

Wojciech ŚLĄCZKA¹
Stefan JANKOWSKI²

ODDZIAŁYWANIE RUCHU STATKU NA LIP W OBSZARZE TORU PODEJŚCIOWEGO DO PORTU

Bezpieczna eksploatacja liniowej infrastruktury przesyłowej (LIP) ułożonej w dnie akwenu morskiego na skrzyżowaniu z torem podejściowym uzależniona jest od gęstości ruchu statków w tym obszarze. Wielkość statków wyznaczać będzie wskaźniki bezpiecznej eksploatacji LIP. Jednym z kluczowych wskaźników jest prawdopodobieństwo naruszenia strefy bezpieczeństwa wokół LIP. W artykule zostanie zaprezentowana metoda szacowania tego wskaźnika w funkcji wielkości eksploatowanych statków.

SHIP'S MOVEMENTS INFLUENCE ON LIP AT APPROACH AREA

The safety operation of line transport infrastructure (LTI) on water area bottom depends on density of ships traffic when crossing a fairway. Vessels' size will determine the indicators of LTI safe operation. One of the main indicators probability of violence the safety zone around LTI. This paper shows an estimate method to produce that indicator in the function of vessels' size.

1. WSTĘP

Bezpieczeństwo eksploatacji liniowej infrastruktury przesyłowej (LIP) ułożonej na dnie lub w dnie akwenu morskiego zależy od szeregu czynników związanych z eksploatacją obszaru morskiego wokół niej. Jedną z głównych dziedzin w zakresie eksploatacji morza jest: rybołówstwo, górnictwo morskie oraz transport morski. Spośród wymienionych dziedzin największe oddziaływanie ma transport morski w szczególności w zakresie eksploatacji statków których wielkość (zanurzenie) ma istotny wpływ na bezpieczeństwo LIP. Oddziaływanie statków jest tym większe im mniejsza jest minimalna odległość pomiędzy kadłubem statku a górną krawędzią LIP.

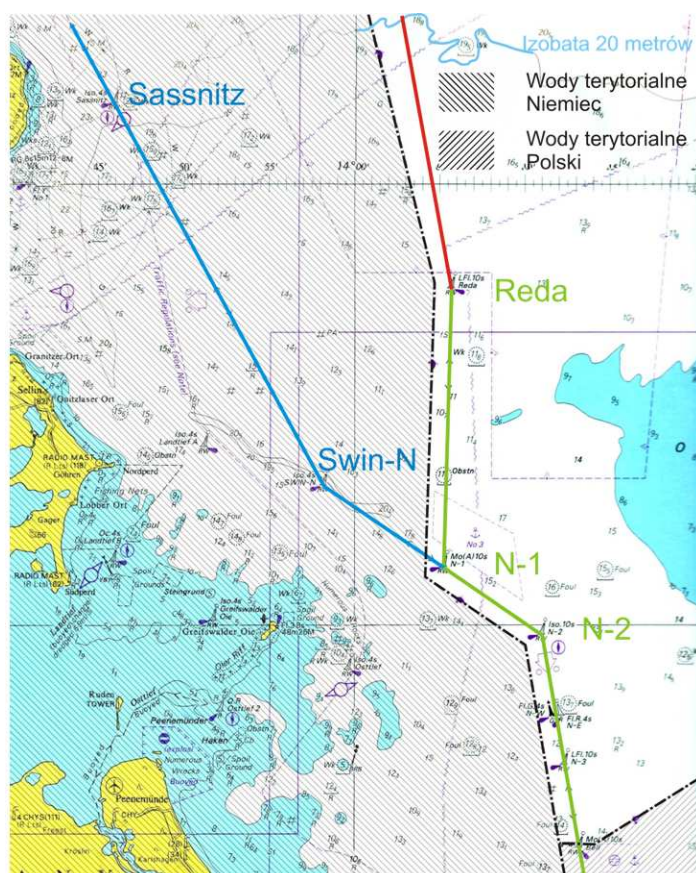
W artykule zostanie przedstawiona analiza prawdopodobieństwa naruszenia strefy bezpieczeństwa nad LIP przez manewrujące statki. Przykładem badawczym będzie skrzyżowanie LIP z planowanym głębokowodnym torem podejściowym do portu.

¹Akademia Morska Szczecin; 70-500 Szczecin; ul. Wały Chrobrego 1-2. e-mail: w.slaczka@am.szczecin.pl

²Akademia Morska Szczecin; 70-500 Szczecin; ul. Wały Chrobrego 1-2. e-mail: s.jankowski@am.szczecin.pl

2. OPIS POLIGONU BADAWCZEGO

Na poligon badawczy do przeprowadzenia analizy oddziaływania ruchu statków na liniową infrastrukturę przesyłową wybrano obszar, w którym zakładana jej lokalizacja przecina naturalne przedłużenie toru podejściowego do portu położonego przy zachodniej granicy Polski. Przedłużenie tego toru, oznaczone kolorem czerwonym (Rys. 1), przebiega od pławy Reda, wzdłuż granicy wód terytorialnych Niemiec docierając do izobaty 20 m, skąd statki mogą kontynuować dalszą żeglugę w kierunku cieśnin duńskich.



