

POLSKIE BADANIA NURKOWAŃ SATUROWANYCH I ICH WDROŻENIE. CZĘŚĆ III B PROBLEMY TECHNICZNE I ORGANIZACYJNE WDROŻENIA NURKOWAŃ SATUROWANYCH W POLSCE OD LAT 90-TYCH UBIEGŁEGO WIEKU. CZĘŚĆ 3c

Stanisław Skrzyński

Katedra Technologii Prac Podwodnych, Akademii Marynarki Wojennej

STRESZCZENIE

Artykuł jest kolejnym z cyklu artykułów dotyczących badań i wdrażania technologii nurkowań saturovaniych w naszym kraju. W poniższym artykule przedstawiono polską specyfikę wdrażania na tle uwarunkowań gospodarczych i historycznych. W naszym kraju problematyką nurkowań saturovaniych dla potrzeb rodzącego się na morzu przemysłu wydobywczego od kilkunastu lat zajmuje się ZSniTPP. Równolegle przygotowywane są technologie nurkowań głębokich, w pierwszym etapie, jako podstawowa technologia nurkowania, a od roku 1994, jako uzupełnienie pełnego zabezpieczenia nurkowań saturovaniych. Od 1995 roku nurkowania saturowane stały się codziennością w polskiej strefie ekonomicznej morza bałtyckiego. Artykuł ten pokazuje trudną drogę, jaką przebyło wdrażanie nurkowań saturovaniych w okresie niestabilności gospodarczej, oraz małej skali zaplecza krajowego morskiego przemysłu wydobywczego w porównaniu z przedsiębiorstwami światowymi. Przypomniano wybranych animatorów i uczestników wdrożenia, które podzielić należy na okresy współpracy z włoskim przedsiębiorstwem usług podwodnych RANA, oraz realizację podwodnych prac długotrwałych w oparciu o potencjał krajowy. W artykule uwzględnia się również uwarunkowania techniczne i organizacyjne realizacji nurkowań saturovaniych dla polskiego przemysłu wydobywczego. W 1990 r. Przedsiębiorstwo Poszukiwań i Eksploatacji Złóż Ropy i Gazu Petrobaltic (aktualnie LOTOS) odegrało jedną z głównych ról we wdrażaniu nurkowań saturovaniych w naszym kraju. Polskie wdrożenie nurkowań saturovaniych powiązane jest z jedynym operacyjnym systemem nurkowym produkcji włoskiej Af-2, który pozwolił na badania naukowe związane z zastosowaniem nowych rozwiązań technicznych oraz badania w warunkach eksploatacyjnych, a także na rozwój kadr naukowych i inżynierskich oraz medycznych dla potrzeb polskiego przemysłu offshore. Przedsiębiorstwo to odegrało jedną z głównych ról wdrożenia nurkowań saturovaniych w naszym kraju. Rok 1995 stał się rokiem przełomowym w historii nurkowań saturovaniych w Polsce, jak i na Morzu Bałtyckim. Dzięki tej technologii rozpoczęto proces instalacji dwóch pierwszych podwodnych głowic eksploatacyjnych na otworach produkcyjnych B3-7 oraz B3-10. Nurkowania saturowane były możliwe dzięki leasingu przez Petrobaltic systemu nurkowego Af-2, a następnie zakupieniu go w 1998 przez Akademię Marynarki Wojennej. System ten po modernizacjach służy do dnia dzisiejszego.

~~Słowa kluczowe: technologia nurkowań saturovaniych, tabele dekompresyjne, nurków parametry nurkowania saturowanego, długotrwałe prace podwodne, system nurkowy, stany awaryjne, zabezpieczenie techniczno-organizacyjne nurkowania, medyczne problemy operacyjnych nurkowań saturovaniych, mobilny system nurkowy, baza nurkowań saturovaniych, mieszaniny oddechowe.~~

PolHypRes 2024 Vol. 88 Issue 3 pp. 7 – 24

ISSN: 1734-7009 eISSN: 2084-0535

DOI: 10.2478/phr-2024-0013

Strony: 8, rysunki: 8, tabele: 5

page www of the periodical: www.phr.net.pl

Publisher

Polish Hyperbaric Medicine and Technology Society

Typ artykułu: oryginalny

Termin nadesłania: 27.05.2024 r.

