

Przebudowa opaski brzegowej

Mgr inż. Jerzy Drązkiewicz

„PROJMORS” Biuro Projektów Budownictwa Morskiego, sp. z o.o. Gdańsk

Konstrukcje ochrony brzegu, jak wynika wprost z nazwy, zabezpieczają brzeg przed oddziaływaniem środowiska morskiego, głównie niszczącego oddziaływania fal. Usytuowana niemal naprzeciw głównego wejścia do portu w Gdyni opaska chroniła brzeg przez ponad 50 lat. Zbudowana w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku konstrukcja wyczerpała przeznaczony jej czas trwania. Pięćdziesiąt przeszło lat istnienia budowli morskiej to już schyłek jej funkcjonowania. W Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej z dnia 23 października 2008 roku w sprawie warunków technicznych użytkowania oraz szczegółowego zakresu kontroli morskich budowli hydrotechnicznych (Dz. U. z dnia 17 listopada 2006 roku) określono, na potrzeby analiz, okres trwania w przeciętnych warunkach użytkowania istnienia umocnienia brzegów morskich na 20, maksymalnie 100 lat.

Jako przeciętne warunki użytkowania przyjmuje się warunki pośrednie pomiędzy warunkami intensywnymi, oznaczającymi użytkowanie ciągłe, i warunkami rzadkimi, oznaczającymi użytkowanie sporadyczne lub występujące w okresach krótszych niż jeden tydzień na miesiąc.

Rozważana opaska była poddawana falowaniu z różnym jego natężeniem w zależności od kierunku wiatru. Siła i intensywność oddziaływania były na tyle duże i destrukcyjne, że konstrukcja uległa zniszczeniu (rys. 1 ÷ 4) i przestała spełniać w sposób należyty swoją funkcję, a nawet było to groźne na tyle, że woda niszczyła teren bezpośredniego zaplecza istniejącej opaski brzegowej.

WARUNKI NATURALNE

Konstrukcja istniejąca

Istniejącą budowlę na długości 350 m (rys. 5), jak wynika z tego rysunku, zniszczoną przez oddziałujące fale sztormowe, zwłaszcza w nadbudowie konstrukcji, przedstawiono na rys. 6.

Konstrukcję opaski stanowiła drewniana ścianka szczelna ujęta oczepem betonowym o szerokości 100 cm o rzędnej korony +0,35 m; powyżej oczepu skarpa w nachyleniu 1:1,75. Oczep stanowił jednocześnie oparcie umocnienia skarpy płytami betonowymi wykonanymi *in situ*. Górna krawędź skarpy jest ograniczona betonowym parapetem o rzędnej korony +2,40 m.

Głębokości dna bezpośrednio przy konstrukcji wahały się od 0,25 do 1,25 m. Na długości opaski występowały trzy pochylnie do wyciągania drewnianych elementów oraz konstrukcja żelbetowa starego wyciągu do urządzeń użytkownika. Głębokości około 2 m występują w odległości 20 m od ścianki szczelnej istniejącej budowli.

Stan techniczny opaski był zły. Ścianka szczelna w górnej części była zbutwiała i nieszczelna, brakowało kleszcza zewnętrznego. Na skarpie płyty betonowe były połamane i zapadnięte. Zasyp pod płytami miejscami wypłukany, co skutkowało zapadaniem się nawierzchni. Betonowy oczep częściowo po-

łamany i zapadnięty. Poza opaską nawierzchnia ubezpieczenia opaski była wykonana częściowo z trylinki, a częściowo z betonowych płyt drogowych. Istniejąca nawierzchnia z trylinki była nierówna z wyraźnymi ubytkami i zapadliskami. W wielu miejscach występowały kawerny, miejscami bardzo duże.

Warunki geotechniczne

Teren w rejonie opaski brzegowej jest płaski i zalega na wysokości od 1,6 do 2,50 m n.p.m. Budowa geologiczna w obrębie tego terenu jest bardzo złożona. Ukształtowanie wybrzeża w rejonie Gdyni wiąże się z okresem polodowcowym tworzenia się basenu Morza Bałtyckiego i jest wynikiem procesów hydrodynamicznych wody morskiej. Utwory czwartorzędowe zalegają na utworach wieku górnokredowego, wykształcone głównie w postaci margli, wapieni oraz piasków glaukonitowych.

W rejonie opaski stwierdzono, na podstawie badań geotechnicznych, występowanie od powierzchni terenu do głębokości około 7 m głównie piasków drobnych i średnich holocenów, lokalnie z przewarstwieniami żwirów i pospółek. Poniżej występuje dość regularnie warstwa torfów i namulów o miąższościach około 1,5 m. Pod warstwą tofrów zalega kompleks gruntów niespoistych, który do głębokości 14 m p.p.t. nie był przewiercony. Występują tu piaski pylaste, przeważnie z wkładkami pyłów około 5 cm. Od powierzchni terenu do około 1 m zalegają nasypy piaszczyste z kamieniami i gruzem.

Wodę gruntową stwierdzono w jednym poziomie wodonośnym obejmującym utwory wodonośne od głębokości nawiercenia do spągu otworów. Są to utwory piaszczyste nawodnione, w obrębie których występuje warstwa torfów i namulów. Grunty organiczne są wilgotne lub mokre, ale po ich przewierceniu i wejściu w grunty piaszczyste woda stabilizuje się na tym samym poziomie, co woda występująca nad stropem tych gruntów.

Warunki hydrologiczne

Woda gruntowa w utworach piaszczystych na rzędnej około $\pm 0,0 \div +0,3$ m n.p.m. Pozostaje ona w ścisłej zależności od zwierciadła wody basenu portowego i poziom jej występowania jest uzależniony od stanu wody w basenie.

Charakterystyczne stany wody w Porcie Gdynia według danych uzyskanych z IMGW Oddział Morski w Gdyni są następujące (okres obserwacji 1981-2000 – poziom wody w cm):

- poziom najwyższy zaobserwowany
 - WWW 626 (+1,18 mKr) dnia 19.01.1983
- poziom wody wysoki
 - WW 626 (+1,18 mKr) dnia 19.01.1983
- poziom średni ze stanów wysokich –
 - SWW 593 (+0,85 mKr)



Rys. 2. Widok ogólny opaski brzegowej przed przebudową z 2011 roku



Rys. 4. Uszkodzona część nadwodna opaski brzegowej



Rys. 3. Widok uszkodzonego zabezpieczenia skarpy opaski brzegowej



Rys. 5. Zapadlisko w części lądowej poza konstrukcją opaski brzegowej

- poziom wody średniej
 - SW 509 (+0,01 mKr)
- poziom średni ze stanów niskich
 - SNW 451 (-0,57 mKr)
- poziom wody niskiej
 - NW 427 (-0,81 mKr)
- poziom najniższy zaobserwowany
 - NNW 415 (-0,93 mKr)

Wody podziemne występują w dwóch poziomach wodonośnych: holoceno-plejstoceniowym oraz plejstoceniowym. Pierwszy (od powierzchni terenu) poziom wodonośny jest związany z deltowymi, holoceniowymi osadami piaszczysto-żwirowymi. Ma zwierciadło swobodne stabilizujące się na głębokości od 1,80 do 2,30 m p.p.t. Drugi poziom wodonośny nawiercono pod warstwą gruntów organicznych, jego napięte zwierciadło stabilizuje się na poziomie wyższego poziomu.

