

# Oceanaria. Intelligentne technologie, zrównoważone rozwiązania

## Oceanariums. Intelligent Technologies, Sustainable Solutions

### Streszczenie

Oprócz wpisania się w witruwiańską triadę, projektowanie wymaga dziś uwzględnienia takich czynników jak: kontekst, zasady zrównoważonego projektowania, oddziaływanie na środowisko, nastroje społeczne. Współczesne oceanaria muszą spełniać te założenia, będąc równocześnie niezwykle skomplikowanymi budynkami/kompleksami. Zastosowanie rozwiązań smart building, a także projektowanie w technologii BIM pomaga osiągnąć zamierzone cele w zakresie kształtowania oceanariów i spełnić wymagania zaostrzających się norm.

### Abstract

Besides the need to be inscribed in the Vitruvian Triad, designing of today requires that more factors are taken into account, such as context, principles of sustainable design, the effect on the environment, the public mood. Contemporary oceanariums must fulfill these assumptions, and at the same time they are extremely complicated buildings / projects. The application of smart building solutions, as well as designing in the BIM technology, allows to achieve the planned goals in the scope of designing oceanariums and to satisfy the requirements of the more and more strict standards.

Słowa kluczowe: akwaria, oceanaria, technologie, BIM  
Keywords: aquariums, oceanariums, technologies, BIM

### 1. Wstęp

Oceanaria, akwaria ((łac. aquarium – naczynie na wodę; oceanarium – zespół akwariów, basenów lub specjalnie wydzielony przybrzeżny pas morza przeznaczony do hodowli i obserwacji fauny i flory oceanicznej) są złożonymi, skomplikowanymi budynkami/kompleksami.

Pierwsze duże publiczne akwarium powstało w 1853 roku na terenie londyńskiego ogrodu zoologicznego. [4] Zainteresowanie podwodnym życiem szybko zaowocowało utworzeniem akwariów również na terenie Paryża, Berlina i powstaniem stowarzyszenia akwarystów w Nowym Jorku pod koniec XIX wieku. Dzisiejsze akwaria zapewniają nie tylko atrakcję turystyczną, ale również ochronę rzadkich gatunków zwierząt i roślin wodnych. Funkcja rozbudowana została o stanowiska obserwacji i badań naukowych, sale konferencyjne, wystawy rozwijające świadomość społeczeństwa i wiedzę dotyczącą fauny i flory podwodnej. Wiele akwariów pomogło ożywić gospodarkę miast.

Obiekty te, jak i większe założenia urbanistyczne niejednokrotnie im towarzyszące, stanowią często bardzo atrakcyjną przestrzeń dla użytkowników. W dzisiejszych czasach „mamy do czynienia z ‘upadkiem człowieka publicznego’, gdy alternatywą dla bezpośrednich kontaktów międzyludzkich stały się portale społecznościowe”<sup>1</sup>. Ludzie potrzebują dodatkowych czynników wspomagających interakcję z otoczeniem,

### 1. Introduction

Oceanariums, aquariums (Latin: aquarium – water tank; oceanarium – a group of water tanks, pools, or a specially demarcated coastal belt of the sea intended for the purposes of growing and observing ocean fauna and flora) are very complex structures. The first large public aquarium was established in 1853 within the perimeter of the zoological garden in London. [4] The interest in the underwater forms of life soon resulted in setting up aquariums in Paris and Berlin, as well. Furthermore, at the end of the 19<sup>th</sup> century an aquarist society was founded in New York. Today, aquariums are not only tourist attractions; they provide rare species of water animals and plants with due protection. This function has been extended with workstations intended for observation and scientific research, conference halls, exhibitions developing the social awareness and knowledge on the underwater fauna and flora. Many aquariums have helped to revive the economy of cities where they are located.

These facilities, as well as larger urban projects that frequently accompany them, often constitute very attractive space for users. Today ‘we deal with the “decline of the public man”, when social networks have become an alternative for direct interpersonal contacts.’<sup>1</sup> People need additional factors boosting their interaction with the surrounding area, creat-

stwarzających element zaciekania. W innym przypadku zamykają się w wirtualnym świecie odosobnienia. Potencjał przestrzeni publicznej „jest ogromny, sztuką jest jednak dostrzec go tam, gdzie pozornie go nie ma, sztuką jest go wydobyc i pielęgnować”<sup>2</sup>.

Urbanistyka i architektura powinny mieć szczególną wartość, aby wzbogacały życie ludzi, którzy ich doświadczają. Pomocne są tutaj osiągnięcia współczesnej nauki i techniki. Udoskonalanie współczesnych materiałów, technologii pomaga osiągnąć efekty niemożliwe jeszcze 20 lat temu. Również współczesne tendencje związane z ekologią, ochroną środowiska i zmianami klimatycznymi powodują zaostrzenie przepisów i wymagań technicznych budynków. Państwowe certyfikaty energetyczne jak CSTB (Francja), DGNB (Niemcy) wspomagane są przez międzynarodowe certyfikaty LEED, BREEAM – trudne do uzyskania, wymagające spełnienia najwyższych standardów technologicznych i dużych nakładów finansowych. W przyszłości certyfikowanie budynków świadectwami energetycznymi o bardzo wysokich standardach będzie obligatoryjne. Urząd planowania przestrzennego w Abu Dhabi już od 2010 roku wciela w życie bazujący na systemach LEED oraz BREEAM plan Estidama [10]. Dzięki niemu wszystkie budynki mają być projektowane w oparciu o system Pearl, aby zachęcić do projektowania zrównoważonego, konstrukcji i operowania z myślą o społeczeństwie i środowisku.

### 2. Współczesne oceanaria. Trendy światowe

Najwyższe standardy jakości są bardzo ważne przy projektowaniu budynków silnie wpływających na postrzeganie miasta, rozwój gospodarki. Takimi budynkami są niewątpliwie oceanaria. W pracach naukowych wyróżnione zostały cztery główne uwarunkowania sprzyjające powstawaniu tego typu obiektów [14]. Akwaria potrzebują stosunkowo niedużych powierzchni przy dużym potencjale dla zwiedzających i możliwościach rozwoju kadry naukowej. Obiekty traktowane jako centra rekreacji mogą ożywić zaniedbane nabrzeża miast. Atrakcyjne jest poszerzanie misji oceanariów o centra rekreacji, edukacji, badań naukowych.

### Den Bla Planet w Kopenhadze. Nowoczesna forma, zaawansowane technologie.

Narodowe akwarium Den Bla Planet w Kopenhadze [1,7,15], uważane za nowy symbol miasta, w pełni wykorzystuje potencjał funkcji i architektury obiektu. 20,000 zwierząt zamieszkuje zbiorniki o łącznej pojemności ponad 7 milionów litrów wody. Największe oceanarium północnej Europy o powierzchni 10,000 m<sup>2</sup>, zaprojektowane zostało przez pracownię architektoniczną 3XN, przy współpracy z piętnastoma zespołami konsultantów, m.in. Kvorning Exhibition Designers oraz ekspertami w dziedzinie technologii akwariów – australijską grupą Advanced Aquarium Technologies (AAT). Wysunięty nieco wgłąb zatoki oraz wzniesiony ponad istniejącym nabrzeżem obiekt ukończony został w 2013 roku. Forma wiru, otoczenie wody Øresund oraz zbiorniki wodne przy głównym wejściu, w których odbija się obiekt, podkreślają funkcję oraz silny związek budynku z otoczeniem. Pięć ramion zakręconych wokół głównego foyer mieści funkcje ekspozycji (ponad

ing an element of interest. Otherwise, they lock themselves up in the virtual world of seclusion. The potential of the public space ‘is enormous, but the trick is to notice it where seemingly it does not reside; the trick is to extract and tend it.’<sup>2</sup>

Urban planning and architecture should be assigned with a special value, so that they could enrich the lives of people who experience them. Achievements of contemporary science and technology are helpful in this respect. Working on the improvement of contemporary materials and technologies helps to reach effects which were impossible only 20 years ago. Also, contemporary tendencies in ecology, environmental protection, and climatic changes bring about stricter regulations and technical requirements to be satisfied by buildings. National energy certificates, such as CSTB (France), DGNB (Germany) are supported by international certificates LEED, BREEAM – difficult to obtain, requiring the fulfilment of the strictest technological standards and large financial outlays. In the future, it will be obligatory to obtain energy certificates for buildings. The spatial planning authority in Abu Dhabi has been implementing the Estidama plan based on LEED and BREEAM already since 2010 [10]. Thanks to this plan, all buildings are to be designed on the basis of the Pearl system, so as to encourage architects to apply the principles of sustainable design and structure and to operate with the society and the environment in mind.

