

**DETERMINATION OF THE RISK FUNCTION FOR
SURVIVORS USING BETA PERT METHOD**

**OKREŚLENIE FUNKCJI RYZYKA DLA ROZBITKÓW
METODĄ BETA PERT**

BURCIU Zbigniew

Gdynia Maritime University
Katedra Eksploatacji Statku, Wydział Nawigacyjny, Akademia Morska w Gdyni
ul. Morska 81/87, Gdynia, Poland

E-mail: zbj@am.gdynia.pl

Abstract. In emergency at sea the most important is to start the rescue action as fast as possible, whereas the decision to terminate the action, in case the survivors have not been found, is made by the coordinator on the basis of his practical experience. To estimate the level of risk it is necessary to face the problem of lack of credible statistical data. The paper presents a new concept which allow to calculate the risk, taking into account data uncertainty. The method and probability model are presented and discussed.

Keywords: Search and Rescue at sea, risk, Beta Pert method.

Streszczenie. W czasie występującego zagrożenia życia na morzu, najważniejszym jest jak najszybsze rozpoczęcie akcji ratowniczej, natomiast decyzja o momencie zakończenia akcji, w wypadku nie odnalezienia rozbitka/rozbitków, podejmowana jest przez koordynatora w oparciu o doświadczenie wynikające z praktyki. W artykule przedstawiono koncepcję metody i modelu losowego pozwalającego oszacować ryzyko rozbitka przy niepewnych i niepełnych danych.

Słowa kluczowe: ratownictwo morskie, ryzyko, metoda Beta Pert.

1. Introduction

Search and Rescue at sea is connected with the risk of survivors and rescuers, due to the influence of environment factors and factors resulting from incomplete knowledge. The under mentioned factors can be introduced as i.a. risk factors:

- lack of information about the life saving appliances used by the survivors,
- errors of the accident position estimation,
- technical-operational condition of life saving units and their failure frequency.

One of the most important problems in the analysis of rescue action effectiveness (rescue of a survivor / survivors) is the estimation of the risk for survivors. The basic problem is the lack of statistically reliable data and ambiguous assessment of negative consequences.

The paper presents the concept of a model, which implements the random variable of random parameters, as an instrument for the risk assessment of a survivor.

In the risk estimation the simple deterministic methods are the most often used due to the small amount of real data and their uncertainty. The main reasons of survivors health risk are connected with environmental hazards: waves, cooling, dehydration. All those factors are the inherent elements accompanying the survivors at sea [1].

The range of influence of the above factors is diverse and different in different SAR actions, for example it depends on the season of the year, localization of the sea area (for example tropical areas, Antarctic regions).

1. Wstęp

Ratownictwo morskie jest dziedziną, w której realizowane zadania są powiązane z ryzykiem dla ratowanych i ratujących, będącym efektem oddziaływania czynników środowiskowych a także wynikającym z niepełnej wiedzy. Do czynników ryzyka zaliczyć można między innymi:

- brak informacji o rodzaju wykorzystywanych przez rozbitków środków ratunkowych,
- błędy związane z pozycją wypadku,
- stan eksploatacyjny-techniczny środków ratunkowych i ich awaryjność.

Jednym z najważniejszych problemów w analizie skuteczności akcji ratowniczej (uratowanie rozbitka / rozbitków) jest oszacowanie ryzyka dla rozbitków. Podstawowym problemem jest brak wiarygodnych, statystycznie istotnych danych oraz niejednoznaczność w ocenie negatywnych skutków. W artykule przedstawiono koncepcję modelu, wykorzystującego zmienną losową o losowych parametrach, jako narzędzie do oceny ryzyka dla rozbitka.

W szacowaniu ryzyka najczęściej stosuje się proste metody deterministyczne ze względu na małą ilość danych rzeczywistych i ich niepewność. Źródła ryzyka zdrowotnego dla rozbitków dotyczą zagrożeń spowodowanych przez czynniki środowiskowe, takie jak: falowanie, wychłodzenie, odwodnienie. Wszystkie te czynniki są nieodłącznym elementem towarzyszącym rozbitkom na morzu [1].

Zakres oddziaływania tych czynników jest różny i niejednakowy dla różnych akcji SAR, na przykład w zależności od pory roku (sezonowości), lokalizacji obszaru morskiego (np.: obszary tropikalne, rejony antarktyczne).

