



DOI: 10.21005/pif.2017.32.B-03

## **HYDRAULIC STRUCTURES AS AN INTEGRAL PART OF SYMBIOSIS BETWEEN INDUSTRY AND NATURE**

### **BUDOWLE HYDROTECHNICZNE INTEGRALNĄ CZĘŚCIĄ PRZEMYSŁU I NATURY**

**Norbert Laskowski**  
mgr inż.

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
Wydział Budownictwa i Architektury  
Katedra Budownictwa Wodnego/ Zakład Budownictwa Wodnego, Hydrauliki i Hydrologii

#### **ABSTRACT**

The article presents the problem of symbiosis between hydraulic structures and the natural landscape. The necessity of the engineering intervention in natural water cycle and resulting consequences have been indicated. Much attention has been paid to the issue of environmental compensation and the visual adaptation of the hydrotechnical facility to the surrounding landscape, referring to selected hydrotechnical solutions

Key words: environmental compensation, hydraulic structures, nature, symbiosis between industry and nature.

#### **STRESZCZENIE**

W artykule poruszono problem symbiozy między budownictwem hydrotechnicznym, a krajobrazem naturalnym. Wykazano konieczność ingerencji w naturalny obieg wody w przyrodzie oraz przedstawiono wynikające z niej konsekwencje. Dużą uwagę poświęcono kwestii ochrony środowiska tj. kompensacji przyrodniczej oraz wizualnego przystosowania obiektu hydrotechnicznego do otaczającego go krajobrazu. Ponadto ukazano możliwość współistnienia przemysłu i natury powołując się na wybrane rozwiązania hydrotechniczne.

Słowa kluczowe: budowle hydrotechniczne, kompensacja przyrodnicza, natura, symbioza przemysłu z naturą.

## 1. INTRODUCTION

Water is not exclusively a source of life. An access to its resources determine a basis of prosperity and civilization development. Nations, which suffers drought or are exposed to numerous floods, caused by excessive rainfalls, face natural disasters for most of the year. The development of civilization is very difficult or simply impossible in such area. Hydrotechnical interference in environment is necessary to improve the mentioned situation and prevent the implications of uneven location of water resources. Moreover, in connection with ascending population and constant quantity of water on our planet (of which only 2,5 % is fresh water- usable), the need for integrated water management and the engineering intervention in natural water cycle is inevitable. [7] It is necessary to create such conditions to be able to use all kinds of water potential with caution. An example is the Colorado River, which flooded riverside areas to the 20th century, and despite the extensive river basin area of 632,000. km<sup>2</sup> was not used. Was not until 1931, when in the Black Canyon the construction of a huge dam began, a dam which since 1947 has been called the Hoover Dam. The hydrotechnical object serves as an energy source, flood control, water supply, navigation, tourist, transport.

## 2. HYDRAULIC STRUCTURE - COST BENEFIT ANALYSIS METHOD

Hydraulic structures is understood as: construction of weirs, dams, hydroelectric power plants, retention reservoirs and regulation of watercourses. Therefore, objects which stays in close contact with nature and because of their dimensions and functioning demolish an existing order. Such interference in the environment raises a number of consequences, both visual and ecosystem consequences. Though, not only the prevailing water-environment conditions, but also the natural „wild“ landscape will change. The usefulness of such projects should therefore be analyzed very carefully, preferably by applying common criteria. Unfortunately they still take the form of money. One way to determine the profitability of an investment is the CBA (Cost benefit analysis) method, which compares the sum of expected benefits with the sum of expected costs. Let us consider, for instance, the construction of the water reservoir. The stored water is a valuable asset, both in rural areas poor in water resources and agricultural areas particularly vulnerable to extreme floods or low-flow periods. Using the CBA method we can separate:

- exploitation of the reservoir (development of tourism and recreation) and the use of the newly-created ecosystem (stocking of the created water area);
- using the occurred damming as a alternate source of energy;
- Impact of the investment on occupants;
- value of devastated or even destroyed ecosystem and threatened environment;
- value of newly-created ecosystem. [3]

## 3. ENGINEERING AND NATURE

Currently, awareness of increasing ecological danger, which is caused by development of civilization is a factor which mark out the evolution ways of civil engineering and architecture. [5] The problem, however, is not the need for population growth, but the excessive appropriation of natural lands caused by incorrect politics. [8] That is why more and more attention is paid to environment protection and environmental compensation, which is understood as a set of actions aimed at restoring natural equilibrium, compensating for environmental damages and preserving landscape values.