### 2. Contemporary Oceanariums. Global Trends

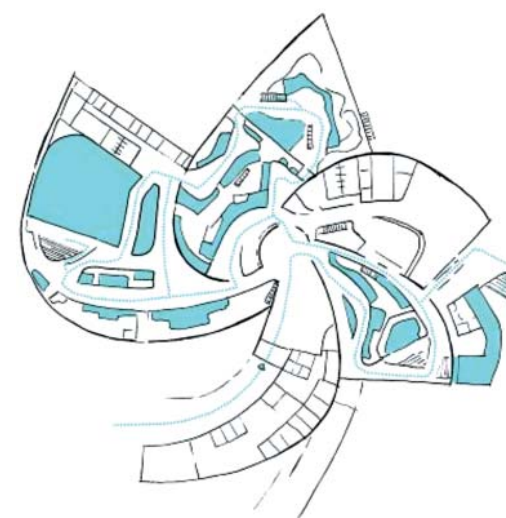
Top quality standards are extremely important when designing buildings which have a strong effect on the way the city is perceived and on the development of its economy. Undoubtedly, oceanariums are such buildings. Scientific studies recognise four main conditions that foster the occurrence of such facilities. [14] Aquariums need relatively little space, simultaneously offering a considerable potential for visitors and opportunities for the development of scientific staff. Facilities treated as leisure centres can revive neglected waterfronts in cities. Extension of the mission of oceanariums with centres of leisure, education, scientific research is an attractive solution.

#### 2.1. Den Bla Planet in Copenhagen. Modern Form, Advanced Technologies

The national aquarium Den Bla Planet in Copenhagen [1, 7, 15], regarded as a new symbol of the city, fully uses the potential of the function and architecture of this facility. 20,000 animals inhabit water tanks of the total volume of over 7M litres. The largest oceanarium in Northern Europe, with the floor area of 10,000 m<sup>2</sup>, was designed by 3XN design studio, in collaboration with fifteen teams of consultants, such as e.g. Kvorning Exhibition Designers, and experts in the field of aquarium technology, the Australian Group Advanced Aquarium Technologies (AAT). The facility, slightly protruding into the bay and elevated above the existing embankment, was completed in 2013. The form of a whirlpool, the surrounding waters of Øresund, and water tanks located near the main entrance, in which the facility reflects itself, emphasise the function of the building and its strong bond with its surroundings. Five arms wound around the main foyer houses functions of an exposition hall (over

5,000m<sup>2</sup>), auditorium, restauracji, administracji oraz zaplecze techniczne. Budynek w założeniu miał być dynamiczny nie tylko w formie. Elastyczność funkcji, możliwość modernizacji ekspozycji, jak również powiększenia powierzchni całego budynku poprzez wydłużenie ramion budynku aż o 30% [7] pokazuje jak architektura wkracza w nową erę dostosowania do potrzeb użytkownika. Połączenie zaawansowanych technologii oraz współpracy najlepszych fachowców różnych dziedzin - architektów nadzorujących, konstruktorów, instalatorów, projektantów ekspozycji, technologów, biologów, wykonawców pozwoliło na uzyskanie efektu przyciągającego setki tysięcy turystów każdego roku. Nie byłoby to możliwe bez osiągnięć współczesnej techniki. Zaawansowane projektowanie 3D, operowanie systemem BIM było niezbędnym czynnikiem umożliwiającym koordynację pracy tylu zespołów projektowych przy tak wymagającym projekcie. *Moe & Brødsgaard*, firma inżynierska, w konsultacji z architektami 3XN, pomogła stworzyć konstrukcyjny model geometrycznej formy Den Bla Planet za pomocą programu opierającego się na technologii Building Information Modeling (BIM). Stalowy system nośny budynku zawiera 54 unikatowe ramy stalowe, umożliwiające powstanie skręconych, zmieniających wysokość ramion budynku. Stalowa struktura obiektu waży łącznie 700 ton. 33,000 małych aluminiowych płyt pokrywa faadę budynku, podkreślając organiczną formę. Nowoczesne technologie, materiały, zaawansowane systemy pomp, napowietrzania, kontroli przepływu, poboru wody, wprowadzone na etapie projektu, pozwalają na oszczędność czasu, finansów oraz dobre zarządzanie procesem inwestycyjnym. Przygotowanie dokumentacji w programach opartych na BIM skutkuje brakiem kolizji instalacji, szczegółowym projektem zarówno architektonicznym, jak i budowlanym i branżowym. W projekcie Den Bla Planet wykorzystano programy komputerowe by precyzyjnie zaprojektować również zbiorniki wodne. Specjalna dokumentacja dotyczyła akrylowych paneli widokowych, tuneli podwodnych, instalacji skalnych oraz specjalnych zabezpieczeń przeciwwodnych i przeciwwilgociowych. Minimalna niejasność, brak zgodności w tak zaawansowanym projekcie może skutkować ogromnymi stratami finansowymi i opóźnieniami podczas budowy. Rekiny i ryby ciepłego oceanu pływające w największym zbiorniku wodnym o objętości 4,000,000 litrów obserwowane są przez akrylową tafelę o wymiarach 16 na 8 metrów oraz tunel długości 16 metrów. Szklenie największego okna ma grubość ponad 45 centymetrów. Z uwagi na niebezpieczeństwo zarysowania, wielką wagę oraz brak możliwości transportu tak dużych elementów, szyby przywiezione zostały w sześciu częściach, szerokości około 2,7m, następnie opuszczane od góry za pomocą dźwigu. Poszczególne części zabezpieczano następnie równoległe do płaszczyzny, w której miały być mocowane, metr przed jej granicą. Wówczas łączono poszczególne elementy tak, aby nie były one widoczne dla zwiedzających, po czym całość szklenia przesuwana była do docelowego położenia<sup>3</sup>. Wymagało to niebywałej precyzji, możliwej dzięki współczesnej technice i wysoce wykwalifikowanej kadrze. Precyzja wymagana jest jednak nie tylko w przypadku rozwiązań konstrukcyjnych. Również techniczne wyposażenie budynku jest w przy-

5,000 m<sup>2</sup>), an auditorium, a restaurant, administration offices, and backup facilities. The building was to be dynamic not only in its form. The flexibility of function, the possibility of modernising the exposition area, as well as increasing the floor area of the entire building by as much as 30% [7] demonstrates how architecture enters the new era of adjusting to the needs of its user. Combination of advanced technologies and cooperation of the best specialists in different fields: supervising architects, builders, fitters, designers of the exposition area, technologists, biologists, contractors allowed to achieve an effect which attracts hundreds of thousands of tourists each year. It would not have been possible had it not been for the achievements of contemporary technology. Advanced 3D design, operating in the BIM system constituted an indispensable factor enabling to coordinate the work of so many designing teams at such a demanding project. *Moe & Brødsgaard*, an engineering company, in collaboration with architects from 3XN, helped to create a structural model of the geometrical form of Den Bla Planet by means of software based on the Building Information Modelling technology (BIM). A steel bearing system of the building consists of 54 unique steel frames, enabling to build the winding arms of the building of variable height. The total weight of the steel structure of the building is 700 tons. 33,000 small aluminium slabs cover the façade of the building, emphasising its organic form. Advanced technologies, materials, state-of-the-art systems of pumps, aeration, flow control, water intake, introduced at the designing stage, allow to save time and money and secure good management of the investment process. Preparation of documentation in software based on BIM results in no infrastructure conflicts and offers a detailed architectural and constructional design, as well as a design of all necessary installations. The design of Den Bla Planet made use of computer software so as to precisely design the water tanks, as well. Special documentation focused on acrylic view panels, underwater tunnels, rock installations, and special waterproof and dampproof protections. Even a minor discrepancy, irregularity in such an advanced project may result in enormous financial losses and delays during the construction process. Sharks and fish from warm oceans, swimming in the largest water tank with the volume of 4,000,000 litres, are observed through an acrylic panel with the dimensions of 16 m x 8 m, and a 16-metre-long tunnel. The glazing of the largest window is over 45 cm thick. Due to the risk of scratching, the enormous weight, and no possibility of transporting such huge elements, the glass panels were transported in six parts, each ca. 2.7-metre-wide, and next they were lowered from the top by means of a crane. Individual parts were then secured in parallel to the plane in which they were to be fixed, one metre before its limit. Then individual elements were combined in a manner that is invisible for visitors. After that the entire glazing was shifted to its present location.<sup>3</sup> It required extraordinary precision, possible only thanks to contemporary technology and highly qualified staff. Precision is required, however, not only in structural solutions. Technical fittings of the building are extremely important in case of oceanariums. Constant temperatures of water required for specific species of animals may be difficult to maintain in such a huge water tank. Disturbances in this respect



