

**ZESZYTY NAUKOWE NR 3(75)  
AKADEMI MORSKIEJ  
SZCZECIN 2004**

---

**PRACE WYDZIAŁU Nawigacyjnego**

---

Marek Narękiwicz

**Analiza ruchu statków na torze Świnoujście – Szczecin  
w różnych warunkach hydrometeorologicznych  
– ocena pilotów**

Słowa kluczowe: VTS, bezpieczeństwo nawigacji.

*Jednym z podstawowych zadań VTS jest przygotowanie planu przejścia statków oraz kontrolowanie jego wykonania. Regulacja ruchu statków dokonywana przez centrum lądowe VTS opiera się na kryteriach zawartych najczęściej w przepisach portowych. Rozwiązanie takie nie zawsze jest rozwiązaniem optymalnym. Warunki bezpiecznego ruchu statków określone mogą zostać w oparciu o wiedzę i doświadczenie pilotów.*

**Analysis of Vessel Traffic on the Świnoujście – Szczecin Fairway  
in Different Hydrological and Meteorological Conditions  
– Pilot's Assessment**

Keywords: VTS, safety of navigation.

*One of the main tasks of the VTS is to prepare safe passage of the vessel and to control its execution. Sea traffic regulation made by shore centre of VTS is often based on criteria included in harbour regulations, which is not always an optimal solution. Conditions of safe vessel traffic can be based on the pilot's knowledge and experience.*

## 1. Wprowadzenie

Obszary podejść do portów oraz cieśnin morskich stanowią najczęściej najtrudniejsze pod względem nawigacyjnym odcinki tras statków. Zapewnienie bezpieczeństwa ruchu statków na tych akwenach jest zadaniem wspomagany działaniem dwóch systemów – pilotażu oraz systemów kontroli ruchu (VTS). Obserwowany w ostatnim okresie rozwój systemów VTS spowodowany został przede wszystkim wzrostem natężenia ruchu statków na podejściach do portów. Wzrost ilości przewożonych ładunków niebezpiecznych spowodował dodatkowo zwiększenie obaw mieszkańców państw morskich o ochronę środowiska naturalnego. Administracja morska, odpowiedzialna za bezpieczeństwo i efektywność żeglugi na danym akwencie, może określić sposób korzystania z dostępnych na tym obszarze dróg wodnych. Aby osiągnąć poprawę bezpieczeństwa przy jednoczesnym zwiększeniu efektywności może ona posłużyć się różnego rodzaju środkami i systemami. Niektóre mogą mieć charakter obowiązkowy, a korzystanie z innych takiego charakteru mieć nie musi, niemniej zostają one ustanowione i są dostępne dla nawigatora kierującego statkiem. Środkami, którymi posługiwać się może administracja są: systemy rozgraniczenia ruchu, obowiązkowy pilotaż, systemy zgłoszeniowe statków, systemy VTS czy też ustalenie zasad zachowania się statków na torze wodnym (wielkości statków, miejsca mijania się statków, limity prędkości itp.) [3].

Wprowadzenie VTS jest szczególnie potrzebne w przypadku, gdy obszar, na którym będzie on ustanowiony charakteryzuje się dużym natężeniem ruchu statków, ruchem statków o ograniczonych zdolnościach manewrowych (w tym np. jednostek holowanych) bądź statków ograniczonych zanurzeniem.

Bezpieczne przejście statku przez obszar VTS wymaga wzajemnego zrozumienia praw, obowiązków i zakresu odpowiedzialności centrum lądowego oraz kapitanów statków i pilotów. VTS, jako ośrodek który posiada specjalistyczną wiedzę o obszarze odpowiedzialności, odpowiada za zarządzanie ruchem statków, podczas gdy kapitanowie ze swoją znajomością statków oraz umiejętnościami zawodowymi odpowiadają za bezpieczeństwo statku [6].

Jednym z podstawowych zadań VTS jest przygotowanie planu przejścia statków oraz kontrolowanie jego wykonania. Usługa taka jest świadczona także przez VTS Szczecin-Świnoujście, który organizuje ruch statków oraz prowadzi nad nim nadzór i kontrolę polegającą w szczególności na<sup>1</sup>:

- planowaniu ruchu na obszarze VTS,
- nakładaniu na statki wymagań, dotyczących harmonogramu przejścia torem wodnym,

---

<sup>1</sup> Zarządzenie Nr 4 Dyrektora UM w Szczecinie z dnia 17 września 2002 r., Dziennik Urzędowy Województwa Zachodniopomorskiego Nr 67 z dnia 24 września 2002 r., poz. 1429.

- wyznaczaniu czasu wejścia lub wyjścia statków z określonych obszarów VTS.

