

Waldemar Kostrzewa, Katarzyna Gawdzińska
Cezary Behrendt, Stefan Berczyński
Akademia Morska w Szczecinie

OKREŚLENIE CZĘSTOŚCI I LICZBY WYSTĘPOWANIA USZKODZEŃ SYSTEMÓW CHŁODNICZYCH JEDNOSTEK RYBACKICH

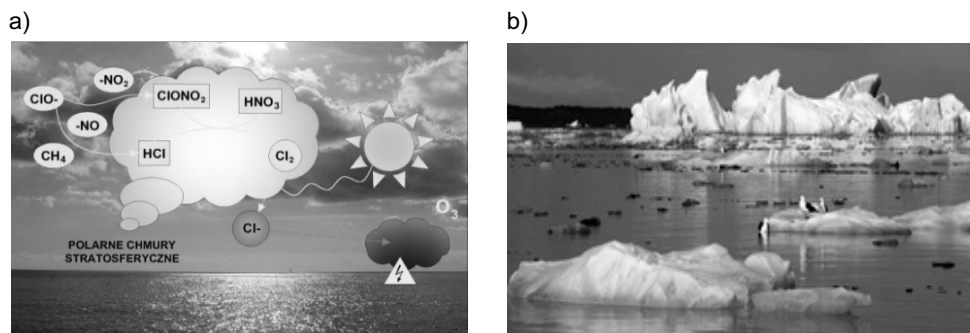
Stosowanie urządzeń, instalacji, osprzętu przeznaczonych do chłodnictwa wymaga doświadczenia i umiejętności ich eksploatacji. Właściwą eksploatację urządzeń chłodniczych z minimalną liczbą awarii zapewnia wykwalifikowana obsługa oraz stosowanie materiałów i elementów wyposażenia odpowiedniej jakości. Jednak mimo stałego wzrostu niezawodności systemów chłodniczych nie sposób zapobiec wszystkim uszkodzeniom. Należy więc odpowiednio prognozować ich powstawanie, aby uniknąć sytuacji, w których uszkodzenie wpłynie na zahamowanie pracy całego obiektu i zanieczyszczenie środowiska, np. poprzez wyciek czynnika chłodniczego. W artykule przedstawiono oddziaływanie czynnika chłodniczego na atmosferę ziemską, uszkodzenia elementów systemów chłodniczych kutrów rybackich (w latach 2007–2011) i jednoczynnikową analizę wariancji służącą do opisu tych uszkodzeń z podziałem na dwa typy kutrów.

Słowa kluczowe: kutry, uszkodzenia systemów chłodniczych, jednoczynnikowa analiza wariancji.

WSTĘP

Ozon w górnej warstwie atmosfery (ozonosfera) chroni nas przed szkodliwym promieniowaniem ultrafioletowym. Jest wykorzystywany między innymi do dezynfekcji wody, ścieków, bielenia olejów, wosków, skrobi, a także jako utleniacz w silnikach promów kosmicznych. W praktyce chłodniczej ozonowanie stosuje się do zapobiegania rozwojowi mikroorganizmów w komorach chłodniczych [7, 11].

Od kilkudziesięciu lat obserwuje się znaczny spadek zawartości ozonu w warstwie ochronnej Ziemi (rys. 1). Główną przyczyną tego zjawiska jest pojawienie się w atmosferze dużych ilości związków chlorofluorowęglowych (freonów) i związków azotu stanowiących tzw. gazy cieplarniane [5, 11–12]. Obecnie ocenia się, że człowiek zniszczył już ok. 5% całej warstwy ozonowej. Występowanie w atmosferze gazów cieplarnianych umożliwia życie na naszej planecie (bez nich temperatura spadłaby znacznie poniżej zera). Jednak pod wpływem rosnącej temperatury, spowodowanej między innymi wyciekami czynników chłodniczych oraz złą gospodarką energetyczną, następuje zmniejszenie koncentracji ozonu w ozonosferze (dziura ozonowa – rys. 1a), nadmierne topnienie lądolodów (rys. 1b) i wybuchy ozonu (który jest gazem niestabilnym) przy obecności pierwiastków, takich jak wodór, żelazo, miedź i chrom.



