

Magdalena Mazurkiewicz
Akademia Morska w Gdyni

METODY OCENY NIEZAWODNOŚCI PSYCHOFIZYCZNEJ KOORDYNATORA AKCJI SAR PRACUJĄCEGO W STRESIE

Streszczenie: Sukces akcji SAR jest determinowany przez wiele czynników, tj. warunki zewnętrzne, charakter wypadku oraz czynnik ludzki. Zasadniczym elementem systemu SAR jest koordynator akcji, którego celem działania jest zebranie odpowiednich informacji i prawidłowe zaplanowanie przebiegu akcji. Dla zrealizowania tak postawionych celów koordynator powinien podejmować decyzje oraz działania z jak największą starannością i efektywnością. W artykule przedstawiono wpływ postawy, wiedzy i doświadczenia koordynatora na jego niezawodność w procesie planowania akcji. Dodatkowym parametrem wpływającym na sprawność koordynatora jest stres, którego oddziaływanie przeanalizowano za pomocą dostępnymi metod oceny niezawodności.

Słowa kluczowe: niezawodność koordynatora, czynnik ludzki, bezpieczeństwo

1. WSTĘP

Akcje ratownicze na morzu są stałym elementem działań związanym z transportem morskim. Współczesna konstrukcja, wyposażenie oraz metody eksploatacji statków morskich w powiązaniu z warunkami hydrometeorologicznymi generują zagrożenia, których skutkiem są wypadki morskie. Konieczne jest więc utrzymywanie systemu ratownictwa i poszukiwania w ciągłej gotowości do podjęcia działań ratowniczych.

System ratownictwa morskiego można podzielić ze względu na formę działania na dwie grupy funkcjonalne: część zarządzającą i część wykonawczą. Pierwszą z nich stanowi Morskie Centrum Koordynacyjne, którego celem jest przygotowanie akcji SAR oraz nadzór nad prowadzonymi działaniami ratowniczymi, natomiast drugą stanowią jednostki ratownicze bezpośrednio wykonujące działania poszukiwania i ratownictwa.

Zasadniczym elementem procesu realizacji akcji SAR jest przygotowanie jej planu oraz przydzielenie zadań jednostkom ratowniczym. Ten element akcji jest realizowany bezpośrednio przez Koordynatora Akcji SAR (SMC - SAR Mission Coordinator).

Świadomość odpowiedzialności za decyzje podejmowane w czasie planowania akcji SAR oraz presja czasu wywołują stres koordynatora akcji. Zbyt duży poziom stresu i

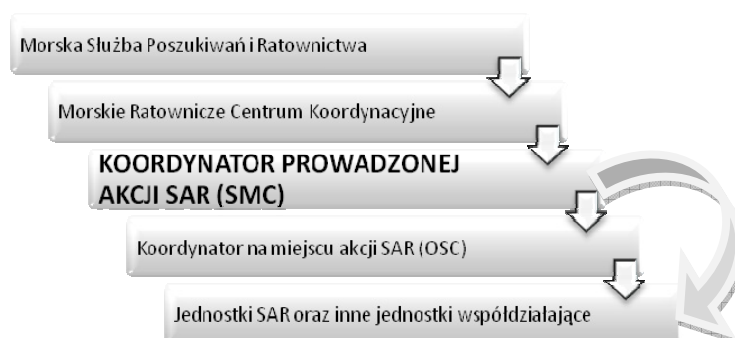
obciążenie może wywołać apatię lub panikę. Oba te czynniki ograniczają możliwości percepcji oraz logicznej i sprawnej oceny sytuacji, co przyczynia się do podejmowania błędnych decyzji zmniejszających skuteczność akcji SAR.

Podczas prowadzenia akcji SAR koordynator może być oceniany za pracę zgodną z wymogami, procedurami i schematami poszukiwań, jak również za osiągnięte rezultaty czyli ratowanie życia ludzkiego, mienia oraz ratownictwo ekologiczne. Sytuacje stresowe w największym i najbardziej widocznym stopniu występują właśnie w pracach typu operatorskiego powodując powstawanie błędów i obniżając sprawność psychofizyczną człowieka.