Rys.1. Obszar podejściowy do portu.

2.1 Ogólna charakterystyka portu

Omawiany port jest częścią zespołu portowego, z którym jest połączony za pośrednictwem śródlądowego toru wodnego. Na jego charakter wpływa przede wszystkim możliwości przeladunkowe jakimi dysponują nabrzeża wykorzystywane przez

najważniejszych użytkowników. Jednym z nich jest Port Handlowy, którego nabrzeża przystosowane są do przeładunku towarów masowych jak również obsługi kontenerowców. Kolejnym użytkownikiem portu jest Baza Promów Morskich, której terminale zapewniają obsługę często i regularnie zawijających promów łączących port z innymi krajami bałtyckimi. W porcie stacjonują również okręty marynarki wojennej.

Największe statki obsługiwane są przez Port Handlowy, do którego mogą wpływać statki o następujących wymiarach maksymalnych:

- Długość 270 m,
- Szerokość 42 m,
- Zanurzenie 13.2 m.

Perspektywiczny plan rozwoju portu zakłada, że będą mogły do niego wchodzić statki z zanurzeniem 13.5 m.

2.2 Opis podejść do portu

Podchodząc do portu od strony cieśnin duńskich można do niego zawinąć korzystając z dwóch zalecanych tras żeglugowych. Pierwszą z nich tzw. podejście północne, mija się izobatą 20 metrową na szerokości geograficznej około $54^{\circ} 35'N$. Następnie głębokość akwenu zmniejsza się stopniowo do wartości 14.5 m w pobliżu pławy Reda (Rys. 1). Odległość między izobatą 20 m a pławą Reda wynosi w przybliżeniu około 10 Mm.

Następne odcinki toru wodnego do portu określone są rozporządzeniem Ministra Transportu i Budownictwa „zmieniającym rozporządzenie w sprawie określenia obiektów, urządzeń i instalacji wchodzących w skład infrastruktury zapewniającej dostęp do portu o podstawowym znaczeniu dla gospodarki narodowej” z dnia 27.01.2006 (Dz. U. z dnia 10.02.2006 nr 22 poz. 167) oraz rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 16.01.2009 pod tym samym tytułem (Dz. U. z dnia 02.02.2009 nr 17 poz. 89).

Zgodnie z tymi aktami prawnym podejście do portu jest zdefiniowane zostało następująco:

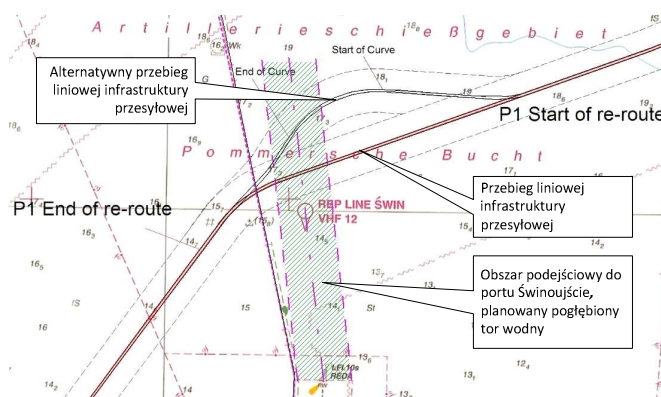
1. Tor podejściowy o długości 25.2 km, od pławy Reda ($\varphi=54^{\circ}26'26.9''N$, $\lambda=014^{\circ}05'43.3''E$) poprzez pławę N-1 ($\varphi=54^{\circ}16'58,2''N$, $\lambda=014^{\circ}05'13,1''E$) do pławy N-2 ($\varphi=54^{\circ}14'40,9''N$, $\lambda=014^{\circ}11'00,8''E$):
 - a. szerokość wynosi 240 m
 - b. głębokość techniczna równa jest 14.5 m
 - c. długość 25.2 km;
2. Północny Tor podejściowy na Zatoce Pomorskiej od pławy N-2 do główek falochronu:
 - a. głębokość techniczna wynosi 14.3 m,
 - b. szerokości w dnie są następujące:
 - i. 180 m, od 0.0 km do 16.3 km;
 - ii. 200 m, od 16.3 km do 26.8 km;
 - iii. 220 m, od 26.8 km do 35.6 km.
 - c. długość równa 35.6 km.

Alternatywnym podejściem jest tor zachodni przechodzący przez morze terytorialne Niemiec na wschód od wyspy Rugia (pława SASSNITZ $\varphi=54^{\circ}33.8'N$, $\lambda=013^{\circ}45.9'E$) do pławy N-1 poprzez pławę SWIN-N ($\varphi=54^{\circ}20'N$, $\lambda=013^{\circ}58'E$). Naturalna minimalna

głębokość akwenu przez który przechodzi tor zachodni wynosi 16 m, natomiast głębokość minimalna to 15.1 m (Rys. 1). Długość tego odcinka toru podejściowego to około 15 Mm.