Il. 1. Schemat rzutu Oceanarium w Kopenhadze – forma odpowiadająca wymaganiom zmieniającej się funkcji, zaawansowane projektowanie oparte na systemie BIM [il. autor] / Diagram of the floorplan of the Oceanarium in Copenhagen – a form corresponding to the changing function, advanced BIM-based design [Prepared by: the Author]

Il. 2. Schemat bryła Oceanarium w Kopenhadze – nawiązanie do kontekstu, wykorzystanie akwenów, opływowość – wiatr [il. autor] / Diagram of the building of the Oceanarium in Copenhagen – reference to the context, making use of natural water bodies, a hydrodynamic form – wind [Prepared by: the Author]

padku oceanariów niesamowicie ważne. Stałe temperatury wody wymagane dla określonych gatunków zwierząt mogą być trudne do utrzymania w tak wielkim zbiorniku. Ich zaburzenia stają się jednak niebezpieczne nie tylko dla fauny i flory, lecz również dla konstrukcji basenów. Ujawniły to już pierwsze dni nowego akwarium w Kopenhadze, gdy podczas awarii prądu temperatura w głównym zbiorniku, wypełnionym już wodą, zaczęła spadać. Pracownicy z niepokojem obserwowali duże szklenie, projektowane dla określonych temperatur zewnętrznych i wewnętrznych. Skurcze mogły spowodować wystąpienie zarysowań, bardzo niebezpiecznych w dalszej eksploatacji obiektu. Prąd został przywrócony w odpowiednim momencie, jednak sytuacja pokazuje jak wiele czynników należy brać pod uwagę w przypadku tak skomplikowanego budynku. Systemy techniczne pracują bezustannie, zużywając duże zasoby energii. Poczyniono jednak pewne kroki, aby Den Bla Planet było obiektem bardziej przyjaznym środowisku. Dzięki nowoczesnemu systemowi linia serwisowa o długości 1,7km w głąb cieśniny Øresund stanowi zaopatrzenie akwarium w wodę morską, służącą do chłodzenia. Pozwoliło to zredukować energię potrzebną do chłodzenia o 80%. Izolacja budynku o podwyższonych standardach oraz szyby zewnętrzne o bardzo dobrych właściwościach przenikania ciepła również stanowią proekologiczne rozwiązania. Ekspozycja oparta jest na nowoczesnych technologiach wyświetlania obrazu, animacji, interaktywnych panelach, aplikacji dostępnej na urządzenia komórkowe, która oprowadza nas po budynku i istotach w nim żyjących.

## 2.2. Ripley's Aquarium w Toronto. Nowoczesne centrum rozrywki

Ciekawym przypadkiem jest również Ripley's Aquarium w Toronto, trzecie akwarium Ripley Entertainment Inc. w Ameryce Północnej. Zarówno architektura obiektu jak i ekspozycja

become dangerous not only for fauna and flora, but for the structure of the pools, too. It was revealed as early as on the first days of the new aquarium in Copenhagen, when during a power failure the temperature in the main water tank, already filled with water, started to drop. Employees were observing the vast glazed surface with great concern, as it had been designed for specific internal and external temperatures. Shrinkages could have caused scratches, very dangerous for further operation of the facility. Power was restored in an appropriate moment, but this situation demonstrates how many factors must be taken into account in such a complicated building. Technical systems operate incessantly, consuming large energy resources. Measures have been taken, however, so as to make Den Bla Planet more environmentally friendly. Thanks to an advanced system a 1.7-km-long service line running into the Øresund strait provides the aquarium with seawater for cooling purposes. Insulation of the building of higher standards and external glass panels exhibiting very good values of the heat transfer coefficient are an ecological solution, as well. The exposition is based on advanced technologies of image display, animation, interactive panels, and an application for mobile devices, which shows us around the building and tells us about the creatures that inhabit it.

## 2.2. Ripley's Aquarium in Toronto. Advanced Leisure Centre

Ripley's Aquarium in Toronto, the third aquarium of Ripley Entertainment Inc. in North America, is also an interesting example. Both the architecture of the facility and its exposition space are based on slightly different assumptions than the two examples presented above. The oceanarium in Copenhagen has extraordinary, modern architecture, which attracts not only lovers of modern buildings, and its synthetic interiors with interesting spaces allow to focus on flora and fauna in the water tanks. In the Africarium the most important element

oparte są na nieco innych założeniach niż dwa wcześniej przedstawione przykłady. Oceanarium w Kopenhadze posiada niezwykłą, nowoczesną architekturę, która przyciąga nie tylko wielbicieli nowoczesnych budynków, zaś syntetyczne wnętrza o ciekawych przestrzeniach pozwala skupić się na florze i faunie w akwenach. W Afrykarium najważniejsze było odtworzenie konkretnych biotopów oraz świadomość odkrywania tajemnic Afryki. Architektura towarzyszy temu doświadczeniu, wspomagając je. Oceanarium w Toronto może być postrzegane jako centrum rozrywki. Ukończony w 2013 roku budynek, zaprojektowany został przez biuro B+H. Znakomita lokalizacja – obok ikony miasta CN Tower oraz zrewitalizowanych przestrzeni nabrzeża stanowi atrakcyjny czynnik przyciągający miliony turystów rocznie. Ponad 10,000 m<sup>2</sup> powierzchni i 5,7mln litrów wody [15] mieści nie tylko stałe ekspozycje i codzienne atrakcje, widowiska dla zwiedzających. Obiekt można wynająć, organizowane są noce „Sleep with the Sharks”, przyjęcia koktajlowe, uroczyste obiady, koncerty, a nawet zajęcia jogi.

