

BOHDAN ZADROGA

Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Politechnika Gdańska

CZY MOŻNA BUDOWAĆ MORSKIE OBIEKTY HYDROTECHNICZNE WSPÓLNIE Z NATURĄ?

Streszczenie. W artykule omówiono ideę proekologicznego budowania kanału żeglugowego przez Mierzęję Wiślaną. Przeanalizowano przeobrażenia środowiska przyrodniczego mierzei – transport rumowiska morskiego, zmianę zasolenia wód Zalewu Wiślanego, ochronę przeciwpodziową, zagospodarowanie urobku pogłębiarskiego, a także uciążliwość budowy i eksploatacji kanału. Przeanalizowano propozycje proekologicznych rozwiązań konstrukcyjnych i technologii budowy kanału żeglugowego. Omówiono też sposoby minimalizacji i kompensacji strat środowiskowych. Celem było stwierdzenie celowości i możliwości proekologicznej budowy kanału żeglugowego przez Mierzęję Wiślaną.

Słowa kluczowe: kanał żeglugowy Mierzeja Wiślana, przeobrażenia środowiska, rozwiązania proekologiczne, kompensacja strat środowiskowych

Wstęp

Duże inwestycje budowlane, a szczególnie inwestycje w zakresie morskiego budownictwa hydrotechnicznego:

- mające na celu zintegrowany rozwój atrakcyjnych turystycznie i gospodarczo terenów nadmorskich,
- narażone na różnorodne złożone i długotrwałe obciążenia środowiskowe,

stanowią szczególne wyzwanie jednocześnie dla specjalistów w dziedzinie szeroko rozumianego budownictwa oraz dla specjalistów w dziedzinie inżynierii i ochrony środowiska.

Sytuacja taka wymusza ścisłą współpracę wymienionych specjalistów w celu:

- określenia stopnia i trwałości przeobrażenia środowiska przyrodniczego w wyniku realizacji inwestycji,
- wyboru proekologicznych rozwiązań konstrukcyjnych i technologii budowy, minimalizujących straty środowiskowe,

- określenia rodzaju i zakresu działań kompensujących ewentualne straty środowiskowe.

Zagraniczne doświadczenia w tym zakresie, opisane w pracach (WATERMAN 2008, VAN DEN ELZEN i IN. 2008), oparte są na **idei tzw. budowania wspólnie z naturą**, wdrożonej w ostatnich latach w Holandii – kraju o największych europejskich tradycjach w zakresie nowoczesnego budownictwa morskiego.

Zgodnie z tą ideą, na terenach nadmorskich i deltowych (WATERMAN 2008, VAN DEN ELZEN i IN. 2008) możliwy jest harmonijny rozwój turystyki wodnej i lądowej wraz z infrastrukturą i tworzeniem nowych miejsc pracy, przy jednoczesnym zachowaniu, a często również wzbogaceniu, cennych zasobów środowiska naturalnego i krajobrazowego.

Planowana budowa kanału żeglugowego przez Mierzę Wiślaną (ZADROGA 2009, 2010), a więc na terenie Parku Krajobrazowego Mierzeja Wiśłana oraz na obszarze objętym programem NATURA 2000, wymaga wykorzystania opisanej idei budowania wspólnie z naturą. W pracach studialnych Urzędu Marszałkowskiego Województwa Pomorskiego, prowadzonych w zakresie rozwoju i rewitalizacji dróg wodnych województwa dla potrzeb rozwoju turystyki i gospodarki oraz aktywizacji portów Zalewu Wiślanego – szczególnie aktywizacji i bezpośredniego połączenia morskiego portu w Elblągu z Zatoką Gdańską i Morzem Bałtyckim – planowany kanał żeglugowy stanowi tzw. brakujące ogniwo, łączące dwie europejskie drogi wodne przebiegające w województwie pomorskim: przybrzeżną E60 i śródlądową E70.

Material i metody

Lokalizacja i charakterystyka planowanego kanału żeglugowego przez Mierzę Wiślaną

Planowany kanał żeglugowy przez Mierzę Wiślaną zlokalizowano w miejscowości Skowronki (rys. 1), w odległości około 3 km od nasady mierzei, na terenie zalesionym i niezabudowanym (km 27,1 według linii brzegowej od granicy z Rosją).