The exposure in the professional risk assessment in industry, we call someone's staying in the conditions, where harmful influences have the maximum permissible intensity (NDN) and this situation lasts more than one forth of the mean tolerance time of an average man (industrial guidelines) [5].

In the assessment of the professional risk the classification of the exposure levels to the harm factors has been assumed [7]. In case of exposure levels for the sea environment the four following levels should be distinguished:

- Level A – safe exposure zone (not applicable to a man in the water); it does not cause any perceptible health changes of persons exposed to the risk factor.
- Level B - exposure zone requiring the personnel health monitoring (monitoring – limited time of exposure); it can cause easy reversible changes in feeling or fitness, which can not be considered as a sickness, for example longer staying if the life raft – sea sickness.
- Level C – unacceptable exposure; the particular sickness, possible to cure, can develop: for example longer staying in the life raft, in the water, will cause dehydration and cooling of the human body
- Level D - unacceptable exposure; can cause the permanent fitness loss, incurable illness or even death, for example: longer staying
- in the life raft, in the water – death due to dehydration, cooling of the human body, thermal shock – death

The survivors risk analysis and assessment (exposure levels C and D) requires the knowledge about the relation between the intensity of influence and time duration of sea environment loads – temperature, wind,

Ekspozycją w ocenie ryzyka zawodowego w przemyśle, nazywamy przebywanie w warunkach, w których natężenie oddziaływań szkodliwych osiąga wartości największego dopuszczalnego natężenia (NDN), a sytuacja taka utrzymuje się dłużej niż jedna czwarta średniego czasu tolerancji dla przeciętnego człowieka (wytyczna przemysłowa) [5].

W ocenie ryzyka zawodowego przyjęto klasyfikację poziomów ekspozycji na czynniki szkodliwe [7]. W przypadku stosowania poziomów ekspozycji dla środowiska morskiego wyróżnić należy cztery poziomy:

- Poziom A - strefa ekspozycji bezpiecznej (nie dotyczy człowieka w wodzie); nie powoduje żadnych uchwytanych zmian w zdrowiu osób, na które działa czynnik ryzyka;
- Poziom B - strefa ekspozycji wymagająca monitorowania zdrowia pracujących (monitoring - ograniczony czas ekspozycji); może spowodować łatwo odwracalne zmiany samopoczucia lub sprawności, które jednak nie mogą być traktowane jako określona choroba, na przykład: dłuższe przebywanie w tratwie - choroba morska;
- Poziom C - ekspozycja niedopuszczalna; może dojść do rozwoju określonej choroby, jednak możliwej do wyleczenia, na przykład: dłuższe przebywanie w tratwie, w wodzie spowoduje odwodnienie, wychłodzenie organizmu;
- Poziom D - ekspozycja niedopuszczalna; może spowodować trwałą utratę sprawności, nieuleczalną chorobę lub nawet śmierć na przykład: dłuższe przebywanie w tratwie, w wodzie - śmierć na skutek odwodnienia, wychłodzenia organizmu, szok termiczny-śmierć.

Analiza i ocena ryzyka dla rozbitków (poziom ekspozycji C, D) wymaga znajomości relacji między intensywnością

humidity air mass movement, physical loading, stress due to the vessel failure or accident (fall overboard) and their health consequences.

In case of worsening of the survivors health state there are three groups of consequences:

- consequences, which connection with the exposure is ambiguous,
- consequences, which could be recognised as health hazards,
- consequences unanimously recognised as health hazards.

The health risk can be considered in two aspects:

- for one survivor, when the exposure exceeds the tolerance or personal adaptation ability – we observe different reactions types of quality and quantity changes sometimes resulting with health hazard (for example lowering of body temperature, loss of strength, stress),
- for the group of survivors, for a particular number of people we observe the different kinds of negative consequences (for example hypothermia, apathy, cardiac arrhythmias, dehydration, death).

In the case of risk connected with the exposure to risk due to the negative influence of hydro-meteorological conditions, it is necessary to determine the probability of occurrence of its consequences and the level of their seriousness.

