

WPLYW DANYCH GEOINFORMATYCZNYCH NA PLANOWANIE AKCJI RATOWNICZYCH W POLSKIEJ STREFIE SAR*

INFLUENCE OF GEOINFORMATION DATA ON THE PROCESS OF PLANNING RESCUE MISSIONS IN THE POLISH SAR AREA

Jerzy Pyrchla

Akademii Marynarki Wojennej

Słowa kluczowe: poszukiwanie i ratownictwo, modele hydrodynamiczne, dane geoinformatyczne, predykcja zjawisk hydrodynamicznych, modelowanie matematyczne

Keywords: search and rescue (SAR), hydrodynamical models, geoinformation data, prediction of hydrodynamic phenomena, mathematical modeling

Wstęp

Planowanie akcji ratowniczej na morzu w oparciu o zebrane dane oraz przewidywane zmiany eliminuje żywiołowy przebieg działań sił ratowniczych w rejonie. Po przeanalizowaniu dokumentacji akcji ratowniczych Morskiego Ratowniczego Centrum Koordynacyjnego w Gdyni wyłania się wyraźnie potrzeba opracowania bardziej skutecznych metod planistycznych dostosowanych do warunków regionalnych. Kolejnym spostrzeżeniem wynikającym z analizy jest to, że należy zintensyfikować wykorzystanie technik komputerowych podczas planowania i koordynowania działań SAR. Wymaga to istnienia odpowiedniego do potrzeb zaplecza w postaci środowiskowych baz danych geoinformatycznych oraz modeli matematycznych wspomagających interpretację tych danych w działaniach planistycznych.

Obiekt znajdujący się w środowisku wodnym poddawany jest nieustannie oddziaływaniu sił, które decydują o jego położeniu w przestrzeni. Ich natężenie i charakter są zależne od rodzaju obiektu, jego wielkości, właściwości hydro- i aerodynamicznych, pływalności i zanurzenia. Przyjmijmy, że poszukiwany obiekt znajduje się w wodzie i jest całkowicie lub tylko częściowo zanurzony. W tym wypadku trzy zjawiska mogą powodować jego permanentną zmianę położenia w płaszczyźnie horyzontalnej w obranym inercjalnym układzie odniesienia: wiatr – oddziałujący na wystającą z wody część (części) obiektu, prąd morski – oddziałujący na zanurzoną jego część oraz falowanie.

*Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008–2009 jako projekt badawczy.

Plan działania poszukiwawczo-ratowniczego na morzu powinien uwzględniać: aktualny opis sytuacji, charakterystykę obiektu poszukiwania oraz charakterystykę środowiska. Zakłada on realizację następujących procedur:

- 1) ocena sytuacji wyjściowej z uwzględnieniem wyników jakiegokolwiek wcześniejszego poszukiwania,
- 2) ocena lokalizacji sygnału wzywania o pomoc i błędu, z jakim jej dokonano – uwzględniając na podstawie jakich informacji została ona określona,
- 3) ocena ile osób pozostało przy życiu od momentu wezwania pomocy,
- 4) wyznaczenie najbardziej prawdopodobnej lokalizacji osób pozostałych przy życiu i błąd tej lokalizacji,
- 5) określanie najlepszego sposobu wykorzystania dostępnych środków ratowniczych tak, aby szanse znalezienia osób pozostałych przy życiu były maksymalne, czyli zoptymalizowanie wysiłku poszukiwania,
- 6) wyznaczenie obszaru lub obszarów poszukiwania,
- 7) określenie wzorów przeszukiwania obszaru, uwzględniając charakterystykę obiektów poszukiwania.

Procedury te są powtarzane do momentu, gdy którakolwiek osoba poszkodowana pozostała przy życiu lub ocena sytuacji wskazuje, że dalsze szukanie jest daremne. Procedury 1–4 zostały opisane w wielu publikacjach (IAMSAR II, 2007; ATP, 2004). Realizacja procedur 5–7 jest całkowicie uzależniona od uzyskania aktualnych danych środowiskowych i ich prognozy na okres poszukiwania. Należy tu rozważyć zmienność danych środowiskowych na potencjalnym obszarze, na którym zdarzył się wypadek morski. Pytanie podstawowe to, czy można przyjmować założenie upraszczające planowanie akcji zakładając, że na całym obszarze panują jednakowe warunki hydrometeorologiczne. Takie założenie może mieć uzasadnienie w fakcie, że nasza strefa SAR jest stosunkowo mała. Międzynarodowe podręczniki SAR nakazują stosowanie takiej zasady, jednocześnie podając przy jakich warunkach należy od niej odstępować.

