

Paweł Górtowski, Kinga Łazuga**

WPLYW ROZLEWU OLEJOWEGO NA SKUTECZNOŚĆ POSZUKIWAŃ W TRAKCIE AKCJI SAR

1. Wstęp

Znaczący wzrost działalności człowieka w zakresie eksploracji złóż z dna morskiego wymusza na nas znowelizowanie podejścia do problemu ratowania życia ludzkiego na morzu. Główną techniką wydobycia tych pokładów jest tzw. metoda otworowa, za pośrednictwem platform lub statków wydobywczych. Obsługa tych obiektów niemal w całości odbywa się z zastosowaniem różnego typu jednostek morskich od holowników, poprzez jednostki zaopatrujące, aż do tankowców odbierających urobek. Wzrost wydobycia surowców z dna morskiego oznacza, więc zwiększenie liczby osób pracujących w sektorze wydobywczym a także wzrost natężenia ruchu statków obsługujących platformy.

Zwiększenie raty wydobywczej a tym samym ilości substancji ropopochodnych jakie mogą się przedostać do środowiska w danej jednostce czasu nakłada na zespoły ratownicze ograniczenia wynikające z redukcji czasu dostępnego na skuteczne przeprowadzenie akcji lokalizacji i podjęcia rozbitków. Na przykładzie katastrofy platformy Deepwater Horizon z 20 kwietnia 2010 roku, uznanej za największą katastrofę ekologiczną w historii Stanów Zjednoczonych, widać jak wiele czynników wpływa na prowadzenie działań ratowniczych na obszarze objętym rozlewem olejowym. Zadania jakie stawiane są zespołom ratowniczym w czasie działań na miejscu akcji są określone przez ograniczenia jakie niesie ze sobą praca w tak niebezpiecznym środowisku jakim jest rozlew olejowy na powierzchni morza.

Mając na uwadze bezpieczeństwo ratowników jak i maksymalizację szans uratowania rozbitków w niniejszym artykule poruszono problematykę wpływu tych warunków otoczenia, które będą w znaczący sposób determinowały działania ratowników.

* Wydział Nawigacyjny, Akademia Morska w Szczecinie

2. Zagrożenia związane z obecnością produktów ropopochodnych na miejscu akcji

Jednym z głównych elementów jakie należy uwzględnić podczas planowania akcji ratowania ludzi z obszarów objętych rozlewem jest rodzaj substancji w jakiej rozbitkowie przebywają. Jest to jedna z podstawowych informacji jaką należy uwzględnić nie tylko z uwagi na poziom bezpieczeństwa jednostek ratowniczych ale również sposób przeprowadzenia akcji. Znajomość właściwości fizykochemicznych danych substancji oraz ich zachowanie w środowisku morskim jak również efekt oddziaływania tych związków chemicznych na organizm ludziki będzie jednym z głównych elementów w równaniu którego rozwiązaniem będzie uratowanie rozbitków.

Zróznicowanie substancji ropopochodnych transportowanych drogą morską, które mogą stać się źródłem rozlewu zmusza nas do wyznaczenia głównych grup zagrożeń, które w zależności od danej substancji będą bardziej lub mniej wyeksponowane.

Wśród głównych grup zagrożeń wymienić można [2]:

- łatwopalność;
- tworzenie par wybuchowych;
- toksyczność;
- obniżenie zawartości tlenu w atmosferze;
- zwilżanie podłoża obniżając jego przyczepność.

2.1. Łatwopalność

Zdolność danej frakcji ropopochodnej do zapalenia się będzie zależna od rodzaju tej substancji (im większa zawartość lekkich frakcji ropy tym większa możliwość zapalenia) oraz kondensacji par węglowodorów nad powierzchnią rozlewu (temperatura powierzchni płamy, ruch mas powietrza). Jest to cecha charakterystyczna wynikająca z właściwości fizykochemicznych danej cieczy (temp. parowania, temp. zapłonu) dlatego też każdy rozlew należy rozpatrywać indywidualnie. Pomocne dla ratowników dane mogą zostać pozyskane z *Material Safety Data Sheet*. Zapalenie się rozlewu ze względów oczywistych redukuje szanse ocalenia rozbitków niemalże do minimum. Szansę na przetrwanie mają jedynie osoby, które ratują się z użyciem łodzi swobodnego spadku. Pod warunkiem że będzie to łódź pochodząca ze zbiornikowca lub gazowca gdyż tylko te jednostki zgodnie z kodeksem LSA są wyposażone w butle sprężonego powietrza gwarantujące niezależne źródło tlenu przez okres 10 minut, co może dać szansę na opuszczenie miejsca rozlewu [2].

