

## **ANALIZA RYZYKA WYSTĄPIENIA WYPADKU NURKOWEGO W NURKOWANIACH WOJSKOWYCH I REKREACYJNYCH**

Dariusz Józwiak, Piotr Siermontowski, Zbigniew Dąbrowiecki, Romuald Olszański

Zakład Medycyny Morskiej i Hiperbarycznej Wojskowego Instytutu Medycznego w Gdyni

### **STRESZCZENIE**

Analizując dane dotyczące ilości wypadków nurkowych w nurkowaniach rekreacyjnych i porównując je z danymi i doświadczeniami własnymi przy pracy z nurkami wojskowymi nasuwało się częste pytanie, dlaczego ilość wypadków w nurkowaniach rekreacyjnych jest zdecydowanie wyższa niż w nurkowaniach wojskowych. Porównanie czynników mających bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo nurkowania, zakres osiągniętych głębokości, sposób prowadzenia dekompresji i problemy nurków zgłaszane po nurkowaniu pozwalają na znalezienie przyczyn tak częstych niekorzystnych zdarzeń występujących wśród nurków rekreacyjnych. W trakcie analizy czynnikiem mającym bardzo znaczący wpływ na poziom bezpieczeństwa jest częstość nurkowania, adaptacja do warunków podwyższonego ciśnienia oraz przecenianie własnych umiejętności przy stawianiu sobie zbyt dużych wyzwań.

**Słowa kluczowe:** nurkowania wojskowe, nurkowania rekreacyjne, komputery nurkowe, wypadek nurkowy.

---

### ARTICLE INFO

---

PolHypRes 2015 Vol. 53 Issue 4 pp. 41-54

**ISSN:** 1734-7009 **eISSN:** 2084-0535

**DOI:** 10.1515/phr-2015-0022

Strony: 14, rysunki: 11, tabele: 1

**page www of the periodical:** [www.phr.net.pl](http://www.phr.net.pl)

**Typ artykułu:** oryginalny

**Termin nadesłania:** 17.10.2015r.

**Termin zatwierdzenia do druku:** 29.11.2015r.

**Publisher**

Polish Hyperbaric Medicine and Technology Society



## WSTĘP

Nurkowanie warunkach wojskowych czy cywilnych (nurkowania rekreacyjne), powinno być podobne, jednak na podstawie naszego, wieloletniego doświadczenia należy stwierdzić, że są to zupełnie różne dziedziny aktywności podwodnej. Podstawową różnicą jest selekcja zdrowotna, której podlegają nurkowie wojskowi i brak jej lub istotne ograniczenie u nurków rekreacyjnych. Najistotniejszym jednak czynnikiem, mającym wpływ na ryzyko wystąpienia wypadku nurkowego jest proces szkolenia nurka. W warunkach wojskowych jest to długotrwały, ciągły proces rozpoczynający się od kilku miesięcznego szkolenia podstawowego, cyklicznego trenowania procedur awaryjnych i wykonywania coraz bardziej skomplikowanych zadań pod wodą. Całe szkolenie prowadzone jest pod okiem instruktora z pełnym zabezpieczeniem logistycznym i medycznym. Nurkowanie rekreacyjne to zupełnie inna dziedzina, poczynając od szkolenia po późniejsze samodzielne nurkowania.

Nurek rekreacyjny odbywa krótki kurs (kilka dni) w przeciwieństwie do nurka wojskowego (nawet kilka miesięcy). Nurkowanie rekreacyjne z samej swojej istoty staje się okazjonalne, sezonowe, bez ciągłego treningu podtrzymującego nawyki, odruchy, a co najważniejsze bez cyklicznego powtarzania procedur awaryjnych. Brak treningu ciśnieniowego i „opływania”, okazjonalne powtarzalne nurkowanie, stanowi zagrożenie wystąpienia wypadków nurkowych.

Ze względu na brak danych dotyczących nurkowań rekreacyjnych w Polsce, żeby przedstawić problemy nurkowania rekreacyjnego, profil nurkowań i przyczyny występowania wypadków, poddano analizie dane zawarte w Raportach Diving Alert Network dotyczących nurków rekreacyjnych w USA i Kanadzie w latach 2002-2007.

## CELE PRACY

- Analiza porównawcza przyczyn występowania wypadków nurkowych w latach 2002 – 2007 wśród nurków rekreacyjnych ze Stanów Zjednoczonych i Kanady, z grupą nurków Wojska Polskiego
- Ocena porównawcza obowiązujących zasad bezpieczeństwa w tych samych grupach.

## MATERIAŁ I METODY

Charakterystyka badanych grup.

Do przeprowadzenia analizy bezpieczeństwa nurkowania wśród nurków i szkolących się w Ośrodku Szkolenia Nurków i WP w Gdyni w latach 2002 – 2007 posłużono się danymi zawartymi w Dziennikach Prac Nurka [1] i w orzeczeniach Wojskowej Komisji Morsko – Lekarskiej.

Badanie dotyczyło 20592 ekspozycji hiperbarycznych, w których skład wchodziły nurkowania w akwenach otwartych, basenach nurkowych, ekspozycje w komorach dekompresyjnych i testy tolerancji tlenowej. Uczestniczyło w nich 1169 nurków z Ośrodka Szkolenia Nurków WP.