Badaniu zmienności powierzchniowych prądów morskich w polskim rejonie SAR były poświęcone badania wykonane w latach 2006–2008 przez pracowników Akademii Marynarki Wojennej, Wydziału Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego i Instytutu Morskiego. Analiza danych zebranych podczas eksperymentów uwidacznia, że we wszystkich etapach planowania należy wykonywać obliczenia, wykorzystując dane geoinformatyczne. Tutaj jednak nasuwa się pytanie czy dysponujemy odpowiednim zapleczem dla systemów komputerowych w postaci internetowego serwisu hydrometeorologicznych środowiskowych danych geoinformatycznych (geoportalu) dla map komputerowych.

Wyznaczanie obszaru poszukiwań zgodnie z dokumentem IAMSAR

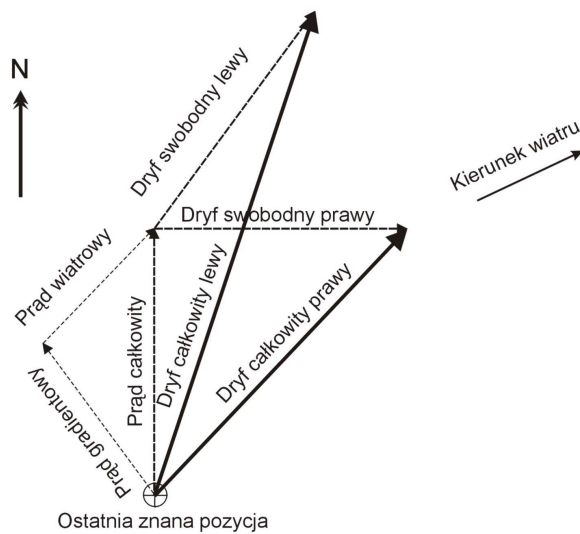
Metoda określania obszaru poszukiwań zgodnie z dokumentem IAMSAR zakłada wykorzystywanie standardowych formularzy planistycznych. Przykładowo procedura pozycji obiektu po czasie potrzebnym siłom ratowniczym, aby dotrzeć do rejonu wypadku, czyli tzw. „czasie martwym” „Pozycji Odniesienia (Datum)” wymaga zastosowania formularzy: 1) Znosu Powietrznego, 2) Prądu Wiatrowego, 3) Dryfu. Uznano, że takie rozwiązanie zapewnia mniejsze prawdopodobieństwo popełnienia błędu z tytułu przeoczenia jakiegoś kro-

ku, jak i stosunkowo szybko pozwala wykonywać obliczenia. Zalecana przez IAMSAR metoda wymaga stosowania teorii poszukiwania z uwzględnieniem środowiskowych danych geoinformatycznych. Aby móc posługiwać się tą metodą niezbędne jest posiadanie tabel i wykresów stanowiących źródło danych do wypełniania zestawu formularzy. Podstawowymi danymi wejściowymi podczas wykorzystywania tych formularzy tabel i wykresów jest typ obiektu, którego dotyczy będą poszukiwania np. tratwa czy człowiek w wodzie.

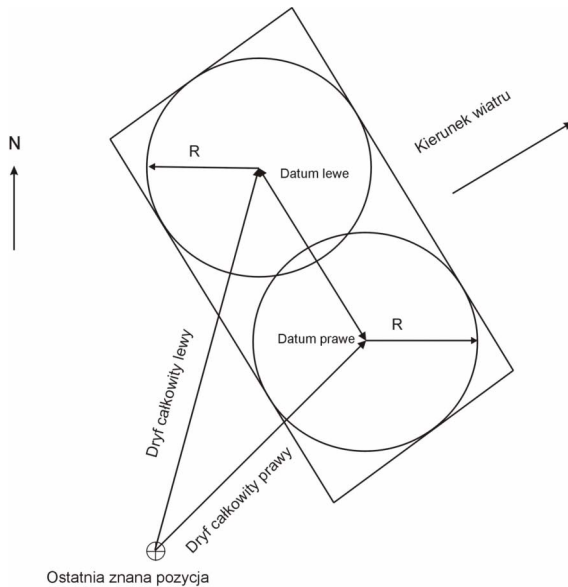
Celem procedury planistycznej jest wyznaczenie pozycji odniesienia, czyli najbardziej prawdopodobnej pozycji obiektu poszukiwań, poprawionej o wartość przemieszczenia się obiektu w określonym czasie. Najczęściej mamy do czynienia z wyznaczeniem dwóch pozycji odniesienia znajdujących się w punktach maksymalnego i minimalnego znosu obiektu w określonym czasie. Określając pozycję odniesienia należy rozpocząć od ostatniej znanej pozycji obiektu podanej przez statek wzywający pomocy lub świadka naocznego, który widział sygnał wzywania pomocy. Ważnym elementem procedury jest jak najdokładniejsze określenie godziny wzywania pomocy. Należy tutaj zauważyć, że jeżeli pozycja ta jako wyjściowa była szacowana intuicyjnie, albo określona z wielkim błędem, to konsekwencją jest trudna do przewidzenia poprawność dalszych obliczeń.