Pod pojęciem metod heurystycznych rozumie się metody wykorzystujące opinie ekspertów oparte na intuicji i doświadczeniu. Rozwiązywanie problemów przy pomocy tych metod opiera się na założeniu trafności sądów grupowych lub indywidualnych ekspertów. Ich istotą jest dochodzenie do nowych rozwiązań raczej drogą formułowania hipotez niż uzasadniania twierdzeń [8].

Termin „ekspert” nie jest jednoznacznie określony w literaturze. Mianem eksperta można określić osobę, która została zaproszona do udziału w badaniach ze względu na swoje doświadczenie, wiedzę, osobowość itp. [5]. Ekspertem, którego opinią można kierować się przy ocenie bezpieczeństwa nawigacyjnego konkretnej sytuacji może być pilot. Jest on osobą, która posiada wiedzę szczególną – znajomość trasy. Posiada także duże umiejętności manewrowania statkiem. Powinien także połączyć posiadaną wiedzę i umiejętności z otrzymywanymi na bieżąco informacjami, które nazwać można operacyjnymi, a dotyczącymi m.in. panujących aktualnie warunków hydrometeorologicznych, natężenia ruchu itp.

Przy pomocy definicji formalnej można określić pilota jako osobę posiadającą odpowiednie uprawnienia – np. licencję pilota. W praktyce jest to osoba, która świadczy, w charakterze eksperta, usługi na rzecz statku. Działania pilota wynikają z posiadanej przez niego wiedzy – znajomości akwenu oraz umiejętności manewrowania statkiem. To pilot z reguły ustala jak i kiedy wykonać konieczne manewry. Jest to usługa świadczona w większości portów świata.

## **2. Badania ekspertowe manewrów na torze wodnym Świnoujście – Szczecin**

Wśród pilotów pracujących na torze Świnoujście-Szczecin przeprowadzono badania ekspertowe. Przedmiotem badania było bezpieczeństwo manewru mijania się dwóch statków poruszających się torem wodnym. Celem badania było otrzymanie materiału statystycznego usystematyzowanego według zmienności cech.

Opracowanie schematu klasyfikacyjnego dla cechy niemierzalnej – jakościowej, jaką jest ocena bezpieczeństwa konkretnego manewru, powstało poprzez wyrażenie właściwości tego manewru liczbą, za którą kryje się jakość. Posłużono się metodą podobną do stosowanej podczas klasyfikacji odpowiedzi studenta podczas egzaminu: bardzo dobry, dobry, dostateczny, niedostateczny lub 5, 4, 3, 2. Dokonane w ten sposób grupowanie opiera się zatem na kryterium formalnym [4].

Przyjęto dziesięciostopniową skalę ocen od 1 (manewr łatwy i bezpieczny) do 10 (manewr niebezpieczny). Ocenie poddano manewry mijania statków rze-

czywistych, takich które wielokrotnie zawiąły do portu Szczecin. W badaniach podjęto próbę ustalenia wpływu 10 zmiennych na ogólny poziom bezpieczeństwa ustalonego na podstawie opinii pilota. Za zmienne opisujące zostały przyjęte:

- długość statku wchodzącego do portu,
- szerokość statku wchodzącego do portu,
- zanurzenie statku wchodzącego do portu,
- długość statku wychodzącego z portu,
- szerokość statku wychodzącego z portu,
- zanurzenie statku wychodzącego z portu,
- widzialność,
- siła wiatru,
- kierunek wiatru,
- pora dnia (dzień lub noc).

Czynnikiem, którego nie uwzględniono w badaniach był rodzaj ładunku (bezpieczny-niebezpieczny). W przeprowadzonych wcześniej badaniach czynnik ten uzyskał bardzo niski priorytet i chociaż nie oznacza to, że nie musi być uwzględniony w przepisach związanych z regulacją ruchu statków, to jednak ma on nieznaczący wpływ na ocenę dokonywaną przez pilota [7]. Na ocenę pilota może mieć również wpływ jego wcześniejsze doświadczenie zawodowe (praca na statkach przewożących ładunki niebezpieczne).

Badania miały również na celu ustalenie, czy wpływ tych czynników jest jednakowy na całej długości toru wodnego. Tor ten, zgodnie z ustalonymi w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury warunkami, ma szerokość 90 m dla głębokości 10,5 m (z wyjątkiem części portu Świnoujście oraz tzw. Mijanki Police gdzie szerokość toru ustalona została na 150 m)<sup>2</sup>. Jednak poszczególne odcinki stanowią zarówno kanały jak i pogłębione tory wodne na Zalewie Szczecińskim i Roztoce Odrzańskiej. Na potrzeby badań tor wodny podzielony został na 11 odcinków, które przedstawione zostały na rysunku 1.

Badaniom poddana została próba losowa licząca trzydziestu dwóch pilotów.

