

Procesy litodynamiczne w basenie portu zewnętrznego w Świnoujściu

Dr inż. Grzegorz R. Cerkowniak, dr hab. inż. Rafał Ostrowski, dr hab. inż. Marek Szmytkiewicz
Instytut Budownictwa Wodnego PAN w Gdańsku

Basen wybudowanego przed kilku laty portu zewnętrznego w Świnoujściu jest bardzo dobrze zabezpieczony przed wpływem morskich procesów hydrodynamicznych. Układ geometryczny falochronu osłonowego i istnienie ostrogi przy falochronie centralnym (dawniej wschodnim) uniemożliwia przenikanie ruchu falowego i prądów morskich do akwatorium portowego w prawie każdych warunkach meteorologicznych/hydrologicznych.

Wejście do portu zaprojektowano w ten sposób (rys. 1), że jedynie falowanie z sektora NW-NNW ulega propagacji do basenu portowego. Ze względu na ograniczone rozciągłości falowego działania wiatru z tych kierunków w zachodniej części Morza Bałtyckiego wysokość głębokowodnych fal znacznych H_s generowanych wiatrem z kierunków NW i NNW o okresie powtarzalności 2 lat na dalekim przedpolu portu nie przekracza odpowiednio 2,28 m i 2,32 m [2].

Reprezentatywne silne wymuszenia hydrodynamiczne (wzdłuż [5, 7]) w bezpośrednim sąsiedztwie wejścia portowego charakteryzują się wysokościami fal znacznych H_s z kierunków NW i NNW wynoszącymi odpowiednio 1,69 m i 1,71 m, przy czym czas trwania powyższych warunków w średnim roku statystycznym wynosi odpowiednio 1 dzień i 0,9 dnia. Falowanie propagujące się do basenu portowego ulega transformacji – głównie wskutek dyfrakcji wokół głowicy falochronu osłonowego i głowicy ostrogi falochronu centralnego. W rezultacie wysokość fal znacznych w akwatorium portowym nie przekracza wartości $H_s = 1$ m nawet w silnych warunkach sztormowych. Łączny czas trwania warunków falowych z wysokością fal znacznych H_s w basenie portowym przekraczającą 0,5 m wynosi w średnim roku statystycznym około 10 dni.

W wyniku teoretycznego modelowania lokalnych procesów litodynamicznych na potrzeby projektu portu zewnętrznego w Świnoujściu okazało się [5, 6], że w średnim roku statystycznym w profilu położonym około 1 km na wschód od ujścia Świny roczne natężenie transportu piaszczystego rumowiska wynosi:

- w kierunku z zachodu na wschód – 28 000 m³,
- w kierunku ze wschodu na zachód – 15 000 m³.

Wypadkowy ruch osadów w rejonie portu zewnętrznego w Świnoujściu przed jego wybudowaniem – w naturalnej nieosłoniętej budowlami portowymi morskiej strefie brzegowej – był zatem skierowany na wschód i miał natężenie wynoszące około 13 000 m³/rok. Obecnie, w osłoniętej strefie brzegowej basenu portowego, intensywność ruchu osadów jest z całą pewnością mniejsza, a jego natężenie ma wartość znikomą.

Istotne informacje na temat wzdłużbrzegowego transportu osadów wzdłuż polskiego brzegu podano w pracy [4], która zawiera między innymi szeroką dyskusję nad wielkoskalowym ruchem osadów wzdłuż całego polskiego brzegu, poczynając od pierwszych spójnych koncepcji wysuniętych pod koniec lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku ([8, 9]), a skończywszy na własnych badaniach autorów pracy [4].

Badania wzdłużbrzegowego transportu osadów w dużych skalach przestrzennych wykonywano w przeszłości, stosując różne metody znacznikowe, to jest metody petrograficzno-mineralogiczne, geomorfologiczne, energetyczne i hydrometeorologiczne. Efektem tych prac było ustalenie generalnego schematu wielkoskalowego ruchu osadów wzdłuż polskiego brzegu. Zgodnie z tym schematem wyróżnić można dwa podstawowe potoki rumowiska mające swój początek w Zatoce Koszalińskiej (strefa dywergencji), a mianowicie transport o większym natężeniu, rzędu 100 000 m³/rok, który jest skierowany na wschód i drugi mniejszy, rzędu 10 000 m³/rok, skierowany na zachód [3]. W rejonie ujścia Odry spotyka się on z przeciwnym strumieniem osadów wędrujących na wschód od strony Rugii, tworząc w tym obszarze strefę konwergencji.