2. AKCJA SAR Z PUNKTU WIDZENIA KOORDYNATORA

Głównym ośrodkiem nadzorującym, planującym i koordynującym wszystkie poczynania ratownicze, w naszej strefie jest Morskie Ratownicze Centrum Koordynacyjne. Priorytetowym celem akcji ratowniczej jest uratowanie rozbitków, jakkolwiek ta sytuacja nie może spowodować bezpośredniego zagrożenia dla ratowników i jednostek ratowniczych.

Ogólny schemat organizacji koordynacji akcji SAR kształtuje się w następujący sposób:



Rys. 1. Schemat organizacji koordynacji akcji SAR, opracowanie własne na podstawie [3]

Sukces akcji SAR zależy od szybkości przeprowadzania kolejnych etapów operacji ratowniczych. Szybka i dokładna analiza informacji o wypadku pozwala na dobranie odpowiednich parametrów akcji i tym samym efektywne jej przeprowadzenie. Realizacja każdego etapu jest determinowana podejmowanymi decyzjami koordynatora. Brak lub błąd decyzji skutkują niezrealizowaniem poszczególnych etapów i tym samym mogą spowodować niepowodzenie akcji SAR.

Akcję ratowniczą na morzu można podzielić na pięć etapów decyzyjnych [3]:

1. Ostrzeżenie,
2. Akcja początkowa,
3. Planowanie akcji,
4. Działanie operacyjne,
5. Zakończenie akcji,

Planowanie poszukiwań powinno przede wszystkim polegać na szybkiej i rzeczowej ocenie sytuacji poprzez uzyskanie jak największej liczby sprawdzonych informacji.

Podczas dokonywania wyborów jednostek ratowniczych, sposobu poszukiwania i prowadzenia akcji SMC kieruje się zdobytymi informacjami. Dopóki koordynowanie akcją odbywa się w warunkach pewności, kiedy znane są wszystkie możliwe konsekwencje wariantów decyzyjnych, wybór optymalnej opcji sprowadza się do doboru decyzji przynoszącej największe korzyści. Sytuacja jednak zmienia się diametralnie gdy koordynator musi działać w sytuacji ryzyka (stresu) i/lub niepewności (niepełnej informacji), co znacząco wpływa na jego sprawność psychofizyczną i podejmowanie decyzji.

3. DZIAŁANIE W WARUNKACH STRESU

Stany napięcia emocjonalnego obniżają sprawne działanie człowieka i najczęściej powodują powstawanie błędów. Stan stresu w kontekście analizy sprawności psychofizycznej koordynatora rozumiany będzie jako napięcie emocjonalne wywołane bodźcami związanymi z zagrożeniem, ryzykiem, niepełną i niepewną informacją. Praca w stresie często utrudnia a nawet uniemożliwia człowiekowi wykonywanie zamierzonych zadań, gdyż subiektywne stany lęku powodują trudne do przewidzenia konsekwencje. Czasem jednak strach uruchamia konstruktywne działanie w sytuacji trudnej, ryzykownej.

Koordynator (SMC) podejmując decyzje dotyczące prowadzenia akcji SAR podejmuje ryzyko podjęcia błędnej decyzji, która może zaważyć na sukcesie akcji.

Decyzja o podjęciu ryzyka przez koordynatora akcji podejmowana jest w oparciu o sygnał informujący o występującym zagrożeniu lub potencjalnym zagrożeniu życia na morzu.

Różne osoby mają różny stosunek do ryzyka, co odzwierciedla pewien aspekt psychologiczny mający bezpośredni wpływ na akcję ratowniczą.

Można wyróżnić trzy postawy względem ryzyka [1]:

1. niechęć, awersja do ryzyka, asekurant – koordynator akcji minimalizuje ryzyko utraty życia lub zdrowia ratowników kosztem ratowanych – rozbitków.
2. obojętność (neutralność) względem ryzyka – koordynator podejmując decyzję ma neutralny stosunek do ryzyka utraty życia lub zdrowia ponoszonego przez ratowników jak i ratowanych.
3. skłonność do ryzyka – koordynator akcji poniesie wszelkie koszty - ryzyko w celu uratowania rozbitków.

