

Lech KASYK

ANALIZA PARAMETRÓW STRUMIENIA STATKÓW NA TORZE WODNYM SZCZECIN - ŚWINOUJŚCIE

W niniejszym referacie zweryfikowano hipotezę o typie rozkładu dla dziennej liczby zgłoszeń w różnych punktach raportowych systemu VTS na torze wodnym Szczecin – Świnoujście. Porównano parametry strumienia statków dla różnych kierunków ruchu.

ANALYSIS OF VESSEL STREAM PARAMETERS AT THE FAIRWAY SZCZECIN - ŚWINOUJŚCIE

In this paper, on the basis of data from VTS system on the waterway Szczecin-Świnoujście, the hypothesis about type of random distribution of daily number of vessel reports, has been tested. To achieve this goal the chi square Pearson test has been used. Vessel stream parameters for different traffic directions have been compared.

1. WSTĘP

Urzędy morskie i inne instytucje sprawujące pieczę nad polskimi drogami wodnymi starają się utrzymywać na nich odpowiedni poziom bezpieczeństwa. Służą temu, między innymi, systemy kontroli i nadzoru ruchu, takie jak system VTS na torze wodnym Szczecin – Świnoujście. Również system przepisów obowiązujących na danym akwenie zapewnia odpowiedni poziom bezpieczeństwa żeglugi [4]. Czasami pewne regulacje wydają się zbyt rygorystyczne (np. zakaz wymijania się na niektórych odcinkach torów wodnych), jednak przy małej ilości statków, nie wpływa to ujemnie na przepustowość dróg wodnych [1]. System VTS pozwala analizować ruch statków na poszczególnych odcinkach toru wodnego, a wnioski wynikające z tej analizy mogą pomóc zweryfikować przepisy regulujące ruch na danym akwenie. Pozwoli to też na przygotowanie akwenu do bardziej intensywnego ruchu statków.

2. RUCH STATKÓW NA TORZE SZCZECIN - ŚWINOUJŚCIE

2.1 Tor wodny Szczecin - Świnoujście

Droga wodna łącząca Szczecin z Morzem Bałtyckim ma już ponad 100 lat. Tor wodny Szczecin - Świnoujście ma 67,8 km licząc od Nabrzeża Katowickiego w Szczecinie do główek wejściowych do portu Świnoujście. Składa się z różnorodnych odcinków, poczynając od wąskich, gdzie obowiązuje ruch jednokierunkowy, kończąc na szerokich gdzie dozwolony jest ruch dwukierunkowy i manewr wyprzedzania. Niektóre są naturalnie

głębokie, a niektóre wymagają stałego pogłębiania. Maksymalna prędkość poruszania się statków na torze wynosi 12 węzłów, jednak na niektórych odcinkach obowiązuje ograniczenia prędkości do 8 w (Tab.1).

Tab. 1: Ograniczenia prędkości [4]

Odcinek toru wodnego	Maksymalna prędkość
od pary pław nr 7-8 do Bramy Torowej nr 1	8
od trawersu północnego cypla wyspy Chełminek do pary pław 13-14	8
od trawersu stawy Krępa Dolna do trawersu stawy Raduń Górna	8
od Ińskiego Nurtu do portu w Szczecinie oraz na akwenach portu	8

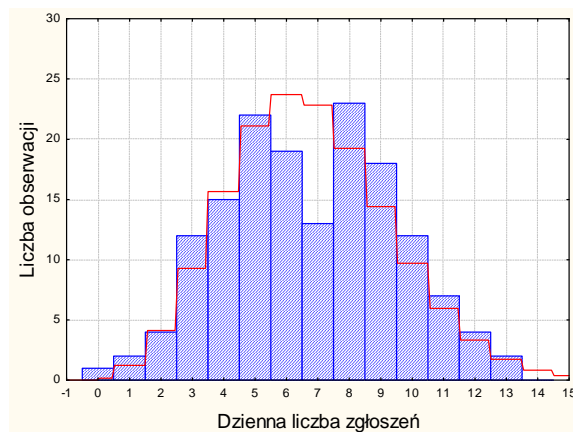
2.2 System VTS Szczecin - Świnoujście

Na torze wodnym Szczecin - Świnoujście jest 11 punktów rejestrujących przepływające statki. Są to: DOK_5, INOUJSCIE, POLICE_MIJANKA, RADUN_GORNA, KREPA_DOLNA, PLAWY_13_14, IV_BRAMA, CHELMINEK_N, I_BRAMA, 11_KILOMETR, KARSIBOR. W pierwszej połowie 2009 roku zarejestrowano w tych punktach ponad 22000 przejść. W niniejszym referacie wybrano do analizy 4 punkty: DOK_5, RADUN_GORNA, PLAWY_13_14 i KARSIBOR, w których rozpatrzono i porównano ruch statków w dwóch kierunkach: ze Świnoujścia do Szczecina i ze Szczecina do Świnoujścia.