Pod koniec 2019 roku Instytut Budownictwa Wodnego Polskiej Akademii Nauk (IBW PAN) wykonał pracę naukowo-badawczą na zamówienie Zarządu Morskich Portów Szczecin i Świnoujście, której celem było rozpoznanie charakterystyk ruchu osadów w basenie portu zewnętrznego w Świnoujściu.

Zakres badań przeprowadzonych przez IBW PAN na potrzeby odnośnego zamówienia obejmował:

- analizę procesów litodynamicznych zachodzących w basenie portu zewnętrznego w Świnoujściu na podstawie dostępnych materiałów i literatury przedmiotu,
- obliczenia (modelowanie matematyczne) natężenia ruchu osadów w przybrzeżu niezabudowanej części basenu.

Niniejsza praca zawiera wyniki wymienionych badań.

ANALIZA

W końcowej fazie budowy portu zewnętrznego w Świnoujściu zaobserwowano, że plaża na wschód od ujścia Świny zaczęła się nieco zwężać w bezpośrednim sąsiedztwie falochronu centralnego (dawnego falochronu wschodniego) oraz poszerzać w narożu południowo-wschodnim nowego akwenu. Przyszłych użytkowników portu szczególnie zaniepokoiło pojawienie się rumowiska w rejonie komór poboru wody morskiej do celów przeciwpożarowych i technologicznych, usytuowanych w południowo-wschodnim narożu akwenu portu zewnętrznego w Świnoujściu. W zaistniałej sytuacji LNG Polska zlecił Instytutowi Budownictwa Wodnego PAN w Gdańsku wykonanie ekspertyzy dotyczącej ruchu rumowiska w Porcie Zewnętrznym w Świnoujściu wraz z przygotowaniem propozycji zabezpieczenia ujścia wody technologicznej oraz do celów przeciwpożarowych.

Podczas realizacji powyższej ekspertyzy [7] zwrócono uwagę na możliwy wpływ robót pogłębiarskich na zmiany położenia linii brzegowej, jak również na znaczące zwiększenie się ilości rumowiska zawieszzonego widocznego na zdjęciach lotniczych jako zmętnienie wody. Analizując sekwencję zdjęć lotniczych (26.09.2011, 26.11.2011, 28.08.2012) zauważono stopniowe

zwiększanie się zmacnienia wody na obszarze akwatorium portowego w miarę rozszerzania się pola robót czerpalnych.

W wyniku analiz i obliczeń przeprowadzonych w ramach ekspertyzy [7] sformułowano wnioski dotyczące, między innymi, ruchu osadów niespoistych oraz spoistych w basenie portu zewnętrznego w Świnoujściu. Najważniejsze z owych wniosków przedstawione są w skrócie poniżej.