Hydraulic structures are mainly made of artificial parts, that is why they have such an influence on ecosystem. Depending on form they might cause disturbance of flow conditions, sediment transport, erosion, sedimentation, water aeration process and hydraulic changes. Using of weirs also disrupts the natural migration of aquatic fauna and different

ecosystems are formed in the upper and lower basins by damming. Compensatory operations to improve the affected environment includes:

- activities in the riverbed (construction of fish passages, creation of terraced forms of river channels facilitating free migration of fish);
- riverbank zone activities (habitat building, shoreline restoration, shoreline variability);
- landscaping activities (giving hydraulic structures a form that fit into the surrounding landscape, where possible using fords, use of gravel and grassy surfaces);
- biocenotic actions (increase of biodiversity, taking into consideration the habitat requirements during plant selection, construction of structures made of plant materials or launch plants as a technical element- fascines, darnines);
- social activities (the application of sustainable development, preservation of the natural environment to assure good mental and biological condition of the human being. [1][5])

The technology-nature conflict is exacerbated even more when hydrotechnic facilities enter the highest protected areas - for instance in Europe, Natura 2000 sites or even National Parks. It is forbidden to undertake activities that may have a significant negative impact on the protection objectives of a Natura 2000 site, regardless of the geographic location of the site itself. Exceptions are investments resulting from overriding public interest, unless proven alternative solutions are available and environmental compensation is ensured. Unfortunately, the term "overriding public interest" is a transformative notion and its final definition is not constructed. Often, in spite of the above mentioned conditions, interference in natural valuable areas raises numerous controversies on the part of non-governmental environmental organizations. [10] In the meantime, water structures for active protection on natural valuable objects are often a separate group of hydrotechnical constructions. Their characteristic features include a design that allows the free movement of aquatic living organisms and a form that integrates into the natural landscape. Obviously, the materials used should be as natural as possible (wood, stone, fascine) and "environmentally friendly". [4] An example of a construction using wood and natural materials is the splash dam (hydrotechnical building used to periodically improve the flow of a river or stream, now rarely seen). [12] (Fig.1)



Fig. 1. Water threshold in the forest area. Source: Dorota Libront  
Ryc. 1. Próg wodny na obszarze leśnym. Źródło: Dorota Libront

#### 4. AN EXAMPLE OF RESPECTING THE ENVIRONMENT

An example of an investment that applies to nature compensation rules is the new Niederfinov Boat Lift, where four different variants were analyzed at the planning stage and evaluated not only for economic efficiency, but also for environmental friendliness. Specialists from Brandenburg and the BfG (Bundesanstalt für Gewässerkunde) naturalist in Koblenz have conducted research on the site and in the vicinity of the site, setting out in the end 20 measures that WNA Berlin (Wasserstraßen-Neubauamt Berlin) should compensate for environmental interference. These are, among others: securing existing biotopes, planting plants on newly formed riverbanks, facilitating communication in the area of the otters. In addition, people from the institution responsible for construction of the new lift realized that the newly constructed object will not only be a hydro-technical building serving the watercraft, but also a symbol that attracts tourists. It was therefore decided to invite architects who were required to give a unique form of the project based on two principles: the form of the lift should be adequate for its functionality and in spite of its size the object is to blend with the landscape. For structural reasons, it was decided that steel and concrete should be used to build the boat lift, which did not make it easier for architects. So one colour conception of the boat lift and associated objects (information center) was decided, creating a cohesive building team. The green and blue shades allowed to blend with the natural environment. [11] (Fig. 2)



Fig. 2. Construction of the new Niederfinov Boat Lift. Source: Michał Wolanowski

Ryc. 2. Budowa nowej podnośni statków w Niederfinow. Źródło: Michał Wolanowski

Harmonizing architecture with nature is evident in the work of American architect Frank Lloyd Wright. In his work, inspired by nature, he often used natural building materials. He became one of the main representatives of organic architecture, which, by adapting forms to plant and terrains, the choice of colors, materials and the interacing of the elements

of nature, gives an impression of penetration with nature. [9] It would seem that humans in recent years really felt the need to coexist with nature, not just use of its resources. This concerns both the economic and the visual aspects. In fact we have a flourish of architecture directions such as ecological architecture, bioarchitecture, energy-active architecture, architecture of sustainable development etc. [5][9] References to organic architecture can be found in the following hydro engineering projects: Navet Dam (Trinidad and Tobago), Lady Bower Reservoir (England), Bhandardara Wilson Dam (India), Rayong Dam (Thailand) (Fig. 3), Tehri Dam (India), Karun Dam India, The New Croton Dam (USA) (Fig. 4), Grand Maison (France). These objects by applying the original solutions perfectly complement the environment and impress the tourists. Very interesting are the overflow spillways, whose basic structure is covered by a stream of water passing. As a result, natural camouflage of a hydrotechnical object and an unusual picture of a phenomenon perfectly integrated into the surrounding landscape.