2.3 Analiza przebiegu LIP na torze podejściowym

Analizie poddano obszar podejściowy do portu Świnoujście na którym założono przebieg liniowej infrastruktury przesyłowej. Analizy bezpiecznej rezerwy wody pod stępką dokonano dla obszaru krzyżowania się LIP z planowanym pogłębionym torem wodnym. Na rys.2 oznaczono go jako: „Obszar podejściowy do portu Świnoujście, planowany pogłębiony tor wodny”.



Rys.2. Przebieg LIP o obszarze krzyżowania się z torem podejściowym do Świnoujścia.

Planowany pogłębiony tor wodny jest naturalnym przedłużeniem Toru Północnego prowadzącego do portu handlowego Świnoujście. Tor Północny zaczyna się na pozycji pławy Reda. Jego ogólne parametry oraz poszczególne odcinki w kierunku do portu Świnoujście i dalej do portu Szczecin określone są rozporządzeniem Ministra Transportu i Budownictwa. Obecnie tor oznaczony jako planowany wykorzystywany jest przez statki o mniejszym zanurzeniu < 10 m oraz promy morskie zawijające do Terminala Promowego. Pogłębienie Toru Północnego do parametrów umożliwiających zawijanie statków o zanurzeniu do 13.5 m, umożliwi przekierowanie całego ruchu dużych statków z Toru Zachodniego. Wówczas będzie to główny tor podejściowy do Portu Świnoujście.

2.4 Wyselekcjonowanie statków mogących oddziaływać na LIP.

Statki maksymalne mogące obecnie wchodzić do portu Świnoujścia są opisane w przepisach portowych wydawanych przez Urząd Morski. Zgodnie z wspomnianym przepisami portowymi do portu Świnoujście mogą wchodzić statki o zanurzeniu maksymalnym 13.2 m. Jednakże w sprzyjających warunkach hydrometeorologicznych oraz odpowiednim poziomie wody zdarzają się przypadki wejścia statków z zanurzeniem wynoszącym 13.5 m. Dla tak zdefiniowanego zanurzenia dokonano analizy możliwości

eksploatacji statków maksymalnych mogących zawijać do portu Świnoujście manewrujących na skrzyżowaniu LIP z planowanym torem wodnym (tab.1).

Tab. 1. Typowe parametry statków zawijających do Portu Świnoujście.

Typ statku	LOA [m]	LPP [m]	B [m]	T [m]	Cb	Prędkość eksploatacyjna [kt]	Prędkość zredukowana [kt]
masowiec	270	255	43	13.5	0.82	15.0	10.0
kontenerowiec	274	260	41.5	13.5	0.62	18.5	15.0

Ze względu na aktualne parametry batymetryczne akwenu niektóre dane eksploatacyjne statków zostały zredukowane do zakresu możliwego manewrowania na torze podejściowym do Świnoujścia. Dla masowca zredukowano zanurzenie maksymalne do 13.5 m natomiast w przypadku kontenerowca prędkość eksploatacyjną do 18.5 węzła, która dla współczesnych kontenerowców manewrujących na otwartym morzu może wynosić nawet 23 węzły.

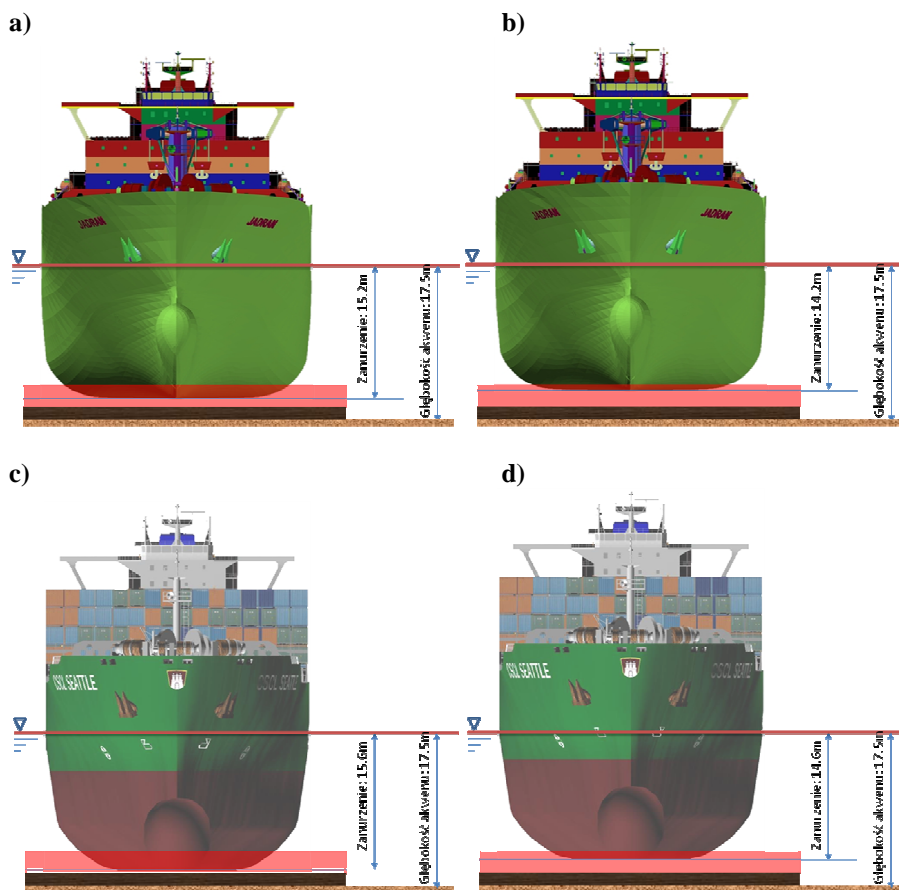
Oba typy statków poddano analizie osiadania zakładając, że poruszają się z prędkością eksploatacyjną i zredukowaną. Wyniki przedstawiono w publikacji [1].