2.3 Ruch statków w kierunku północ - południe

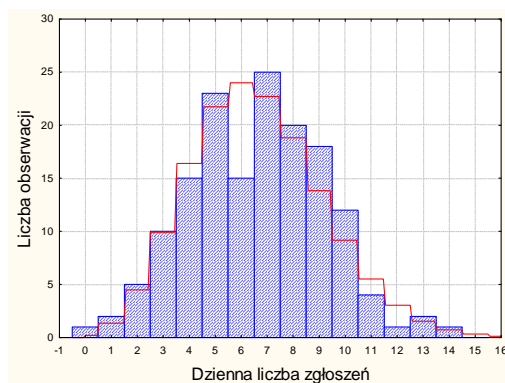
Pierwszym punktem raportowym w tym kierunku jest KARSIBOR. Od 1.01.2009 do 3.06.2009 zarejestrowano w tym punkcie 1038 zgłoszeń. Dzienny rozkład liczby zgłoszeń przedstawiono na rysunku 1.

Wykorzystując test chi-kwadrat Pearsona [2, 3, 5] i program *Statistica* zweryfikowano hipotezę o rozkładzie Poissona dziennej liczby zgłoszeń w punkcie raportowym KARSIBOR. Wartość statystyki testowej wynosi 8,8, a wartość krytyczna przy 9 stopniach swobody na poziomie ufności 0,95 wynosi 16,92. Wynika stąd, że nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o tym, że dzienna liczba zgłoszeń w punkcie raportowym KARSIBOR ma rozkład Poissona.



Rys.1. Histogram częstości dziennej liczby zgłoszeń w punkcie raportowym KARSIBOR

Następnym punktem raportowym analizowanym w tym kierunku jest PLAWY_13_14. Od 1.01.2009 do 3.06.2009 zarejestrowano w tym punkcie 1020 zgłoszeń. Dzienny rozkład liczby zgłoszeń przedstawia poniższy wykres.

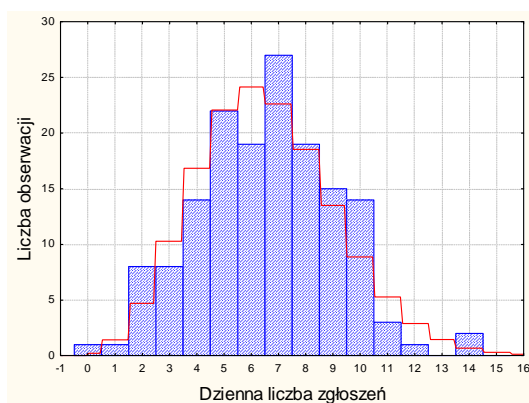


Rys.2. Histogram częstości dziennej liczby zgłoszeń w punkcie raportowym PLAWY_13_14

Wartość statystyki testowej w teście chi-kwadrat Pearsona wynosi 7,65, a wartość krytyczna przy 9 stopniach swobody na poziomie ufności 0,95 wynosi 16,92. Wynika stąd, że nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o tym, że dzienna liczba zgłoszeń w punkcie raportowym PLAWY_13_14 ma rozkład Poissona.

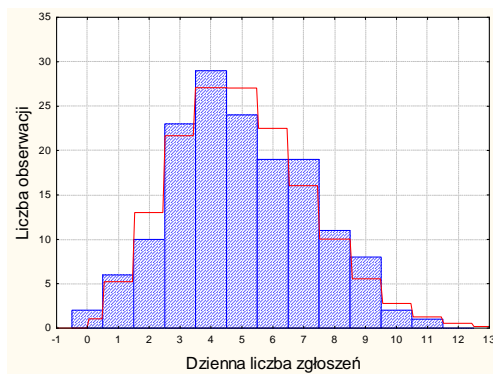
Następnym punktem raportowym analizowanym w tym kierunku jest RADUN_GORNA. Od 1.01.2009 do 3.06.2009 zarejestrowano w tym punkcie 1010 zgłoszeń. Dzienny rozkład liczby zgłoszeń przedstawia poniższy wykres.