Struktura dna morskiego w rejonie portu zewnętrznego w Świnoujściu wykazuje zdecydowaną przewagę gruntów niespoistych (piasków i żwirów), zalegających w strefie brzegowej do rzędnych wynoszących co najmniej -20 m poniżej średniego poziomu morza. W wielu miejscach, na rzędnych od około -9 m do około -12 m, występują przewarstwienia gruntami spoistymi i domieszkami organicznymi (głina pylasta, pył piaszczysty, humus, namuł piaszczysty). Miąższość tych przewarstwień nie przekracza 1 m. W wyniku robót pogłębiarskich dno basenu portowego znajduje się na rzędnych poniżej spągu wymienionych warstw gruntu, skąd z bardzo dużym prawdopodobieństwem można przyjąć, że na całym dnie basenu zalegają grunty niespoiste. Jedynie na skarpach wyrobiska występować mogą wychodnie warstw gruntów spoistych. Grunty te pozostają w stanie naturalnym – zwięzłym, w którym nie są podatne na erozję. W związku z tym należy spodziewać się znikomego natężenia ruchu wszelkiego rodzaju osadów w pogłębionym akwencie portowym, nawet podczas silnych warunków sztormowych. Okazało się, że w komorach ujęcia wody morskiej do celów przeciwpożarowych i technologicznych odkładał się materiał znacznie drobniejszy od piasków tworzących plażę i strefę przybrzeżną. Stwierdzono, że było to najprawdopodobniej efektem sedymentacji rumowiska zawieszonoego w toni wodnej w okresie prowadzenia prac pogłębiarskich i że materiał ów pobrany został spod warstw osadów piaszczystych budujących dno morskie. Stwierdzono ponadto, że nawet w ekstremalnych warunkach sztormowych rumowisko piaszczyste zalegające w dnie pogłębionego basenu portowego pozostaje nieruchome i że niewielki ruch osadów możliwy jest jedynie w rejonie plaży i bliskiego (płytkowodnego) piaszczystego przybrzeża znajdującego się w południowej części basenu.

Z przeprowadzonych symulacji komputerowych modelem Delft 3D przedstawionych w ekspertyzie [7] wynikają następujące wnioski:

- 1) Głównym źródłem transportowanego rumowiska są piaszczyste osady denne w podbrzeżu niezabudowanego południowego brzegu portu zewnętrznego. Odmorską granicę tego obszaru stanowi podwodna skarpa oddzielająca go od pozostałego, pogłębionego akwenu portowego. Transport rumowiska w pogłębionym akwencie portowym, o głębokościach rzędu 12 ÷ 14 m, nie występuje. W tym obszarze możliwy jest jedynie śladowy transport najdrobniejszych osadów i zanieczyszczeń.
- 2) W przypadku słabych wymuszeń, to jest wysokości głębokowodnych fal znacznych równych około 0,7 m i prędkości wiatru 5 m/s, obliczone zmiany głębokości (nie przekraczające 2 cm) są głównie zlokalizowane w podbrzeżu zachodniego odcinka plaży oraz miejscami w strefie brzegowej środkowej części plaży.
- 3) W przypadku silnych wymuszeń, to jest wysokości głębokowodnych fal znacznych równych około 1,7 m

i prędkości wiatru 10 m/s, obliczone zmiany głębokości występują w postaci na przemian położonych pasów spłyceń i przegłębień wzdłuż południowego, niezabudowanego brzegu portu zewnętrznego. W zachodnim rogu tego brzegu, w pobliżu nasadowej części falochronu centralnego powstaje niewielki obszar erozyjny. Zmiany głębokości są niewielkie, rzędu 1 ÷ 2 cm.

- 4) Dominujące w ciągu roku cyrkulacje prądowe w akwencie portowym w postaci prądu płynącego wzdłuż falochronu centralnego i następnie wzdłuż południowego niezabudowanego brzegu (plaży) w kierunku falochronu wschodniego, to jest w kierunku ujęcia wody przeciwpożarowej, będą stopniowo przenosiły rumowisko w tym kierunku. W rezultacie należy liczyć się z powolnym cofaniem się brzegu przy falochronie centralnym i podobnym powolnym przyrostem brzegu przy falochronie wschodnim.

W celu ilościowego sprecyzowania intensywności ruchu osadów w przybrzeżu południowej części basenu portowego przeprowadzono modelowanie matematyczne, którego wyniki przedstawiono w kolejnej części artykułu.

OBLICZENIA

Południową granicę basenu portu zewnętrznego w Świnoujściu stanowi plaża i piaszczyste przybrzeże. Tego rodzaju odcinek brzegu morskiego ma wyraźne cechy tak zwanej plaży kieszeniowej, czyli plaży ograniczonej z dwóch stron naturalnymi lub sztucznymi przegrodami. W analizowanym przypadku przegrodami tymi są falochron centralny (dawny falochron wschodni) i nowy wschodni falochron osłonowy. W obszarze plaży kieszeniowej piaszczyste rumowisko pozostaje z reguły „uwięzione”, a jego przemieszczenie w obrębie strefy brzegowej może mieć miejsce wskutek ewentualnej asymetrii oddziaływań falowych z poszczególnych odmorskich kierunków. W świnoujskim porcie zewnętrznym jedynie falowanie z sektora NW-NNW ulega propagacji do basenu portowego, a więc ewentualne przemieszczanie się piaszczystych osadów występuje w kierunku wzdłużbrzegowym z zachodu na wschód.

