

**ZESZYTY NAUKOWE NR 2 (74)  
AKADEMII MORSKIEJ  
W SZCZECINIE**

---

**EXPLO-SHIP 2004**

---

Lech Kasyk

**Statystyczna analiza liczby zgłoszeń statków na torze wodnym  
Szczecin – Świnoujście w roku 2002**

Słowa kluczowe: zgłoszenia, tor wodny, szereg czasowy, wahania cykliczne, trend

*Zbiór danych, którymi są daty i godziny zgłoszeń jednostek mijających linię raportową „Police”, systemu VTS na torze wodnym Szczecin – Świnoujście, stanowi szereg czasowy. Niniejszy artykuł jest częściową analizą tego szeregu. Określono wahania cykliczne, ze względu na dzień tygodnia oraz porę dnia. Wyznaczono trendy zmian liczby zgłoszeń statków w poszczególnych miesiącach i dla całego roku 2002.*

**The Statistical Analysis of the Number of Ship Reports  
in the Szczecin – Świnoujście Fairway in 2002**

Key words: report, fairway, time series, cyclical variation, trend

*The set of dates and hours of ship reports is a time series. In this paper, reports of ships passing the VTS reporting line “Police”, in the Szczecin – Świnoujście fairway have been considered. The paper is a detailed analysis of this time series. The cyclical variation and trends for each month and the whole year 2002 have been determined.*

## Wstęp

System VTS [2], który od kilku lat działa na torze wodnym Szczecin-Świnoujście pozwala na szczegółowe monitorowanie ruchu statków na tym akwenu. W roku 2002 na punkcie raportowym Police zarejestrowano 7375 zgłoszeń jednostek idących do lub ze Szczecina (na podstawie danych z Urzędu Morskiego w Szczecinie). Analiza szeregu czasowego liczby zgłoszeń w poszczególnych okresach, wykazała istotne różnice w rozkładzie liczby zgłoszeń w zależności od miesiąca, dnia tygodnia a także od pory dnia.

### 1. Liczba zgłoszeń w poszczególnych miesiącach

Średnia liczba zgłoszeń przypadająca na miesiąc wynosi 615. Odchylenia od niej są w poszczególnych miesiącach dość znaczne, co ilustruje tabela 1 i wykres (rys. 1).

Tabela 1

Rozkład liczby zgłoszeń w poszczególnych miesiącach  
*Distribution of the number of reports in particular months*

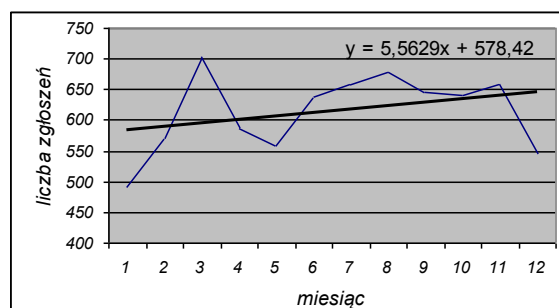
Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI
Liczba zgłoszeń	492	571	703	587	559	659
Odchylenie od średniej	-123	-44	88	-28	-56	24

Miesiąc	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Liczba zgłoszeń	658	677	645	642	658	544
Odchylenie od średniej	43	62	30	27	43	-71

Najwięcej zgłoszeń odnotowano w marcu, a najmniej w styczniu. Ogólny trend [1, 3, 4] liczby zgłoszeń jest rosnący, linię trendu i jej równanie przedstawiono na wykresie (rys. 1) wraz z liczbą zgłoszeń w poszczególnych miesiącach.

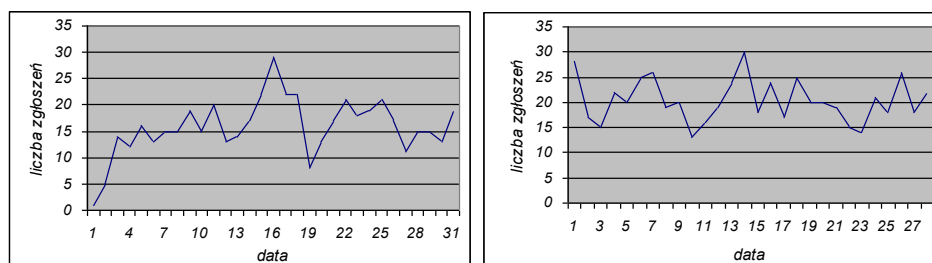
Badany szereg czasowy obejmuje tylko jeden rok, więc nieuzasadnione są wszelkie wnioski dotyczące zmian liczby zgłoszeń w skali okresu dłuższego niż rok. Jednak w krótszych okresach można zauważyć pewne prawidłowości.