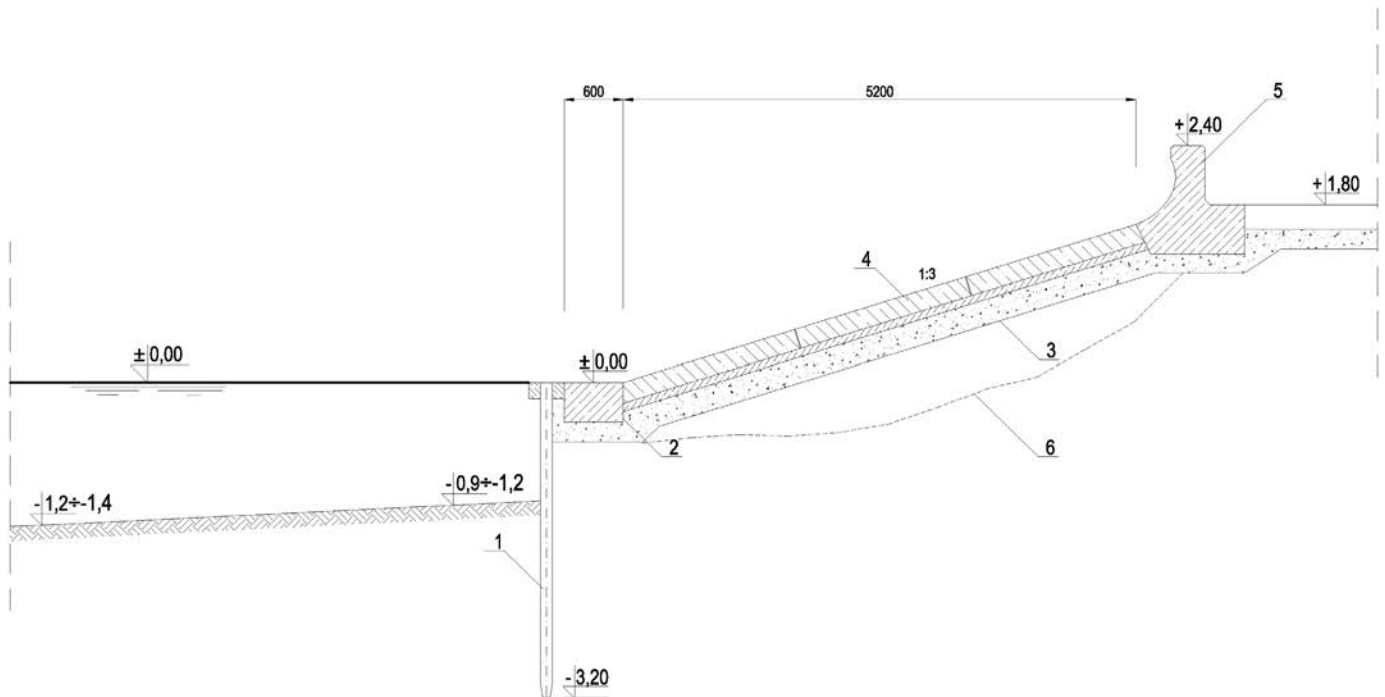
Poziom wód stabilizuje się zgodnie z poziomem wody Zatok Gdańskiej.

KONCEPCJA KONSTRUKCJI NOWEJ OPASKI BRZEGOWEJ

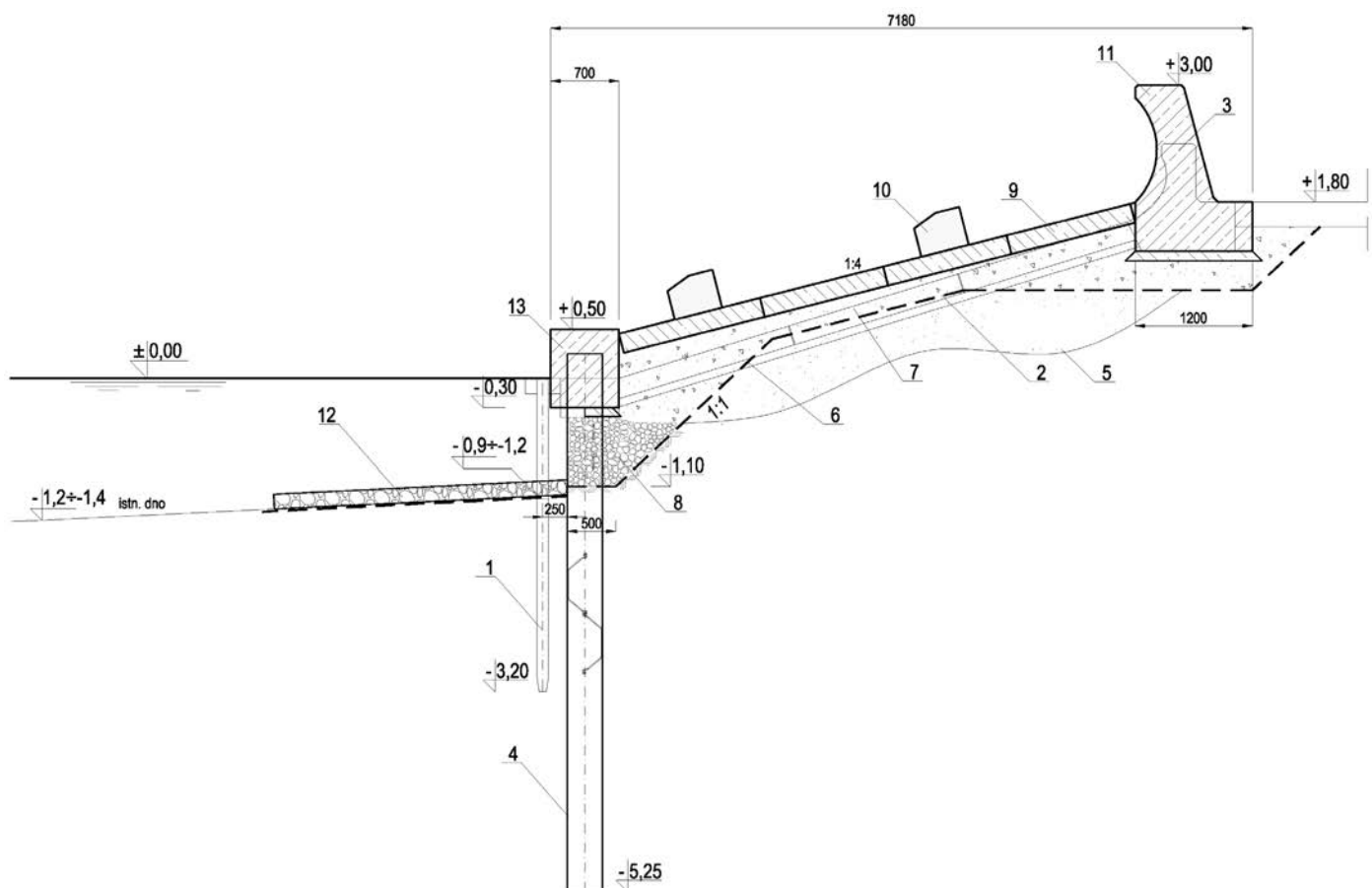
Projekt przebudowy opaski brzegowej rozwijał się w sposób typowy zaplanowany przez Zleceniodawcę. Oznacza to, że wykonano koncepcję konstrukcji opaski, a następnie po akceptacji jednej z propozycji opracowano projekt budowlany, który po uzgodnieniach skierowano wraz z wnioskiem o wydanie decyzji o pozwoleniu na budowę.

W czasie pozyskiwania tej i innych decyzji, o czym dalej, opracowano projekt wykonawczy zawierający szczegóły i detale konstrukcji.

Opracowanie projektu to nie tylko przedstawienie konstrukcji i obliczenia statyczne. Projekt bardziej czy mniej szczegółowy to połowa nakładu pracy. Druga część jest związana z różnymi uwarunkowaniami administracyjnymi, formalnymi, ale koniecznymi do pokonania. Obie te części „toczą się” równocześnie, choć w swej zawartości są zupełnie różne.



Rys. 6. Konstrukcja opaski brzegowej przed przebudową
1 – drewniana ścianka szczelna; 2 – oczep betonowy; 3 – warstwa podbudowy; 4 – płyty betonowe zabezpieczenia;
5 – parapet betonowy; 6 – linia dna miejscowego zapadliska



Rys. 7. Koncepcja nr 1c przebudowy opaski brzegowej

1 – drewniana ścianka szczelna; 2 – istniejące płyty betonowego zabezpieczenia do usunięcia; 3 – istniejący betonowy parapet do usunięcia; 4 – projektowana stalowa ścianka szczelna z brusów PU12 $L = 5,5\text{m}$; 5 – wypełnienie piaskiem miejscowych podplukań (zapadlisk); 6 – geowłóknina filtracyjna; 7 – warstwa filtracyjna ze żwiru; 8 – drenazowy filtr ciągły; 9 – płyty betonowe ubezpieczenia skarpy; 10 – szypy betonowe; 11 – betonowy „odbijacz” fal-parapet; 12 – materace gabionowe $3 \times 1 \times 0,15\text{ m}$ na geowłókninie; 13 – oczep betonowy na koronie istniejącej i projektowanej ścianki szczelnej

Przedstawiając projekt opaski brzegowej, stosunkowo prostej konstrukcji, autor chciał zwrócić uwagę na trudności, które musi pokonać projektant, a właściwie zespół projektowy, aby osiągnąć cel. Jednocześnie w tym modelowym przykładzie widać konieczność współpracy wielu osób o różnym profilu zawodowym, które powinny ze sobą ściśle współpracować, aby osiągnąć cel, czyli wykonać dokumentację, na podstawie której wykonawca zrealizuje zaplanowane zamierzenie.

Koncepcja nr 1 konstrukcji nowej opaski

W wariancie 1a konstrukcję opaski stanowi stalowa ścianka szczelna, wbita w łądzie za linią istniejącej ścianki drewnianej. Lico ścianki szczelnej odsunięto 50 cm od osi ścianki drewnianej. Obie ścianki, istniejącą i nową, zwieńczono oczepem żelbetowym o szerokości 1,2 m od rzędnej +0,50 do -0,30 m poniżej zwierciadła wody.