Wyznaczając zanurzenie poruszających się statystycznych statków uwzględniając osiadanie statku w ruchu obliczono bezpieczny zapas wody pod stępką lub w tym przypadku zapas wody pod stępką (rys.3).

Uwzględniając wzrost zanurzenia masowca na wskutek osiadania o wartość średnią, bezpieczny zapas wody pod stępką odpowiednio wyniesie do 0.8 m przy prędkości poruszania się nad LIP 15 węzłów i 1.8 m przy prędkości 10 węzłów [1].

Podobnie jak w przypadku masowca, wartości bezpiecznej rezerwy wody pod stępką na wskutek wpływu osiadania będą wynosić odpowiednio do 0.4 m przy prędkości 18.5 węzła i 1.4 m przy prędkości 15 węzłów [1].

Oba badane statystyczne statki istotnie naruszają strefę bezpieczeństwa LIP (rys.3).



Rys.3. Naruszenie strefy bezpieczeństwa na skutek osiadania: a) masowiec z prędkością 15 węzłów; b) masowiec z prędkością 10 węzłów; c) kontenerowiec z prędkością 18.5 węzłów; d) kontenerowiec z prędkością 15 węzłów.

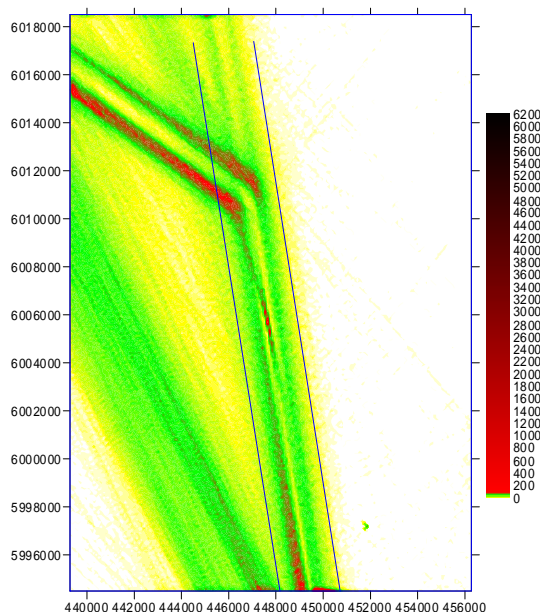
3. ANALIZA RUCHU STATKÓW.

Dane źródłowe na podstawie których przeprowadzono analizę statystyczną wpływu ruchu statków na położoną na dnie LIP oparto na zbiorach danych zarejestrowanych przy pomocy odbiorników AIS. Wybrano pliki danych pokrywających dwa lata: 2007 i 2008 rok. Dane źródłowe zostały przetworzone przez przygotowane w AM Szczecin oprogramowanie, umożliwiające z pliku źródłowego AIS wyselekcjonować takie parametry związane z ruchem statku jak czas, wektor stanu, typ statku, rodzaj ładunku itp.

Pliki przeznaczone do badań obejmowały obszar południowego Bałtyku ze szczególnym uwzględnieniem obu torów podejściowych.

W pierwszym etapie badań przeprowadzono analizę gęstości ruchu statków na torach podejściowych. Celem tej analizy była próba wyselekcjonowania głównych tras żeglugowych które są praktycznie wykorzystywane przez statki do wychodzenia lub wchodzenia z/na tor wodny prowadzący do portów Szczecin – Świnoujście. Wyselekcjonowanie takich tras umożliwiłoby jednoznaczną identyfikację obszarów najbardziej niebezpiecznych ze względu na potencjalną kolizję z ułożoną na dnie LIP również poza planowanym torem podejściowym.