W niniejszym artykule przedstawione zostały rezultaty części badań, w których ocenie poddane zostały manewry minięcia się statków w różnych warunkach hydrometeorologicznych (liczby oznaczają długość i zanurzenie statku):

- 180 m/7,2 m-86 m/3,4 m w dzień przy widzialności 10 Mm,
- 180 m/7,2 m-86 m/3,4 m w dzień przy widzialności 0,3 Mm,

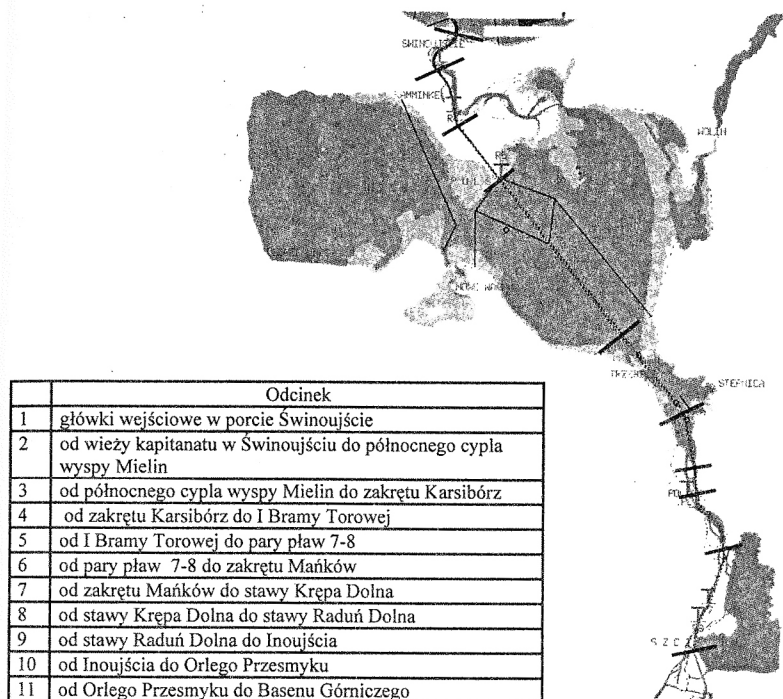
---

<sup>2</sup> Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 9 grudnia 2002 r. w sprawie określenia obiektów, urządzeń i instalacji wchodzących w skład infrastruktury zapewniającej dostęp do portu o podstawowym znaczeniu dla gospodarki narodowej, Dz.U. nr 4 z dnia 15 stycznia 2003 r. Poz. 41



oraz

- 172 m/8,8 m-146 m/6,8 m w dzień przy widzialności 10 Mm,
- 172 m/8,8 m-146 m/6,8 m w dzień przy widzialności 0,3 Mm,
- 172 m/8,8 m-146 m/6,8 m w nocy przy widzialności 10 Mm.

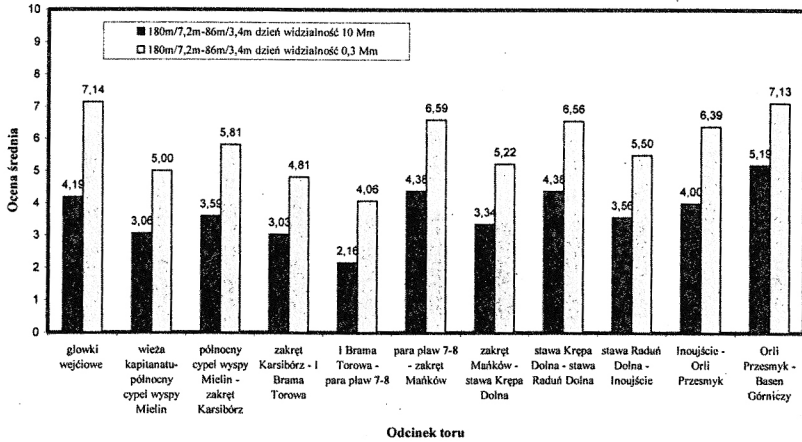


Rys. 1. Tor wodny Szczecin – Świnoujście z zaznaczonymi odcinkami

Fig. 1. The Szczecin – Świnoujście fairway with marked sections

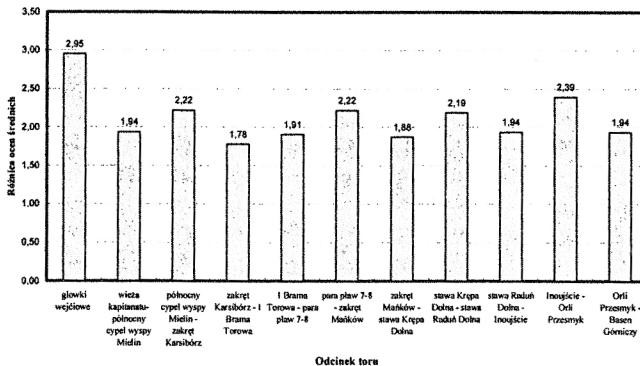
Przyjęta w badaniach widzialność 0,3 Mm pozwala dostrzec brzegi na odcinkach biegnących kanałami.