W wariancie 1b zaproponowano wbicie stalowej ścianki szczelnej przed linią istniejącej ścianki drewnianej. Wiąże się to z przesunięciem konstrukcji w stronę wody około 85 cm w stosunku do konstrukcji istniejącej. Stalową ściankę szczelną zwieńczono żelbetowym oczepem szerokości 70 cm, od rzędnej +0,50 do -0,30 m poniżej zwierciadła wody, pomijając istniejącą drewnianą ściankę.

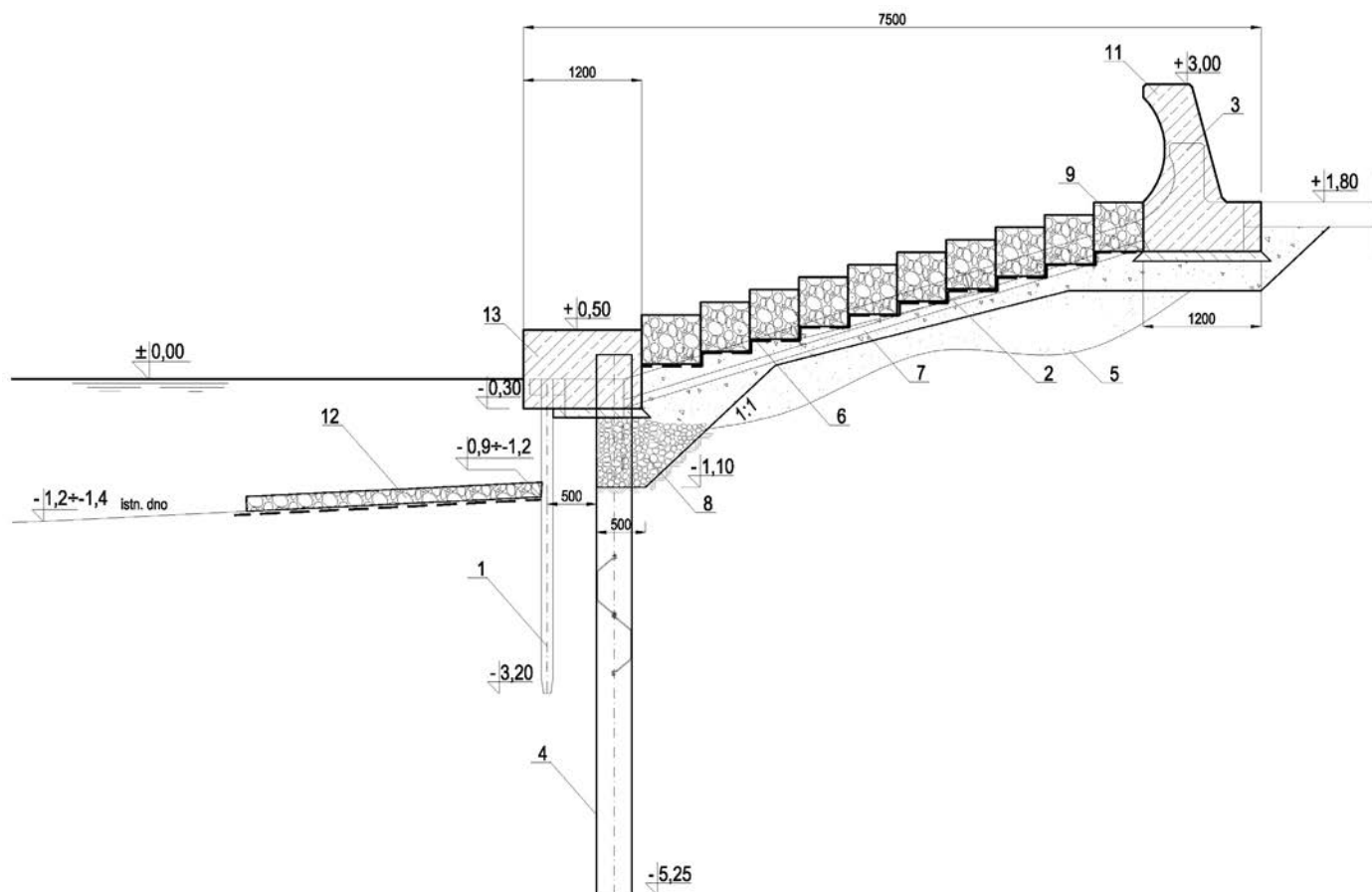
W wariancie 1c (rys. 7) stalowa ścianka szczelna byłaby wbita około 25 cm za linią ścianki istniejącej. Drewnianą ściankę należy obciążyć na poziomie istniejącego dna tak, aby nie kolidowała z projektowanym umocnieniem. Stalową ściankę szczelną zwieńczono żelbetowym oczepem o szerokości 70 cm, od rzędnej +0,50 do -0,30 m poniżej zwierciadła wody z pominięciem ścianki drewnianej.

W koncepcji nr 1 konstrukcję skarpy powyżej linii projektowanej ścianki szczelnej stanowią płyty betonowe o grubości 20 cm na podbudowie żwirowej. Na co drugiej płycie przewidziano szykany betonowe o wysokości 40 cm. Za stalową ścianką szczelną zaprojektowano drenazowy filtr ciągły do rzędnej -1,10 m poniżej zwierciadła wody. W ścianie szczelnej zaprojektowano otwory drenazowe $1,5 \times 15$ cm. Zarówno warstwę filtracyjną, jak i warstwę podbudowy pod płytami betonowymi należy układać na geowłókninie.

Na szczycie skarpy zgodnie z rzędną nowej nawierzchni przewidziano blok z odbijaczem fali do wysokości +3,0 m.

Koncepcja nr 2 konstrukcji nowej opaski

W wariancie 2a (rys. 8) konstrukcję opaski stanowi stalowa ścianka szczelna, wbita w łądzie za linią istniejącej ścian-



Rys. 8. Koncepcja nr 2a przebudowy opaski brzegowej

1 – drewniana ścianka szczelna; 2 – istniejące płyty betonowe zabezpieczenia do usunięcia; 3 – istniejący betonowy parapet do usunięcia; 4 – projektowana stalowa ścianka szczelna z brusów PU12 $L = 5,5$ m; 5 – wypełnienie piaskiem miejscowych podpluć (zapadlisk); 6 – geowłóknina filtracyjna; 7 – warstwa filtracyjna ze żwiru; 8 – drenazowy filtr ciągły; 9 – kosze gabionowe $1 \times 0,5 \times 0,5$ m; 10 – betonowy „odbijacz” fal-parapet; 11 – betonowy „odbijacz” fal-parapet; 12 – materace gabionowe $3 \times 1 \times 0,15$ m na geowłókninie; 13 – oczep betonowy na koronie istniejącej i projektowanej ścianie szczelnej

ki drewnianej. Lico ścianki szczelnej odsunięto 50 cm od osi ścianki drewnianej. Obie ścianki, istniejącą i nową, zwieńczono oczepem żelbetowym o szerokości 1,2 m od rzędnej +0,50 do -0,30 m poniżej zwierciadła wody.

Warianty 2a ÷ 2c są podobne w rozwiązaniu do wariantów 1a ÷ 1c. Różnica polega na tym, że w koncepcji nr 2 konstrukcję skarpy powyżej projektowanej ścianki szczelnej stanowią kosze gabionowe $0,5 \times 0,5 \times 1,0$ m na podbudowie żwirowej. Kosze układane schodkowo stanowią konstrukcję wygaszającą falowanie. Za stalową ścianką szczelną zaprojektowano drenażowy filtr ciągły do rzędnej -1,10 m poniżej zwierciadła wody. W ścianie zaprojektowano otwory drenażowe $1,5 \times 15$ cm. Gabiony oraz warstwę filtracyjną przewidziano układać na geowłókninie.

Na szczycie skarpy zgodnie z rzędną nowej nawierzchni należałoby wykonać żelbetowy odbijacz fal do wysokości +3,0 m.

Zadysponowano następujące wyposażenie opaski brzegowej

- pochylnie dla łodzi i drewnianych urządzeń, rodzaju trawia,
- schody zejściowe co około 100 m,
- bandery osłaniające,
- stojaki ze sprzętem ratowniczym.

Umocnienie dna

Zabezpieczenie dna we wszystkich wariantach polega na ułożeniu na dnie akwenu materaca z koszy gabionowych o grubości 15 cm, szerokości 3,0 m, wypełnionych kamieniem. Gabiony będą spoczywać na warstwie geowłókniny rozłożonej na uprzednio przygotowanym dnie. Gabiony powinny ściśle przylegać do siebie.