Podczas wypadku na morzu w każdym przypadku należy uwzględnić ruch obiektu poszukiwanego wskutek działania naturalnych sił zewnętrznych, którym on sam nie ma możliwości się przeciwstawić. Podstawową siłą zewnętrzną wywołującą ruch obiektu będą prądy morskie (stałe, geostroficzne, pływowe, gradientowe) i dlatego kolejny krok w procedurze zakłada jego uwzględnienie. Całkowity prąd morski jest sumą wektorową prądu morskiego wywołanego innymi czynnikami niż wiatr i prądu wiatrowy. Na obszarze Morza Bałtyckiego występuje tylko prąd gradientowy i dlatego powinno się go uwzględniać, co zobrazowano na rysunku 1. Podaje się jego wartość w stopniach, a szybkość w węzłach.

Kolejny krok w procedurze zakłada uwzględnienie dryfu swobodnego czyli ruchu obiektu wywołanego przez toń wodną, w której się on znajduje oraz wiatr oddziałujący na jego wynurzoną powierzchnię. Szybkości dryfu dla różnych typów obiektów mogą być szacowane na podstawie wykresów zamieszczonych w IAMSAR II, (2007) i ATP (2004). Ocena kierunku dryfu jest bardzo trudna. Brak symetrii kształtu obiektu poszukiwanego powyżej i poniżej linii wodnej powoduje, że kierunek dryfu nie jest zgodny z kierunkiem wiatru. Najczęściej występują rozbieżności między kierunkiem dryfu obiektu i kierunkiem wiatru, przeciętnie do 45° na lewo albo prawo od kierunku wiatru. Kierunek jego jest jednakowo prawdopodobny na lewo albo prawo, co stanowi błąd oceny dryfu.



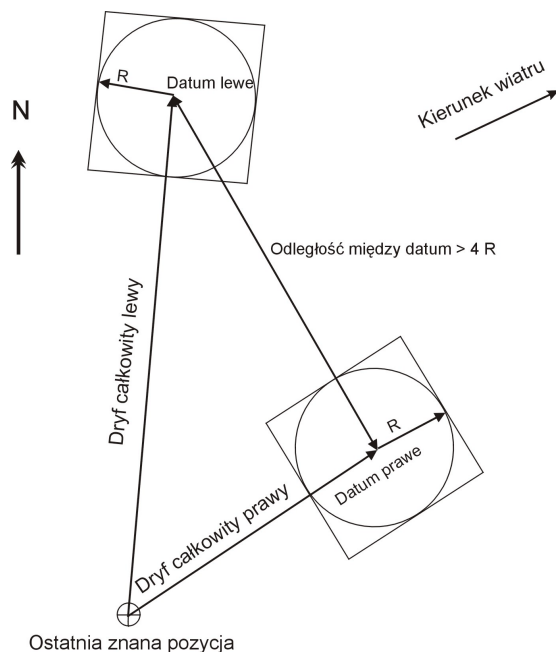
Rys. 1. Wektorowe zobrazowanie uwzględniania danych o prądzie morskim i dryfie do wyznaczania datum



Rys. 2. Jeden obszar poszukiwań dla dwóch datum

Podczas poszukiwania obiektów, których prędkość przemieszczania jest bardzo mała zaleca się stosowanie „map prawdopodobieństwa”. Dopuszcza się wtedy ich ręczne uaktualnianie. Dla obiektów takich jak łódź albo tratwa, gdy prędkość przemieszczania jest większa, ręczne wykonywanie tej czynności jest bardzo trudne. Aktualizację map prawdopodobieństwa można wykorzystać by wyjaśnić nieudane poszukiwanie.