According to Polish standard PN-N-18002; 2000 [7], the professional risk can be estimated assuming the three or five level scale in dependence on the seriousness of consequences. The recommended method, coming out from the general requirement concerning measurements and assumption of harm factors in working environment is

oddziaływania i trwaniem obciążeń powiązanych ze środowiskiem morskim - temperatury, wiatru, wilgotności ruchu mas powietrza, obciążenia fizycznego, stresu wynikającego z awarii statku lub wypadku (wypadnięcie za burtę) a ich skutkami zdrowotnymi.

W przypadku pogorszenia stanu zdrowia rozbitków można wyróżnić trzy grupy skutków:

- skutki, których związek z ekspozycją jest niejednoznaczny,
- skutki, z dużym prawdopodobieństwem mogące być uznane za groźne dla zdrowia,
- skutki jednomyślnie uznawane za groźne dla zdrowia.

Ryzyko zdrowotne można rozpatrywać w dwóch aspektach:

- dla pojedynczego rozbitka, gdy ekspozycja przekracza tolerancję, czy zdolność adaptacyjną osobnika - obserwujemy rozmaite reakcje mające charakter zmian jakościowych lub ilościowych i skutkujące niekiedy zagrożeniem dla zdrowia (na przykład: obniżenie temperatury ciała, utrata sił, stres),
- dla grupy rozbitków - u określonej liczby osób obserwujemy poszczególne rodzaje negatywnych skutków (na przykład: hipotermia, apatia, zaburzenie rytmu serca, odwodnienie, śmierć).

W przypadku ryzyka związanego z narażeniem na wpływ negatywnego oddziaływania warunków hydrometeorologicznych, konieczne jest określenie prawdopodobieństwa wystąpienia jego skutków i stopnia ich ciężkości.

Zgodnie z polską normą PN-N-18002;2000 [7] ryzyko zawodowe można oszacować przyjmując skalę trójstopniową lub pięciostopniową, w zależności od ciężkości

the professional risk estimation in the three level scale on the basis of values characterizing exposure to risk [1].

2. Beta Pert method

The Pert method assumes, that the time of actions (e.g. successive fazes of survivors rescue: reaching the theatre by the rescue unit, detection, collecting from the water, giving the full medical aid) are the random variables with beta distribution, which parameters are determined on the basis of the following factors:

- a - optimistic time to terminate the operation,
- m - the most probable time (modal),
- b - pessimistic time to terminate the operation

While the beta distribution may seem arbitrary, it does have some characteristics of what an activity distribution could look like. These characteristics are:

- unimodality,
- continuity,
- two nonnegative x-axis intercepts on the closed interval [a, b].

Unimodality is reasonable because the probability that the rescue action will be completed in a small interval, around an intermediate value of the duration, is greater than the probability with some other interval around another point. A continuous distribution is a good approximation to rescue action time distribution and the duration times are nonnegative so we will have two nonnegative x-intercepts.

To assess the particular actions the stochastic values are used, assuming that the probability distribution of the occurrence of different times of duration,

następstw. Zalecanym sposobem, który wynika z ogólnych wymagań dotyczących wykonywania pomiarów i oceny czynników szkodliwych w środowisku pracy, jest oszacowanie ryzyka zawodowego w skali trójstopniowej na podstawie wartości wielkości charakteryzujących narażenie [1].

2. Metoda Beta Pert

W metodzie Pert zakłada się, że czasy trwania czynności (tzn. kolejnych faz ratowania rozbitka: dotarcie jednostki ratunkowej na miejsce akcji, wykrycie, podjęcie z wody, udzielenie pełnej pomocy medycznej) są zmiennymi losowymi o rozkładzie Beta, którego parametry wyznaczone są w oparciu o następujące parametry:

- a - czas optymistyczny zakończenia operacji,
- m - czas najbardziej prawdopodobny (modalny),
- b - czas pesymistyczny zakończenia operacji.

Chociaż wybór rozkładu beta wydaje się być przypadkowy, to posiada on charakterystyki określające możliwą postać rozkładu dla opisywanych działań. Charakterystykami tymi są:

- jednomodalność,
- ciągłość,
- koncentracja na nieujemnym, domkniętym przedziale [a,b].