Przedstawione na rysunku 2 wyniki przedstawiają średnie oceny manewru minięcia się statków o długości 180 m i 86 m w dzień, przy bardzo dobrej widzialności (ok. 10 Mm) oraz tego samego manewru wykonanego w ograniczonej widzialności (0,3 Mm). Manewr ten jest w świetle przepisów portowych dopuszczalny na całej długości toru wodnego oraz w każdych warunkach atmosferycznych.



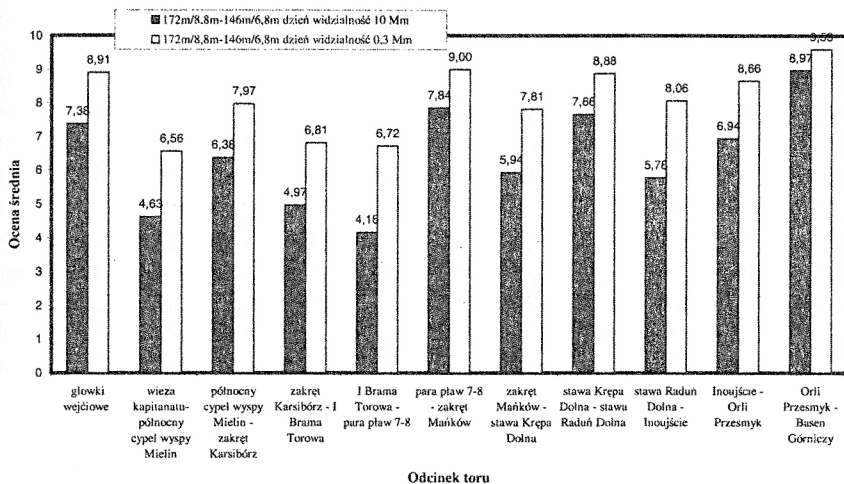
Rys. 2. Średnie oceny manewru minięcia się dwóch statków 180 m/7,2 m-86 m/3,4 m w dzień przy widzialności 10 Mm oraz przy widzialności 0,3 Mm (Źródło – opracowanie własne)

Fig. 2. Mean assessments of the manoeuvre of two ships passing 180m/7.2m-86m/3.4m by day with visibility 10 NM and visibility 0.3 NM (Source: own study)



Rys. 3. Różnice w ocenach średnich manewru minięcia się statków 180 m/7,2 m-86 m/3,4 m w dzień przy widzialności 10 Mm oraz w dzień przy widzialności 0,3 Mm (Źródło – opracowanie własne)

Fig. 3. Differences in mean assessments of the manoeuvre of two ships passing 180m/7.2m-86m/3.4m by day with visibility 10 NM and visibility 0.3 NM (Source: own study)



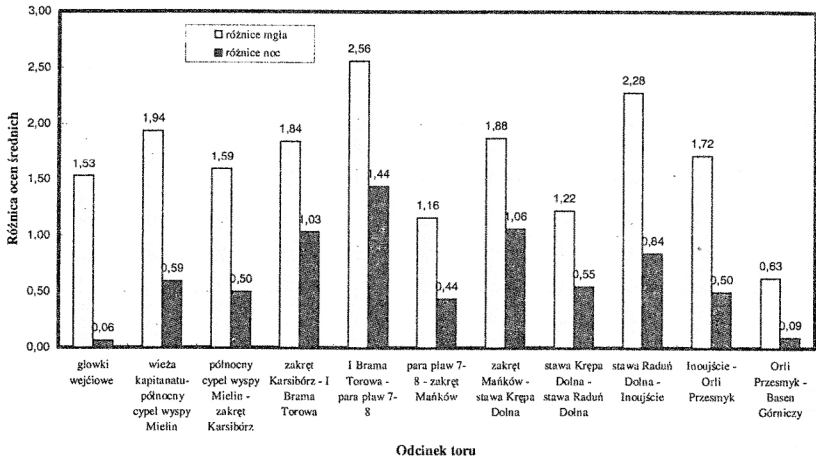
Rys. 4. Średnie oceny manewru minięcia się statków 172 m/8,8 m-146 m/6,8 m w dzień przy widzialności 10 Mm oraz w dzień przy widzialności 0,3 Mm (Źródło – opracowanie własne)  
 Fig. 4. Mean assessments of the manoeuvre of two ships passing 172m/8.8m-146m/6.8m by day with visibility 10 NM and by day with visibility 0.3 NM  
 (Source: own study)

Analiza wyników badań wykazuje, że ocenę najniższą otrzymał manewr wykonany na odcinku nr 5 (Zalew Szczeciński). Kolejne miejsca, uporządkowane według oceny, zajmowały odcinki nr 3 i 2 (Kanał Piastowski i Port Świnoujście) oraz 7 i 9 (części Roztoki Odrzańskiej oraz Mijanka Police).