Analizę porównawczą z nurkami przeprowadzono z nurkami rekreacyjnymi ze Stanów Zjednoczonych i Kanady nie podlegającymi selekcji zdrowotnej. Badania dotyczyły 8964 nurków, którzy wykonali 115479 nurkowań, zawarte w Raportach Diving Alert Network w latach 2002 – 2007 [2-7].

## METODY

W badaniu wykorzystano dane podstawowe zawarte w Dziennikach Prac Nurka Ośrodka Szkolenia Nurków i Płetwonurków Wojska Polskiego z lat 2002 -2007, które dotyczyły ilości i rodzaju nurkowań, liczby nurków oraz treści orzeczeń Wojskowej Komisji Morsko-Lekarskiej w Gdańsku. Wykorzystano również dane zawarte w opublikowanych Raportach Diving Alert Network z lat 2004 – 2009, które zawierały dane z lat 2002 – 2007 o nurkowaniach rekreacyjnych w USA i Kanadzie.

Wykonano:

Analizy dokumentów źródłowych, następnie wytypowano grupy osobowe podlegające ocenie. Przeprowadzono analizy danych z grup badanych i poddano je obróbce statystycznej, co pozwoliło na formułowanie wniosków

## METODY ANALIZY STATYSTYCZNEJ

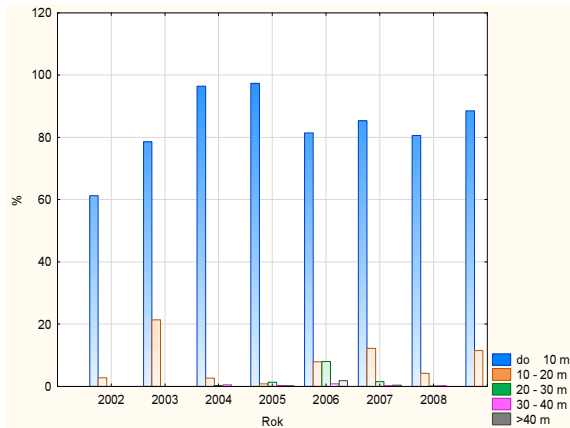
Analizy statystyczne wykonano przy pomocy programu Statistica v10. Na wykresach przedstawiono strukturę badanych zmiennych w czasie. Sprawdzone czy istnieje istotna statystycznie korelacja między współczynnikiem zagrożenia wypadkiem % oraz procentem wypadków śmiertelnych % a każdą z badanych zmiennych. W tym celu zastosowano korelację rang Spearmana, ponieważ dane prezentują procentową części poszczególnych zmiennych. Otrzymane wyniki można uporządkować w kolejności rang.

Zamiana konkretnych wartości na odpowiadające im rangi minimalizuje negatywny wpływ punktów odstających, a także pozwala przeprowadzić analizę korelacji dla zmiennych mierzalnych nie mających rozkładu normalnego. Korelacja ta przyjmuje wartości z przedziału [-1;1] określającą siłę związku między badanymi zmiennymi. W dalszej części pracy opisano tylko istotne statystycznie współzależności.

## WYNIKI

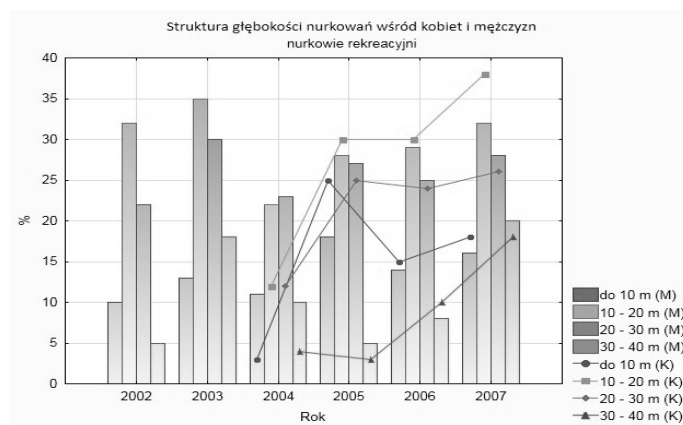
Jak głęboko się nurkuje.

W nurkowaniach wojskowych dominuje przedział głębokości od 0 do 10 m, który występuje w ok. 80 % nurkowań. Znacznie rzadziej nurkuje się na głębokość 10 – 20 m, te nurkowania stanowią 5-10%, a pozostałe przedziały głębokości, czyli 20-30 m i 30-40 m stanowią tylko ok. 10 % udział w nurkowaniach co przedstawia Rycina 1. Z uwagi na fakt, iż 99% nurków wojskowych stanowią mężczyźni, nie dokonywano podziału ze względu na płeć.



Ryc. 1. Struktura głębokości nurkowań realizowanych w OSNiP WP - Źródło - Dziennik Prac Nurka 2001-2008; OSN i P WP].

Inaczej wygląda struktura nurkowań rekreacyjnych. Nurkowania do 10 m stanowią tylko 10 – 18 % nurkowań. Przedział głębokości - 10-20 m, stanowi 22 – 35 % ogólnej liczby nurkowań, w przedziale 20-30 m jest to odpowiednio 22-30% i 30-40 m od 5 – 10 %. Dane te świadczą o znacznie bardziej swobodnym penetrowaniu głębin przez nurków rekreacyjnych, ale wzrost głębokości nurkowania, powoduje zwiększenie ryzyka wystąpienia wypadku nurkowego. Przedstawia to rycina 2.



Ryc. 2. Struktura głębokości nurkowań realizowanych przez nurków rekreacyjnych z USA i Kanady - Źródło - Annual Diving Report 2004 – 2009; Diving Alert Network.