Rys. 1. Lokalizacja kanału żeglugowego przez Mierzę Wiślaną

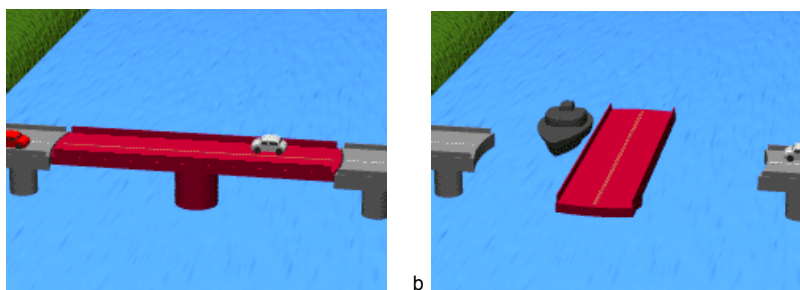
Fig. 1. Localization of navigation channel across the Vistula Spit

Na planie kanału (rys. 2) widoczne są najważniejsze budowle planowanego kanału, do których należą, począwszy od strony Zalewu Wiślanego:

- podejściowy tor wodny o głębokości 4 m i szerokości w dnie 60 m,
- stanowisko wyczekiwania z dalbami cumowniczymi w rozstawie 6 m,
- śluza komorowa o długości 200 m, szerokości 25 m i głębokości 5 m,
- dwa zwodzone mosty obrotowe (rys. 3) zlokalizowane w rejonie wrót śluzy,
- dodatkowa droga alternatywna łącząca się z istniejącą drogą główną 501,
- nabrzeże postojowe o długości 200 m na poszerzonej do 100 m szerokości kanału,
- zasadniczy kanał żeglugowy o całkowitej długości 1100 m, szerokości 60 m i głębokości 5 m,
- naturalny wygaszacz falowania od strony morza,
- falochrony osłonowe o łącznej długości 1000 m ze skrzyń żelbetowych,
- podejściowy tor wodny o długości 500 m, głębokości 5,5 m i szerokości w dnie 60 m.



Rys. 2. Plan i zasadnicze budowle kanału żeglugowego przez Mierzę Wiślaną
Fig. 2. Scheme and main object of the navigation channel across the Vistula Spit



Rys. 3. Etapy pracy zwodzonego mostu obrotowego: a) most otwarty dla ruchu kołowego, b) most otarty dla ruchu żeglugowego

Fig. 3. Working stages of rotational bridge: a) bridge open for road traffic, b) bridge open for navigation

W naturalnym środowisku przyrodniczym, w rejonie lokalizacji planowanego kanału żeglugowego wyodrębnić można cztery charakterystyczne formy geologiczne Mierzei Wiślanej (rys. 4).

- plażę nadmorską z wydumą przednią (rys. 4 a),
- strefę wydm przednich porośniętych głównie trawą wydmową i krzewami (rys. 4 b),
- strefę pagórków wydmyowych porośniętych lasem mieszanym (rys. 4 c),
- równinę mierzejową podmokłą i porośniętą trzciną (rys. 4 d).



Rys. 4. Charakterystyczne formy geologiczne i pokrycie roślinne Mierzei Wiślanej
 Fig. 4. Characteristic of geological forms and flora cover of the Vistula Spit

Zgodnie z ideą budowania wspólnie z naturą, przedstawione na rysunku 4 formy geologiczne i pokrycie roślinne będą podstawą proekologicznego zagospodarowania kanału żeglugowego oraz pełnej rekultywacji jego otoczenia.

Analiza możliwych przeobrażeń środowiska przyrodniczego

Opracowując rozwiązania konstrukcyjne, technologię oraz harmonogram wykonawstwa kanału żeglugowego przez Mierzeję Wiślaną, przyjęto nadrzędną zasadę, że przy realizacji tej inwestycji należy uwzględnić:

- zminimalizowanie jej negatywnego wpływu na środowisko przyrodnicze,
- zminimalizowanie strat środowiskowych,
- wykonanie możliwie najpełniejszej kompensacji przyrodniczej za ingerencję techniczną w obszar chroniony NATURA 2000.

W tym celu oszacowano, że wzdłuż planowanego kanału żeglugowego powstanie pas o szerokości 120 m (lokalnie 150 m), na którym może przejściowo wystąpić przeob-

rażenie środowiska przyrodniczego. Pas ten stanowić będzie zaledwie 0,008 powierzchni obszaru chronionego NATURA 2000 w rejonie Mierzei Wiślanej.