Przedstawione na rysunku 3 różnice ocen średnich tego manewru wykonanego w warunkach różnej widzialności pozwalają stwierdzić, że ograniczenie widzialności ma wpływ na ocenę manewru w zasadzie na całej długości toru wodnego. Różnice mieszczą się w granicach 1,5 – 2,5 z jednym wyraźnym wyjątkiem – główkami portu w Świnoujściu, gdzie wynosi 2,95. Różnica najmniejsza jest na odcinku 4 – Kanał Piastowski.

Rysunek 4 przedstawia średnie oceny manewru minięcia się statków o długości 172 m i 146 m w różnych warunkach hydrometeorologicznych. W świetle przepisów portowych manewr ten dopuszczalny jest we wszystkich warunkach atmosferycznych, ale tylko na niektórych odcinkach toru (generalnie na odcinku 2, 4, 5, 7, 8, 9). Podobnie jak w poprzednim przypadku oceny najniższe otrzymał manewr wykonany na odcinku nr 5 (Zalew Szczeciński). Kolejne miejsca, uporządkowane według oceny, zajmowały odcinki nr 2 i 3 (Port Świnoujście i Kanał Piastowski) oraz 9 i 7 (Mijanka Police oraz części Roztoki Odrzańskiej).

Przedstawione na rysunku 5 różnice w ocenach średnich manewru wykonanego w różnych warunkach widzialności wskazują na duży wpływ ograniczenia widzialności na ocenę bezpieczeństwa manewru na całej długości toru. Różnice te mają jednak w tym przypadku różne wartości w zależności od odcinka toru. Różnice najmniejsze nie oznaczają jednak, że wpływ ograniczenia widzialności na tym odcinku jest najmniejszy. Są to bowiem te części toru, na których oceny tego manewru nawet przy dobrej widzialności są wysokie i zbliżają się do granicznej wartości 10. Na podkreślenie zasługują wyraźnie wyższe oceny na odcinku 5 (Zalew Szczeciński) oraz 9 (Mijanka Police). W pierwszym przypadku różnice te są częściowo wywołane brakiem dostatecznego oznakowania nawigacyjnego, szczególnie w okresie zimowym. Oznakowanie pływające jest wówczas zdjęte, a do określenia pozycji służyć mogą jedynie odległe od siebie o ok. 3,8 Mm Bramy Torowe. Natomiast dla Mijanki Police dodatkowym utrudnieniem jest konieczność wykonania dwóch zwrotów.



Rys. 5. Różnice w ocenach średnich manewru minięcia się statków 172 m/8,8 m-146 m/6,8 m w dzień przy widzialności 10 Mm oraz w dzień przy widzialności 0,3 Mm i w nocy (Źródło – opracowanie własne)

Fig. 5. Differences in mean assessments of the manoeuvre of two ships passing 172m/8.8m-146m/6.8m by day with visibility 10 NM, by day with visibility 0.3 NM and at night (Source: own study)

Rysunek 5 przedstawia dodatkowo różnice ocen średnich manewru wykonanego w dzień i w nocy. Jest to czynnik, który powinien być brany pod uwagę, jednak jego wpływ na ogólną ocenę jest dużo mniejszy niż ograniczenie widzialności.

### 3. Analiza statystyczna wyników badań

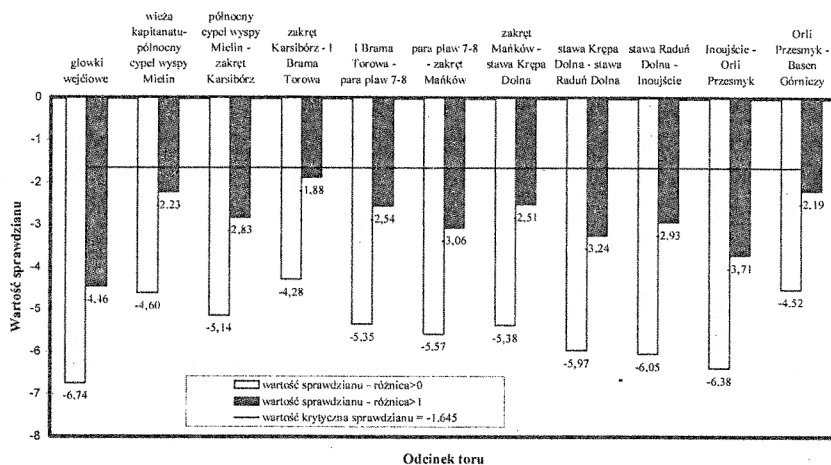
Ze względu na probabilistyczny charakter uzyskanych wyników właściwą metodą ich porównywania jest przeprowadzenie testów sprawdzających hipotezę o różnicy między średnimi w dwóch populacjach.