Termin zatwierdzenia do druku: 19.06.2024 r.



WSTĘP

PROBLEMY TECHNICZNO - ORGANIZACYJNE W NURKOWANIACH SATUROWANYCH I GŁĘBOKICH NA BAŁTYKU W LATACH 1999 – 2000. PRZYGOTOWANIE I MODERNIZACJA SYSTEMU NURKOWEGO DO KLASYFIKACJI

W 1999 roku system nurkowy Af-2 przetransportowano do ZSNiTPP. Poproszono stronę włoską o interwencję w zabezpieczeniu klasyfikacji przypadającej na 2000 rok w RINA. Jak twierdziła strona włoska, pełna dokumentacja systemu nurkowego Af-2 znajduje się w biurze RINA w Rotterdamie. Jednak w ciągu dwóch lat, mimo wielu interwencji dokumentacji nie otrzymano. Tymczasem warunkiem realizacji nurkowań w 2000r. było przygotowanie i klasyfikacja eksploatowanego ponad 20 lat systemu.

Klasyfikację systemu nurkowego planowano wykonać pod nadzorem Polskiego Rejestru Statków co się nie udało, gdyż PRS wykluczono z IACS (Międzynarodowe Stowarzyszenie Towarzystw Klasyfikacyjnych). Zmusiło to nas do podjęcia klasyfikacji systemu we włoskim towarzystwie RINA.

Planowane na 2000 rok przez Petrobaltic nurkowania zostały oparte o umowę pracy nurków włoskiej firmy RANA. W związku z tym, że Włosi już nie odpowiadali za system nurkowy, przy określaniu warunków RANA zażądała spełnienia typowych międzynarodowych procedur, w tym oczywiście dokumentów klasyfikacji systemu nurkowego, a nie jak dotychczas wewnętrznych procedur tej firmy. Klasyfikacja była konieczna dla celów ubezpieczenia i spełnienia wymagań międzynarodowej współpracy. Włosi upomnieli się też o to, by system spełniał aktualnie obowiązujące wymagania techniczne dla systemów nurkowych, w oparciu o przepisy towarzystwa klasyfikacyjnego Det Norske Veritas i rezolucje IMO.

W latach 2000-2001 system został zmodernizowany i dostosowany do wymagań, jakie przedstawiła firma RANA delegując do nadzoru inżyniera bezpieczeństwa i specjalistę nurkowego. Ponadto w ustalonym trybie zlecono towarzystwu RANA klasyfikację. Inspektor, który klasyfikował system nurkowy z ramienia tego towarzystwa zaakceptował protokoły badań i prób eksploatacyjnych w AMW urzędzeń i elementów Af-2. Natomiast w stosunku do niepełnej dokumentacji technicznej i eksploatacyjnej przyjął do wiadomości, że pełna dokumentacja jest w biurze towarzystwa i będzie dostarczona do Polski.

Modernizację zaplanował i przeprowadził Zakład Sprzętu Nurkowego i Technologii Prac Podwodnych AMW przy wydatnym zabezpieczeniu finansowym i współpracy PP Petrobaltic oraz szeregu specjalistów z firm krajowych. Generalne prace prowadzili specjaliści ZSN i TPP AMW, którzy wcześniej wykonywali zadania związane z budową kompleksów nurkowych dla Stoczni Szczecińskiej w latach 1988-1991. W planowaniu prac remontowo-modernizacyjnych dla poszczególnych urzędzeń i podzespołów systemu wydzielono trzy zakresy.

ZAKRES I. Przegląd techniczny podczas eksploatacji przed rozpoczęciem nurkowania, który obejmuje następujące prace:

- określenie stanu technicznego urzędzeń i podzespołów;
- naprawy i konserwacja do stanu wymaganego odpowiednimi przepisami;
- wymiana materiałów eksploatacyjnych zgodnie z instrukcjami obsługi;
- próbne uruchomienie urzędzeń i instalacji;
- próby szczelności;
- próby działania całości systemu i określenie podstawowych parametrów pracy;
- zabezpieczenie w materiały eksploatacyjne i części zapasowe;
- usunięcie spowodowanych transportem morskim i lądowym uszkodzeń elementów
- wymiana elementów i urzędzeń uszkodzonych i nadmiernie zużytych.