Rys. 1. Spadek zawartości ozonu w warstwie ochronnej Ziemi: a) reakcje chemiczne zachodzące w polarnych chmurach stratosferycznych prowadzące do tworzenia się groźnych rodników chloru Cl [13] i ich efekt, b) topnienie lądolodów w wyniku powiększenia się dziury ozonowej [8]

Fig. 1. Decrease of ozone in Earth's protective layer: a) chemical reactions taking place in polar stratospheric clouds leading to the formation of dangerous chlorine radicals Cl [13], and their effect, b) melting of ice sheets due to enlargements of the ozone hole [8]

Dziura ozonowa powstaje wskutek niszczenia warstwy ozonowej przez związki chemiczne, zwane freonami. Pod wpływem promieniowania ultrafioletowego freony ulegają fotolizie (rys. 1a), w wyniku czego uwalniane zostają atomy chloru:



Chlor wchodzi w reakcję z ozonem, tworząc aktywny tlenek chloru oraz tlen:



Następnie reakcja dwóch cząsteczek tlenku chloru prowadzi do powstania cząsteczki dwutlenku chloru (ClO_2) oraz uwolnienia kolejnego atomu chloru, który wchodzi w reakcję z cząsteczką ozonu:



Dwutlenek chloru może ulegać również rozpadowi na atom chloru i cząsteczkę tlenu:



Przedstawione powyżej reakcje przebiegają aż do całkowitego wyczerpania się cząsteczek ozonu lub do momentu usunięcia chloru wskutek innych reakcji chemicznych. Ocenia się, że roczne tempo spadku zawartości ozonu wynosi poniżej 0,2% w okolicach równika oraz od 0,4 do 0,8% w umiarkowanych szerokościach geograficznych [7, 8]. Może to powodować podniesienie się poziomu wód morskich i zalanie wielu położonych nisko nad poziomem morza terenów, które należą do najgęściej zaludnionych obszarów. W efekcie ocieplenia nastąpi wzrost temperatury zarówno zimą, jak i latem, co przyczyni się do zwiększenia ilości promieniowania ultrafioletowego niszczącego chlorofil u roślin, zmian klimatycznych, ograniczenia rozwoju fitoplanktonu w oceanach, wzrostu liczby zachorowań na raka skóry oraz chorób oczu u ludzi i zwierząt.

Polska flota rybacka operująca na Bałtyku oparta na polskich portach charakteryzuje się dużą różnorodnością jednostek i ich wieku. W trakcie długoletniej eksploatacji jednostki te poddano modernizacji szczególnie pod względem systemów instalacji chłodniczych. Systemy chłodnicze kutrów charakteryzują się dużą różnorodnością rozwiązań konstrukcyjnych, czynników chłodzących oraz urządzeń i armatury dostarczanej przez różne firmy. Na kutrach spotykane są dwa rodzaje chłodzonych ładowni: suche, w których ryby przechowywane są w pojemnikach, a instalacja chłodnicza zapewnia utrzymanie temperatury poniżej 0°C (rys. 2a), oraz ładownie mokre, w których ryby są przechowywane w schłodzonej wodzie morskiej o temperaturze ok. 0°C . System chłodniczy zapewnia schłodzenie wody cyrkulującej w obiegu zamkniętym (rys. 2b i 2c).

Modyfikacja systemów chłodniczych, a nawet wymiana na nowe jest spowodowana nie tylko ich złym stanem technicznym, ale również koniecznością stosowania nowych proekologicznych czynników chłodniczych. Duża liczba urządzeń chłodniczych stosowanych w Polsce i na świecie wpływa niekorzystnie na warstwę ozonową i tworzenie się efektu cieplarnianego.

a)



b)



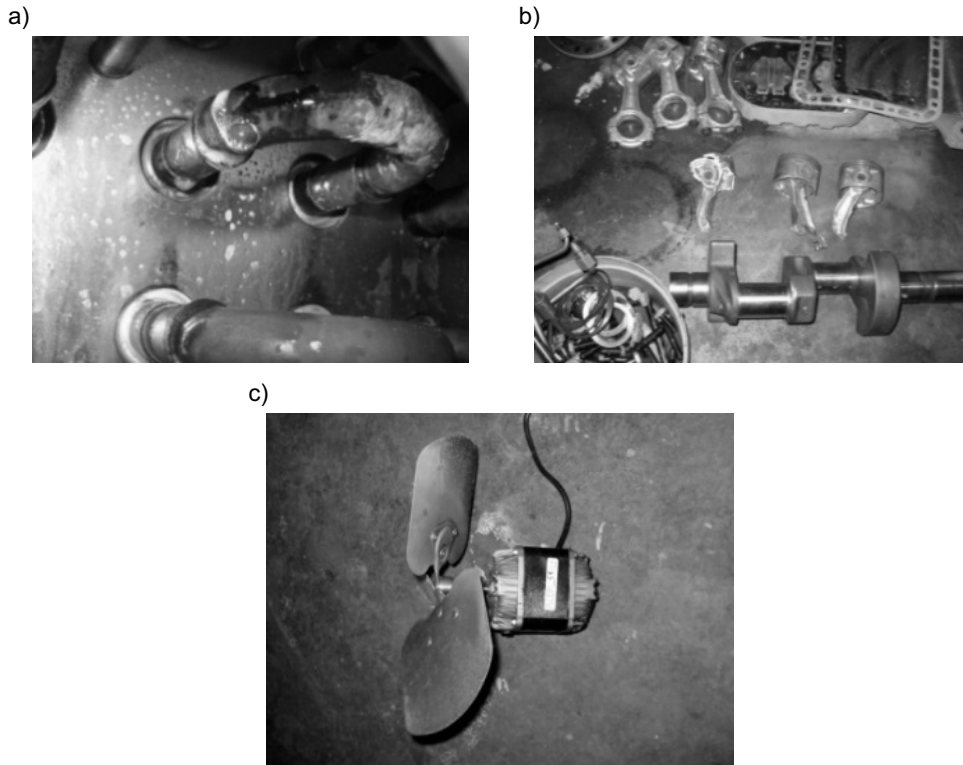
c)