Zakres robót drogowych

W pasie bezpośredniego zaplecza opaski brzegowej, poczynając od parapetu, zaprojektowano nawierzchnię z kostki betonowej wibroprasowanej w kolorze szarym o grubości 8 cm. Pas nawierzchni ograniczono obrzeżem betonowym. Do rozbiórki przewidziano istniejącą nawierzchnię z trylinki i płyt drogowych. Zapadnięcia przewidziano uzupełnić pospółką z jej zagęszczeniem i wbudowaniem nowej konstrukcji nawierzchni. Pochylenie poprzeczne nawierzchni przewidziano o nachyleniu 2,0% od nabrzeża.

Za opaską zaprojektowano odwodnienie obszaru lądowego.

Stan istniejącej kanalizacji deszczowej

Na terenie objętym opracowaniem – wody opadowe są odprowadzane z terenu bezpośredniego zaplecza opaski sześcioma wylotami do basenu portowego. Wody opadowe z dwóch stosunkowo dużych budynków odprowadzane są bezpośrednio do akwenu.

Odwodnienie nawierzchni placu składowego odbywało się za pomocą jednego wpustu deszczowego oraz do gruntu. Ścieki deszczowe były odprowadzane bezpośrednio – bez podczysz-

czania – do basenu portowego poprzez istniejący wylot. Brak było typowych urządzeń do separacji zanieczyszczeń.

Odprowadzenie wód opadowych ze zlewni przy istniejących budynkach do basenu portowego odbywało się poprzez dwa z istniejących wylotów. Zasadnicza ilość wód opadowych (~50%) pochodzi z połaci dachowych. Ze względu na to, że w sąsiedztwie obiektów nie przewidziano stałych miejsc parkingowych, wody opadowe (umownie „czyste”) odprowadzano do akwenu bezpośrednio, bez urządzeń podczyszczających.

Z terenu nawierzchni pasa odwodnego poprzez wpust deszczowy wody opadowe są ujmowane za pomocą odwodnienia liniowego.

Ścieki deszczowe są oczyszczane w części w typowych urządzeniach podczyszczających, tj. osadnik piasku i separator oleju.

ROZWIĄZANIE KONSTRUKCJI NOWEJ OPASKI BRZEGOWEJ

W wyniku ustaleń Zleceniodawca zdecydował o wyborze konstrukcji opaski z pełną płytą ubezpieczenia skarpy. W rozwiązaniu koncepcyjnym sugerowano raczej przyjęcie ubezpieczenia gabionowego, co pozwala w szybszy sposób wytłumić energię nabiegającej fali.

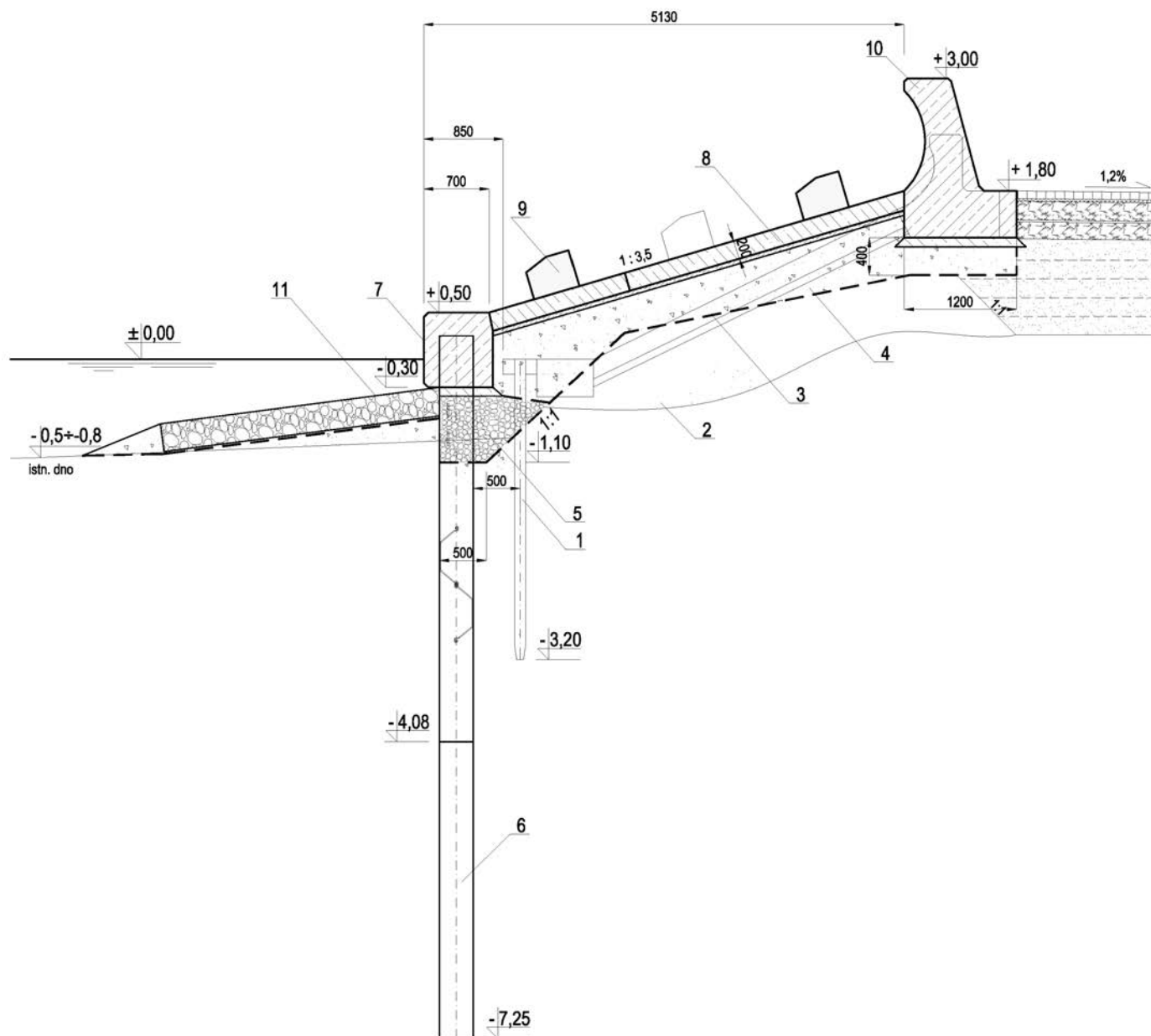
Konstrukcja opaski brzegowej (rys. 9)

Konstrukcja obejmuje wbicie nowej stalowej ścianki szczelnej z brusów stalowych PU12 o długości 4,33 m. Co trzeci brus podwójny zaprojektowano o długości 7,5 m, aby przekazać obciążenia pionowe ze ścianki szczelnej na warstwy nośne gruntu. Długości brusów ścianki szczelnej dopasowano w ten sposób, aby umożliwić inwestorowi wykorzystanie stalowych brusów ścianki PU będących w jego posiadaniu. Zaprojektowano wbicie stalowej ścianki szczelnej przed linią istniejącej ścianki drewnianej. Wiąże się to z przesunięciem konstrukcji w stronę wody o około 85 cm w stosunku do konstrukcji istniejącej.

Stalową ściankę szczelną zwieńczono żelbetowym oczepem o szerokości 70 cm, od rzędnej +0,50 m do -0,30 m poniżej zwierciadła wody. Istniejącą ściankę drewnianą przewidziano obciążyć na poziomie około -1,1 m tak, aby nie kolidowała z projektowanym filtrem za nowoprojektowaną ścianką stalową.

Konstrukcję skarpy powyżej oczepu (rys. 9) stanowią płyty żelbetowe o grubości 20 cm, wykonane na podłożu betonowym o grubości 5 cm oraz na podbudowie z zagęszczonej pospółki – $I_s = 0,98$. Dylatacje płyt będą uszczelnione taśmami dylatacyjnymi zamykającymi z PCV lub innego tworzywa. Na płytach wykonano szkany betonowe o wysokości 40 cm. Za stalową ścianką szczelną zaprojektowano drenażowy filtr ciągły do rzędnej -1,10 m. W ścianie przewidziano otwory do odwodnienia $1,5 \times 15$ cm. Warstwę filtracyjną, jak i warstwę podbudowy pod płytami betonowymi ułożono na geowłókninie.

Na szczycie skarpy zgodnie z rzędną nowej nawierzchni wykonano żelbetowy blok z odbijaczem fal o koronie na rzędnej +3,0 m.