Konieczna była modernizacja wybranych węzłów konstrukcyjnych z uwagi na zastosowanie podczas wymiany zamienników o innych parametrach niż w latach 1988-1991. Było to konieczne w celu dostosowania się do wymagań przepisów instytucji nadzorujących pracę kompleksów nurkowych.

ZAKRES II. Prace mające na celu poprawę funkcjonalności systemu:

- wymiana elementów i urzędzeń przestarzałych (bez zaplecza w postaci serwisu i części zamiennych).
- modernizacja węzłów konstrukcyjnych, podzespołów, instalacji itp. poprawiająca efektywność ich działania.

ZAKRES III. Prace o charakterze remontu kapitalnego systemu z jednoczesną modernizacją, która umożliwiłaby:

- rozszerzenie koncepcji wykorzystania systemu, większą gamę mieszanin i wykorzystanie systemu do nurkowań głębokich;
- zmianę konfiguracji podzespołów na bardziej zwartą i uniwersalną;
- polepszenie bezpieczeństwa, funkcjonalności i ergonomii działania systemu;
- badania i próby uruchomienia podzespołów, urzędzeń i instalacji po remoncie i modernizacji.
- sprawdzenie działania całego systemu w miejscu remontu i modernizacji.
- wykonanie niezbędnej dokumentacji klasyfikacyjnej.

Prace związane z klasyfikacją, potwierdziły, że manometry głębokości i nurkowa łączność bezprzewodowa po remoncie i próbach spełniają warunki klasyfikacji i otrzymały stosowny atest. Natomiast wiązkę kablowo-węzową dzwonu nurkowego (umbilical) wyremontowano, wymieniono na nowe króćce i przygotowano do badań klasyfikacyjnych.

System grzewczy dzwonu i skafandrów nurków to jedno z podstawowych urzędzeń systemu zapewniających bezpieczeństwo. Został on zakupiony przez Petrobaltic w francuskiej firmie COMANEX. Dla zapewnienia bezpieczeństwa

w systemie nurkowym powinny się znajdować dwa niezależne urządzenia grzewcze. O zakresie prac może świadczyć to, że wymieniono wszystkie instalacje, w tym ponad 200 zaworów. Przygotowanie obejmowało:

- remont i modernizację komory i dzwonu systemu AF-2,
- remont urządzenia dźwigowego i podnośnego,
- remont i modernizację systemów podtrzymania życia,
- remont zestawów butlowych - magazynów gazów,
- remont podgrzewacza skafandrów nurkowych i dzwonu,
- remont sprzętu i wyposażenia nurkowego,
- remont urządzeń sprężająco - przetłaczających.

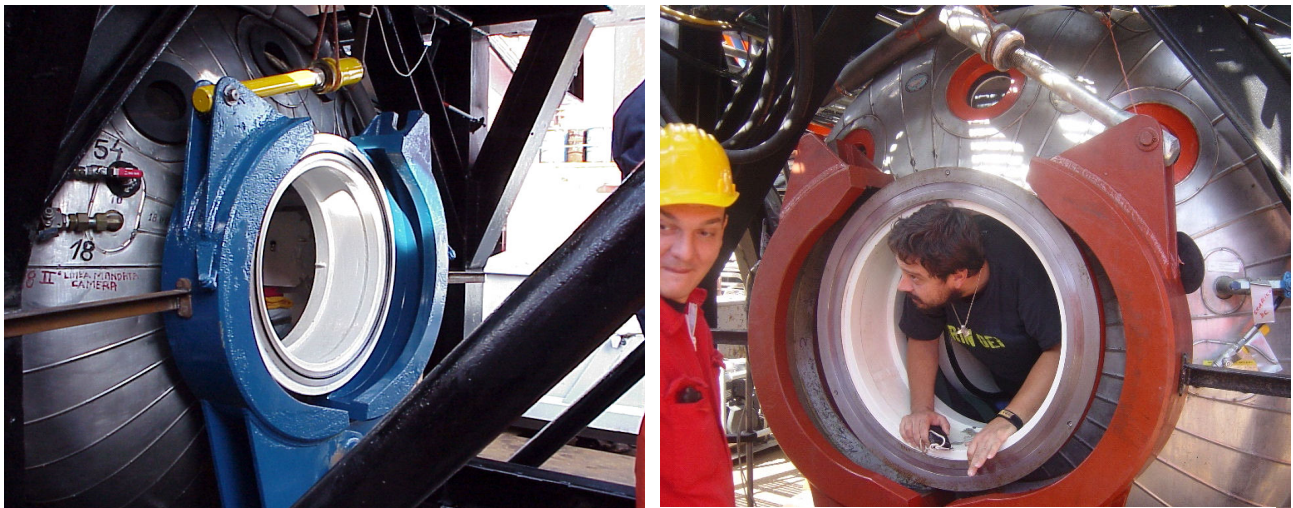
Ponadto, zrealizowano szkolenie personelu Marynarki Wojennej dla przeprowadzenia klasyfikacji i obsługi. Przygotowano metodykę badań, w tym badań klasyfikacyjnych.