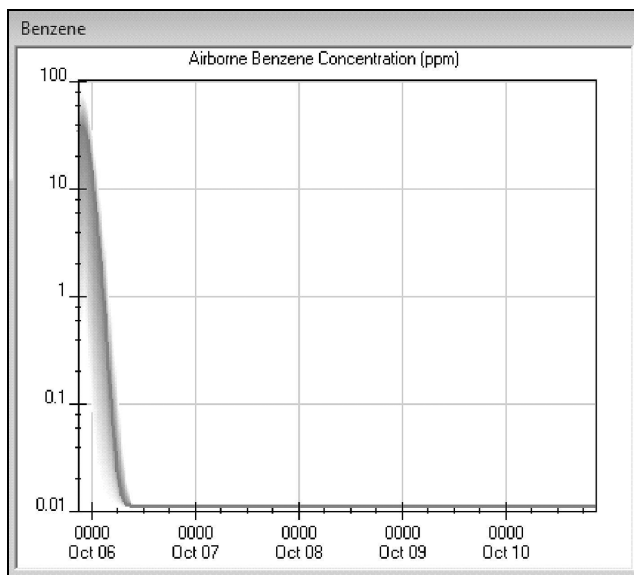
2.2. Tworzenie par wybuchowych

W określonym stężeniu pary węglowodorów uwalniające się z rozlewu tworzą z powietrzem mieszanek wybuchową. Prowadzi to za sobą nie tylko niebezpieczeństwo dla osób

poszkodowanych ale również dla ratowników. Dlatego też mając na uwadze zasadę, że najważniejsze jest bezpieczeństwo ratownika dochodzi do faktu, iż kolejnym elementem niezbędnym dla skutecznego przeprowadzenia akcji będzie stały monitoring atmosfery w miejscu akcji. Należy mieć na uwadze scenariusz, który ze względu na wybuchowość atmosfery na miejscu akcji pozwoli nam skierować do działania tylko jednostki gazoszczelne. Zmniejszając tym samym liczbę dostępnych dla nas jednostek a co za tym idzie wielkość obszaru jaki możemy przeszukać w danej jednostce czasu [2].

2.3. Toksyczność

Kolejnym elementem jaki ratownicy muszą uwzględnić w trakcie planowania akcji jest ilość oraz rodzaj uwalnianych związków toksycznych z danego rozlewu. Intensyfikacja uwalniania się substancji trujących występuje w pierwszych godzinach po katastrofie. Jak pokazuje rysunek 1 w początkowej fazie rozlewu będzie miało miejsce intensywne parowanie benzenu. W znacznych ilościach uwalnia się również siarkowodór. Oba te gazy uznawane są za bardzo trujące.



Rys. 1. Parowanie benzenu [4]

Taki stan rzeczy może wywołać konieczność zredukowania ilości dostępnych jednostek jakie będą mogły przystąpić do akcji ratowania ludzi w jej początkowej fazie (stężenie gazów trujących przekroczy dopuszczalne normy) do jednostek gazoszczelnych. Co przełoży się na obniżenie szans ocalenia rozbitków. Na inhalację substancjami uwalnianym z rozlewu narażeni są zarówno ratownicy, jak i rozbitkowie. O ile w przypadku służb przybyłych na

miejsce akcji zastosowanie w razie konieczności środków ochrony dróg oddechowych jest możliwe, to w sytuacji rozbitków, którzy nierzadko opuszczali statek w pośpiechu, jest praktycznie niewykonalne. Czynnikiem ten jeszcze bardziej zawęzi ramy czasowe, w których przeprowadzenie skutecznej akcji podjęcia rozbitków będzie możliwe [2].

Należy również mieć na uwadze że przy niesprzyjających warunkach atmosferycznych (niska temperatura, intensywność mieszania na skutek sztormowej pogody) doprowadzą do tego iż lekkie frakcje zostaną zatrzymane w masie powstałej w trakcie procesu emulsyfikacji jak to miało miejsce w przypadku katastrofy tankowca „EXXON VALDEZ”. W wyniku testów stwierdzono, że odparowało jedynie 20% lekkich frakcji [2].