W przypadku gdy kąt dryfu jest większy niż 30° , prawdopodobne błędy prędkości wiatrów, prądu i dryf są małe (mniej niż 0,3 węzła) to odległość między datum prawym i lewym może być większą niż czterokrotność prawdopodobnego błędu wyznaczenia pozycji datum. Zaistnienie takiej sytuacji jest bardzo mało prawdopodobne, jednak nie można jej wykluczyć. Zobrazowanie takiej sytuacji przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Obszary poszukiwań wyznaczone w przypadku gdy odległość między wyznaczonymi datum jest większa od czterokrotności błędu wyznaczenia pojedynczego datum

Wartości dryfu otrzymane z diagramów są wartościami średnimi dla różnych klas obiektów. Wszystkie wartości są obarczone błędem i konieczne jest ocenienie rozmiaru tego błędu tak, aby można go uwzględnić w obliczeniach.

Określenie datum pozwala wyznaczyć obszar poszukiwania, czyli obszar wewnątrz którego znajduje się obiekt poszukiwany. Najczęściej zachodzi sytuacja, w której odległość między skrajnymi punktami datum jest mniejsza niż czterokrotność błędu określenia pozycji datum. Dlatego też obszar poszukiwań określają okręgi o promieniu równym wartości błędu wyznaczenia tych pozycji prawego i lewego datum. Na wykreślonych okręgach nanosi się prostokąt, którego boki są styczne do okręgów, co zobrazowano na rysunku 2.

W przypadku, gdy zaistnieje taka sytuacja jak zobrazowano na rysunku 3, planista powinien postępować tak, jakby były dwa oddzielne obszary poszukiwań. Jeśli nie istnieje jakaś przyczyna by jeden z obszarów był bardziej prawdopodobnym miejscem znajdowania się obiektu poszukiwań, to konieczne jest podzielenie sił poszukujących na dwie grupy i zaplanowanie dwóch poszukiwań.

Przykład sytuacji, gdzie jeden obszar poszukiwań powinien być uprzywilejowany może być następujący. Przypuśćmy, że dryfujący obiekt poszukiwania był obserwowany przez samolot dość długo by określić, że jego dryf był w prawo od kierunku wiatru, ale kontakt stracono zanim nawodne jednostki ratownicze przybyły w rejon poszukiwań. W tym przypadku istnieje uzasadnienie aby zaplanować poszukiwania na jednym obszarze poszukiwań. W przypadku, gdy zaistnieje sytuacja, że należy poszukiwać na dwóch obszarach poszukiwań korzysta się z procedur dla pojedynczego obszaru.

Środowiskowe dane geoinformatyczne

Aby wyznaczyć obszar poszukiwania zgodnie z przedstawioną w poprzednim rozdziale procedurą niezbędne są dane dotyczące prądu morskiego i wiatru. Dane te mogą pochodzić z długoterminowych sezonowych średnich wyznaczanych dla określonych rejonów morskich (np. mapy synoptyczne, atlas prądów). Są one najużyteczniejsze do stosowania w odniesieniu do akwenów, które są odległe od brzegu. Prądy z tych źródeł nie powinny być używane podczas obliczania całkowitego prądu morskiego w wodach przybrzeżnych, zwłaszcza jeśli odległość od brzegu jest mniejsza niż 25 mil morskich i głębokość wody mniejsza niż 100 metrów. W przypadku, gdy akcja rozgrywa się w rejonach przybrzeżnych i są dostępne krótkoterminowe dane o prądach przybrzeżnych z wiarygodnego modelu hydrodynamicznego, to wartości z tych modeli powinny być wykorzystywane. Jeżeli nie, prąd morski powinien być zignorowany i prąd całkowity powinien być obliczony tylko uwzględniając prąd wiatrowy i pływowy, jeżeli takowy występuje. Określanie wartości prądu wiatrowego powstałego na skutek oddziaływania wiatru na powierzchnię wody uwzględnia się gdy obiekt lokalizacji jest dalej niż 20 mil morskich od brzegu i głębokość jest większa niż 30 m.

Wartości prądu morskiego szacowane przez miejscowe modele hydrodynamiczne zawierają aktualny prąd wiatrowy. Planisci korzystający z danych z modeli nie powinni do tych danych prądowych dodawać aktualnego prądu wiatrowego. W obszarach gdzie wiatr jest stały przez długie okresy (np. pasaty) nie dodaje się kierunku prądu wiatrowego do kierunku średniego prądu morskiego.