Rys. 1. Liczba zgłoszeń w poszczególnych miesiącach  
 Fig. 1. Number of reports in particular months

### 1.1. Styczeń

Zanotowano 492 zgłoszenia, co daje średnio 15,87 zgłoszenia na dobę. Z tego 52 przypadło na dni świąteczne (średnio 10,4 na dobę) i 440 na dni robocze (średnio 16,92 na dobę). Liczbę zgłoszeń w poszczególnych dniach stycznia przedstawia wykres (rys. 2). Wierzchołki łamanej położone najniżej odpowiadają w większości przypadków liczbie zgłoszeń w niedziele. Wyjątek stanowi dzień 1.01, w którym zanotowano jedno zgłoszenie. Wierzchołki najwyższe położone to liczba zgłoszeń w środy lub czwartki. Szereg wykazuje cykliczność tygodniową polegającą na tym, że w okolicach niedzieli jest najmniej zgłoszeń, a we wtorek, środę, czwartek i piątek jest ich zdecydowanie więcej. Metodą najmniejszych kwadratów wyznaczono linię trendu o równaniu  $y = 0,2048x + 12,561$ .



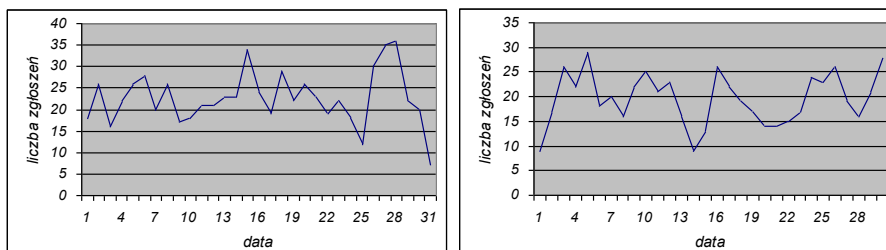
Rys. 2. Liczba zgłoszeń w poszczególnych dniach stycznia i lutego  
 Fig. 2. Number of reports on particular days of January and February

## 1.2. Luty

Zanotowano 571 zgłoszeń, co daje średnio 20,39 zgłoszenia na dobę. Z tego 66 przypadło na dni świąteczne (średnio 16,5 na dobę) i 505 na dni robocze (średnio 21,04 na dobę). Liczbę zgłoszeń w poszczególnych dniach lutego przedstawia rysunek 2. Szereg wykazuje cykliczność tygodniową. Linia trendu o równaniu  $y = -0,0539x + 21,175$  wskazuje na bardzo słabą tendencję spadkową dziennej liczby zgłoszeń w tym miesiącu.

## 1.3. Marzec

Zanotowano 703 zgłoszenia, co daje średnio 22,68 zgłoszenia na dobę. Z tego 62 przypadło na dni świąteczne (średnio 16,5 na dobę) i 641 na dni robocze (średnio 21,04 na dobę). Liczbę zgłoszeń w poszczególnych dniach marca podano na rysunku 3.



Rys. 3. Liczba zgłoszeń w poszczególnych dniach marca i kwietnia  
 Fig. 3. Number of reports on particular days of March and April

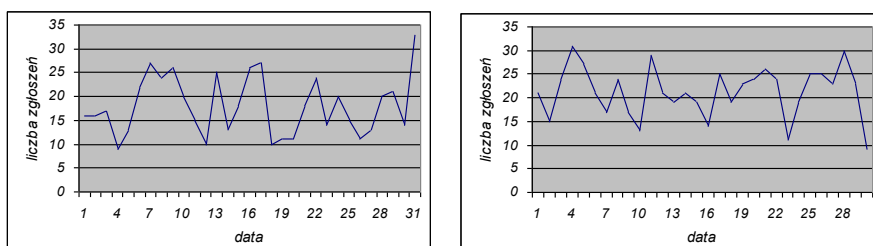
Szereg wykazuje cykliczność tygodniową. Linia trendu ma równanie  $y = 0,0181x + 22,387$ .