Obliczenia rocznego natężenia wzdłużbrzegowego transportu osadów w przybrzeżu południowej (niezabudowanej) linii brzegowej basenu portu zewnętrznego w Świnoujściu przeprowadzono przy użyciu opracowanego w IBW PAN trójwarstwowego modelu ruchu rumowiska [1]. Zastosowano wariant modelu, w którym uziarnienie piaszczystych osadów reprezentowane jest przez tak zwaną średnicę zastępczą ziaren piasku d_{50} .

W ramach ekspertyzy [7] pobrano próbki materiału w dwóch komorach ujęcia wody oraz z plaży i ze strefy brzegowej stanowiącej zamknięcie portu zewnętrznego od strony południowej, to jest:

- z plaży, w odległości około 5 m od linii brzegowej,
- z podbrzeża na głębokości około 0,1 m, w odległości około 2 m od linii brzegowej,
- ze strefy przybrzeżnej na głębokości około 0,7 m, w odległości około 10 m od linii brzegowej.

Próbki te poddano następnie analizie w laboratorium IBW PAN. Podstawowe wyniki analizy zamieszczono poniżej:

- komora ujęcia wody S – $d_{50} = 0,0455$ mm, glina próchniczna (humusowa),
- komora ujęcia wody N – $d_{50} = 0,0815$ mm, piasek gliniasty humusowy (próchniczny),
- plaża – $d_{50} = 0,1960$ mm, piasek drobnoziarnisty,
- podbrzeże – $d_{50} = 0,1775$ mm, piasek drobnoziarnisty,
- przybrzeże – $d_{50} = 0,1460$ mm, piasek drobnoziarnisty.

W teoretycznym modelowaniu wzdłużbrzegowego ruchu osadów w strefie przybrzeżnej południowej części basenu portowego przyjęto wartość średnicy ziaren piasku $d_{50} = 0,16$ mm.

Jako dane wejściowe wykorzystano parametry fal (wysokość fali znacznej H_s , okres piku energii fali T_p i czas trwania) zawarte w ekspertyzie [7] oraz profil batymetryczny położony w odległości około 400 m na zachód od nowego falochronu osłonowego (rys. 1).

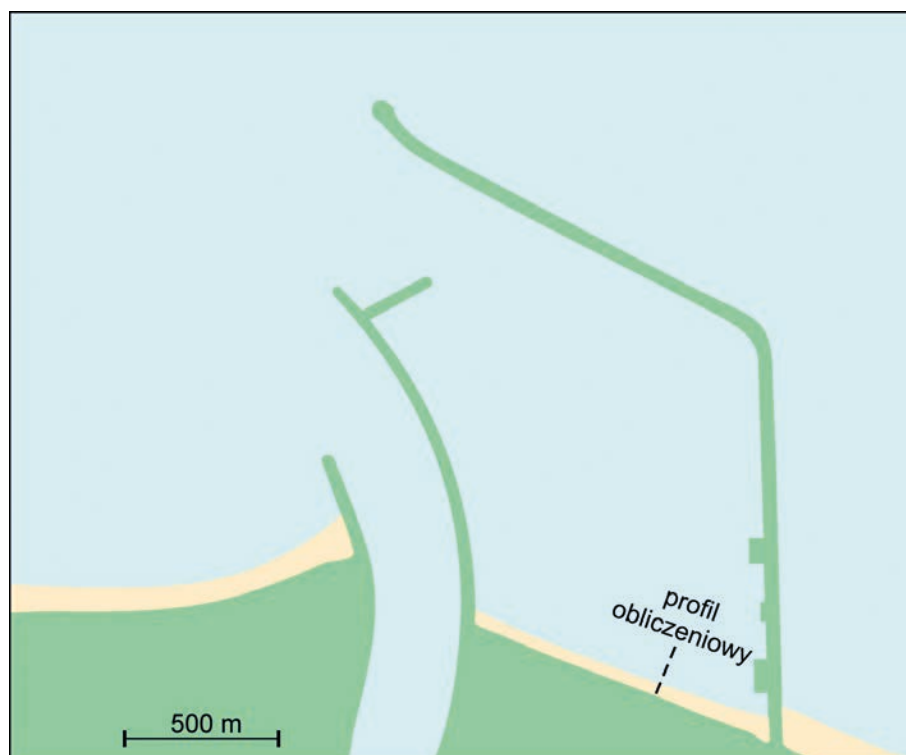
Przykładowe wyniki modelowania dla silnego wymuszenia hydrodynamicznego (falowania i związanego z nim prądu pochodzenia falowego) wraz z batymetrycznym profilem obliczeniowym przedstawiono na rys. 2.