Jednomodalność jest uzasadniona ponieważ prawdopodobieństwo, że akcja ratownicza zostanie zakończona w czasie należącym do niewielkiego przedziału wokół wartości średniej czasu trwania akcji, jest większe niż prawdopodobieństwo w, wokół innego punktu. Rozkład ciągły stanowi dobrą aproksymację dla rozkładu czasu akcji ratowniczej. Ponieważ czas trwania akcji jest nieujemny więc rozkład musi być

corresponds the beta distribution with the density distribution function described by the following equation (1):

$$f(t) = \frac{(b-t)^{\beta-1}(t-a)^{\alpha-1}}{B(\alpha, \beta)(b-a)^{\alpha+\beta-1}}, t \in \langle a, b \rangle \quad (1)$$

where the parameters of distribution are given by the formulas (2):

$$\alpha = 4 \frac{b-m}{b-a}, \quad \beta = 4 - \alpha, \\ E(T) = \frac{b+4m+a}{6} \quad (2)$$

The parameters are estimated on the basis of experts assessments and the available data.

The selection of α and β values [1]:

$\alpha = \beta = 1$: lack of any information of the relative frequency, to keep the objectivity it is assumed, that all values from the range $[0, 1]$ are equally probable,

$\alpha, \beta > 1$: probably the relative frequency of occurrence of the first acceptable value of the variable is about $\alpha / (\alpha + \beta)$; the bigger the conviction, the bigger the values α, β ;

$\alpha, \beta < 1$: probably the relative frequency of the occurrence of one value of the variable is very small.

If the time of the task “i” execution (reaching the theatre by the rescue unit, detection, picking up from the water, giving full medical aid) is equal t and belongs to the interval $[a, b]$, the average value of random variable t is expressed by the following equation:

$$t_e^i = (a_i + 4m_i + b_i)/6 \quad (3)$$

skupiony na dodatniej półosi.

Do oceny parametrów poszczególnych czynności wykorzystuje się wartości stochastyczne, przyjmując, że rozkład prawdopodobieństwa występowania różnych czasów trwania odpowiada rozkładowi beta o funkcji gęstości rozkładu określonej wzorem (1):

$$f(t) = \frac{(b-t)^{\beta-1}(t-a)^{\alpha-1}}{B(\alpha, \beta)(b-a)^{\alpha+\beta-1}}, t \in \langle a, b \rangle \quad (1)$$

gdzie parametry rozkładu dane są wzorami (2):

$$\alpha = 4 \frac{b-m}{b-a}, \quad \beta = 4 - \alpha, \\ E(T) = \frac{b+4m+a}{6} \quad (2)$$

Parametry te są szacowane na podstawie ocen ekspertów i możliwych do uzyskania danych.

Wybór wartości α oraz β [1]:

$\alpha = \beta = 1$: brak jakiegokolwiek wiedzy na temat względnej częstości lub dla zachowania obiektywizmu; zakładamy, że wszystkie wartości z przedziału $[0, 1]$ są jednakowo prawdopodobne,

$\alpha, \beta > 1$: prawdopodobnie względna częstość wystąpienia pierwszej z dopuszczalnych wartości zmiennej wynosi około $\alpha / (\alpha + \beta)$; im większe przekonanie, tym większe wartości α, β ,

$\alpha, \beta < 1$: prawdopodobnie względna częstość wystąpienia jednej z wartości zmiennej jest bardzo mała.

Jeśli czas wykonania zadania “i” (dotarcie jednostek ratunkowych na miejsce akcji, odnalezienie, podjęcie z wody, udzielenie pomocy medycznej) jest równy t i należy do przedziału $[a, b]$, wartość średnia

Time of the termination of the rescue action T is the random variable and “the planned time of the termination” is the determined variable, therefore we would like to know the expected value of the real realization time from the final time variation and what is the probability of not exceeding the time to terminate the action

There are three possible errors with the items discussed above. The first is the error of the assumption of the beta distribution. There are different distributions that will satisfy the three characteristics mentioned earlier. For example, a quasi-uniform distribution or a quasi-delta distribution could be used. These two serve as bounds for the worst possible error in the mean and standard deviation. The worst absolute error for the mean is equal:

$$\max \left[\left| \frac{1}{6}(4m+1) - \frac{1}{2} \right|, \left| \frac{1}{6}(4m-1) - m \right| \right] = \frac{1}{3}(1-2m) \quad (4)$$

and the absolute error for the standard deviation is equal:

$$\max \left[\left| \sqrt{\frac{1}{12} - \frac{1}{6}} \right|, \left| 0 - \frac{1}{6} \right| \right] = \frac{1}{6} \quad (5)$$