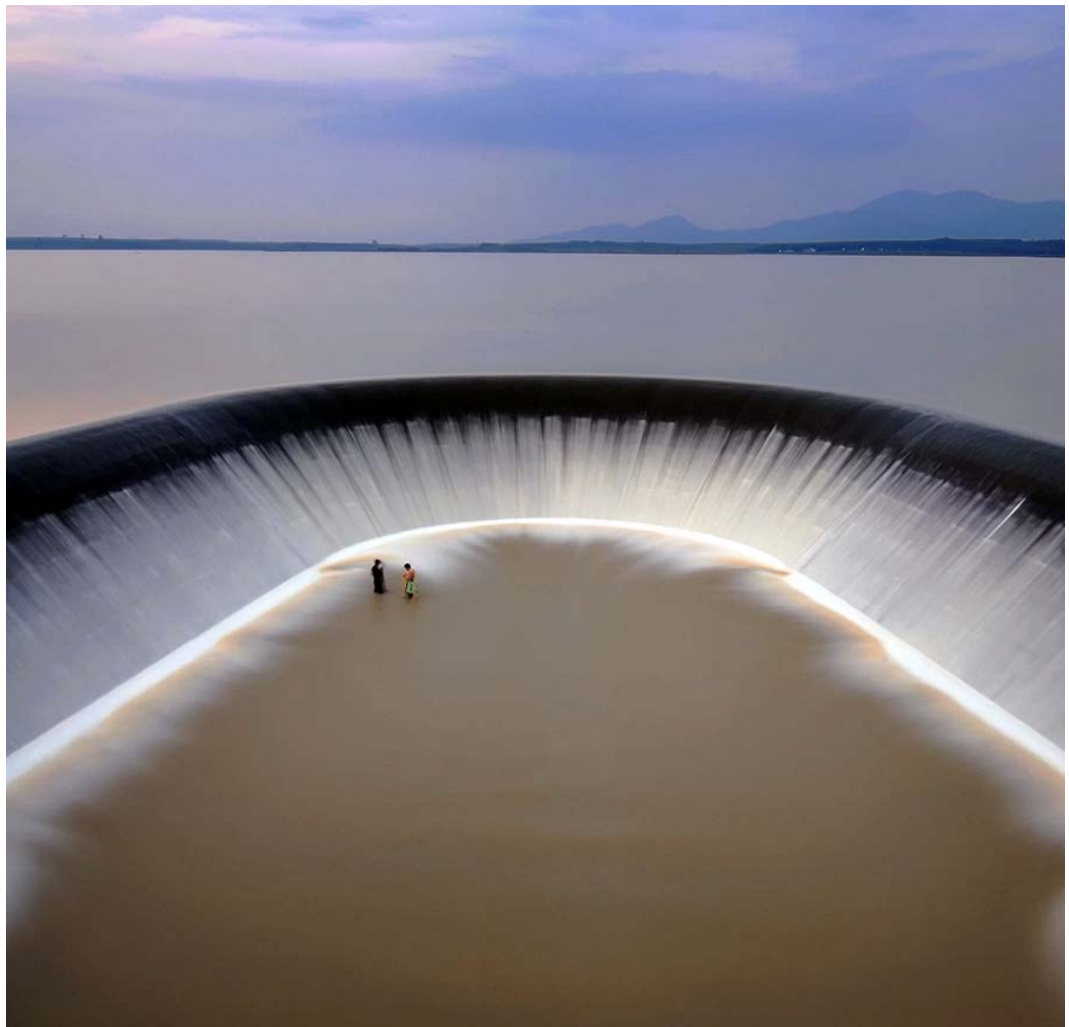


Fig. 3. Rayong Dam (Thailand). Source: Anan Charoenkal. [13]

Ryc. 1. Rayong Dam (Tajlandia). Źródło: Anan Charoenkal. [13]



Fig. 4. The New Croton Dam (USA). Source: Lee Sandstead. [14]  
 Ryc. 2. The New Croton Dam (USA). Źródło: Lee Sandstead. [14]