Na podstawie szczegółowej analizy wpływu planowanej budowy kanału żeglugowego (ZADROGA 2010), można sformułować syntetycznie następujące stwierdzenia:

- zjawiska hydrodynamiczne po odmorskiej stronie Mierzei Wiślanej nie spowodują istotnej zmiany warunków wzdłużbrzegowego transportu rumowiska, a tym samym oddziaływań transgranicznych, co wynika z prac KACZMARKA i IN. (2009 a, 2009 b),
- przepływ wody słonej przez kanał żeglugowy do Zalewu Wiślanego występować będzie w bardzo krótkich okresach, tylko w trakcie śluzowania statków; oznacza to, że zmiany zasolenia wód w Zalewie Wiślanym mogą wystąpić jedynie lokalnie i w bardzo niewielkim stopniu, który nie będzie miał istotnego wpływu na florę i faunę Zalewu Wiślanego oraz na jej zmiany,
- w trakcie intensywnych spiętrzeń wody w Zalewie Wiślanym w ostatnich latach (1983, 1995, 2009) istniało poważne zagrożenie powodziowe dla terenów depresyjnych; w takich sytuacjach kanał żeglugowy stanowić będzie tzw. kanał ulgi, umożliwiając odpływ nadmiaru wody w stronę morza, a więc będzie miał zdecydowanie pozytywny wpływ na ochronę przeciwpowodziową terenów przyzalewowych,
- w trakcie prac pogłębiarskich konieczne będzie stosowanie technologii pogłębiania ograniczających zmętnienie wód Zalewu Wiślanego oraz rygorystycznego harmonogramu prac, wyłącznie poza okresami lęgowymi ptactwa wodnego i tarła ryb,
- przewiduje się różne możliwości zagospodarowania urobku pogłębiarskiego, np. zasilenie odmorskich brzegów Mierzei Wiślanej, nadbudowę istniejących obwałowań przeciwpowodziowych na terenach przyzalewowych, sprzedaż dla celów budowlanych czy wybudowanie na Zalewie Wiślanym sztucznej wyspy (ostoi ptactwa wodnego) traktowanej jako istotna kompensacja przyrodnicza,
- przejściowe uciążliwości dla środowiska przyrodniczego oraz dla mieszkańców Mierzei Wiślanej i turystów w czasie budowy kanału żeglugowego będą istotnie ograniczone przez lokalizację zaplecza budowy poza obszarem Parku Krajobrazowego Mierzeja Wiślana i poza obszarem NATURA 2000, realizację prac budowlanych poza okresami lęgowymi ptaków i tarła ryb, etapowe wykonywanie prac ziemnych, bezpośrednią rekultywację skarp w rejonie wysokich wydm oraz wykonanie na brzegach kanału i na skarpach wydm odpowiednich łagodnych zejść w miejscach wcześniej istniejących szlaków wędrownych zwierzyny; maksymalne ograniczenie hałasu, drgań i zanieczyszczeń powietrza i wód poprzez stosowanie proekologicznych technologii poszczególnych prac, wykonanie nad budowanym kanałem tymczasowego przęsła mostowego, które będzie usunięte po wykonaniu zwodzonych mostów obrotowych.

W celu realizacji wymienionych założeń, zmierzających do maksymalnego ograniczenia przeobrażeń środowiska przyrodniczego, konieczne będzie zastosowanie proekologicznych rozwiązań konstrukcyjnych i sposobów biologicznej rekultywacji bezpośredniego otoczenia kanału żeglugowego, w celu jak najszybszego otworzenia naturalnego krajobrazu Mierzei Wiślanej. Propozycje przedstawiono poniżej.



Proekologiczne rozwiązania konstrukcyjne kanału żeglugowego

Ideą proekologicznych rozwiązań morskich i śródlądowych budowli hydrotechnicznych jest odejście od masowego stosowania klasycznie dotychczas używanych elementów betonowych, żelbetowych i stalowych oraz wykorzystanie jako głównego budulca materiałów naturalnych – kamieni, otczaków czy piasku. Materiały te umieszcza się w specjalnych skrzyniach, przegrodach, workach, kiszkach lub walcach wykonywanych z geosyntetyków (np. z geowłóknin lub georusztów) o dużej wytrzymałości i trwałości lub ze splecionych siatek metalowych. Powstają w ten sposób typowe proekologiczne elementy konstrukcyjne.