Rys. 2. Widok ładowni: a) suchej kutra rybackiego, b) mokrej kutra rybackiego oraz c) część instalacji rozprowadzania wody schłodzonej na kutrze rybackim [8]

Fig. 2. View of a hold: a) dry on a fishing boat, b) wet on a fishing boat, and c) part of the installation distributing chilled water on a fishing boat [8]

Wieloletnia eksploatacja systemów chłodniczych jednostek rybackich wpływa na częste ich uszkodzenia spowodowane nieszczelnością instalacji chłodniczych (rys. 3), uszkodzeniem agregatów chłodniczych, skraplaczy, parowaczy, wentylatorów i pomp [1–4, 10], automatyki sterującej i zabezpieczającej agregaty oraz zniszczenia wyposażenia dodatkowego układów, np. uszkodzenia instalacji alarmowych komory chłodniczej [1–4, 6, 8, 10, 13].



Rys. 3. Przykłady uszkodzeń elementów systemów chłodniczych: a) nieszczelność systemu chłodniczego i związany z nią wyciek czynnika chłodniczego, b) uszkodzenia sprężarki, c) uszkodzenie wentylatora [6]

Fig. 3. Examples of damage to components of cooling systems: a) the refrigerant system's leak and associated leakage of refrigerant, b) damage to the compressor, c) damage to the fan [6]

Przyczyną uszkodzeń bywa również nieład w systemach chłodniczych spowodowany prowizorycznymi naprawami, przeróbkami, instalowaniem nowych urządzeń, często montowanych w pośpiechu i bez użycia właściwych narzędzi. Naprawy te są najczęściej konsekwencją bezpośrednich uszkodzeń podczas eksploatacji jednostek rybackich. Do uszkodzeń systemów chłodniczych jednostek rybackich może dochodzić również w wyniku eksploatacji przez niewykwalifikowany personel. Dotyczy to szczególnie nowych jednostek posiadających nowoczesny (często skomplikowany) system chłodniczy z preferowanymi czynnikami

chłodniczymi bezpiecznymi ze względu na ochronę środowiska naturalnego. Dlatego tak ważna jest wiarygodna analiza przyczyn uszkodzeń systemów chłodniczych jednostek rybackich, prognozowanie w celu ograniczenia uszkodzeń, zapobieganie im przez ciągłą kontrolę, wiarygodne określanie przyczyn ich powstawania. Niezbędne jest to nie tylko z punktu widzenia ochrony środowiska, w którym pracują kutry rybackie, ale także w celu uniknięcia sytuacji, w których uszkodzenia systemów chłodniczych wpłyną na ograniczenie pracy całego obiektu.

W artykule przedstawiono jednoczynnikową analizę wariancji służącą do opisu uszkodzeń elementów systemów chłodniczych kutrów rybackich (w latach 2007–2011) z podziałem na dwa typy kutrów.

1. DANE DOTYCZĄCE USZKODZEŃ ELEMENTÓW SYSTEMÓW CHŁODNICZYCH KUTRÓW RYBACKICH

Uszkodzenia elementów systemów chłodniczych kutrów rybackich podzielono na siedem głównych kategorii [3, 6, 8, 9]:

- 1) nieszczelności systemów chłodniczych i związane z nimi wycieki czynnika chłodniczego;
- 2) uszkodzenia sprężarek systemów chłodniczych;
- 3) uszkodzenia wymienników ciepła (skraplaczy i parowników);
- 4) uszkodzenia układów sterowania;
- 5) uszkodzenia wentylatorów i pomp;
- 6) uszkodzenia pomp wody, solanki i oleju;
- 7) uszkodzenia układów odszraniania.

Przeprowadzono badania na podstawie danych zgromadzonych w latach 2007–2011. Zebrano i oszacowano 235 uszkodzeń systemów chłodniczych, 25 kutrów floty rybackiej z terenów Polski rozmieszczonych w portach zachodniego, środkowego i wschodniego wybrzeża (tab. 1–2).