Układ hipotez testowanych wygląda następująco:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 \geq 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$$

Gdzie  $\mu_1$  oznacza średnią ocenę w manewru wykonanego w dzień w warunkach zerowych natomiast  $\mu_2$  średnią ocenę manewru wykonanego w ograniczonej widzialności lub w nocy.



Rys 6. Sprawdzian hipotezy o różnicy między ocenami średnimi manewru minięcia się statków 180/7,2-86/3,4 przy widzialności 0,3 Mm i w warunkach zerowych, przyjęty poziom istotności równy 0,05 (Źródło – opracowanie własne)

Fig. 6. A test of the hypothesis about differences in mean assessments of the manoeuvre of two ships passing 180m/7.2m-86m/3.4m by day with visibility 10 NM, visibility 0.3 NM and in zero conditions, the assumed significance level equal to 0.05

(Source: own study)

Hipoteza zerowa stwierdza, że średnia w populacji pierwszej (manewr wykonany w warunkach zerowych) jest nie mniejsza od średniej w populacji drugiej (manewr wykonany we mgle lub nocy). Hipoteza alternatywna stwierdza, że średnia w populacji pierwszej jest mniejsza od średniej w populacji drugiej. Przeprowadzony sprawdzian ma dowiedzieć prawdziwości hipotezy alternatywnej tj., że średnia w populacji drugiej jest większa, to znaczy manewr ten jest w opinii pilotów mniej bezpieczny. Przeprowadzany test jest testem lewostronnym [1].

Sprawdzian wykorzystywany przy testowaniu hipotez o różnicy między średnimi dwóch populacji określony jest przy pomocy wzoru:

$$z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

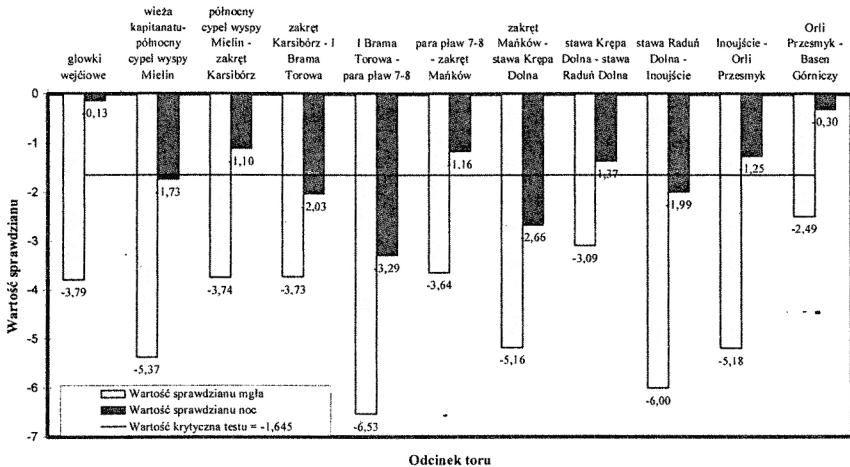
Poziomem istotności sprawdzianu hipotezy statystycznej jest prawdopodobieństwo popełnienia błędu pierwszego rodzaju (odrzućenia hipotezy zerowej, gdy jest ona prawdziwa) oznaczane zwykle przez  $\alpha$ .

Na rysunku 6 przedstawiono dodatkowo wyniki sprawdzianu dla następującego układu hipotez:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 \geq 1$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 1$$

Sprawdzian ten ma dowieść prawdziwości hipotezy alternatywnej tj., że różnica między średnimi w obu populacjach jest większa od 1 co w dziesięciostopniowej skali równa się 10%.



Rys. 7. Sprawdzian hipotezy o różnicy między ocenami średnimi manewru minięcia się statków 172m/8,8-146m/6,8 w dzień w warunkach zerowych oraz przy widzialności 0,3 Mm i w nocy, przyjęty poziom istotności równy 0,05 (Źródło – opracowanie własne)

Fig. 7. A test of the hypothesis about differences in mean assessments of the manoeuvre of two ships passing 172m/8.8m-146m/6.8m by day in zero conditions and with visibility 0.3 NM, and at night, the assumed significance level equal to 0.05 (Source: own study)

Analiza wariancji jest statystyczną metodą służącą do weryfikacji hipotezy o równości wartości średnich w kilku populacjach na podstawie obserwacji losowych prób pobranych z każdej populacji [2].