Rys. 9. Konstrukcja zrealizowanej opaski brzegowej

1 – istniejąca drewniana ścianka szczelna; 2 – zasyp piaskiem z zagęszczeniem mechanicznym podplukanych miejsc; 3 – warstwa geowłókniny filtracyjnej; 4 – warstwa filtracyjna ze żwiru lub pospółki zagęszczonej mechanicznie; 5 – drenażowy filtr ciągły-tłuczeń 32-63 mm 0,6 m³/mb; 6 – stalowa ścianka szczelna z brusów PU12 $l = 4,33$ m / $l = 7,5$ m co trzeci brzus podwójny; 7 – oczep betonowy na koronie stalowej ścianki szczelnej; 8 – płyty betonowe ubezpieczenia skarpy; 9 – sztywne betonowe-mijankowo na co drugiej płycie; 10 – betonowy „odbijacz” fal-parapet; materace gabionowe 3 × 0,1 × 0,3 m na geowłókninie

Konstrukcja pochylni (rys. 10)

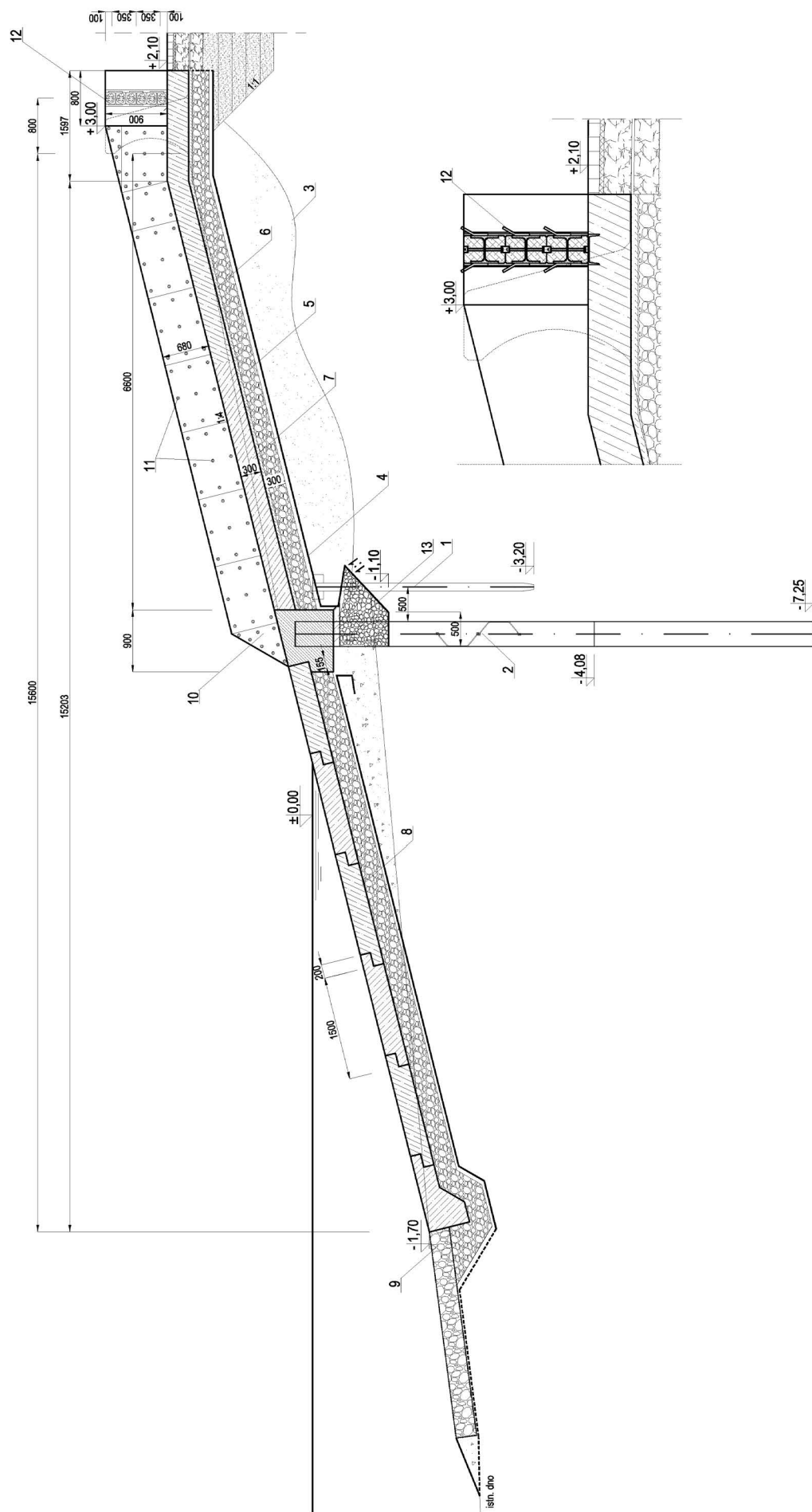
W miejscu starego slipu oraz na południowym końcu opaski zaprojektowano pochylnie do wodowania i wyciągania łodzi oraz drewnianych zestawów pływających wykorzystywanych przez użytkownika. Pochylnie mają następujące parametry: szerokość 9,6 m (szerokość użytkowa), długość 14,0 m, kąt nachylenia 14 stopni. Konstrukcję pochylni w części podwodnej stanowią prefabrykowane płyty żelbetowe o grubości 30 cm posadowione na warstwie podbudowy z tłucznia, a w części nadwodnej płyty żelbetowe o grubości 30 cm, wykonane „na mokro” na podłożu betonowym i podbudowie tłuczniowej.

Podbudowę z tłucznia przewidziano układać na geowłókninie z zagęszczeniem mechanicznym.

W przypadku sztormów wjazd na pochylnię będzie zamykany szandorami układanymi do wysokości korony odbijacza fal (rys. 10).

Umocnienie dna

Umocnienie dna wykonano układając na dnie akwenu materace gabionowe o grubości 30 cm i długości 3,0 m wypełnione kamieniem otoczkowym lub łamanym. Materace ułożono wzdłuż całej opaski brzegowej oraz wokół pochylni. Materace



Rys. 10. Konstrukcja pochylni

1 – istniejąca drewniana ścianka szczelna; 2 – stalowa ścianka szczelna z brusew PUI12 $l = 4,33 / l = 7,5$ m na co drugi brys podwójny; 3 – zasyp podpalanych miejsc piaskiem z zagęszczeniem mechanicznym; 4 – warstwa włókniny filtracyjnej; 5 – podbudowa o miąższości 30 m z tłucznia; 6 – warstwa wyrównawcza (5 cm) z tłucznia; 7 – płyta pochylni z betonu zbrojonego; 8 – prefabrykaty (o grubości 30 cm) z betonu zbrojonego w części podwodnej pochylni; 9 – materiały gabionowe $3 \times 1 \times 0,3$ m na geowłókninie; 10 – ściana boczna grubości 20 cm z betonu zbrojonego od wewnątrz, powierzchnia zabezpieczona okładziną z PE grubości 50 mm; 11 – kotwy wklejane M12 $\times$ 120/28 mocujące okładzinę do betonu; 12 – wnęk na szandory przeciwpowodziowe (rys.15)

spoczywają na warstwie geowłókniny rozłożonej na uprzednio przygotowanym dnie.

Geowłóknina powinna być układana z zakładem minimum 30 cm i mocowana do podłoża szpilkami z pręta okrągłego ϕ 10 mm o długości 1,0 m poprzez podwójne pasy geowłókniny o szerokości 15 cm. Szpilkowanie wykonywano rzędami co 1,0 m i co 1,0 m w rzędzie. Na styku ze ścianką szczelną geowłóknina zachodzi na ściankę minimum 0,5 m.

Materace przylegają ściśle do siebie i są powiązane między sobą za pomocą drutu wiązałkowego ocynkowanego ϕ 2,2 mm.