Źródłem wiedzy o uproszczonym szacowaniu wartości kierunku i prędkości prądów płynących w rejonach objętych akcjami poszukiwawczymi i ratowniczymi są publikacje (Drogosiewicz, 1993; Morse, 1998; Koopman, 1980; IAMSAR II, 2007; ATP, 2004). Proponowane metody szacunkowe do obliczenia prądów wiatrowych odnoszą się jednak do akwenów oddalonych, o co najmniej 25 mil morskich od brzegu i o głębokości w rejonie przekraczającej 100 m. Koncentrują się one na metodologii postępowania w dużych zbiornikach wodnych mających cechy basenów oceanicznych. Prądy płynące w takich akwenach, opisane przez Gajewskiego (1999) przedstawiają przemieszczanie się mas wodnych z uwzględnieniem wielkoskalowych czynników generujących tenże ruch. W opisie tym wyróżniamy prądy morskie, które powstają w wyniku oddziaływania wielkoskalowych okresowych wia-

trów (np. pasaty, monsuny), wzniesienia powierzchni swobodnej zbiornika oraz ruchu wynikającego z różnicy gęstości mas wodnych. Pod względem wielkości są one równe różnicy całkowitych pomierzonych prądów morskich w danym akwenie i prądów powstałych w wyniku lokalnego oddziaływania wiatru oraz prądów pływowych.

Publikacje międzynarodowe dotyczące planowania akcji ratowniczych na morzu w opisywanych procedurach mają wprowadzone ograniczenia odnośnie akwenów, na których można je stosować. Wymienione powyżej ograniczenia wskazują, że polski rejon SAR zgodnie z tymi ograniczeniami jest wyłączona. Można udowodnić tezę, że w polskiej strefie SAR nie powinno się stosować postanowień IAMSAR i ATP10 do planowania obszaru poszukiwań. Najlepiej potwierdza zasadność tej tezy rysunek 4. Widać wyraźnie na nim, że w polskim rejonie SAR akwenów o głębokości powyżej 100 m i odległości od brzegu 25 mil morskich nie ma. Należy się zastanowić czy dokumenty międzynarodowe opracowywane przez United States Coast Guard powinno się stosować na całym akwenie Morza Bałtyckiego.

Kontynuacja badań nad lokalizacją obiektów na morzu (Pyrchla, 2000; 2001) spowodowała konieczność wykonania pomiarów prądów powierzchniowych. Do określenia wiarygodności obliczanych prądów morskich przez hydrodynamiczne modele numeryczne wykorzystano grupy pław. Uzyskane w ten sposób wartości umożliwiają dostarczenie prognozy prądów morskich najbardziej zbliżonej do rzeczywistej. Uzyskano to poprzez wykorzystanie funkcji celu do odnalezienia współczynników poprawiających wartości obliczane przez hydrodynamiczne modele numeryczne (Przyborski, 2003; Pyrchla, 2005) lub wykorzystanie tych wartości jako brzegowych albo początkowych w procesie rozwiązywania równań różniczkowych.

Do badań wykorzystano pławy-dryftery przedstawione na rysunku 5. Konstrukcję i elektroniczne rozwiązania pław opracowano w Akademii Marynarki Wojennej. Pława ma formę szczelnego kulistego pojemnika wykonanego z włókna szklanego nasączonego żywicą epoksydową. Pojemnik pokryty jest warstwą lakieru koloru pomarańczowego, który jest dobrze widoczny. Jednocześnie konstrukcja pławy jest odporna na uderzenia podczas wodowania i wyławiania jej z wody. Na dole pojemnika, w rurze osadzone są pod kątem prostym dwie powierzchnie z blachy aluminiowej. Wewnątrz znajduje się akumulator żelowy odporny na przechyły, odbiornik GPS oraz radiomodem lub radiomodem telefonii komórkowej (w zależności od wersji pławy). Pozycje pław są rejestrowane na okręcie lub w AMW przez łącze internetowe wówczas, gdy zastosowany jest radiomodem telefonii komórkowej. Korzystając z opracowanych dla tego projektu programów komputerowych, uzyskiwano przebieg trasy przemieszczania się dryfterów. Ponieważ podczas pojedynczego pomiaru używanych jest kilka pław jednocześnie, to rejestruje się dyspersję prądów.

Prace badawcze¹ wskazały na duże zróżnicowanie kierunków i prędkości prądów powierzchniowych w rejonie Bałtyku Południowego. Mają one inną charakterystykę niż na dużych obszarach oceanicznych. Różnice w parametrach wektorów prądów powierzchniowych na stosunkowo niedużym obszarze morskim są dostrzegalne, co obrazuje rysunek 6. Dryftery wystawione w odległości trzech kabli przemieszczały się po całkowicie innych trajektoriach.

