieczyszczeń przed odprowadzeniem jej do otwartej przestrzeni wodnej.

Źródło: Opracowanie własne.

Projekt *Buoyant Ecologies* opracowany przez zespół Architectural Ecologies Lab¹⁸ opowiada się za pływającą architekturą przyszłości, która może produktywnie współistnieć z otaczającym ją środowiskiem. Projekt reprezentuje relację, która może rozwijać się między ludźmi i zwierzętami w jak najbardziej harmonijny sposób. Motywowany przede wszystkim samozachowawczością, projekt Floating Ecology oferuje alternatywną strategię adaptacji człowieka do zmian środowiskowych: strategię, która zarówno zależy, jak i wspiera zdrowie i różnorodność nie-ludzkich gatunków morskich.¹⁹



Rysunek 11. *Buoyant Ecologies*.

Źródło: <https://futurearchitectureplatform.org/projects/677d4667-d51d-4de3-b538-e8d90cda6d17/>

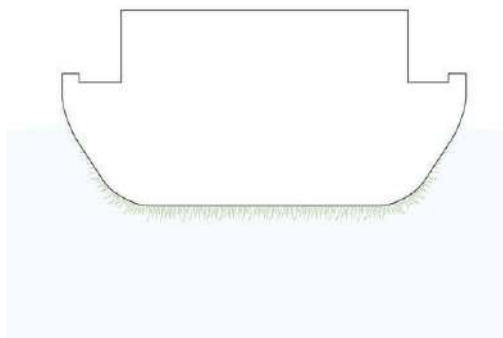
Główną myśl projektu *Buoyant Ecologies* jest połączenie naukowych badań z wizjonerskimi aspiracjami dotyczącymi pływającej architektury, która opiera się na współistnieniu wzajemnie korzystnym między ludźmi a światem przyrody. Projekt buduje na pięcioletnich prototypach ekologicznie zoptymalizowanych podłoży, które tworzą różnorodne siedliska dla morskich bezkręgowców. Celem jest wykorzystanie technik obliczeniowych i cyfrowego wytwarzania do stworzenia nowych modeli całkowitych systemów zamieszkania ludzkiego, zamieszkania nie-ludzkiego oraz odporności ekologicznej w obliczu podnoszenia się poziomu mórz.

Projekt wyobraża sobie wybrzeżną ekologię, w której ludzie i zwierzęta są wzajemnie powiązani. W przeciwieństwie do antropocentrycznych technologii "odporności", które motywowane są głównie samozachowaniem, projekt *Buoyant Ecologies* proponuje alternatywną strategię adaptacji człowieka do zmian ekologicznych, opartą na wzajemnej zależności i wspieraniu zdrowia oraz różnorodności nie-ludzkich gatunków morskich.²⁰

¹⁸ <https://futurearchitectureplatform.org/projects/677d4667-d51d-4de3-b538-e8d90cda6d17/>

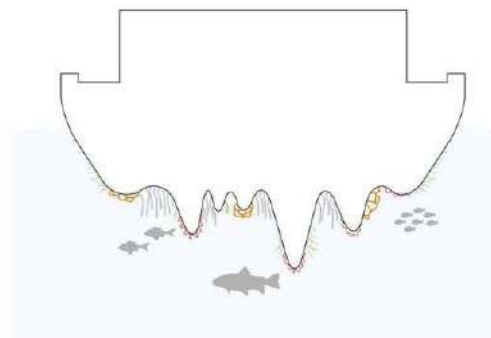
¹⁹ Tamże.

²⁰ Tamże.



FLAT BOAT BOTTOM

- Fouling communities are uniform and homogeneous, typically consisting of the most dominant invasive species.
- Fouling communities are often seen as a nuisance for boats and other waterfront structures, requiring regular cleaning and maintenance.



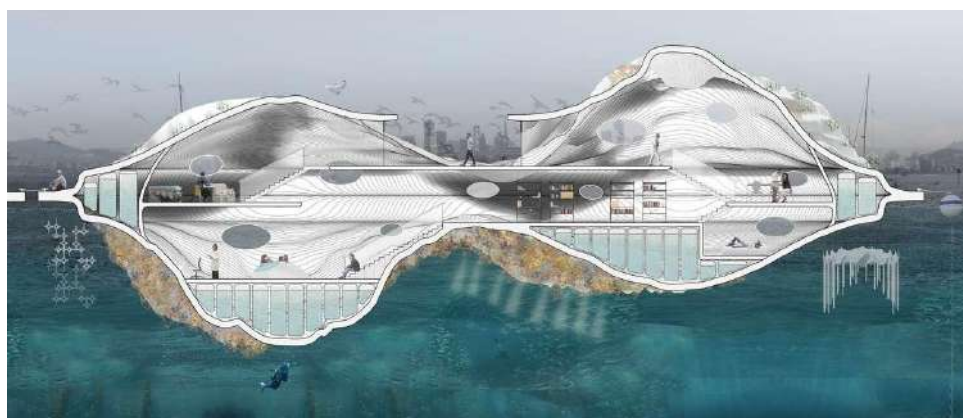
OPTIMIZED UPSIDE-DOWN BENTHOS

- Increased surface area provides more "real estate" for fouling communities to thrive.
- The fouling communities are more diverse, as smaller valleys provide refuge from predators for smaller species.
- Greater ecological diversity supports the food chain and enhances the broader ecology.
- Controlled growth of invertebrates could potentially perform as wave-attenuating "sponges," reducing the effects of waves and flooding on the coast.

Rysunek 12. *Buoyant Projekt. Kształtowanie dna morskiego struktury, interakcja z ekosystemem morskim.*
Źródło: <https://futurearchitectureplatform.org/projects/677d4667-d51d-4de3-b538-e8d90cda6d17/>

Założenie rewizji konwencjonalnych koncepcji "biofoulingu" w kontekście pływających struktur. Badania sugerują, że zamiast traktować gromadzenie się życia morskiego na spodniej stronie jako niepożądane zjawisko, można wykorzystać te miejsca jako kontrolowane siedliska dla zwierząt innych niż ludzie, co przyczynia się do promowania różnorodności ekologicznej i wspierania biologicznego wzrostu.

Od 2014 roku przeprowadzono wiele badań na pełnowymiarowych prototypach podłoża ekologicznych, które miały na celu testowanie różnych geometrii powierzchni, nachyleń oraz parametrów wymiarowych. Wyniki tych badań potwierdziły, że takie odwrócone siedliska sprzyjają różnorodnym gatunkom bezkręgowców, takim jak mszywioly, rurówki, gąbki, kraby, ślimaki nągoskrzelne, osłonice, skorupiaki, mięczaki i jeżowce. Dzięki temu podejściu możliwe jest zmniejszenie negatywnego wpływu na struktury pływające i jednocześnie wspieranie lokalnych ekosystemów morskich.²¹



Rysunek 13. *Przekrój poprzeczny obiektu.*

Źródło: <https://futurearchitectureplatform.org/projects/677d4667-d51d-4de3-b538-e8d90cda6d17/>

²¹ Tamże.

Główną ideą jest połączenie naukowych badań z wizjonerskimi aspiracjami dotyczącymi przyszłości pływającej architektury. Projekt *Float Lab* opiera się na empirycznych badaniach naukowych, ale jednocześnie eksploruje możliwości przyszłego rozwoju, w którym pływające struktury mogą stać się wielofunkcyjnymi, samowystarczalnymi środowiskami zarówno dla ludzi, jak i dla nie ludzi.

Spekulatywna sekcja projektu zaczyna wyobrażać sobie, jak *Float Lab* może rosnąć i ewoluować, aby stać się skalowalnym modelem zamieszkałych struktur pływających. Koncepcja obejmuje stworzenie siedlisk, które nie tylko spełniają potrzeby ludzi, ale również wspierają różnorodność ekologiczną, zapewniając bezpieczne i sprzyjające życiu środowisko dla różnych gatunków morskich i przybrzeżnych. Wizja ta kładzie nacisk na integrację technologii ekologicznych, odnawialnych źródeł energii oraz zaawansowanych systemów zarządzania zasobami, co ma na celu minimalizację negatywnego wpływu na środowisko naturalne oraz promowanie zrównoważonego rozwoju na morzu.²²

„Ekosystemy to bardzo złożone układy, w których gatunki są z sobą powiązane przez różnego rodzaju zależności i łańcuchy pokarmowe. Zniknięcie lub pojawienie się jednego wpływa na pozostałe”. Na podstawie tak prostego przykładu można stwierdzić, że pojawienie się „nowego” obiektu będzie miało również duży wpływ na ekosystem morski. To, co pozostaje do zrobienia, to zapewnienie, że te dwa obszary mogą się wzajemnie uzupełniać. Aby określić bioróżnorodność terytorium, należy zbadać różnorodność makrozoobentosu²³.

2.2.2. Obiekty modułowe na wodzie oraz ich mobilność

„Woda oferuje wyjątkową elastyczność, ponieważ budynki umieszczone na wodzie można łatwo przetransportować i zastąpić nowymi. Jeśli nie jesteś pewien, czy to, co zamierzasz zbudować, będzie potrzebne przez kolejne 100 lat, umieszczenie konstrukcji na wodzie daje możliwość jej łatwego usunięcia i wymiany. W ten sposób budynki stają się dynamiczne. Dodatkowo są bezpieczniejsze, ponieważ w przypadku powodzi po prostu unoszą się na wodzie. Oznacza to, że można budować w miejscach, które wcześniej uznawano za zbyt ryzykowne. Przyszłość rozwoju nadbrzeży w miastach takich jak Bangkok, Szanghaj, Tokio czy Nowy Jork może wymagać ponownego przemyślenia strategii budowlanych”.²⁴

Modułowe konstrukcje umożliwiają elastyczne systemy składające się z kilku elementów, które można montować i demontować w zależności od wymagań. W pracy zostanie przedstawionych kilka rodzajów koncepcji. Pozwoli to na łatwe przenoszenie i przebudowę konstrukcji bezpośrednio na wodzie. Do badania wybrano trzy lokalizacje: Zatoka Gdańska, basen Morza Śródziemnego i szwedzka strefa przybrzeżna, jest to uwarunkowane możliwościami

²² Tamże.

²³ Makrozoobentos to zespół organizmów. Źródło: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Makrozoobentos>.

²⁴ <https://eurobuildcee.com/magazine/2659-wodny-swiat>, data dostępu: 06.09.2024.

pozyskania informacji w wybranych lokalizacjach. Rozważenie pływającego laboratorium w tych miejscach pozwoliłoby na badanie różnic między ekosystemami, możliwych migracji gatunków oraz stworzenie sieci badań nad ochroną biocenozy morskiej na dużej powierzchni.

W tym momencie projektowanie na wodzie nie jest już ograniczone do wąskiego zakresu możliwości. Wielu producentów już prezentuje: małe modułowe mieszkania z jedną lub kilkoma sypialniami z możliwością całorocznego zamieszkania. Zainteresowanie rozciąga się również na te jednostki ze względu na ich mobilność. Możliwości pozwalają albo na zamocowanie tego obiektu w jednym miejscu na stałe, albo można wybrać wersję pływającą, która pozwala na przemieszczanie się z miejsca na miejsce bez rezygnacji z komfortu i poczucia bezpieczeństwa.

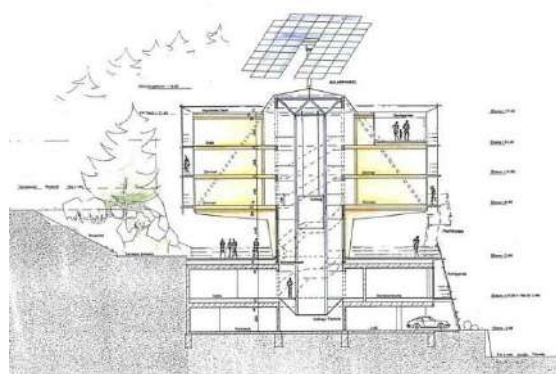
2.2.3. Samowystarczalność obiektów modułowych

Obiekty modułowe, szczególnie te umieszczone na wodzie, mogą być w pełni samowystarczalne dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii. Aby zbudować taki autonomiczny budynek, niezbędne są różne systemy, które pozwolą na niezależność energetyczną i ekologiczną. Kluczowe komponenty obejmują instalacje fotowoltaiczne, pompy ciepła, zbiorniki na wodę deszczową, kolektory gruntowe, generatory wiatrowe oraz systemy do magazynowania energii. Dzięki temu obiekt może produkować energię, przechowywać jej nadwyżki oraz zapewniać sobie ciepło i wodę użytkową przez cały rok. Zasilanie poza siecią z panelami słonecznymi i podtrzymywaniem baterijnym pomoże zminimalizować ślad węglowy i zaoszczędzić pieniądze na rachunkach za energię. Autonomiczne budynki korzystają głównie z odnawialnych źródeł energii, takich jak słońce, wiatr czy ciepło zgromadzone w gruncie i powietrzu. W przypadku nadwyżek energii, są one magazynowane i wykorzystywane nocą lub w czasie niedoboru. Pompy ciepła oraz bufor ciepła zapewniają dostęp do ogrzewania i ciepłej wody użytkowej. Budynki te nie emitują szkodliwych substancji, korzystają z energii odnawialnej i maksymalnie wykorzystują światło oraz ciepło słoneczne.

Uważa się, że pierwszy na świecie samowystarczalny dom został zrealizowany pod koniec XX wieku we Fryburgu przez architekta Rolfa Discha. „Heliotrop”, nowatorski dom mieszkalny zaprojektowanego który jako pierwszy na świecie produkuje więcej energii niż sam zużywa. Dom ten, zbudowany w latach 90. we Fryburgu, obraca się względem osi, aby stale podążać za słońcem, maksymalizując wykorzystanie energii słonecznej.²⁵ Choć dzisiaj niektóre z jego rozwiązań mogą nie wydawać się rewolucyjne, w momencie powstania był to pionierski projekt. Heliotrop nie jest podłączony do żadnej zewnętrznej sieci energetycznej i stanowi przykład innowacyjnego wykorzystania energii odnawialnej w architekturze.

25

<http://www.bubblemania.fr/ru/bulles-architecture-rolf-disch-maison-heliotrope-solaire-tournante-1994/>, data dostępu: 29.04.2025r.



Rysunek 14 Heliotrop,

Źródło: <https://www.architekturaibiznes.pl/en/experiments-in-context-efficiency-or-self-sufficiency.28218.html>

Rysunek 15 Szkic projektowy,

Źródło: <http://www.bubblemania.fr/ru/bulles-architecture-rolf-disch-maison-heliotrope-solaire-tournante-1994/>

Rysunek 16 Przekrój projektowy,

Źródło: <http://www.bubblemania.fr/ru/bulles-architecture-rolf-disch-maison-heliotrope-solaire-tournante-1994/>

2.2.4. Materiały budowlane i technologie do zastosowania w budownictwie na wodzie

Czym jest konstrukcja jako całość: na początek jest to jej główna podpora - fundament, ściany i dach. Ponieważ sytuacja ma miejsce bezpośrednio na wodzie, w oparciu o publicznie dostępne dane można podać kilka przykładów konstrukcji, na których opierać się będzie podstawowa technologia reprodukcji tego projektu. Fundamentami konstrukcji pływających są betonowe pływak (np. wykonane z betonu komórkowego) wypełnione specjalną pianką polistyrenową. Gwarantuje to niezatapialność i odporność na zalanie. Konstrukcje z takim fundamentem nie „bujają się” na wodzie i są ciepłe. Im większy projekt, tym jest on prostszy. Mały dom na wodzie, podobnie jak mała łódź, będzie bardziej narażony na działanie fal i wiatru w porównaniu do konstrukcji o dużych rozmiarach (np. 100 na 100 metrów). Wynika to z położenia środka ciężkości. Jest to innowacja, która odróżnia ten projekt od większości podobnych projektów, które są zwykle wyposażone w kadłuby z laminatu poliestrowo-szklanego lub stopu aluminium-magnezowego.²⁶

Dodatkowe ogrzewanie podłogowe może być zapewnione przez ogrzewanie podłogowe zasilane powietrzną pompą ciepła. Wewnętrzne ogrzewanie pomieszczeń może być zapewnione przez umieszczenie kominka z pompą ciepła.

²⁶ <https://architektura.muratorplus.pl/realizacje/domy-na-jeziorze-jamno-aa-eanU-oqJz-sdMS.html>, data dostępu: 03.09.2024.

Energia elektryczna jest dostarczana przez instalację składającą się z paneli słonecznych i akumulatorów.²⁷

W pełni samowystarczalne obiekty powinny być również wyposażone w systemy zarządzania wodą. Samowystarczalne zaopatrzenie w wodę wymaga własnych ujęć wody, takich jak odwierty oraz stacji uzdatniania. Ponadto zasady efektywnego gospodarowania zasobami przewidują możliwość ponownego wykorzystania tzw. szarej wody do użytku domowego.

2.2.5. Współczesne technologie i nowe trendy projektowania na wodzie

1. Energia odnawialna: panele słoneczne, system do zbierania wody deszczowej.
2. Oczyszczanie wód: wykorzystanie i oczyszczanie szarej wody.
3. Rekultywacja terenów wodnych: stworzenie przyjaznych miejsc dla życia morskich organizmów, ochrona ekosystemów morskich.

The Floating Farm, Rotterdam, Holandia: Rozwijają samowystarczalne farmy wodne, aby poprawić odporność miast na całym świecie.

Zlokalizowana w stylowym porcie Merve, Rotterdam Floating Farm jest pierwszą pływającą farmą na świecie i jest uważana za jeden z wielu przykładów ekologicznych innowacji w Holandii. Pływające panele słoneczne zapewniają potrzebną energię, a woda deszczowa jest zbierana na dachu, a następnie oczyszczana. Większość paszy dla krów pochodzi z miasta. Ich smaczne menu obejmuje granulki piwa, otręby, resztki ziemniaków i trawę z boisk sportowych i pól golfowych w Rotterdamie. Jakkolwiek dobrze by to nie brzmiało, ważne są również walory wizualne. Dlatego zewnętrzna część farmy została zaprojektowana tak, aby była w większości przezroczysta; wszyscy odwiedzający mogą zobaczyć, co dzieje się na pływającej farmie. To świetna zabawa i edukacja zarówno dla dzieci, jak i dorosłych. Odwiedzający mogą zobaczyć bydło, dowiedzieć się, jak produkowana jest pasza dla krów i jak powstają produkty mleczne.²⁸



Rysunek 17 Postępowanie rozwiązania idei. Źródło: <https://floating.farm/>

²⁷

<https://www.polityka.pl/tygodnikpolityka/rynek/1714164.1.zbuduj-i-zacumuj-nowy-trend-mieszkania-na-wodzie.read>, data dostępu: 03.09.2024.

²⁸ <https://www.holland.com/global/tourism/get-inspired/current/greener-cities/floating-farm-in-rotterdam>, data dostępu: 31.08.2024

Od pomysłu do działania. „Mając na uwadze lokalizację, postanowili skupić się na budowie zakładów produkujących żywność na bazie wody. W przeszłości bliskość wody była ważnym czynnikiem dla osadnictwa ludzkiego. W rezultacie wiele miast jest obecnie budowanych w pobliżu wody, co stanowi doskonałą okazję do rozwoju pływających zakładów produkcji żywności. Zbudowali pierwszą samowystarczalną farmę mleczną w starym porcie w Rotterdamie, aby dostarczać wysokiej jakości produkty mleczne lokalnym konsumentom i edukować mieszkańców miasta w zakresie produkcji żywności.”²⁹ Pływająca farma kładzie nacisk na skalowalność i personalizację, w tym farmę mleczną, która przyczyniła się do poprawy lokalnych łańcuchów dostaw produktów. Ale na tym możliwości się nie kończą, ponieważ dzięki modułowej konstrukcji firma ta przewiduje większą możliwość skoncentrowania się na kliencie. Pływające farmy mogą być częścią różnych modułów o różnych ilościach i obejmować zarówno farmy mleczne, jaj (kurze), jak i warzywne.) Modułowość tej koncepcji na wodzie jest jedną ze strategicznych zalet w porównaniu z budynkami na lądzie, mówi autor.³⁰



Rysunek 18 Stan istniejącej farmy. Źródło: <https://floating.farm/>

Ale oczywiście kluczowe pytanie brzmi: dlaczego ta farma unosi się na wodzie? Z jednej strony, ziemia uprawna staje się coraz rzadsza wraz ze wzrostem liczby ludności na świecie. Doprowadziło to do znalezienia nowych sposobów na dalsze wyżywienie światowej populacji w przyszłości. Jednocześnie kwestie klimatyczne są również bezpośrednią przyczyną; Rotterdam znajduje się w delcie, która jest bardzo wrażliwa na wodę. Podobnie jak wiele innych miast, miasto musi radzić sobie z (dużymi) zrzutami rzek, podnoszącym się poziomem mórz i coraz bardziej obfitymi opadami deszczu. Powodzie spowodowane podnoszącym się poziomem wód czają się w przyszłości. Budowa pływającej farmy oznacza, że produkcja żywności może być kontynuowana nawet podczas (poważnych) powodzi. Pomysł jest równie prosty, co genialny. Co

²⁹ <https://floating.farm/>, data dostępu: 31.08.2024

³⁰ Tamże.

więcej, wygląda całkiem uroczo. To idealne połączenie innowacyjnej mocy i świeżej, nowoczesnej architektury na wodzie.

Lilypad, project Vincenta Callebauta ³¹

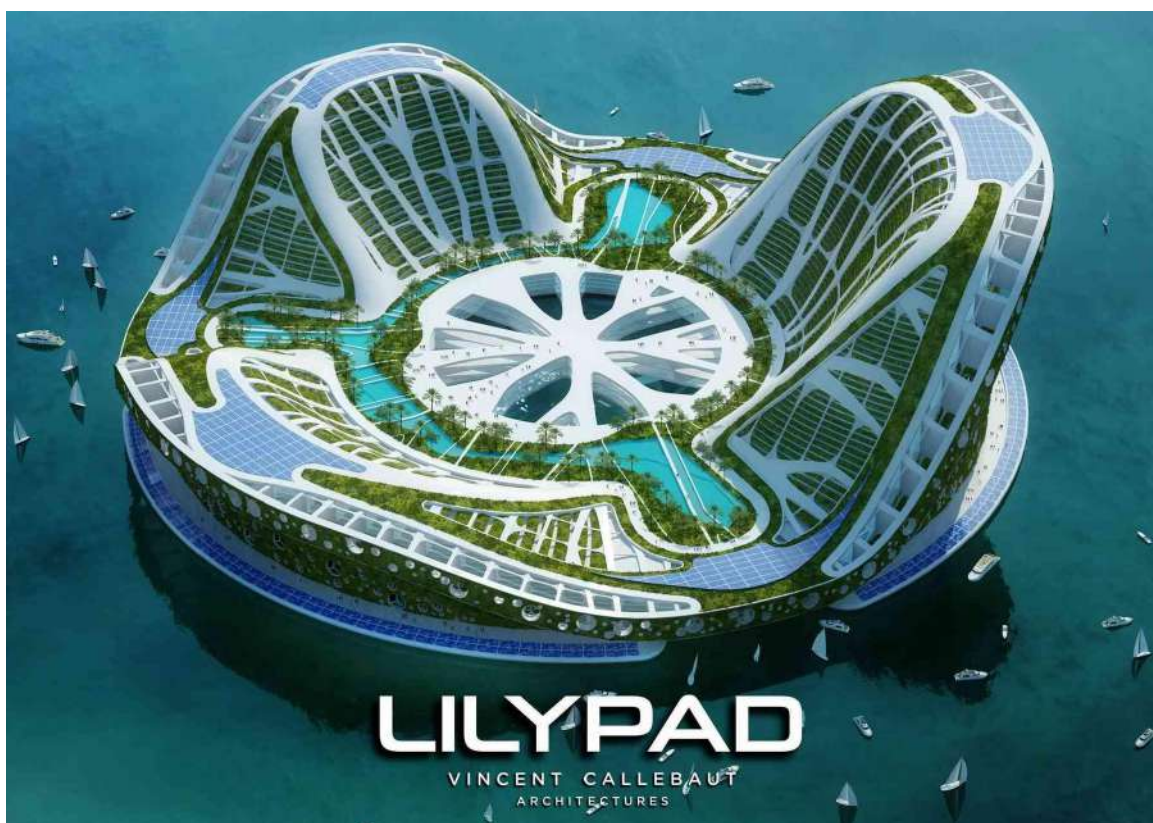
Pływająca polisa dla „uchodźców środowiskowych”. Projekt „Lilypad”³² oferuje rozsądne rozwiązanie problemu podnoszących się wód. W rzeczywistości, w obliczu światowego kryzysu środowiskowego, to pływające „Ecopolis” ma podwójny cel: nie tylko zrównoważone rozszerzenie terytoriów morskich najbardziej rozwiniętych krajów, takich jak Księstwo Monako, ale przede wszystkim zapewnienie schronienia przyszłym uchodźcom klimatycznym, którzy zostaną zalani następnym razem. -Terytoria morskie, takie jak polinezyjskie atole. Nowy biotechnologiczny prototyp zrównoważonego rozwoju środowiska, dedykowany nomadyzmowi i ekologii miejskiej na morzu, „Lilypad” podróżuje wzdłuż linii wodnej oceanów, od równika do biegunów, podążając za prądami morskimi, ciepłym wzrostem Prądu Zatokowego lub zimnym zejściem Labradoru.

Jest to prawdziwe amfibijne miasto, w połowie wodne, w połowie lądowe, zdolne pomieścić 50 000 mieszkańców i zapraszające bioróżnorodność do rozwoju fauny i flory wokół centralnej laguny z miękką wodą, która zbiera i oczyszcza wodę deszczową. Ta sztuczna laguna jest całkowicie zanurzona w wodzie i w ten sposób stanowi balast dla miasta. Pozwala to na życie w samym sercu podwodnych głębin. Wielofunkcyjny program opiera się na trzech marinach i trzech górach przeznaczonych odpowiednio do pracy, zakupów i rozrywki. Cały kompleks pokryty jest warstwą krajobrazu w zawieszonych ogrodach i poprzecinany siecią ulic i alejek o organicznych konturach. Celem jest stworzenie harmonijnego współistnienia pary człowiek-przyroda i zbadanie nowych sposobów życia nad morzem, tworząc w pobliżu płynne przestrzenie zbiorowe, tłumiące przestrzenie integracji społecznej, odpowiednie do spotkań wszystkich mieszkańców - miejscowych lub obcokrajowców. urodzeni, nowo narodzeni lub starsi, młodzi lub starzy ludzie.³³

³¹ https://vincent.callebaut.org/object/080523_lilypad/lilypad/projects, data dostępu: 31.08.2024.

³² Lilypad – nazwa projektu, która powstała bezpośrednio od amazońskiej lilii.