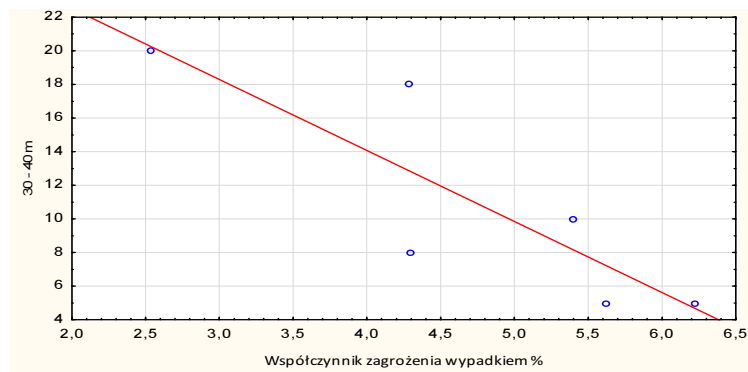
W nurkowaniach na głębokości powyżej 15 m nabierają znaczenia czynniki mające bezpośredni wpływ na występowanie typowych chorób nurkowych. Pojawia się problem przestrzegania dekompresji, utrzymywania głębokości, kontrolowania poziomu nurkowania i czasu. Wyższe głębokości, to w zależności od akwenu oddziaływanie środowiska wodnego na nurkujących, więc hipotermia, wysiłek fizyczny, czyli wzrost zagrożenia chorobą ciśnieniową. Należy zwrócić uwagę, iż wyższe głębokości są osiąmane przez nurków bardziej doświadczonych, bardziej opływanych stanowią nadal istotne zagrożenie wypadkiem. Aby nurkowanie było bezpieczne należy uwzględnić następujące czynniki i warunki wpływające na przebieg dekompresji:

Czynniki fizjologiczne: płeć i wiek, ciężar ciała, masa tkanki tłuszczowej, wydolność podstawowa organizmu, wydolność specjalna, wytrenowanie, wychłodzenie, przegrzanie, przebyte choroby i urazy, choroba lokomocyjna.

Warunki nurkowania: głębokość nurkowania, czas pobytu w nadciśnieniu, nurkowania krótkotrwałe, głębokie lub saturowane, rodzaj dekompresji (stopniowana, ciągła), praca w hiperbarii, nurkowania powtarzalne, czynniki oddechowe, tlen podczas dekompresji, środowisko wodne – prądy wodne, temperatura wody [8].

Istotnym czynnikiem jest kontrolowanie czasu w nurkowaniach wielopoziomowych, gdzie wraz ze wzrostem komplikacji profilu nurkowania ryzyko wystąpienia zdarzenia niekorzystnego znacznie wzrasta.

Na podstawie korelacji rang Spearmana stwierdzono, że na poziomie istotności  $p=0,007$  istnieje istotna statystycznie korelacja między głębokością nurkowania 30-40 m a współczynnikiem zagrożenia wypadkiem % wśród mężczyzn. Współczynnik korelacji  $R=-0,93$  i jest to korelacja prawie pełna. Oznacza to, że ze wzrostem odsetka nurkujących na tej głębokości zmniejsza się współczynnik zagrożenia wypadkiem % [2-7]. Przedstawia to rycina 3.



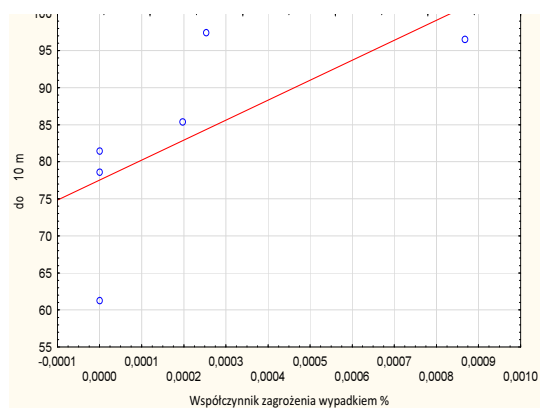
Ryc. 3. Korelacja głębokości nurkowania względem ryzyka zagrożenia wypadkiem.

W Wojsku Polskim nurkowania odbywają się najczęściej na głębokościach 0-10 m i stanowi to 61 – 98 % nurków. Wynika to przede wszystkim z zadaniowego charakteru nurkowania w Siłach Zbrojnych. Podstawowym zadaniem jest szkolenie i trening dla podtrzymania umiejętności ze szczególnym naciskiem na opanowanie utrzymania pływalności w toni, postępowanie w sytuacjach awaryjnych, zmiany poziomów nurkowania i kontrolę głębokości, czasu i dekompresji.

Wielokrotne powtarzanie podstawowych elementów wraz z tzw. „opływaniem” pozwala w przeciwieństwie do okazjonalnego nurkowania rekreacyjnego podnieść poziom bezpieczeństwa wykonywania prac podwodnych i utrzymywać go na dobrym poziomie. Również adaptacja do nurkowania może zredukować stres dekompresyjny [9;]. Znacznie niższa ilość nurków na głębokości tj. 10—20 m, czyli 2 – 22% oraz w zakresie 20-30 m i 30-40 m, które nie przekraczają 2 % ogółu nurków ze sporadycznymi, ściśle zadaniowymi nurkowaniami na głębokości powyżej 40 m potwierdza charakter prowadzonych nurkowań wojskowych [1].