¹ Projekt badawczy MNiSW nr 0 T00A 013 28, „Wspomaganie planowania akcji ratowania załóg uszkodzonych okrętów podwodnych przy wykorzystaniu hydrodynamicznych modeli numerycznych stanu morza”.

Wyniki pomiarów dryfterów zainspirowały do wykonania doświadczenia polegającego na przyjęciu punktu wystawienia dryfterów jako miejsca wypadnięcia człowieka ze statku do wody. Zakładając, że wypadł człowiek za burtę wykonano obliczenia zgodnie z procedurami zawartymi IAMSAR i wyznaczono obszar poszukiwania. Jako czas martwy przyjęto 4, 8, 12, 16, 20, 24 godziny. Wyznaczone obszary poszukiwań nanoszono na mapę, równocześnie wykreślono rzeczywistą trasę dryftera. Wynik obliczeń, z założeniem czasu martwego 4 godziny, przedstawia rysunek 7. Widać na nim wyraźnie do jakiej tragedii może dojść gdy nie będziemy wykorzystywać środowiskowych danych geoinformacyjnych.

Podsumowanie

Główną determinantą hydrometeorologicznych środowiskowych danych geoinformatycznych jest czas. Ma on również decydujące znaczenie podczas planowania działań ratowniczych, jak i w aspekcie możliwości przeżycia poszkodowanych w środowisku morskim. Szczególnie uwidacznia się to na Morzu Bałtyckim.

Stały rozwój techniki obliczeniowej i procesów modelowania hydrodynamicznego, jak również doskonalenie narzędzi matematycznych powodują, że modele numeryczne są najbardziej obiecującym źródłem środowiskowych danych geoinformatycznych. Modele te najlepiej odzwierciedlają rzeczywiste warunki i zjawiska zachodzące w zbiornikach wodnych. Informacje uzyskiwane w ten sposób są bardziej wiarygodne, a wraz z postępującym rozwojem modeli – coraz dokładniejsze.

Problemem, który dotąd nie został rozwiązany, jest brak internetowego serwisu (geoportalu) hydrometeorologicznego środowiskowych danych geoinformatycznych w polskim rejonie odpowiedzialności SAR. Serwis powinien pozwalać obrazować wymienione dane w postaci warstwy na morskiej elektronicznej mapie nawigacyjnej. Należy zaznaczyć, że w innych krajach europejskich takie serwisy już funkcjonują. Ważnym argumentem dla stworzenia takiego serwisu jest to, że wypadki morskie w naszym rejonie odpowiedzialności SAR zdarzają się w miejscach, w których głębokość oraz odległość od brzegu uniemożliwia przyjęcie do planowania akcji ratowniczej danych środowiskowych wyznaczonych na podstawie ich historii.

Literatura

- ATP, 2004: Poszukiwanie i ratownictwo. Instrukcja sprzymierzonych ATP-10 (D). Wydawnictwo MW RP.
- Bednarczyk M., Pyrchla J., Piotrowski M., 2005: Toward the Application of AI Methods in Marine SAR Operations. The VIII International Maritime Conference "Safety of Surface, Subsurface and Flight Over the Sea Aspects". *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol. 14.
- Drogosiewicz M., 1993: Wpływ wielkości dryfu jednostki pływającej na ustalanie pozycji oraz rozmiarów akwenów poszukiwania podczas akcji ratowniczej (rozpr. doktorska, promotor kmdr w st. spocz. dr hab. M. Holec, prof. nadzw AMW). AMW.
- Dziennik, 1995: Dziennik pracy ROK Gdynia z okresu od 01.02.1993 r. do 29.12.1995 r.
- Gajewski J., Gajewski L., Stachowiak A., 1999: Verification of drift models of rhodamine spill, life-raft and dummy-man during experiment polrodex-97. *Bull. Mar. Inst.*, 26.
- Hilbert D., Cohn-Vossen S., (1956): *Geometria pogładowa*. PWN.
- IAMSAR II, 2007: International aeronautical and maritime search and rescue manual. Mission coordination. Volume II, IMO/ICAO.