The second error is caused by the assumption of the standard deviation and the mean approximation. The actual mean is:

$$\mu = \frac{(\alpha+1)}{\alpha+\beta+2} \quad (6)$$

and the actual standard deviation is:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(\alpha+1)(\beta+1)}{(\alpha+\beta+2)^2(\alpha+\beta+3)}} \quad (7)$$

The third error comes in the time estimates. It is highly unlikely that a procedure could be created to determine the exact

zmiennej losowej t może być wyrażona następującym wzorem:

$$t_e^i = (a_i + 4m_i + b_i)/6 \quad (3)$$

Ponieważ termin zakończenia akcji ratowniczej T jest wielkością losową, a *planowany termin zakończenia* – wielkością określoną, więc chcemy wiedzieć jaka jest spodziewana wielkość odchylenia rzeczywistego terminu realizacji od terminu końcowego oraz jakie jest prawdopodobieństwo nie przekroczenia terminu zakończenia akcji.

Należy rozważyć trzy możliwe błędy odnoszące się do wymienionych powyżej elementów. Błąd założenia rozkładu beta – istnieją różne rozkłady, spełniające trzy wcześniej wymienione charakterystyki. Na przykład mógł być wykorzystany rozkład quasi-jednostajny lub rozkład quasi-delta. Służą one jako granice dla największego możliwego błędu dla średniej i odchylenia standardowego.

Największy błąd bezwzględny dla średniej jest równy:

$$\max \left[\left| \frac{1}{6}(4m+1) - \frac{1}{2} \right|, \left| \frac{1}{6}(4m-1) - m \right| \right] = \frac{1}{3}(1-2m) \quad (4)$$

oraz błąd bezwzględny dla odchylenia standardowego jest równy:

$$\max \left[\left| \sqrt{\frac{1}{12} - \frac{1}{6}} \right|, \left| 0 - \frac{1}{6} \right| \right] = \frac{1}{6} \quad (5)$$

Drugi błąd wynika z założonej aproksymacji średniej i odchylenia standardowego. Rzeczywista średnia jest równa:

$$\mu = \frac{(\alpha+1)}{\alpha+\beta+2} \quad (6)$$

oraz rzeczywiste odchylenie standardowe jest równe:

parameters of the distribution and this means we rely on human estimates.

$$\sigma = \sqrt{\frac{(\alpha+1)(\beta+1)}{(\alpha+\beta+2)^2(\alpha+\beta+3)}} \quad (7)$$

3. Risk function

Rescue of the survivors in emergency at sea is the main aim of the rescue action. The chances of rescue are increasing if the time necessary to find the search object and give aid to survivors (time to rescue) is less than the maximum permissible time of the survivor staying in the water. Therefore the risk is closely dependent on the exceedance of this time.

Time to rescue is a sum of the three components:

- time between the accident and the beginning of SAR action,
- time between the beginning of SAR action and the moment of detection,
- time between the moment of detection and the moment of giving aid.

During the risk R (8) estimation of the factors influencing the magnitude of the hazard and the intensity of survivors exposure. The risk is a function dependent on :

$$R = f(O; E; A; S) \quad (8)$$

where:

- O - frequency of occurrence of hazards or events worsen the conditions which a survivor stays in,
- E - time of the exposure, the influence of environment on the survivor e.g. time to pick up the survivor,
- A - intensity of exposure, depends on the protection against the influence of external conditions: air temperature, water temperature, wind speed – cooling factors, for example survival suit, wave parameters,
- S - seriousness (irreversible and reversible consequences).

Trzeci błąd wynika z założeń dotyczących czasu. Mało prawdopodobnym jest stworzenie procedury umożliwiającej obliczanie dokładnych parametrów rozkładu czasu, dlatego polegamy na wielkościach oszacowanych przez człowieka.

3. Funkcja ryzyka

Uratowanie rozbitków będących w zagrożeniu życia na morzu jest głównym celem akcji ratowniczej. Szanse uratowania rosną jeśli czas do momentu znalezienia obiektu poszukiwanego i udzielenia pomocy rozbitkom (czas do uratowania) będzie mniejsze od maksymalnego dopuszczalnego czasu przebywania rozbitka w wodzie. Ryzyko jest więc ściśle zależne od przekroczenia tego czasu.