Materiały do umocnienia dna:

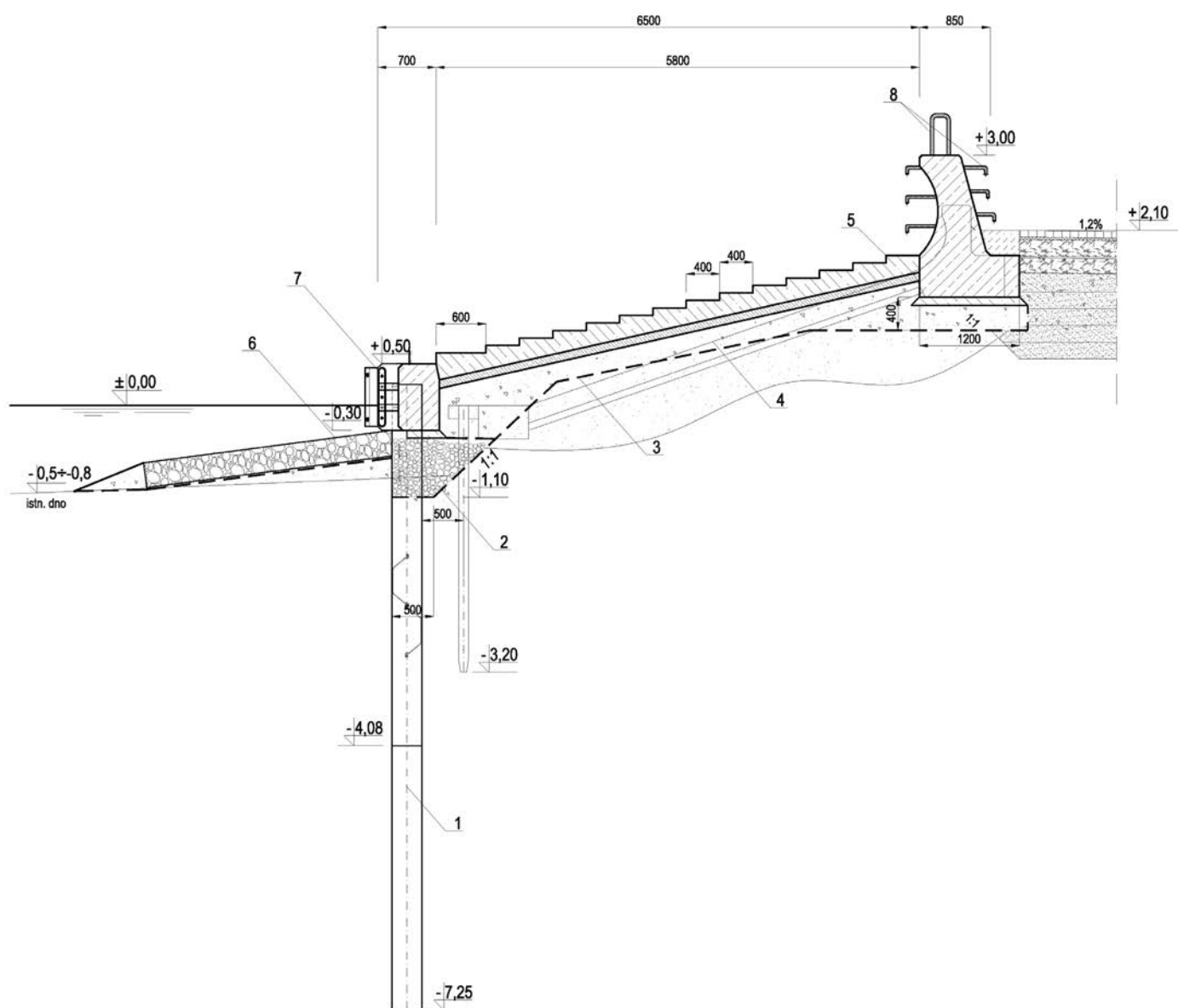
- Materace gabionowe z drutu ϕ 2,7 ÷ 3,0 mm gruboocynkowanego (minimum 260 g/m² ÷ 275 g/m²) o maksymalnym oczku siatki $D \leq 12$ cm. Wymiary materacy: 3,0 × 1,0(2,0) × 0,30 m. Można zastosować siatki o podwójnym splocie drutów lub siatki zgrzewane.

- Do wypełnienia gabionów należy użyć twardych, nie zwiertzałych i odpornych na działanie wody i mrozu kamieni. Mogą to być zarówno otoczaki, jak i kamień łamany. Minimalny wymiar pojedynczych kamieni nie może być mniejszy od wymiaru oczka siatki D . Największe używane kamienie nie powinny przekraczać 2,5 D . Uwaga: istnieje możliwość użycia kamienia o frakcji 0,5 ÷ 1,0 D w ilości mniejszej niż 50% całości kamienia pod warunkiem wyłożenia ścian i dna gabionów geowłókniną. Kamienie tej frakcji nie mogą znajdować się w wierzchniej warstwie wypełnienia koszy, w związku z tym tę warstwę należy ułożyć ręcznie.

- Geowłóknina techniczna:

Zalecano stosowanie geowłókniny tkanej z włókien polipropylenowych o następujących cechach:

- wodoprzepuszczalność (przy obciążeniu 2 kPa)
 - minimum $2,0 \times 10^{-3}$ m/s,



Rys. 11. Konstrukcja „przejścia” roboczego w nadbudowie opaski brzegowej

1 – stalowa ścianka szczelna z brusów PU12 $l = 4,33 / l = 7,5$ m co trzeci brzus podwójny; 2 – drenazowy filtr ciągły-tłuczeń 32-63 mm 0,6 m³/mb; 3 – warstwa geowłókniny filtracyjnej; 4 – warstwa filtracyjna ze żwiru lub pospółki zagęszczonej mechanicznie; 5 – płyta betonowa biegu schodowego; 6 – materace gabionowe 3 × 1 × 0,3 m na geowłókninie; 7 – drabinka ratownicza; 8 – kłamy zejścia

- gramatura (w przypadku geowłókniny igłowanej)
 - minimum 200 g/m²,
 - wytrzymałość na zerwanie:
 - wzdłuż włókien – ≥ 10 kN/m,
 - wszerz włókien – ≥ 10 kN/m,
 - wytrzymałość na przebicie CBR:
 - $\geq 1,75$ kN,
 - materiał powinien być odporny na działanie wszystkich naturalnie występujących w gruncie i wodzie związków alkalicznych, kwasów oraz oleju i benzyny.
- Szpilki z pręta okrągłego ϕ 10 mm o długości 0,75 m ze stali St3SX-b.

Wyposażenie opaski

- Drabinki ratownicze co około 50 m,
- Schody zejściowe na skarpie co około 70 ÷ 100 m,
- Klamry zejściowe na odbijaczu fal (na wysokości schodów i pomostów obsługowych),
- Stojaki ze sprzętem ratowniczym co około 100 m,
- Szandory zamykające wjazdy na pochylnie (w przypadku sztormu),
- Wyloty kanalizacji deszczowej.

Konstrukcja nawierzchni poza opaską

Zgodnie z wymaganiami Inwestora nową nawierzchnię poza konstrukcją opaski zaprojektowano na obciążenie pojazdem o masie 15 ton w całości z kostki betonowej typu „TT” o grubości 8 cm na podbudowie z kruszywa łamanego. W celu wzmocnienia konstrukcji przewidziano ułożenie geosiatki o sztywnych węzłach.

Część istniejącej nawierzchni z płyt betonowych przewidziano do przełożenia oraz uzupełnienia podsypki cementowo-piaskowej pod płytami w celu dostosowania projektowanych rzędnych terenu do rzędnych istniejących.

Odwodnienie terenu poza opaską

W konstrukcji opaski znajduje się pięć wylotów kanalizacji deszczowej. Rury kanalizacyjne przechodzą przez oczep żelbetowy opaski w osłonie ze stalowych rur ochronnych.

Zaplanowano powierzchniowe odwodnienie projektowanych nawierzchni drogowych. Wody opadowe z nawierzchni drogowych odprowadzono do projektowanych odwodnień liniowych kanalizacji deszczowej. Korytka odwodnienia liniowego obudowano fundamentem betonowym.

Przewidziano przebudowę systemu zbierania wód opadowych z terenu przyległego do opaski z uwzględnieniem istniejącego odwodnienia.

Przewidziano 3 grawitacyjne układy odprowadzenia wód opadowych z urządzeniami podczyszczającymi.

W skład każdego układu wchodzi następujące elementy:

- osadnik piasku,
- separator oleju,
- studzienka kontrolna,
- wylot do odbiornika.

W celu prawidłowego działania systemu wszystkie urządzenia, w tym także wpusty liniowe, wymagają systematycznej kontroli oraz czyszczenia. Częstotliwość czyszczenia urządzeń nie powinna być rzadsza niż jeden raz na kwartał. Dotyczy to w szczególności osadników piasku.

Zbyt rzadkie oczyszczanie z piasku może powodować jego sedimentację, a następnie zestalanie osadów, co może stwarzać problemy z jego usuwaniem za pomocą samochodu typu WUKO, czy też ręcznie. Optymalna częstotliwość czyszczenia urządzeń winna być ustalona doświadczalnie.

Olej z separatora winien być odbierany do utylizacji przez firmę posiadającą licencję Wydziału Ochrony Środowiska.

PODSTAWOWE WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA BUDOWLI

Stalowa ścianka szczelna

Ściankę szczelną wykonano zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 12063 “Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Ścianki szczelne”.

Roboty kafarowe poprzedzono badaniem dna w celu zlokalizowania i usunięcia ewentualnych przeszkód.