W nurkowaniach w zakresie głębokości 0 – 10 m występuje wiele czynników podnoszących ryzyko wystąpienia wypadku nurkowego. Mimo, iż zawarte w przedziale głębokości nie wymagają stosowania dekompresji, nawet przy stosunkowo długich pobytach pod wodą, to zagrożenie chorobą ciśnieniową również występuje. Dotyczy to nurków, najczęściej instruktorskich, tzw. nurkowania jo-jo, gdzie instruktor przez dłuższy czas wielokrotnie zanurza się i wynurza z kursantami, którzy się zmieniają. Do pozostałych czynników podnoszących ryzyko na małych głębokościach należą: zagrożenie urazem ciśnieniowym płuc, jako wynik wynurzenia z zatrzymanym oddechem, utrata pasa balastowego i utrata kontroli nad pływalnością, wysokie falowanie wody, niewielkie doświadczenie nurków, nurkowania wielokrotne, przekraczające dopuszczalny czas bez dekompresyjny.

Na podstawie korelacji rang Spearmana stwierdzono, że na poziomie istotności  $p=0,02$  istnieje istotna statystycznie korelacja między głębokością nurkowania do 10 m a współczynnikiem zagrożenia wypadkiem % w WP. Współczynnik korelacji  $R=0,88$  i jest to korelacja bardzo wysoka. Oznacza to, że ze wzrostem odsetka nurkujących na tej głębokości zwiększa się współczynnik zagrożenia wypadkiem %. [1]. Przedstawia to rycina 4.



Ryc. 4. Korelacja głębokości nurkowania w zakresie do 10 m a zagrożenie wypadkiem nurkowym w WP.

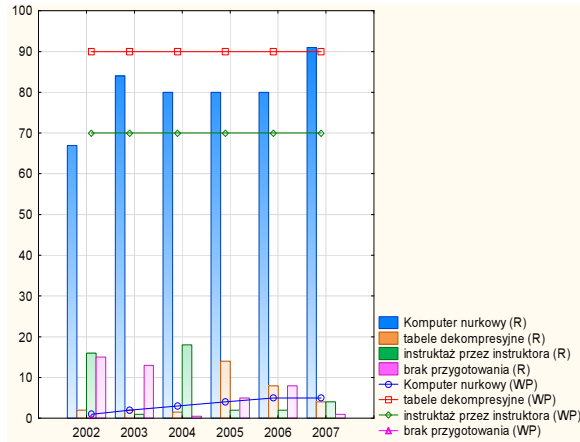
#### Planowanie dekompresji.

Dostępność komputerów nurkowych i ich coraz szersze stosowanie wśród nurków rekreacyjnych w USA i Kanadzie jest jednym z ważniejszych czynników wpływających na bezpieczeństwo nurkowania.

Dotychczasowe metody planowania dekompresji, czyli korzystanie z tabel dekompresyjnych, nauka ich czytania, czy planowanie dekompresji przez instruktora zostały szybko porzucone na rzecz komputerów nurkowych, w których upatrywano przede wszystkim poprawienie komfortu nurkowania przez kontrolę punktów krytycznych nurkowania takich

jak czas przebywania w zanurzeniu, profil nurkowania, model dekompresji, sygnalizowanie przekraczania parametrów bezpieczeństwa a w niektórych również ilość czynnika oddechowego.

Już na samym początku ich stosowania zaufano ich „nieomyślności” nie fatygując się nawet zapoznaniem się z instrukcją obsługi objaśniającej ograniczenia stosowania komputerów. Wykorzystanie komputerów i innych sposobów planowania dekompresji przedstawia rycina 5.

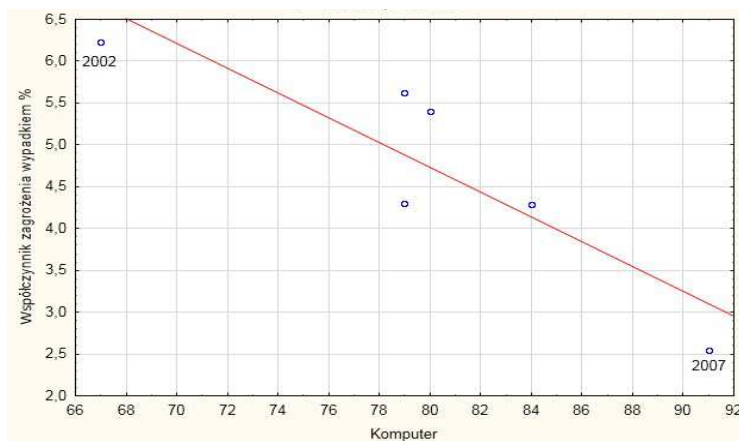


Ryc. 5. Sposób planowania dekompresji - Źródła - Annual Diving Report 2004 – 2009; Diving Alert Network; i Dziennik Prac Nurka 2001-2008; OSN i P WP .

Użycie komputerów nurkowych przez nurków rekreacyjnych w porównaniu do skali wykorzystania ich w Wojsku Polskim w badanym okresie jest skrajnie różne. W zastosowaniu rekreacyjnym użyto komputerów w 68 do 92 % nurków, co stanowiło główny sposób określania dekompresji i zarządzania profilem nurkowania. W nurkowaniach wojskowych było to tylko od 1 do 5% nurków.