Układ hipotez testowanych w analizie wariancji wygląda następująco:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_r,$$

$H_1$ : nie wszystkie  $\mu_i$  ( $i = 1, \dots, r$ ) są sobie równe.

Przedmiotem badania jest  $r$  populacji. Z każdej populacji pobrana jest niezależna od innych próba losowa o liczebności  $n_i$  ( $i = 1, \dots, r$ ). Do zastosowania analizy wariancji konieczne jest przyjęcie założenia o rozkładzie normalnym w każdej populacji oraz o równości wariancji  $\sigma$  we wszystkich populacjach. Średnie  $\mu_i$  mogą, lecz nie muszą być równe.

Średnia z próby pobranej z populacji  $i$  wynosi:

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}}{n_i}$$

natomiast średnia ogólna (średnia ze wszystkich wyników obserwacji):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}}{n}$$

Jeżeli średnie w  $r$  populacjach są różne (co najmniej dwie z tych średnich są różne), to jest prawdopodobne, że odchylenia wyników obserwacji od odpowiadających im średnich z prób będą małe w porównaniu z odchyleniami  $r$  średnich z prób od średniej ogólnej.

Oznaczając odchylenie losowe jako różnicę pomiędzy wynikiem obserwacji a średnią z odpowiedniej próby:

$$e_{ij} = x_{ij} - \bar{x}_i$$

natomiast odchylenie od średniej ogólnej:

$$t_i = \bar{x}_i - \bar{x}$$

Można określić całkowite odchylenie wyniku obserwacji jako równe  $x_{ij}$ :

$$Tot = t + e$$

Całkowitą sumę kwadratów odchyleń można określić według zależności:

$$Q = Q_A + Q_W$$

gdzie:

- Q – całkowita suma kwadratów odchyleń,
- $Q_A$  – suma kwadratów odchyleń między próbami,
- $Q_W$  – suma kwadratów wewnątrz próby.

Oznacza to, że:

$$\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{n_i} Tot_{ij}^2 = \sum_{i=1}^r n_i t_i^2 + \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{n_i} e_{ij}^2$$

lub inaczej:

$$\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^r n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 + \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$$

Średni kwadratowy błąd pomiędzy grupami:

$$s_A^2 = \frac{Q_A}{r-1}$$

Średni kwadratowy błąd wewnątrz grupy:

$$F_{(r-1, n-r)} = \frac{s_A^2}{s_W^2}$$

$$s_W^2 = \frac{Q_W}{n-r}$$

Jeżeli hipoteza zerowa jest prawdziwa, to iloraz  $s_A^2/s_W^2$  ma rozkład  $F$  o liczbach stopni swobody  $r-1$  w liczniku  $n-r$  w mianowniku.

Przedmiotem badania są populacje – manewry:

- 172 m/8,8 m – 146 m/6,8 m w dzień przy widzialności 10 Mm,
- 172 m/8,8 m – 146 m/6,8 m w dzień przy widzialności 0,3 Mm,
- 172 m/8,8 m – 146 m/6,8 m w nocy przy widzialności 10 Mm.

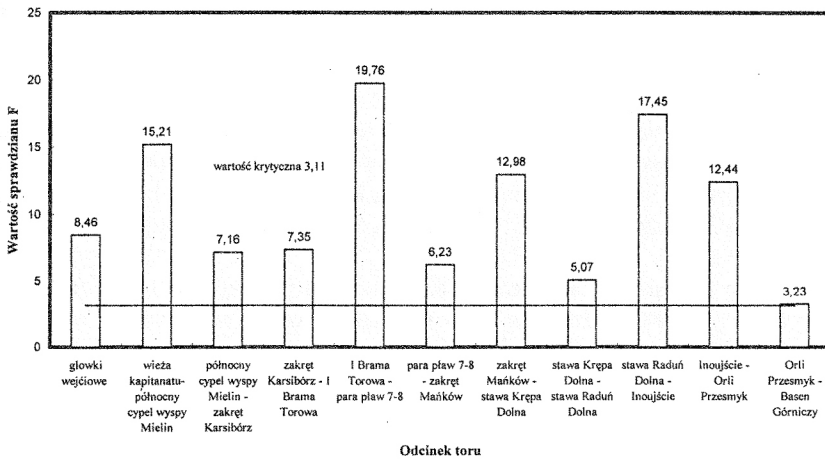
Wartości obliczeń dla przykładowego – piątego odcinka toru zawarte zostały w tablicy 1, a wartości ilorazu  $F$  dla poszczególnych odcinków na rysunku 8.