Przedstawiony na rys. 2 rozkład natężenia ruchu osadów na profilu poprzecznym brzegu pod wpływem silnego wymuszenia hydrodynamicznego dowodzi, że transport osadów odbywa się w strefie przybrzeżnej sięgającej głębokości co najwyżej $5 \div 6$ m (odpowiadającej odległości około 170 m od linii brzegowej). Najintensywniejszy transport piaszczystego rumowiska ma miejsce w rejonie załamania fali, to jest na głębokościach rzędu $2,5 \div 3,5$ m. Jest to rejon górnego skraju podwodnej skarpy stanowiącej odlądową granicę robót czerpalnych (około 150 m od linii brzegowej). Transport osadów o dużym natężeniu występuje również w strefie transformacji załamanych fal – na głębokościach wynoszących $1 \div 2$ m ($70 \div 130$ m od linii brze-

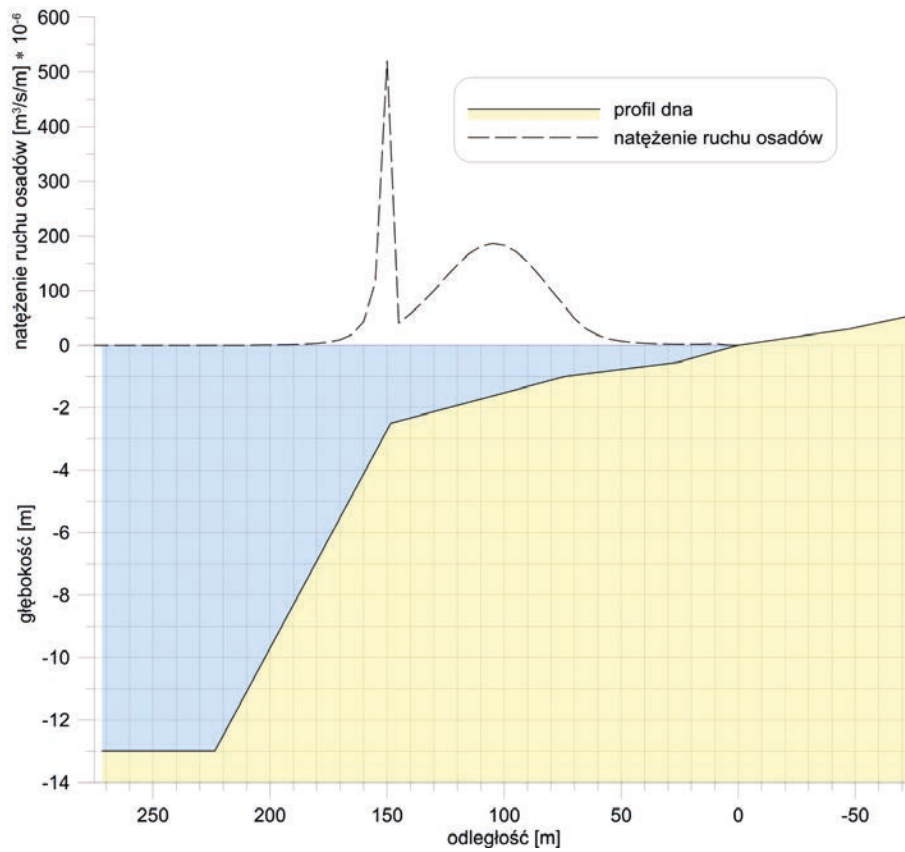
gowej). Na głębokościach od 3,5 m do $5 \div 6$ m (w górnej części podwodnej skarpy stanowiącej odlądową granicę robót czerpalnych) natężenie transportu osadów jest znikome. Wyniki obliczeń przedstawione na rys. 2 potwierdzają wcześniej sformułowaną tezę, że ruch piaszczystych osadów dennych w basenie portowym pogłębionym do 13 m nie występuje nawet podczas oddziaływania silnych wymuszeń hydrodynamicznych.