Analizie poddano dwa typy kutrów, przyjmując za kryterium podziału rodzaj stosowanego czynnika chłodniczego:

- kutry oznaczone w tym artykule jako **X** stanowią jednostki wyposażone we wspomniane wcześniej systemy chłodnicze z suchymi ładowniami, na których jest używany czynnik chłodniczy z grupy HCFC lub CFC. Na 16 kutrach tego typu zarejestrowano 123 uszkodzenia (tab. 1);
- kutry oznaczone jako **Y** – to kutry wyposażone w systemy chłodnicze z mokrymi ładowniami, w których systemy chłodnicze są przystosowane do używania czynników chłodniczych zamiennych dla HCFC oraz CFC. Na analizowanych 9 kutrach typu Y łącznie zarejestrowano 112 uszkodzeń (tab. 2)

Tabela 1. Liczba uszkodzeń elementów systemów chłodniczych z podziałem na siedem kategorii dla jednostek typu X w latach 2007–2011 [8, 9]*Table 1.* Total amount of damage to the components of refrigeration systems divided into seven categories for units of type X in 2007–2011 [8, 9]

| Kategoria uszkodzeń | Lata | | | | | Razem |
|---------------------|------------------|------|------|------|---------|-------|
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | |
| | Liczba uszkodzeń | | | | | |
| 1 | 6 | 6 | 7 | 10 | 10 | 39 |
| 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 8 | 29 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| 4 | 5 | 2 | 4 | 5 | 7 | 23 |
| 5 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 11 |
| 6 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 4 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| | | | | | Łącznie | 123 |

Tabela 2. Liczba uszkodzeń elementów systemów chłodniczych z podziałem na siedem kategorii dla jednostek typu Y w latach 2007–2011 [8, 9]*Table 2.* Total amount of damage to the components of refrigeration systems divided into seven categories for units of type Y in 2007–2011 [8, 9]

| Kategoria uszkodzeń | Lata | | | | | Razem |
|---------------------|------------------|------|------|------|---------|-------|
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | |
| | Liczba uszkodzeń | | | | | |
| 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 9 |
| 2 | 6 | 5 | 5 | 6 | 7 | 29 |
| 3 | 3 | 4 | 4 | 2 | 5 | 18 |
| 4 | 8 | 8 | 6 | 7 | 7 | 36 |
| 5 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 13 |
| 6 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 4 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| | | | | | Łącznie | 112 |

2. JEDNOCZYNNIKOWA ANALIZA WARIANCJI USZKODZEŃ SYSTEMÓW CHŁODNICZYCH JEDNOSTEK RYBACKICH

W opracowaniu zaproponowano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA), służącą do badania wpływu zmiennych niezależnych (czynników) na zmienną zależną, w celu wyjaśnienia, z jakim prawdopodobieństwem wyodrębnione czynniki mogą być powodem różnic między obserwowanymi średnimi grupowymi. Zastosowano tę analizę, ponieważ w rozpatrywanym przypadku zmienna niezależna składa się z więcej niż dwóch zbliżonych do siebie (podobnych) grup: rodzaj kutra, kategoria uszkodzeń i lata występowania [14]. Natomiast zmienne zależne (liczba

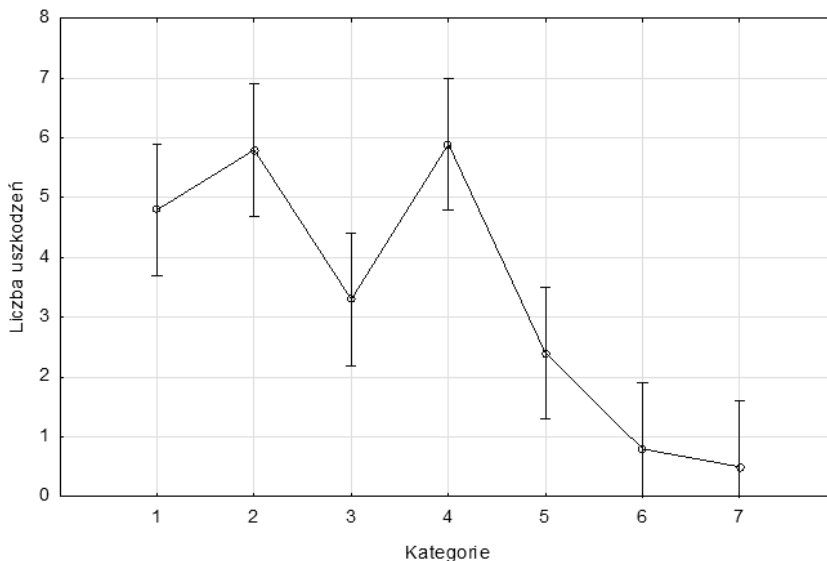
uszkodzeń i częstość uszkodzeń) mają charakter ilościowy, a ich rozkład jest zbliżony do normalnego. Sprawdzono założenie: czy zmienne niezależne różnicują zmienne dotyczące liczby uszkodzeń oraz częstości uszkodzeń. Czynnikiem klasyfikującym wykorzystanym w tej analizie były: rok, kategoria uszkodzenia oraz rodzaj kutra. Badano hipotezy, że średnie liczby uszkodzeń lub średnie częstości uszkodzeń są równe w poszczególnych grupach zmiennej niezależnej. Poniżej przedstawiono wyniki tych testów.