Stosowanie tabel dekompresyjnych do planowania dekompresji w środowisku nurków rekreacyjnych stanowiło zaledwie 1 – 12 %, natomiast wśród nurków Sił Zbrojnych była to podstawowa metoda planowania dekompresji i stanowiła 90%. W nurkowaniach rekreacyjnych tabele dekompresyjne wykorzystuje się w zaledwie w 2 – 12 %, instruktaż do 4%, a brak przygotowania dekompresji stanowi 1 – 15% ujawnionych przypadków, co istotnie wpływa na poziom bezpieczeństwa i liczbę wypadków nurkowych.

Na poziomie istotności  $p=0,019$  współczynnik korelacji „r” między stosowaniem komputera a współczynnikiem zagrożenia wypadkiem wynosi  $r=-0,887$  i można określić mianem bardzo silnej. Ujemna wartość „r” świadczy o tendencji spadkowej w czasie. W kolejnych latach obserwuje się zmniejszenie współczynnika zagrożenia wypadkiem mimo wysokiego odsetka stosowania komputera w dekompresji (w 2007 roku – 91%), świadczy to o „bardziej świadomym/ bardziej rozważnym” korzystaniu z tej metody [2-7] bądź też ewolucji technicznej tego sprzętu w kierunku bardziej bezpiecznych profili. Zagrożenie wypadkiem przy stosowaniu komputera nurkowego przedstawia rycina 6.



Ryc. 6. Zagrożenie wypadkiem nurkowym a stosowanie komputera nurkowego.

Dla pozostałych metod planowania dekompresji tzw. klasycznych metod planowania i prowadzenia dekompresji, czyli korzystania z tabel dekompresyjnych oraz z omawiania sposobu dekompresji przez instruktora lub doświadczonego nurka nie zaobserwowano istotnej statystycznie korelacji ze współczynnikiem zagrożenia wypadkiem.

Nurkowie Sił Zbrojnych mimo korzystania z komputerów nurkowych zobowiązani są do zapoznania się z zapisowym sposobem dekompresji na podstawie tabel dekompresyjnych. Każde nurkowanie poprzedzone jest szczegółowym instruktażem przeprowadzonym przez kierownika nurkowania dotyczącym warunków bezpieczeństwa, sprawdzenia sprzętu, omówienia sposobów dekompresji oraz postępowania w sytuacjach awaryjnych. W badanym okresie nie wystąpił żaden incydent w trakcie nurkowania z wykorzystaniem komputera nurkowego mający jakiegokolwiek skutki

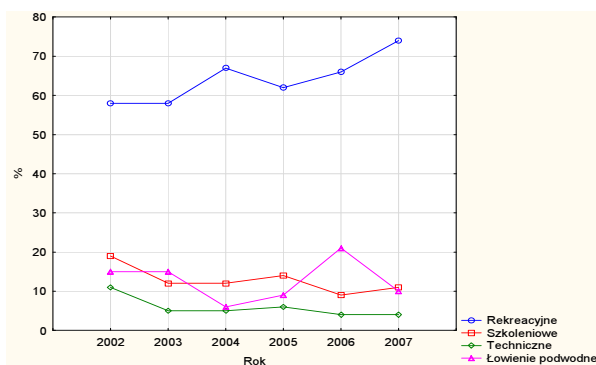
zdrowotne dla nurka, dlatego brak jest korelacji między stosowaniem komputera a współczynnikiem zagrożenia wypadkiem wśród nurków Sił Zbrojnych RP.

Badając strukturę wypadków w zależności od rodzaju nurkowania wykazano, iż najczęściej dochodzi do wypadków nurkowych w nurkowaniach rekreacyjnych, co stanowi 58-75% zdarzeń. Wynik ten obrazuje silną zależność między swobodnym decydowaniem przez nurków rekreacyjnych o wyborze sposobu realizacji zamiaru nurkowania ze swobodnym uwzględnianiem czynników bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo. Subiektywna ocena kondycji zdrowotnej, której mimo znanych lub częściej nieznanymi ograniczeń zdrowotnych nurkowie rekreacyjni nie biorą pod uwagę, ma często istotny wpływ na ryzyko i częstość występowania wypadków nurkowych.

Kandydaci na nurków rekreacyjnych powinni być badani przez lekarza, powinna to być procedura obowiązkowa [10] jednak w większości krajów świata, w tym w Polsce, pod wpływem lobbingu organizacji nurków rekreacyjnych od kwalifikacji zdrowotnej się odchodzi. Znacznie niższy odsetek, 5-21 % występowania wypadków w nurkowaniach szkolnych, czy w np. (tzw. „dive master”). Stosowanie asekuracji na powierzchni, oznaczanie akwenu, stosowanie lin opustowych poprawia orientację nurków, którzy znacznie lepiej skupiają się na kontroli profilu nurkowania łowiąc podwodnym pokazuje, iż każda zorganizowana forma nurkowania, obwarowana choćby minimalnymi wymaganiami zdrowotnymi, kondycyjnymi lub umiejętnościami sprzyja obniżeniu ryzyka wystąpienia wypadku.