W sytuacjach, w których istnieje niepewność zajścia zdarzeń możliwe jest również wprowadzenie kryteriów decyzji. Niepewność oznacza często sytuację, w której koordynator zna możliwe konsekwencje podjętych działań nie zna jednak prawdopodobieństw ich zajścia. W istocie w sytuacjach, w których podejmowane są decyzje, może być właśnie tak, że koordynator rozważa różne potencjalne scenariusze, nie jest jednak w stanie określić jakie jest prawdopodobieństwo ich zajścia. W takim przypadku proponowane są różne scenariusze zachowań oraz kryteria podejmowania decyzji:

1. kryterium pesymizmu - mówi, że jaką decyzję by się nie podjęło, to zawsze spotka nas to co najgorsze. Stąd dla każdej możliwej decyzji należy sprawdzić, jaka jest jej najgorsza konsekwencja, a następnie wybrać tę decyzję, dla której ta konsekwencja jest najlepsza. W akcjach ratowniczych najgorszą konsekwencją jest nie znalezienie rozbitków lub znalezienie ich martwych,
 2. kryterium optymizmu - mówi, że jaką decyzję by się nie podjęło, to zawsze spotka nas to co najlepsze. Stąd dla każdej możliwej decyzji należy sprawdzić, jaka jest jej najlepsza konsekwencja, a następnie wybrać tę spośród nich, która jest najlepsza. W akcjach ratowniczych najlepszym rozwiązaniem jest znalezienie jak największej liczby żywych rozbitków,
 3. kryterium racjonalności (Laplace'a) - mówi, że jeżeli nie wiadomo, jakie są prawdopodobieństwa odpowiednich stanów natury, to należy przyjąć, że są sobie równe i wybrać tę decyzję, która ma największą oczekiwaną użyteczność, czyli maksymalną liczbę żywych rozbitków w danych warunkach,
 4. kryterium rozczarowania - mówi, że należy podjąć tę decyzję, z której wyborem wiąże się najmniejsze potencjalne rozczarowanie. W tym celu należy skonstruować macierz rozczarowań czyli nieudanych scenariuszy akcji.
Zastosowanie powyższych kryteriów w akcjach ratowniczych może mieć decydujące
1. znaczenie dla ich sukcesu prowadzonych w różnych warunkach.

4. METODY OCENY NIEZAWODNOŚCI KOORDYNATORA

Określenie niezawodności psychofizycznej człowieka jest bardzo istotne w przypadku pracy na stanowisku operatorskim, wymagających dużej koncentracji i sprawności pracownika. Określanie niezawodności człowieka ma na celu eliminowanie zagrożenia wynikającego z popełniania błędów przez koordynatora akcji SAR, co może doprowadzić do tragedii. Żaden człowiek nie jest idealny, więc popełnia błędy. Można temu w pewnym stopniu zapobiegać po przez: dodatkowe szkolenia, częstsze przerwy, minimalizacje stresu podczas pracy, co wpływa na lepsze samopoczucie pracowników.

Pomiar i ocena niezawodności psychofizycznej człowieka w pracy opiera się na danych pochodzących z obserwacji oraz zapisów wszelkich błędów i uchybień w działaniach koordynatora jak i w podejmowanych przez niego decyzjach. Najważniejszą kwestią pozostaje pomiar zmiennej zależnej, którą jest sprawność psychofizyczna koordynatora akcji. Ocena taka wymaga zdefiniowania wskaźników sprawności, których poziom można by określić, to znaczy dokonywać pomiaru. Istnieją wiele metod oceny niezawodności człowieka takich np. jak [6]:

- THERP (Technique for Human Error Rate Prediction)
- Technika HEART (Human Error Assessment and Reduction Technique)
- Procedura nazwana SHARP (Systematic Human Action Reliability Procedure)
- Metodę SLIM (Success Likelihood Index Method)
- Metoda TESEO (wł. Tecnica Empirica Stima Errori Operatori)
- Metoda HCR (Human Cognitive Reliability)

Każda z wymienionych powyżej metod posiada swoje zalety oraz wady i w mniejszym bądź większym stopniu umożliwia analizę niezawodności człowieka w zależności od wpływu różnych czynników.

Na potrzeby badań i analizy wpływu czynnika jakim jest stres na niezawodność psychofizyczną koordynatora akcji SAR wybrano dwie metody: TESEO oraz HCR.