³³ https://vincent.callebaut.org/object/080523_lilypad/lilypad/projects, data dostępu: 01.09.2024.



Rysunek 19 Projekt Lilypad. Widok perspektywiczny

Pływająca struktura w „gałęziach” Ecopolis jest bezpośrednio inspirowana mocno żebrowanymi liśćmi ogromnej amazońskiej lilii Victoria Regia, powiększonej 250 razy.



Rysunek 20 Idea powstania kształtu "Lilypad". Źródło: <https://floating.farm/>



Rysunek 21 Możliwe trasy przemieszczania projektu "Lilypad". Źródło: <https://floating.farm/>

Pochodząca z rodziny „Nymphaea” roślina wodna o wyjątkowej plastyczności została odkryta przez niemieckiego botanika Thaddeusa Henke³⁴ i zadedykowana angielskiej królowej Wiktorii w XIX wieku. Podwójna powłoka wykonana jest z włókien poliestrowych pokrytych warstwą anatazu³⁵ podobnego dwutlenku tytanu (TiO₂), który reagując na promienie ultrafioletowe, umożliwia pochłanianie zanieczyszczeń atmosferycznych poprzez efekt fotokatalityczny³⁶. W pełni samowystarczalny, „Lilypad” odnosi się do czterech głównych celów wyznaczonych przez OECD³⁷ w marcu 2008 roku: klimatu, bioróżnorodności, wody i zdrowia. Osiągnął dodatni bilans energetyczny bez emisji dwutlenku węgla poprzez integrację wszystkich odnawialnych źródeł energii (słonecznej, termicznej, fotowoltaicznej, wiatrowej, hydraulicznej, elektrowni pływowych,

³⁴ Thadeusz Henke - był botanikiem, który uczestniczył w wyprawie Malaspina Expedition, która zbadała znaczną część basenu Pacyfiku, w tym wybrzeża Ameryki Północnej i Południowej, Australii, Filipin, Nowej Zelandii i Marianów. Źródło: https://dbpedia.org/page/Thadd%C3%A4us_Haenke, data dostępu: 01.09.2024.

³⁵ Anataz – to minerał, polimorficzna forma dwutlenku tytanu, tworzy spiczaste kryształy w kształcie podwójnej piramidy. Rzadziej ma kształt kolumnowy lub stołowy. Jest jedną z trzech polimorficznych modyfikacji dwutlenku tytanu, obok rutyli i brookitu. Są to kruche, przezroczyste, ciemne kryształy. Źródło: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Anataz>, data dostępu: 01.09.2024.

³⁶ Efekt fotokatalityczny to zjawisko, w którym katalizator przyspiesza reakcję chemiczną, nie zużywając się w jej trakcie. W kontekście fotokatalizy, katalizator (np. dwutlenek tytanu) jest aktywowany przez światło (zazwyczaj UV), co umożliwia przeprowadzenie reakcji chemicznych. Źródło: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Fotokataliza#:~:text=Fotokataliza%20%E2%80%93%20zmiana%20szybko%C5%9Bci%20reakcji%20chemicznej.zaanga%C5%B4wana%20w%20przemiany%20chemiczne%20reagent%C3%B3w.,> data dostępu: 01.09.2024.

³⁷ OECD (Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju) to forum i centrum wiedzy na temat danych, analiz i najlepszych praktyk w zakresie polityki publicznej. Źródło: <https://www.oecd.org/en.html>, data dostępu: 01.09.2024.

energii osmotycznej³⁸, fitoremediacji³⁹, biomasy), w ten sposób stale produkuje więcej energii niż zużywa. To pływające „ekopolis”, będące prawdziwym biotopem, w pełni nadającym się do recyklingu, dąży do osiągnięcia pozytywnego wyniku ekologicznego w ekosystemach oceanicznych poprzez produkcję i ograniczanie tlenu i energii elektrycznej, recykling CO₂ i odpadów, biologiczne oczyszczanie i ograniczanie zużytej wody oraz poprzez integrację nisz ekologicznych, pól akwakultury i korytarzy biotycznych na i pod swoim ciałem, aby zaspokoić własne potrzeby żywieniowe.

Aby odpowiedzieć na mutację przepływów migracyjnych spowodowanych czynnikami hydroklimatycznymi, „Lilypad” dołącza do trybu przewidywania, charakterystycznego dla literatury Juliusza Verne'a, alternatywnej możliwości wielokulturowego pływającego Ecolopolis, którego metabolizm będzie w doskonałej symbiozie z cyklami natury. Jednym z głównych wyzwań XXI wieku będzie stworzenie międzynarodowej konwencji wymyślającej nowe specjalne środki w celu przyjęcia migrantów środowiskowych poprzez uznanie ich praw i obowiązków. Wyzwanie polityczne i społeczne: zrównoważony rozwój miast musi być bardziej niż kiedykolwiek w globalnym rezonansie ze zrównoważonym rozwojem ludzkości!⁴⁰

2.3. Ekosystemy morskie

Ekosystemy morskie to rozległe i zróżnicowane ekosystemy, które pokrywają ponad 70 procent powierzchni Ziemi, co czyni je największymi ekosystemami. Obejmują one szeroki zakres siedlisk, od nasłonecznionych wód powierzchniowych po ciemne głębiny dna oceanu. W swej istocie ekosystemy morskie są złożoną siecią żywych organizmów, ich fizycznego środowiska i interakcji między nimi. Ekosystemy morskie są niezwykle dynamiczne i odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu naszej planety. Zrozumienie podstaw ekosystemów morskich jest pierwszym krokiem do uznania ich znaczenia i pracy na rzecz ich ochrony.⁴¹

Ekosystemy morskie to złożona sieć żywych organizmów i ich środowiska fizycznego, w tym wody, osadów i cech geologicznych. Ekosystemy te można znaleźć w różnych formach na całym świecie, od zimnych regionów polarnych po ciepłe morza tropikalne, od wód powierzchniowych po tajemnicze głębiny dna oceanicznego. Niesamowita różnorodność życia morskiego i siedlisk w tych ekosystemach sprawia, że są one przedmiotem fascynacji i badań

³⁸ *Energia osmotyczna* wykorzystuje naturalny proces osmozy, czyli spontanicznego przenikania rozpuszczalnika przez półprzepuszczalną membranę z roztworu o niższym stężeniu (lub czystego rozpuszczalnika) do roztworu o wyższym stężeniu. W tym przypadku membrana oddziela wodę morską od słodkiej. Źródło: <https://kopalniawiedzy.pl/elektrownia-osmotyczna-Norwegia-grupa-energetyczna-Statkraft-Baard-Mikkelsen-Hurum,3480>, data dostępu: 01.09.2024.

³⁹ *Fitoremediacja* to jedna z metod oczyszczania środowiska in situ, wykorzystująca zdolności niektórych gatunków roślin (np. hiperakumulatorów) do pobierania z gleby i akumulowania w tkankach zanieczyszczeń (m.in. metali ciężkich) w ilościach przekraczających potrzeby pokarmowe roślin. Źródło: <https://www.teraz-srodowisko.pl/slownik-ochrona-srodowiska/definicja/fitoremediacja.html>, data dostępu: 01.09.2024.

⁴⁰ https://vincent.callebaut.org/object/080523_lilypad/lilypad/projects, data dostępu: 01.09.2024.

⁴¹ <https://sigmaearth.com/ru/marine-ecosystem-types-and-characteristics/>, data dostępu: 31.08.2024

naukowych. Są one nie tylko domem dla wielu gatunków, ale także zapewniają ludzkości liczne korzyści ekologiczne, gospodarcze i kulturowe. Są one również ważnymi składnikami biosfery Ziemi i zapewniają liczne korzyści ekologiczne i ekonomiczne:

1. Hotspoty bioróżnorodności: ekosystemy morskie są domem dla różnorodnych form życia, od mikroskopijnego planktonu po ogromne wieloryby. Ta różnorodność biologiczna jest fascynująca i niezbędna do utrzymania równowagi życia na Ziemi. Wiele gatunków polega na ekosystemach morskich w zakresie pożywienia, schronienia i terenów lęgowych.
2. Sekwestracja dwutlenku węgla: oceany na świecie działają jako krytyczny pochłaniacz dwutlenku węgla, pochłaniając i magazynując ogromne ilości dwutlenku węgla z atmosfery. Proces ten pomaga regulować globalne warunki klimatyczne i łagodzi skutki zmian klimatycznych.
3. Obieg składników odżywczych: ekosystemy morskie odgrywają kluczową rolę w obiegu składników odżywczych. Fitoplankton i rośliny morskie pochłaniają składniki odżywcze z wody, które są następnie przekazywane w dół łańcucha pokarmowego. Ten recykling składników odżywczych zapewnia zdrowie życia morskiego i wspiera rybołówstwo.

Oprócz znaczenia ekologicznego, ekosystemy morskie mają ogromną wartość ekonomiczną:

1. Rybołówstwo: Rybołówstwo jest głównym źródłem pożywienia i utrzymania dla milionów ludzi na całym świecie. Ekosystemy morskie wspierają różnorodność gatunków ryb, co czyni je kluczowymi dla przemysłu rybnego.
2. Turystyka: Turystyka morska, w tym nurkowanie z rurką, nurkowanie i wakacje na plaży, generuje miliardy dolarów przychodów dla społeczności i krajów przybrzeżnych.
3. Farmaceutyka: Organizmy morskie są źródłem cennych związków wykorzystywanych w farmaceutyce i biotechnologii. Przykłady obejmują leki pochodzące z morskich gąbek i alg.

Ekosystemy morskie można znaleźć w różnych formach na całym świecie, od zimnych wód polarnych po ciepłe morza tropikalne. Oto krótki przegląd ich rozmieszczenia:

1. Regiony polarne: Morza polarne, w tym Arktyka i Antarktyda, wspierają unikalne ekosystemy morskie przystosowane do ekstremalnego zimna. Obszary te są domem dla gatunków takich jak niedźwiedzie polarne, foki i pingwiny.
2. Strefy umiarkowane: Ekosystemy morskie strefy umiarkowanej występują w regionach o umiarkowanych temperaturach, takich jak wybrzeża Ameryki Północnej i Europy. Obszary te charakteryzują się lasami glonów, łąkami glonów i różnymi gatunkami ryb.

3. Oceany tropikalne: Tropikalne ekosystemy morskie szczytą się jedną z najwyższych bioróżnorodności na naszej planecie. Te ciepłe wody są domem dla kolorowych koralowców, niezliczonych gatunków ryb i innego egzotycznego życia morskiego.
4. Głębokie morze: Głębokie morze obejmuje ogromne głębokości i jest tajemniczym i słabo poznanym królestwem. Tutaj unikalne gatunki, takie jak oodle i kałamarnice olbrzymie, przystosowały się do ekstremalnego ciśnienia i ciemności otchłani.

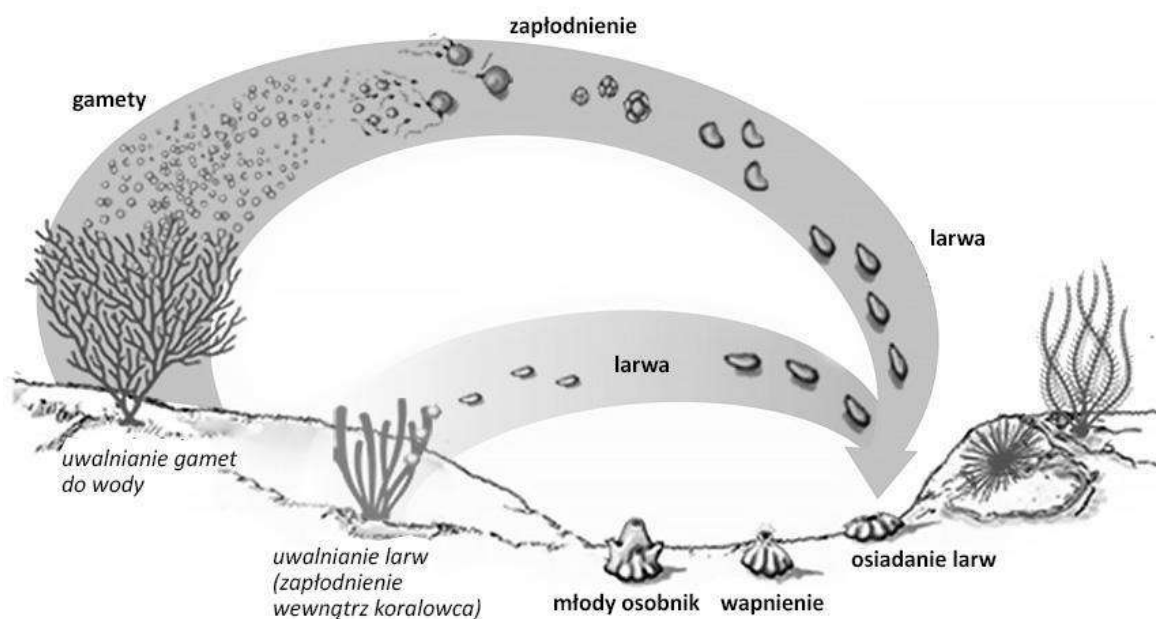
Tabela 2. Rodzaje ekosystemów morskich

Rafy koralowe. To dynamiczne podwodne ekosystemy utworzone przez skupiska szkieletów koralowców. Rafy te są ostojami bioróżnorodności, w których roi się od kolorowych ryb, mięczaków i innych organizmów morskich.	Lasy namorzynowe. Rosną w słonowodnych obszarach przybrzeżnych. Ich splecione korzenie stanowią wylęgarnię dla młodych ryb i chronią linię brzegową przed erozją.	Łąki glonów. To podwodne łąki, które służą jako ważne miejsca żerowania i rozmnażania dla wielu gatunków morskich, w tym żółwi i krów morskich.
 <i>Rysunek 22 Acropora latistella, Malediwy.</i> Zdjęcie: Mal B/flickr, data dostępu: 01.08.2024.	 <i>Rysunek 23 Namorzyny.</i> Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Namorzyny, data dostępu: 02.09.2024.	 <i>Rysunek 24 Głony.</i> Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Ramienica, data dostępu: 02.09.2024.
Lasy wodorostów. Występują w zimnych, bogatych w składniki odżywcze wodach i charakteryzują się wysokimi glonami. Zapewniają schronienie dla szerokiej gamy stworzeń morskich.	Otwarty ocean (strefa pelagiczna). Obejmuje rozległe obszary głębokich wód poza szelfami kontynentalnymi. Jest domem dla ryb pelagicznych, rekinów, delfinów i innych gatunków morskich.	Głębiny morskie. To surowe środowisko z ekstremalnym ciśnieniem, niskimi temperaturami i wieczną ciemnością. Pomimo tych wyzwań, wspiera niesamowitą różnorodność form życia, w tym bioluminescencyjne stworzenia i gigantyczne robaki rurkowe.

 Rysunek 25 Wodorosty, Źródło: https://cordis.europa.eu/article/id/441973-where-and-how-big-are-the-nordic-kelp-forests/pl, data dostępu: 02.09.2024.	 Rysunek 26 Ocean, Źródło: https://turystyka.wp.pl/ocean-s-pokojny-tutaj-splywaja-wody-z-lodowcow-prawdziwy-przyrodnicy-fenomen-6150161928009345a, data dostępu: 02.09.2024.	 Rysunek 27 Głębiny oceanu, Źródło: https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/jak-gleboki-jest-ocean-glebiny-mierza-wiecej-niz-najwyzsze-szczyty-na-powierzchni/2fyvhre, data dostępu: 02.09.2024.
---	---	---

Źródło: opracowanie własne

Ekstremalne temperatury i stres cieplny, nawet bez powodowania śmierci koralowców, negatywnie wpływają na rafy. Od lat 90. tempo wapnienia koralu madreporowych spadło o 15-20%, co spowalnia rozwój raf. Wysokie temperatury również obniżają sukces reprodukcyjny koralowców i osiadanie ich larw.



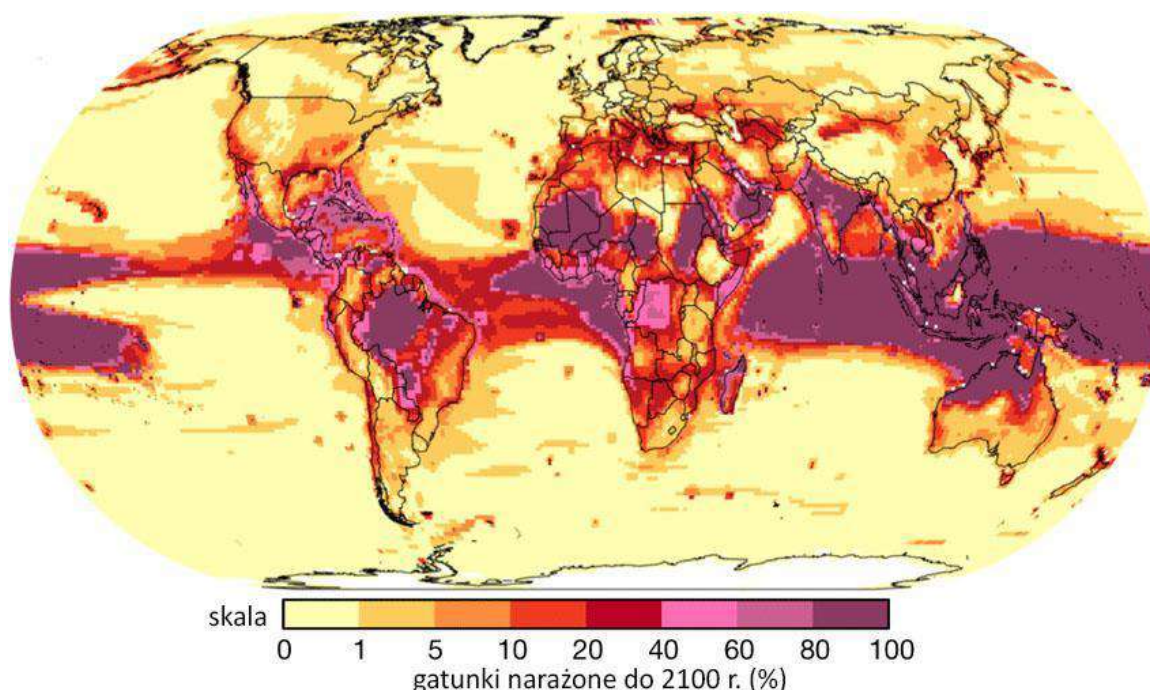
Rysunek 28 Cykl rozwojowy koralowców (rozmnażają się również bezpłciowo, przez pączkowanie), Źródło: <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/rafy-koralowe-czy-ktores-przetrwaja-globalne-ocieplenie>, data dostępu: 01.09.2024.

Jakie są cechy ekosystemu morskiego? Zrozumienie cech ekosystemów morskich jest niezbędne do zrozumienia ich złożoności i kruchości:

1. Zmieniające się zasolenie. Ekosystemy morskie wykazują szeroki zakres poziomów zasolenia, od hiperstonych lagun po słonawe ujścia rzek. Zasolenie ma kluczowe znaczenie dla określenia organizmów, które mogą rozwijać się w danym siedlisku.

Większa tolerancja na podwyższone stężenia składników odżywczych, ponieważ stężenia azotu są naturalnie podwyższone na południowym Atlantyku.

2. Gradienty temperatury. Temperatura różni się znacznie w ekosystemach morskich, przy czym wody powierzchniowe są cieplejsze niż wody głębinowe. Różnice te wpływają na rozmieszczenie gatunków i ekosystemów. Dowody na to, że rafy koralowe mogą przystosować się do szybkiego ocieplenia oceanów są minimalne. Twierdzenie, że tropikalne rafy koralowe będą migrować na wyższe szerokości geograficzne wraz ze wzrostem temperatury wody, jest również bezpodstawne. Prognozy oparte na obecnych wskaźnikach emisji gazów cieplarnianych pokazują, że ocieplenie o około 1,5°C zabiłoby 70-90 procent koralowców tworzących rafy tropikalne. Naukowcy z zespołu Christophera Trisosa ⁴²wskazują, że co najmniej 90 procent gatunków we wszystkich społecznościach Indo-Pacyfiku zostanie dotkniętych bezprecedensowymi temperaturami przed 2100 rokiem.



Rysunek 29 Mapa pokazująca, ile gatunków (głównie zwierząt, w tym koralowców, ale także na przykład traw morskich) byłoby narażonych na zmieniające się warunki w ramach RCP 8.5. Narażenie na nowe warunki przedstawiono jako odsetek gatunków w siatce 100 km zagrożonych bezprecedensowymi temperaturami (tj. wykraczającymi poza warunki obecnie istniejące w niszy zajmowanej przez gatunek) do 2100 r. Źródło:

<https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/rafy-koralowe-czy-ktores-przetrwaia-globalne-ocieplenie>, data dostępu: 01.09.2024.

Południowy Atlantyk jest mniej narażony na morskie fale upałów niż inne regiony oceanów na świecie. Największe rafy w tym regionie znajdują się wokół archipelagu Abrolhos, gdzie docierają chłodne wiry prądów oceanicznych, zmniejszając możliwy stres cieplny.

⁴² Christopher Trisos to naukowiec, którego badania koncentrują się na przecięciu zmian klimatu, różnorodności biologicznej i dobrostanu ludzi. Źródło: <https://acdi.uct.ac.za/contacts/christopher-trisos>, data dostępu: 01.09.2024.

Połączenie bardziej odpornych gatunków i mniejszej liczby fal upałów oznacza, że rafy południowego Atlantyku są postrzegane przez naukowców jako swego rodzaju schronienie.

3. Dostępność światła. Penetracja światła zmniejsza się wraz z głębokością, wpływając na fotosyntezę i rozmieszczenie organizmów fotosyntetyzujących. Ten gradient światła jest szczególnie ważny dla raf koralowych i innych ekosystemów płytkowodnych. Na większych głębokościach (40-150 m) w wielu regionach występują tak zwane rafy mezofotyczne (rafy o słabym oświetleniu). Rafy w cieniu gromadzą węglan wapnia w znacznie niższym tempie niż rafy tropikalne, ponieważ przy niskim poziomie światła rozkład i rozpuszczanie przewyższa jego produkcję. Występuje w głębokich wodach - średnia maksymalna głębokość występowania wynosi 70 metrów.
4. Poziom tlenu. Dostępność tlenu różni się w całym słupie wody i jest czynnikiem krytycznym dla życia morskiego. Bogate w tlen wody powierzchniowe wspierają większość życia morskiego, podczas gdy głębiny morskie zależą od alternatywnych źródeł energii. Nie tylko wysokie temperatury i zakwaszenie stanowią zagrożenie dla koralowców. Pod koniec września 2010 roku w Bocas del Toro na karaibskim wybrzeżu Panamy po raz pierwszy zaobserwowano, jak warunki beztlenowe wpływają na rafy. Wysoka temperatura wody, słabe wiatry oraz duża eutrofizacja i zanieczyszczenie organiczne w zatoce Almirante doprowadziły do lokalnego braku tlenu w wodzie. W efekcie niemal wszystkie kolonie koralu na głębokości 10-12 metrów zginęły w ciągu kilku dni. Rafa nie zregenerowała się, a jej skład gatunkowy uległ zmianie.⁴³

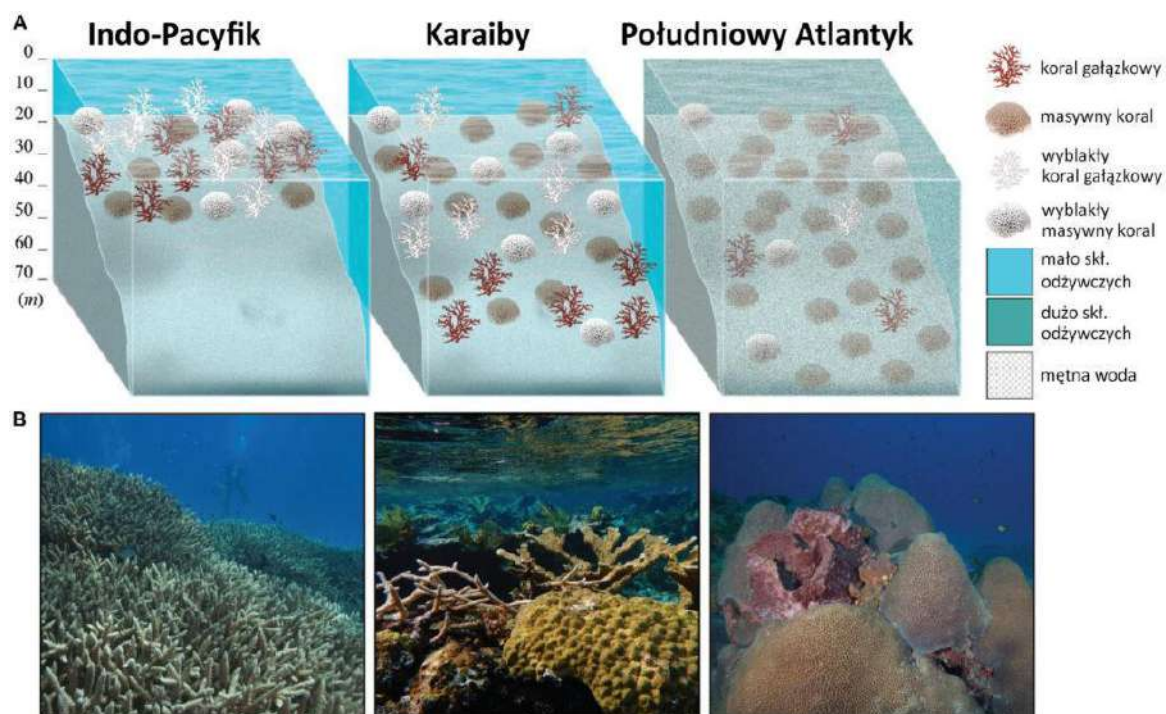
⁴³ <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/rafy-koralowe-czy-ktores-przetrwaja-globalne-ocieplenie>, data dostępu: 01.09.2024.



Rysunek 30 Próbką pobrana przez naukowców z koralu *Dendrogyra cylindrus* (okaz żeński), Źródło: <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/rafy-koralowe-czy-ktores-przetrwaja-globalne-ocieplenie>, data dostępu: 01.09.2024.