3 Rys. 3 Dzwon nurkowy na stanowisku ZSNiTPP AMW (2000 r.).

Wymaganie posiadania komory ratowniczej (HRC ang. Hiperbaric Rescue Chamber) wynikało z przyjętej metody ewakuacji, gdyż poprzednio stosowane metody nie mogły być zrealizowane ze względów formalnych i organizacyjnych. Wykonano komorę ratowniczą, adaptując do tych celów komorę z wybudowanego w 1999 sytemu nurkowego MOBNUR. W czasie realizacji nurkowań saturowanych, w sytuacjach awaryjnych niemożliwe jest stosowanie konwencjonalnych środków ochrony życia nurków przebywających w warunkach nadciśnienia. Przewodnik zaakceptowany przez Komitet Naukowo - Badawczy Podtrzymywania Życia IMO na 22 sesji (rezolucja 692 pkt.17) przedstawia metody, wymagania konstrukcyjne budowy i zasady projektowania hiperbarycznych systemów ewakuacyjnych, które mogą zabezpieczać ewakuację nurka podczas nurkowań saturowanych w sytuacjach awaryjnych i wypadków losowych, które wymuszają opuszczenie platformy lub statku. Ponadto, konstrukcja komory ratowniczej musi spełniać warunki bezpieczeństwa opisane w IMO (rezolucja A.3536 i rezolucja A 583). Wynika to stąd, że niemożliwe jest przerwanie nurkowania saturowanego, w którym powrót nurków do ciśnienia atmosferycznego trwa kilka, a nawet kilkanaście dób. Przy konieczności natychmiastowego opuszczenia statku lub platformy nurkowie byłiby bez szans na przeżycie. Komora ratownicza musi być wyposażona w urządzenia i materiały dla realizacji przyspieszonej dekompresji wykonywanej z wewnątrz i zewnątrz komory, zapewniające minimum 48 godzinną autonomiczność. Następnym ważnym wymaganiem jest to, by komorze ratowniczej zapewnić pływalność, tak by po wodowaniu mogła być podebrana z wody przez jednostkę ratowniczą.

Operacja transferu pod ciśnieniem nurków (TUP- ang. transfer under pressure) jest operacją ryzykowną podczas nurkowania i realizuje się ją podczas operacji zanurzenia dzwonu rozłączając i przyłączając dzwon do komory hiperbarycznej. Podobną operację wykonać musimy w przypadku ewakuacji nurków. Wymagało to dobudowania ruchomego rozłącznego łącznika zabezpieczającego szczelne połączenie pod ciśnieniem maksymalnym 10 bar dla dwóch komór: komory Af-2 i komory ratowniczej. Siła rozrywająca działająca na łącznik przy tym ciśnieniu wynosi 32,5T (325kN) przy średnicy włazu komory 643mm. To urządzenie jest najbardziej narażone na spowodowanie implozji, dlatego też pierwszy wykonany łącznik mimo pozytywnych badań i próby ciśnieniowej oraz odebrania przez przedstawiciela RINA został zakwestionowany przez przedstawiciela RANY. Argumentem dyskwalifikacyjnym było to, że szczęki łącznika były spawane do pierścienia nośnego łącznika. Łącznik wg. RANA powinien być wykonany z jednego bloku tali uspokojonej, w związku z powyższym firma RANA zaproponowała zakup typowego łącznika do komór firmy DRASS.