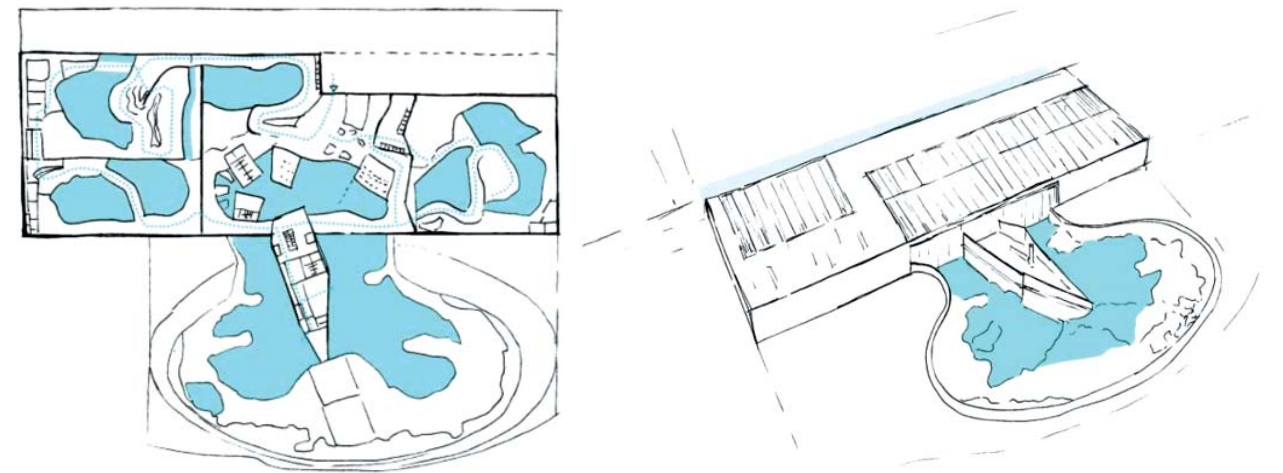
Budynek miał przyczynić się do wzrostu atrakcyjności przestrzeni przed CN Tower, utworzyć wnętrza urbanistyczne, stanowiąc jednocześnie ciekawy punkt oraz zaproszenie dla kierowców z pobliskiej autostrady Gardiner. Forma i użyte materiały przypominać miały formacje skalne rozszczepione przez ruchy tektoniczne i ujawniające okno na świat podwodny. Wnętrze holu głównego przypomina centrum rozrywki, z mnóstwem kolorów, instalacji cieszących najmłodszych zwiedzających. Dwupiętrowy hol na poziomie kondygnacji podziemnej mieści kafenię z widokiem na plac zabaw dla dzieci i akwaria umożliwiające dotykanie znajdujących się w nich zwierząt, co wpływa na duży poziom hałasu w reprezentacyjnym holu. Oglądając ciekawą ekspozycję nie sposób nie wspomnieć o największym akwarium z rekinami, zawierającym 2,84 mln litrów wody. Ogromne akwarium można oglądać z dwóch pięter wystawy, tunelu akrylowego o długości 96 metrów, w którym poruszamy się po specjalnej ruchomej platformie dla pieszych oraz tunelu 360° w całości wykonanego z tafli akrylowych, co wywołuje wrażenie przebywania w środku akwenu. Konstrukcja budynku opiera się na stalowo-żelbetowym szkieletcie. Ciekawy jest dobór światła, który stanowił istotny przedmiot badań architektów. Wstępne analizy, możliwe dzięki komputerowej technologii z wykorzystaniem programów BIM, pozwoliły stworzyć efekt kaskady światła rozszczepiających się i przechodzących przez wodę. Efekt uzyskano dzięki bardzo wąskimi paskom świetlnym LED, skierowanym pod kątem ostrym w kierunku wody. Dobór zimnego światła, o temperaturze barwowej 5700K wzmocnił wrażenie naturalnego przechodzenia światła przez wodę i szczeliny jaskiń. Zimne fale światła poruszają się w wodzie lepiej niż te o barwie czerwonej czy pomarańczowej, co wpływa znacząco na sposób i zasięg penetracji wody przez światło. System oświetlenia jest sterowany i dostosowywany do aktualnych wymagań. Kontrola komputerowej podlega również Life Support System, wspomagający oczyszczanie i recykling wody akwenów, aby zoptymalizować zużycie wody i energii w budynku.

was to recreate specific biotopes and the awareness of discovering the mysteries of Africa. Architecture accompanies this experience, strengthening it even more. The oceanarium in Toronto can be perceived as a leisure centre. The building, completed in 2013, was designed by B+H design studio. Its perfect location, near a symbol of the city, CN Tower, and close to revitalised areas of the waterfront, constitutes an interesting factor attracting millions of tourists every year. Over 10,000 m<sup>2</sup> of floor area and 5.7M litres of water [15] house not only permanent expositions, everyday attractions, and shows for visitors. The facility can be leased. ‘Sleep with the Sharks’ nights are organised here, as well as cocktail parties, gala dinners, concerts, and even yoga classes.

The building was to contribute to the increase of the attractiveness of the space in front of CN Tower, create an urban interior, at the same time constituting an interesting landmark and an invitation for drivers from the nearby Gardiner highway. The form and the materials used were to remind of rock formations split by tectonic movements and revealing a window to the underwater world. The interiors of the main hall resemble a leisure centre, with the multitude of colours, installations so much enjoyed by the youngest visitors. The two-floor hall, at the level of its underground floor houses a coffee shop with a view of a playground for children and water tanks enabling to touch animals that live in them, which causes quite a high level of noise in the representational hall. When watching this interesting exposition, one simply has to mention the largest water tank with sharks, containing 2.84M litres of water. This huge water tank can be admired from two floors of the exhibition, a 96-metre-long acrylic tunnel, where we move along a special mobile platform for pedestrians, and a 360° tunnel, fully made of acrylic panels., which evokes the feeling of being right in the middle of the water tank. The structure of the building is based on a steel and reinforced concrete frame. The selection of light solutions, which actually constituted an important subject of research of the architects, is very interesting. Preliminary analyses, possible thanks to the computer technology based on BIM applications, allowed to create an effect of a cascade of light, dispersed and shining through water. The effect was achieved thanks to very thin LED light strips, directed at an acute angle towards the water. The choice of cold light, with the colour temperature of 5700K, strengthened the feeling of natural penetration of water and cracks in caves. Cold light waves move in water better than red or orange ones, which has a significant effect on the way and range of water penetration by light. The lighting system is controlled and adjusted to current requirements. The Life Support System, which supports the process of water cleaning and recycling in the water tanks, is also computer-controlled, so as to optimise the consumption of water and energy in the building.

### 2.3. National Aquarium in Baltimore. Revitalisation and Extension

Big interest in aquariums as places of recreation and education which activate the space fosters extensions of the already existing facilities, as well. An interesting example in this respect is the National Aquarium in Baltimore, existing since 1981 and de-



Il. 3. Schemat rzutu Afrykarium – prosta bryła, efektywna konstrukcja, logiczna trasa zwiedzania, systemy multimedialne, przekazywanie danych czujniki-komputery i zarządzanie komputerowe obiektem [il. autor] / Diagram of the floorplan of the Africarium – a simple building, an effective structure, a logical visiting route, multimedia systems, data transfer along the line sensors-computers, computerised management of the facility [Prepared by: the Author]

Il. 4. Schemat bryła Afrykarium – prosta forma, czarna, zdecydowana bryła powiązana z istniejącym wcześniej statkiem [il. autor] / Diagram of the building of the Africarium – a simple form, a black, specific shape, combined with the previously existing ship [Prepared by: the Author]

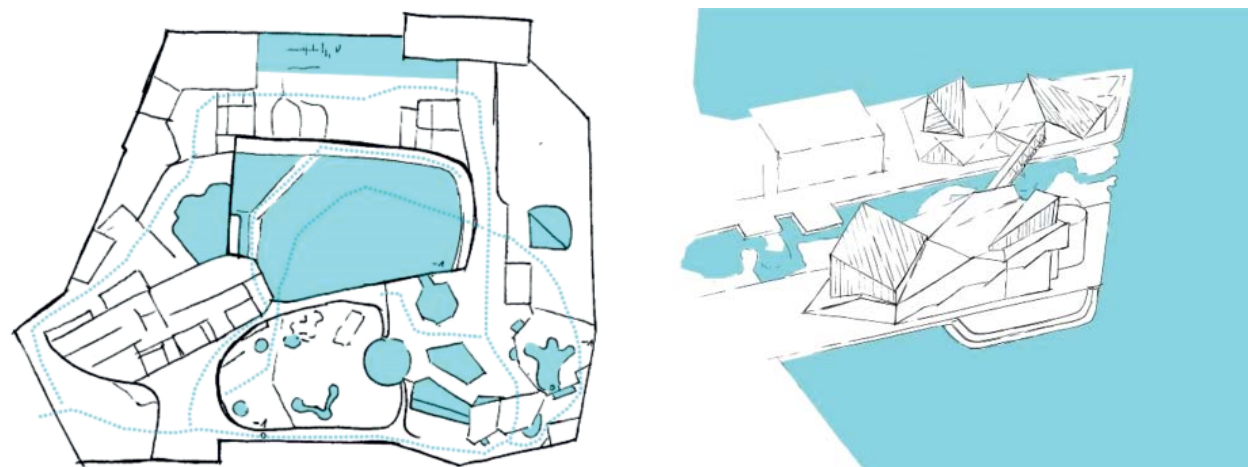
### 2.3. Narodowe Akwarium w Baltimore. Rewitalizacja i rozbudowa