Przykładowe wyniki modelowania dla słabego wymuszenia hydrodynamicznego (falowania i związanego z nim prądu pochodzenia falowego) wraz z batymetrycznym profilem obliczeniowym przedstawiono na rys. 3.

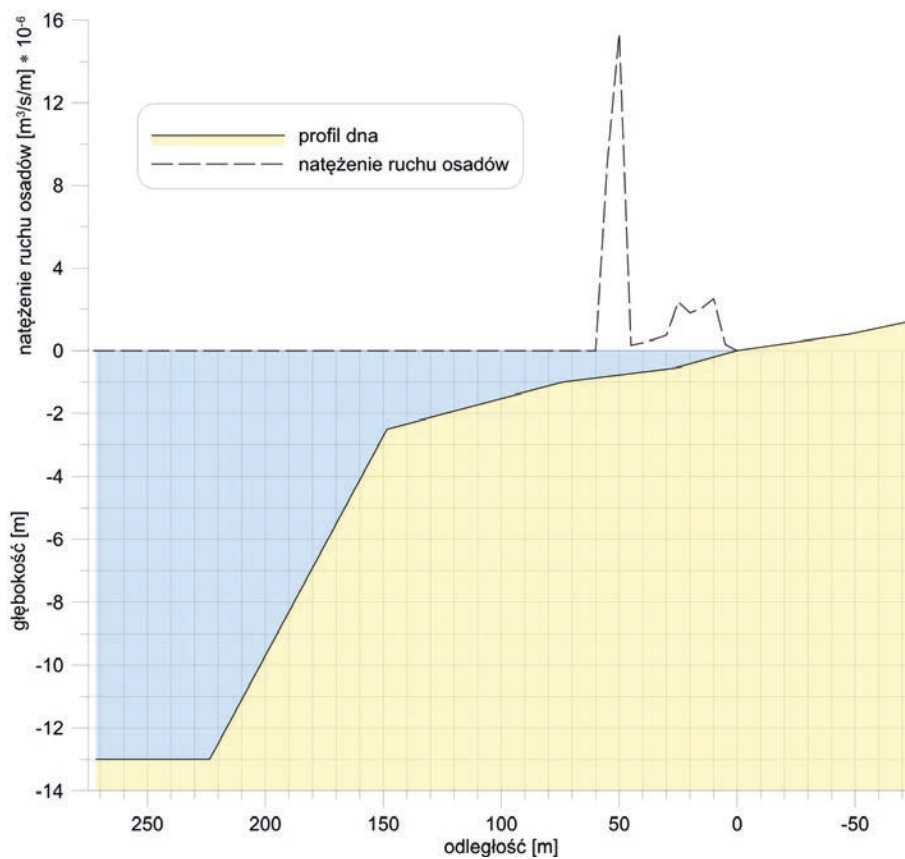
Przedstawiony na rys. 3 rozkład natężenia ruchu osadów na profilu poprzecznym brzegu pod wpływem słabego wymuszenia hydrodynamicznego dowodzi, że transport osadów w takich warunkach odbywa się w płytkowodnej strefie przybrzeżnej sięgającej głębokości około 1 m (odpowiadającej odległości około 60 m od linii brzegowej). W analizowanym przypadku miejsce załamania fali odpowiada głębokości wynoszącej niespełna 1 m ($50 \div 60$ m od linii brzegowej) i w tym rejonie można spodziewać się najintensywniejszego transportu piaszczystego rumowiska. Transport osadów o relatywnie dużym natężeniu występuje również w strefie transformacji załamanych fal – w bardzo płytkim przybrzeżu na głębokościach mniejszych niż 0,6 m (strefa o szerokości około 30 m przylegająca do linii brzegowej). Warto zwrócić uwagę na fakt, że natężenie transportu osadów wywołane falowaniem o parametrach wejściowych $H_s = 0,97$ m i $T_p = 7,37$ s jest prawie o dwa rzędy wielkości większe niż natężenie transportu wywołane falowaniem o parametrach wejściowych $H_s = 0,31$ m i $T_p = 4,26$ s, co jest wynikiem nieliniowej zależności pomiędzy parametrami falowania a przydennym naprężeniem ścinającym będącym siłą sprawczą ruchu osadów.