## 5. A SYMBIOSIS BETWEEN ENGINEERING AND NATURE ON THE EXAMPLE OF ODRA CUT

An example of technology symbiosis with nature does not have to be sought far. The Odra River is divided in its lower reaches from Widuchowa to the Western Odra and the Eastern Odra River, passing through Regalica. Not everyone is aware of the fact that the present Eastern Oder is partly artificially dug. At the beginning of the eighteenth century from the village Wrzecieniowo Odra forked and flowed north two riverbeds: the west along the edge of the western and east (called Mogilica - Main river) to Zatoń Dolna. Then the arms joined and split depending on the scale of flow. Below Widuchowa forming a double loop Odra passed on the western edge, eventually splitting the Odra, at the height of Gryfino, into East and West. The appropriate Oder West flows next to Gartz and then passes through Szczecin to Roztoka Odrzańska. The East Odra (Regalica) goes to Lake Dąbie. Such a course of the Odra river was a major impediment to navigation (caused by bends and strong accumulation of sand at the bottom) and agriculture (floods in the vast lowland areas occurred in a wrong times, thus decreasing the value of the harvest). At the beginning of the twentieth century, work was carried out on the Low Odra River, which shaped the current image of the river. A cut was made from the Odra river below Widuchowa to the Regalica arm, making the East Odra River the main river which transport the river waters and the material to Lake Dąbie. The maximum flow between the shafts was established at  $1600 \text{ m}^3 / \text{s}$ . The West Odra was developed as a navigation channel for 600-ton ships. The result is a significant improvement in flow conditions in the region of the lower Oder, reduced water levels in Western Odra and created a spacious waterway sinking from Zatoń Dolna to Szczecin. Despite the implementation of such significant changes in the riverbed, landscape of lower Oder River is still rich in flora and fauna area in which Park Krajobrazowy Dolina Dolnej Odry and nature reserves take place. [2] (Fig. 5)



Fig. 5. Eastern Odra River at 715 km. Source: Robert Mańko.

Ryc. 3. Odra Wschodnia na 715 km biegu rzeki. Źródło: Robert Mańko.

Attempts to minimize environmental damage can be considered as a significant civilization achievement. While full success would have meant complete stagnation in construction and architecture, ideas began to be sought to integrate building processes with processes of nature that would then become part of natural phenomena. This trend was defined as a bionic of architecture.[5] Cherrapunji bridges are an example of such an object.

## SUMMARY

Faced with the increasing demand for water, associated with the development of civilization and the need to regulate water resources in areas affected by natural disasters, the sustainable management of water resources becomes indispensable. This involves the obligatory hydrotechnical interference with the natural circulation of water in nature. The effectiveness of such investment should be carefully analyzed, for example, by applying the AKK method, which allows for an accurate overview of the consequences of the project in question (was used i.a. to evaluate the profitability of the construction of the Domaniów water reservoir). As the landscape becomes an unpunished element of official action, that no one seems to dominate, hydrotechnical construction is primarily a technical and utility role. The compensatory measures that used to reduce environmental damage still seem to ignore the issue of aesthetics and the harmonization of an object with the environment. The architectural potential that is associated with hydrotechnical construction is therefore very often not used. Meanwhile, the solutions presented by nature inspire both technical and architectural development. Perhaps in the near future mentioned in the article Bionic architecture will be a commonly used concept, due to the hy-

draulic engineering objects will become part of the environment. It rises for tens, sometimes even hundreds of years. They are like monuments of technology in close symbiosis with nature.

## **BUDOWLE HYDROTECHNICZNE INTEGRALNĄ CZĘŚCIĄ PRZEMYSŁU I NATURY**

### **1. WSTĘP**

Badania przedstawione w artykule oparte zostały na analizach własnych i bibliografii dotyczących budowli hydrotechnicznych.

Woda nie jest wyłącznie źródłem życia. Dostęp do jej zasobów stanowi również podstawę dobrobytu oraz rozwoju cywilizacji. Kraje, które cierpią susze lub narażone są na liczne powodzie, spowodowane nadmierną ilością opadów, niemal każdego dnia stają w obliczu klęsk żywiołowych. Rozwój cywilizacji na takich obszarach jest bardzo trudny lub wręcz niemożliwy. Aby poprawić panującą we wspomnianych rejonach sytuację i zapobiec konsekwencjom wynikającym z nierównomiernego rozmieszczenia zasobów wodnych, konieczna jest hydrotechniczna ingerencja w środowisko. Co więcej, w związku z rosnącą liczbą ludności i stałą ilością wody na naszej planecie (z czego zaledwie 2,5% stanowi woda słodka – zdatna do użytku) konieczność zrównoważonego dysponowania wodą i wspomniana inżynierska interwencja w naturalny obieg wody w przyrodzie jest nieunikniona. [7] Potrzebne jest bowiem stworzenie takich warunków by móc z rozwagą wykorzystać wszelkiego rodzaju potencjał wodny. Jako przykład może posłużyć rzeka Kolorado, która do XX wieku zalewała tereny nadbrzeżne, a mimo obszernej powierzchni dorzecza równej 632 tys. km<sup>2</sup> nie była wykorzystywana. Dopiero w 1931 roku rozpoczęto w Black Canyon budowę ogromnej zapory wodnej, która od 1947 roku nazywana jest Zaporą Hoovera. Obiekt pełni funkcję energetyczną, przeciwpowodziową, zaopatrzenia w wodę, nawigacyjną, turystyczną, transportową