Oprócz zagrożenia związanego z wdychaniem związków trujących pojawiają się niebezpieczeństwa wynikające z bezpośredniej ekspozycji ciała ludzkiego na działanie produktów ropopochodnych składających się na rozlew.

Wydłużony kontakt z produktami ropopochodnymi może powodować znaczne pogorszenie się stanu psychofizycznego osób czekających na ratunek. Oddychanie parami gazów może wywołać kaszel, bóle głowy, problemy z równowagą, nudności, trudności w oddychaniu, osłabienie, senność, problemy z pamięcią. Dodatkowo przy bardzo dużych stężeniach pojawia się utrata świadomości, drgawki i niewydolność oddechowa. Długotrwały kontakt ze skórą powoduje dodatkowe ryzyko wchłaniania substancji trujących do organizmu i gromadzenia się w tkankach. Kolejnym zagrożeniem jest możliwość połknięcia substancji bądź zablokowania dróg oddechowych przez produkt powstały po emulsyfikacji czy podrażnienie spojówek. Produkt ropopochodne w zależności od rodzaju mają właściwości rakotwórcze jak i mutagenne. Dłuższe przebywanie w bezpośrednim kontakcie z tymi substancjami prowadzi do nieodwracalnych zmian w organizmie.

2.4. Obniżenie zawartości tlenu w atmosferze

Utrudnieniem w czasie prowadzenia działań służb ratowniczych będzie również zmniejszenie stężenia tlenu w atmosferze na miejscu akcji. Intensywne uwalnianie się gazów w tym również gazów z uszkodzonych zbiorników, może doprowadzić do wypierania tlenu z obszaru działania służb ratowniczych, co dodatkowo utrudni przeprowadzenie skutecznej akcji przez służby.

2.5. Zwilżanie podłoża obniżające jego przyczepność

Ostatnim czynnikiem jaki należy wziąć pod uwagę jest zmniejszenie tarcia na powierzchniach jednostek ratowniczych co w połączeniu z niekorzystnymi warunkami hydrometeorologicznymi (intensywne falowanie) spowoduje narażenie załóg statków ratowniczych na uraz mechaniczny.

Jak widać mnogość zagrożeń jakie niesie ze sobą przebywanie rozbitka w substancji ropopochodnej prowadzi do redukcji dostępnego czasu na przeprowadzenie skutecznych działań ratowniczych, wymuszając tym samym zmiany w planowaniu operacji uwzględniające dodatkowo ww. niebezpieczeństwa [2].

Rodzaj rozlanej substancji oraz jej ilość będzie miał znaczący wpływ na ilość jednostek, które przystąpią do akcji ratowniczej. Nie bez znaczenia będzie bliskość ładunku elementów o dużym znaczeniu gospodarczym w procesie dyslokacji jednostek na miejscu akcji. Kluczową sprawą wydaje się odpowiedni podział zadań dla poszczególnych jednostek aby zapewnić równe szanse na uratowanie osób będących w wodzie jak i niedopuszczenie do sprowadzenia zagrożenia wynikający z zanieczyszczenia środowiska, co może skutkować zwiększoną liczbą ofiar wśród okolicznych mieszkańców.