Metoda TESEO została opracowana przez Bello i Colombari w 1980 roku [8]. Jest to metoda empiryczna opracowana dla potrzeb określenia prawdopodobieństw błędów operatora, podczas wykonywania określonego zadania w sterowni obiektu. W modelu techniki TESEO przyjęto, że prawdopodobieństwo błędu operatora zależy od pięciu czynników określanych ilościowo na podstawie zawartości odpowiednich tablic wartości:

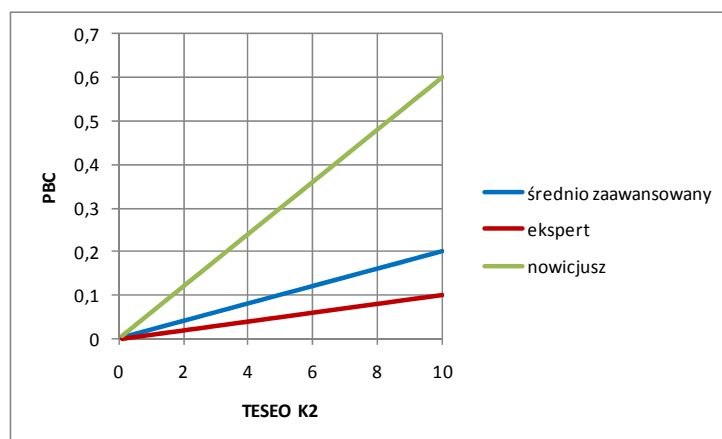
- Typu podjętego działania, trudności wykonywanej czynności (K_1),
- Czasu dostępnego na przeprowadzenie tego działania; czynnik ten nazwano tymczasowym czynnikiem stresu- stres czasowy (K_2),
- Charakterystyki (przygotowania) człowieka - koordynatora (K_3),
- Stanu emocjonalnego koordynatora, nazwanego czynnikiem obawy w działaniu (K_4),
- Charakterystyki ergonomicznej środowiska (K_5).

Prawdopodobieństwo błędu człowieka (PBC) wyznacza się na podstawie wzoru:

$$PBC = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \quad (1)$$

Zastosowanie metody TESEO do oceny prawdopodobieństwa wystąpienia błędu koordynatora zostało opracowane dla typowego zadania planowania obszaru poszukiwań, które jest realizowane w fazie początkowej akcji SAR. Zadanie to zostało ocenione jako wymagające uwagi ale nie zawsze powtarzalne. W przedstawionym przykładzie pokazano wpływ stresu czasowego i doświadczenia koordynatora na prawdopodobieństwo popełnienia błędu. Stres związany ze stanem emocjonalnym koordynatora został przyjęty na poziomie braku bezpośredniego zagrożenia, natomiast czynniki środowiskowe uznano za dobre. Wartości tych współczynników zostały przyjęte ze standardowych tabel metody.

Dla tak przyjętych warunków uzyskano wartości prawdopodobieństwa błędu, które zostały przedstawione na rys.2.



Rys.2 Prawdopodobieństwo błędu koordynatora w zależności od doświadczenia oraz poziomu stresu czasowego - metoda TESEO

Zalety metody TESEO w odniesieniu do oceny niezawodności koordynatora akcji SAR:

- technika jest prosta w stosowaniu i umożliwia szybkie przeprowadzenie analizy,
- zapewnia analizę wrażliwości, wpływu zmian czynników psychologicznych i środowiskowych na prawdopodobieństwo popełnienia błędu przez koordynatora,
- oceny porównawcze oszacowań PBC za pomocą tej techniki wskazują na dość dobrą zgodność z wynikami uzyskanymi za pomocą innych metod.