### **2. BUDOWNICTWO HYDROTECHNICZNE – METODA ANALIZY KOSZTÓW I KORZYŚCI**

Jako budownictwo hydrotechniczne rozumie się przede wszystkim: budowę jazów, zapór wodnych, elektrowni wodnych, zbiorników retencyjnych, regulacje cieków wodnych; zatem obiekty, które znajdując się w ścisłym kontakcie z naturą swoimi gabarytami i funkcjonowaniem burzą pewien istniejący ład. Taka ingerencja w środowisko rodzi szereg konsekwencji zarówno wizualnych, jak i ekosystemowych. Zaburza się przecież nie tylko panujące warunki wodno-środowiskowe, ale również naturalny, „dziki” krajobraz. Korzystność takich przedsięwzięć należy zatem bardzo dokładnie przeanalizować, najlepiej przez zastosowanie wspólnych kryteriów. Te niestety najczęściej wciąż przyjmują postać pieniędzy. Jedną z metod pomagających określić opłacalność inwestycji jest metoda AKK



(Analiza Kosztów i Korzyści), polegająca na porównaniu ze sobą sumy oczekiwanych korzyści z sumą przewidywanych kosztów. Rozważmy dla przykładu budowę zbiornika retencyjnego. Woda w nim zgromadzona jest cennym dobrem, zarówno na terenach wiejskich ubogich w zasoby wodne, jak i terenach rolniczych szczególnie narażonych na ekstremalne wezbrania, bądź niżówki. Posługując się metodą AKK wyodrębnia się zatem:

- eksploatację zbiornika (rozwój turystyki i rekreacji) i wykorzystanie nowo powstałego ekosystemu (zarybienie utworzonego akwenu);
- wykorzystanie zaistniałego spiętrzenia jako alternatywnego źródła energii;
- oddziaływanie inwestycji na mieszkańców;
- wartość zniszczonego, bądź nawet utraconego ekosystemu i zagrożonego środowiska;
- wartość nowopowstałego ekosystemu. [3]

### 3. TECHNIKA A NATURA

Obecnie czynnikiem decydującym o wyznaczaniu kierunków ewolucji zadań budownictwa i architektury jest świadomość narastających zagrożeń ekologicznych, które spowodowane są rozwojem cywilizacji. [5] Problemem nie są jednak potrzeby wynikające ze wzrostu populacji, lecz przesadne zawłaszczanie terenów naturalnych przez nieprawidłową politykę przestrzenną. [8] Coraz większą wagę przykładą się zatem do kwestii ochrony środowiska oraz ewentualnej kompensacji przyrodniczej, którą rozumie się jako zespół działań mających doprowadzić do przywrócenia równowagi przyrodniczej, wyrównania wyrażonych szkód środowiskowych oraz zachowania walorów krajobrazowych. Budowle hydrotechniczne są w większości przypadków elementami sztucznymi, nic więc dziwnego, że wywierają znaczny wpływ na ekosystem. W zależności od formy mogą powodować zaburzenie warunków przepływu, transportu rumowiska, erozji, sedymentacji, procesu napowietrzania się wody oraz zmiany hydrauliczne. Przegrodzenie koryta rzeki jazem zaburza również naturalną migrację wodnej fauny, a przez powstałe piętrzenie tworzą się różne ekosystemy na stanowisku górnym oraz dolnym. Działania kompensacyjne mające poprawić sytuację naruszonego środowiska naturalnego to między innymi

- działania w korycie rzeki (budowa przepławek, tworzenie tarasowych form koryta rzeczno-geologicznych umożliwiających swobodną migrację ryb );
- działania dotyczące strefy brzegowej (stworzenie budowli habitatowych, odbudowa pasów brzegowych, zapewnienie zmienności formy skarp brzegowych);
- działania krajobrazowe (nadanie budowlom formy wpasowującej się w otaczający krajobraz; w miarę możliwości stosowanie brodów, zastosowanie żywirowych i trawiastych nawierzchni);
- działania biocenotyczne (zwiększenie bioróżnorodności, uwzględnienie wymagań siedliskowych podczas doboru roślin, realizacja konstrukcji budowlanych wykonanych z materiałów roślinnych lub wprowadzenie roślin jako elementu konstrukcji technicznej – faszyna, darnina);
- działania społeczne (stosowanie zasady zrównoważonego rozwoju, zachowanie środowiska przyrodniczego w stopniu zapewniającym dobry stan psychiczny i biologiczny człowieka); [1][5]