W celu przeprowadzenia analizy gęstości ruchu zbudowano wykresy częstości występowania statków na pozycji. Oddzielnie zbudowano dla roku 2007 i 2008. Na rys.4 przedstawiono częstości ruchu statków podchodzących i wychodzący z toru wodnego w roku 2007 w obszarze krzyżowania się LIP z torem podejściowym. Po przeprowadzonej analizie stwierdzono, że brak jest charakterystycznych strumieni ruchu statków, które można by wyselekcjonować i poddać szczegółowej analizie. Należy stwierdzić że statki wchodzą i wychodzą praktycznie po całej długości toru wodnego.



Rys. 4 Częstości występowania statków na pozycji, północny odcinek toru podejściowego do portu Świnoujście, wszystkie statki 2007r.

Wobec braku możliwości wyróżnienia istotnie głównych tras żeglugowych przystąpiono do drugiego etapu analizy. Etap ten zakładał, że z punktu bezpieczeństwa eksploatacji LIP istotnie ważniejszym jest ruch statków podchodzących do toru, w stosunku do wychodzących. Teza ta wydaje się bardziej słuszna, ponieważ statki podchodzące stwarzają dużo większe ryzyko kolizji wynikające ze stanu ich załadowania. Statki wychodzące stwarzają tego typu zagrożenie z dużo mniejszym prawdopodobieństwem.

W oparciu o takie założenie dokonano analizy strumieni ruchu statków podchodzących do toru wodnego. Analiza ta zmierzała do wyodrębnienia spośród wszystkich tras ruchu statków wchodzący, obszarów na którym trasy będą charakteryzowały się większą gęstością. Z ich analizy wynika, że statki wchodzą na tor podejściowy po całej jego długości z bardzo podobną intensywnością. Jedynie drobnym wyjątkiem jest wejście do Świnoujścia od strony zachodniej na wysokości pław 7-8.

Wobec braku możliwości wyznaczenia charakterystycznych miejsc przystąpiono do realizacji etapu 3 w którym to podzielono statki na poszczególne kategorie będące przedmiotem późniejszej analizy:

- wszystkie statki (wykorzystywane jako baza odniesienia),
- statki „cargo” przewożące ładunki masowe,
- statki rybackie,
- statki o długości całkowitej do 180 m,
- statki o długości całkowitej od 180 m do 240 m,
- statki o długości całkowitej powyżej 240 m,
- statki pasażerskie,
- statki do przewozów ładunków ciekłych (tankowce).

Grupy w/w zdefiniowano na podstawie analizy struktury ruchu statków wchodzących, stosując kryteria:

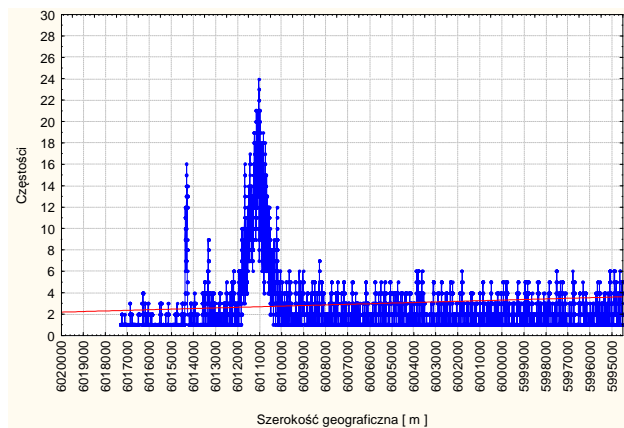
- duża ilość wpływających statków, potencjalnie wyższe prawdopodobieństwo kolizji,
- możliwość wystąpienia potencjalnie ciężkich skutków awarii na wskutek wytworzenia dużej energii kinetycznej, oddziaływania ładunku niebezpiecznego, ilości osób poszkodowanych (szczególnie pasażerów).

W zakresie ruchu statków na LIP analizie poddano jedynie dwie grupy: „statki o długości całkowitej od 180 m do 240 m” i „statki o długości całkowitej powyżej 240 m”. Taka selekcja była podyktowana wcześniejszymi badaniami w zakresie wielkości osiadania statków w ruchu w obszarze skrzyżowania toru podejściowego z LIP [1].

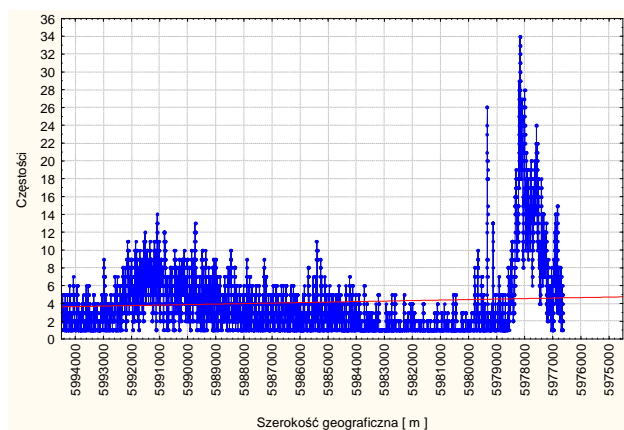
Na tak zdefiniowanych grupach statków przeprowadzono etap czwarty analizy polegający na obliczeniu prawdopodobieństwa wystąpienia w/w statków na torze wodnym w obszarze jego krzyżowania się z LIP. Zakładając pogłębienie Toru Północnego dokonano metodą symulacyjną przesunięcie całkowitego ruchu statków z Toru Zachodniego. W ten sposób uzyskano rozkład ruchu statków analogiczny jak na Torze Zachodnim dot. wyselekcjonowanych grup statków. Efektem analizy przeprowadzonej w tym etapie są wartości prawdopodobieństwa wystąpienia statku z danej grupy w obszarze skrzyżowania z LIP oraz wartości prawdopodobieństwa naruszenia strefy bezpieczeństwa.