Wady metody TESEO w odniesieniu do oceny niezawodności koordynatora akcji SAR:

- do oceny prawdopodobieństwa popełnienia błędu przyjęto tylko pięć czynników, co jest problematyczne przy bardziej złożonych procesach takich jak planowanie akcji SAR,
- założenie liniowości modelu jest uproszczeniem w odniesieniu do rzeczywistej sytuacji,

Druga analizowana metoda HCR została opracowana przez Hannaman'a i in. (1985). W metodzie tej określa się wartość prawdopodobieństwa popełnienia błędu (rozumianego jako niewykonanie prawidłowo - brak odpowiedzi na sytuację) w funkcji deficytu czasu, jaki występuje na wykonanie zadania i typu czynności, ze wzoru:

$$PBC = \exp\left(-\frac{t/t_{0.5} - C_a}{C_g}\right)^B \quad (2)$$

gdzie:

t - czas dostępny na wykonanie zadania,

$t_{0.5}$ - czas średni zwykle wystarczający na wykonanie zadania,

C_e , C_g , B - współczynniki zależne od typu czynności (odruchy, reguły, wiedza), uzyskane z kalibracji modelu na symulatorze treningowym¹.

Uwzględnia się wpływ trzech czynników formujących działanie/ niezawodność:

- doświadczenie operatora – K_1 ,
- poziom stresu – K_2 ,
- jakość ergonomiczną sterowni- K_3 .

Wpływ tych czynników jest uwzględniany w wartości czasu $t_{0.5}$ w konkretnych warunkach, wg. wzoru:

$$t_{0.5} = t_{0.5nom} (1 + K_1) \cdot (1 + K_2) \cdot (1 + K_3) \quad (3)$$

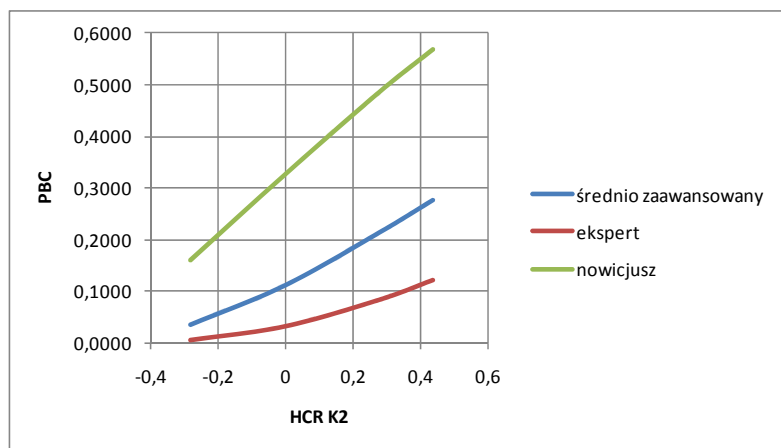
Wartości współczynników K_1 , K_2 i K_3 są wybierane z opracowanych tabeli danych.

Zastosowanie metody HCR do oceny prawdopodobieństwa wystąpienia błędu koordynatora zostało opracowane dla zadania planowania obszaru poszukiwań realizowanego w fazie początkowej akcji SAR. W przedstawionym przykładzie pokazano wpływ stresu i doświadczenia koordynatora na prawdopodobieństwo popełnienia błędu. Czynniki środowiskowe uznano za dobre natomiast parametry związane z regułami

¹ Projekt rozwojowy *Komputerowy system wspomaganie akcji poszukiwania i ratowania życia na morzu na poziomie planowania i podejmowania decyzji* finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

i odruchami przyjęto jako standardowe. Wartości tych współczynników zostały przyjęte ze standardowych tabel metody.

Dla tak przyjętych warunków uzyskano wartości prawdopodobieństwa błędu, które zostały przedstawione na rys.3.



Rys.3. Prawdopodobieństwo błędu koordynatora w zależności od doświadczenia oraz poziomu stresu czasowego – metoda HCR

Zalety metody HCR w odniesieniu do oceny niezawodności koordynatora akcji SAR:

- prosta w zastosowaniu do oceny wpływu stresu czasowego na błędy koordynatora w czasie planowania akcji,
- uwzględnione są również czynniki typu: procedury i doświadczenie, determinujące planowanie akcji SAR.

Wady metody HCR w odniesieniu do oceny niezawodności koordynatora akcji SAR:

- ograniczony zakres zastosowania tylko do pojedynczego człowieka, a nie zespołu ludzi,
- uwzględniony tylko jeden rodzaj błędu (brak poprawnej reakcji), nie uwzględnione są ewentualne korekty działania,
- pominięty został wpływ innych czynników stresogennych, poza czasem,
- konieczny dostęp do symulatora, aby zweryfikować wyniki,
- brak zaleceń korekcyjnych co do niezawodności człowieka w danej sytuacji,
- nie uwzględniona jest zależność zdarzeń.