Konflikt na linii technika-natura zaostrza się tym bardziej, gdy obiekty hydrotechniczne wkraczają na tereny objęte najwyższą formą ochrony – na przykład w Europie obszary Natura 2000, czy nawet Parki Narodowe. Zabrania się bowiem podejmowania działań mogących znacząco negatywnie wpływać na cele ochrony danego obszaru Natura 2000, bez względu na geograficzne położenie samego obiektu. Wyjątki stanowią inwestycje wynikające z przesłanek nadrzędnego interesu publicznego, o ile zostanie udokumentowany brak alternatywnych rozwiązań oraz zapewni się wykonanie kompensacji przyrodniczej. [10] Niestety termin „nadrzędny interes publiczny“ jest pojęciem ulegającym przekształceniom i nie została skonstruowana jego ostateczna definicja. Często więc, pomimo

spełnienia wspomnianych warunków, ingerencja w obszary cenne przyrodniczo budzi liczne kontrowersje ze strony pozarządowych organizacji ekologicznych. Tymczasem, budowle wodne służące czynnej ochronie na obiektach cennych przyrodniczo stanowią często odrębną grupę budowli hydrotechnicznych. Do ich charakterystycznych cech zaliczamy konstrukcję pozwalającą na swobodne przemieszczanie się wodnych organizmów żywych oraz formę wkomponowującą się w naturalny krajobraz. Oczywiście zastosowane materiały powinny być w miarę możliwości naturalne (drewno, kamień, faszyna) i „przyjazne środowisku“. [4] Przykładem konstrukcji wykorzystującej drewno i materiały naturalne jest kłauza (budowla hydrotechniczna służąca do okresowego poprawienia spławności rzeki lub potoku, obecnie rzadko spotykana). [12] (Ryc. 1)

#### 4. PRZYKŁAD POSZANOWANIA ŚRODOWISKA NATURALNEGO

Przykładem inwestycji, która stosuje się do zasad kompensacji przyrodniczej jest nowa podnośnia w Niederfinow, gdzie na etapie planowania analizowano cztery różne warianty i oceniano je nie tylko pod kątem ekonomiczności, ale również przyjazności środowisku. Specjaliści z Brandenburgii i przyrodnicy z BfG (Bundesanstalt für Gewässerkunde) w Koblencji przeprowadzili badania na terenie budowy oraz w jej otoczeniu, wyznaczając finalnie 20 działań, którymi WNA Berlin (Wasserstraßen-Neubauamt Berlin) powinien zrekompensować ingerencję w środowisko naturalne. Są to m.in. zabezpieczenie istniejących biotopów, zasadzenie roślin na nowopowstałych skarpach brzegowych, ułatwienie komunikacji żyjącym w okolicy wydrom. Ponadto osoby z instytucji odpowiedzialnej za budowę nowej podnośni zdawały sobie sprawę z faktu, iż nowopowstały obiekt będzie nie tylko budowlą hydrotechniczną obsługującą jednostki pływające, ale również symbolem przyciągającym grono turystów. Zdecydowano się więc zaprosić do współpracy architektów, których obowiązkiem było nadanie wyjątkowej formy projektowi opartej na dwóch zasadach: forma podnośni ma być adekwatna do jej funkcjonalności oraz pomimo swoich rozmiarów obiekt ma wtapiać się w krajobraz. Ze względów konstrukcyjnych postanowiono, że do wykonania budowli posłużyć ma stal i beton, co nie ułatwiło zadania architektom. Zdecydowano się więc na jedną kolorystyczną koncepcję podnośni i przynależnych obiektów (centrum informacji), dzięki czemu utworzył się spójny zespół budowlany, a nadane odcienie zieleni i błękitu pozwoliły wtopić inwestycję w naturalne otoczenie. [11] (Ryc. 2)

Harmonizowanie architektury z naturą widoczne jest bardzo w twórczości amerykańskiego architekta modernistycznego Franka Lloyd Wrighta. W swoich pracach, wzorując się na naturze, wykorzystywał często naturalne materiały budowlane. Stał się jednym z głównych przedstawicieli architektury organicznej, która poprzez dostosowanie form do szaty roślinnej i rzeźby terenu, dobór kolorystyki, materiałów oraz wplatanie elementów przyrody stwarza wrażenie przenikania się z naturą. [9] Zdawać by się mogło, że człowiek w ostatnich latach naprawdę odczuł potrzebę współistnienia z przyrodą, a nie wyłącznie wykorzystywania jej zasobów. Dotyczy to zarówno kwestii gospodarczych jak i wizualnych. Mamy więc obecnie rozkwit również takich kierunków architektury jak: architektura ekologiczna, bioarchitektura, architektura energo-aktywna, architektura zrównoważonego rozwoju itp. [5][9] Odniesienia do architektury organicznej można się doszukać chociażby w następujących budowlach hydrotechnicznych: Navet Dam (Trinidad i Tobago), Lady Bower Reservoir (Anglia), Bhandardara Wilson Dam (Indie), Rayong Dam (Tajlandia) (Ryc. 3), Tehri Dam (Indie), Karun Dam (India), The New Croton Dam (USA) (Ryc. 4), Grand Maison (Francja). Obiekty te przez zastosowanie oryginalnych rozwiązań doskonale uzupełniają się z otoczeniem i budzą zachwyt turystów. Bardzo interesująco prezentują się przelewy spływowe, których zasadnicza konstrukcja zasłonięta jest strugą uchodzącej wody. W efekcie otrzymuje się naturalny kamuflaż obiektu hydrotechnicznego oraz niecodzienny obraz zjawiska wspaniale wkomponującego się w otaczający krajobraz.