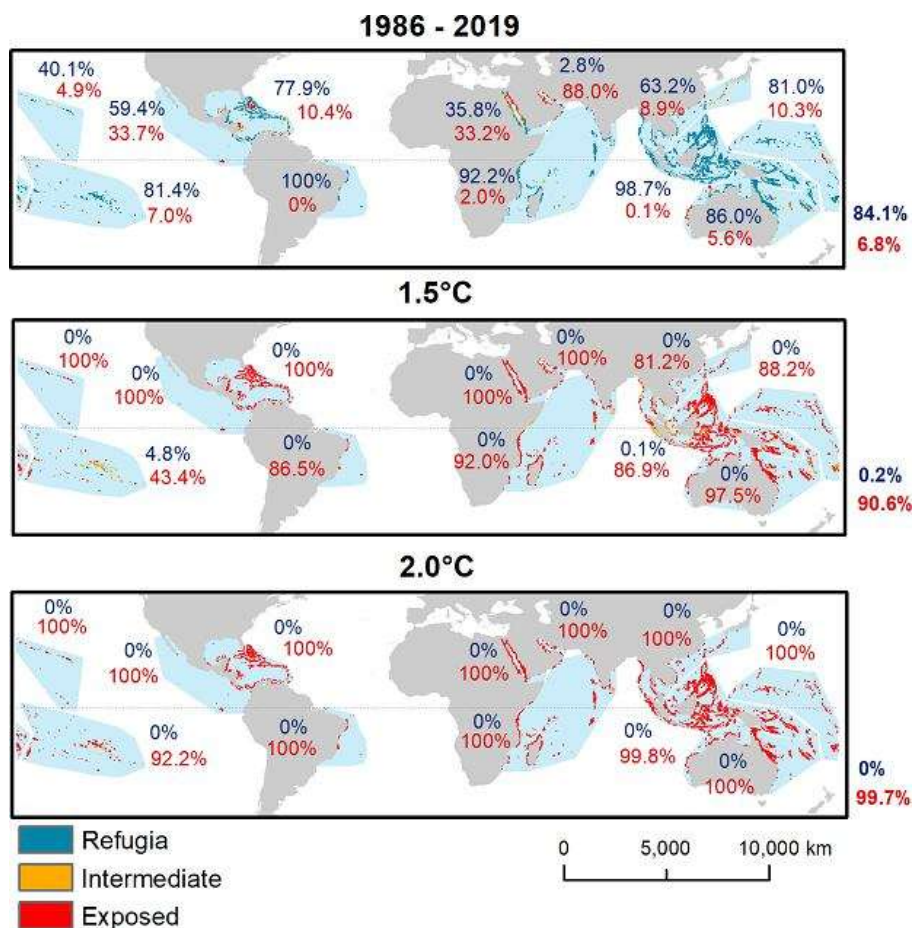
5. Ekstremalne ciśnienia. Głębiny morskie charakteryzują się ekstremalnie wysokimi ciśnieniami, które stanowią wyjątkowe wyzwanie dla organizmów żyjących na tych głębokościach. Niektóre gatunki wykształciły specjalne przystosowania, aby przetrwać w tych warunkach. Rify cieni gromadzą węglan wapnia w znacznie niższym tempie niż rify tropikalne (jeśli w ogóle), ponieważ rozkład i rozpuszczanie wapnia przewyższa produkcję wapnia przy niskim poziomie oświetlenia. Występują w głębokich wodach - średnia maksymalna głębokość występowania wynosi 70 metrów.
6. Obieg substancji odżywczych. Ekosystemy morskie wykazują złożone cykle składników odżywczych napędzane ruchem wody, aktywnością organizmów i procesami geologicznymi. Cykle te utrzymują produktywność życia morskiego.⁴⁴ W regionach, w których pojawiają się te ekosystemy, powstaną nowe prowincje biogeochemiczne, w których panujące warunki będą sprzyjać raczej niewielkiej grupie organizmów. Będzie to miało ogromny wpływ na różnorodność biologiczną i usługi ekosystemowe zarówno na lądzie, jak i w morzach. Chociaż nie wiadomo dokładnie, jakie są „bezpieczne” granice utraty gatunków dla utrzymania usług ekosystemowych, metaanalizy sugerują, że jednym z możliwych progów może być 20-procentowe zmniejszenie różnorodności gatunkowej.

⁴⁴ <https://sigmaearth.com/ru/marine-ecosystem-types-and-characteristics/>, data dostępu: 01.09.2024.



Rysunek 31 Porównanie raf w basenie Indo-Pacyficznym, Karaibskim i na południu Atlantyku. a) cechy raf południowego Atlantyku, które czynią je bardziej stabilnymi, b) typowa budowa rafy: Indo-Pacyfik (formy rozgałęzione, Rafa Milln, Wielka Rafa Koralowa), Karaiby (formy rozgałęzione i masywne, wyspa Andros), Bahamy) i Południowy Atlantyk (masywne formacje wokół archipelagu Fernando de Noronha, Brazylia).

Źródło: <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/rafy-koralowe-czy-ktores-przetrwaja-globalne-ocieplenie>, data dostępu: 01.09.2024.



Rysunek 32 Wnioski dotyczące stanu raf koralowych w różnych scenariuszach wzrostu temperatury, Źródło: <https://wyborcza.pl/7,75400,28066383,jeszcze-w-tym-wieku-tropikalne-rafy-koralowe-prawdopodobnie.html>

Period 1986-2019 (okres historyczny): Niebieskie strefy („Refugia”) to rafy, które są względnie chronione przed skutkami rosnących temperatur. Strefy te zajmują 84,1% raf; Pomarańczowe strefy („Pośrednie”) reprezentują rafy, które są w stanie pośrednim, 9,4%; Strefy czerwone („Exposed”) to rafy, które są poważnie dotknięte zmianami klimatu - 6,8%.

Ocieplenie o 1,5°C: W tym scenariuszu globalnego ocieplenia ponad 90% raf byłoby poważnie zagrożonych (100% w niektórych obszarach, takich jak Morze Karaibskie i Ocean Indyjski); Tylko 0,2% raf pozostałoby w „refugiach”, a obszary o średnim stanie zostałyby znacznie zredukowane.

Ocieplenie o 2,0°C: Ten scenariusz jest najbardziej alarmujący: prawie wszystkie rafy na świecie zostaną dotknięte (99,7% w strefie „Exposed”; Strefy „Refugia” zniknęłyby całkowicie, wskazując, że wszystkie rafy koralowe byłyby poważnie zagrożone wyginieciem przy tym poziomie ocieplenia.

Powyższe dane wyraźnie pokazują, że globalne ocieplenie o ponad 1,5°C sprawi, że rafy koralowe będą niemal wszędzie zagrożone zniszczeniem, co może mieć katastrofalne skutki dla ekosystemów morskich.⁴⁵

⁴⁵

<https://wyborcza.pl/7,75400,28066383,jeszcze-w-tym-wieku-tropikalne-rafy-koralowe-prawdopodobnie.html>, data dostępu: 29.04.2025r.

3. "ALIANS"

3.1. Wstęp

Projekt „Alians” mający na celu stworzenie nowoczesnego kompleksu modułowego, który połączy funkcje naukowe, edukacyjne oraz sportowe, tworząc unikalne centrum dla badań, ochrony i promocji biotopów morskich. Koncepcja projektu zakłada utworzenie trzech kluczowych lokalizacji, które będą stanowić rdzeń tego międzynarodowego aliansu: nadbrzeża Szwecji, Zatokę Gdańską oraz Morze Śródziemne. Każda z tych lokalizacji posiada swoje unikalne cechy i wyzwania, które będą szczegółowo analizowane w dalszej części pracy. Projekt będzie łączyć różnorodne funkcje: od zaawansowanych laboratoriów badawczych i przestrzeni edukacyjnych po centra sportów wodnych, takich jak nurkowanie i freediving. Te sporty będą kluczowe w monitorowaniu i badaniu ekosystemów morskich, umożliwiając zbieranie danych i próbek w sposób, który angażuje społeczność i wspiera ochronę środowiska. Dzięki integracji projekt ma na celu nie tylko promowanie zrównoważonego rozwoju, ale także budowanie silnych więzi międzynarodowych oraz więzi między ludźmi a naturą.

W dalszej części pracy szczegółowo będą przedstawione każda z trzech lokalizacji, analizując ich specyfikę, wyzwania oraz potencjał. Zrozumienie lokalnych warunków pozwoli na dostosowanie projektu do unikalnych potrzeb każdej z lokalizacji i optymalne wykorzystanie ich zasobów. „Alians” ma na celu nie tylko stworzenie nowoczesnego i funkcjonalnego obiektu, ale także budowanie mostów współpracy międzynarodowej i promowanie globalnych inicjatyw na rzecz ochrony środowiska morskiego.

3.2. Zatoka Gdańska:

Położona w sercu Trójmiasta, jest ważnym punktem zarówno dla badań morskich, jak i dla lokalnych działań ochrony środowiska. Jej strategiczne położenie na przecięciu szlaków komunikacyjnych oraz obecność największego portu morskiego w Polsce czynią ją idealnym miejscem do prowadzenia działań mających na celu ochronę ekosystemów przybrzeżnych oraz edukację społeczeństwa na temat zrównoważonego rozwoju.

3.2.1. Uwarunkowania klimatyczne, właściwości fizyczne

Gdańsk jest ważnym ośrodkiem kulturalnym, naukowym i gospodarczym oraz kluczowym punktem komunikacyjnym w północnej Polsce. To największe miasto na prawach powiatu i stolica województwa pomorskiego, leżące nad Zatoką Gdańską, z którą graniczy od wschodu. Razem z Gdynią i Sopotem tworzy Trójmiasto. W Gdańsku znajduje się największy port morski w Polsce

(status na 2023r.)⁴⁶ oraz trzecie co do wielkości lotnisko pod względem ruchu pasażerskiego.⁴⁷ Miasto leży na przecięciu ważnych szlaków transportowych o znaczeniu krajowym i europejskim.

Gdańsk jest jednym z 44 największych miast w Polsce, szczególnie podatnych na skutki zmian klimatycznych. Charakterystyka miasta, jego historyczne procesy i dynamiczny rozwój mogą dodatkowo zwiększać te zagrożenia.⁴⁸

Gdańsk jest miastem, na które wpływają oceaniczne masy powietrza z zachodu oraz w mniejszym stopniu z wschodu. Trzy główne typy mas powietrza docierające do Gdańska to polarne morskie i kontynentalne, zwrotnikowe oraz arktyczne, co prowadzi do dużej zmienności pogody.⁴⁹ Centrum miasta znajduje się na płaskiej nadmorskiej platformie abrazyjno-akumulacyjnej, podczas gdy zachodnie dzielnice leżą na Wysoczyźnie Gdańskiej, która przekracza 100 metrów n.p.m., a wschodnia część zajmuje nisko położoną równinę delty Wisły. Charakterystycznym elementem klimatu Gdańska jest niska częstotliwość bezwietrznych dni, z wieloma dniami z silnym i bardzo silnym wiatrem (o prędkościach odpowiednio ≥ 10 m/s i ≥ 15 m/s). Bezwietrzne dni występują z częstotliwością od około 2% w Świbnie do około 4% w Rębiechowie. Silne wiatry są rejestrowane przez 60 dni w roku, a bardzo silne, sztormowe wiatry średnio przez sześć dni w roku, głównie od sierpnia do kwietnia. W strefie przybrzeżnej występuje bryza morska, która powstaje z powodu różnic w nagrzewaniu się lądu i morza, prowadząc do różnic ciśnienia. Bryza morska wieje od morza w kierunku lądu, przynosząc orzeźwienie w upalne dni, choć jej wpływ jest ograniczony przez wielokondygnacyjną zabudowę, co utrudnia wentylację niżej położonych dzielnic. Średnioroczne temperatury powietrza są zróżnicowane ze względu na nadmorskie położenie i zróżnicowaną orografię terenu. Najwyższe średnie temperatury notowane są w Porcie Północnym (9,0°C), w Świbnie (7,9°C) i w najwyżej położonym Rębiechowie (7,2°C). Dzielnice na Wysoczyźnie Gdańskiej są chłodniejsze niż te starsze, znajdujące się bezpośrednio przy Zatoce Gdańskiej. Najchłodniejszym miesiącem jest styczeń, ze średnią temperaturą od -1,5°C w Rębiechowie do 0,5°C w Porcie Północnym. Najcieplejszym miesiącem jest lipiec, gdzie średnia temperatura wynosi 17,0°C w Rębiechowie i 18,6°C w Porcie Północnym, ta sama temperatura utrzymuje się również w sierpniu. Jesień jest cieplejsza od wiosny o około 1-2°C, co jest typowe dla obszarów nadmorskich. Zimy są łagodne, a lato, w porównaniu do reszty kraju, chłodniejsze.⁵⁰

Z analiz i zarejestrowanych skutków zagrożeń naturalnych wynika, że największym zagrożeniem dla Gdańska, ze względu na położenie i ukształtowanie terenu, są przede

⁴⁶

<https://www.shiphub.pl/najwieksze-porty-w-polsce/#:~:text=W%20roku%202023%20r.,Ma%20on%20ponad%2020%20nabrze%C5%BCy..>, data dostępu: 29.04.2025r.

⁴⁷

<https://www.pasazer.com/news/466898/gdansk.6.7.mln.pasazerow.w.najlepszym.w.historii.2024.roku.html#:~:text=Liczba%206%2C7%20mln%20pasa%C5%BCer%C3%B3w.miesi%C4%85cach%20ostatniego%20kwarta%C5%82u%20minionego%20roku..>, data dostępu: 29.04.2025r.

⁴⁸ https://download.cloudgdansk.pl/gdansk-pl/d/20181117491/mpa_projekt_gdansk.pdf

⁴⁹ https://gdansk.gedanopedia.pl/gdansk/?title=KLIMAT_I_BIOKLIMAT, data dostępu: 29.04.2025r.

⁵⁰ https://gdansk.gedanopedia.pl/gdansk/?title=KLIMAT_I_BIOKLIMAT.

wszystkim nagle powodzie miejskie (tzw. flash flood), powodzie rzeczne oraz powodzie sztormowe, których główną przyczyną są silne wiatry i obserwowany wzrost poziomu morza.

Prognozy klimatyczne dla Gdańska, opracowane na podstawie danych meteorologicznych z lat 1981-2015, sugerują, że do 2050 roku można spodziewać się nasilenia dotychczasowych trendów klimatycznych.⁵¹ Modele przewidują:

1. Znaczący wzrost liczby dni gorących (z temperaturą powyżej 25°C). Wzrośnie zarówno liczba, jak i długość okresów z maksymalną temperaturą powyżej 25°C, a także wzrośnie liczba nocy tropikalnych (z temperaturą minimalną powyżej 20°C).
2. Wzrost liczby dni upalnych (z temperaturą powyżej 30°C) oraz fal upałów (okresów trwających co najmniej 3 dni z temperaturą powyżej 30°C), które będą trwać średnio 4 dni.
3. Spadek liczby dni mroźnych (z maksymalną temperaturą poniżej 0°C) oraz przymrozków. Okresy z minimalną temperaturą poniżej 0°C i -10°C będą rzadsze, co wpłynie na zmniejszenie liczby dni z przejściem temperatury przez 0°C.
4. Wzrost liczby dni z intensywnymi opadami, szczególnie z opadami przekraczającymi 10 mm i 20 mm na dobę.

Zmiany klimatyczne wpłyną również na różnorodność biologiczną. Ocieplenie klimatu zmieni zasięg występowania gatunków, ich cykle rozrodcze i okresy wegetacyjne, a także interakcje z otoczeniem. Różne gatunki i siedliska będą różnie reagować na te zmiany – dla jednych będą one korzystne, dla innych nie. Ocieplenie klimatu może także sprzyjać migracji gatunków, w tym obcych inwazyjnych. Wzrost poziomu morza przewiduje się jako kolejną poważną konsekwencję ocieplenia, co wpłynie na ekosystemy nadmorskie, powodując intensyfikację erozji i zwiększenie zasolenia stref przybrzeżnych. Zmiany te mogą również wpłynąć na siedliska na wydmach nadmorskich i śródlądowych, gdzie mogą nastąpić zmiany pośrednie, takie jak wzrost prędkości wiatru czy zasolenie gleby. W Gdańsku bardzo wysokie ryzyko deszcze nawalne oraz nagłe powodzie miejskie.⁵²

3.2.2. Flora i fauna

W obszarze planu GDA⁵³ nie występuje roślinność lądowa. Szata roślinna w otoczeniu akwenu została ukształtowana pod wpływem działalności człowieka. W rejonie objętym oddziaływaniem planu GDA zidentyfikowano różnorodne zbiorowiska ruderalne, łąkowo-zioloroślowe. Pokrywą roślinną tworzą głównie zdegradowane zbiorowiska szuwarowe oraz murawy napiaskowe, które zostały zniszczone wskutek działań inwestycyjnych. W tym obszarze dominują zbiorowiska ruderalne, charakteryzujące się roślinami typowymi dla terenów zurbanizowanych. Na zapleczu istniejącej zabudowy portowej zauważyć można zdegradowane

⁵¹ Tamże.

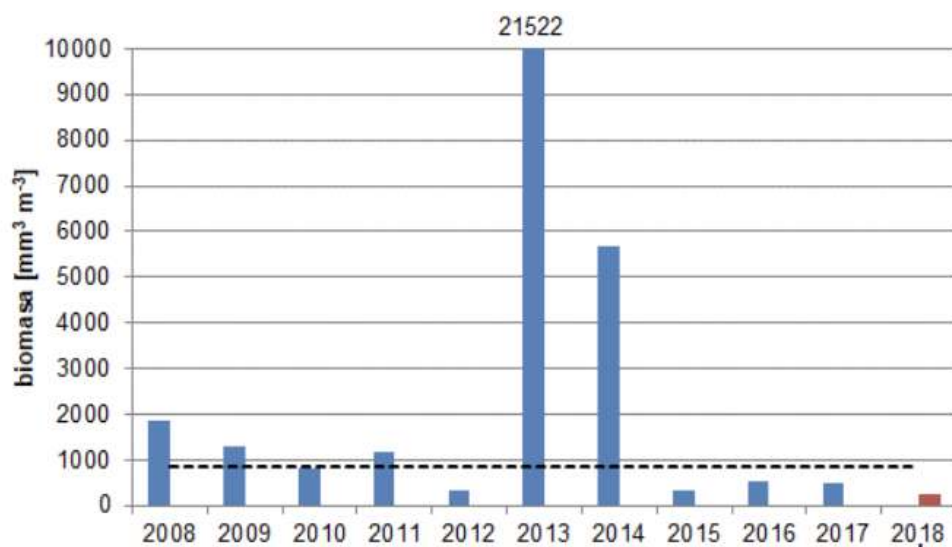
⁵² Tamże.

⁵³ GDA – skrót od nazwy miasta Gdańsk.

pozostałości zbiorowisk wydmych, które obecnie są jedynie nielicznymi skupiskami zadrzewień, będącymi pozostałością dawnych borów nadmorskich. W szacie roślinnej widoczne są także ślady negatywnego oddziaływania źródeł przemysłowych oraz emisji zanieczyszczeń.

Awifauna⁵⁴. W Zatokę Gdańską żyje 44 gatunki ptaków lęgowych, z których 27% charakteryzuje się stabilną liczebnością. W przypadku 19 gatunków liczebność pozostaje nieokreślona. Najszybciej rosnącą liczebność w regionie odnotowują: łabędź krzykliwy (*Cygnus cygnus*), pleszka (*Phoenicurus phoenicurus*), dzięcioł zielony (*Picus viridis*), siniak (*Columba oenas*) oraz bażant (*Phasianus colchicus*). Natomiast liczebność kraski (*Coracias garrulus*), mewy siwej (*Larus canus*), przepiórki (*Coturnix coturnix*), czajki (*Vanellus vanellus*), świergotka polnego, dubelta i świergotka łąkowego spada gwałtownie.⁵⁵ W latach 2007–2016 nie odnotowano obecności biegusa zmiennego (*Calidris alpina schinzii*) w Polsce, choć obserwowano tokowanie par i pojedyncze osobniki w delcie Świny oraz w rezerwacie Beka nad Zatoką Pucką.⁵⁶

Roślinność wodna. Fitoplankton w Zatokę Gdańską składa się z mikroskopijnych organizmów roślinnych, takich jak glony i sinice, unoszących się w prześwietlonej warstwie wody. Dane z monitoringu ze stacji P110 wskazują, że skład gatunkowy fitoplanktonu w obszarze planu GDA jest podobny do sąsiednich obszarów, jednak wpływ ujścia Wisły, które wprowadza znaczne ilości substancji biogennej i zawiesin, nadaje mu specyficzny charakter.⁵⁷



Rysunek 33 Zmiany średniej całkowitej biomasy fitoplanktonu w miesiącach letnich (czerwiec-wrzesień) w wodach środkowej Zatoki Gdańskiej. Źródło: https://rdsm.gios.gov.pl/images/Pliki/Oceny%20roczne/5_OCENA_STANU_2018_NA_TLE_2008-2017.pdf, data dostępu: 01.09.2024.

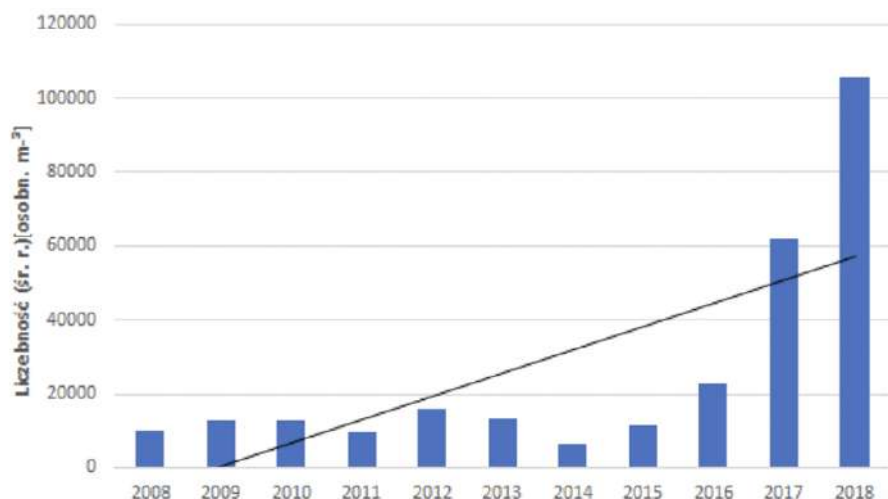
⁵⁴ Awifauna - zbiór gatunków ptaków zamieszkujących określony obszar geograficzny.

⁵⁵ https://otop.org.pl/wp-content/uploads/2019/05/Trendy_liczebnosci_ptakow_w_Polsce_2018.pdf, data dostępu: 29.04.2025r.

⁵⁶ Tamże.

⁵⁷

https://rdsm.gios.gov.pl/images/Pliki/Oceny%20roczne/5_OCENA_STANU_2018_NA_TLE_2008-2017.pdf, data dostępu: 29.04.2025r.



Rysunek 34 Zmiany średniej liczebności i biomasy mezozooplanktonu w wodach środkowej Zatoki Gdańskiej (stopień P110) w latach 2008-2017. Źródło: https://rds.m.gios.gov.pl/images/Pliki/Oceny%20roczne/5_OCENA_STANU_2018_NA_TLE_2008-2017.pdf, data dostępu: 01.09.2024.

Fitoplankton w tym regionie wykazuje wyraźną zmienność sezonową. Wiosną, gdy nasłonecznienie i temperatura wody wzrastają, a stężenie substancji biogennych jest wysokie, rozpoczynają się zakwity okrzemek, a następnie bruzdnic. Zakwity wiosenne mogą być bardzo intensywne, osiągając liczebność kilkuset milionów osobników na m³ wody. Latem biomasa fitoplanktonu maleje, a w sierpniu dominują wiciowce (Flagellates) oraz sinice (Cyanophyceae). We wrześniu dominują sinice, podczas gdy wiciowce są najliczniejsze.



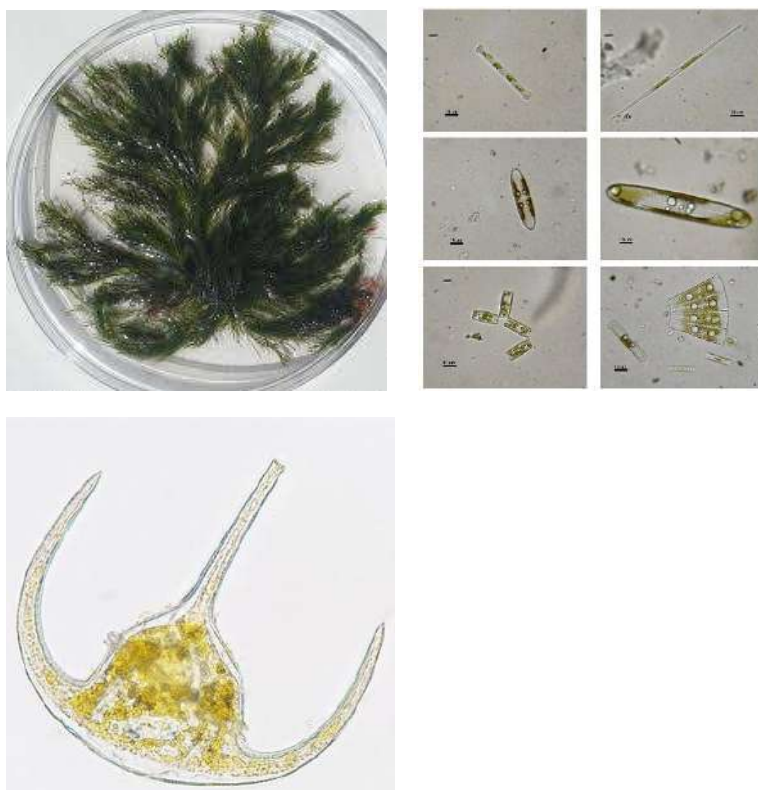
Rysunek 35 Flagellates. Źródło: <https://teamaquafix.com/flagellates/>, data dostępu: 01.09.2024.
Rysunek 36 Cyanophyceae, Źródło: <https://www.inaturalist.org/taxa/196963-Cyanophyceae>, data dostępu: 01.09.2024.

W listopadzie biomasa fitoplanktonu spada poniżej 900 mg/m³, a dominują wyłącznie wiciowce. Wysokie stężenie chlorofilu a, wskazujące na dużą biomasę fitoplanktonu, jest charakterystyczne dla okresów eutrofizacji w strefie przybrzeżnej Zatoki Gdańskiej, zwłaszcza w rejonie ujścia Wisły.⁵⁸ Fitoplankton pełni kluczową rolę jako główny producent i baza pokarmowa dla innych organizmów morskich, takich jak zooplankton, ryby i zoobentos. Jest pierwszym

⁵⁸ https://www.umgdy.gov.pl/wp-content/uploads/2023/04/GDA_Proгноza.pdf, data dostępu: 29.04.2025r.

ogniwem łańcucha troficznego, ściśle powiązanych z parametrami środowiskowymi, takimi jak stężenie soli biogennych, temperatura i zasolenie wody. Reaguje na zmiany środowiskowe wywołane czynnikami fizykochemicznymi i może być traktowany jako wskaźnik stanu ekologicznego akwenu.⁵⁹

Fitobentos, czyli roślinność wodna rosnąca na dnie, odgrywa kluczową rolę w ekosystemie Zatoki Gdańskiej. W tej zatokowej wodzie spotykamy zarówno makrofitów, jak zielenice (*Cladophora* spp.), które tworzą zwarte maty na dnie, jak i mikrofitów, takich jak okrzemki (*Bacillariophyceae*) i bruzdnice (*Dinoflagellata*)⁶⁰. Fitobentos pełni kilka istotnych funkcji ekologicznych. Jest podstawowym producentem biomasy, stanowiąc bazę pokarmową dla wielu organizmów wodnych, w tym zooplanktonu i bentosu⁶¹. Ponadto, rośliny bentosowe filtrują wodę, usuwając nadmiar substancji biogennych i zanieczyszczeń, a ich korzenie stabilizują dno, zapobiegając erozji.