Rys. 1. Port zewnętrzny w Świnoujściu z zaznaczonym profilem obliczeniowym



Rys. 2. Przykładowy rozkład natężenia wzdłużbrzegowego transportu osadów pod wpływem silnego wymuszenia hydrodynamicznego (falconie z kierunku NW, parametry fali w porcie: $H_s = 0,97$ m, $T_p = 7,37$ s)



Rys. 3. Przykładowy rozkład natężenia wzdłużbrzegowego transportu osadów pod wpływem słabego wymuszenia hydrodynamicznego (falconie z kierunku NW, parametry fali w porcie: $H_s = 0,31$ m, $T_p = 4,26$ s)

Wejściowe parametry falowania w basenie portowym i komplet wyników obliczeń natężenia transportu osadów przedstawiono w tabl. 1.

Tabl. 1. Wejściowe parametry falowania w basenie portowym (wysokość fali znacznej H_s , okres piku energii fali T_p , czas trwania) i wyniki obliczeń natężenia wzdłużbrzegowego transportu osadów w strefie przybrzeżnej południowej części basenu portowego

Kierunek	H_s [m]	T_p [s]	Czas trwania [dni]	Natężenie transportu osadów [m^3/rok]
NW	0,31	4,26	18,0	280
	0,53	5,05	4,6	460
	0,76	6,07	1,0	710
	0,97	7,37	0,3	360
NNW	0,45	5,56	2,8	240
	0,64	6,75	0,9	220
	0,81	7,71	0,3	140
	1,00	8,53	0,1	210
RAZEM				2620

Na podstawie danych zawartych w tabl. 1 można zauważyć, że największą roczną kubaturę transportu osadów generuje falowanie wiatrowe z kierunku NW o wysokości fali znacznej w basenie portowym wynoszącej $H_s = 0,76$ m. Odpowiada ona wysokości fali znacznej na przedpolu wejścia portowego o wartości $H_s = 1,69$ m, zobacz tabl. 3 w ekspertyzie [7]. W przypadku rejonu Świnoujścia i kierunku NW są to umiarkowane warunki sztormowe. Czas trwania tych warunków w średnim roku statystycznym wynosi 1 dzień. Silne warunki sztormowe z wysokościami fal znacznych w basenie portowym dla kierunków NW i NNW wynoszącymi odpowiednio $H_s = 0,97$ m i $H_s = 1,0$ m związane są z występowaniem na przedpolu wejścia portowego falowania charakteryzującego się wysokościami fal znacznych odpowiednio $H_s = 2,16$ m i $H_s = 2,65$ m, zobacz tabl. 3 w ekspertyzie [7]. Tak zdefiniowane silne warunki sztormowe trwają łącznie 0,4 dnia w średnim roku statystycznym. Ściśle rzecz biorąc, $H_s = 1,69$ m reprezentuje wysokości fal znacznych z przedziału $1,5 \div 2,0$ m, zaś wartości $H_s = 2,16$ m i $H_s = 2,65$ m są reprezentatywne dla wysokości fal znacznych z przedziałów odpowiednio $2,0 \div 2,5$ m oraz $2,5 \div 3,0$ m, zobacz tabl. 3 w ekspertyzie [7].

Zgodnie z oczekiwaniami obliczone całkowite średnioroczne natężenie transportu rumowiska ($2620 m^3$) wzdłuż piaszczyste-go przybrzeża południowej granicy basenu portu zewnętrznego w Świnoujściu jest znacznie mniejsze od wartości wyznaczonych dla sytuacji sprzed budowy portu.