- Koopman B.O. 1980: Search and Screening. Pergamon Press.
- Książka, 1996: Książka meldunków ODOR MW z okresu od 01.10.1993 r. do 31.03.1996 r.
- Morse M. P., Kimball E.G., 1998: Methods of operations research. Military Operations Research Society, Alexandria.
- Przyborski M., Pyrchla J. 2003: Reliability of the Navigational Data. Proc. of the International IIS: IIPWM'03 Conference held in Zakopane, Springer Verlag Series on Advances in Soft Computing.
- Pyrchla J., Bednarczyk M., 2000: Fuzzy sets to the rescue. Proc. 9th Workshop on Intelligent Information Systems.
- Pyrchla J. Bednarczyk M., Stateczny A., 2000: Location of an accident at sea in the SAR system – an attempt at formalizing the problem, *Scientific bulletin* nr 59, WSM Szczecin.
- Pyrchla J., Bednarczyk M., 2000: Zbiory rozmyte w planowanie poszukiwań morskich, Proc. II Symposium „Nawigacja Zintegrowana”, WSM Szczecin.
- Pyrchla J., 2001: The Utility of Fuzzy Set Theory for Locating Sea Accidents, *Geodezja i Kartografia* nr 4.
- Pyrchla J., 2002: Zbiory rozmyte w teorii lokalizacji wypadków morskich. Wybrane zagadnienia. Wyd. J. Pyrchla.
- Pyrchla J. 2005: Fuzzy function of accuracy of visual navigational observation. *Polish Journal of Environmental Studies*.

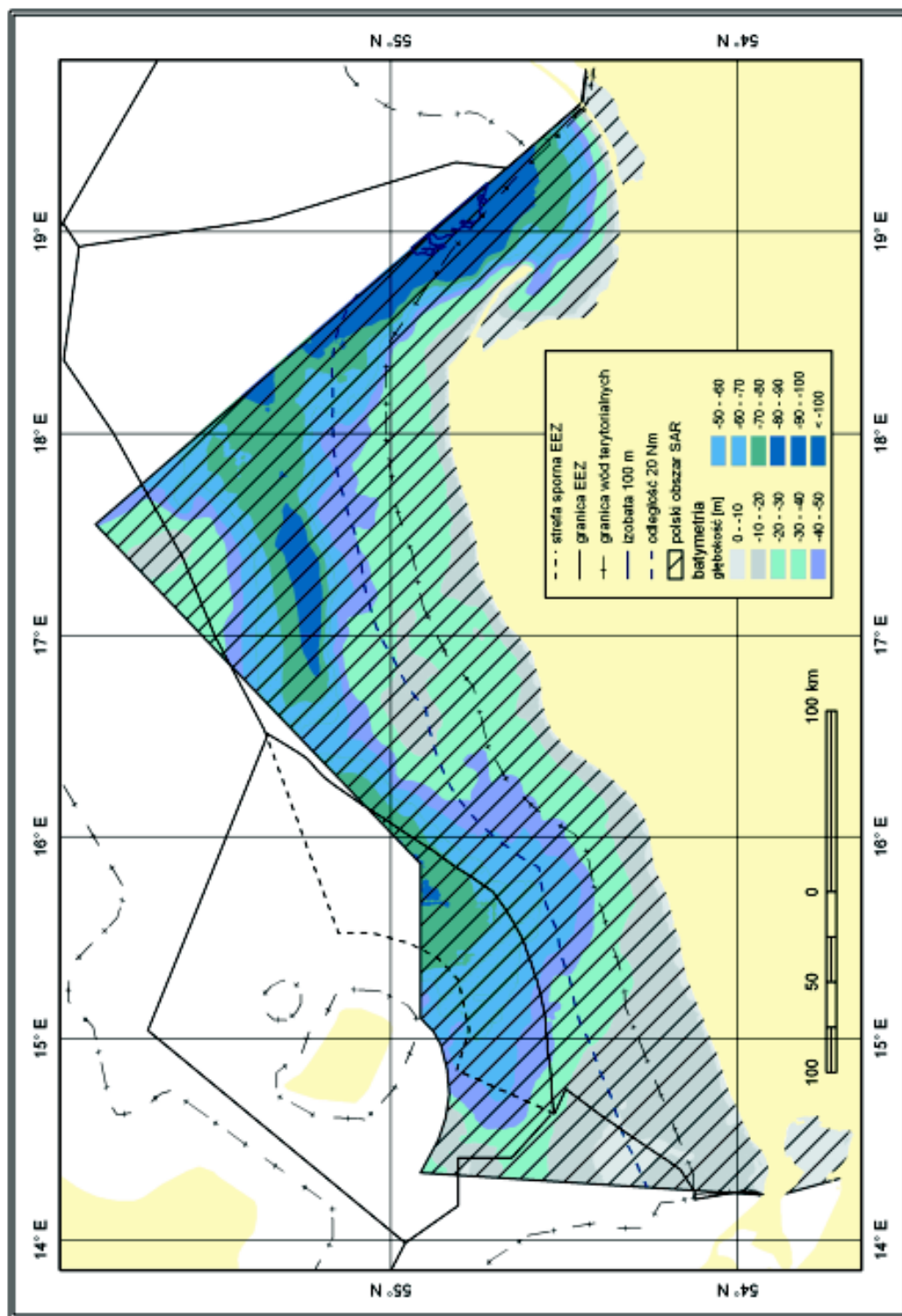
Abstract

With general development of technology and IT, numerical methods entered also in the field of Search and Rescue at sea. They inspired for further search of practical applications of the geoinformatics and geophysics of the Baltic Sea.