## 1.4. Kwiecień

Zanotowano 587 zgłoszeń, co daje średnio 19,57 zgłoszenia na dobę. Z tego 68 przypadło na dni świąteczne (średnio 13,6 na dobę) i 519 na dni robocze (średnio 20,76 na dobę). Liczbę zgłoszeń w poszczególnych dniach kwietnia przedstawia rysunek 3. Szereg wykazuje cykliczność tygodniową. Linia trendu o równaniu  $y = 0,0456x + 18,86$  wskazuje na bardzo słabą tendencję wzrostową dziennej liczby zgłoszeń w tym miesiącu.

### 1.5. Maj

Zanotowano 559 zgłoszeń, co daje średnio 18,03 zgłoszenia na dobę. Z tego 79 przypadło na dni świąteczne (średnio 13,17 na dobę) i 480 na dni robocze (średnio 20 na dobę). Liczbę zgłoszeń w poszczególnych dniach maja podano na rysunku 4. Szereg wykazuje cykliczność tygodniową. Linia trendu o równaniu  $y = 0,0327x + 17,51$  wskazuje na bardzo słabą tendencję wzrostową dziennej liczby zgłoszeń w tym miesiącu.



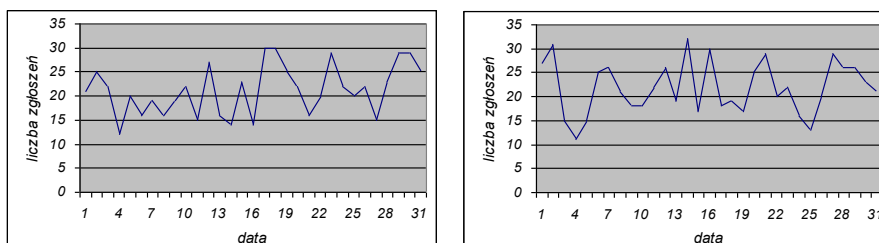
Rys. 4. Liczba zgłoszeń w poszczególnych dniach maja i czerwca  
Fig. 4. Number of reports on particular days of May and June

### 1.6. Czerwiec

Zanotowano 639 zgłoszeń, co daje średnio 21,3 zgłoszenia na dobę. Z tego 66 przypadło na dni świąteczne (średnio 13,2 na dobę) i 593 na dni robocze (średnio 23,72 na dobę). Liczbę zgłoszeń w poszczególnych dniach czerwca przedstawia rysunek 4. Szereg wykazuje cykliczność tygodniową. Linia trendu o równaniu  $y = -0,0185x + 21,586$  wskazuje na bardzo słabą tendencję spadkową dziennej liczby zgłoszeń w tym miesiącu.

### 1.7. Lipiec

Zanotowano 658 zgłoszeń, co daje średnio 21,23 zgłoszenia na dobę. Z tego 72 przypadło na dni świąteczne (średnio 18 na dobę) i 586 na dni robocze (średnio 21,7 na dobę). Liczbę zgłoszeń w poszczególnych dniach lipca prezentuje rysunek 5. Szereg wykazuje cykliczność tygodniową. Linia trendu o równaniu  $y = 0,2056x + 17,935$  wskazuje na tendencję wzrostową dziennej liczby zgłoszeń w lipcu.