Rysunek 37 *Cladophora* sp., Źródło: <https://turismo.santander.es/inventario-litoral/Cladophora-sp.>, data dostępu: 01.09.2024.

Rysunek 38 *Bacillariophyceae*., Źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/Taxonomy_of_diatoms., data dostępu: 01.09.2024.

⁵⁹

<https://reefpedia.org/pl/zooplankton-vs-fitoplankton/#:~:text=Fitoplankton%20dostarcza%20tlen%20i%20stanowi,zdrowego%20i%20stabilnego%20akwarium%20morskiego.>, data dostępu: 29.04.2025r.

⁶⁰

https://www.umgdy.gov.pl/wp-content/uploads/2022/07/IOW_04_POIS_Sprawozdanie_zbiorcze_ZPIPH.pdf, data dostępu: 29.04.2025r.

⁶¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Fitobentos>, data dostępu: 29.04.2025r.

Zmiany w składzie fitobentosu są zauważalne w związku z eutrofizacją, czyli nadmiarem substancji biogennych, które prowadzą do intensywnych zakwitów. Eutrofizacja może pogarszać jakość wody i zmniejszać bioróżnorodność. Zanieczyszczenia przemysłowe i urbanizacyjne również wpływają na skład fitobentosu, co może prowadzić do dominacji niektórych gatunków kosztem innych. Ponadto, skład fitobentosu zmienia się sezonowo – wiosną, przy wzroście temperatury i nasłonecznienia, intensywnie rozwijają się okrzemki, natomiast latem i jesienią skład gatunkowy ulega zmianie.

Zoobentos, czyli organizmy zwierzęce zamieszkujące dno wodne, stanowi ważny komponent ekosystemu Zatoki Gdańskiej. W tym obszarze występuje bogata i zróżnicowana fauna bentosowa, obejmująca zarówno małe bezkręgowce, jak i większe organizmy. Wśród typowych przedstawicieli zoobentosu znajdują się mięczaki, skorupiaki, wrotki, oraz różne gatunki robaków, takie jak pierścienice (np. dżdżownice wodne) i polichety. Fauna bentosowa w Zatoce Gdańskiej odgrywa kluczową rolę w funkcjonowaniu ekosystemu. Organizmy te pełnią funkcje filtratorów, dekompozytorów i konsumentów. Wpływają na obieg materii organicznej i mineralnej oraz na cykle biogeochemiczne. Zoobentos jest również ważnym ogniwem łańcucha pokarmowego, stanowiąc pokarm dla ryb i innych wyższych drapieżników wodnych.

Skład zoobentosu w Zatoce Gdańskiej wykazuje zmienność sezonową i przestrzenną, której przyczyną są różne warunki środowiskowe, takie jak temperatura wody, zasolenie oraz obecność substancji biogennych. W sezonie letnim i wiosennym, kiedy warunki są bardziej sprzyjające, obserwuje się wzrost liczebności organizmów bentosowych. Z kolei w okresach intensywnej eutrofizacji, zmiany w składzie i obfitości zoobentosu mogą być wyraźne, co może wskazywać na zmiany w stanie ekologicznym wód.

Fauna morskich ssaków

W Zatokę Gdańską występują dwie populacje morświna: wschodnia i południowo-zachodnia. Morświny, małe walenie zamieszkujące wody przybrzeżne północno-wschodniego wybrzeża Europy, są monitorowane pod kątem stanu ich zdrowia i liczebności. Te ssaki morskie są szczególnie wrażliwe na zmiany środowiskowe, w tym zanieczyszczenia wody, odpady plastikowe oraz zmiany klimatyczne. Obecność morświnów w Zatokę Gdańską jest ściśle monitorowana, aby ocenić wpływ zanieczyszczeń i działalności przemysłowej, jak żegluga i rybołówstwo, na ich populację. Programy ochrony oraz lokalne inicjatywy odgrywają kluczową rolę w ochronie tych ssaków, pomagając w zachowaniu ich naturalnego środowiska i zdrowia.

3.2.3. Problematyka lokalizacji

Zatoka Gdańska boryka się z istotnymi problemami środowiskowymi, które mają poważny wpływ na jakość jej wód oraz ogólny stan ekosystemu. Zanieczyszczenia pochodzące z różnych źródeł, w tym z działalności przemysłowej, rolniczej oraz z niekontrolowanego odprowadzania ścieków, prowadzą do pogorszenia jakości wód. Wzrost stężenia substancji biogennych, takich

jak azot i fosfor, przyczynia się do eutrofizacji, która z kolei prowadzi do masowych zakwitów fitoplanktonu i obniżenia przezroczystości wody.

Wysokie stężenia zanieczyszczeń chemicznych, takich jak metale ciężkie i toksyczne substancje organiczne, pogarszają stan chemiczny wód, co ma bezpośredni wpływ na zdrowie organizmów wodnych i jakość siedlisk. Problemem są także odpady z tworzyw sztucznych, które akumulują się w środowisku morskim i degradują się bardzo powoli, stanowiąc zagrożenie dla życia morskiego. Dodatkowo, zmiany hydromorfologiczne w obrębie Zatoki, takie jak erozja brzegów i zmiany w przepływie wód, wpływają na dynamikę transportu osadów i przyczyniają się do dalszego pogarszania warunków ekologicznych.

Jednym z głównych problemów jest zanieczyszczenie odpadami, które trafiają do Morza Bałtyckiego, głównie z lądowych źródeł. Odpady te, w dużej mierze związane z nowoczesnym stylem życia (np. opakowania z tworzyw sztucznych, przykrywkę do kubków, słomki), mają negatywny wpływ na środowisko morskie. Tworzywa sztuczne, które stanowią około 70% odpadów morskich na Bałtyku, rozkładają się bardzo powoli i stopniowo rozdrabniają na coraz mniejsze cząstki, co utrudnia ich usunięcie i prowadzi do ich akumulacji w ekosystemie.

Transport osadów morskich zachodzi na wielkich odcinkach brzegowych. W rejonie planu GDA dominują procesy erozyjne, zwłaszcza na wschodnich odcinkach wyspy Stogi. Aktywna strefa transportu rumowiska znajduje się na głębokości do 4 m, podczas gdy powyżej tej głębokości transport rumowiska jest minimalny, a jego przemieszczanie się w kierunkach wschodnim i zachodnim jest znikome.

Stan jakości wód Zatoki Gdańskiej Wewnętrznej, której kod to PLTWIVW84, odzwierciedla poważne problemy ekologiczne. Zgodnie z danymi z monitoringu przeprowadzonego w 2017 roku, ta część wód przejściowych została oceniona jako mająca zły stan ogólny.

Analiza stanu ekologicznego wód wykazuje, że jest on jedynie umiarkowany. Oznacza to, że chociaż ekosystem wciąż funkcjonuje, nie osiąga on optymalnych warunków, które są potrzebne do utrzymania zdrowych i zrównoważonych siedlisk wodnych. Umiarkowany stan ekologiczny może wskazywać na obecność pewnych nieprawidłowości i problemów, takich jak nadmierne wzrosty fitoplanktonu lub zmniejszona bioróżnorodność, które są wynikiem zanieczyszczeń lub zmian w środowisku.

Stan chemiczny wód został oceniony jako poniżej dobrego, co oznacza, że poziom zanieczyszczeń przekracza dopuszczalne normy, wpływając negatywnie na jakość wód i zdrowie ekosystemu. Wzrost stężenia szkodliwych substancji chemicznych, takich jak metale ciężkie, substancje biogenne (azot, fosfor), oraz inne zanieczyszczenia, może powodować pogorszenie warunków życia organizmów wodnych i zakłócać naturalne procesy ekologiczne.

W szczególności, sytuacja w ujściu Wisły Przekop, które jest w sąsiedztwie akwenu wód otwartych Zatoki Gdańskiej, również jest niepokojąca. W tym rejonie oba kluczowe wskaźniki, zarówno ekologiczny, jak i chemiczny, są oceniane jako złe. To wskazuje na poważne problemy z jakością wód, które mogą wynikać z intensywnego zanieczyszczenia z rzeki Wisły, w tym ze ścieków przemysłowych i rolniczych. Ujście Wisły Przekop, będące ważnym punktem wpływu wód z Wisły do Zatoki, ma znaczący wpływ na ogólny stan wód Zatoki Gdańskiej, pogarszając warunki w tej części akwenu.

Tabela 3. Ocena stanu jednolitych części wód przejściowych i przybrzeżnych badanych w 2016r.

Nazwa JCWP	Elementy biologiczne		Elementy hydromorfologiczne	Elementy fizykochemiczne	Specyficzne	Stan/ potencjał ekologiczny	Stan chemiczny	Obszary chronione	Stan JCWP	
Zatoka Gdańska Wewnętrzna	Fitoplankton	V KLASA	I KLASA	PSD	II KLASA	ZŁY	PSD	N	ZŁY	
	Chlorofil-a									V kl. – stan zły
	Makrobezkręgowce bentosowe									
	Wskaźnik B									IV kl. – stan słaby
	Ichtiofauna									
	Wskaźnik SI									IV kl. – stan słaby (2015 r.*)

Źródło: Projekt planu zagospodarowania przestrzennego akwentów portu morskiego w Gdańsku.

Eutrofizacja⁶². Jakość wód w Zatokach Gdańskiej jest także uzależniona od stężeń biogenów, takich jak azot i fosfor, które sprzyjają eutrofizacji. Fosfor jest głównym czynnikiem ograniczającym. Wysokie stężenia azotanów i fosforanów, związane z wlewaniem wód słonych z Morza Północnego i odpływem fal powodziowych z Wisły, prowadzą do zakwitów fitoplanktonu. Zjawisko to obniża przezroczystość wody i zmniejsza miąższość strefy eufotycznej, w której odbywa się produkcja pierwotna fitoplanktonu i fitobentosu.

Zatoka Gdańska otrzymuje liczne zanieczyszczenia z terenu Gdańska oraz z Wisły, takie jak metale ciężkie, PCB, WWA, i biogeny pochodzenia rolniczego. Te zanieczyszczenia mają

⁶² Eutrofizacja oznacza nadmierne nawożenie środowiska morskiego.

negatywny wpływ na środowisko, ograniczając zdolność ekosystemu do samooczyszczania się i zaburzając jego stabilność.

Innym poważnym problemem są farmaceutyki obecne w oczyszczonych ściekach, zwłaszcza niesteroidowe leki przeciwzapalne i hormony. W wodach Zatoki Gdańskiej stwierdzono obecność ibuprofenu, paracetamolu oraz hormonu 17 alfa-etynylo estradiolu, co może prowadzić do zaburzeń endokrynologicznych u organizmów morskich, takich jak zmiany w proporcjach płciowych i trudności w reprodukcji.

3.2.3. Wnioski

Zatoka Gdańska, będąca integralną częścią ekosystemu wodnego, zmagą się z licznymi problemami środowiskowymi, które znacząco wpływają na jej zdrowie ekologiczne i funkcjonowanie. Kluczowym zagadnieniem jest zanieczyszczenie odpadami, szczególnie tworzywami sztucznymi, które dominują wśród odpadów morskich na Morzu Bałtyckim. Odpady te, głównie pochodzące z lądowych źródeł, gromadzą się w ekosystemie morskim z powodu ich powolnej degradacji. Tworzywa sztuczne, szeroko stosowane w codziennym życiu, mają długotrwały wpływ na środowisko, gdyż nie ulegają one łatwo rozkładowi, lecz stopniowo rozdrabniają się na coraz mniejsze cząstki, co może prowadzić do poważnych problemów zdrowotnych u organizmów morskich.

Transport osadów morskich w rejonie Zatoki Gdańskiej jest ograniczony w głębszych wodach, co wskazuje na dominację procesów erozyjnych w płytszych strefach. Zmiany w dynamice erozji i akumulacji osadów wpływają na struktury brzegowe i ekosystemy morskie, co może prowadzić do zmniejszenia bioróżnorodności i zmian w siedliskach wielu gatunków. Eutrofizacja, spowodowana wysokimi stężeniami biogenów, takich jak azot i fosfor, jest poważnym problemem w Zatoce Gdańskiej. Te substancje, pochodzące głównie z rolnictwa i przemysłu, sprzyjają rozwojowi fitoplanktonu, co prowadzi do zakwitów i obniżenia przejrzystości wody. Skutkuje to zmniejszeniem grubości strefy eufotycznej, w której zachodzi produkcja pierwotna, wpływając negatywnie na fitobentos i cały ekosystem. Jakość wód Zatoki Gdańskiej jest niepokojąca. Wyniki monitoringu wskazują, że stan wód jest oceniany jako zły, a stan chemiczny jest poniżej dobrego. Ujście Wisły Przekop oraz wody Martwej Wisły i Wisły Śmiałej również mają zły stan ekologiczny i chemiczny. Zanieczyszczenia z tych obszarów, w tym metale ciężkie, PCB i inne toksyczne substancje, mają długotrwały i szkodliwy wpływ na zdrowie ekosystemu i organizmy żywe. Dodatkowym zagrożeniem są farmaceutyki obecne w wodach Zatoki Gdańskiej, takie jak niesteroidowe leki przeciwzapalne i hormony. Nawet w niewielkich stężeniach mogą prowadzić do zaburzeń endokrynologicznych w organizmach morskich, takich jak zmiany płciowe i trudności w rozmnażaniu. Monitorowanie obecności tych substancji w wodzie i organizmach żywych jest kluczowe dla oceny i zarządzania tym problemem.

Zatoka Gdańska znajduje się na granicy katastrofy ekologicznej. Kontynuacja obecnych trendów w zanieczyszczeniach i degradacji środowiska może prowadzić do nieodwracalnych

zmian w ekosystemie. Konieczne jest podjęcie skutecznych działań ochronnych, takich jak ograniczenie emisji zanieczyszczeń, poprawa infrastruktury oczyszczania ścieków oraz wdrożenie programów monitorowania i ochrony bioróżnorodności. Współpraca z naukowcami, organizacjami ekologicznymi i społecznością lokalną jest kluczowa dla poprawy jakości wód i zdrowia całego ekosystemu, a także dla zapewnienia długoterminowej ochrony i rehabilitacji Zatoki Gdańskiej.

3.3. Pas nadbrzeżny Szwecji

3.3.1. Uwarunkowania klimatyczne, właściwości fizyczne

Göteborg charakteryzuje się umiarkowanym klimatem morskim, który ma znaczący wpływ na warunki życia i gospodarkę regionu. Klimat jest łagodny, z niewielkimi wahaniami temperatury w ciągu roku. Zimy są umiarkowanie chłodne, z temperaturami przeważnie oscylującymi wokół 1°C, a lata są chłodne, ze średnią temperaturą w lipcu wynoszącą około 21°C. Roczna suma opadów wynosi 847 mm, przy czym największe opady występują jesienią, zwłaszcza w październiku. Te warunki klimatyczne wpływają na planowanie przestrzenne, rolnictwo i rozwój infrastruktury w rejonie Göteborga. Średnia temperatura wody podlega znacznym sezonowym wahaniom w ciągu roku. Średnia temperatura wody wynosi 15-18°C latem i 2°C zimą.

Tabela 4. Zestawienie uwarunkowań klimatycznych i właściwości fizycznych

Przepływ wody	Mniej słony powierzchniowo, wskazując na północ i bardziej słony głęboko na południe
Głębokość	Od 7-18 metrów w bystrzach na południu do 50 lub więcej w północnej części
Zasolenie	31-34‰
Średnia prędkość przepływu na powierzchni wody	2-4 km/h
Klimat	Umiarkowany morski
Średnia roczna temperatura wody:	+10°C.
Średnie roczne opady	600-800 mm.

Zródło: opracowanie własne na podstawie danych <https://geosfera.org/evropa/1625-kattegat.html>

3.3.2. Flora i fauna

Występuje ok. 300 gatunków roślin i ponad 1500 gatunków zwierząt. Są to okrzemki (przeważające w północnej części morza) i perydynowe rośliny planktonowe oraz zielone, brunatne i czerwone makrofity pospolite dla mórz. Wśród zwierząt szczególnie liczne są skorupiaki (około 600 gatunków), robaki, mięczaki (po około 300), bakterie jelitowe i ryby. Znanych jest około 230 gatunków ryb. Dla lito-obszaru charakterystyczne są zarośla fukoidów, duże osady małży, żołądźce morskie, robaki-piaskowce, boco-pływaki; głębiej - wiele traw morskich-zosoterra, duże mięczaki (moidiola, przegrzebek morski, musztarda). Ptaki

wykorzystują brzegi do gniazdowania, a także przechodzą przez nie szlaki migracyjne. Rocznie na tym obszarze obserwuje się od 6 do 12 milionów ptaków z ponad 50 gatunków (głuszec, cietrzew, pokrzewka, gadożer, itp.). Występują tu 3 gatunki fok i 16 gatunków wielorybów. Główne gatunki ssaków morskich to: foka pospolita, foka długopłetwa (szara), morświn, morświn mały, delfin białonosy.⁶³

Zatoka Kattegat to dom dla różnorodnej flory i fauny, obejmującej zarówno gatunki morskie, jak i lądowe. Na dnie zatoki rosną podwodne łąki trawy morskiej *Zostera marina*, które stanowią schronienie i źródło pokarmu dla wielu organizmów, w tym młodych ryb i bezkręgowców. W wodach Kattegatu żyją liczne gatunki ryb, m.in. śledź, dorsz i flądra, a także morświny, delfiny i foki. Region ten jest także ważnym siedliskiem ptaków morskich, takich jak mewy, alki i rybitwy. Zróżnicowane środowisko morskie Kattegatu odgrywa kluczową rolę w cyklu życia wielu gatunków, jednak intensywna eutrofizacja i przełowienie wpływają negatywnie na stabilność ekosystemu. W ostatnich latach zanotowano spadek populacji ryb, co jest bezpośrednio związane z nadmiernym połowem, a także wzrostem temperatury wody, który wpływa na migracje gatunków.

3.3.3. Problematyka lokalizacji

Intensywna eksploatacja wód i wybrzeży cieśniny doprowadziła do tego, że w latach 70. ubiegłego wieku Kattegat został uznany przez ekologów za pierwszą morską „martwą” strefę.⁶⁴ Zatoka Kattegat podlega intensywnej eutrofizacji spowodowanej ściekami przemysłowymi i komunalnymi. Proces ten powoduje powstawanie martwych stref na dnie morskim, w których brakuje tlenu, co prowadzi do degradacji ekosystemu. Kattegat jest również obszarem intensywnej żeglugi i rybołówstwa, co wywiera dodatkową presję na środowisko. Problemy te stanowią poważne wyzwanie dla ochrony tego obszaru i wymagają skutecznej gospodarki wodnej i środków ochrony środowiska. Niektóre ekosystemy morskie są szczególnie zagrożone. Na przykład zimnowodne rafy koralowe, choć nie są one tak powszechne w regionie. Rafy są obecnie zagrożone przez połowy trałowe, które niszczą dno oceanu, a także przez zmiany temperatury wody. Wodorosty i podwodne łąki (np. *Posidonia*⁶⁵). Te podwodne ekosystemy odgrywają ważną rolę jako siedliska dla wielu ryb i bezkręgowców, a także biorą udział w pochłanianiu dwutlenku węgla. Zanieczyszczenia, ścieki i zmiany temperatury prowadzą do zaniku tych łąk trawy morskiej. Również zatoka Kattegat obejmuje ujścia rzek i obszary przybrzeżne, które odgrywają kluczową rolę zarówno w migracji ryb, jak i ich rozmnażaniu. Ekosystemy te znajdują się pod presją urbanizacji i zanieczyszczeń przemysłowych. Zagrożone gatunki:

1. Jesiotr atlantycki (*Acipenser sturio*). Gatunek ten jest zagrożony z powodu przełowienia i degradacji siedlisk.

⁶³ <https://old.bigenc.ru/geography/text/3543760>, data dostępu: 06.09.2024.

⁶⁴ <https://geosfera.org/evropa/1625-kattegat.html>, data dostępu: 06.09.2024.

⁶⁵ *Posidonia* to długowieczno i bardzo wolno rosnący wodorost.

2. Dorsz (*Gadus morhua*). Dorsz jest ważnym gatunkiem handlowym, ale jego populacje drastycznie spadły z powodu przełowienia. Szczególnie ucierpiały populacje dorsza w Morzu Bałtyckim i Północnym, w tym w regionie Kattegat.
3. Flądra i halibut. Te gatunki ryb są aktywnie poławiane, a ich liczebność spadła krytycznie w niektórych regionach.
4. Wieloryby i delfiny. Kattegat jest domem dla małych waleni, takich jak witlinek i afalina. Jednak ich liczba również spada z powodu żeglugi, zanieczyszczenia i stresu związanego z hałasem.

3.3.4. Wnioski

Zatoka Kattegat, jako ważny element ekosystemu Bałtyku i Morza Północnego, zmaga się z licznymi problemami środowiskowymi, które zagrażają jej bioróżnorodności i zdrowiu ekologicznemu. Nadmierne połowy, zwłaszcza dorsza, zaburzają równowagę ekosystemu, prowadząc do spadku liczebności gatunków i destabilizacji łańcucha pokarmowego. Zanieczyszczenie biogenami, metalami ciężkimi i mikroplastikami dodatkowo pogłębia problemy, sprzyjając eutrofizacji i powstawaniu martwych stref.

3.4. Morze Śródziemne (Wyspa Cypr)

3.4.1. Uwarunkowania klimatyczne, właściwości fizyczne

Wyspa Cypr znajduje się w pewnej odległości od krajów europejskich w południowo-wschodniej części Morza Śródziemnego, więc geograficznie jest znacznie bliżej Egiptu niż klasycznych krajów śródziemnomorskich. Na pierwszy rzut oka mogłoby się wydawać, że klimat wyspy powinien być podobny do klimatu Egiptu, ale tak nie jest. Warunki pogodowe w Egipcie są w dużej mierze zdeterminowane przez pustynie leżące w tym kraju, a wyspa Cypr znajduje się w wystarczającej odległości od wybrzeża Afryki, aby zapobiec dotarciu do niej zgubnego oddechu piasków.⁶⁶

Tabela 5. Zestawienie uwarunkowań klimatycznych i właściwości fizycznych

Przepływ wody	Powierzchniowe prądy kierują się na wschód, przynosząc mniej słoną wodę wzdłuż wybrzeża. W głębszych warstwach, bardziej zasolone masy wodne przemieszcza się w kierunku zachodnim
Głębokość	Od 10-50 metrów w okolicach wybrzeży, w strefie pelagialnej osiąga 2000 metrów
Zasolenie	37-39‰, co jest wyższe od średniego zasolenia oceanicznego
Średnia prędkość przepływu na powierzchni wody	0,5-1 km/h

⁶⁶ <https://www.isg-tour.ru/content/106.html>

Klimat	Śródziemnomorski
Średnia roczna temperatura wody	+20°C
Średnie roczne opady	300-500 mm

Źródło: opracowanie własne

3.4.2. Flora i fauna

Spośród wielu wysp Morza Śródziemnego tylko Cypr zachował stosunkowo dużą liczbę endemicznych gatunków roślin i owadów, co samo w sobie świadczy o wyjątkowości tutejszych warunków pogodowych. Tylko na Cyprze, na półwyspie Akamas, gniazdują najrzadsze zielone żółwie śródziemnomorskie. Tylko tutaj rośnie tak zwany cedr cypryjski.⁶⁷ Flora wyspy jest zróżnicowana i obejmuje około 1900 gatunków roślin, z których ponad 140 to gatunki endemiczne (występujące tylko na Cyprze). Główne strefy wegetacyjne obejmują lasy, makię (roślinność krzewiastą), łąki i ekosystemy przybrzeżne.

Główne gatunki flory na Cyprze to sosna cypryjska (*Pinus brutia*), dąb cypryjski (*Quercus alnifolia*), wawrzyn szlachetny (*Laurus nobilis*), oleander (*Nerium oleander*), cyklamen cypryjski (*Cyclamen cyprium*).

Fauna Cypru jest nie mniej zróżnicowana i obejmuje wiele gatunków ssaków, ptaków, gadów i organizmów morskich. Obejmują one zarówno gatunki rodzime, jak i wędrowne:

1. Muflon cypryjski (*Ovis gmelini ophion*) to endemiczny gatunek dzikiej owcy żyjącej w górach Troodos. Ten rzadki gatunek jest chroniony i jest symbolem naturalnego dziedzictwa Cypru.
2. Lis cypryjski (*Vulpes vulpes indutus*) to podgatunek lisa pospolitego, który występuje na całej wyspie.
3. Żółw śródziemnomorski (*Caretta caretta*) jest jednym z najbardziej znanych przedstawicieli fauny morskiej. Składa jaja na piaszczystych plażach Cypru, takich jak plaża Lara na półwyspie Akamas.
4. Żółw zielony (*Chelonia mydas*) to kolejny gatunek żółwia morskiego występujący na Cyprze. Oba gatunki są chronione, ponieważ są zagrożone.
5. Ptaki. Wyspa jest ważnym punktem na szlakach migracyjnych ptaków. Przykładem jest flaming różowy (*Phoenicopterus roseus*), który podczas migracji zatrzymuje się nad słonym jeziorem w Larnace. Inne gatunki występujące na Cyprze to rybołów (*Pandion haliaetus*) i orzeł przedni (*Aquila fasciata*).
6. Jaszczurki i węże. Gady obejmują jaszczurkę zieloną (*Lacerta viridis*) i węża zwyczajnego (*Hierophis cypriensis*), endemiczne dla wyspy.

Fauna i flora morska Cypru są ważnymi elementami ekosystemu wschodniej części Morza Śródziemnego. Wody przybrzeżne wyspy są bogate w różnorodne organizmy, z których

⁶⁷ <https://www.isg-tour.ru/content/106.html>

wiele występuje tylko w tym regionie lub jest zagrożonych zmianami w ekologii morskiej, zanieczyszczeniem i przełowieniem:

1. Żółwie morskie:

1.1. Loggerhead (*Caretta caretta*) (patrz tabela niżej) jest jednym z najbardziej znanych żółwi morskich Morza Śródziemnego. Żółwie te regularnie składają jaja na plażach Cypru, takich jak plaża Lara na półwyspie Akamas i plaża Allakis. Populacja żółwi na Cyprze jest chroniona przez międzynarodowe i lokalne przepisy dotyczące ochrony przyrody.