Test dla zmiennej: liczba uszkodzeń systemów chłodniczych jednostek rybackich w poszczególnych kategoriach:

$H_0: m_1 = m_2 = \dots = m_7$, wobec hipotezy alternatywnej;

H_1 : nie wszystkie m równe.

Wartość statystyki sprawdzającej oraz krytyczny poziom prawdopodobieństwa p przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Analiza ANOVA dla zmiennej: liczba uszkodzeń względem kategorii uszkodzeń systemów chłodniczych jednostek rybackich

Fig. 4. ANOVA for the variable number of defects in relation to categories of damages of refrigeration systems of fishing vessels

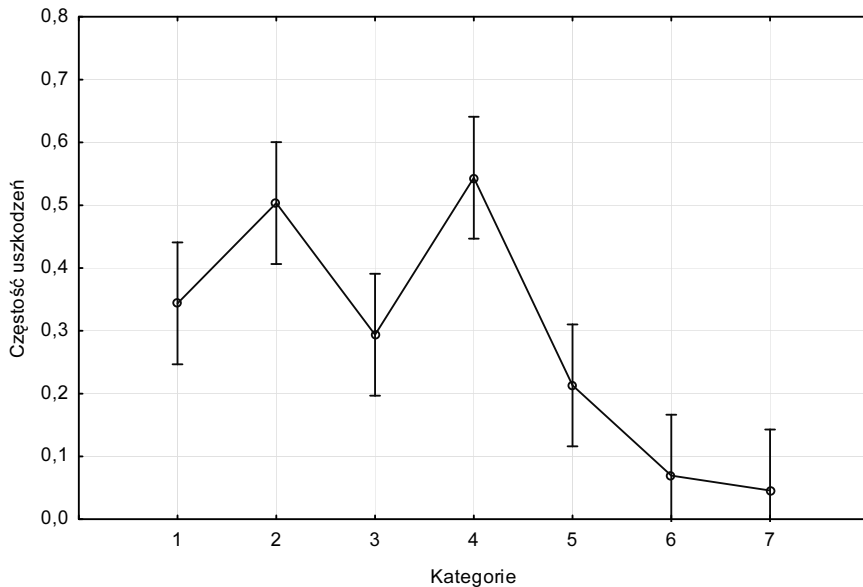
Na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ odrzucono hipotezę zerową o równości średnich, czyli zmienna: kategoria uszkodzeń różnicuje liczbę uszkodzeń i widać, że największe są średnie liczby uszkodzeń dla kategorii 2 oraz 4, natomiast najmniejsze dla kategorii 6 oraz 7.

Test dla zmiennej: częstość uszkodzeń w poszczególnych kategoriach:

$H_0: m_{c1} = m_{c2} = \dots = m_{c7}$ wobec hipotezy alternatywnej;

H_1 : nie wszystkie m równe.

Wartość statystyki sprawdzającej oraz krytyczny poziom prawdopodobieństwa p przedstawiono na rysunku 5. Na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ odrzucono hipotezę zerową o równości średnich, czyli zmienna: kategoria uszkodzeń różnicuje częstość uszkodzeń i widać, że największe są średnie częstości uszkodzeń dla kategorii 2 oraz 4, natomiast najmniejsze dla kategorii 6 oraz 7. Analizę wariancji dla zmiennej: częstość uszkodzeń względem kategorii uszkodzeń systemów chłodniczych jednostek rybackich pokazano również na rysunku 5.



Rys. 5. Analiza ANOVA dla zmiennej: częstość uszkodzeń względem kategorii uszkodzeń systemów chłodniczych jednostek rybackich

Fig. 5. ANOVA for the variable frequency of damages in relation to categories of damages of refrigeration systems of fishing vessels

Test dla zmiennej: liczba uszkodzeń w poszczególnych latach:

H_0 : $m_1 = m_2 = \dots = m_5$ wobec hipotezy alternatywnej;

H_1 : nie wszystkie m równe.