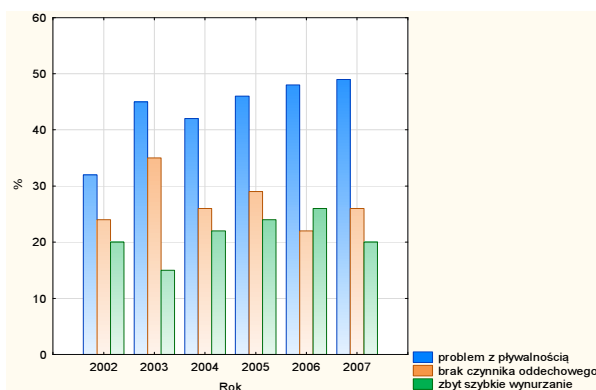
Względnie niski poziom występowania wypadków obserwujemy również podczas nurkowań w grupach z obecnością bardziej doświadczonych nurków i przestrzegania zasad bezpieczeństwa.

Duże znaczenie dla minimalizowania skutków zdrowotnych wypadków nurkowych ma również maksymalne skrócenie czasu od wypadku do podjęcia leczenia hiperbarycznego [11] czemu sprzyja zabezpieczenie medyczne obejmujące właściwie zaopatrzoną apteczkę i plan ewakuacji poszkodowanego do placówki medycznej mogącej udzielić mu odpowiedniej pomocy. Zależność liczby wypadków od rodzaju aktywności podwodnej przedstawiono na rycinie 7.



Ryc. 7. Zależność częstości występowania wypadków od rodzaju nurkowania.

Istotnymi przyczynami wypadków (również śmiertelnych) są takie czynniki jak słabe wykształcenie nurków, brak „opływania”, nurkowanie okazjonalne, nieumiejętność korzystania ze sprzętu nurkowego, brak wiedzy z zakresu patofizjologii nurkowania i lekceważenie zasad bezpieczeństwa, co zobrazowano na rycinie 8 [2-7].



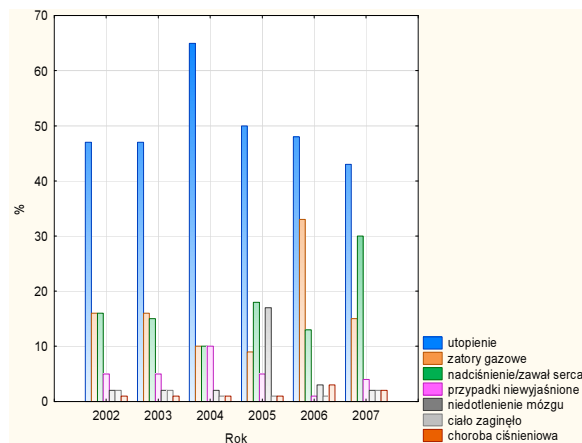
Ryc. 8. Przyczyny wypadków śmiertelnych.

Problemy z pływalnością, które zgłaszało 32-49% nurków rekreacyjnych wynikają z niewłaściwego szkolenia i okazjonalnego nurkowania. Zbyt rzadkie nurkowanie powoduje zanik nawyków koniecznych do sprawowania kontroli nad procesem nurkowania od podstawowych umiejętności, jakimi są kontrola nad ilością czynnika oddechowego i pływalnością, po brak orientacji w toni wodnej i nieumiejętności zachowania się w sytuacjach awaryjnych. Jeżeli dodatkowo występuje brak adaptacji do przebywania w środowisku hiperbarycznym, to zagrożenie wypadkiem znacznie wzrasta.

Nurkowie wojskowi, nie dosyć, że podlegają selekcji zdrowotnej i monitoringowi stanu zdrowia, to poprzez ciągłe szkolenie, częste nurkowanie, cykliczne treningi sytuacji awaryjnych, obsługę sprzętu nurkowego i realizację procedur wynikających z regulaminu nurkowania są znacznie mniej narażeni na wystąpienie niekorzystnego zdarzenia nurkowego.

Najczęstszą przyczyną śmierci nurków rekreacyjnych jest utonięcie, bez względu na to jaka by nie była przyczyna wyjściowa zdarzenia. Przyczynami, które najczęściej prowadzą do śmierci są zatory gazowe, zawał mięśnia sercowego/nadciśnienie tętnicze i choroba ciśnieniowa, jako przyczyny o podobnej częstotliwości.

W badanym okresie w Wojsku Polskim nie było żadnego wypadku śmiertelnego [13], natomiast w badanej grupie nurków rekreacyjnych wypadków takich było 543. Najczęstsze rozpoznania określane jako przyczyna zgonu przedstawiono na rycinie 9. Zwraca uwagę uwzględnienie grupy „ciało zaginęło” co ma miejsce najczęściej przy nurkowaniach samodzielnych, bez asekuracji a szczególnie przy tzw. „nurkowaniach technicznych”.



Ryc. 9. Rozpoznania medyczne przyczyn śmierci nurka. źródło - Annual Diving Report 2004 – 2009; Diving Alert Network.

Bezpieczeństwo nurkowania może być osiągnięte przez wysoki poziom szkolenia i nadzoru, z przewagą nurków płytkich, bez dekompresji [14]. Ważnym czynnikiem obrazującą możliwe przyczyny wypadków śmiertelnych jest głębokość jak była osiągnięta przez ofiary; co przedstawia tabela 1.

Tab. 1.

Głębokość nurkowań podczas których dochodziło do wypadków śmiertelnych - Źródło - Annual Diving Report 2004 – 2009; Diving Alert Network.