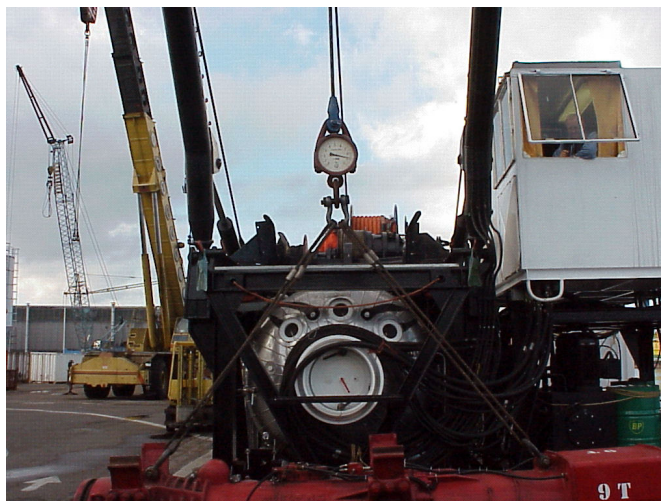
Rys. 4 Łącznik komory Af-2 z komorą ratowniczą dla realizacji awaryjnej operacji ewakuacji nurków pod ciśnieniem.

Po w/w pracach, które wymagały badań i prób armatorskich, wykonano badania eksploatacyjne, funkcjonalne oraz klasyfikacyjne zmontowanego systemu. Badania wytrzymałościowe, badania elementów i pomiarów parametrów przeprowadzono w Zakładzie Sprzętu Nurkowego i Technologii Prac Podwodnych, zaś badania działania i funkcjonalne przeprowadzono w PP Petrobaltic i na platformie w morzu.



5 Rys. 5 Próby komory ratowniczej (zdjęcia 2007).

Dodatkowym wyzwaniem była zima, gdy kompleks przygotowany do warunków śródziemnomorskich adaptowano do warunków panujących zimą na Bałtyku. Całość prac wykonano w tempie ekspresowym, zważywszy na kłopoty z dostawami i bariery zakupów w naszym kraju oraz na szczupłość zespołu realizatorskiego. Prace łącznie z badaniami klasyfikacyjnymi trwały siedem miesięcy. Pierwsze nurkowania saturowane w warunkach zimowych wykonano, gdy system nurkowy Af-2 był zamontowany na platformie. System był osłonięty od chłodzącego działania wiatru, tzw. „chillingu”, a ponadto platforma dysponowała parą wodną i ciepłą wodą oraz „olbrzymim” zapasem mocy elektrycznej, co pozwoliło na zastosowanie dodatkowej ilości grzejników. Platforma daje możliwość zastosowania dodatkowych źródeł do odmrażania tzw. korków lodowych, które tworzą się w instalacjach i węzłach w których przepływa woda lub gaz zawilgocony, szczególnie w miejscach łuków nisko położonych, syfonów, zagięć i nieosłoniętych metalowych złączek instalacji rozłącznych w procesie nurkowania. Dla uniknięcia utraty ciepła wszystkie w/w instalacje rurowe i węzłowe tam gdzie to było możliwe osłonięto wykonaną z wysokiej jakości pianki polietylenowej otuliną izolacyjną. Grubość otuliny była dobrana do średnic rur, a jej instalacja wymagała dodatkowych prac, począwszy od etapu przygotowania do montażu systemu nurkowego. Ważnym przedsięwzięciem było osłonięcie urządzeń, w których mogła się skraplać para wodna np. reduktory wydechu inhalatorów komory, a także węże i rurki poboru próbek do pomiaru zawartości tlenu i dwutlenku węgla (w których oprócz możliwości „zatkania przepływu” niska temperatura wprowadza błąd pomiaru).



Rys. 6 Kompleks nurkowy podczas klasyfikacyjnych badań układu opustowo-podnośnego dzwonu (2000).