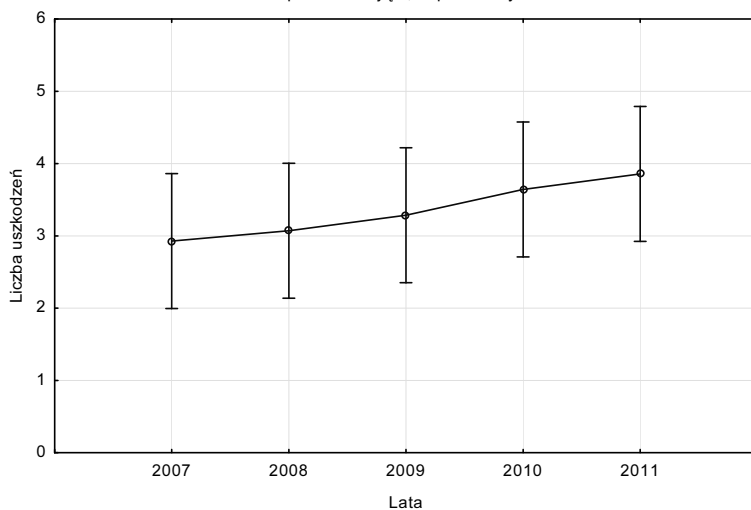
Wartość statystyki sprawdzającej oraz krytyczny poziom prawdopodobieństwa p przedstawiono na rysunku 6.

Na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ brakuje podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o równości średnich, czyli zmienna: lata nie różnicuje liczby uszkodzeń.

Test dla zmiennej: częstość uszkodzeń w poszczególnych latach:

H_0 : $m_{c1} = m_{c2} = \dots = m_{c5}$ wobec hipotezy alternatywnej;

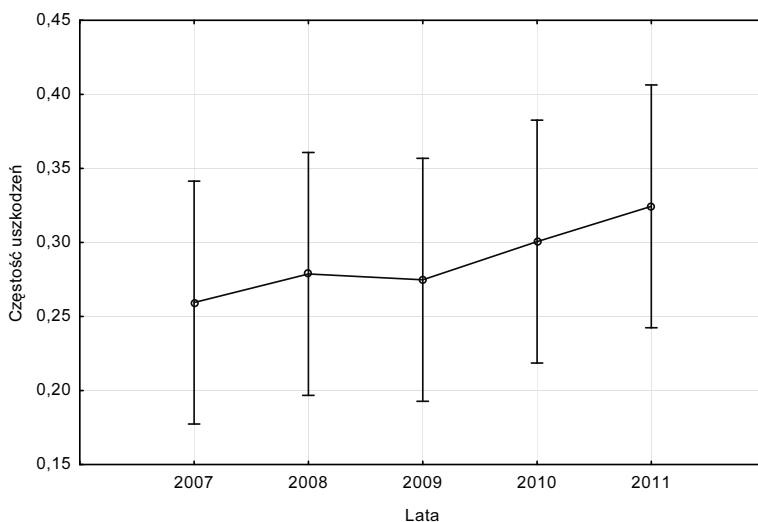
H_1 : nie wszystkie m równe.



Rys. 6. Analiza ANOVA dla zmiennej: liczba uszkodzeń względem zmiennej niezależnej; lata 2007–2011

Fig. 6. ANOVA for the variable number of defects in relation to the independent variable; years 2007–2011

Wartość statystyki sprawdzającej oraz krytyczny poziom prawdopodobieństwa p przedstawiono na rysunku 7.



Rys. 7. Analiza ANOVA dla zmiennej: częstość uszkodzeń względem zmiennej niezależnej; lata 2007–2011

Fig. 7. ANOVA for the variable incidence of damage in relation to the independent variable; years 2007–2011

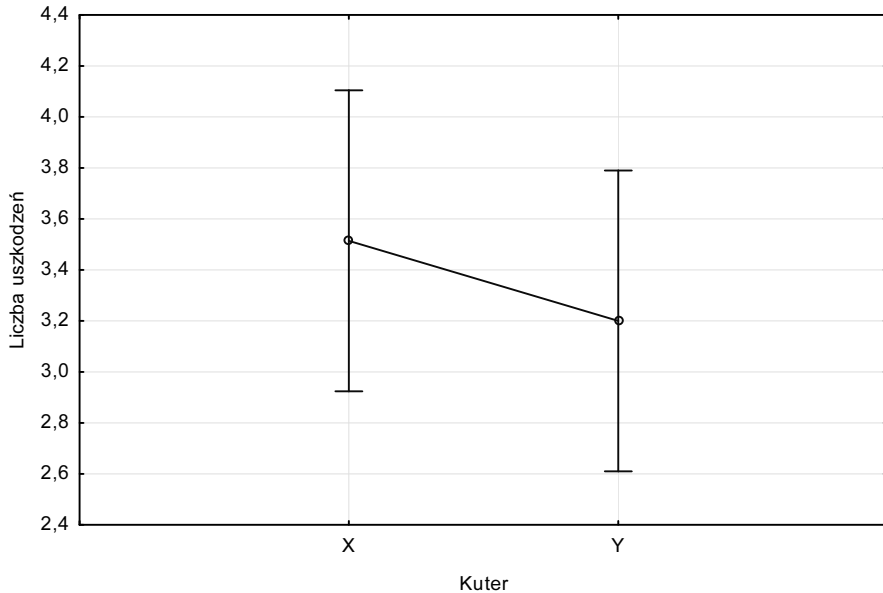
Na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ brakuje podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o równości średnich, czyli zmienna: lata nie różnicuje częstości uszkodzeń.