## 5. SYMBIOZA NATURY Z TECHNIKA NA PRZYKŁADZIE PRZEKOPU NA ODRZE

Przykładu symbiozy techniki z naturą nie trzeba szukać daleko. Odra w swoim dolnym biegu dzieli się od miejscowości Widuchowa na Odrę Zachodnią oraz Odrę Wschodnią przechodzącą w Regalicę. Nie każdy jednak zdaje sobie sprawę z faktu, iż obecna Odra Wschodnia jest po części sztucznie wykonanym przekopem. Na początku XVIII wieku od miejscowości Wrzecieniowo Odra rozdwajała się i płynęła na północ dwoma korytami: zachodnim wzdłuż krawędzi zachodniej oraz wschodnim (zwanym Mogilicą – rzeka główna) ku Zatonii Dolnej. Następnie ramiona łączyły się i rozdwajały w zależności od wielkości wód. Poniżej Widuchowej tworząc podwójną pętlę Odra przechodziła na krawędź zachodnią, rozdwajając się ostatecznie na znaną nam Odrę Wschodnią i Zachodnią dopiero na wysokości Gryfina. Właściwa Odra Zachodnia płynąc obok miejscowości Gartz i następnie przez Szczecin wpada do Roztoki Odrzańskiej, a Wschodnia (Regalica) uchodzi do Jeziora Dąbie. Taki przebieg koryta Odry stanowił znaczne utrudnienie dla żeglugi (spowodowane silnymi zakolami i nagromadzeniem piasków u dna) oraz rolnictwa (w niewłaściwych porach występowały bowiem liczne zalewy na rozległych terenach nizinnych, przez co malała wartość zbiorów). Na początku XX wieku przeprowadzono więc roboty regulacyjne dolnej Odry, które ukształtowały obecny obraz rzeki. Wykonano przekop od Odry poniżej Widuchowej do ramienia Regalicy, czyniąc Odrę Wschodnią głównym korytem odprowadzającym niesione przez rzekę wody i materiał do Jeziora Dąbie. Ustalono maksymalny przepływ między wałami na  $1600 \text{ m}^3/\text{s}$ . Odra Zachodnia rozbudowana została jako kanał żeglugi dla 600-tonowych statków. W efekcie uzyskano znaczną poprawę warunków odpływu w rejonie dolnej Odry, obniżono stany wody na Odrze Zachodniej oraz stworzono pojemną drogę wodną od Zatonii Górnej do Szczecina. Pomimo wykonania tak znaczących zmian w korycie rzeki, krajobraz dolnej Odry nadal jest bogatym w faunę i florę obszarem, na którym znajduje się Park Krajobrazowy Dolina Dolnej Odry i rezerwat przyrody. [2] (Ryc. 5)

Próby minimalizowania szkód środowiskowych można uważać za spore osiągnięcie cywilizacyjne. Podczas gdy pełen sukces oznaczałby całkowitą stagnację budownictwa i architektury, zaczęto szukać koncepcji zmierzających do integracji procesów budowlanych z procesami natury, które stałyby się wówczas częścią zjawisk naturalnych. [5] Ten nurt określono jako bionikę architektury. Przykładem takiego obiektu są mosty Cherrapunji lub East Khasi Hills.