3. Wpływ rozlewu olejowego na możliwości lokalizacji rozbitków

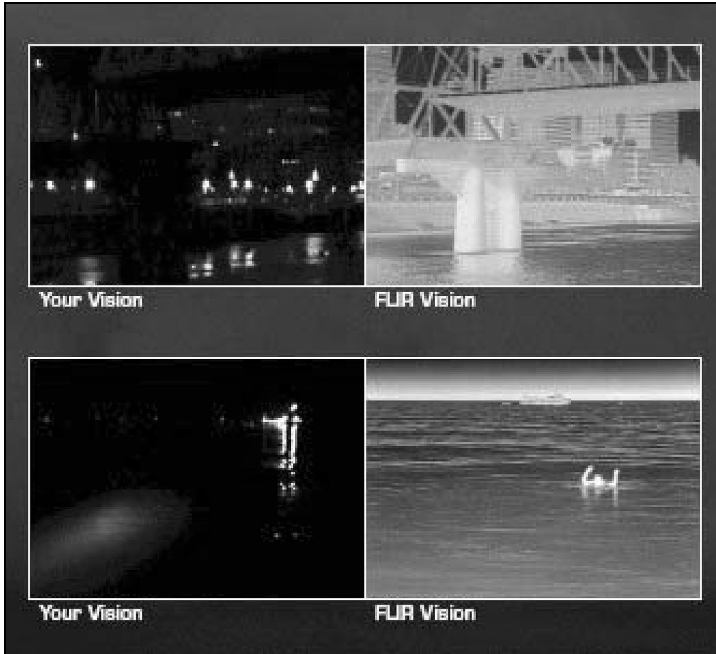
Mając na uwadze skuteczne przeprowadzenie akcji poszukiwawczej należy również uwzględnić możliwości detekcji osób w wodzie jak i środków ratunkowych w wodzie. Fundamentalne znaczenie na skuteczność¹ prowadzenia obserwacji ma kontrast poszukiwanego obiektu w stosunku do otoczenia. Plama ropy naftowej, w której oprócz rozbitków pływać będą elementy z jednostki zatopionej w istotny sposób wpłynie na jakość lokalizacji. Uwzględnić należy również, iż osoba będzie pokryta substancją rozlaną, co zredukuje udogodnienie wynikające z jaskrawości np. środków ochrony termicznej. Dlatego też czynnik ten powinien być uwzględniony w przypadku doboru parametrów wzoru poszukiwania. Kolejnym elementem wpływającym na skuteczność działań obserwatora będzie specyfika środowiska w jakim będzie prowadził działania i wynikające z tego tytułu ograniczenia. Intensyfikacja par gazów wymusza na nim konieczność stosowania środków ochrony dróg oddechowych takich, jak np. maska p-gaz co może prowadzić do wzrostu zmęczenia, osłabienia koncentracji i skupienia. Prowadzenie obserwacji z wnętrza jednostki ratowniczej przy niesprzyjających warunkach hydrometeorologicznych osłabi jego możliwości detekcyjne. Niwelowanie tego problemu będzie się sprowadzało do zmniejszenia prędkości jednostki ratowniczej i/lub zagęszczenia linii kursów po których się ona porusza.

Znaczny wzrost możliwości wykrycia osób jak i jednostek ratunkowych można uzyskać wykorzystując do obserwacji techniczne środki detekcji (tj. kamera UV, kamera IR czy też systemy radiolokacyjne), co pokazują rysunki 2 i 3.

System L-SAR wykorzystuje promieniowanie podczerwone. Zamontowana na kadłubie samolotu laser wysyła prostopadle do podłoża wiązkę promieniowania podczerwonego w kącie widzenia 80° (rys. 4). Laser podczas skanowania wysyła dwa różne kolory wiązki. Materiał odblaskowy w jaki wyposażony są środki ratunkowe pełni w tym przypadku rolę reflektora, odbijając tylko jeden z emitowanych przez urządzenie kolorów. Odebranie przez urządzenie dwóch kolorów będzie identyfikowane przez system jako odczyt błędny. W przypadku natrafienia na taśmę odblaskową system wygeneruje alarm. Sposób lokalizacji wy-

¹ Skuteczność — Skuteczność działania 0 to **porównanie wyznaczonego pożądanego wyniku z uzyskanym efektem**. Można ją mierzyć ilościowo lub oceniać jakościowo. Jakościowo skuteczność ocenia się w kategoriach działania „wykonane — nie wykonane”, „osiągnięto — nie osiągnięto” lub „częściowo osiągnięto”.

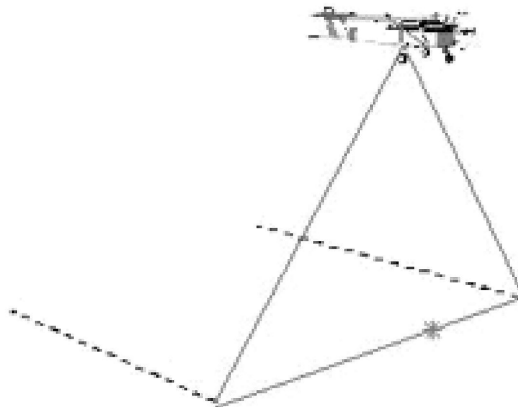
krytego reflektora zależy jest od dodatkowego wyposażenia z jaki system L-SAR będzie zintegrowany. Zazwyczaj będzie to się odbywało na zasadzie powiększenia na ekranie monitora obszaru w którym wykryto echo światła podczerwonego [5].