3.1 Analiza częstości ruchu.

Statki wchodzące na tor wodny realizują to w miejscach przypadkowych. Jeżeli nie mają ograniczenia w postaci zanurzenia przecinają granice toru wodnego w oparciu o kryterium najkrótszej drogi. Statki większe ograniczone swoim zanurzeniem muszą nawigować wzdłuż pogłębionych torów wodnych. Statki te powodują niewielki wzrost częstości wejść na tor wodny w obszarach o największej głębokości (rys.5,6).



Rys. 5 Wszystkie statki, wejścia 2008 rok, granica E część północna.



Rys. 6 Wszystkie statki, wejścia 2008 rok, granica E część południowa.

Analiza rys. 5 i 6 wykazuje, że największe częstotliwości wejść statków na tor wodny występują w obszarze podejścia Torem Zachodnim od strony Niemiec.

W tabeli.2. przedstawiono parametry ilościowe częstotliwości wystąpienia pozycji wszystkich typów statków podczas wchodzenia/wychodzenia na tor wodny do Świnoujścia w 2007 i 2008 roku. Z analizy ruchu tych statków wynika, że od zachodniej strony granicę toru wodnego przekroczyło w 2007 roku 9097 statków zaś linię granicy wschodniej przekroczyło 4734. Analogicznie dla roku 2008 parametry ilościowe są na podobnym poziomie i wynoszą dla granicy zachodniej 9989 przejść i wschodniej 4752 przejścia.

Tabela. 2. Wartości częstości wystąpienia pozycji statku na bramce.

Rok	Granica	Suma przekroczeń	Wartość maksymalna	Wartość średnia
2007	W	9097	33	4.5
	E	4734	54	2.99
2008	W	9989	47	5.61
	E	4752	35	3.45

Analizując dane ruchu tych statków obliczono wartości maksymalnych liczebności przejść statków w jednym obszarze (500 m długości) przez granice i wynoszą one odpowiednio:

- 33 dla bramki zachodniej w 2007 roku,
- 54 dla bramki wschodniej w 2007 roku,
- 47 dla bramki zachodniej w 2008 roku,
- 535 dla bramki wschodniej w 2008 roku.

W tabeli przedstawiono również wartości średnie częstości wystąpienia przejścia statku na każdym odcinku toru wodnego.

Z analizy w/w tabeli wynika że:

- statki dwukrotnie częściej wchodziły na tor wodny do Świnoujścia od strony zachodniej niż wschodniej,
- oba badane roczniki charakteryzują się niemal identycznymi liczebnościami przejść.

Ze względu na małe zagrożenie statków opuszczających tor wodny dla bezpiecznej eksploatacji LIP, dalszej analizie podano jedynie statki wchodzące płynące w stanie załadowanym.

Tabela.3. Wartości częstości wystąpienia pozycji statku na granicy toru podczas wchodzenia.

Rok	Bramka	Suma przekroczeń	Wartość maksymalna	Wartość średnia
2007	W	4897	29	2.92
	E	2101	17	2.01
2008	W	5367	34	3.51
	E	2122	26	2.37

Tabela 3 przedstawia parametry ilościowe częstości wystąpienia pozycji wszystkich typów statków na granicach podczas wchodzenia na tor wodny do Świnoujścia w 2007 i 2008 roku. Z analizy ruchu tych statków wynika, że zachodnią linię granicy podczas wchodzenia przekroczyło w 2007 roku 4897 statków, zaś linię wschodnią przekroczyło 2101. Analogicznie dla roku 2008 parametry ilościowe są na zbliżonym poziomie i wynoszą dla granicy zachodniej 5367 przejść i wschodniej 2122 przejścia. Analizując dane ruchu tych statków obliczono wartości maksymalnych liczebności wyjść statków w jednym obszarze przez granice.

W tabeli przedstawiono również wartości średnie częstości wystąpienia wyjścia statku na każdym odcinku toru wodnego.

Z analizy w/w tabeli wynika że:

- statki dwukrotnie częściej wchodziły na tor wodny do Świnoujścia od strony zachodniej niż wschodniej,.
- oba badane okresy charakteryzują się niemal identycznymi liczebnościami przejść.