Generalnie stosuje się dwie następujące grupy proekologicznych elementów konstrukcyjnych:

- elementy typu ciężkiego, np. gabiony, materace, walce i kiszki z piaskiem oraz narzuty,
- elementy typu lekkiego, np. tkaniny workowe, maty plecione z włókien, geosiatki komórkowe, geokomórki wypełnione otczakami, geowłókniny i pokrycia darniowe oraz materiały ulegające biodegradacji.

Wymienione elementy konstrukcyjne można idealnie wkomponować w otaczające środowisko i stworzyć zintegrowaną pod względem formy i kolorystyki całość, odpowiadającą współczesnym wymogom architektury krajobrazu. Ponadto rozwiązania takie są akceptowane przez krajowe urzędy morskie.

Dla planowanego kanału żeglugowego przez Mierzeję Wiślaną przewidziano zastosowanie w maksymalnym możliwym stopniu:

- proekologicznych rozwiązań konstrukcyjnych poszczególnych hydrotechnicznych i lądowych obiektów kanału,
- biologicznej rekultywacji bezpośredniego otoczenia kanału,

w celu jak najszybszego i jak najwierniejszego odtworzenia naturalnego krajobrazu i środowiska przyrodniczego Mierzei Wiślanej.

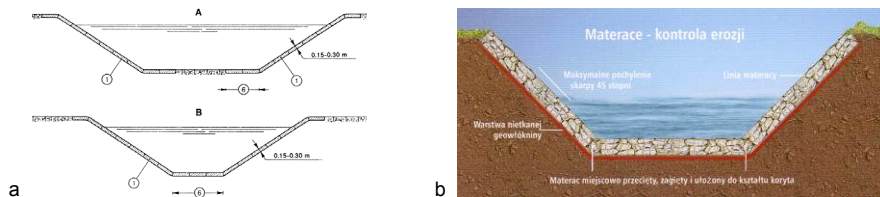
Na podstawie obszernych, wszechstronnych i szczegółowych analiz zawartych w odrębnym opracowaniu (ZADROGA 2010) proponuje się omówione poniżej rozwiązania proekologiczne dla poszczególnych obiektów hydrotechnicznych i lądowych kanału żeglugowego.

Kanał żeglugowy i tor podejściowy

Umocnienie dna i skarp podwodnych kanału żeglugowego i torów podejściowych do kanału od strony morza i od strony Zalewu Wiślanego można wykonać, stosując klasyczne gabiony (rys. 5), materace Reno oraz systemy Terramesh lub gabiony i materace wykonywane z geosiatek Tensar z warstwami filtracyjno-separacyjnymi z geowłóknin.

Od strony Zalewu Wiślanego na torach podejściowych można alternatywnie zastosować tańsze rozwiązanie umocnienia z powłok geotekstylnych, uformowanych w postaci walców napełnionych piaskiem i tworzących bariery uniemożliwiające sphywanie wybagrowanego urobku (NIESPODZIŃSKA 1995).





Rys. 5. Proekologiczne umocnienia dna kanału żeglugowego oraz dna i skarp torów podejściowych za pomocą materacy Reno: a) schemat, b) wizualizacja

Fig. 5. Environmentally friendly bottom and slope fixing of navigation channel using Reno mattress: a) scheme, b) visualization

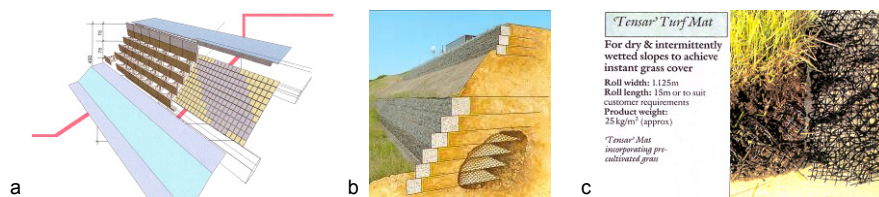
Plaże nadmorskie i pola refulacyjne od strony morza

Zaleca się zastosowanie lekkiej obudowy brzegów, w postaci opasek brzegowych z gabionów i materacy lub powłok geotekstylnych, a do umocnienia wydm zastosowanie płotków osłonowych z siatek Tensar lub biomat samodegradowalnych z nasionami roślinności nadmorskiej (głównie traw wydmowych). Można też stosować umocnienie klasyczne za pomocą sadzonek traw wydmowych (rys. 4 b).