Rys. 2. Zdjęcia wykonane z użyciem systemu FLIR [5]



Rys. 3. Zdjęcie człowieka w wodzie wykonane systemem [7]



Rys. 4. Schemat działania systemu L-SAR (land search and rescue) [5]

4. Wnioski

Zróżnicowanie oraz mnogość zagrożeń jakie niesie ze sobą prowadzenie akcji w miejscu objętym rozlewem wymusza na pracownikach służb ratowniczych podjęcie szczególnych środków ostrożności. Taki stan rzeczy prowadzi do konieczności wyznaczenia w sztabie kierowania akcją, osoby lub zespołu odpowiedzialnego za bezpieczeństwo ratowników na miejscu katastrof. Ratownicy skupieni na działaniach poszukiwawczych nie będą posiadali wystarczająco jasnego obrazu sytuacji związanej z ich bezpieczeństwem. Osoba taka, zwana dalej oficerem bezpieczeństwa będzie odpowiedzialna za monitoring warunków środowiskowych nad bieżącym oraz planowanym obszarem działania. Opierając się na raportach z jednostek patrolowych (monitoring powietrza pod względem toksyczności i wybuchowości), jak i znajomości właściwości fizykochemicznych rozlewu będzie wyznaczał sektory bezpieczeństwa o odpowiednich poziomach (rys. 5).

W zależności od ilości czasu w jakim mogą pozostawać jednostki w danej strefie, rodzaju jednostki jaka może zostać wysłana w dany obszar. Finalnym produktem jaki wytworzy oficer bezpieczeństwa powinien być plan bezpiecznego prowadzenia akcji.

Uwzględniając takie elementy jak:

- monitoring powietrza na miejscu akcji;
- LEL, poziom tlenu, poziom H₂S, benzenu i innych;
- bliskość obszarów o dużym zaludnieniu, bądź znaczeniu strategicznym;
- warunki hydrometeorologiczne;
- stan morza, siła wiatru, temperatura;
- konieczność doposażenia jednostek w dodatkowy sprzęt ochrony osobistej;
- konieczność zaangażowania jednostek specjalistycznych (gazoszczelnych);

- właściwy podział zadań pomiędzy jednostkami prowadzącymi poszukiwania a usuwającymi skutki rozlewu;
- konieczność zaangażowania dodatkowych sił i środków (jednostki marynarki wojennej, straży granicznej, straży pożarnej);
- inne;

pozwole na wzrost szansy skutecznego przeprowadzenia akcji ratowniczej poprzez eliminowanie liczby czynników, na które ratownicy nie byłoby przygotowani.

		Zagrożenie wybuchem		
		duże	umiarkowane	małe
Toksyczność	duża	POZIOM 1 Środowisko silnie toksyczne, silnie wybuchowe	POZIOM 1 Środowisko umiarkowanie toksyczne, silnie wybuchowe	POZIOM 1 Środowisko silnie nie toksyczne, silnie wybuchowe
	umiarkowana	POZIOM 1 Środowisko umiarkowanie wybuchowe, silnie toksyczne	POZIOM 2 Środowisko umiarkowanie toksyczne, umiarkowanie wybuchowe	POZIOM 2 Środowisko nie toksyczne, umiarkowanie wybuchowe
	mała	POZIOM 1 Środowisko niewybuchowe, silnie toksyczne	POZIOM 2 Środowisko umiarkowanie toksyczne, niewybuchowe	POZIOM 3 Środowisko nie toksyczne, niewybuchowe

Rys. 5. Schemat określania obszarów niebezpiecznych

LITERATURA

- [1] Międzynarodowa Organizacja Morska IMO: IAMSAR – Międzynarodowy Lotniczy i Morski Poradnik Poszukiwania i Ratowania, Tom III. Środki mobilne. Gdynia, Trademar 2005.
- [2] Morska Służba Poszukiwania i Ratownictwa: Krajowy Plan Zwalczania Zagrożeń i Zanieczyszczeń Środowiska Morskiego. Gdynia, 2005.
- [3] *Lewitowicz J.*: Podstawy eksploatacji statków powietrznych. Wyd. ITWL, Tom I, Warszawa 2001 r.
- [4] www.noaa.gov
- [5] www.lvanguarddefense.com
- [6] www.searchandrescue.gsfc.nasa.gov
- [7] www.oceanmedix.com