1.2. Żółw zielony (*Chelonia mydas*) to kolejny ważny gatunek żółwia morskiego występujący u wybrzeży Cypru. W przeciwieństwie do loggerhead, żółwie zielone żywią się głównie algami i trawami morskimi.



Rysunek 39 Żółw morski -loggerhead,
źródło:
<https://www.nestonline.org/loggerhead-caretta-caretta/>



Rysunek 40 Żółw zielony - chelonia mydas, źródło:
<https://dinoanimals.pl/zwierzeta/zolw-zielony-jadalny-chelonia-mydas/>

2. Ssaki morskie:

2.1. Foka śródziemnomorska (*Monachus monachus*) to rzadki i zagrożony gatunek foki występujący wzdłuż wybrzeża Morza Śródziemnego. Wody Cypru, zwłaszcza północno-zachodnia część w pobliżu półwyspu Akamas, zapewniają tym zwierzętom schronienie w jaskiniach skalnych. Choć ich liczba jest niewielka, są one chronione w ramach różnych programów ochrony.

2.2. Delfiny. W wodach wokół Cypru występuje kilka gatunków delfinów, takich jak delfin zwyczajny (*Delphinus delphis*) i afalina (*Tursiops truncatus*). Delfiny często towarzyszą łodziom i wodorostom i można je zobaczyć w pobliżu wybrzeża.

3. Ryby i bezkręgowce:

3.1. Barakuda (*Sphyræna sphyræna*) to drapieżna ryba występująca w przybrzeżnych wodach Cypru. Barakudy żywią się małymi rybami i bezkręgowcami, często polując w stadach.

- 3.2. Morlesz (*Sparus aurata*) i okoń są popularnymi gatunkami wśród rybaków i również odgrywają ważną rolę w łańcuchu pokarmowym.
- 3.3. Ośmiornice (*Octopus vulgaris*) to jedne z najinteligentniejszych bezkręgowców w morzu, występujące na rafach i u wybrzeży Cypru. Ośmiornice są mistrzami kamuflażu i są ważne zarówno dla ekosystemu, jak i lokalnego rybołówstwa.
- 3.4. Krewetki i raki. Te bezkręgowce zamieszkują płytkie wody i odgrywają ważną rolę zarówno w ekosystemie, jak i rybołówstwie. Krewetki *Lysmata* to jeden z gatunków występujących u wybrzeży.
- 3.5. Gąbki morskie to zróżnicowani członkowie fauny morskiej zamieszkujący podwodne rafy. Te prymitywne wielokomórkowe organizmy filtrują wodę i odgrywają ważną rolę w oczyszczaniu środowiska morskiego.
4. Korale i rafy koralowe:
 - 4.1. Choć rafy koralowe na Cyprze nie są tak rozległe jak w regionach tropikalnych, miękkie koralowce.
 - 4.2. Gorgonie to rozgałęziające się koralowce, które często występują w głębokich wodach i odgrywają rolę w kształtowaniu ekosystemów dna morskiego.

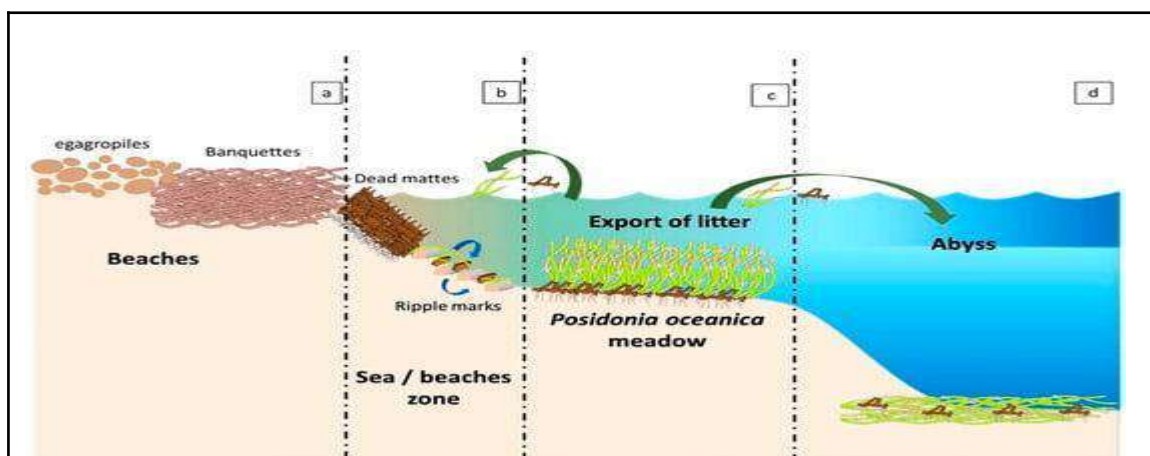
Flora morska wokół Cypru obejmuje różne gatunki glonów i traw morskich, które odgrywają ważną rolę w ekosystemie morskim, zapewniając schronienie i pożywienie dla życia morskiego.

1. Trawy morskie to:
 - 1.1. *Posidonia oceanica* jest jednym z najważniejszych gatunków trawy morskiej w Morzu Śródziemnym. *Posidonia* tworzy podwodne łąki, które stanowią siedlisko dla wielu gatunków ryb, mięczaków i bezkręgowców. Łąki te odgrywają również ważną rolę w zapobieganiu erozji wybrzeża i utrzymywaniu jakości wody.

W artykule „*Posidonia oceanica* Balls (Egagropili) from Kefalonia Island Evaluated as Alternative Biomass Source for Green Energy” (Kulki *Posidonia oceanica* (Egagropili) z wyspy Kefalonia oceniane jako alternatywne źródło biomasy dla zielonej energii) dokładnie opisana jest informacja na temat badania rośliny morskiej *Posidonia oceanica* i jej roli w ekosystemach śródziemnomorskich. Celem badania jest ocena stanu łąk *Posidonia oceanica* w różnych częściach Morza Śródziemnego, ich zdolności do sekwestracji dwutlenku węgla oraz wpływu różnych czynników na ich stan i rozmieszczenie. Oceniono pobór węgla i wpływ czynników zewnętrznych, takich jak zanieczyszczenia antropogeniczne i zmiany klimatu. Badanie potwierdza, że *Posidonia oceanica* odgrywa kluczową rolę w pochłanianiu dwutlenku węgla, co jest ważne dla przeciwdziałania zmianom klimatu. Ocieplająca się woda i inne zmiany klimatyczne wywierają presję na regenerację i przetrwanie łąk. Łąki *Posidonia* są degradowane przez zanieczyszczenia, rybołówstwo, kotwicowiska statków i urbanizację wybrzeży, co wpływa na ich zdrowie i zdolność do pełnienia funkcji ekologicznych.⁶⁸

⁶⁸ <https://www.mdpi.com/2077-1312/11/4/749#>

Tabela 6. Zestawienie danych o zmianie stanu *Posidonia oceanica* podczas zmiany lokalizacji



Rysunek 41 Łąka organów *Posidonia oceanica*: (a) plaże z Egagropiles i bankietami; (b) strefa plaży z martwymi matami i organami łąki w śladach falowania; (c) łąka *Posidonia oceanica* z linią brzegową eksportowaną do otchłani; oraz (d) otchlań ze skupiskami różnych, Źródło: <https://www.mdpi.com/2077-1312/11/4/749#>



Rysunek 42 *Posidonia oceanica* w środowisku morskim, Źródło: https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Posidonia_oceanica.jpg



Rysunek 43 *Posidonia oceanica* na plaży, Źródło: <https://www.dimporzano.com/posidonia-oceanica/>

Źródło: opracowanie własne

- 1.2. *Zostera* (*Zostera marina*) to kolejny ważny gatunek trawy morskiej występujący w płytkich wodach. *Zostera* tworzy ważne ekosystemy dla młodych ryb i bezkręgowców.
2. Glony:
 - 2.1. Brązowe glony (Phaeophyceae), takie jak wodorosty, żyją na zanurzonych rafach i odgrywają ważną rolę w kształtowaniu ekosystemów. Glony te zapewniają schronienie i pożywienie dla różnych stworzeń morskich.
 - 2.2. Czerwone algi (Rhodophyta), takie jak karapaks (*Lithophyllum byssoides*), tworzą ważne skupiska na skałach i w obszarach przybrzeżnych. Odgrywają one rolę w tworzeniu osadów wapiennych i stabilizacji struktur podwodnych.
 - 2.3. Glony zielone (Chlorophyta), takie jak *Ulva lactuca*, występują w płytkich wodach i stanowią pożywienie dla wielu organizmów morskich, takich jak ślimaki, ryby i kraby.

3.4.3. Problematyka lokalizacji

Cypr znajduje się na ważnym szlaku morskim, co skutkuje wysokim poziomem ruchu morskiego. Zwiększa to ryzyko zanieczyszczeń związanych z wyciekami ropy, emisjami i innymi rodzajami zanieczyszczeń, które mogą negatywnie wpływać na ekosystemy morskie wyspy. Polityczny podział na Republikę Cypryjską na południu i Turecką Republikę Cypru Północnego, która jest uznawana tylko przez Turcję, utrudnia wdrażanie jednolitych programów środowiskowych i ekologicznych. Potrzeba harmonizacji między dwiema administracjami często spowalnia lub komplikuje wdrażanie skutecznych środków ochrony środowiska. Polityczna izolacja północnej części wyspy od społeczności międzynarodowej może ograniczać dostęp do międzynarodowych programów i funduszy na ochronę środowiska. Utrudnia to również podejmowanie wspólnych badań i inicjatyw mających na celu ochronę ekosystemów.

3.4.4. Wnioski

Cypr stanowi ważny element morskiej różnorodności biologicznej Morza Śródziemnego ze względu na swoje unikalne ekosystemy. Kluczowymi obszarami ochrony są łąki Posidonia oceanica, które odgrywają kluczową rolę w utrzymaniu równowagi ekologicznej, zapewniając schronienie i pożywienie dla wielu gatunków morskich, a także przyczyniając się do stabilizacji dna morskiego i poprawy jakości wody. Ponadto plaże, które służą jako miejsca gniazdowania żółwi morskich, takich jak kareta (Caretta caretta) i żółw zielony (Chelonia mydas), są krytyczne i muszą być chronione przed wpływem antropogenicznym, aby utrzymać ich populacje.⁶⁹ Rify morskie i zbiorowiska koralowców, choć mniej rozwinięte niż w regionach tropikalnych, również odgrywają ważną rolę w utrzymaniu różnorodności biologicznej i zapewnieniu siedlisk dla różnych organizmów morskich. Ekosystemy te wymagają aktywnej ochrony w celu utrzymania ich funkcjonalności i trwałości ekologii morskiej Cypru.

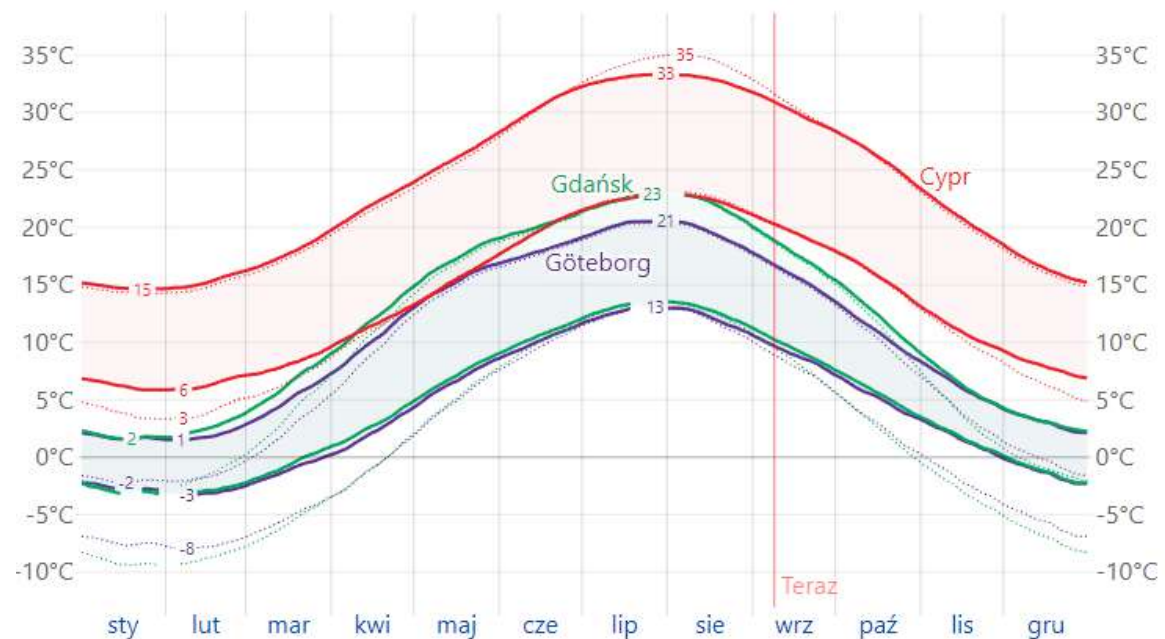
3.5. Zasady pracy "Aliansu"

3.5.1. Różnice oraz podobieństwa

Göteborg, Gdańsk i Cypr wykazują znaczne różnice w klimacie, choć istnieją również pewne podobieństwa. W Göteborgu panuje umiarkowany klimat oceaniczny z łagodnymi zimami (około 1°C) i chłodnymi latami (około 21°C). Przez cały rok występują tu umiarkowane opady deszczu. Gdańsk ma klimat umiarkowany, nieco chłodniejsze zimy niż Göteborg i porównywalne temperatury latem. Występuje tu większa zmienność zachmurzenia i opadów deszczu w okresie letnim. Cypr jest znacznie cieplejszy, z warunkami śródziemnomorskimi. Lata osiągają

⁶⁹ <https://www.dertour-reiseleitung.com/pl/zypem/nachhaltigkeit/die-suppenschildkroete/>, data dostępu: 29.04.2025r.

temperatury około 33°C, a zimy pozostają łagodne. Występuje tu znacznie mniej opadów, głównie zimą.⁷⁰



Rysunek 44 Średnia temperatura maksymalna i minimalna,

Źródło:

<https://pl.weatherspark.com/compare/y/71566~84138~150218/Por%C3%B3wnanie-%C5%9Brednich-warunk%C3%B3w-pogodowych-w:-G%C3%B6teborg-Gda%C5%84sk-i-Cypr>

Średnie dzienne temperatury maksymalne i minimalne na wysokości 2 m nad ziemią. Cienkie przerywane linie to odpowiadające im temperatury odczuwalne. Stan na dzień 08.09.2024r.



Rysunek 45 Średnia temperatura wody, Źródło:

<https://pl.weatherspark.com/compare/y/71566~84138~150218/Por%C3%B3wnanie-%C5%9Brednich-warunk%C3%B3w-pogodowych-w:-G%C3%B6teborg-Gda%C5%84sk-i-Cypr>

Średnia dzienna temperatura rozległej powierzchni wody. Stan na dzień 08.09.2024r.



Rysunek 46 Sezon wegetacyjny, Źródło:

<https://pl.weatherspark.com/compare/y/71566~84138~150218/Por%C3%B3wnanie-%C5%9Brednich-warunk%C3%B3w-pogodowych-w:-G%C3%B6teborg-Gda%C5%84sk-i-Cypr>

Procentowe prawdopodobieństwo, że dany dzień przypada w okresie wegetacyjnym, zdefiniowanym jako najdłuższy nieprzerwany okres temperatur powyżej zera ($\geq 0^{\circ}\text{C}$) w ciągu roku (rok kalendarzowy na półkuli północnej lub od 1 lipca do 30 czerwca na półkuli południowej). Stan na dzień 08.09.2024r.

3.5.2. Możliwości i efekty rozwoju

Zmiany klimatyczne stwarzają nie tylko wyzwania, ale również szanse, zwłaszcza w odniesieniu do zmieniających się warunków termicznych. Wyższe temperatury i łagodniejsze zimy mogą sprzyjać zwiększeniu różnorodności biologicznej, co tworzy nowe możliwości rozwoju ekosystemów. W obliczu zmian klimatycznych, działania adaptacyjne są kluczowe dla miast, aby mogły przystosować się do nowych warunków, zmniejszając tym samym podatność na zagrożenia związane z gospodarką wodną i bioróżnorodnością.

Ekoinnowacje odgrywają istotną rolę w poprawie efektywności gospodarowania zasobami oraz ograniczaniu negatywnego wpływu człowieka na środowisko. Oprócz korzyści ekologicznych, wprowadzanie takich rozwiązań przynosi także pozytywne efekty ekonomiczne i społeczne. Redukcja kosztów, otwarcie nowych możliwości rozwoju oraz budowanie pozytywnego wizerunku sprzyjają wzrostowi konkurencyjności jednostek i firm.

W obliczu rosnących wyzwań związanych ze zmianami klimatycznymi, coraz większe zainteresowanie budzi projektowanie infrastruktury na wodzie, które staje się coraz bardziej popularne. Wzrost poziomu oceanów, spowodowany topnieniem lodowców oraz rozszerzaniem się wody pod wpływem ciepła, ma ogromny wpływ na życie na Ziemi. Zagrożenia te obejmują erozję wybrzeży, utratę ziemi i infrastruktury, a także pogorszenie warunków życia społeczności przybrzeżnych, co może mieć katastrofalne skutki w przyszłości.

Oprócz działań antropogenicznych dochodzi do ocieplenia klimatu i wzrostu poziomu oceanów. Zgodnie z zasadą Archimedesesa i wbrew wcześniejszym przekonaniom, topniejące kry lodowe Arktyki nie spowodują wzrostu poziomu wody, tak jak topniejąca kostka lodu w szklance wody nie powoduje wzrostu poziomu wody. Istnieją jednak dwie ogromne bryły lodu, które nie leżą na wodzie i których topnienie przesunie ich objętość w kierunku oceanów, powodując ich wzrost. Są to pokrywy lodowe Antarktydy i Grenlandii z jednej strony oraz lodowce kontynentalne z drugiej. Inną przyczyną podnoszenia się poziomu oceanów, niezwiązaną z topnieniem lodu, jest rozszerzanie się wody pod wpływem temperatury.⁷¹

Podnoszący się poziom oceanów wywiera znaczący wpływ na życie na Ziemi, stwarzając liczne wyzwania i zagrożenia dla ludzi i środowiska.⁷² Mieszkańcy największych miast, takich jak Nowy Jork, Miami czy Tokio, mogą stanąć w obliczu utraty swoich domów i infrastruktury. Utrata terenów może prowadzić do poważnych zakłóceń społecznych i ekonomicznych, ponieważ ogromne środki będą musiały zostać przeznaczone na odbudowę zniszczonych obszarów oraz przesiedlenie ludności. Rosnąca erozja wybrzeży stanowi kolejne zagrożenie, które może prowadzić do degradacji ekosystemów przybrzeżnych oraz utraty dziedzictwa kulturowego. Niszczenie plaż i linii brzegowych dodatkowo pogarsza warunki życia społeczności przybrzeżnych, zwłaszcza tych, które są zależne od turystyki i rybołówstwa. Dodatkowo, zasolenie wód słodkich spowodowane wnikaniem słonej wody do rzek i warstw wodonośnych obniża jakość wody pitnej i stwarza kolejne problemy dla rolnictwa.

Wzrost poziomu oceanów wpływa także na ekosystemy morskie, zakłócając naturalne procesy i pogarszając stan kluczowych elementów środowiska, takich jak rafy koralowe, lasy namorzynowe oraz przybrzeżne tereny podmokłe. Te ekosystemy odgrywają fundamentalną rolę w utrzymaniu różnorodności biologicznej i ochronie wybrzeży, a ich degradacja może wywołać łańcuch negatywnych skutków dla całego życia na Ziemi. Społeczne i gospodarcze konsekwencje

⁷¹ https://vincent.callebaut.org/object/080523_lilypad/lilypad/projects, data dostępu: 31.08.2024

⁷² <https://www.wwf.pl/aktualnosci/ocean-umiera-taki-mamy-klimat>, data dostępu: 29.04.2025r.

wzrostu poziomu oceanów mogą prowadzić do masowych migracji ludności zamieszkującej nisko położone obszary przybrzeżne, co zwiększy liczbę uchodźców klimatycznych. To z kolei postawi nowe wyzwania przed regionami, które będą musiały przyjąć i zintegrować migrantów, co wymagać będzie znacznych zasobów. Ekonomiczne straty będą ogromne, ponieważ powódzie mogą niszczyć infrastrukturę, uszkadzać nieruchomości i uprawy, co pociągnie za sobą duże koszty odbudowy.

Ponadto, wzrost poziomu mórz zagraża dziedzictwu kulturowemu, ponieważ wiele historycznych i kulturowych miejsc położonych w strefach nadbrzeżnych może zostać na zawsze utraconych. Prognozy na przyszłość sugerują, że jeśli nie podejmie się zdecydowanych działań mających na celu ograniczenie emisji gazów cieplarnianych i spowolnienie globalnego ocieplenia, poziom mórz może znacząco wzrosnąć do końca tego stulecia, co przyniesie katastrofalne skutki dla wszystkich aspektów życia na naszej planecie.

Zasady działania aliansu opierają się na zdolności do utrzymania infrastruktury morskiej jako kluczowego elementu. Alians ten zakłada także międzynarodową współpracę, która umożliwi rozwój szerokiego zakresu działań, niezależnie od lokalizacji projektowanych jednostek. Dzięki współpracy, dane będą wymieniane między uczestnikami w możliwie najkrótszym czasie. W przyszłości taka wymiana informacji może pomóc w rozwoju infrastruktury morskiej, systematyzacji możliwości rozwoju i lepszym nadzorze nad ekosystemami morskimi, wspierając ich wzrost. Jednocześnie, ułatwi to rozwój branż związanych z nauką i gospodarką, szczególnie dzięki rozwojowi działalności nurkowej oraz współpracy specjalistów z różnych dziedzin, co korzystnie wpłynie na postęp w wymiarze naukowym, ekonomicznym i międzynarodowym.

4. INTEGRACJA

4.1. Definicje

W ogólnym sensie integracja obejmuje spójne łączenie części, tak aby funkcjonowały jako całość, przy czym każdy element zachowuje swoje unikalne właściwości, ale osiąga synergię - poprawiając lub zwiększając wydajność całego systemu poprzez integrację. Jedną z kluczowych cech integracji jest potrzeba koordynacji pomiędzy łączonymi elementami. Wymaga to skutecznych kanałów komunikacji i harmonizacji w celu uniknięcia konfliktów.

4.2. Zasady rozmieszczenia laboratorium na wodzie

Funkcjonalność laboratorium i ergonomia pracy na obiekcie pływającym mają kluczowe znaczenie dla efektywności i bezpieczeństwa prowadzonych badań. Przestrzeń laboratoryjna musi być zaprojektowana w sposób optymalizujący procesy badawcze, z uwzględnieniem specyfiki pracy naukowej, takiej jak przygotowanie próbek, analiza danych i przechowywanie sprzętu. Kluczowym elementem jest zapewnienie wygodnego dostępu do wszystkich niezbędnych urządzeń oraz odpowiedniego oświetlenia, co jest szczególnie ważne w środowisku

morskich badań, gdzie precyzja jest niezwykle istotna. Dodatkowo, ergonomiczne rozplanowanie stanowisk pracy, które minimalizuje zmęczenie załogi, jest konieczne dla utrzymania wysokiej produktywności w długotrwałych misjach.

Integracja przestrzeni mieszkalnych i socjalnych z obszarami laboratoryjnymi stanowi kolejne wyzwanie projektowe. Laboratorium na wodzie musi być przystosowane do długotrwałego przebywania załogi, co oznacza, że komfort życia codziennego powinien być na jak najwyższym poziomie. Przestrzenie mieszkalne muszą być funkcjonalne, zapewniając jednocześnie odpoczynek i relaks po długich godzinach pracy. Równocześnie, kuchnie, jadalnie i strefy rekreacyjne muszą być dobrze zorganizowane, aby zminimalizować stres i zmęczenie załogi, co jest kluczowe w utrzymaniu morale i efektywności zespołu badawczego.

Logistyka i komunikacja odgrywają decydującą rolę w funkcjonowaniu laboratorium na wodzie. Systemy komunikacji muszą być niezawodne i umożliwiać stały kontakt z innymi ośrodkami badawczymi, jak i przesyłanie danych w czasie rzeczywistym. Technologie takie jak satelitarne połączenia internetowe, radiokomunikacja i systemy GPS są kluczowe dla koordynacji działań, planowania operacji oraz w przypadku nagłych sytuacji. Ważnym aspektem jest również organizacja logistyki – dostawy surowców, części zamiennych i żywności muszą być planowane z wyprzedzeniem, z uwzględnieniem nieprzewidywalności warunków morskich. Dodatkowo, procedury wymiany załogi oraz ewakuacji w nagłych przypadkach muszą być precyzyjnie zaplanowane i regularnie testowane.

Interakcja z ekosystemem morskim to kolejny istotny element, który musi być starannie przemyślany przy projektowaniu laboratorium na wodzie. Obiekt musi być tak zaprojektowany, aby zminimalizować jego wpływ na lokalne ekosystemy morskie. To wymaga zastosowania technologii i materiałów, które ograniczają emisję zanieczyszczeń oraz ingerencję w naturalne procesy biologiczne. Przykładem może być system zbierania i oczyszczania ścieków oraz odpowiednie zarządzanie odpadami, aby zapobiec zanieczyszczeniu wód. Dodatkowo, laboratorium może być wyposażone w systemy monitoringu, które na bieżąco analizują wpływ obiektu na środowisko, co pozwala na szybkie reagowanie na wszelkie negatywne zmiany.

Przepisy i normy prawne odgrywają kluczową rolę w projektowaniu i eksploatacji laboratorium na wodzie. Zastosowanie przepisów międzynarodowego prawa morskiego, a także lokalnych regulacji dotyczących eksploatacji konstrukcji na wodzie, jest niezbędne do legalnego i bezpiecznego funkcjonowania obiektu. Projekt musi być zgodny z normami ochrony środowiska, co obejmuje zarówno aspekty związane z zarządzaniem odpadami, jak i z minimalizacją emisji szkodliwych substancji. Dodatkowo, ważne jest spełnienie standardów bezpieczeństwa na morzu, co obejmuje zarówno konstrukcję obiektu, jak i wyposażenie ratunkowe oraz procedury awaryjne. Normy techniczne, takie jak te dotyczące budowy i wyposażenia statków, muszą być przestrzegane, aby zapewnić długotrwałą i bezpieczną eksploatację laboratorium.