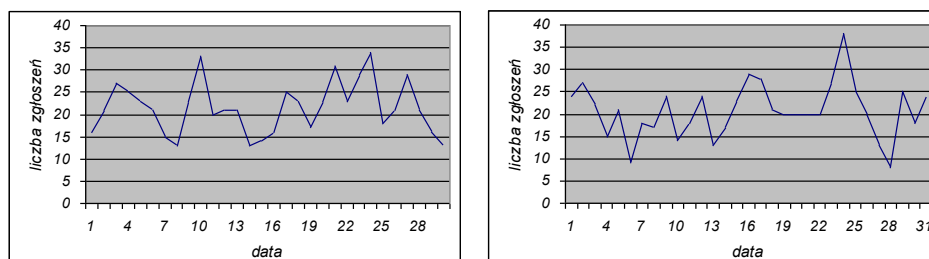
Rys. 5. Liczba zgłoszeń w poszczególnych dniach lipca i sierpnia  
 Fig. 5. Number of reports on particular days of July and August

### 1.8. Sierpień

Zanotowano 677 zgłoszeń, co daje średnio 21,84 zgłoszenia na dobę. Z tego 82 przypadło na dni świąteczne (średnio 16,4 na dobę) i 595 na dni robocze (średnio 22,88 na dobę). Liczbę zgłoszeń w poszczególnych dniach sierpnia przedstawia rysunek 5. Szereg wykazuje cykliczność tygodniową. Linia trendu ma równanie  $y = 0,0435x + 21,142$ .

### 1.9. Wrzesień

Zanotowano 645 zgłoszeń, co daje średnio 21,5 zgłoszenia na dobę. Z tego 82 przypadło na dni świąteczne (średnio 16,4 na dobę) i 563 na dni robocze (średnio 22,52 na dobę). Liczbę zgłoszeń w poszczególnych dniach września podano na rysunku 6.



Rys. 6. Liczba zgłoszeń w poszczególnych dniach września i października  
 Fig. 6. Number of reports on particular days of September and October

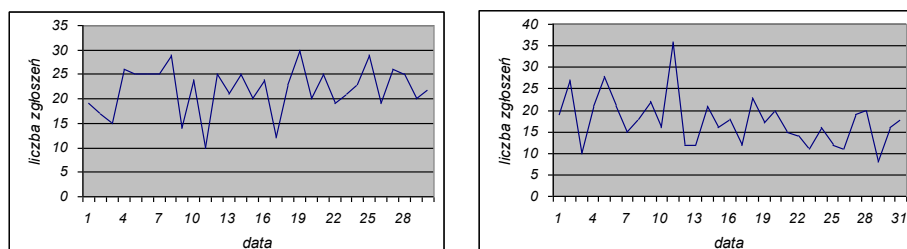
Szereg wykazuje cykliczność tygodniową. Linia trendu o równaniu  $y = 0,0465x + 20,779$  wskazuje na bardzo słabą tendencję wzrostową dziennej liczby zgłoszeń w tym miesiącu.

### 1.10. Październik

Zanotowano 642 zgłoszenia, co daje średnio 20,71 zgłoszenia na dobę. Z tego 55 przypadło na dni świąteczne (średnio 13,75 na dobę) i 587 na dni robocze (średnio 21,74 na dobę). Liczbę zgłoszeń w poszczególnych dniach października prezentuje rysunek 6. Szereg wykazuje cykliczność tygodniową. Linia trendu ma równanie  $y = 0,0673x + 19,632$ .

### 1.11. Listopad

Zanotowano 658 zgłoszeń, co daje średnio 21,93 zgłoszenia na dobę. Z tego 103 przypadło na dni świąteczne (średnio 17,17 na dobę) i 555 na dni robocze (średnio 23,125 na dobę). Liczbę zgłoszeń w poszczególnych dniach listopada przedstawia rysunek 7.



Rys. 7. Liczba zgłoszeń w poszczególnych dniach listopada i grudnia  
 Fig. 7. Number of reports on particular days of November and December

Szereg wykazuje cykliczność tygodniową. Linia trendu o równaniu  $y = 0,0868x + 20,589$  wskazuje na bardzo słabą tendencję wzrostową dziennej liczby zgłoszeń w listopadzie.

### 1.12. Grudzień

Zanotowano 544 zgłoszenia, co daje średnio 17,55 zgłoszenia na dobę. Z tego 98 przypadło na dni świąteczne (średnio 14 na dobę) i 446 na dni robocze (średnio 18,58 na dobę). Liczbę zgłoszeń w poszczególnych dniach grudnia podano na rysunku 7. Szereg wykazuje cykliczność tygodniową, jednak znacznie mniej wyraźną niż w innych miesiącach. Dodatkowe minima występują w dni świąt Bożego Narodzenia. Linia trendu o równaniu  $y = -0,2403x + 21,394$  wskazuje na tendencję spadkową dziennej liczby zgłoszeń w tym miesiącu.