Wysoki poziom zainteresowania akwariami jako miejscami rekreacji, nauki aktywizującymi przestrzeń sprzyja również rozbudowie obecnych obiektów. Ciekawym przypadkiem jest istniejące od 1981 roku Narodowe Akwarium w Baltimore projektu Cambridge Seven Associates. Celem programu zdobywającego międzynarodowe nagrody oceanarium jest poszerzenie wiedzy zwiedzających, konserwacja i badania nad istotami morskimi. Obiekt położony w centrum miasta, przy porcie, składał się z trzech połączonych pawilonów. Każdy z nich mieści określone środowisko wodne. Ekspresyjna forma, żywe kolory wywołują poczucie zabawy, rozrywki. Wnętrze pozwala się skupić na prezentowanej florze i faunie, którą można obserwować aż z pięciu poziomów budynku. W 2015 roku powstał projekt odnowy obiektów oceanarium, rewitalizacji przestrzeni urbanistycznych wokół nich, stworzenia terenów podmokłych z zielenią, łączących kompozycyjnie całość założenia. Projekt studia GANG ma usprawnić przepływ turystów, wdrożyć nowoczesne technologie oraz zapewnić nowe przestrzenie naukowo-dydaktyczne, połączone ze strefą ekspozycji. Ma to podkreślić badawczy charakter ośrodka, który istotny był od początku istnienia akwarium. W latach 90. XX wieku zespół naukowców na podstawie Baltimore badań wpływ akwariów na zachowanie ludzi, konserwację, wiedzę na temat wody i istot w niej żyjących. Na podstawie wywiadów, metody Personal Meaning Mapping (PMM) [5], rozmów telefonicznych 6-8 tygodni po odbyciu wizyty w oceanarium dokonano analizy wpływu akwariów i sposobu prowadzenia ekspozycji na zwiedzających. Akwaria pomagają w uświadamianiu zmian klimatycznych, zagrożenia wyginięciem wielu gatunków zwierząt morskich, potrzeby ochrony zasobów wodnych. Pozytywnie wpływają na empatię, wyciszenie u zwiedzających. Nowoczesne technologie, interaktywne wystawy, projekcje pozwalają w ciekawy sposób zaaranżować przestrzeń i wspomagają funkcjonalność ekspozycji.

signed by Cambridge Seven Associates. The goal of the programme of this oceanarium, winner of international awards, is to broaden the knowledge of its visitors, as well as preservation of and research into marine species. The facility, located in the city centre, consists of three pavilions linked with each other. Each of them houses a specific water environment. Its expressive form, bright colours evoke the feeling of fun, entertainment. The interiors allow to focus on the presented flora and fauna, which can be observed from as many as five floors of the building. In 2015 a renovation project of the oceanarium was developed, comprising also the revitalisation of urban spaces around them, the creation of wetlands with greenery, unifying the composition of the entire complex. The design by the GAND design studio is to facilitate the flow of tourists, to implement new technologies, and to provide new research and education premises, connected with an exhibition zone. This is to emphasise the research character of this centre, which has been important since the very beginnings of the aquarium. In the 1990s on the basis of Baltimore a team of scientists were studying the effect of aquariums on people's behaviour, and on preservation and knowledge on water and creatures inhabiting it. On the basis of interviews, the method of Personal Meaning Mapping (PMM) [5], telephone calls 6-8 weeks after the visit to the oceanarium, an analysis of the effect of aquariums and the form of the exposition on visitors was conducted. Aquariums help us realise the existence of climatic changes, the threat of extinction of many species of marine animals, the need to protect water resources. They have a positive effect on empathy, on the peace of mind of visitors. Advanced technologies, interactive exhibitions, all sorts of screenings allow to arrange the space in an interesting way and to strengthen the functionality of the exposition.

### 3. Oceanariums in Poland

3.1. Africarium in Wrocław. ‘The Black Diamond’ Poland's largest aquarium, the Africarium completed in 2014, winner of numerous awards, has become



Il. 5. Schemat rzut Ripley's Aquarium – zawiła trasa zwiedzania, łącząca różne piętra akwarium, ważne efekty świetlne tworzące atmosferę miejsca [il. autor] / Diagram of the floorplan of Ripley's Aquarium – complicated visiting route, linking individual floors of the aquarium, important light effects creating the atmosphere of this place [Prepared by: the Author]

Il. 6. Schemat koncepcji przebudowy Narodowego Akwarium w Baltimore – wysunięcie w głąb portu, trudne warunki posadowienia budynków, strefowanie utworzonych ekosystemów w odrębnych bryłach [il. autor] / Diagram of the concept of reconstruction of the National Aquarium in Baltimore – protrusion into the port, difficult conditions for making the foundations of the building, zoning of the established ecosystems in separate parts of the building [Prepared by: the Author]

### 3. Oceanaria w Polsce

#### 3.1. Afrykarium we Wrocławiu. „Czarny brylant”

Największe akwarium w Polsce, ukończone w 2014 roku Afrykarium stało się wielokrotnie nagradzaną ikoną wrocławskiego zoo. Zaprojektowany przez biuro ArC2 Fabryka Projektowa obiekt ma ponad 17,000 m<sup>2</sup>, z kubaturą 184,000 m<sup>3</sup>. Ekspozycja obejmuje 19 akwariów i basenów o łącznej pojemności 15,000,000 litrów wody [2, 16]. Forma budynku, jak twierdzą architekci, miała nawiązywać do Hali Stulecia projektu Maxa Berga z 1912 roku, zlokalizowanej po drugiej stronie ulicy. Syntetyczna, czarna bryła (elewacja - czarny corian) oparta na prostokącie o bokach 160 m oraz 54 m przypominać ma o Afryce – „Czarnym Lądzie”, który stanowi temat przewodni ekspozycji i ojczyznę prezentowanych zwierząt. Obiekt posiada dwie kondygnacje naziemne oraz techniczną część podziemną, mieszczącą części techniczne basenów, instalacje i urządzenia wspomagające pracę oceanarium. Ważne jest również połączenie z zewnętrznymi basenami, które mogą być obserwowane z zewnątrz, z holu budynku, a także z restauracji mieszczącej się na piętrze statku – istniejącej konstrukcji włączonej w projekt nowego budynku. Konstrukcję nośną budynku stanowią stalowe słupy obudowane zbrojeniami i zabetonowane (zużyto 36 tysięcy m<sup>3</sup> betonu i 4800 ton stali<sup>4</sup>), na których oparte są belki z drewna klejonego o rozpiętości do 50 metrów. Na dachu zastosowano nowoczesne poduszki powietrzne z folii ETFE, co umożliwiło doświetlenie wnętrza niezbędne do wzrostu roślin. Materiał ten nie wymaga czyszczenia ze względu na właściwości nieprzypięwania. Jest również stukrotnie lżejszy od szkła, co pozwoliło na znaczne zmniejszenie przewidywanych obciążeń działających na konstrukcję. Wyzwaniem konstrukcyjnym było wykonanie 12 metrowego podcienia nad wejściem głównym do budynku. Jak opisuje autor projektu, „trudność w jego montażu polegała jednak na tym, że nad wspornikiem znajdują się maszynownie central wentylacyjnych wywołujące ogrom-

a true icon of the zoo in Wrocław. It was designed by ArC2 Fabryka Projektowa; the total floor area of the facility is 17,000 m<sup>2</sup>, its volume amounts to 184,000 m<sup>3</sup>. The exposition comprises 19 water tanks and pools of the total volume reaching 15,000,000 litres of water. [2, 16] According to the architects, the form of the building was to correspond to the Centennial Hall designed by Max Berg in 1912, located on the other side of the street. The synthetic, black body (elevation – black corian) based on a 16m x 54m rectangle, is to resemble Africa – ‘the Black Land’, which constitutes the leitmotif of the exposition and the homeland of the presented animals. The facility consists of two overground floors and a technical underground floor, housing technical parts of the water tanks, installations and fittings supporting the operation of the oceanarium. An important element is also the connection with external pools, which can be observed from the outside, from the hall of the building, but also from the restaurant located on the first floor of the ship – a structure incorporated in the design of the new building. The bearing structure of the building is based on steel posts enveloped in structural reinforcement and concreted (36 thousand m<sup>3</sup> of concrete and 4800 tons of steel was used<sup>4</sup>), which support beams of glued timber spanning up to 50 metres. On the roof there are advanced air cushions made of the ETFE foil, which allowed to add light to the interiors, necessary for the plants to grow. This material does not require any cleaning due to its non-adherence. It is also a hundred times lighter than glass, which allowed to reduce the planned load to be supported by the structure considerably. A true challenge as far as the structure is concerned was a 12-metre-long arcade over the main entrance to the building. As the author of the design describes, ‘the difficulty of its assembly consisted in the fact that over the bracket there are engine rooms of the air handling units, which cause enormous static loads and vibrations. The box which houses them is stabilised with special steel tie rods, which combine them with the adjacent structural tract of the posts, thanks

ne obciążenia statyczne oraz drgania. Skrzynia, w której się znajdują, stabilizowana jest specjalnymi cięgnami stalowymi, które sprężają ją z sąsiednim traktem konstrukcyjnym słupów, dzięki czemu tworzy się element przestrzenny konstrukcji stabilizujący wspornik”<sup>5</sup>.