4.2.1. Problematyka a szanse rozwoju

Laboratoria zajmujące się badaniem ekosystemów morskich napotykają szereg poważnych problemów, które mogą utrudniać prowadzenie badań i obniżać dokładność uzyskiwanych danych. Poniżej przedstawiono kilka konkretnych przykładów takich trudności:

1. **Ekspedycja oceanograficzna na statku R/V Falkor i utrata podwodnego aparatu.** W 2017 roku, podczas ekspedycji na statku badawczym R/V Falkor, należącym do Instytutu Oceanu Schmidta, zespół napotkał poważny problem, gdy jeden z autonomicznych aparatów podwodnych (ROV) stracił połączenie i zatonął na dużej głębokości. To wydarzenie spowodowało utratę ważnego sprzętu naukowego oraz znacznej ilości danych. Odzyskanie aparatu okazało się niemożliwe z powodu ekstremalnych głębokości i trudnych warunków, co znacznie utrudniło realizację części programu badawczego.⁷³
2. **Trudności techniczne na platformie Deepwater Horizon i katastrofalne skutki.** Choć Deepwater Horizon była platformą wiertniczą, jej katastrofa w 2010 roku doprowadziła do ogromnej katastrofy ekologicznej, która wpłynęła także na programy badawcze dotyczące skutków wycieku ropy na ekosystemy morskie. Liczne laboratoria i grupy badawcze, badające wpływ katastrofy na Zatokę Meksykańską, napotkały trudności z dostępem do obszarów dotkniętych katastrofą z powodu niebezpiecznych warunków, skażenia wody i niestabilnej sytuacji politycznej. To utrudniło zbieranie danych i prowadzenie prac terenowych.⁷⁴



*Rysunek 47 Eksplozja na pływającej półzanurzalnej platformie wiertniczej,
Źródło:*

⁷³ <https://schmidtocean.org/rv-falkor/>

⁷⁴

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B7%D1%80%D1%8B%D0%B2_%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%82%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%8B_Deepwater_Horizon, data dostępu: 29.04.2025r.

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B7%D1%80%D1%8B%D0%B2_%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%82%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%8B_Deepwater_Horizon

3. **Problemy z zanieczyszczeniem próbek w NOAA przy badaniu mikroplastiku.**

Naukowcy z National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) napotkali problem zanieczyszczenia próbek mikroplastiku zebranych w oceanie. Ze względu na niezwykle mały rozmiar cząsteczek mikroplastiku, nawet minimalne zanieczyszczenie laboratorium (na przykład mikroplastikiem z odzieży lub sprzętu) mogło znacząco zniekształcić wyniki badań. To zmusiło naukowców do przemyślenia metod pobierania próbek i podniesienia standardów czystości w laboratoriach.⁷⁵

4. **Ekspedycja na R/V Akademik Ioffe i problemy z nawigacją oraz warunkami pogodowymi.**

W 2018 roku rosyjski statek badawczy R/V Akademik Ioffe, uczestniczący w ekspedycji mającej na celu badanie arktycznych ekosystemów morskich, osiadł na mieliźnie u wybrzeży Kanady. Wydarzenie to było spowodowane niekorzystnymi warunkami pogodowymi oraz błędami nawigacyjnymi. Uszkodzenie statku doprowadziło do ewakuacji personelu naukowego i przerwania ekspedycji. W rezultacie część zaplanowanych badań nie została ukończona, co ograniczyło możliwości badania wpływu zmian klimatycznych na arktyczną florę i faunę.⁷⁶

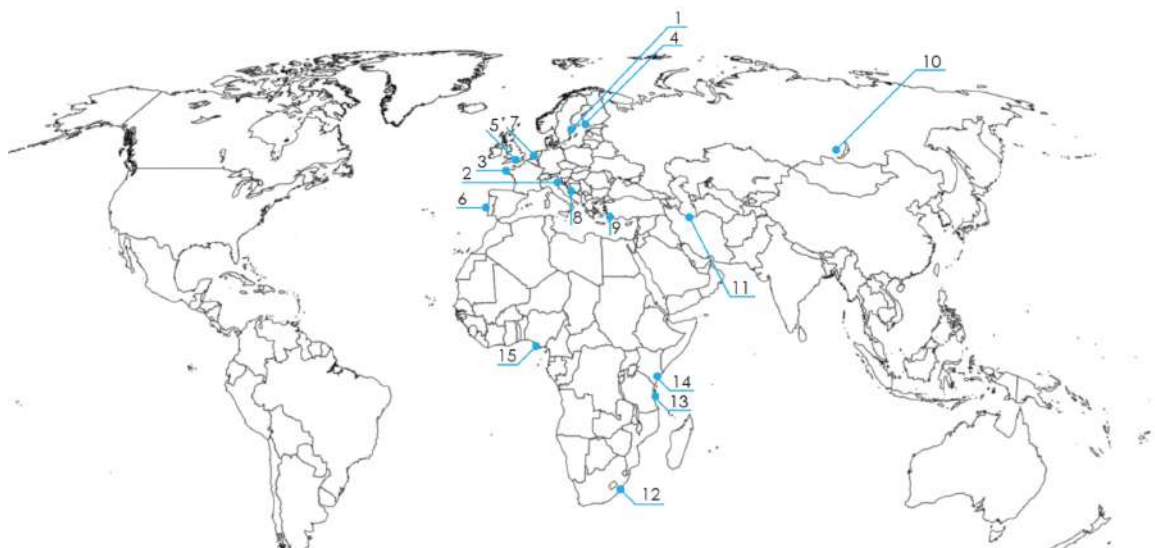
5. **Awaria sprzętu w Monterey Bay Aquarium Research Institute (MBARI).**

MBARI często korzysta z autonomicznych aparatów podwodnych do badania ekosystemów głębinowych w zatoce Monterey. W jednym z przypadków aparat badawczy Tiburon uległ awarii na głębokości ponad 3 000 metrów, co spowodowało utratę sprzętu i ważnych próbek zebranych na dużych głębokościach. Ta awaria znacznie opóźniła postęp w badaniach ekosystemów głębinowych, ponieważ odzyskanie i wymiana sprzętu wymagały znacznych zasobów i czasu.

Te przykłady podkreślają, że badania ekosystemów morskich wiążą się z wieloma trudnościami, w tym z awariami technicznymi, ekstremalnymi warunkami, katastrofami ekologicznymi i zanieczyszczeniem próbek. Wszystkie te czynniki mogą znacznie utrudniać prowadzenie badań naukowych, wymagając od badaczy wysokiej adaptacyjności i gotowości na niespodziewane sytuacje.

⁷⁵ <https://irme.pl/badania-pokazuja-ze-w-atmosferze-kraza-tysiace-ton-mikroplastiku/>, data dostępu: 29.04.2025r.

⁷⁶ <https://rv.ocean.ru/flot/abf/nis-akademik-ioffe?cultureKey=en.data> dostępu: 29.04.2025r.



Rysunek 48 Lokalizacja podobnych instytucji zaangażowanych w badanie biologii i ekosystemów morskich, Podkład: mapa czarno-biała. Źródło: <https://www.pngwing.com/ru/free-png-prjfn>, dostęp: 01.03.2024r, Opracowanie własne.

Legenda:

5. Centrum Nauki Morza Bałtyckiego (Stockholm University Baltic Sea Centre), Sztokholm, Szwecja;
6. Instytut Nauk Morskich (Istituto delle Scienze Marine (ISMAR)), Wenecja, Włochy;
7. Instytut Nauk Morskich (Marine Sciences Institute of Pleumeur-Bodou), Francja;
8. Uniwersytet w Helsinkach (University of Helsinki, Tvärminne Zoological Station);
9. Narodowe Centrum Oceanografii (National Oceanography Centre), Wielka Brytania;
10. Stacja biologii morskiej Conceição da Araraquara (Conceição da Araraquara Marine Biology Station), Portugalia;
11. Stacja Biologiczna w Nesselandzie (Biological Station in Nesseland), Holandia;
12. Instytut Oceanografii i Rybołówstwa (Institute of Oceanography and Fisheries), Chorwacja;
13. Stacja Morska (Marmaris Marine Station), Turcja;
14. Sochawa Stacja Biologii Morskiej Rosyjskiej Akademii Nauk (Станция морской биологии имени В.Б. Сочавы РАН);
15. Narodowy Instytut Nauk Morskich (National Institute of Marine Sciences, NIMS) Iran;
16. Instytut Badań Morskich Republiki Południowej Afryki (Marine Research Institute of South Africa, Ma-Re);
17. Instytut Nauk Morskich (Institute of Marine Sciences, IMS);
18. Kenijski Instytut Badań Morskich i Rybołówstwa (Kenya Marine and Fisheries Research Institute, KMFRI);
19. Narodowy Instytut Oceanografii i Badań Morskich (National Institute for Oceanography and Marine Research, NIOMR).

Przeanalizowano części Europy, Azji i Afryki. Powyżej przedstawiono tylko część istniejących obiektów badawczych w zakresie biologii morza i ekosystemów. Wynika z tego, że wszystkie ośrodki naukowe i laboratoria znajdują się na lądzie. Daje to dodatkowe możliwości rozwoju projektu.

4.3. Wynalazki ekstremalne a freediving (nurkowanie)

4.3.1. Definicje

Freediving jako dziedzictwo kulturowe. Ma starożytne korzenie i jest związany z różnymi kulturami i tradycjami na całym świecie: Indianie Amazonii, tradycje apnoetyczne w Azji, Grecja i Imperium Rzymskie, freediving sportowy, kultury łowców podwodnych.

Niektórzy Indianie Amazonii z plemienia Amaon nurkowali swobodnie w poszukiwaniu pereł i innych podwodnych zasobów. Indianie ci rozwinęli unikalne techniki pływania i oddychania, przystosowując się do życia w środowisku wodnym. Ich umiejętności były wykorzystywane do zbierania cennych materiałów z rzek i jezior. Amazonka karmiła wiele plemion rdzennych Indian przez tysiące lat, więc umiejętności wędkarskie Indian Amazonii są doskonałe i znają wiele sposobów łowienia ryb.

Freediving znany również jako nurkowanie swobodne, to rodzaj nurkowania, w którym nurek wstrzymuje oddech pod wodą zamiast używać aparatu oddechowego, takiego jak butla z powietrzem używana w nurkowaniu z akwalungiem. Niezależnie od nazwy tego sportu - nurkowanie bezdechowe lub freediving, nurkowanie swobodne lub nurkowanie na wstrzymanym oddechu - jest to świetny sposób na rozwój fizyczny i psychiczny, a także emocjonalny. To wyzwanie dla ciała, umysłu i ducha. Ta aktywność poprawia kondycję, oddychanie, koncentrację i jest rewelacyjnym sposobem na naukę radzenia sobie w stresujących sytuacjach.



Rysunek 49 Freediving.

Zródło: <https://atalaiamadeira.com/en/freediving/>



Rysunek 50 National championship, global competitions. Zbiór danych dotyczących lokalizacji prowadzonych mistrzostw freedivingu, Podkład: mapa czarno-biała. Źródło: <https://www.pngwing.com/ru/free-png-prjfn>, dostęp: 01.03.2024r., opracowanie własne

Ze względu na fakt, że tematyka projektu bezpośrednio pokrywa się z komponentem sportowym - freedivingiem i nurkowaniem, przeprowadzono badanie dla okresu 2015-2024 (w analizie uwzględniono planowane działania w 2024 r.), w których obszarach odbywały się (będą się odbywać) mistrzostwa (w tym na poziomie światowym) we freedivingu. Analiza prowadzona na podstawie danych «AIDA - International Association for the Development of Apnea.

Symbol of freediving since 1992. »⁷⁷

Legenda:

- Mistrzostwa
- Mistrzostwa świata



Rysunek 51 Lokalizacji prowadzonych mistrzostw na terenie Polski, Podkład: mapa czarno-biała. Źródło: <https://www.pngwing.com/ru/free-png-vykwe>, dostęp: 01.03.2024r., opracowanie własne.

Legenda:

- Najgłębszy basen nurkowy w Polsce (obecnie)
- Jezioro Hancza

⁷⁷ <https://www.aidainternational.org/>, data dostępu 01.03.2024r.

Mistrzostwa obejmują nie tylko wyjazdy do różnych krajów na całym świecie, ale także zawody odbywają się na terenie Polski (na nieco mniejszą skalę i w nieco mniejszych kategoriach). Analiza prowadzona na podstawie danych AIDA w okresie 2016 - 2023 roku.⁷⁸

4.3.2. Problematyka i szanse rozwoju

Po zapoznaniu się z ogólnodostępnymi danymi jak ten sektor wygląda od środka trzeba podkreślić możliwości wprowadzenia nowych metodyk. Z tej chwili mistrzostwa świata odbywają się następująco: zawodnicy są transportowani bezpośrednio na miejsce zawodów łodzią. Samo „miejsce” również składa się z głównej łodzi, na której przebywają zawodnicy, jury i pomoc medyczna. „Miejsce nurkowania” jest ogrodzone linami i dodatkowa lina jest umieszczona w celu „prowadzenia” nurka na głębokość.



Rysunek 52 Przedstawienie prowadzeń mistrzostw świata,

Źródło:

<https://freediving.ru/rossijskie-freidajvery-vystupayut-na-pervyh-mezhdunarodnyh-glubinnyh-sorevnovaniyah-p-osle-smyagcheniya-sankczij-aida/>

Projekt zakłada rozbudowę całego skrzydła obiektu przeznaczonego dla nurków. Szkolenie, zaplecze rekreacyjne, pomoc medyczna i wspólne miejsce do cumowania łodzi i wodowania. Zostanie opracowana pełnoprawna platforma dla mistrzostw.

4.4. Freediving jako szansa naukowo-badawcza i sportowo-edukacyjna

Integracja, na pierwszy rzut oka, odmiennych dziedzin, takich jak laboratoria wodne i nurkowanie (w tym freediving), może okazać się niezwykle produktywna i korzystna. Proces ten łączy badania naukowe z praktycznym doświadczeniem zanurzeń, tworząc efekt synergii, który umożliwia rozwój obu dziedzin.

⁷⁸ <https://www.aidainternational.org/>

Laboratoria wodne, takie jak statki badawcze czy pływające platformy, odgrywają kluczową rolę w badaniach oceanów, biologii morskiej, chemii wody i klimatu. Są one wyposażone w sprzęt do pobierania próbek, analizy danych oraz przeprowadzania eksperymentów bezpośrednio na miejscu badań. Nurkowanie z kolei oferuje unikalne możliwości bezpośredniego kontaktu z podwodnym środowiskiem, obserwacji organizmów morskich oraz zbierania próbek na głębokościach niedostępnych z powierzchni.

Integracja tych dwóch dziedzin pozwala na osiągnięcie głębszych i bardziej precyzyjnych wyników naukowych. Na przykład naukowcy na pokładzie laboratorium wodnego mogą ściśle współpracować z nurkami w celu dokładniejszego zbadania dna morskiego lub raf koralowych. Nurkowie mogą wykorzystać swoje umiejętności, aby dotrzeć do miejsc, które są niemożliwe do zbadania przy użyciu standardowego wyposażenia laboratorium. Mogą zbierać próbki, instalować czujniki lub prowadzić badania wizualne, które następnie są analizowane w laboratorium.

Freediving, gdzie nurkowie zanurzają się bez użycia aparatów oddechowych, oferuje kolejną unikalną możliwość. Dzięki minimalnemu zakłóceniu podwodnego środowiska, freediverzy mogą obserwować zachowania organizmów morskich w ich naturalnym środowisku, nie płosząc ich hałasem ani obecnością sprzętu. Dane te mogą być niezwykle cenne dla naukowców, zwłaszcza w badaniach dotyczących zachowań zwierząt i ekosystemów.

Jedną z kluczowych zalet integracji jest możliwość natychmiastowego prowadzenia badań i szybkiego reagowania na zmiany w środowisku podwodnym. Jeśli laboratorium wodne jest wyposażone w zespół nurków, mogą oni natychmiast przystąpić do pracy, gdy zostanie wykryta anomalia lub konieczne jest zebranie dodatkowych danych. Może to znacznie skrócić czas między wykryciem problemu a rozpoczęciem jego badania.

Ponadto, takie podejście pozwala na prowadzenie bardziej kompleksowych i wieloaspektowych badań. Na przykład w ramach jednej ekspedycji można jednocześnie badać skład chemiczny wody, stan organizmów morskich, geologiczne cechy dna i wiele innych. Nurkowie i naukowcy pracują jako zespół, gdzie każdy element wzajemnie się



uzupełnia. Przykładami integracji mogą być ekspedycje, w których laboratoria wodne wykorzystują doświadczenie i umiejętności nurków do badania raf koralowych, wraków statków, podwodnych wulkanów czy ekosystemów głębinowych. W takich przypadkach nurkowie ściśle współpracują z naukowcami, pomagając im w zbieraniu danych i przeprowadzaniu eksperymentów. W historii badań ekosystemów morskich jest wiele przykładów, kiedy to nurkowie odegrali kluczową rolę w odkryciach naukowych i badaniach.

Jacques-Yves Cousteau, francuski oceanograf i wynalazca, jest jednym z najbardziej znanych nurków na świecie. Odegrał kluczową rolę w popularyzacji badań podwodnych i opracowaniu akwalungu — urządzenia, które zrewolucjonizowało nurkowanie i otworzyło nowe horyzonty dla badań morskich. Cousteau zorganizował liczne ekspedycje na swoim statku „Calypso”, badając rafy koralowe, głębiny morskie i inne podwodne ekosystemy. Jego filmy dokumentalne, takie jak „Świat milczenia”, przyczyniły się do szerokiego rozpowszechnienia wiedzy o życiu morskim i potrzebie jego ochrony.



Sylvia Earle to znana amerykańska oceanografka, biolog morski i nurkini. Brała udział w licznych ekspedycjach podwodnych, w tym w badaniach ekosystemów głębinowych i raf koralowych. Earle spędziła znaczną ilość czasu pod wodą, uczestnicząc w projekcie Tektite II, gdzie w 1970 roku przeprowadziła pierwszemu na świecie zespołowi kobiet-akwanautów, które spędziły dwa tygodnie pod wodą, badając wpływ izolacji i pracy na warunki podwodne.

Rysunek 54 <https://michaelshapiro.net/interview-oceanographer-sylvia-earle-the-sun-july-2018/>



Rysunek 55 https://en.wikipedia.org/wiki/Tektite_habitat

Tektite było podwodnym laboratorium, które było domem dla nurków podczas programów Tektite I i II. Zostało zaprojektowane i zbudowane przez Space Division. Mieszkanie wyglądało jak para bunkrów: dwa białe metalowe cylindry o średnicy 12,5 stopy (3,8 m) i wysokości 18 stóp (5,5

m), połączone elastycznym tunelem i zamontowane na prostokątnej podstawie na głębokości 43 stóp (13 m).

Departament Spraw Wewnętrznych Stanów Zjednoczonych koordynował projekt Tektite II, a część funduszy pochodziła od NASA, która była zainteresowana badaniami psychologicznymi zespołów naukowych pracujących w zamkniętych i ograniczonych środowiskach, takich jak te występujące w statkach kosmicznych podczas misji o długim czasie trwania. Zespół obserwatorów behawioralnych z University of Texas w Austin, kierowany przez dr Roberta Helmreicha, został przydzielony do rejestrowania działań naukowców z akwariem przez całą dobę. Misje przeprowadzono wiosną i latem 1970 roku w zatoce Great Lameshur Bay w St John na Wyspach Dziewiczych Stanów Zjednoczonych na głębokości 43 stóp. Program Tektite II składał się z dziesięciu misji trwających od 10 do 20 dni, z których każda obejmowała czterech naukowców i jednego inżyniera. Celem programu Tektite było udowodnienie, że techniki nurkowania w podwodnym laboratorium w atmosferze azotu i tlenu mogą być bezpieczne i skuteczne przy minimalnych kosztach. Dziewięć badań przeprowadzonych podczas Tektite I i II koncentrowało się na jednym z aspektów ekologii raf koralowych. Wiele z tych badań jest kontynuowanych do dziś - i są one bardziej istotne niż kiedykolwiek: badania bioakustyczne organizmów rafowych, takich jak papugoryby i okonie; wpływ roślinożerców na rośliny morskie w okolicy; wzorce zachowań ryb raf koralowych, badanie czasu czuwania gatunków ryb w ciągu dnia. Był to niezwykle ekscytujący czas odkrywania oceanu.⁷⁹ Aktywnie promuje także ochronę oceanów i ich bioróżnorodności poprzez swoją organizację Mission Blue. Jest utalentowaną aquanautką, która posiada rekord głębokości pojedynczego nurkowania: 1250 stóp.

Krótki fragment, pochodzący z artykułu: Sylvia Earle - obrończyni oceanów „W ciągu mojego krótkiego życia widziałam degradację przyrody na niespotykaną dotąd skalę. W ciągu 50 lat od mojego pierwszego nurkowania w Keys, świat stracił połowę swoich raf koralowych.” - Dr Sylvia Earle - Co może znacznie podkreślić znaczenie danego projektu.



Rys.56,

Hans Hass, austriacki biolog i jeden z pionierów nurkowania, wniósł znaczący wkład w badania ekosystemów morskich. Był jednym z pierwszych, którzy używali kamer podwodnych do dokumentowania życia w oceanie. Jego badania i filmy pomogły społeczności naukowej oraz szerokiej publiczności zrozumieć znaczenie ochrony życia morskiego. Hass opracował również metody nurkowania i filmowania podwodnego, które są stosowane w biologii morskiej do dziś.

<https://spinnaker-watches.com/blogs/deep-time-chronicles/hans-hass-pioneering-underwater-explorer-and-filmmaker>

⁷⁹ <https://www.uw360.asia/project-tektite-the-aquanauts-that-lived-in-the-sea/>, data dostępu: 06.09.2024.



Rys.57, <https://malibudivers.com/blogs/news/diving-into-greatness-lloyd-bridges-and-the-enduring-legacy-of-sea-hunt>

Lloyd Bridges to aktor znany z serialu „Sea Hunt”, emitowanego w latach 1958-1961. Choć Bridges sam nie był profesjonalnym badaczem, serial odegrał ogromną rolę w popularyzacji nurkowania i zainteresowania badaniami morskimi wśród szerokiej publiczności. W efekcie wielu widzów, zainspirowanych serialem, zaczęło uprawiać nurkowanie i uczestniczyć w ekspedycjach naukowych. Poza ekranem Lloyd Bridges sam był zapalonym nurkiem. Jego prawdziwa pasja do podwodnego świata przełożyła się na zaangażowanie w promowanie odpowiedzialnych praktyk nurkowych i ochrony środowiska. Bridges stał się orędownikiem ochrony życia morskiego, wykorzystując swoją platformę do podnoszenia świadomości na temat delikatnych ekosystemów, które eksplorują nurkowie. Jego wysiłki poza ekranem jeszcze bardziej ugruntowały jego dziedzictwo nie tylko jako aktora, ale także jako strażnika oceanów.

4.5. Próba spojrzenia w przyszłość

W przyszłości alians pomiędzy laboratoriami morskimi znajdującymi się na wodzie a branżą nurkową (w tym freedivingiem) może stać się potężnym i innowacyjnym narzędziem do badania, ochrony i zrównoważonego wykorzystania ekosystemów morskich. Ten sojusz może przekształcić badania oceanów i mórz w wielopoziomowy, międzynarodowy projekt, który zapewni znaczący rozwój naukowy i gospodarczy dla krajów uczestniczących. Przeanalizujemy możliwą przyszłość takiego sojuszu, uwzględniając wybrane lokalizacje: wybrzeże Szwecji, Zatokę Gdańską oraz wybrzeża Cypru.



Rysunek 58 Rozmieszczenie obiektów projektowych.
Źródło: Opracowanie własne

Wizja ogólna aliansu

Alians będzie składał się z kilku węzłów badawczych, z których każdy zostanie strategicznie ulokowany w określonej strefie geograficznej i będzie prowadził badania związane z unikalnymi cechami tego regionu. Laboratoria na wodzie i stacje naukowe zostaną zintegrowane w jednolitą sieć, która zapewni koordynację działań i wymianę danych w czasie rzeczywistym. Nowoczesne technologie, takie jak sztuczna inteligencja, robotyka oraz komunikacja satelitarna, będą aktywnie wykorzystywane do zbierania, analizy i interpretacji danych. Ważnym elementem tego sojuszu będzie udział profesjonalnych nurków oraz freediverów, którzy będą realizować zadania wymagające bezpośredniej obecności pod wodą.

Lokalizacja i specjalizacja:

Wybrzeże Szwecji: Północny Bałtyk

Fokus badań: Badanie ekosystemów zimnowodnych, wpływ zmian klimatycznych na wody arktyczne, badanie bioróżnorodności mórz północnych.

Charakterystyka: W tej lokalizacji sojusz skupi się na badaniu zmian w ekosystemach Morza Bałtyckiego, badaniach nad morskimi ssakami, takimi jak foki, oraz monitorowaniu stanu zasobów rybnych. Nurkowie i freediverzy będą uczestniczyć w pracy nad ekosystemami podlodowymi oraz w instalacji czujników monitorujących prądy podwodne i temperaturę wody.

Zatoka Gdańska: Centralny Bałtyk

Fokus badań: Badanie wpływu czynników antropogenicznych na środowisko morskie, badanie zanieczyszczeń, odbudowa ekosystemów.

Charakterystyka: Ten węzeł będzie koncentrował się na badaniu skutków działalności przemysłowej i rolniczej dla Morza Bałtyckiego. Nurkowie odegrają kluczową rolę w

monitorowaniu zanieczyszczeń i stanu ekosystemów morskich, w tym badaniu akumulacji mikroplastiku i jego wpływu na organizmy morskie. Laboratorium na wodzie będzie mogło szybko reagować na zmiany i wspierać lokalne programy odbudowy ekosystemów.

Wybrzeże Cypru: Morze Śródziemne

Fokus badań: Badanie ekosystemów subtropikalnych, wpływ zmian klimatycznych na migracje gatunków morskich, bioróżnorodność ekosystemów śródziemnomorskich.

Charakterystyka: Węzeł będzie kluczowy dla badań ekosystemów subtropikalnych, zwłaszcza tych wpływanych przez zmiany klimatyczne. Badania skupią się na migracjach gatunków morskich, szczególnie ryb i żółwi morskich, które przemieszczają się w wyniku ocieplania wód. Nurkowie i freediverzy będą badać rafy, morskie ekosystemy przybrzeżne, które są trudno dostępne dla urządzeń zrobotyzowanych. Będą oni także monitorować wpływ turystyki na lokalne środowisko i podejmować działania na rzecz jego ochrony.

Wpływ na rozwój krajów

Alians stanie się siłą napędową dla rozwoju naukowego, gospodarczego i edukacyjnego krajów uczestniczących. Utworzy nowe miejsca pracy w dziedzinie nauki, ekoturystyki i ochrony morza, a także zapewni stały przepływ wiedzy i technologii. Młodzi naukowcy i badacze będą mogli uczestniczyć w międzynarodowych programach wymiany i kształcić się w najlepszych laboratoriach na świecie.