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonej analizy teoretycznej oraz w wyniku modelowania matematycznego sformułowano następujące wnioski:

- 1) transport piaszczystych osadów w obrębie basenu portu zewnętrznego w Świnoujściu występuje tylko wzdłuż południowej granicy basenu, w strefie płytkiego przybrzeża, na głębokościach nie większych niż $5 \div 6$ m, w odległości co najwyżej 170 m od linii brzegowej.
- 2) całkowite natężenie wzdłużbrzegowego ruchu osadów jest relatywnie niewielkie i wynosi średnio $2620 m^3/rok$.
- 3) w skarpace pogłębionego basenu portowego występować mogą wychodnie warstw gruntów spoistych w stanie naturalnym – zwięzłym, w którym nie są podatne na erozję; ruch drobnych frakcji osadów – ziaren gruntów spoistych – ma zatem znaczenie minimalne.

LITERATURA

1. Kaczmarek L. M., Ostrowski R.: Modelling intensive near-bed sand transport under wave-current flow versus laboratory and field data, *Coastal Engineering*, 45, 1, 2002, 1-18.
2. Paplińska-Swepel B., Skaja M., Ostrowski R., Szymtkiewicz M.: Analiza warunków hydrodynamicznych dla potrzeb planowanej rozbudowy portu w Świnoujściu, Zleceniodawca: BMT Cordah Sp. z o.o. w Gdańsku, 2008, 15 stron + rysunki.
3. Pruszek Z.: Dynamika brzegu i dna morskiego, Wydawnictwo IBW PAN, Gdańsk 1998, s. 463.
4. Racinowski R., Baraniecki J.: Przydatność litologicznych wskaźników dla charakteryzowania wzdłużbrzegowego potoku rumowiska na polskim wybrzeżu Bałtyku, *Rozprawy Hydrotechniczne*, IBW PAN, Gdańsk, 51, 1990, 159-210.
5. Szymtkiewicz M., Biegowski J., Kozakiewicz A., Ostrowski R., Schönhofer J., Skaja M.: Analiza warunków litodynamicznych dla potrzeb planowanej budowy portu zewnętrznego w Świnoujściu, *Inżynieria Morska i Geotechnika*, 3, 2009, 151-157.
6. Szymtkiewicz M., Biegowski J., Ostrowski R., Różyński G., Schönhofer J., Swepel B., Skaja M.: Analiza warunków litodynamicznych dla potrzeb planowanej rozbudowy portu w Świnoujściu, C2-1/2008, Zleceniodawca: BMT Cordah Sp. z o.o. w Gdańsku, IBW PAN, Gdańsk 2008, 24 strony + rysunki.
7. Szymtkiewicz M., Gaca K., Kozakiewicz A., Naguszewski A., Ostrowski R., Piotrowska D., Robakiewicz M., Robakiewicz W., Schönhofer J., Skaja M., Stella M.: Ekspertyza dotycząca ruchu rumowiska w Porcie Zewnętrznym w Świnoujściu wraz z propozycją zabezpieczenia ujęcia wody technologicznej, C2-7/2013, Zleceniodawca: Polskie LNG, IBW PAN, Gdańsk 2013, s. 61.
8. Zenkiewicz W. P.: Niektóre zagadnienia brzegów polskiego Bałtyku, *Technika i Gospodarka Morska*, 9, 1955.
9. Zenkiewicz W. P.: Osnowi uczenia o rozwitcie morskich bieriegow, *Izd. AN ZSRR*, Moskwa 1962.

PODZIĘKOWANIA: Wyniki badań przedstawione w niniejszym artykule uzyskano dzięki środkom finansowym udzielonym przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego na rzecz działalności statutowej IBW PAN (grupa tematyczna 2) oraz w ramach realizacji projektu pt. „Analiza naturalnych procesów litodynamicznych w basenie portu zewnętrznego w Świnoujściu”. Autorzy dziękują Zarządowi Morskich Portów Szczecin i Świnoujście za udostępnienie materiałów dotyczących miejsca badań.