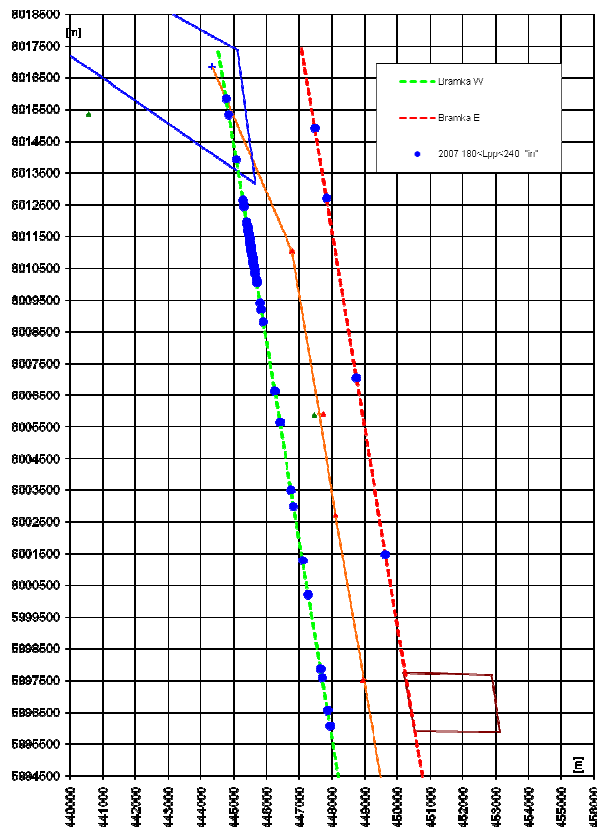
4. ODDZIAŁYWANIE RUCHU STATKÓW NA LIP

Statki z obu badanych grup manewrując nad LIP ze względu na efekt osiadania naruszają strefę bezpieczeństwa wynoszącą 2.5 m od górnej krawędzi LIP. W zależności od zanurzenia i prędkości zakres naruszenia będzie większy lub mniejszy. Naruszenie którego skutki będą katastrofalne, będzie miało miejsce wówczas gdy zmiana zanurzenia statku na wskutek stanów eksploatacyjnych będzie większa lub równa 2.5 m.

Poniżej zostaną przedstawione prawdopodobieństwa przejścia statku z danej grupy nad LIP a zarazem prawdopodobieństwa naruszenia strefy bezpieczeństwa.

4.1 Analiza statków $180 \leq L_{pp} < 240$ m.

Analizę statków przeprowadzono oddzielnie dla poszczególnych lat. Na rys.7 przedstawiono przykładowy rozkład przejść granic toru wodnego statków o długości $180 < L_{pp} < 240$.



Rys. 7 Miejsce wchodzenia statków o długości $180 < L_{pp} < 240$ na tor podejściowy Szczecin-Świnoujście w roku 2007.

Tabela. 4. Wartości częstości wystąpienia pozycji statków o $180 < L_{pp} < 240$ m na granicach podczas wchodzenia na tor wodny w 2007 roku.

Rok	Granica	Suma przejść	Wartość maksymalna	Wartość średnia
2007	W	159	7	1.42
	E	107	4	1.12

Tabela 4 przedstawia wybrane parametry wejść statków handlowych których długość całkowita zawiera się między 180 m a 240 m na tor podejściowy do Świnoujścia w roku 2007. Od zachodu granicę toru przekroczyło 159 tej długości statków i odpowiednio granicę wschodnią przekroczyło 107. Zidentyfikowano charakterystyczne odcinki na granicy zachodniej w którym zanotowano maksymalną liczebność przejść statków równą 7 oraz na granicy wschodniej z maksymalną liczebność równą 4.

Z analizy w/w tabeli wynika że dużo więcej statków z przedziału długości 180 do 240 m w 2007 roku podchodziło na tor wodny do Świnoujścia od strony zachodniej niż wschodniej.

Tabela. 5. Wartości częstości wystąpienia pozycji statków o $180 < L_{pp} < 240$ m na granicach podczas wchodzenia na tor wodny w 2008 roku.

Rok	Granica	Suma przejść	Wartość maksymalna	Wartość średnia
2008	W	466	15	1.63
	E	125	22	1.51

Tabela .5. zawiera wybrane parametry wejść statków handlowych których długość całkowita zawiera się między 180 m a 240 m na tor podejściowy do Świnoujścia w roku 2008. Od zachodu granicę toru przekroczyło 466 tej długości statków i odpowiednio linię granicy wschodniej przekroczyło 125. Zidentyfikowano charakterystyczne odcinki na granicy zachodniej w którym zanotowano maksymalną liczebność przejść statków równą 15 oraz na granicy wschodniej z maksymalną liczebność równą 22.

Z analizy w/w tabeli wynika analogicznie jak dla 2007 roku, że więcej statków z przedziału długości 180 do 240 m w 2008 roku podchodziło na tor wodny do Świnoujścia od strony zachodniej niż wschodniej.