Dopasowano następujące tolerancje wykonania ścianki szczelnej :

- odchyłka od teoretycznej osi ścianki szczelnej (na górze profilu): ± 100 mm,
- odchyłka od projektowanego poziomu korony ścianki: ± 20 mm,
- odchyłka od pionu normalna do osi ścianki jako procent głębokości wbicia: $\pm 1,5\%$,
- odchyłka od pionu wzdłuż osi ścianki jako procent głębokości wbicia: $\pm 0,5\%$.

W celu dotrzymania powyższych wymagań zalecono zapuszczanie ścianki szczelnej przy wykorzystaniu prowadnic (kleszczy prowadzących).

Jeżeli wystąpiłyby trudne warunki gruntowe, w celu umożliwienia wykonania robót kafarowych, można stosować techniki robocze, takie jak:

- wzmocnienie spodu oraz głowicy elementów ścianki poprzez przyspawanie stalowej blachy.
- niskociśnieniowy lub wysokociśnieniowy strumień w gruntach niespoistych lub mało spoistych,
- przewiert,
- wiercenia połączone z wymianą gruntu.

W przypadku stosowania przez Wykonawcę wibratora do zapuszczania ścianki należałoby użyć wibratora wolnego od wzbudzeń rezonansowych w fazie rozruchu i zatrzymania.

W trakcie zapuszczania ścianki szczelnej należy prowadzić stały monitoring okolicznych budynków. Przed robotami kafarowymi należy zinwentaryzować ewentualne rysy i uszkodzenia istniejących budynków.

Zabezpieczenia antykorozyjne

Elementy żelbetowe

Wszystkie zaprojektowane elementy żelbetowe będą mieć zabezpieczenie strukturalne poprzez zastosowanie:

- Otuliny zbrojenia minimum 5 cm;
- Betonu o określonych klasach ekspozycji (XS3 i XF4 według PN-EN 206-1:2003).

Powierzchnie żelbetowe w miejscach przewidywanego kontaktu z gruntem należy zabezpieczyć przeciwwilgociowo dwoma warstwami lepiku asfaltowego (lub materiałem równoważnym).

Elementy stalowe

Stalowa ścianka szczelna nie będzie malowana, gdyż w obliczeniach statycznych uwzględniono ochronę antykorozyjną poprzez współczynniki bezpieczeństwa zastosowane do wymiarowania profilu ścianki.

Pozostałe elementy stalowe (drabinki, stojaki, klamry, elementy stalowe szandorów itp.), projektowane w niniejszej dokumentacji będą mieć zabezpieczenie przed korozją poprzez ocynkowanie oraz malowanie odpowiednie do kategorii korozyjności C5-M (do elementów nadwodnych) oraz Im2 (do elementów częściowo i całkowicie zanurzonych w wodzie) według PN-EN ISO 12944-2:2001. Grubość powłoki cynku (przy cynkowaniu ogniowym) na warunki morskie wynosi minimum 120 µm.

Powierzchnia stalowa oczyszczona przez piaskowanie do stopnia czystości Sa 2 1/2 według PN-ISO 8501-1, powierzchnia sucha, pozbawiona tłuszczu i kurzu.

Elementy stalowe powinny mieć zabezpieczenie antykorozyjne przed montażem. Po montażu należy uzupełnić ewentualne ubytki powłok malarskich.

Elementy łączenia części konstrukcji (śruby, podkładki, nakrętki) należy ocynkować.

Kolorystyka

Kolorystyka powłok malarskich powinna spełniać wymagania Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 1 czerwca 1998r w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać morskie budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie (Rozdział 8, § 243):

- drabinki stalowe (oraz klamry): podłużnice – naprzemianległe pasy białe i czerwone o szerokości 0,10 m, szczeble - kolor żółty; barwne oznakowania drabinek należy wykonać z użyciem farb odblaskowych,

- odbijacz fal – powierzchnia odlądowa: naprzemianległe pasy żółte i czarne pochylone pod kątem 45°, o identycznej szerokości 0,10; 0,25 m,
- szandory – powierzchnia odlądowa: naprzemianległe pasy żółte i czarne pochylone pod kątem 45°, o identycznej szerokości 0,10; 0,25 m,
- stojak koła ratunkowego: kolor biały.

Roboty rozbiórkowe

W celu wykonania projektowanych robót hydrotechnicznych będą konieczne następujące prace rozbiórkowe:

- demontaż wyposażenia opaski (drabinki, pokrywy stalowe i żelbetowe itp.),
- rozbiórka nawierzchni drogowych,
- rozbiórka odbijacza fal,
- rozbiórka płyt betonowych na skarpie,
- rozbiórka oczepu betonowego,
- wykopy robocze,
- wyrwanie lub obcięcie istniejącej ścianki drewnianej kolidującej z projektowaną konstrukcją.

Po wykonaniu rozbiórek wydobyty gruz można rozdrobnić w kruszarce i ewentualnie materiał ten wykorzystać do prac asypowych.

DODATKOWE PRACE OKOŁOPROJEKTOWE

Oprócz projektu technicznego obiektu, niezależnie czy jest to faza koncepcji, czy też dokumentacja wykonawcza, konieczne są do zrealizowania dodatkowe opracowania podyktowane wymogami administracyjnymi. Ich realizacja przebiega w drugiej linii poza dokumentacją technicznego rozwiązania obiektu, ale w ścisłej współpracy z projektantami branżowymi.

Te dodatkowe opracowania (administracyjne) wymagają zaangażowania dodatkowych osób do ich opracowania, a następnie wyjaśnienia, uzupełnienia i spełniania żądań urzędników prowadzących „specjalistyczne” postępowanie.

Równoległe z dokumentacją techniczną należy podjąć prace nad dodatkowymi opracowaniami dla potrzeb administracyjnych, tyle, że tak się składa, że do ich wytworzenia trzeba znać wcześniej, i to dość dokładnie, rozwiązanie techniczne. Gdyby rozsunąć w czasie, tzn. dodatkowe opracowania realizować po opracowaniu dokumentacji technicznej, czas całkowitej realizacji zlecenia wydłużyłaby się bardzo znacznie.

W celu wyraźnego przedstawienia uciążliwości realizacji projektu poniżej zaprezentowano wymagane dodatkowe opracowania.

W tym konkretnym przypadku w lipcu 2011 roku zlecono wykonanie aktualizacji mapy do celów projektowych oraz badań podłoża gruntowego i sondaż dna (czyli rejestrację głębokości wody). Wcześniej zleceniodawca zlecił już inwentaryzację istniejącej konstrukcji. Wymienione materiały są podstawowymi i niezbędne do wykorzystania w projekcie.

W sierpniu 2011 roku wykonano, na podstawie inwentaryzacji i częściowo znanych warunków podłoża gruntowego, koncepcję rozwiązania konstrukcji opaski i skierowano to opracowanie do opinii zlecniodawcy i użytkownika.

Jednocześnie podjęto realizację dalszych dodatkowych opracowań, nazwanych tu ogólnie, administracyjnymi.

W sierpniu 2011 roku skierowano wniosek do ówczesnego Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej o wydanie pozwolenia na wznoszenie konstrukcji w polskich obszarach morskich w związku z zamiarem przebudowy opaski brzegowej. Konieczność wystąpienia z tym wnioskiem wynika z faktu, że nie było miejscowego planu zagospodarowania tego terenu (obszar portowy). Decyzję w kwestii zgody na budowę w przypadku akwenów należących do Skarbu Państwa podejmuje wymieniony minister.

Wniosek w ogólności polega na w miarę szczegółowej charakterystyce zamierzenia i określenia jego lokalizacji zgodnie z podanymi w określonym rozporządzeniu wytycznymi w tym zakresie.

Zgodnie z art. 4 pkt. 4 ustawy z dnia 21 marca 1991 roku o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej (tekst jednolity: Dz. U. Nr 153/03, poz. 1502 z późniejszymi zmianami) wody portów zaliczają się do morskich wód wewnętrznych.

Ze względu na brak planu zagospodarowania przestrzennego morskich wód wewnętrznych dla terenu planowanej inwestycji, pozwolenie na wznoszenie i wykorzystywanie sztucznych wysp, konstrukcji i urządzeń w polskich obszarach morskich wydaje – zgodnie z art. 23 ust. 1 i 2 ww. ustawy – minister właściwy do spraw gospodarki morskiej po zaopiniowaniu przez ministrów właściwych do spraw gospodarki, kultury i dziedzictwa narodowego, rybołówstwa, środowiska, spraw wewnętrznych, Ministra Obrony Narodowej oraz Urząd Morski w Gdyni.

Celem opracowania jest przedstawienie informacji o planowanej inwestycji niezbędnych do uzyskania pozwolenia na wykonanie konstrukcji i urządzeń przebudowywanej opaski brzegowej w polskich obszarach morskich.