Czas do uratowania jest sumą trzech składowych:

- czasu od chwili wypadku do momentu podjęcia akcji ratowniczej,
- czasu od momentu podjęcia akcji ratowniczej do momentu odnalezienia,
- czasu od momentu odnalezienia do momentu udzielenia pomocy.

Przy szacowaniu ryzyka R (8) należy uwzględnić czynniki wpływające na wielkość zagrożenia oraz intensywność ekspozycji rozbitka. Ryzyko jest funkcją zależną od czterech parametrów:

$$R = f(O; E; A; S) \quad (8)$$

gdzie:

- O - częstość występowania zagrożeń lub zdarzeń pogarszających warunki w których przebywa rozbitek,

4. Conclusions

Mainly the man alone, whose behaviour is the most difficult to quantify and are at the lowest level of confidence, contributes to the difficulty of the risk estimation. This forces the individual approach to every analysis of SAR action, in dependence on the i.a. psycho-physical state of rescue action coordinator.

It requires from the coordinator to make use of knowledge of different disciplines, like: medicine, psychology and statistical studies etc. The presented model allows for the assessment of the successful termination of the rescue action, together with the consideration of the used rescue units.

This enable the coordinator to analyse the different scenarios of the rescue action with regards to the kind and the method of execution of rescue action. This is an element of the complete computer aided decision support system in SAR action.

References/ Bibliografia

1. Burciu Z.: *Metody określania funkcji ryzyka dla obiektów poszukiwanych*. Międzynarodowa Konferencja Transport XXI wieku, Stare Jabłonki, 2007.
2. Burciu Z.: *Bezpieczeństwo w transporcie morskim. Poszukiwanie i ratowanie –SAR*. Praca w przygotowaniu, 2007.
3. Burciu Z., Długosz M.: *Organizacja akcji poszukiwania i ratowania na morzu*. Wydawnictwo Uczelniane Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni, Gdynia, 1998 (ISBN 83-87875-05-8).

E - czas wystawienia na wpływ środowiska w którym znajduje się rozbitka tzn. czas do podjęcia rozbitka,

A - intensywność ekspozycji, zależna od ochrony przed działaniem warunków zewnętrznych na przykład. kombinezon ochronny a także od temperatury powietrza, temperatury wody, prędkości wiatru - czynnik chłodzący, parametrów falowania,

S - ciężkość (skutki nieodwracalne i odwracalne).

4. Wnioski

Do trudności w oszacowania ryzyka głównie przyczynia się sam człowiek którego zachowania najtrudniej poddają się kwantyfikacji i pozostają na najniższym poziomie ufności. Wymusza to zindywidualizowane podejście do każdej analizy akcji SAR, zależnie między innymi od stanu psychofizycznego koordynatora akcji ratowniczej.

Wymaga to od koordynatora akcji posiłkowania się wiedzą z innych dziedzin takich jak: medycyna psychologia oraz opracowaniami statystycznymi itd. Przedstawiony model pozwala na ocenę oszacowanie szans zakończenia akcji ratowniczej sukcesem, przy uwzględnieniu zastosowanych jednostek ratowniczych.

Umożliwia to koordynatorowi analizę różnych scenariuszy akcji ratowniczej ze względu na rodzaj i sposób realizacji akcji ratowniczej. Jest to element całościowego systemu komputerowego wspomaganie decyzji w akcji SAR.

4. Burciu Z.: *Modelowanie Obszarów Poszukiwania w Aspekcie Bezpieczeństwa Transportu Ludzi na Morzu*. Prace Naukowe Transport, z.50, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, s.128, Warszawa, 2003.
5. Krasucki P.: *Ryzyko zdrowotne związane z pracą*. Wyd. PIP, Główny Inspektorat Pracy, Warszawa, 2004



Dr hab. inż. Zbigniew Burciu, prof nadzw., is a professor of Gdynia Maritime University, D.Sc. in transport, safety and reliability in transport. V-ce Dean of

Navigational Department. Main subjects of research are the maritime transport safety and Search and Rescue at Sea. Author and co-author of app.100 scientific publications in Polish and English. Master Mariner (pl. *kapitan żeglugi wielkiej*).