Max. głębokość nurkowania osiągnięta przez ofiary śmiertelne	2002 %	2003 %	2004 %	2005 %	2006 %	2007 %
0-9 m	14	20	24	33	3	29
10 - 18m	29	29	25	20	13	12
19 - 27 m	16	22	29	18	20	15
28-36 m	10	22	23	20	14	14
37-45 m	10	6	25	2	12	6
46-54 m / > 55 m	2	0	0	2/7	0/1.5	2

Nurkowania wojskowe odbywają się najczęściej w przedziale głębokości 0-10 m. Wynika to przede wszystkim z potrzeb szkolenia nurkowego. Duża ilość nurków w tym zakresie głębokości pozwala na stosunkowo długi czas pobytu pod wodą bez konieczności wykonywania przystanków dekompresyjnych oraz umożliwia nabycie umiejętności niezbędnych do całkowitego kontrolowania procesu nurkowania i opanowania sprzętu.

Nurkowania w zakresie 11-20 m mają najczęściej charakter treningowy lub zadaniowy, to jest wykonywane są w celu wykonania konkretnej pracy pod wodą. Nurkowania w przedziałach 21-30 m, 31-40 m i głębsze są przede wszystkim nurkowaniem zadaniowymi, które wymagają długotrwałego treningu ciśnieniowego i zabezpieczenia logistycznego oraz medycznego.

Nurkowania rekreacyjne najczęściej kończyły się śmiercią w zakresie głębokości 10-18 m, a więc w zależności od łącznego czasu nurkowania konieczna była zaplanowana i kontrolowana dekompresja, co przy braku treningu ciśnieniowego i okazjonalnym nurkowaniu podnosiło ryzyko wystąpienia wypadku nurkowego.

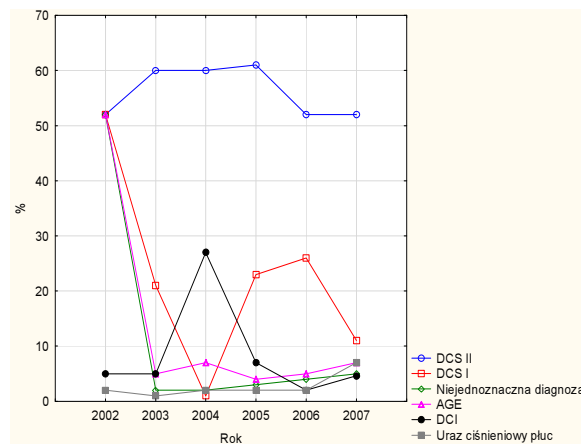
Niewiele mniej intensywne były tragiczne nurkowania w przedziałach głębokości 0-9 m i 19-27 m, z których te drugie znacznie bardziej ryzykowne. Wypadki nurkowe: barotrauma, narkoza azotowa oraz choroba dekompresyjna były głównie zależne od głębokości [15]. Przy częstych trudnościach w utrzymaniu pływalności, całkowite kontrolowanie profilu nurkowania z pełną kontrolą dekompresji na pewno było bardzo trudne, przy nurkowaniu okazjonalnym bez dostatecznego treningu nurkowego i było znaczącym czynnikiem prowadzącym do wypadku śmiertelnego. Do najważniejszych osobniczych czynników ryzyka należą: wiek nurka, przeszłość kardiologiczna, wydolność fizyczna, adaptacja do warunków podwyższonego ciśnienia, stan psychiczny nurka [16].

Część nurków rekreacyjnych po incydencie nurkowym trafiła do akredytowanych ośrodków zajmujących się leczeniem chorób nurkowych, gdzie zostali poddani pełnej diagnostyce i leczeniu. Najwyższy odsetek stanowiła choroba ciśnieniowa typu II (DCS II), która ze względu na swój przebieg jest stanem zagrażającym życiu nurka, będąc równocześnie wyrazem braku przygotowania do wykonywania nurkowań.

Lżejsza postać choroby ciśnieniowej, typ I (DCS I), mimo znacznie rzadszego występowania, albo raczej ignorowania objawów, czy nie wiązania ich z nurkowaniem, potwierdza występowanie braków w wyszkoleniu, lekceważenie zasad

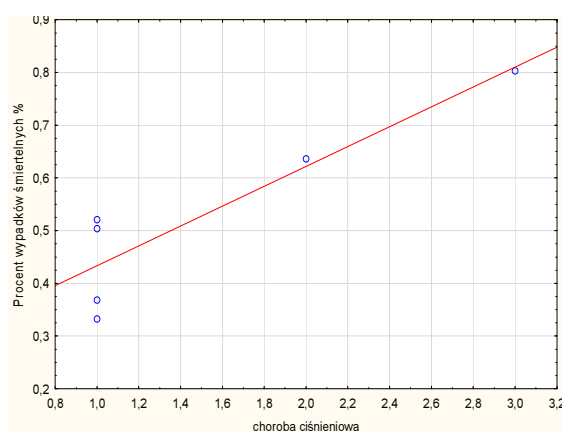
bezpieczeństwa i brak znajomości zasad dekompresji a także powszechne, bezkrytyczne stosowanie komputerów nurkowych.

Podobne wnioski nasuwają się w stosunku do pozostałych, zdiagnozowanych chorób. Jeżeli chodzi o badanie wypadków śmiertelnych to do rzetelnej analizy konieczne są dane dotyczące współistniejących obciążeń zdrowotnych, dane z komputera nurkowego i okoliczności nurkowania [17]. Choroby i wypadki nurkowe rozpoznawane jako przyczyny zgonu przedstawia rycina 10.



Ryc. 10. Rozpoznawane choroby nurkowe będące przyczyną zgonów – źródło Annual Diving Report 2004 – 2009; Diving Alert Network.