International standards of conducting SAR missions do not take into account specific conditions of Polish areas.

In the paper, we present the results of our real and computer generated research with the use of geoinformation in the process of planning SAR missions in the Southern Baltic Sea. We would like to emphasize the role of environmental data in the process of planning in the Polish SAR.

dr inż. Jerzy Pyrchla
jerzy.pyrchla@gmail.com



Rys. 4. Polska strefa SAR

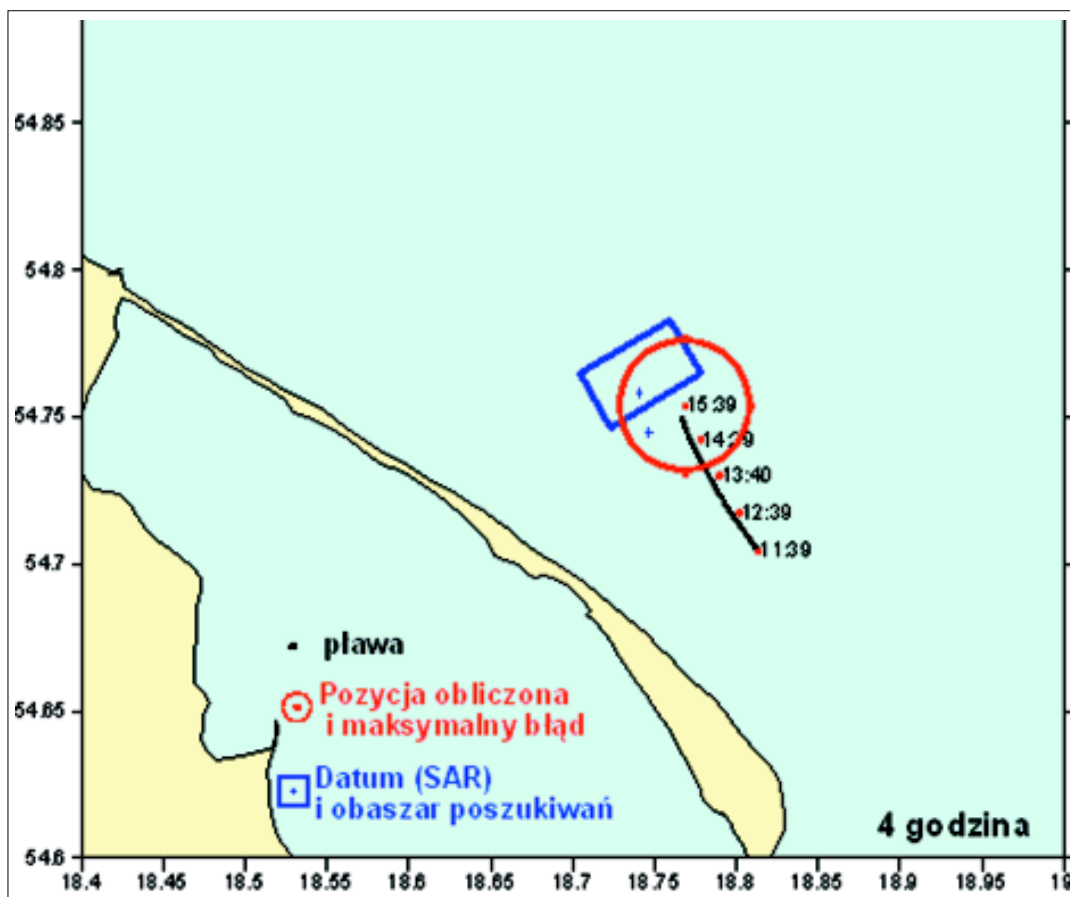


Rys. 5. Dryftery na pokładzie statku badawczego IMOR oraz wystawianie dryfterów do pomiarów





Rys. 6. Rzeczywiste trasy dryfterów zarejestrowane podczas pomiarów



Rys. 7. Obszar poszukiwania, trasa dryfterów oraz symulowana trasa dryftera z wykorzystaniem danych z modelu hydrodynamicznego