Nadwodne skarpy kanału żeglugowego w rejonie wysokich wydm

Wysokość wydm porośniętych lasem dochodzi do 15 m. Skarpy w rejonie wysokich wydm muszą mieć zapewnioną stateczność ogólną, antyerozyjne zabezpieczenie powierzchni oraz ukształtowanie, pokrycie szatą roślinną i kolorystykę, wpisującą się łącznie w specyficzny krajobraz Mierzei Wiślanej.

Zaleca się rozwiązania konstrukcyjne (rys. 6) w postaci tarasowych ścian oporowych T-Wall z wkomponowanymi zejściami dla turystów pieszych i rowerowych, nachylnych ścian oporowych systemu Terramesh, antyerozyjnych zabezpieczeń powierzchni skarp matami Tensar Mat lub Tensar Turf Mat, systemem komórkowym GEOWEB lub systemem Multicell. Każde z wymienionych rozwiązań, ze względu na znaczną powierzchnię skarp w rejonie wysokich wydm, musi być właściwie wkomponowane w bezpośrednie otoczenie kanału żeglugowego i krajobraz Mierzei Wiślanej.



Rys. 6. Proekologiczne umocnienia nadwodnych skarp kanału żeglugowego w rejonie wysokich wydm: a) T-Wall, b) Terramesh, c) Tensar Turf Mat

Fig. 6. Environmentally friendly slope fixing of navigation channel situated over the water in the high dune region: a) T-Wall system, b) Terramesh system, c) Tensar Turf Mat system

Nasypy drogowe i ściany oporowe wzdłuż dróg dojazdowych

Droga główna i droga alternatywna w rejonie śluzy komorowej stanowiąc będą istotny element architektury krajobrazu Mierzei Wiślanej w rejonie kanału żeglugowego. Wymagać będą maksymalnej integracji z naturalnym ukształtowaniem równiny mierzejowej oraz pagórków wydmych porośniętych lasem.

Korzystne proekologiczne rozwiązania konstrukcyjne (rys. 7) można uzyskać, stosując pokrycie antyerozyjne skarp nasypów drogowych za pomocą systemu komórkowego GEOWEB lub systemu Multicell, tarasowe ściany oporowe T-Wall o wysokości zmiennej po długości nasypu drogowego z pokryciem tarasów ściany oporowej typową roślinnością wydmy, tarasowe ściany oporowe z gabionów lub konstrukcję łączoną systemu Tensar, również z wkomponowaną typową roślinnością wydmy.



Rys. 7. Proekologiczne umocnienia skarp nasypów i ściany oporowe wzdłuż dróg dojazdowych. a) GEOWEB, b) grunt zbrojony, c) system Tensar

Fig. 7. Environmentally friendly slope fixing and retaining walls along the roads: a) GEOWEB system, b) reinforcement system, c) Tensar system

Sztuczna wyspa na Zalewie Wiślanym

Z urobku pogłębiarskiego – w ramach rekompensaty za ingerencję techniczną w obszar chroniony NATURA 2000 i częściowe (0,008 powierzchni) przeobrażenie środowiska przyrodniczego w tym obszarze – przewidziano budowę sztucznej wyspy o połączonych brzegach porośniętych trzcina, jako ostoi ptactwa wodnego. Lokalizację i powierzchnię takiej wyspy należałoby ustalić w porozumieniu z ekologami, ornitologami i ichtiologami.

Stosując proekologiczne rozwiązania konstrukcyjne (NIESPODZIŃSKA 1995), obrzeża takiej wyspy można wykonać z walców i kieszek z geowłókniny, wypełnionych piaskiem z robót pogłębiarskich na torze wodnym, a wewnątrz wyspy z urobku organiczno-mineralnego. Rozwiązanie takie jest możliwe, ponieważ osady dennie na Zalewie Wiślanym są wolne (tzn. nie przekraczają ustawowych wartości progowych stężeń zanieczyszczeń) od zanieczyszczeń organicznych oraz nieorganicznych i w związku z tym urobek pogłębiarski nie jest traktowany jako odpad.