Tabela.6 . Wartości prawdopodobieństwa naruszenia strefy bezpieczeństwa statku $180 < L_{pp} < 240$ m podczas wchodzenia na tor wodny.

Granica	Prawdopodobieństwo średnie 2007 rok	Prawdopodobieństwo średnie 2008 rok
W	3.24%	8.68%
E	5.01%	5.89%

W tabeli 6 przedstawiono wyniki dotyczące statków, których długość całkowita zawiera się w przedziale od 180 do 240 m. Analiza tabeli wykazuje, że w/w statki z prawdopodobieństwem średnim równym 8.68% będą naruszać strefę bezpieczeństwa LIP. W roku 2008 prawdopodobieństwo średnie jest większe od 2007 roku co dowodzi, że do Świnoujścia zaczęły wpływać w większej ilości statki o długości od 180 do 240 m.

4.2 Analiza statków $L_{pp} > 240$ m.

Analizę statków przeprowadzono oddzielnie dla poszczególnych lat analogicznie jak w grupie wcześniej omawianej.

Tabela.7 . Wartości częstości wystąpienia pozycji statków o $L_{pp} > 240$ m na granicach podczas wchodzenia na tor wodny w 2007 roku.

Rok	Bramka	Suma przejść	Wartość maksymalna	Wartość średnia
2007	W	2	1	1
	E	0	0	0

Tabela .7. przedstawia częstości wejść statków, których długość całkowita jest większa lub równa 240 m na tor podejściowy do Świnoujścia w roku 2007. Można zauważyć, że łącznie zanotowano 2 podejścia tej wielkości statków do portu w Świnoujściu. Od zachodu linię granicy toru przekroczyło 2 statki zaś odpowiednio linię granicy wschodniej nie przekroczy ani jeden statek.

Z analizy w/w tabeli wynika że statki dłuższe niż 240 m w 2007 roku wchodziły na tor wodny do Świnoujścia jedynie od strony zachodniej.

Tabela.8 . Wartości częstości wystąpienia pozycji statków o $L_{pp}>240$ m na granicach podczas wchodzenia na tor wodny w 2008 roku.

Rok	Bramka	Suma przejść	Wartość maksymalna	Wartość średnia
2008	W	27	2	1.03
	E	2	1	1

Tabela .8. przedstawia częstości wejść statków, których długość całkowita jest większa lub równa 240 m na tor podejściowy do Świnoujścia w roku 2008. Można zauważyć, że łącznie zanotowano 29 podejść tej wielkości statków. Od zachodu linię granicy toru wodnego przekroczyło 27 statków, zaś odpowiednio linię granicy wschodniej przekroczyło jedynie 2.

Z analizy w/w tabeli wynika że istotnie więcej statków dłuższych niż 240 m w 2008 roku wchodziło na tor wodny do Świnoujścia od strony zachodniej niż wschodniej.

Tabela. 9. Wartości prawdopodobieństwa naruszenia strefy bezpieczeństwa statku o $L_{pp}>240$ m podczas wchodzenia na tor wodny.

Bramka	Prawdopodobieństwo średnie 2007	Prawdopodobieństwo średnie 2008
W	0.0408%	0.5031%
E	0	0.0943%

W tabeli 9 przedstawiono wyniki dotyczące statków, których długość całkowita jest większa od 240 m. Analiza tabeli wykazuje, że w/w statki z prawdopodobieństwem średnim równym 0.5031% będą naruszać strefę bezpieczeństwa LIP. W roku 2008 prawdopodobieństwo średnie jest większe od 2007 roku co dowodzi, że do Świnoujścia zaczęły wpływać w większej ilości statki o długości większej od 240 m.

5. WNIOSKI

Przeprowadzona analiza dowodzi, że po pogłębieniu Północnego Toru Wodnego i przeniesieniu ruchu statków zawijających do Świnoujścia z Toru Zachodniego strefa bezpieczeństwa wyznaczona nad LIP będzie naruszana. Naruszać ją będą statki maksymalne, które obecnie zawijają do portu wykorzystując Tor Zachodni. Ułożenie LIP takie jak pokazane na rys.2 jest niewystarczające w zakresie głębokości po oddaniu do eksploatacji pogłębionego Północnego Toru Podejściowego.

Wartości prawdopodobieństwa naruszenia strefy bezpieczeństwa nie są zbyt wysokie, w szczególności dla statków największych, gdyż jest ich mało. Nie mniej w celu kompleksowej oceny ryzyka eksploatacji LIP i toru wodnego, należy zbadać skutki kolizji statku dłuższego niż 240 m. Łączna ocena prawdopodobieństwa naruszenia strefy i skutków kolizji umożliwi ocenę bezpieczeństwa eksploatacji Północnego Toru Podejściowego. Badania dotyczące skutków są prowadzone.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Ślącza W., Jankowski S.: *Bezpieczny zapas wody pod stępką dla statku manewrującego nad liniową infrastrukturą przesyłową*, Transcomp – XIV International conference computer system aide science, industry and transport. Zakopane 2010.