## 6. PODSUMOWANIE

W obliczu coraz większego zapotrzebowania na wodę, związanego z rozwojem cywilizacji oraz konieczności uregulowania zasobów wodnych na obszarach dotkniętych klęskami naturalnymi, zrównoważone dysponowanie zasobami wodnymi staje się niezbędne. Wiąże się to z obowiązkową hydrotechniczną ingerencją w naturalny obieg wody w przyrodzie. Efektywność takiej inwestycji powinna być jednak dokładnie przeanalizowana np. poprzez zastosowanie metody AKK, która pozwala uzyskać dokładny przegląd konsekwencji, jakie niesie za sobą rozpatrywane przedsięwzięcie (została wykorzystana.in. do oceny opłacalności budowy zbiornika wodnego Domaniów). Ponieważ krajobraz staje się bezkarnym elementem działania urzędowego, nad którym zdaje się nikt nie panować, budownictwo hydrotechniczne sprowadza się głównie do roli techniczno-użytkowej. Stosowane działania kompensacyjne mające zredukować szkody wyrządzone środowisku wciąż zdają się pomijać kwestię estetyki i harmonizowania obiektu z otoczeniem. Potencjał architektoniczny jaki niesie ze sobą budownictwo hydrotechniczne jest więc bardzo często niewykorzystywany. Tymczasem rozwiązania prezentowane przez naturę stanowią inspirację zarówno dla rozwoju technicznego jak i architektonicznego. Być może w niedalekiej przyszłości wspomniana w artykule bionika architektury będzie powszechnie stosowaną koncepcją, dzięki której obiekty hydrotechniczne staną się częścią środowiska. Wznosi się je przecież na dziesiątki, czasem nawet setki lat. Są więc niczym pomniki techniki będące w ścisłej symbiozie z naturą.

## BIBLIOGRAPHY

- [1] Adynkiewicz-Piragas M., *Kompensacja negatywnego oddziaływania budowli hydrotechnicznych na ekosystem rzeczny*, w "Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich" 2008, nr 9, s. 7-18.
- [2] Born A., *Regulacja Odry i rozbudowa urządzeń technicznych*, w "Monografia Odry" stadium zbiorowe [red]. Grodek A., Kielczewska Zaleska M. i Zierhoffer A., Poznań 1948, s. 477-483.
- [3] Bus A., *Wybrane aspekty przyrodnicze i ekonomiczne budowy zbiorników wodnych na przykładzie zbiornika Domaniów*, w "Przegląd naukowy, inżynieria i kształtowanie środowiska" 2009, nr 1, s. 42-48.
- [4] Jędryka E., *Budowle wodne z naturalnych materiałów*, w "Woda – środowisko – obszary wiejskie" 2007, z. 2b, s. 55-74.
- [5] Katowicz Kowalewski H., *architektura jako sztuka kształtowania procesów*, w "Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym" 2010, s. 126-133.
- [6] Świtalska A., *Zarys powstania Zapory Hoovera oraz jej funkcje*, w "Przestrzeń i forma" 2017, nr 30, s. 317-328.
- [7] Walz A., Hughes A., Bonnet P., Basson G., *Dams & the World's Water*, International Commission on Large Dams CIGB ICOLD, European Union 2007, ISSN 0534-8293.
- [8] Wawrzyniak W., Sobolewski A., *Dom jutra: technologia- humanizm- krajobraz*, w "Środowisko mieszkaniowe" 2013, nr 13, s 196-200.
- [9] Wehle-Strzelecka S., *Relacje architektury i przyrody- wkład twórców modernizmu*, w "Modernizm w Europie. Modernizm w Gdyni. Architektura pierwszej połowy XX wieku I jej ochrona w Gdyni i w Europie" 2011 [red.] Sołtysik M. J., Hirsch R., Gdynia: Urząd Miasta Gdyni. 151-156.
- [10] *Natura w procedurze inwestycyjnej*, 29.09.2015 <http://natura2000.gdos.gov.pl/natura-w-procedurze-inwestycyjnej> dostęp/access: 2017-11-9.
- [11] Broszura, *Podnośnia Niederfinow*, kwiecień 2010, <http://www.wna-berlin.de> dostęp/access: 2017-11-7.
- [12] Klauza <https://pl.wikipedia.org/wiki/Klauza> dostęp/access 2017-11-29.
- [13] Rayong Dam <https://greatatmosphere.wordpress.com/2013/06/21/elegant-flow-rayong-dam-thailand-by-anan-charoenkal/> dostęp/access: 2017-11-29.
- [14] The New Croton Dam <http://sandstead.com/images/croton/dam-1/> dostęp/access: 2017-11-29.

## O AUTORZE

**Norbert Laskowski** jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym w Katedrze Budownictwa Wodnego Wydziału Budownictwa i Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Kierunki badań: modelowanie matematyczne relacji opad-odpływ w małych zlewniach, określenie wysokości opadu efektywnego.

## AUTHOR'S NOTE

**Norbert Laskowski** is an academic staff member at the Department of Hydraulic Engineering of the Faculty of Civil Engineering and Architecture on West Pomeranian University of Technology in Szczecin. Research directions: rainfall–runoff modelling, determination of amount of effective rainfall.

Contact | Kontakt: [Norbert.Laskowski@zut.edu.pl](mailto:Norbert.Laskowski@zut.edu.pl)