Oceanaria są bardzo wymagającymi budynkami. Projektanci Afrykarium stworzyli biotopy z charakterystyczną dla danego obszaru temperaturą i wilgotnością dochodzącą do 90%. Warunki bardzo niekorzystne dla elementów konstrukcyjnych oraz trudne do utrzymania w naszym klimacie wymagały szczegółowego opracowania z pomocą międzynarodowego zespołu specjalistów z zakresu konstrukcji, budowy obiektów związanych z wodą, fizyki budowli, instalacji. Pod całym budynkiem (obrys 9,000m<sup>2</sup>) znajduje się przestrzeń techniczna, gdzie zaprojektowano fabrykę oczyszczania i przygotowania wody, potrzebne systemy wentylacji oraz Live Support System (LSS). Dzięki wykorzystaniu nowoczesnych technologii, monitorowania, kontroli i sterowania woda obecna w zbiornikach poddawana jest szczegółowym testom pod względem zasolenia, temperatury i obecności zanieczyszczeń biologicznych. Kontrola obejmuje również pomiary temperatury, wilgotności powietrza i substratu. Dane te przekazywane są następnie do systemu komputerowego, który analizuje je i reguluje ilość potrzebnej wody oraz częstotliwość podlewania. LSS to system uzdatniania wody, połączony z każdym z kilkunastu obiegów. Woda, jej poziom zasolenia i temperatura musi być przystosowana do wymagań konkretnych gatunków zwierząt.

Afrykarium oparte jest na idei uczenia się. Idąc za myślą Pallaasma, „architektura musi (...) zatrzymać czas i obronić naturalny rytm i różnorodność doświadczenia”<sup>6</sup>. „Architektura musi bronić nas przed nadmierną ekspozycją, hałasem i mediami. Ostatecznie, zadanie architektury polega na utrzymaniu i obronie ciszy”<sup>7</sup>.

#### 3.2. Akwarium Gdyńskie. Miejsce z historią, nowe perspektywy

Akwarium Gdyńskie istnieje od 1971 roku (wcześniej pod nazwą Muzeum Oceanograficzne i Akwarium Morskie Instytutu Rybackiego w Gdyni; Państwowy Ośrodek Badawczy już od 1921 roku) [17]. Obiekt, mieszczący największą w Polsce naturalną rafę koralową, stanowi ciekawą atrakcję turystyczną. W 2016 roku wystawy zobaczyło ponad pół miliona osób. Modernistyczny budynek z 1938 roku znajduje się na Molo Południowym. W 2003 i 2005 roku zmodernizowano istniejące sale, odnowiono szklaną rotundę. W 2013 roku budynek przeszedł termomodernizację przy wsparciu funduszy unijnych w ramach programu „Środowisko i energetyka przyjazna środowisku”. Docieplenie dachów, modernizacja instalacji ogrzewania, nowoczesne systemy wentylacji i klimatyzacji sal pozwoliły na poprawę parametrów technicznych budynku. Na dachu zamontowane zostały kolektory słoneczne. Energia uzyskana dzięki nim wykorzystywana jest do ogrzewania wody. Zakupione zostały również cztery centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła. Ograniczono zużycie energii cieplnej, zmniejszono poziom emisji niekorzystnych substancji do środowiska. Mimo bogatej historii budynku możliwe było dostosowanie do nowych wy-

to which a structural element stabilising the bracket is created.”<sup>5</sup>

Oceanariums are very demanding buildings. Designers of the Africarium created biotopes with temperatures and humidity, reaching even 90%, characteristic for specific areas. These conditions, very unfavourable for structural elements and difficult to maintain in our climate, required very thorough studies conducted with the assistance of an international team of specialists in the field of structures, construction of buildings connected with water, physics of structures, installation. Under the entire building (outline 9,000 m<sup>2</sup>) there are technical support premises, housing water treatment and preparation plant, necessary air handling systems, and the Life Support System (LSS). Thanks to the application of state-of-the-art technologies, monitoring, control and steering, the water in the water tanks is subjected to detailed tests in terms of salinity, temperature, and presence of biological contaminants. The control covers also measurements of temperature and humidity of the air and of the substrate. Next, the data are forwarded to a computer system, which analyses them and adjusts the quantity of the water needed and the frequency of watering. LSS is a water treatment system, linked to each of more than ten cycles. Water, its salinity level and temperature must be adjusted to the requirements of specific animal species.

The Africarium is based on the concept of learning. Following Pallaasma's thought, ‘architecture must (...) stop the time and protect the natural rhythm and diversity of experience’<sup>6</sup>. ‘Architecture must protect us against excessive exposition, noise, and media. Ultimately, the task of architecture consists in maintaining and protecting silence.’<sup>7</sup>

#### 3.2. Gdynia Aquarium. A Place with History, New Perspectives

The Gdynia Aquarium exists since 1971 (previously under the name of Oceanographic Museum and Marine Aquarium of the Marine Fisheries Research Institute in Gdynia; National Research Centre already since 1921) [17]. This facility, housing Poland's largest natural coral reef, is an interesting tourist attraction. In 2016 its exhibitions were visited by over half a million people. This modernist building from 1938 is located on the South Pier. In 2003 and 2005 the existing halls were modernised and the glass rotunda was renovated. In 2013 the building was subjected to the thermal efficiency improvement with the support from the EU funds within the programme ‘Environment and Environmentally Friendly Power Industry’. Insulation of the roofs, modernisation of the heating system, advanced systems of ventilation and air-conditioning in the halls allowed to improve the performance of the building. Solar collectors were installed on the roof. The energy obtained by them is used for heating water. Furthermore, four air handling units with heat recovery were purchased. The consumption of the heat energy was reduced, the emissions of unfavourable substances to the environment were lowered. Despite the rich history of the building, it was possible to adjust it to new technical and environmental requirements. The Gdynia Aquarium plays an educational role, as well. New teaching and multimedia halls come into being, a cinema,

magań technicznych i środowiskowych. Akwarium Gdyńskie pełni również rolę edukacyjną. Powstają nowe sale dydaktyczne, multimedialne, sala kinowa, laboratorium, Eksperymentalna Pracownia Wody, gdzie można poznać metody oczyszczania wody, zdobyć wiedzę dotyczącą zmian klimatycznych, wykorzystania wody, a także przeprowadzić eksperymenty. W oceanarium organizowane są zajęcia dla dzieci, kursy PTTK, praktyki studenckie. Atrakcyjny turystycznie region, jakim jest Trójmiasto, potrzebuje nowych możliwości rozwoju. Oceanarium jest ciekawym obiektem, jednak kolejne przebudowy wymagają dużych środków finansowych, a efekty mogą nie być w pełni zadowalające. W 2014 roku Mikołaj Adamus, w ramach projektu dyplomowego na Wydziale Architektury Politechniki Gdańskiej, zaproponował utworzenie nowego obiektu [18], który mógłby sprostać wysokim wymaganiom stawianym współczesnym budynkom. Projekt zakłada zastąpienie istniejącego Akwarium Gdyńskiego nowym obiektem, wysuniętym w głąb molo, co miałyby zaktywizować całą dostępną dla pieszych przestrzeń. Prosta bryła towarzyszyć miała przyrodzie, nie dominując jej. Duże otwarcia zapewniłyby poczucie transparentności, czystości formy, jednocześnie zapraszając mieszkańców i turystów do podróży po morskim świecie. Projekt pokazuje możliwości konstrukcyjne i technologiczne współczesnej architektury, jak i potrzebę niekonwencjonalnego myślenia.