Zakres opracowania wykonano zgodnie z art. 27a wymienionej ustawy, określający wymagania, jakie powinien spełniać wniosek o wydanie takiego pozwolenia.

Także w sierpniu 2011 roku złożono wniosek do Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska (RDOŚ) w Gdańsku o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia. Do wniosku załączono opracowaną według wyznaczonych wytycznych zawartych w określonym rozporządzeniu, tzw. Kartę Informacyjną Przedsięwzięcia (KIP) pn. „Przebudowa opaski brzegowej w Porcie w Gdyni”. W KIP zapisano m.in.:

Planowane przedsięwzięcie będzie polegać na przebudowie istniejącej opaski brzegowej w Porcie w Gdyni, uszkodzonej w wyniku upływu lat i oddziaływania niekorzystnych sił natury. Inwestycja obejmuje również prace związane z przebudową nawierzchni na zapleczu opaski oraz roboty dotyczące przebudowy i modernizacji kanalizacji deszczowej.

Inwestycja ma na celu zabezpieczenie terenu przed niszczącym działaniem fal oraz budowę i modernizację obiektów służących ochronie środowiska (wylotów wód opadowych i urządzeń oczyszczających wody opadowe).

Przebudowę opaski brzegowej zaliczono do przedsięwzięć mogących potencjalnie **znacząco oddziaływać na środowisko**, biorąc pod uwagę następujące zapisy rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 roku w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. 213/10, poz. 1397):

- § 3 ust. 1 pkt. 69 – „*przedsięwzięcia ochrony brzegów morskich oraz zabezpieczające przed wpływami morza, a także inne przedsięwzięcia powodujące zmianę strefy brzegowej, w tym wały, mola, pirsy, z wyłączeniem ich odbudowy*”;
- § 3 ust. 2 pkt. 2 – „*do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko zalicza się również przedsięwzięcia polegające na rozbudowie, przebudowie lub montażu realizowanego lub zrealizowanego przedsięwzięcia wymienionego w ust. 1, z wyłączeniem przypadków, w których powstałe w wyniku rozbudowy, przebudowy lub montażu przedsięwzięcie nie osiąga progów określonych w ust. 1, o ile progi te zostały określone*”.

Okazuje się, że decyzja środowiskowa jest kluczowym dokumentem niezbędnym do wydania innych decyzji oraz zakończenia projektu i uzyskania decyzji o pozwoleniu na budowę.

We wrześniu 2011 roku opracowano wniosek do Wojewody Pomorskiego o ustalenie lokalizacji inwestycji celu publicznego. W związku z brakiem miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego zgodnie z art. 52 ust. 1 ustawy z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. z 2003 roku nr 80, poz. 717 z późniejszymi zmianami) konieczne jest wydanie decyzji o lokalizacji inwestycji celu publicznego do inwestycji „Przebudowa opaski brzegowej w Porcie w Gdyni”.

W tej decyzji określa się i reguluje wymogi do danego przedsięwzięcia. We wniosku przedstawia się charakterystykę i różne uwarunkowania planowanej inwestycji.

Instytucje, do których skierowano wymienione wnioski, wszczęły postępowanie administracyjne, o czym zawiadomiono upoważnionego przez zlecniodawcę przedstawiciela działającego w imieniu zlecniodawcy w celu uzyskania decyzji.

We wrześniu 2011 roku wykonano opracowanie przedstawiające wyniki badań podłoża gruntowego, a nieco później również dostarczono aktualną mapę do celów projektowych.

W listopadzie 2011 roku RDOŚ w Gdańsku wydał decyzję środowiskową z postanowieniem o braku potrzeby wykonania oceny oddziaływania na środowisko do przedsięwzięcia określonego we wniosku.

Decyzja środowiskowa była przekazana natychmiast jako uzupełnienie do wniosku o wydanie decyzji o lokalizacji inwestycji celu publicznego.

W końcu listopada Wojewoda Pomorski wydał także decyzję o lokalizacji inwestycji celu publicznego dotyczącą opaski brzegowej.

W grudniu 2011 roku Minister Transportu Budownictwa i Gospodarki Morskiej wydał decyzję o pozwoleniu na wznoszenie i wykorzystanie sztucznych wysp, konstrukcji i urządzeń w polskich portach morskich, a konkretnie na przebudowę przedmiotowej opaski brzegowej.

W grudniu 2011 roku zlecniodawca zorganizował posiedzenie Komisji Oceny Projektów Inwestycyjnych i Realizacji w zakresie przedstawionej koncepcji, i w efekcie wybrał do realizacji wariant 1, czyli rozwiązanie z zabezpieczeniem skarpy w postaci płyt betonowych.

Po tej decyzji opracowano projekt budowlany, który w lutym 2012 roku przesłano do uzgodnień do instytucji wskazanych w decyzji o lokalizacji inwestycji celu publicznego.

W lutym 2012 roku skierowano także do Rejonowego Zarządu Gospodarki Wodnej (RZGW) w Gdańsku opracowany operat wodnoprawny w celu wydania pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzenie wód opadowych do akwenu. Do operatu wodnoprawnego, wykonanego według wskazań rozporządzenia, załączono decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach zgody. Bez tej decyzji nie można byłoby uzyskać decyzji pozwolenia wodnoprawnego.

W marcu 2012 roku pozyskano opinie projektu budowlanego, który wraz z tymi opiniami skierowano do Zespołu Uzgodnień Dokumentacji Projektowej (ZUDP) celem wydania uzgodnienia.

ZUDP jest organem koordynującym projekty w zakresie instalacji podziemnych; jego opinie są wiążące w zakresie możliwości wykonania różnych instalacji.

W marcu 2012 roku RZGW w Gdańsku wydaje decyzję o ustaleniu pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzanie wód opadowych do awanportu z terenu przyległego bezpośrednio do konstrukcji opaski brzegowej.

W połowie kwietnia 2012 roku otrzymano opinię ZUDP. Projekt budowlany wraz z wszystkimi opiniami oraz oświadczeniem, że „projekt wykonano zgodnie z przepisami i sztuką budowlaną, przekazano zlecniodawcy, który w maju 2012 roku zorganizował posiedzenie KOPIR, przyjmując dokumentację z pewnymi uwagami i obowiązkiem wprowadzenia ich do dokumentacji.

W czerwcu 2012 roku przekazano zlecniodawcy kompletne opracowanie zawierające:

- koncepcję (przyjętą wcześniej),
- projekt budowlany (także zatwierdzony przez zlecniodawcę),
- projekt wykonawczy,
- przedmiary robót,
- kosztorys inwestorski,
- zbiorcze zestawienie kosztów,
- specyfikację wykonania i odbioru robót.

Zazwyczaj to projektant występuje o pozwolenie na budowę, ale w tym przypadku zlecniodawca złożył wniosek we własnym zakresie, uzyskując decyzję o pozwoleniu na budowę opaski brzegowej.

W drugiej połowie 2012 roku zlecniodawca zorganizował przetarg na wykonanie robót. W pierwszej połowie 2013 roku wyłoniony w przetargu wykonawca, tj. firma SKANSKA S.A. podjęła prace, które zrealizowała do końca 2013 roku, a więc w czasie jak najlepszym do ich realizacji. Roboty wykonano bardzo dobrze, czego dowodem mogą być załączone fotografie prezentujące omawianą budowlę (rys. 12 ÷ 14).



Rys. 12. Widok zrealizowanej opaski brzegowej (widoczny bieg schodów i klamry zejścia)



Rys. 13. Widok nadbudowy zrealizowanej opaski brzegowej (wyraźnie widoczne rozmieszczenie bloków szyszan usytuowanych na co drugiej płycie okładziny mijankowo w rzędach)



Rys. 14. Widok na pochylnię (z lewej strony widoczny bieg schodów)



Rys. 15. Konstrukcja szandorów przeciwpożarowych

PODSUMOWANIE

Projektant powinien zaangażować się bezwzględnie w realizację części technicznej projektu. Niestety wykonanie dodatkowych opracowań wymaga współpracy innych osób, ale także i współpracy z innymi projektantami różnych branż w celu pozyskania różnorodnych pozwoleń i decyzji. Proces pozyskiwania decyzji to swoisty mecz z urzędnikami różnych instytucji, których żądania dodają pracy do już włożonej. Niestety, w tym starciu projektant czy osoby z nim współpracujące przy wytwarzaniu określonych wniosków stoją na z góry przegranych pozycjach.

Podkreślić należy, że jakość rozwiązań projektowych w ogólności na tym etapie rozwoju projektu i wykonywania kolejnych wniosków nie jest ważna – istotna jest litera prawa zasygnalizowana w różnych rozporządzeniach, ale ostatecznie rozstrzygana przez urzędników, według ich rozumienia rzeczy, którzy najczęściej nie posiadają uprawnień budowlanych.