Wartość statystyki testowej w teście chi-kwadrat Pearsona wynosi 10,32, przy wartości krytycznej 16,92. Wynika stąd, że nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o tym, że dzienna liczba zgłoszeń w punkcie raportowym RADUN_GORNA ma rozkład Poissona.



Rys.3. Histogram częstości dziennej liczby zgłoszeń w punkcie raportowym RADUN_GORNA

Ostatnim z rozpatrywanych punktów raportowych jest DOK_5. Jest to już część toru wodnego w porcie Szczecin. W porównaniu z poprzednimi punktami liczba zgłoszeń jest zdecydowanie mniejsza. Powodem jest to, że część statków kierowała się tylko do portu Police i nie kontynuowała podróży do portu Szczecin. W pierwszej części 2009 roku zarejestrowano w tym punkcie 769 zgłoszeń. Dzienny rozkład liczby zgłoszeń przedstawia poniższy wykres.



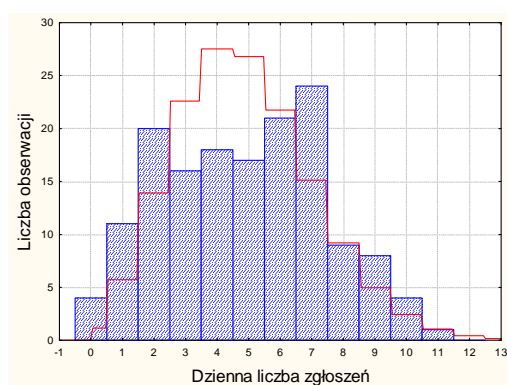
Rys.4. Histogram częstości dziennej liczby zgłoszeń w punkcie raportowym DOK_5

Wartość statystyki testowej w teście chi-kwadrat Pearsona wynosi 2,96, a wartość krytyczna przy 7 stopniach swobody na poziomie ufności 0,95 wynosi 14,07. Wynika stąd,

że nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o tym, że dzienna liczba zgłoszeń w punkcie raportowym DOK_5 ma rozkład Poissona.

2.4 Ruch statków w kierunku południe - północ

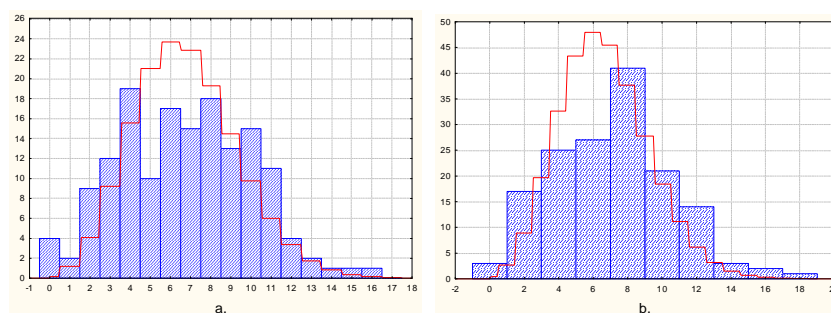
Pierwszym punktem raportowym w tym kierunku jest DOK_5. Od 1.01.2009 do 3.06.2009 zarejestrowano w tym punkcie 745 zgłoszeń. Dzienny rozkład liczby zgłoszeń przedstawia poniższy wykres.

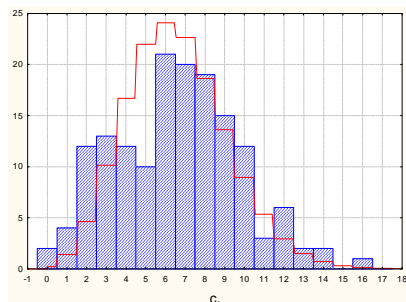


Rys.5. Histogram częstości dziennej liczby zgłoszeń w punkcie raportowym DOK_5

Wykorzystując test chi-kwadrat Pearsona i program *Statistica* zweryfikowano hipotezę o rozkładzie Poissona dziennej liczby zgłoszeń w punkcie raportowym DOK_5. Wartość statystyki testowej wynosi 27,82, a wartość krytyczna przy 7 stopniach swobody na poziomie ufności 0,95 wynosi 14,07. Wynika stąd, że hipotezę o tym, że dzienna liczba zgłoszeń w punkcie raportowym DOK_5 ma rozkład Poissona, należy zdecydowanie odrzucić.