Tabela analizy wariancji dla odcinka piątego  
Table of variance analysis for section five

Rodzaj wariancji	Suma kwadratów odchyłeń	Liczba stopni swobody	Średnie odchylenie kwadratowe	Iloraz $F$
Pomiędzy grupami	$Q_A = 105,58$	$r - 1 = 2$	$s_A^2 = 52,79$	$F = 19,76$
Wewnątrz grup	$Q_W = 248,41$	$n - r = 93$	$s_W^2 = 2,67$	
Całkowita	$Q = 353,99$	$n - 1 = 95$		

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 8. Wartość sprawdzianu F dla manewru minięcia się statków 172/8,8-146/6,8 w dzień w warunkach zerowych oraz przy widzialności 0,3 Mm i w nocy, przyjęty poziom istotności równy 0,05 (Źródło – opracowanie własne)

Fig. 8. Value of test F for the manoeuvre of two ships passing 172m/8.8m-146m/6.8m by day in zero conditions and with visibility 0.3 NM, and at night, the assumed significance level equal to 0.05

#### 4. Podsumowanie

Bezpieczeństwo żeglugi na akwenach ograniczonych, zależy w dużym stopniu od działania człowieka oraz jego umiejętności. Rozwój technologiczny nie jest środkiem zapewniającym rozwiązanie wszystkich problemów. Człowiek nadal powszechnie uważany jest za najsłabsze ogniwo większości systemów. Jego działanie może zostać poprawione poprzez odpowiednie połączenie rozwoju technologicznego, zwiększenie umiejętności osób zaangażowanych w pracę systemu oraz ewentualne zmiany strukturalne.

Żegluga na akwenach ograniczonych wiąże się z koniecznością uwzględnienia bardzo wielu czynników mających wpływ na ocenę aktualnej sytuacji. Szczególnego podkreślenia wymaga fakt, że w przypadku sterowania ruchem statków decyzje takie podejmuje osoba, która nie posiada doświadczenia w manewrowaniu statkami na nadzorowanym obszarze. Decyzje podejmuje w oparciu o przepisy portowe i wewnętrzne procedury, które ze swej istoty muszą stanowić duże uproszczenie w stosunku do wiedzy zgromadzonej przez pilotów.

Warunki bezpiecznego ruchu statków określone mogą zostać w oparciu o wiedzę i doświadczenie ekspertów. Do rozwiązania tego problemu wykorzystać można oprócz metod i narzędzi klasycznych również narzędzia sztucznej inteligencji.

Dużą trudność stanowić może proces pozyskiwania wiedzy i jej odpowiedni zapis w bazie wiedzy. Jest to proces bardzo pracochłonny i dlatego tworzenie systemu eksperckiego ma sens jedynie wówczas, gdy będzie on wykorzystywany przez długi okres i przez wielu użytkowników.

Badania, których wyniki przedstawione zostały w niniejszym artykule miały na celu określenie jak duży jest wpływ miejsca minięcia się statków na ocenę bezpieczeństwa jego wykonania. Tor wodny Świnoujście-Szczecin ma na całej długości szerokość 90m (z wyjątkiem Mijanki Police), a jednak w ocenie pilotów manewr wykonany na różnych odcinkach otrzymuje oceny mocno zróżnicowane.

Równie ważne jest określenie wpływu zmiany warunków hydrometeorologicznych takich jak widzialność i pora dnia na ocenę manewru. Czynniki te zmieniają ilość i jakość informacji dostępnych dla nawigatora kierującego statkiem. Analiza wyników badań pozwala stwierdzić, że w szczególności ograniczenie widzialności wpływa znacząco na pogorszenie ogólnej oceny bezpieczeństwa manewru. Odcinkiem szczególnie wrażliwym na zmiany widzialności jest Zalew Szczeciński, a manewr wykonany na tym odcinku, określane jako bezpieczny, występuje tylko w warunkach dobrej widzialności.

## Literatura

1. Aczel A. D., *Statystyka w zarządzaniu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
2. Brandt S., *Analiza danych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999.
3. *IALA Navigationalguide (Navguide)*, Wyd. 3, International Association of Lighthouse Authorities, Saint Germain en Laye, 1998.
4. Ignatczyk W., Chromińska M., *Statystyka. Teoria i zastosowanie*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej, Poznań 1999.
5. Kozielski J., *Psychologiczna teoria decyzji*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1975.

6. *Minding the Helm*, National Academy Press; Washington, D.C. 1994.
7. Pietrzykowski Z., Narękwicz M., *Implementation of marine regulations in decision support system for vessel traffic services*, Maritime Engineering & Ports, WIT Press, Southampton 2002.
8. *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowanie*, Praca zbiorowa pod redakcją Marii Cieślak. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2001.

**Recenzent**

prof. dr inż. Mirosław Jurdziński

**Adres Autora**

mgr inż. Marek Narękwicz

Akademia Morska  
Instytut Inżynierii Ruchu Morskiego  
ul. Wały Chrobrego 1/2  
70-500 Szczecin