### 1.13. Analiza trendów i średnich

Dzienna liczba zgłoszeń statków dla większości miesięcy wykazuje tendencję słabo rosnącą lub słabo malejącą, świadczy to o pewnej cykliczności zmian liczby zgłoszeń, gdyż wzrosty są równoważone przez następujące po nich spadki liczby zgłoszeń. Wyjątkiem są tu dwa miesiące „skrajne”: styczeń i grudzień, oraz lipiec, w którym zanotowano tendencję wzrostową. W skali całego roku liczba zgłoszeń wykazuje niewielką tendencję wzrostową.

W każdym miesiącu był dzień, w którym zanotowano największą liczbę zgłoszeń (tabela 3).

Tabela 3

Największa dzienna liczba zgłoszeń w poszczególnych miesiącach  
*Maximum number of reports per day in particular months*

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI
Największa dzienna liczba zgłoszeń	29	30	36	29	33	31
Dzień miesiąca	16	14	28	5	31	4
Dzień tygodnia	śr	czw	czw	pt	pt	wt

Miesiąc	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Największa dzienna liczba zgłoszeń	30	32	34	38	30	36
Dzień miesiąca	17	14	24	24	19	11
Dzień tygodnia	śr	śr	wt	czw	wt	śr

Maksimum liczby zgłoszeń przypada w połowie miesiący na drugą dekadę miesiąca, a jeżeli rozpatrujemy dzień tygodnia, to we wszystkich miesiącach były to dni niesąsiadujące z niedzielą.

Największa średnia liczba zgłoszeń w dni robocze występuje w miesiącu marcu – 24,65. Największą średnią liczbę zgłoszeń w dni świąteczne zanotowano w lipcu – 18. Natomiast najmniej zgłoszeń tak w dni robocze, jak i w świąteczne było w styczniu – odpowiednio 16,92 i 10,4. Wydawałoby się, że duży wpływ na liczbę zgłoszeń ma liczba dni świątecznych w miesiącu, co przedstawiono w tabeli 4.



Tabela 4

Liczba zgłoszeń statków w poszczególnych miesiącach a liczba dni świątecznych w danym miesiącu  
*Number of ship reports and of holidays in particular months*

Miesiąc	I	II	III	IV	V	VI
Liczba zgłoszeń	492	571	703	587	559	659
Liczba dni świątecznych	5	4	5	5	7	5

Miesiąc	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Liczba zgłoszeń	658	677	645	642	658	544
Liczba dni świątecznych	4	5	5	4	6	6

Jednak współczynnik korelacji między liczbą zgłoszeń statków w danym miesiącu a liczbą dni świątecznych w tym miesiącu jest bardzo niski, wynosi – 0,265. Wynika stąd, że liczba dni świątecznych ma niewielki wpływ na liczbę zgłoszeń.

## 2. Cykliczność tygodniowa

Szeregi liczbowe dla poszczególnych miesięcy wykazywały cykliczność tygodniową [1,5] polegającą na tym, że w niedzielę jest najmniej zgłoszeń, w poniedziałek jest niewiele więcej („zaczyna się ożywienie”), we wtorek, środę, czwartek i piątek jest zdecydowanie więcej zgłoszeń („ożywienie”), a w sobotę liczba zgłoszeń wyraźnie maleje („kończy się ożywienie”).

Tabela 5

Rozkład średniej liczby zgłoszeń w poszczególnych dniach tygodnia  
*Distribution of mean number of reports on particular days of the week*

Dzień tygodnia	Nd	Pn	Wt	Śr	Czw	Pt	So
Średnia liczba zgłoszeń	15,67	19,21	22,23	23,56	22,08	22,63	18,83
Wskaźnik cykliczności	76,08	93,26	107,89	114,35	107,16	109,87	91,39

Wskaźnik cykliczności [4] jest największy dla środy i wynosi 114,35, co oznacza, że w środy zgłasza się przeciętnie o 14,35% więcej statków niż wynosi średnia liczba zgłoszeń. Natomiast w niedzielę ruch jest o ok. 24% mniejszy od przeciętnego.