Test dla zmiennej: liczba uszkodzeń dla poszczególnych jednostek:

$H_0: m_1 = m_2$ wobec hipotezy alternatywnej;

$H_1: m_1 \neq m_2$.

Wartość statystyki sprawdzającej oraz krytyczny poziom prawdopodobieństwa p przedstawiono na rysunku 8.



Rys. 8. Analiza ANOVA dla zmiennej: liczba uszkodzeń względem rodzaju jednostki

Fig. 8. ANOVA for the variable number of defects in relation to the type of unit

Na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ odrzucono hipotezę zerową o równości średnich, czyli zmienna: rodzaj kutra różnicuje liczbę uszkodzeń i widać, że większa jest liczba uszkodzeń na kutrach X.

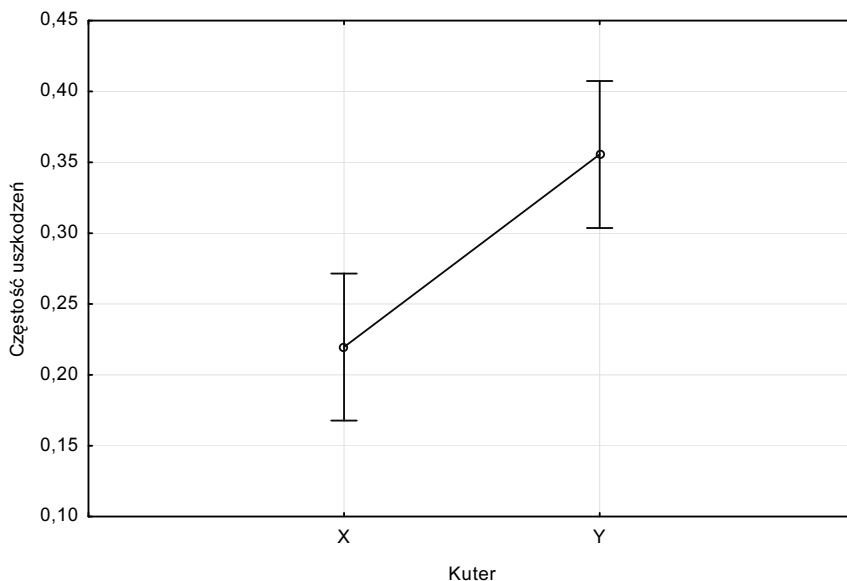
Test dla zmiennej: częstość uszkodzeń dla poszczególnych kutrów:

$H_0: m_{c1} = m_{c2}$ wobec hipotezy alternatywnej;

$H_1: m_{c1} \neq m_{c2}$.

Wartość statystyki sprawdzającej oraz krytyczny poziom prawdopodobieństwa p przedstawiono na rysunku 9.

Na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ odrzucono hipotezę zerową o równości średnich, czyli zmienna: rodzaj jednostki różnicuje częstość uszkodzeń i widać, że większa jest częstość uszkodzeń na jednostkach typu Y.



Rys. 9. Analiza ANOVA dla zmiennej: częstość uszkodzeń względem rodzaju jednostki

Fig. 9. ANOVA for the variable incidence of damage in relation to the type of unit

PODSUMOWANIE

Artykuł stanowi podsumowanie części przeprowadzonych w latach 2007–2013, kompleksowych badań systemów energetycznych jednostek rybackich [8, 9, 13]. Ze względu na ważność niezawodnej pracy systemów chłodniczych, głównie dla zapewnienia wymaganej jakości przewożonych złowionych ryb, postanowiono skoncentrować się na analizie uszkodzeń tych systemów. Znaczący wpływ na podjęcie tematu pracy miało również to, że w przypadku uszkodzeń systemów chłodniczych jednostek rybackich w większości przypadków dochodzi do zanieczyszczenia środowiska morskiego czynnikami chłodniczymi [14]. Z badań statystycznych przy zastosowaniu jednoczynnikowej analizy wariancji wynika, że zmienna: częstość uszkodzeń nie zależy od roku, natomiast zależy od kategorii uszkodzeń i od rodzaju jednostki. Dodatkowo wskazano, że liczba uszkodzeń systemów chłodniczych jednostek rybackich nie zależy od roku, natomiast zależy od kategorii uszkodzeń oraz od rodzaju jednostki.