Podobne sytuacje zachodzą w trzech pozostałych punktach: hipotezę o tym, że dzienna liczba zgłoszeń w tych punktach raportowych ma rozkład Poissona, należy zdecydowanie odrzucić. Poniższe histogramy pokazują tę sytuację.





Rys.6. Histogramy częstości dziennej liczby zgłoszeń w punktach KARSIBOR (a), PLAWY_13_14 (b), RADUN_GORNA (c)

2.5 Porównanie parametrów ruchu statków w przeciwnych kierunkach

Pierwszą i zasadniczą różnicą pomiędzy strumieniami statków płynących w różnych kierunkach jest inny typ rozkładu prawdopodobieństwa dziennej liczby zgłoszeń. Dla strumienia statków płynących ze Świnoujścia proces zgłoszeń jest procesem Poissona, natomiast dla strumienia statków płynących ze Szczecina, dzienną liczbę zgłoszeń nie można opisać rozkładem Poissona.

Średnie natężenie ruchu mierzone w liczbie przepływających statków na godzinę jest największe w północnej części toru (0,28), mniejsze w części środkowej (0,273 – 0,276) i najmniejsze w części południowej (0,203 – 0,208). Tak jest zarówno dla ruchu północ – południe, jak i południe – północ.

Poniżej przedstawiono tabelę z wartościami poszczególnych parametrów charakteryzujących dzienną liczbę zgłoszeń w poszczególnych punktach raportowych, w zależności od kierunku ruchu.

Tab. 2: Parametry zmiennych losowych

Punkt raportowy	kierunek	średnia	moda	liczność mody	wartość max.	odchylenie stand.
Karsibor	pn - pld	6,74	8	23	13	2,72
Pławy 13-14	pn - pld	6,62	7	25	14	2,60
Raduń Górna	pn - pld	6,56	7	27	14	2,55
Dok 5	pn - pld	4,99	4	29	11	2,24
Karsibor	pld - pn	6,75	4	19	16	3,28
Pławy 13-14	pld - pn	6,64	8	21	17	3,37
Raduń Górna	pld - pn	6,58	6	21	16	3,16
Dok 5	pld - pn	4,87	7	24	11	2,56

Pierwsza zauważalna różnica to zmiana wartości modalnej na poszczególnych punktach w zależności od kierunku ruchu. Liczności wartości modalnych są zdecydowanie większe dla ruchu północ – południe. Natomiast wartości maksymalne, jak również odchylenie standardowe są większe dla kierunku południe – północ.

3. WNIOSKI

Dzienna liczba zgłoszeń we wszystkich rozpatrywanych punktach dla strumienia statków płynących ze Świnoujścia ma rozkład Poissona. Świadczy to o tym, że losowość zgłoszeń statków wpływających na tor wodny Świnoujście – Szczecin nie jest w istotny sposób zaburzona przez regulacje i przepisy obowiązujące na torze wodnym (przynajmniej przy takim natężeniu ruchu). Natomiast dla strumienia statków płynących ze Szczecina we wszystkich rozpatrywanych częściach toru wodnego ruch statków miał zaburzoną losowość (trzeba było odrzucić hipotezę o rozkładzie Poissona dla dziennej liczby zgłoszeń). Oznacza to że czas wyjścia z portu Szczecin, jest czynnikiem silnie zaburzającym losowość strumienia statków na torze wodnym Szczecin – Świnoujście.

Ponadto średnie natężenie ruchu było różne w poszczególnych częściach toru wodnego, ale nie zależało od kierunku ruchu. Związane to było z tym, że część statków płynących ze Świnoujścia kończyła swój rejs w portach znajdujących się na trasie Świnoujście – Szczecin, głównie był to port Police.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Kasyk L., *Disturbances in vessel traffic stream due to fairway regulations*, Journal of KONBiN 2008. Kraków 2008.
- [2] Kasyk L., *Process of Ship Reports after Covering a Special Fairway Section*, Materiały z 10 Międzynarodowej Konferencji TRANSCOMP 2006, Radom 2006.
- [3] Montgomery D. C. & Runger G.C. *Applied Statistics and Probability for Engineers*, New York: John Wiley & Sons, Inc. 1994.
- [4] *Przepisy portowe*, Urząd Morski w Szczecinie, Szczecin 2008.
- [5] Sobczyk M., *Statystyka*, PWN Warszawa, 2004.