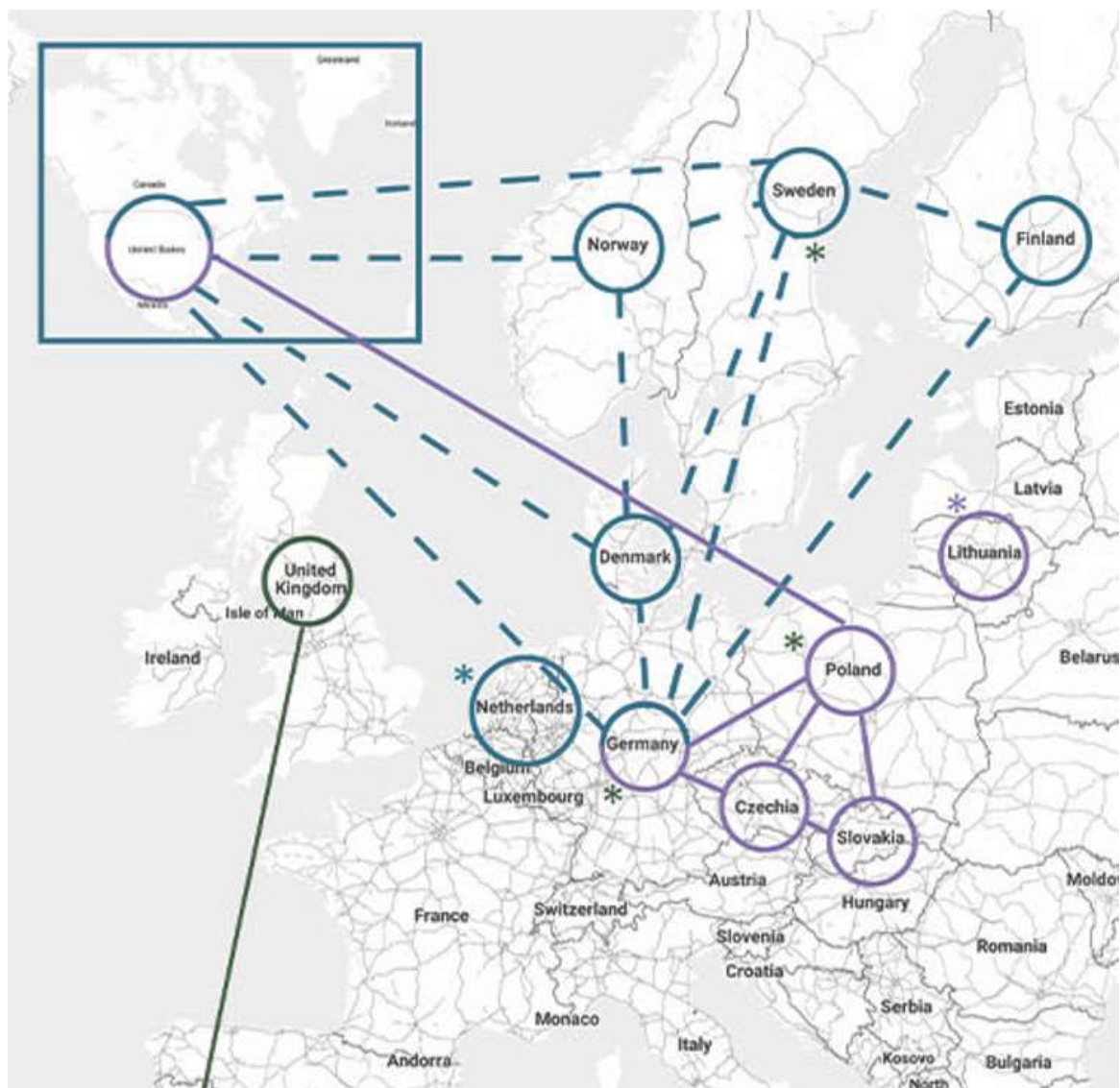
Ponadto alians może przyczynić się do rozwoju ekoturystyki i zwiększenia świadomości społecznej na temat znaczenia ochrony ekosystemów morskich. Na przykład freediverzy mogą przyciągać turystów do udziału w wyprawach naukowych, wspierając edukację ekologiczną i pozyskiwanie funduszy na projekty ochrony przyrody.

Podsumowanie

W przyszłości alians między laboratoriamiorskimi a nurkowaniem może stać się nowoczesnym przykładem integracji nauki, ekoturystyki i współpracy międzynarodowej. Sieciowe podejście oraz udział profesjonalnych nurków umożliwią szybkie i dogłębne badanie ekosystemów morskich, przynosząc korzyści nie tylko nauce, ale także krajom uczestniczącym, wspierając ich zrównoważony rozwój i ochronę dziedzictwa przyrodniczego.

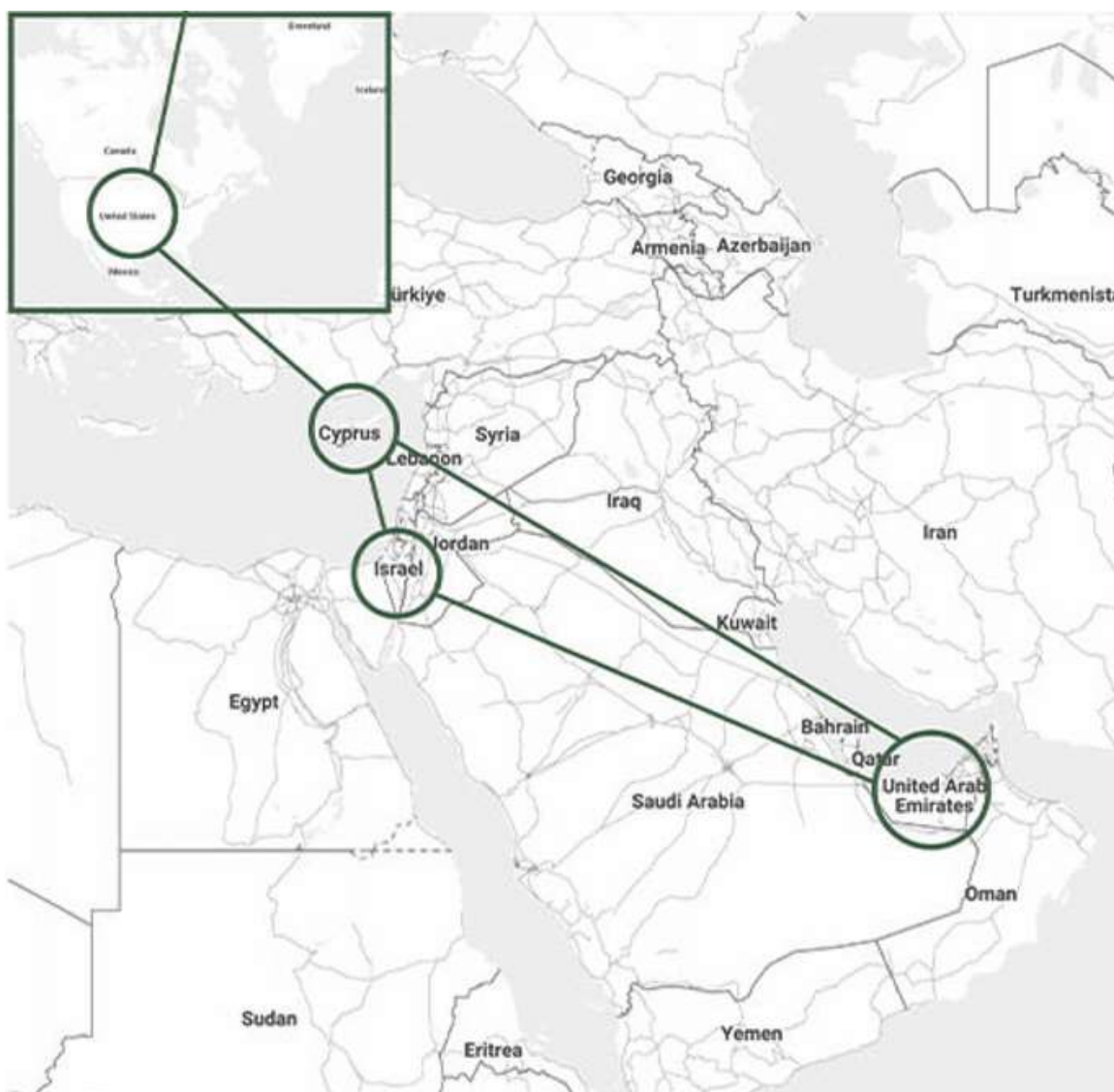
5. STAN ISTNIEJĄCY KONCEPCJI PROJEKTOWEJ

5.1. Analiza urbanistyczno-komunikacyjna



Rysunek 59 Analiza ciągów komunikacyjnych. Część pierwsza.

Źródło: Opracowanie własne



Rysunek 60 Analiza ciągów komunikacyjnych. Część druga.

Źródło: Opracowanie własne

Powyższe analizy ciągów komunikacyjnych przedstawiają strategiczną ocenę trzech wybranych lokalizacji pod względem warunków politycznych, turystycznych.

Powyższe analizy ciągów komunikacyjnych przedstawiają strategiczną ocenę trzech wybranych lokalizacji pod względem warunków politycznych, turystycznych. Badane są wzajemne powiązania polityczne i gospodarcze, możliwości wzmocnienia partnerstwa oraz rola geograficzna w kształtowaniu perspektyw wzrostu. Można zauważyć, że rozwój geograficzny wybranych krajów rozbiega się w częściowo różnych kierunkach. Szwecja jest bardziej rozwinięta w sąsiednich krajach skandynawskich. To znaczy że podczas zapoznania się z publicznie dostępnymi informacjami na temat relacji i stosunków między krajami widać zależności, że kraje skandynawskie mało mocno powieź między sobą. Mieszkańcy tych krajów częściej wybierają się do krajów sąsiednich na "odpoczynek", to znaczy kwestie turystyczne.

Na części drugiej opracowania przedstawiona trzecia z wybranych lokalizacji - wybrzeże Cypru. Jeżeli podczas porównania krajów Szwecji i Polski mówimy o relacjach “sąsiednich”, w przypadku Cypru geograficzne składniki są bardziej rozległe. Relacje Cypru rozwijają się również w krajach Azji. Już na początku niektóre kraje, takie jak Holandia, mogą stać się wspólnym mianownikiem. Szwecja w tym przypadku występuje jako kraj z dobrymi stosunkami z danym krajem. A dla poprawy sytuacji pozostałych krajów Aliansu będzie to korzystne.

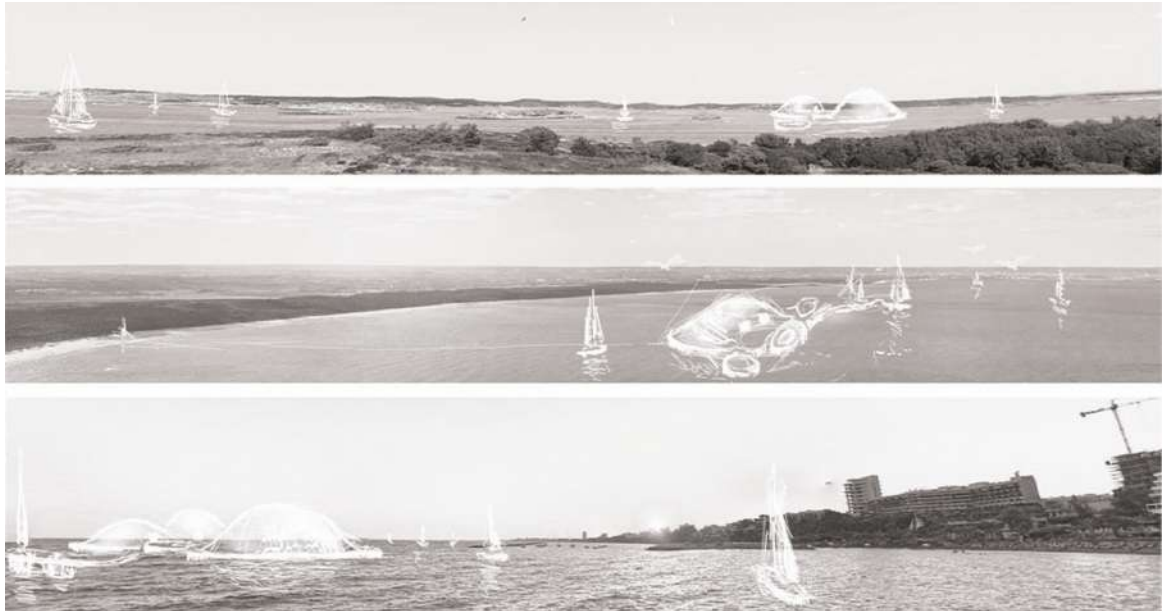
W przyszłości podobna wymiana informacji może znacznie pomóc w rozwoju i lepszym nadzorze nad ekosystemami morskimi wspierając ich wzrost. Jednocześnie ułatwi to rozwój branż związanych z nauką i gospodarką, szczególnie dzięki rozwojowi działalności nurkowej oraz współpracy specjalistów z różnych dziedzin, co korzystnie wpłynie na postęp w wymiarze naukowym, ekonomicznym i międzynarodowym.



Na danym schemacie przedstawiono trzy dodatkowe lokalizacji, które mogą być dobrym dodatkiem do przyszłości tego projektu. Rozpatrując projekt w bardziej globalnym spektrum można powiedzieć, że w tej chwili projekt istnieje w krajach Europy i częściowo dotyka Azji. Jeśli temat rozwinie się pomyślnie, Peru (lub Chile), Argentyna i Indonezja mogą być możliwościami

otwarcie. To założenie dotyczące szans rozwoju projektu opiera się na cechach geograficznych. Dostępne mogą być wybrzeża Ameryki Południowej z dostępem do Oceanu Spokojnego. A także wybrzeża Indonezji z dostępem do Morza Filipińskiego i Zatoki Bengalskiej.

5.2. Analiza widokowo-kompozycyjna



Rysunek 62 Wizja kompozycyjna założenia.

Źródło: Opracowanie własne

Główny nacisk położono na stworzenie organicznej, modułowej przestrzeni, która miałaby wiele możliwości zmiany konfiguracji budynku. Dzięki elastyczności i płynności form, każdy z elementów może obracać się w różnych kierunkach i rozwijać się w nowy sposób. Aby dostosować się do koncepcji eko-innowacji, zaproponowano materiały, które tylko podkreślą piękno koncepcji. *To tak, jakby dwie duże fale rozciągały się nad morzem.* Podobna struktura została wybrana ze względu na podobieństwo „wzoru” fal morskich. Organiczna struktura elewacji będzie również odbijana w słońcu z mnóstwem małych odbić.

6. WNIOSKI WYNIKAJĄCE Z PROBLEMU BADAWCZEGO, ANALIZ I UWARUNKOWAŃ. WYTYCZNE DO STUDIUM PROJEKTOWEGO

6.1. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych analiz, określenia problemu badawczego i przebadania społecznych komponentów, sformułowano następujące wnioski:

1. Potrzeba mobilnych / lokalnych przestrzeni badawczych - wynika z rosnącego zapotrzebowania na monitorowanie stanu środowiska wodnego oraz prowadzenie badań in situ. Również aktualność tematu podkreśla się tym, że prawie wszystkie jednostki na świecie są zlokalizowane na lądzie.
2. Wybór lokalizacji - jest uzasadniony szerokim zakresem praktycznych możliwości.
3. Rosnące znaczenie kwestii ochrony środowiska.

6.2. Wytyczne projektowe

Krótko podsumowując powyższe informacje przyjęto następujące założenia projektowe:

1. Zespół "obiektów" będzie przedstawiony w formie modułowych i adaptowanych do różnych warunków lokalnych obiektów.
2. Zastosowanie konstrukcji pływającej, rozwiązanie kwestii zachowania stabilności podczas falowania i w warunkach ekstremalnych pogodowych.
3. Koncepcja projektowa powinna uwzględniać minimalną ingerencję w środowisko naturalne. Biorąc pod uwagę ewentualną budowę tego kompleksu na wodzie - należy przyjąć, że wizualnie kompleks powinien harmonizować z otoczeniem. Bez zakłócania lub pogarszania krajobrazu miejskiego.

7. STUDIUM PROJEKTOWE

7.1. Założenia projektowe

Tereny nadwodne objęte opracowaniem są zlokalizowane w trzech lokalizacjach. Pierwsza i główna koncepcja została opracowana w strefie przybrzeżnej Cypru. Tutaj znajduje się główne centrum projektowe, ponieważ wszystkie moduły kompleksu mają być zainstalowane w tej lokalizacji. Lokalizacja obiektu wynosi trzy kilometry od najbliższych miast - Neapolis i Limassol. Wybór tej odległości wynika z mapy głębokości. Obiekt będzie zlokalizowany w strefie głębokości 15-25 m.



Rysunek 63 Lokalizacja Modułu A.

Źródło: Opracowanie własne

Drugi teren objęty opracowaniem jest zlokalizowany w pobliżu Zatoki Kattegat. Obiekt jest zlokalizowany na odległości 4m z każdej strony od najbliższych wysp. Na danej lokalizacji wybrano strefę o głębokości 15-25m.



Rysunek 64 Lokalizacja Modułu B.

Źródło: Opracowanie własne

Trzecie założenie projektowe jest zlokalizowane w Zatoce Gdańskiej w pobliżu Gdańska. Teren wybrany dla opracowania jest zlokalizowany na odległości 6,5 km od centrum i 5,5km na Ptasiego Raju (park krajobrazowy).



Rysunek 65 Lokalizacja Modułu C.

Źródło: Opracowanie własne

7.2. Program funkcjonalny

Założenie laboratorium przewiduje na parterze strefę open-space. Zapewnione są wszystkie niezbędne pomieszczenia główne oraz pomocnicze wraz z pomieszczeniami technicznymi. Cały parter Modułu Laboratoryjnego pełni główną funkcję - laboratorium z zapleczem. Na piętrze znajduje się strefa konferencyjna wraz z pomieszczeniami technicznymi i tymczasową strefą odpoczynku (pobytu) dla pracowników laboratorium. Moduł trzykondygnacyjny, dwie kondygnacje nadziemne ogólnodostępne i jedna kondygnacja podziemna techniczna.

Parter Modułu B jest w pełni publicznie dostępną przestrzenią. Obejmuje strefy sportowe, rekreacyjne i magazynowe. Moduł jest dwukondygnacyjny, z jedną kondygnacją nadziemną i jedną kondygnacją podziemną techniczną.

Parter Modułu C to open-space przeznaczony na sale konferencyjne. Również na parterze znajduje się główny węzeł monitoringu całego zespołu projektowego. Piętro - to kreatywna otwarta przestrzeń.

Jedną z dominujących funkcji jest tunel znajdujący się w środku kompleksu. Pełni on funkcję łącznika między jednostkami oraz tunelu do nurkowania.

Na terenie kompleksu znajdują się zielone pływające moduły raftingowe i konstrukcje z "klumbami z ziemią" dla roślin zielonych.

7.2. Wytyczne funkcjonalno-użytkowe dotyczące bio laboratorium

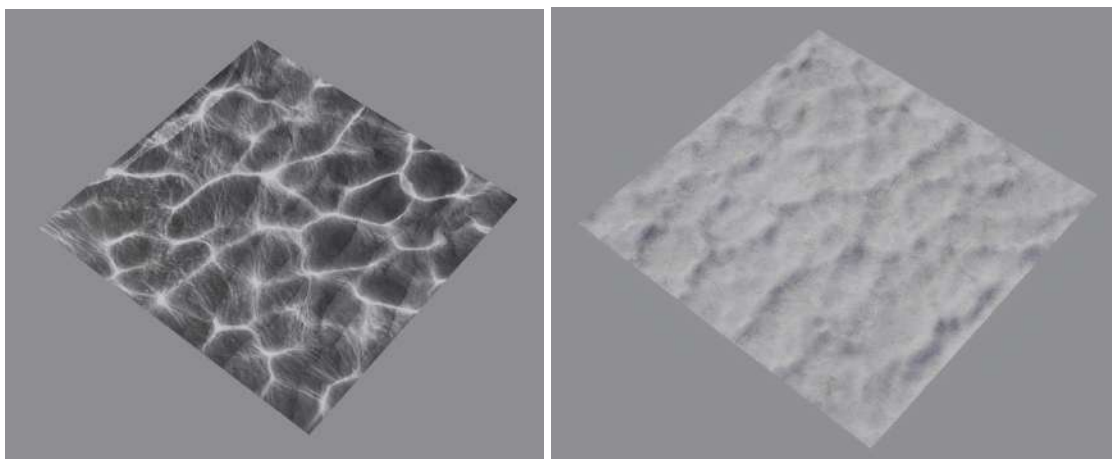
Zapewnienie podziału laboratorium na strefy

1. Podział na strefy "czyste" i "brudne", aby zapobiec zanieczyszczeniu krzyżowemu.

2. Należy zapewnić "podziały sanitarne" - oddzielne wejścia dla personelu i dostaw materiałów.
3. Zapewnienie stabilnych warunków klimatycznych i zminimalizowanie wpływu czynników zewnętrznych.
4. Vivarium i akwarium koniecznie muszą być oddzielone osobnymi pomieszczeniami.
5. Pomieszczenie do sterylizacji musi znajdować się na granicy stref "czystych" i "brudnych", aby zapewnić skuteczną dezynfekcję sprzętu.
6. Podłogi i ściany pomieszczeń powinny być wykonane z wodoodpornych materiałów odpornych na dezynfekcję. Miejsca styków między ścianami, podłogą a sufitem powinny być zaokrąglone w celu ułatwienia czyszczenia i zapobiec gromadzeniu się zanieczyszczeń. Wentylacja powinna zapewniać wymagany współczynnik wymiany powietrza i utrzymywać wymagane parametry mikroklimatu.

7.3 Forma architektoniczna

Kształt każdego z modułów jest zaprojektowany indywidualnie. Opiera się na inspiracjach kształtem muszli i fal morskich. Poprzez mieszanie tych kształtów uzyskuje się organiczne, bio-futurystyczne formy. Część nadziemna jest owalną kopułą, podczas gdy część podziemna powtarza kontur powyższej struktury i jest wyciągnięta prosto do dołu. "Dolna powłoka" każdego z modułów została zaprojektowana za pomocą modelowania parametrycznego w oparciu o obraz dna morskiego (Patrz niżej).



Rysunek 66 Podkład zdjęcie dna morskiego, przerobiony na potrzeby wykorzystania.

Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 67 Wymodelowania powłoka na podstawie zdjęcia powyżej.

Źródło: Opracowanie własne

7.4. Wymogi przeciwpożarowe. Ewakuacja. Ekstremalne warunki

Podstawy prawne:

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2019 r. poz. 1065 ze zm.).
2. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków (Dz.U. 2010 nr 109 poz. 719).
3. PN-B-02852:2001, PN-EN 13501, PN-EN 1838 – normy dot. odporności ogniowej, znaków ewakuacyjnych i oświetlenia awaryjnego.

Instalacje techniczne. Wymagane są:

1. instalacje sygnalizacji pożaru, czujniki dymu i temperatury w strefach zagrożonych, hydranty wewnętrzne, system oddymiania dla korytarzy i klatek schodowych (szerokość powyżej 1,5m), gaśnice w każdej strefie zagrożenia.
2. przechowywanie substancji niezgodnych chemicznie w oddzielnych szafach lub pomieszczeniach o klasie odporności EI60.

Ewakuacja:

1. Wyjścia ewakuacyjne co najmniej dwa niezależne wejścia z każdego pomieszczenia, jeśli: powierzchnia powyżej 100m² lub przebywa więcej niż 50 osób.
2. Drogi ewakuacyjne: szerokość minimalna dla 1-50 osób: 1,2m, dla 51-100 osób: 1,5m. Długość w budynkach niskich do 40m, do 30m w budynkach średniowysokich.
3. Należy zapewnić odpowiednią liczbę kamizelek ratunkowych i łodzi ratunkowych, biorąc pod uwagę specyfikę lokalizacji obiektu na wodzie.

Ekstremalne warunki. Biorąc pod uwagę specyfikę złożonej lokalizacji na wodzie, konieczne jest zapewnienie: montażu i instalacji (mocowania) wszystkich możliwych urządzeń, maszyn. Nawet niewielkie kołysanie może prowadzić do utraty stabilności mebli i ich późniejszego uszkodzenia. Biorąc pod uwagę funkcje pełnione na obiektach, punkt ten powinien być spełniony obowiązkowo. Główne pytania w tej sekcji będą dotyczyły stabilności i stabilności struktury. Biorąc jednak pod uwagę, że zestaw zajmuje dość znaczny obszar, a sam kształt rozciąga się raczej na długość niż wysokość, jego wskaźniki stabilności znacznie wzrastają.

7.5. Wymogi dostępności obiektu dla osób niepełnosprawnych.

Każdy ma dostęp do tego obiektu, tylko odwiedzenie go przez osoby niepełnosprawne będzie wymagało dodatkowej kwestii. Niezbędne jest, aby osoba upoważniona towarzyszyła jej podczas całego pobytu na miejscu. Towarzyszenie odnosi się do przebywania na zewnątrz na platformach. Ograniczenie to nie jest konieczne podczas odwiedzania wewnątrz kompleksu.

8. STUDIUM TECHNICZNE

8.1. Opis techniczny projektu zagospodarowania terenu nad wodą

Dane ogólne:

Lokalizacja:

1. Zatoka Kattegat (współrzędne - 57°18'17.4"N 12°00'57.2"E (przewidziano margines błędu do 5 procent)).
2. Zatoka Gdańska (współrzędne - 54°23'17.4"N 18°52'22.1"E (przewidziano margines błędu do 5 procent)).
3. Wybrzeże Cypru (współrzędne - 34°39'43.6"N 33°04'34.1"E (przewidziano margines błędu do 5 procent)).

Opracowanie projektu zagospodarowania terenu obejmuje:

1. położenie zespołu modułów w wybranych lokalizacjach, rozmieszczonych na wodzie.
2. zaprojektowanie "drogi dojazdowej" - pomostu dla pojazdów odwiedzających dane założenie projektowe.
3. zapewnienie komunikacji pieszej na terenie opracowania i zintegrowanie założenia z kontekstem obszaru.
4. uzupełnienie terenów zielonych w strefach nadwodnych i podwodnych.

Moduł A zalicza się do IX kategorii obiektów budowlanych ze względu na funkcje - laboratoria. Moduł B zalicza się do XIV kategorii obiektów budowlanych ze względu na funkcje sportowe. Moduł C zalicza się do XVI kategorii obiektów budowlanych ze względu na funkcje konferencyjne.

Zaprojektowano zespół obiektów modułowych o nieregularnym kształcie które wpisują się w powierzchnię o wymiarach - 91,0m x 140,0m.