Na podstawie korelacji rang Spearmana stwierdzono, że na poziomie istotności  $p=0,034$  istnieje istotna statystycznie korelacja między chorobą ciśnieniową a procentem wypadków śmiertelnych. Współczynnik korelacji  $R=0,84$ ; jest to korelacja bardzo mocna. Oznacza to, że ze wzrostem odsetka choroby ciśnieniowej zwiększa się procent wypadków śmiertelnych. Przedstawia to rycina 11.



Ryc. 11. Liczba wypadków śmiertelnych w ogóle a występowanie choroby ciśnieniowej.

Oba powyższe wykresy obrazują jak wielkie znaczenie ma problem choroby ciśnieniowej w procesie nurkowania i jak silna jest korelacja między występowaniem przypadków choroby ciśnieniowej a wypadkami śmiertelnymi wśród nurków rekreacyjnych.

Mimo stosowania komputerów nurkowych, które miały uwolnić nurków od ryzyka wystąpienia choroby dekompresyjnej i podnieść bezpieczeństwo

nurkowania, zapadalność na tę chorobę w korelacji z ilością wypadków śmiertelnych pokazuje, że tradycyjne przygotowanie nurków z wielokrotnym treningiem na małych głębokościach, tzw. opływanie, znajomość patofizjologii nurkowania, znajomość sprzętu i zasad nurkowania, a także poddanie się reżimowi wykonywania odpowiednich procedur z monitorowaniem stanu zdrowia, istotnie poprawia bezpieczeństwo nurkowania.

## WNIOSKI

- Model szkolenia w Siłach Zbrojnych Wojska Polskiego (treningi ciśnieniowe, regularne nurkowania, znajomość sprzętu) zapewnia o wielokrotnie większe bezpieczeństwo nurkowania w stosunku do nurków rekreacyjnych w USA i Kanadzie.
- Efektem stosowania wysokich reżimów jest fakt iż w latach 2002 – 2007 wśród nurków wojskowych w Wojsku Polskim nie było wypadków śmiertelnych, natomiast wśród nurków rekreacyjnych w USA i Kanadzie było ich 543.



**BIBLIOGRAFIA**

1. Dziennik Prac Nurka 2001-2008 (The Daily Work of the Diver 2001-2008 ); OSN i P WP.
2. Report on Decompression Illness, Diving Fatalities and Project Dive Exploration; The DAN Annual Review of Recreational Scuba Diving Injuries and Fatalities. Based on 2002 Data. 2004 Edition by Divers Alert Network.
3. Report on Decompression Illness, Diving Fatalities and Project Dive Exploration The DAN Annual Review of Recreational Scuba Diving Injuries and Fatalities. Based on 2003 Data. 2005 Edition by Divers Alert Network.
4. Report on Decompression Illness, Diving Fatalities and Project Dive Exploration. The DAN Annual Review of Recreational Scuba Diving Injuries and Fatalities, Based on 2004 Data. 2006 Edition by Divers Alert Network.
5. Annual Diving Report 2007 Edition (Based on 2005 Data); Divers Alert Network, 2007.
6. Annual Diving Report – 2008 Edition (Based on 2006); Divers Alert Network, 2008.
7. Annual Diving Report 2009 Edition; ( Based on 2007); Diving Incidents, Injuries and Fatalities; Divers Alert Network, 2009.
8. Olszański R., Radziwon P., Baj Z.; "The risk assessment decompression sickness in divers , Some problems of marine and diving medicine"; ed. Olszański R., Ed.II, WIM.
9. Zanchi J., Ljubkovic M., Denoble P.J., Dujic Z., Ranapurwala S., Pollock N. "Influence of repeated daily diving on decompression stress"; Int J Sports Med. 2014 Jun;35(6).
10. Simon J. Mitchell M.B. Alfred. Bove, M. "Medical Screening of Recreational Divers for Cardiovascular Disease: Consensus Discussion at the Divers Alert Network Recreational Diving Fatalities Workshop".
11. Haas R., Hannam J., Sames C., Schmidt R., Tyson A., Francombe M., Richardson D., Mitchell S. "Decompression illness in divers treated in Auckland, New Zealand, 1996-2012"; Diving Hyperb Med. 2014 Mar;44(1).
12. Lee J, Kim K, Park S "Factors associated with residual symptoms after recompression in type I decompression sickness".Am J Emerg Med. 2015;33(3).
13. Poleszak S.: "Fatal diving accidents in Poland"; PHR 4(25) 2008.
14. Dardeau M., Pollock N., McDonald C., Lang M.; Diving Hyperb Med. 2012 Dec;42(4) Edmonds C., Caruso J.; "Diving fatality investigations: recent changes"; Diving Hyperb Med. 2014 Jun;44(2).
15. Ozdemir L., Duru-Aşiret G., Bayrak-Kahraman B., Devrez N., Akbayir A.; "Health-related adverse events and associated factors in recreational divers with different certification levels"; J Travel Med. 2013 Sep-Oct;20(5).
16. Krzyzak J.; "Diving medicine"; (2006).
17. Edmonds C., Caruso J.; "Diving fatality investigations: recent changes"; Diving Hyperb Med. 2014 Jun;44(2).

**lek med. Dariusz Józwiak**  
Wojskowy Instytut Medyczny  
Zakład Medycyny Morskiej i Hiperbarycznej  
Ul. Kmdr Grudzińskiego 4  
81-103 Gdynia  
darjuu@o2.pl  
fax. +48/261262230