#### 4. Podsumowanie

Oceanaria, akwaria są obiektami o wysokim potencjale rozwojowym. Wielość funkcji, nowoczesne aranżacje przestrzeni, bardzo wysokie wymagania techniczne stawiają przed współczesnymi architektami, konstruktorami, technologami ogromne wyzwania. Etap koncepcyjny projektu jest bardzo ważny. Aby osiągnąć konkretne cele należy opracować program funkcjonalny przystosowany do dużej intensywności zwiedzania, wymagań dotyczących stworzenia oaz odpowiadających warunkom środowisk naturalnych, w których występują dane grupy zwierząt. Konstrukcja powinna przetrześć bardzo duże obciążenia, być odporna na niesprzyjające warunki techniczne. Specjalne wymagania wilgotnościowe, utrzymanie odpowiednich temperatur, poziomu zasolenia determinują obecność wielu urządzeń monitorujących, pomiarowych, komputerowych systemów kontroli i zmiany parametrów. Interaktywne technologie, aplikacje, hologramy są wykorzystywane również do tworzenia ciekawych ekspozycji. Kompleksowy projekt wymaga udziału specjalistów z wielu branż. Nowoczesne systemy komputerowe, tworzenie każdego z elementów projektu w technologii BIM ułatwia współpracę, zrozumienie wielu osób i pozwala uniknąć błędów projektowych i kolizji na etapie wykonawczym.

Nowoczesna technologia i udział świata wirtualnego w naszym codziennym życiu pozwalają na pewną redefinicję architektury i możliwości jej kształtowania. Kevin Lynch napisał: „Obserwator powinien spostrzegać świat aktywnie i twórczo uczestniczyć w kształtowaniu jego obrazu. Powinien mieć zdolność przemieniania tego obrazu, aby dopasowywać go do zmieniających się potrzeb”<sup>8</sup>. Stwierdzenie to powinniśmy przenosić do naszego odczuwania otaczającej przestrzeni i budowania nowego obrazu miasta.

a laboratory, an Experimental Water Lab, where one can learn about water treatment methods, acquire knowledge on climatic changes, on the use of water, as well as conduct experiments. The oceanarium is a venue of classes for children, courses of the Polish Tourist and Sightseeing Society, work placements for students. Tricity, which is a true tourist attraction in itself, needs new opportunities to develop. The oceanarium is an interesting facility; nevertheless, its next reconstructions require considerable funds, and the effects might not be fully satisfactory. In 2014 Mikołaj Adamus, within the scheme of a diploma project at the Faculty of Architecture of the Gdańsk University of Technology, proposed the creation of a new facility [18], which could satisfy strict requirements that contemporary buildings must fulfil. The design plans to replace the existing Gdynia Aquarium with a new facility, protruding into the pier, which is to stimulate the entire space accessible to pedestrians. A simple shape was to accompany nature, and not dominate it. Large openings were to secure the sense of transparency, pureness of form, simultaneously inviting city residents and tourists to take a trip around the marine world. The design demonstrates the structural and technological opportunities offered by contemporary architecture, as well as the need to think outside the box.

#### 4. Summary

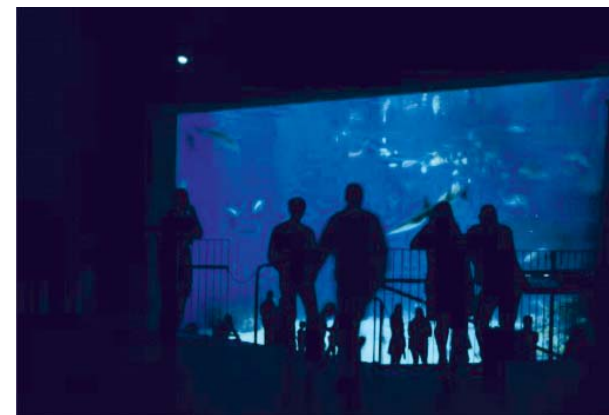
Oceanariums, aquariums are facilities exhibiting a high potential of development. The multitude of functions, advanced space arrangement solutions, very high technical requirements pose enormous challenges in front of contemporary architects, builders, technologists. The conceptual stage of the design is extremely important. So as to achieve specific goals, it is necessary to develop a functional programme adjusted to high intensity of visits, requirements referring to the creation of oases corresponding to the conditions of natural environments inhabited by individual groups of animals. The structure should transfer very large loads and be resistant to unfavourable technical conditions. Special humidity-related requirements, the need to maintain specific temperatures, salinity levels, determine the presence of many monitoring and measurement devices, computer control and performance adjustment systems. Interactive technologies, applications, holograms are also applied so as to create interesting expositions. A comprehensive design calls for cooperation of specialists from different fields of study. Advanced computer systems, rendering each element of the design in the BIM technology, facilitate cooperation, the understanding of many people, and allow to avoid designing errors and conflicts at the stage of construction.

Advanced technologies and participation of the virtual world in our everyday lives allow for a certain redefinition of architecture and possibility of shaping it. Kevin Lynch wrote, ‘The observer himself should play an active role in perceiving the world and have a creative part in developing his image. He should have the power to change that image to fit changing needs.’<sup>8</sup> We should transfer this statement to our perception of the surrounding space and to building of a new image of the city.



Il. 7. Oceanarium w Kopenhadze – organiczna forma stworzona dzięki zaawansowanej technologii i pracy w BIM [zdj. autor] / Oceanarium in Copenhagen – and organic form created thanks to advanced technology and applying the BIM methods [Photo: by the Author]

Il. 8. Hol wejściowy akwarium w Kopenhadze, interaktywne ściany, wyświetlanie obrazu na suficie, specjalny dobór oświetlenia, aplikacje na urządzenia przenośne – nowoczesne technologie we wnętrzu [zdj. autor] / Entrance hall of the aquarium in Copenhagen, interactive walls, images displayed on the ceiling, special selection of illumination, applications for mobile devices – advanced technologies inside [Photo: by the Author]



Il. 9. Główne akwarium w Kopenhadze okno akrylowe o grubości 45cm, składane z 6 pionowych elementów na miejscu budowy [zdj. autor] / The main water tank in Copenhagen. Acrylic window, thickness 45 cm, consisting of 6 vertical elements, assembled on site [Photo: by the Author]

Il. 10. Afrykarium wejście główne – 12m wspornik, wymagająca konstrukcja, nowoczesny materiał na elewacji [zdj. autor] / Africarium – the main entrance – 12m bracket, demanding structure, modern elevation material [Photo: the Author]



Il. 11. Afrykarium – duże przeszklenia, każde z akwariów monitorowane, inteligentne sterowanie poziomem zasolenia, temperaturą, wnętrze przystosowane dla niepełnosprawnych [zdj. autor] / Africarium – large glazed surfaces, each of the water tank is monitored, smart control of the salinity level, temperature; interiors adjusted to the needs of the disabled [Photo: by the Author]

Il. 12. Tunel w głównym basenie, akrylowe elementy [zdj. autor] / Tunnel in the main water tank, acrylic elements [Photo: by the Author]

Il. 13. Afrykarium dżungla – konstrukcja z drewna klejonego przystosowana do wilgotnych warunków, poduszki z folii ETFE jako pokrycie dachu [zdj. autor] / Africarium – the jungle – structure of glued timber, adjusted to humid conditions, ETFE cushions as the roof covering [Photo: the Author]

Il. 14. Wejście do Ripley’s Aquarium, bryła przypominająca skałę; wymagająca konstrukcja budynku [zdj. autor] / Entrance to Ripley’s Aquarium, the building is to resemble a rock; demanding structure of the building [Photo: the Author]





Il. 15. Sala techniczna Ripley's Aquarium udostępniona dla zwiedzających, zdalne pomiary temperatur w każdym z basenów, wymiana wody i Life Support System [zdj. autor] / Technical backup room of Ripley's Aquarium accessible to visitors, remote measurements of temperatures in each water tank, water replacement, and Life Support System [Photo: the Author]

Il. 16. Tunel w głównym akwarium w Toronto o długości 96m, konstrukcja z płyt akrylowych oparta na żelbetowym korycie [zdj. autor] / Tunnel in the main water tank in Toronto, length: 96m, structure of acrylic panels based on a reinforced concrete bed [Photo: the Author]