### 3. Cykliczność dzienna

Analiza danych w rozbiciu na poszczególne pory dnia (okresy dwugodzinne) również wykazała istotną zmienność liczby zgłoszeń (tabela 6) [5].

Tabela 6

Rozkład średniej liczby zgłoszeń w poszczególnych porach dnia  
*Distribution of mean number of reports in particular parts of the day*

Pora doby	0 <sup>00</sup> – 2 <sup>00</sup>	2 <sup>00</sup> – 4 <sup>00</sup>	4 <sup>00</sup> – 6 <sup>00</sup>	6 <sup>00</sup> – 8 <sup>00</sup>	8 <sup>00</sup> – 10 <sup>00</sup>	10 <sup>00</sup> – 12 <sup>00</sup>
Średnia liczba zgłoszeń	1,26	1,12	1,08	1,27	2,72	1,61
Wskaźnik cykliczności	73,98	65,78	63,69	74,79	159,55	94,25

Pora doby	12 <sup>00</sup> – 14 <sup>00</sup>	14 <sup>00</sup> – 16 <sup>00</sup>	16 <sup>00</sup> – 18 <sup>00</sup>	18 <sup>00</sup> – 20 <sup>00</sup>	20 <sup>00</sup> – 22 <sup>00</sup>	22 <sup>00</sup> – 24 <sup>00</sup>
Średnia liczba zgłoszeń	1,56	1,69	2,7	1,99	1,44	2
Wskaźnik cykliczności	91,84	99,4	158,59	116,6	84,28	117,25

Na podstawie powyższej tabeli można wyróżnić dwa okresy o zwiększonej intensywności ruchu (8<sup>00</sup> – 10<sup>00</sup> i 16<sup>00</sup> – 18<sup>00</sup>), dwa o średniej (10<sup>00</sup> – 16<sup>00</sup> i 18<sup>00</sup> – 24<sup>00</sup>) oraz okres „nocny” o zmniejszonej intensywności ruchu (od godziny 0<sup>00</sup> do 8<sup>00</sup>).

### Podsumowanie

Analiza szeregu czasowego, którym jest zbiór danych obrazujących liczbę zgłoszeń statków w poszczególnych dniach 2002 roku na punkcie raportowym Police, potwierdziła wpływ na liczbę zgłoszeń takich czynników jak: pora dnia i dzień tygodnia. Najwięcej zgłoszeń notowano w godzinach 8<sup>00</sup> – 10<sup>00</sup> i 16<sup>00</sup> – 18<sup>00</sup>, a jeżeli chodzi o dzień tygodnia, to najczęściej statki zgłaszały się w środy. Natomiast liczba dni świątecznych w poszczególnych miesiącach okazała się czynnikiem, który ma nikły wpływ na liczbę zgłoszeń statków w danym miesiącu. W skali całego 2002 roku liczba zgłoszeń wykazywała niewielką tendencję wzrostową.

## **Literatura**

1. Aczel A.D., *Statystyka w zarządzaniu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
2. Ciletti M., *Traffic Models for use in Vessel Traffic Systems*, The Journal of Navigation vol. 31, nr 1/1978.
3. Gajek L., Kałuszka M., *Wnioskowanie statystyczne*, WNT, Warszawa 1996.
4. Józwiak J., Podgórski J., *Statystyka od podstaw*, PWE, Warszawa 1995.
5. Kasyk L., *Prawdopodobieństwo uniknięcia sytuacji kolizyjnej na projektowanej przeprawie promowej Police – Święta, w różnych modelach probabilistycznych*, Zeszyty Naukowe nr 70, WSM Szczecin 2003.

*Wpłynęło do redakcji w lutym 2004 r.*

## **Recenzenci**

dr inż. kpt.ż.w. Zbigniew Burciu, prof. AM  
dr hab. inż. Roman Śmierchalski, prof. AM

## **Adres Autora**

dr Lech Kasyk  
Akademia Morska w Szczecinie  
Zakład Matematyki  
ul. Wały Chrobrego 1-2, 70-500 Szczecin  
tel. 48 09 370