Podsumowanie

Przedstawione dane dotyczące proekologicznych aspektów technicznych i technologicznych związanych z planowaną budową kanału żeglugowego przez Mierzę Wiślaną, zmierzających do minimalizacji stopnia przeobrażenia środowiska przyrodniczego,

minimalizacji strat środowiskowych i rekompensaty za ingerencję techniczną w obszar chroniony NATURA 2000, świadczą jednoznacznie, że odpowiedź na pytanie postawione w tytule artykułu jest oczywiście twierdząca.

Jest to szczególnie istotne w związku z planami inwestycyjnymi kolejnych dużych, nietypowych obiektów budownictwa morskiego opisanych w pracy ZADROGI (2009):

- rozbudowy portu gdańskiego – Port Westerplatte,
- budowy portu jachtowego – mariny na sztucznej wyspie w Sopocie.

W obu przypadkach konieczne będzie budowanie wspólnie z naturą, a więc z:

- zaprojektowaniem proekologicznych rozwiązań konstrukcyjnych,
- zastosowaniem proekologicznych technologii wykonawstwa,
- zastosowaniem proekologicznych zasad eksploatacji.

Dowodem na to, że budowanie wspólnie z naturą jest możliwe, są zrealizowane już olbrzymie nadmorskie inwestycje holenderskie, wspomniane we wstępie artykułu oraz szczegółowo opisane w pracach WATERMANA (2008) i VAN DEN ELZENA i IN. (2008).

Pozostaje tylko brać z nich przykład.

Literatura

- KACZMAREK L., OSTROWSKI R., SKAJA M., SZMYTKIEWICZ M., 2009. Wpływ falochronów osłaniających wejście do planowanego przekopu przez Mierzęję Wiślaną na zmiany położenia linii brzegowej. Inż. Mor. Geotech. 2: 73-78.
- KACZMAREK L., OSTROWSKI R., SKAJA M., SZMYTKIEWICZ M., 2009. Prognoza zapiaszczenia toru podejściowego prowadzącego do planowanego przekopu przez Mierzęję Wiślaną. Inż. Mor. Geotech. 3: 157-163.
- NIESPODZIŃSKA L., 1995. Zastosowanie geosyntetyków do budowy hydrotechnicznych w rejonie Zalewu Wiślanego. Inż. Mor. Geotech. 6: 306-311.
- WATERMAN R.E., 2008. Wejście łądu w wodę i wody w łąd. Realizacja zintegrowanego rozwoju terenów nadmorskich przez budowanie wspólnie z naturą. Inż. Mor. Geotech. 4: 221-232.
- VAN DEN ELZEN M., GOMMERS V., LEEUWSTEIN W., 2008. Kreupel II, the continuation of an ecological success. W: Proceedings of the 11th Baltic Sea Geotechnical Conference Geotechnics in Maritime Engineering. Vol. 2. Red. Z. Młynarek, Z. Sikora, E. Dembicki. Polish Committee on Geotechnics & Gdańsk University of Technology, Gdańsk: 845-851.
- ZADROGA B., 2009. Wybrane terenowe badania geotechniczne w zakresie krajowego budownictwa morskiego. Przeszłość-teraźniejszość-przyszłość. Inż. Mor. Geotech. 5: 352-363.
- ZADROGA B., 2010. Budowanie wspólnie z naturą. Działania minimalizujące i kompensujące straty środowiskowe potwierdzające celowość budowy kanału żeglugowego przez Mierzęję Wiślaną. Inż. Mor. Geotech. 2: 229-243.



MAY ONE CONSTRUCT ENVIRONMENTALLY FRIENDLY MARINE STRUCTURES?

Summary. Technical information regarding planned construction of navigation channel across Vistula Spit as well as idea of construction of environmental friendly marine structures subjected to complex, long-term environmental impact were presented. The influence of the channel on potential changes in the natural environment of Vistula Spit especially the seaside sediment transport conditions, salinity changes in Vistula Bay, flood protection of neighboring areas, management of dredging material as well as negative impact on inhabitants and tourists due to construction and operation of the channel were analyzed and assessed. The environmentally friendly construction solutions and actions minimizing and compensating environmental losses (including foundation of artificial island for water birds) were described.

Key words: navigation channel, the Vistula Spit, environmental transformation, environmentally friendly construction solutions, compensation of natural environment losses

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Bohdan Zadroga, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11, 80-233 Gdańsk, Poland.

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

13.06.2011

Do cytowania – For citation:

Zadroga B., 2011. Czy można budować morskie obiekty hydrotechniczne wspólnie z naturą? Nauka Przyr. Technol. 5, 5, #101.