Przedstawioną analizę można zastosować przy sporządzaniu wytycznych eksploatacyjnych dla załóg jednostek rybackich, a jej wyniki mogą być wykorzystane przez okrętowe biura konstrukcyjne sporządzające projekty modernizacji lub do budowy nowych jednostek. To niewątpliwie może się przyczynić do poprawy jakości pracy systemów chłodniczych na tych jednostkach, a także wpłynąć na ochronę środowiska.

LITERATURA

1. Bach H., Baumgarth S. i inni, *Regelungstechnik in der Versorgungstechnik*, C.F. Mueller, Karlsruhe 2001.
2. Bejger A., Piasecki T., *Technical problems of mud pumps on ultra deepwater drilling rigs scientific*, Journals of the Maritime University of Szczecin, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie, 2013, nr 36(108), pp. 13–16.
3. Busweiler U., *Air coditioning with a combination of radiant cooling, displacement ventilation, and desiccant cooling*, ASHRAE Transaction, 2003, vol. 99, pp. 503–510.
4. Chybowski L., Gawdzińska K., Ślesicki O., Patejuk K., Nowosad G., *An engine room simulator as an educational tool for marine engineers relating to explosion and fire prevention of marine diesel engines*, Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin, 2015, no. 43(115), pp. 15–21.
5. Kalinowski K., *Zimno niedoskonałe. Ucieczka czynnika z urządzenia chłodniczego – zapobieganie i skutki*, Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna, 2003, nr 2, s. 67–69.
6. Kędzierska K., *Ocena prawdopodobieństwa uszkodzeń prowadzących do emisji węglowodorków z urządzeń chłodniczych na podstawie danych statystycznych*, praca doktorska, ZUT, Wydział Techniki Morskiej i Transportu, Szczecin 2011.
7. Konsor-Osmęda K., *Wdrażanie systemu napelnienia, kontroli i testowania urządzeń chłodniczych z czynnikami HC*, Chłodnictwo i Klimatyzacja, 2010, nr 4, s. 52–53.
8. Kostrzewa W., *Analiza uszkodzeń systemów chłodniczych jednostek rybackich*, Akademia Morska w Szczecinie, rozprawa doktorska, niepublikowana, Szczecin 2015.
9. Kostrzewa W., Gucma M., *Ocena prawdopodobieństwa występowania uszkodzeń systemów chłodniczych jednostek rybackich*, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, 2014, nr 83, s. 75–80.
10. Krile S., Krile-Cvitanović M., Chybowski L., *Optimal water supply related to water production capabilities on board*, 7th International Conference on Maritime Transport, Barcelona 2016, vol. VII, pp. 290–299.
11. Malicki M., *Wentylacja i klimatyzacja*, PWN, Warszawa 1980.
12. PN-EN 378. *Instalacje węglowodorkowe i pompy ciepła. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska*.
13. Raport z projektu: *Opracowanie wytycznych do modernizacji jednostek rybackich w aspekcie zmniejszenia nakładów energetycznych i oddziaływania na środowisko*, Sektorowy Program Operacyjny „Rybołówstwo i przetwórstwo ryb 2004–2006”, projekt współfinansowany przez Unię Europejską z Instrumentu Finansowego Wspierania Rybołówstwa (2006–2007).
14. Sobczyk M., *Statystyka*, PWN, Warszawa 1994.

DEFINITION OF FREQUENCY AND NUMBER OF OCCURRENCE OF FISHING VESSEL'S COOLING SYSTEM DAMAGES

Summary

The use of equipment, installations, fittings designated for refrigeration requires experience and skills in their operation. Proper exploitation of cooling equipment with minimum number of breakdowns is provided by qualified staff and the use of materials and fittings of sufficient quality. However, despite

the steady increase in the reliability of cooling systems, it is impossible to prevent every damage. Therefore, their formation should be properly predicted to avoid situations in which the damage will affect the inhibition of the entire facility and pollute the environment, eg. by leakage of refrigerant. The article presents how the refrigerant influences the atmosphere of the Earth, damages of fishing vessel's cooling systems (2007–2011) and ANOVA used in description of this damages divided into two types of fishing boats.

Keywords: *fishing boat, damages of cooling systems, ANOVA.*