## PRZYPISY

- <sup>1</sup> D. Wantuch-Matla, *Przestrzeń publiczna 2.0. Miasto u progu XXI w.*, Księży Młyn Dom Wydawniczy, Łódź, 2016, s. 10
- <sup>2</sup> Tamże, s. 10
- <sup>3</sup> Na podstawie wywiadu z pracownikami Den Bla Planet, 01.04.2017
- <sup>4</sup> [http://www.muratorplus.pl/biznes/firmy-i-ludzie/afrykarium-we-wroclawiu-jak-wygladala-realizacja-afrykarium-opowiada-generalny-wykonawca-inwestycji\\_83348.html](http://www.muratorplus.pl/biznes/firmy-i-ludzie/afrykarium-we-wroclawiu-jak-wygladala-realizacja-afrykarium-opowiada-generalny-wykonawca-inwestycji_83348.html), dostęp 10.04.2017
- <sup>5</sup> J. Pallasmaa, *Mysząca dłoń. Egzystencjonalna i ucieleśniona mądrość w architekturze*, Instytut Architektury, Kraków, 2015, s. 165
- <sup>6</sup> Tamże, str.166
- <sup>7</sup> K. Lynch, *Obraz miasta*, Archivolta, Kraków, 2011, s. 7
- <sup>8</sup> Tamże

## LITERATURA

- [1] Bundegaard Ch., Nielsen K. H., *The Blue Planet Denmark's National Aquarium*. ORO Editions, 2013.
- [2] Hajok D., *Czarny jak Afryka*. Czasopismo Budownictwo, Technologie, Architektura. 2015, 26-27.
- [3] Jałowicki B., *Spoleczne wytwarzanie przestrzeni*. Książka i Wiedza. Warszawa, 1988.
- [4] Kardylis M., *Organizing a public aquarium: objectives*. Global NEST Journal. 2011, 369-384.
- [5] Adelman L. M., Falk J.H., James S., *Impact of National Aquarium in Baltimore on Visitors' Conservation Attitudes, Behavior, and Knowledge*. CURATOR The Museum Journal. 2010, 33-61.
- [6] Lynch K., *Obraz miasta*. Archivolta. Kraków, 2011.
- [7] Maier F., *The Blue Planet – Denmark's New National Aquarium*. DETAIL. 2013.
- [8] Nguoku B.B., *The design and construction of Aquaria*. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 2014.
- [9] Pallasmaa J., *Mysząca dłoń. Egzystencjonalna i ucieleśniona mądrość w architekturze*. Instytut Architektury, Kraków, 2015.
- [10] Pearson, *Essential guides: BREEAM, LEED, Green Star & Estidama*. building.co.uk. 2010, dostęp 21.04.2017.
- [11] Smith L., Broad S., Weiler B., *A Closer Examination of the Impact of Zoo Visits on Visitor Behaviour*. Journal of Sustainable Tourism. Vol. 16, No. 5. Taylor & Francis. Victoria, 2008
- [12] Wantuch-Matla D., *Przestrzeń publiczna 2.0. Miasto u progu XXI w.* Księży Młyn Dom Wydawniczy. Łódź, 2016.
- [13] Wetzel J.A., O'Brien M., *Aquariums: a look to the future*. International Zoo Yearbook. 1995, 34-36.
- [14] <http://www.dac.dk/en/dac-life/copenhagen-x-galleri/cases/the-blue-planet/>, dostęp 12.04.2017
- [15] <http://www.bharchitects.com/en/project/ripley-aquarium-canada/>, dostęp 12.04.2017
- [16] [http://www.muratorplus.pl/biznes/firmy-i-ludzie/afrykarium-we-wroclawiu-jak-wygladala-realizacja-afrykarium-opowiada-generalny-wykonawca-inwestycji\\_83348.html](http://www.muratorplus.pl/biznes/firmy-i-ludzie/afrykarium-we-wroclawiu-jak-wygladala-realizacja-afrykarium-opowiada-generalny-wykonawca-inwestycji_83348.html), dostęp 10.04.2017
- [17] <http://www.akwarium.gdynia.pl>, dostęp 21.04.2017
- [18] <http://archinea.pl/nowe-oceanarium-w-gdyni-dyplom-roku-2015/>, dostęp 21.04.2017

## ENDNOTES

- <sup>1</sup> D. Wantuch-Matla, *Przestrzeń publiczna 2.0. Miasto u progu XXI w.*, Księży Młyn Dom Wydawniczy, Łódź, 2016, p.10
- <sup>2</sup> Ibid., p.10
- <sup>3</sup> On the basis of an interview with the staff of Den Bla Planet, 01.04.2017.
- <sup>4</sup> [http://www.muratorplus.pl/biznes/firmy-i-ludzie/afrykarium-we-wroclawiu-jak-wygladala-realizacja-afrykarium-opowiada-generalny-wykonawca-inwestycji\\_83348.html](http://www.muratorplus.pl/biznes/firmy-i-ludzie/afrykarium-we-wroclawiu-jak-wygladala-realizacja-afrykarium-opowiada-generalny-wykonawca-inwestycji_83348.html), access on 10.04.2017
- <sup>5</sup> J. Pallasmaa, *Mysząca dłoń. Egzystencjonalna i ucieleśniona mądrość w architekturze*, Institute of Architecture, Cracow, 2015, p. 165
- <sup>6</sup> Ibid., p.166
- <sup>7</sup> K. Lynch, *Obraz miasta*. Archivolta. Cracow 2011, p.7
- <sup>8</sup> Ibid.

## BIBLIOGRAPHY

- [1] Bundegaard Ch., Nielsen K. H., *The Blue Planet Denmark's National Aquarium*. ORO Editions, 2013.
- [2] Hajok D., *Czarny jak Afryka*. Czasopismo Budownictwo, Technologie, Architektura. 2015, 26-27.
- [3] Jałowicki B., *Spoleczne wytwarzanie przestrzeni*. Książka i Wiedza. Warsaw, 1988.
- [4] Kardylis M., *Organizing a public aquarium: objectives*. Global NEST Journal. 2011, 369-384.
- [5] Adelman L. M., Falk J.H., James S., *Impact of National Aquarium in Baltimore on Visitors' Conservation Attitudes, Behavior, and Knowledge*. CURATOR The Museum Journal. 2010, 33-61.
- [6] Lynch K., *Obraz miasta*. Archivolta. Cracow, 2011.
- [7] Maier F., *The Blue Planet – Denmark's New National Aquarium*. DETAIL. 2013.
- [8] Nguoku B.B., *The design and construction of Aquaria*. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 2014.
- [9] Pallasmaa J., *Mysząca dłoń. Egzystencjonalna i ucieleśniona mądrość w architekturze*. Institute of Architecture. Cracow, 2015.
- [10] Pearson, *Essential guides: BREEAM, LEED, Green Star & Estidama*. building.co.uk. 2010, access on 21.04.2017.
- [11] Smith L., Broad S., Weiler B., *A Closer Examination of the Impact of Zoo Visits on Visitor Behaviour*. Journal of Sustainable Tourism. Vol. 16, No. 5. Taylor & Francis. Victoria, 2008
- [12] Wantuch-Matla D., *Przestrzeń publiczna 2.0. Miasto u progu XXI w.* Księży Młyn Dom Wydawniczy. Łódź, 2016.
- [13] Wetzel J.A., O'Brien M., *Aquariums: a look to the future*. International Zoo Yearbook. 1995, 34-36.
- [14] <http://www.dac.dk/en/dac-life/copenhagen-x-galleri/cases/the-blue-planet/>, access on 12.04.2017
- [15] <http://www.bharchitects.com/en/project/ripley-aquarium-canada/>, access on 12.04.2017
- [16] [http://www.muratorplus.pl/biznes/firmy-i-ludzie/afrykarium-we-wroclawiu-jak-wygladala-realizacja-afrykarium-opowiada-generalny-wykonawca-inwestycji\\_83348.html](http://www.muratorplus.pl/biznes/firmy-i-ludzie/afrykarium-we-wroclawiu-jak-wygladala-realizacja-afrykarium-opowiada-generalny-wykonawca-inwestycji_83348.html), access on 10.04.2017
- [17] <http://www.akwarium.gdynia.pl>, access on 21.04.2017
- [18] <http://archinea.pl/nowe-oceanarium-w-gdyni-dyplom-roku-2015/>, access on 21.04.2017