5. ROLA ZASTOSOWANIA SYMULATORA

Odpowiednia postawa koordynatora (asekurant, ryzykant) jest czynnikiem krytycznym w akcji SAR. W przypadkach niedoboru środków ratunkowych, katastrofalnych warunków pogodowych przeprowadzenie akcji przez koordynatora posiadającego skrajne cechy osobowościowe może być przyczyną sukcesu akcji lub jej całkowitej klęski. Dlatego tak ważne jest sprawdzenie cech osobowości koordynatorów poznanie ich skłonności lub awersji do ryzyka oraz odniesienie tego do warunków akcji ratowniczej.

W celu oceny postawy koordynatorów akcji SAR może być zastosowany symulator akcji. Pozwoli on na bezpieczną weryfikację postaw koordynatora w różnych wariantach akcji.

Przy wykorzystaniu współczesnych komputerowych systemów wspomagających proces decyzyjny, decyzje koordynatora analizuje się bez wpływu elementów psychofizycznych. Sugerowana ścieżka decyzyjna jest standardowo powtarzalna. W sytuacjach krytycznych uzyskanie tej samej sugestii może skutkować podjęciem odmiennej decyzji przez koordynatora w zależności od jego postawy wobec ryzyka oraz stanu psychofizycznego. Uzyskanie pełnego zakresu danych dotyczących procesu decyzyjnego pozwoli na zbudowanie systemu wspomagającego decyzję indywidualizowane do postawy danego koordynatora.

Wyniki analiz posłużą do zmniejszenia liczby najbardziej zagrożonych błędami czynności, rejestracji stanów człowieka i dynamiki zmian jego sprawności psychofizycznej a tym samym lepszego przeszkolenia koordynatorów i poprawy ich efektywnego działania. Podstawą kontroli sprawności koordynatora powinien być funkcjonalny opis jego zachowania się w sytuacjach symulowanych akcji SAR. Wyniki pomiarów fizjologicznych można przekształcić w narzędzia psychodiagnostyczne, a więc umożliwić prognozowanie zachowania się koordynatora w warunkach prowadzenia rzeczywistej akcji SAR.

Bibliografia

1. Burciu Z., Soliwoda J., "The influence of coordinator attitude on SAR action effectiveness", *Zeszyty Naukowe* nr 18 (90) Akademia Morska w Szczecinie, Szczecin 2009
2. Burciu Z. "Bezpieczeństwo w transporcie morskim. Poszukiwanie i ratowanie życia na morzu w ujęciu systemowym", 2009 (monografia przygotowana do druku)
3. International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual. IMO/ICAO, London/Montreal 2009
4. Jajuga K., "Zarządzanie ryzykiem", Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007
5. "MANHAZ" MANAGEMENT OF HEALTH AND ENVIRONMENTAL HAZARDS, Institute of Atomic Energy, 05-400 Otwock-Swierk, Poland
6. Obora H. „Metoda analizy błędów pracownika w układzie ergonomicznym HRA”, *Zeszyty naukowe* nr648 Akademi Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2004.
7. Ratajczak Z., „Niezawodność człowieka w pracy”, PWN, Warszawa 1988.
8. Sikorski M., „Bezpieczeństwo w eksploatacji maszyn”, <http://www.zie.pg.gda.pl/sikorski>
9. Soliwoda J., „Efektywność systemu ratownictwa”, Zimowa Szkoła Niezawodności, Szczyrk 2007

HUMAN RELIABILITY ASSESSMENT METHODS OF THE SAR ACTION COORDINATOR WORKING IN STRESS SITUATIONS

Abstract: The success of SAR action is determined by many factors such as accident characteristics, environmental conditions and human factor. The principal element of the SAR system is coordinator, which is responsible for proper data collecting and correct planning process. For these reasons coordinator should take a decisions and actions with maximum appropriate professional diligence and effectiveness. The influence of knowledge and experience on his reliability is presented in this paper. The article also contain analysis of stress factors acting on coordinator reliability.

Keywords: coordinator reliability, human factor, safety