8.1.1. Zestawienie bilansu

Powierzchnia zabudowy:	
Moduł A - Laboratorium	1577m ²
Moduł B - Sportowa	845m ²
Moduł C - Edukacyjna	667m ²
Tunel	231m ²
Tereny zielone	735m ²
Pomost	218m ²
Łącznie:	4273m ²

Tabela 7. Zestawienie bilansu terenu, opracowanie własne

8.2. Opis techniczny projektu architektoniczno-budowlanego

Nazwa: Architektura biotopów morskich. Ośrodek nurkowania i freediving'u.

Funkcja: naukowo-badawcza, sportowa, edukacyjna.

Kategoria: IX, XIV, XVI.

Maksymalna wysokość części nadziemnej mierzona od poziomu parteru modułów (orientacyjnie wybrany za parter ze względu na posadowienie budynku na terenach morskich) - 650cm. Wysokość części podwodnej mierzona od poziomu parteru modułów (do ścianki zamykającej powłokę dna konstrukcji) - 805cm.

8.3. Rozwiązanie konstrukcyjno-materiałowe

Powłoka zewnętrzna odlewana indywidualnie części podziemnej. Układ warstw:

1. Przygotowana forma odlewana
2. Podwójna warstwa żelkotu
3. Żywica
4. Tkanina z włókna węglowego
5. Żywica
6. Tkanina z włókna węglowego
7. Pianka poliuretanowa
8. Żywica
9. Tkanina z włókna węglowego
10. Laminowanie włóknem preimpregnowanym zbrojonym
11. Haxcore nomex

Pływaki poliuretanowe o indywidualnych wymiarach.

Konstrukcja nośna (stropy, ściany) - szkieletowo aluminiowa. Warstwa termoizolacyjna w konstrukcji - wełna mineralna. Konstrukcja działowa - szkieletowo aluminiowa o mniejszych profilach.

Jako materiał wykończeniowy ścian i stropów wybrano płyty poliuretanowe PUR o grubości 3cm.

Powłoka przeszklona wykonana z systemu zakrzywionych okien. Wybrano system trzyszybowy. Podkreślając warunki samowystarczalności obiektu, do stworzenia panelu słonecznego wykorzystano system napylania nadtlenkowego. Wydajność Pervoxide pozwala na zastosowanie tej technologii na zakrzywionych powierzchniach. Jako izolacja termiczna zastosowaną pół przezroczysty materiał - aerożel, o bardzo niskiej przewodności cieplnej. Umieszczonej między warstwami szkła w oknach.

System struktury metalowej powłoki wykończeniowej na zewnątrz- wypukłe panele aluminiowe.

Drzwi zewnętrzne i wewnętrzne szklane aluminiowe dwuszybowe.

9. PODSUMOWANIE

Celem pracy magisterskiej było szczególne opracowanie koncepcji projektowej kompleksu pływających modułów w środowisku międzynarodowym, z uwzględnieniem aspektów lokalizacyjnych oraz potencjału współpracy w szerokim spektrumie. Projekt miał stać się częścią szerszego kontekstu rozwoju architektury morskiej zarówno jak i architektury przyszłości, oferując nowe podejście do zagospodarowania przestrzeni nadwodnych.

Zostały przeanalizowane kwestie związane z tworzeniem międzynarodowego Aliansu nie tylko w zakresie architektury i urbanistyki. Ale także w aspekcie społecznym, środowiskowym, nawet politycznym. Ten Alians może być podstawą do różnego typu realizacji projektów związanych z biologią morską, integracją naukową a sportową. Przy odpowiednim rozwoju tego projektu, jego znaczenie i wpływ nie będą ograniczone do tych działań. Wykorzystując możliwości rozwoju w międzynarodowym spektrum, praca i komunikacja mogą się szybko rozwijać.

Przeprowadzone badania i analizy wykazały że we współczesnym świecie stać się już na tego typu innowacje. Budownictwo na terenach nadwodnych, lub podwodnych, nadal się rozwija, co powinno nadać dość poważny ton dalszym badaniom i pracom w zakresie architektury.

Wyniki wskazują na potrzebę dalszych badań nad techniczną wykonalnością budowy tego projektu, ze względu na raczej niestandardowe podejście i zastosowane technologie i materiały. Praca ta reprezentuje innowacyjną wizję przyszłości, która przy odpowiednim wsparciu politycznym, technologicznym i społecznym może mieć realną szansę na realizację.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Januchta-Szostak A. *Miasto w symbiozie z wodą*, Wydawnictwo PK, Kraków 2010 r.
2. Kusińska E. *Jak zamieszkać na wodzie?* Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2013 r.
3. Kupiec-Hyła D. Woda do zamieszkania, *Środowisko Mieszkaniowe /Housing Environment*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2007 r., p. 129–131.
4. Kowalczak P. *Konflikty o wodę*, Wydawnictwo Kurpisz S.A., Przeźmierowo 2007 r.
5. Łabuz T.A.; Wochna-Bartnik S. *Charakterystyka współczesnych siedlisk roślin pionierskich na wydmachach przednich polskiego wybrzeża w badaniach projektu Fomobi*, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2013 r.
6. Makomaska – Juchiewicz M. *O ochronie bioróżnorodności biologicznej*, Wydawnictwo Instytutu Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk, Kraków 2007 r.
7. Miernik N.; Czenczek Z.; Gintowt M. *Różnorodność gatunkowa makrozoobentosu w strefie przybrzeżnej Klifu Orłowskiego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2021 r.
8. Moore Ch.W. *Water and Architecture*, Thames & Hudson, New York 1994 r.
9. *Model Kronsberg: nachhaltiges Bauen für die Zukunft/Sustainable Building for the Future*, Landeshauptstadt Hannover, Hannover 2000 r.
10. Meire P. *Budowanie z naturą*, Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, 2020 r.
11. Nyka.L. *Architektura i woda*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2016 r.
12. Nehring I.; Staniszevska M.; Beldowska M.; Zgrundo A.; Złoch I.; Popławska A. *Bisfenol A i wybrane alkilofenole w fitobentosie wód przybrzeżnych Zatoki Puckiej - badania wstępne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2023 r.
13. Olthuis K.; Keuning D. *Float!: Building on Water to Combat Urban Congestion and Climate Change*, Frame Publishers 2010 r.
14. Pyć D. *Zasady morskiego planowania przestrzennego i zintegrowanego zarządzania strefą przybrzeżną*, Wydawnictwo Oddział PAN w Gdańsku, Gdańsk 2013 r.
15. Stępiak K. *Charakterystyka instrumentów prawnych służących ochronie różnorodności biologicznej w Polsce*, Wydawnictwo Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego, Białystok 2015 r.
16. Waterman R.E. *Wejście lądu w wodę i wody w ląd. Realizacja zintegrowanego rozwoju terenów nadmorskich przez budowanie wspólnie z naturą*, Wydawnictwo IMOGEOR, 2008 r.
17. Wagner I.; Krauze K.; Zalewski M. *Błękitne aspekty zielonej infrastruktury*, Wydawnictwo Fundacja Sendzimira. Warszawa 2013 r.
18. Zemła K., *Architektura naturalna*, Wydawnictwo Fundacja im. Stefana Kuryłowicza, Warszawa 2018 r.
19. Żwir-Ferenc A., Biziuk M., *Przegląd metod oznaczania pestycydów i PCB w Żywności*, Wydawnictwo Towarzystwa Chemii i Inżynierii Ekologicznej, Gdańsk 2002 r.
20. Projekt „Plan adaptacji Miasta Gdańsk do zmian klimatu do roku 2030”.

21. <https://www.seasteading.org/active-projects/> (data dostępu: 22.04.2024 r.)
22. <https://seabrick.ca/> (data dostępu: 22.04.2024 r.).
23. <https://oceanbuilders.com/blog/overcoming-challenges-in-open-sea-construction/> (data dostępu: 22.04.2024 r.).
24. <https://futurearchitectureplatform.org/projects/677d4667-d51d-4de3-b538-e8d90cda6d17/> (data dostępu: 07.04.2024 r.).
25. <https://www.aidainternational.org/Freediving> (data dostępu: 06.06.2024 r.).
26. https://issuu.com/mik.krakow/docs/a66_nieu_ytki/s/11385205 (data dostępu: 19.06.2024 r.).
27. https://www.mp.pl/pacjent/gastrologia/choroby/watroba/291781_wirusowe-zapalenie-watroby-typu-a-wzw-a-przyczyny-objawy-leczenie-i-profilaktyka (data dostępu: 16.07.2024 r.).
28. <https://www.alablaboratoria.pl/19941-metale-ciezkie> (data dostępu: 16.07.2024 r.).
29. <https://www.fdpa.org.pl/eutrofizacja>, (data dostępu: 16.07.2024 r.).
30. <https://www.alpla.com/pl/mikroplastik> (data dostępu 16.07.2024 r.).
31. https://gdansk.gedanopedia.pl/gdansk/?title=KLIMAT_I_BIOKLIMAT (data dostępu 16.07.2024 r.).
32. <https://floating.farm/> (data dostępu: 31.08.2024 r.).
33. https://vincent.callebaut.org/object/080523_lilypad/lilypad/projects (data dostępu: 31.08.2024 r.).
34. <https://sigmaearth.com/ru/marine-ecosystem-types-and-characteristics/> (data dostępu: 31.08.2024 r.).
35. <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/rafy-koralowe-czy-ktores-przetrwaja-globalne-ocieplenie> (data dostępu: 01.09.2024 r.).
36. <https://www.oecd.org/en.html> (data dostępu: 01.09.2024 r.).
37. https://dbpedia.org/page/Thadd%C3%A4us_Haenke (data dostępu: 01.09.2024 r.).
38. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Anataz> (data dostępu: 01.09.2024 r.).
39. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Fotokataliza#:~:text=Fotokataliza%20%E2%80%93%20zmiana%20szybko%20reakcji%20chemicznej.zaanga%20w%20przemiany%20chemiczne%20reagent%C3%B3w> (data dostępu: 01.09.2024 r.).
40. <https://www.teraz-srodowisko.pl/slownik-ochrona-srodowiska/definicja/fitoremediacja.html> (data dostępu: 01.09.2024 r.).
41. https://rds.m.gios.gov.pl/images/Pliki/Oceny%20roczne/5_OCENA_STANU_2018_NA_TLE_2008-2017.pdf (data dostępu: 01.09.2024 r.).
42. <https://www.revoltenergy.eu/pl/blog/dom-samowystarczalny-jak-sie-go-buduje-i-w-jaki-sposob-dziala> (data dostępu: 03.09.2024 r.).
43. https://www.polityka.pl/tygodnikpolityka/rynek/1714164.1_zbuduj-i-zacumuj-nowy-trend-mieszkania-na-wodzie.read (data dostępu: 03.09.2024 r.).
44. <https://architektura.muratorplus.pl/realizacje/domy-na-jeziorze-jamno-aa-eanU-oqJz-sdMS.html>, (data dostępu: 03.09.2024 r.).
45. <https://eurobuildcee.com/magazine/2659-wodny-swiat> (data dostępu: 06.09.2024 r.).

46. <https://old.bigenc.ru/geography/text/3543760>, (data dostępu: 06.09.2024 r.).
47. <https://www.zalew.org/kattegat> (data dostępu: 06.09.2024 r.).
48. <http://www.bubblemania.fr/ru/bulles-architecture-rolf-disch-maison-heliotrope-solaire-tourn-ante-1994/> (data dostępu: 29.04.2025r.).
49. <https://wyborcza.pl/7,75400,28066383,jeszcze-w-tym-wieku-tropikalne-rafy-koralowe-prawdopodobnie.html> (data dostępu: 29.04.2025r.).
50. <https://www.shiphub.pl/najwieksze-porty-w-polsce/#:~:text=W%20roku%202023%20r..Ma%20on%20ponad%2020%20nabrze%C5%BCy>. (data dostępu: 29.04.2025r.).
51. <https://www.pasazer.com/news/466898/gdansk.6.7.mln.pasazerow.w.najlepszym.w.historii.2024.roku.html#:~:text=Liczba%206%2C7%20mln%20pasa%C5%BCer%C3%B3w,miesi%C4%85cach%20ostatniego%20kwarta%C5%82u%20minionego%20roku> (data dostępu: 29.04.2025r.).
52. <https://gdansk.gedanopedia.pl/gdansk/?title=KLIMAT I BIOKLIMAT> (data dostępu: 29.04.2025r.).
53. https://otop.org.pl/wp-content/uploads/2019/05/Trendy_liczebnosci_ptakow_w_Polsce_2018.pdf (data dostępu: 29.04.2025r.).
54. https://rdsm.gios.gov.pl/images/Pliki/Oceny%20roczne/5_OCENA_STANU_2018_NA_TLE_2008-2017.pdf (data dostępu: 29.04.2025r.).
55. <https://www.umgdy.gov.pl/wp-content/uploads/2023/04/GDA.Prognoza.pdf> (data dostępu: 29.04.2025r.).
56. <https://reefpedia.org/pl/zooplankton-vs-fitoplankton/#:~:text=Fitoplankton%20dostarcza%20tlen%20i%20stanowi.zdrowego%20i%20stabilnego%20akwarium%20morskiego> (data dostępu: 29.04.2025r.).
57. https://www.umgdy.gov.pl/wp-content/uploads/2022/07/IOW_04_POIS_Sprawozdanie_zbiorcze_ZP_IPH.pdf (data dostępu: 29.04.2025r.).
58. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Fitobentos> (data dostępu: 29.04.2025r.).
59. <https://www.dertour-reiseleitung.com/pl/zypern/nachhaltigkeit/die-suppenschildkroete/> (data dostępu: 29.04.2025r.).
60. <https://www.wwf.pl/aktualnosci/ocean-umiera-taki-mamy-klimat> (data dostępu: 29.04.2025r.).
61. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B7%D1%80%D1%8B%D0%B2_%D0%BD%D0%B5%D1%84%D1%82%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%8B_Deepwater_Horizon (data dostępu: 29.04.2025r.).
62. <https://irme.pl/badania-pokazuja-ze-w-atmosferze-kraza-tysiace-ton-mikroplastiku/> (data dostępu: 29.04.2025r.).
63. <https://rv.ocean.ru/flot/abf/nis-akademik-ioffe?cultureKey=en,data> (data dostępu: 29.04.2025r.).

11. ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE

11.1. Spis ilustracji

Rysunek 1. "Między architekturą a „nową naturą", Autor: Sissi Roselli, Źródło:

https://issuu.com/mik.krakow/docs/a66_nieu_ytki/s/11385205

Rysunek 2. Coquina Projekt First prototype steps. Źródło:

<https://www.seasteading.org/prototype-launch/>

Rysunek 3. Second prototype. Źródło: <https://www.seasteading.org/prototype-launch/>

Rysunek 4. Oceanix Busan Project. First step. Platforma mieszkalna, Źródło: <https://oceanix.com/>

Rysunek 5. Oceanix Busan Project. Second step. Platforma mieszkalna, Źródło:

<https://oceanix.com/>

Rysunek 6. Oceanix Busan Project. First step. Platforma badawcza, Źródło: <https://oceanix.com/>

Rysunek 7. Oceanix Busan Project. First step. Platforma badawcza, Źródło: <https://oceanix.com/>

Rysunek 8. Oceanix Busan Project. First step. Druga platforma mieszkalna, Źródło:

<https://oceanix.com/>

Rysunek 9. Oceanix Busan Project. First step. Druga platforma mieszkalna, Źródło:

<https://oceanix.com/>

Rysunek 10. Efekt końcowy projektu. Źródło: <https://oceanix.com/busan/>

Rysunek 11. Buoyant Ecologies. Źródło:

<https://futurearchitectureplatform.org/projects/677d4667-d51d-4de3-b538-e8d90cda6d17/>

Rysunek 12. Buoyant Projekt. Kształtowanie dna morskiego struktury, interakcja z ekosystemem morskim. Źródło:

<https://futurearchitectureplatform.org/projects/677d4667-d51d-4de3-b538-e8d90cda6d17/>

Rysunek 13. Przekrój poprzeczny obiektu. Źródło:

<https://futurearchitectureplatform.org/projects/677d4667-d51d-4de3-b538-e8d90cda6d17/>

Rysunek 14 Heliotrop, Źródło:

<https://www.architekturaibiznes.pl/en/experiments-in-context-efficiency-or-self-sufficiency,28218.html>

Rysunek 15 Szkic projektowy, Źródło:

<http://www.bubblemania.fr/ru/bulles-architecture-rolf-disch-maison-heliotrope-solaire-tournante-1994/>

Rysunek 16 Przekrój projektowy, Źródło:

<http://www.bubblemania.fr/ru/bulles-architecture-rolf-disch-maison-heliotrope-solaire-tournante-1994/>

Rysunek 17 Postępowanie rozwiązania idei. Źródło: <https://floating.farm/>

Rysunek 18 Stan istniejący farmy. Źródło: <https://floating.farm/>

Rysunek 19 Projekt Lilypad. Widok perspektywiczny

Rysunek 20 Idea powstania kształtu "Lilypad". Źródło: <https://floating.farm/>

Rysunek 21 Możliwe trasy przemieszczania projektu "Lilypad". Źródło: <https://floating.farm/>

Rysunek 22 Acropora latistella, Malediwy.

Zdjęcie: Mal B/flickr, data dostępu: 01.08.2024.

Rysunek 23 Namorzyny. Źródło: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Namorzyny>, data dostępu: 02.09.2024.

Rysunek 24 Glony. Źródło: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Ramienica>, data dostępu: 02.09.2024.

Rysunek 25 Wodorosty, Źródło:

<https://cordis.europa.eu/article/id/441973-where-and-how-big-are-the-nordic-kelp-forests/pl>, data dostępu: 02.09.2024.

Rysunek 26 Ocean, Źródło:

<https://turystyka.wp.pl/ocean-spokojny-tutaj-splywaja-wody-z-lodowcow-prawdziwy-przyrodniczy-fenomen-6150161928009345a>, data dostępu: 02.09.2024.

Rysunek 27 Głębiny oceanu, Źródło:

<https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/jak-gleboki-jest-ocean-glebiny-mierza-wiecej-niz-najwyzsze-szczyty-na-powierzchni/2fyvhre>, data dostępu: 02.09.2024.

Rysunek 28 Cykl rozwojowy koralowców (rozmnażają się również bezpłciowo, przez pączkowanie), Źródło:

<https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/rafy-koralowe-czy-ktores-przetrwaja-globalne-ocieplenie>, data dostępu: 01.09.2024.

Rysunek 29 Mapa pokazująca, ile gatunków (głównie zwierząt, w tym koralowców, ale także na przykład traw morskich) byłoby narażonych na zmieniające się warunki w ramach RCP 8.5.

Narażenie na nowe warunki przedstawiono jako odsetek gatunków w siatce 100 km zagrożonych bezprecedensowymi temperaturami (tj. wykraczającymi poza warunki obecnie istniejące w niszy zajmowanej przez gatunek) do 2100 r. Źródło:

<https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/rafy-koralowe-czy-ktores-przetrwaja-globalne-ocieplenie>, data dostępu: 01.09.2024.

Rysunek 30 Próbką pobrana przez naukowców z koralu *Dendrogyra cylindrus* (okaz żeński), Źródło:

<https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/rafy-koralowe-czy-ktores-przetrwaja-globalne-ocieplenie>, data dostępu: 01.09.2024.

Rysunek 31 Porównanie raf w basenie Indo-Pacyficznym, Karaibskim i na południu Atlantyku. a) cechy raf południowego Atlantyku, które czynią je bardziej stabilnymi, b) typowa budowa rafy:

Indo-Pacyfik (formy rozgałęzione, Rafa Milln, Wielka Rafa Koralowa), Karaiby (formy rozgałęzione i masywne, wyspa Andros), Bahamy i Południowy Atlantyk (masywne formacje wokół archipelagu Fernando de Noronha, Brazylia). Źródło:

<https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/rafy-koralowe-czy-ktores-przetrwaja-globalne-ocieplenie>, data dostępu: 01.09.2024.

Rysunek 32 Wnioski dotyczące stanu raf koralowych w różnych scenariuszach wzrostu temperatury, Źródło:

<https://wyborcza.pl/7,75400,28066383,jeszcze-w-tym-wieku-tropikalne-rafy-koralowe-prawdopodobnie.html>

Rysunek 33 Zmiany średniej całkowitej biomasy fitoplanktonu w miesiącach letnich

(czerwiec-wrzesień) w wodach środkowej Zatoki Gdańskiej, Źródło:

https://rds.gios.gov.pl/images/Pliki/Oceny%20roczne/5_OCENA_STANU_2018_NA_TLE_2008-2017.pdf, data dostępu: 01.09.2024.

Rysunek 34 Zmiany średniej liczebności i biomasy mezozooplanktonu w wodach środkowej

Zatoki Gdańskiej (stopień P110) w latach 2008-2017. Źródło:

https://rds.gios.gov.pl/images/Pliki/Oceny%20roczne/5_OCENA_STANU_2018_NA_TLE_2008-2017.pdf, data dostępu: 01.09.2024.

Rysunek 35 Flagellates. Źródło: <https://teamaquafix.com/flagellates/>, data dostępu: 01.09.2024.

Rysunek 36 Cyanophyceae, Źródło: <https://www.inaturalist.org/taxa/196963-Cyanophyceae>, data dostępu: 01.09.2024.

Rysunek 37 Cladophora sp., Źródło:

<https://turismo.santander.es/inventario-litoral/Cladophora-sp.>, data dostępu: 01.09.2024.

Rysunek 38 Bacillariophyceae., Źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/Taxonomy_of_diatoms., data dostępu: 01.09.2024.

Rysunek 39 Żółw morski -loggerhead, źródło:

<https://www.nestonline.org/loggerhead-caretta-caretta/>

Rysunek 40 Żółw zielony - chelonia mydas, źródło:

<https://dinoanimals.pl/zwierzeta/zolw-zielony-jadalny-chelonia-mydas/>

Rysunek 41 Łąka organów Posidonia oceanica: (a) plaże z Egagropiles i bankietami; (b) strefa plaży z martwymi matami i organami łąki w śladach falowania; (c) łąka Posidonia oceanica z linią brzegową eksportowaną do otchłani; oraz (d) otchłań ze skupiskami różnych, Źródło:

<https://www.mdpi.com/2077-1312/11/4/749#>

Rysunek 42 Posidonia oceanica w środowisku morskim, Źródło:

https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Posidonia_oceanica.jpg

Rysunek 43 Posidonia oceanica na plaży, Źródło:

<https://www.dimporzano.com/posidonia-oceanica/>

Rysunek 44 Średnia temperatura maksymalna i minimalna, Źródło:

<https://pl.weatherspark.com/compare/y/71566~84138~150218/Por%C3%B3wnanie-%C5%9Brednich-warunk%C3%B3w-pogodowych-w:-G%C3%B6teborg-Gda%C5%84sk-i-Cypr>

Rysunek 45 Średnia temperatura wody, Źródło:

<https://pl.weatherspark.com/compare/y/71566~84138~150218/Por%C3%B3wnanie-%C5%9Brednich-warunk%C3%B3w-pogodowych-w:-G%C3%B6teborg-Gda%C5%84sk-i-Cypr>

Rysunek 46 Sezon wegetacyjny, Źródło:

<https://pl.weatherspark.com/compare/y/71566~84138~150218/Por%C3%B3wnanie-%C5%9Brednich-warunk%C3%B3w-pogodowych-w:-G%C3%B6teborg-Gda%C5%84sk-i-Cypr>

Rysunek 47 Eksplozja na pływającej półzanurzalnej platformie wiertniczej,

Źródło:

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B7%D1%80%D1%8B%D0%B2_%D0%BD%D0%B5

%D1%84%D1%82%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%8B_Deepwater_Horizon

Rysunek 48 Lokalizacja podobnych instytucji zaangażowanych w badanie biologii i ekosystemów morskich, Podkład: mapa czarno-biała. Źródło: <https://www.pngwing.com/ru/free-png-prjfn>, dostęp: 01.03.2024r, Opracowanie własne.

Rysunek 49 Freediving. Źródło: <https://atalaiamadeira.com/en/freediving/>

Rysunek 50 National championship, global competitions. Zbiór danych dotyczących lokalizacji prowadzonych mistrzostw freedivingu, Podkład: mapa czarno-biała. Źródło: <https://www.pngwing.com/ru/free-png-prjfn>, dostęp: 01.03.2024r., opracowanie własne

Rysunek 51 Lokalizacje prowadzonych mistrzostw na terenie Polski, Podkład: mapa czarno-biała. Źródło: <https://www.pngwing.com/ru/free-png-vykw>, dostęp: 01.03.2024r, opracowanie własne.

Rysunek 52 Przedstawienie prowadzeń mistrzostw świata, Źródło: <https://freediving.ru/rossijskie-fridayvery-vystupayut-na-pervyh-mezhdunarodnyh-glubinnyh-sorevnovaniyah-posle-smyagcheniya-sankcij-aida/>

Rysunek 53 <https://www.pinterest.com/pin/49117452171684088/>

Rysunek 54 <https://michaelshapiro.net/interview-oceanographer-sylvia-earle-the-sun-july-2018/>

Rysunek 55 https://en.wikipedia.org/wiki/Tektite_habitat

Rys.56, <https://spinnaker-watches.com/blogs/deep-time-chronicles/hans-hass-pioneering-underwater-explorer-and-filmmaker>

Rys.57, <https://malibudivers.com/blogs/news/diving-into-greatness-lloyd-bridges-and-the-enduring-legacy-of-sea-hunt>

Rysunek 58 Rozmieszczenie obiektów projektowych. Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 59 Analiza ciągów komunikacyjnych. Część pierwsza. Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 60 Analiza ciągów komunikacyjnych. Część druga. Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 61 Potencjalny rozwój Aliansu. Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 62 Wizja kompozycyjna założenia. Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 63 Lokalizacja Modułu A. Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 64 Lokalizacja Modułu B. Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 65 Lokalizacja Modułu C. Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 66 Podkład zdjęcie dna morskiego, przerobiony na potrzeby wykorzystania. Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 67 Wymodelowania powłoka na podstawie zdjęcia powyżej. Źródło: Opracowanie własne

11.2. Spis tabel

Tabela 1: Metody rozwiązań możliwości projektowania na wodzie.

Tabela 2. Rodzaje ekosystemów morskich

Tabela 3. Ocena stanu jednolitych części wód przejściowych i przybrzeżnych badanych w 2016r.

Tabela 4. Zestawienie uwarunkowań klimatycznych i właściwości fizycznych

Tabela 5. Zestawienie uwarunkowań klimatycznych i właściwości fizycznych

Tabela 6. Zestawienie danych o zmianie stanu Posidonia oceanica podczas zmiany lokalizacji

11.3. Spis plansz

PLANSZA 1

PLANSZA 2

PLANSZA 3

PLANSZA 4

PLANSZA 5

PLANSZA 6

PLANSZA 7

PLANSZA 8

PLANSZA 9

PLANSZA 10