W 2001 roku badano skuteczność elektrycznych taśm i mat grzewczych, które potem z powodzeniem stosowano podczas nurkowań saturowanych na statku, dla których konieczne było i jest położenie dodatkowej instalacji elektrycznej.

Prece te z ramienia ZSNiTPP wykonywali przede wszystkim mgr inż. Bartłomiej Jakus, inż. Marcin Palczewski i technicy Janusz Pawlak, Stanisław Wiśniewski, Ryszard Torchała. Z ramienia firmy RANA oddelegowany do nadzoru został Vittorio de Boni z którym współpraca układała się wzorowo. Wiodącą rolę w modernizacji i przebudowie komór Af-2 i HRC odegrała ekipa Petrobaltic, przygotowująca dokumentację i wykonawstwo elementów i detali wytrzymałościowych. Z ramienia Petrobaltic pracami kierował z-ca dyr. technicznego mgr inż. Jerzy Jernas. Należy także podkreślić wkład warsztatu bazowego kierowanego przez mgr inż. Bogdana Baranowskiego i Kierownika Działu Techniki Morskiej mgr inż. Krzysztofa Borowca wraz z zespołem.

REALIZACJA NURKOWAŃ SATUROWANYCH W LATACH 2000 i 2001

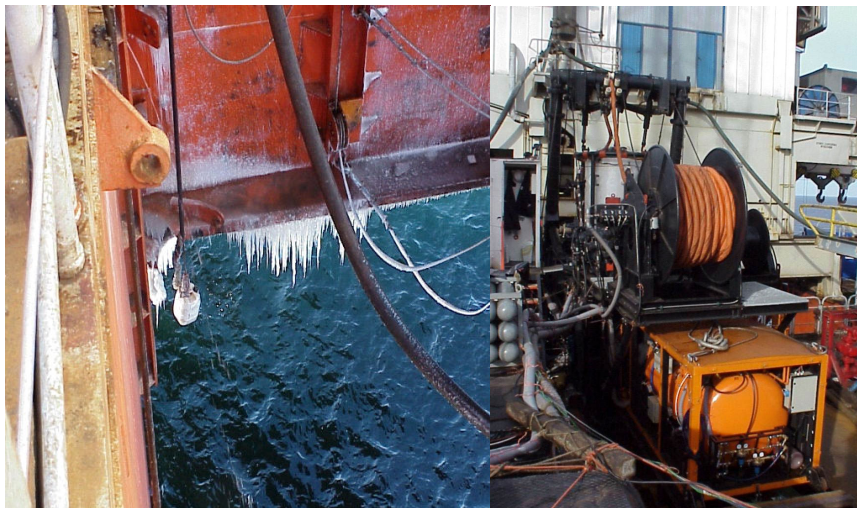
Dla potrzeb PP Petrobaltic przeprowadzono przy pomocy polskiego sprzętu i specjalistów Marynarki Wojennej nurkowania na głębokości 82m przy pracy zespołu nurków włoskiej firmy RANA. Strona polska zabezpieczała nurkowania logistycznie, technicznie i obsługowo. W odróżnieniu od lat poprzednich, w nurkowaniach udział wzięli tylko nurkowie włoscy. Udział polskich nurków z Marynarki Wojennej był niemożliwy ze względu na obowiązki służbowe (wykonywanie innych zadań na rzecz MW i Petrobaltic). Polska strona wystawiła ekipę nurków zabezpieczających. Współpraca odbywała się bez przeszkód, i co należy zaznaczyć, specjaliści AMW swoją fachowością i zaangażowaniem zdobyli sympatie, a co ważne w nurkowaniu, zyskali też pełne zaufanie nurków włoskich. Kompleks AF-2 pracował bez zarzutu, mimo iż były to jego pierwsze nurkowania saturowane przeprowadzone zimą (praca systemu nurkowego Af-2 w warunkach ujemnych temperatur, najniższa temperatura -7°C w warunkach nocnych.). Wskaźnikiem świadczącym o przygotowaniu systemu nurkowego było dobowe zużycie helu na zabezpieczenia pracy komory. Przez cały okres zużycie to było minimalne, $3\text{-}6\text{m}^3$ na dobę przebywania nurków na plateau saturacji (w latach poprzednich zdarzały się nurkowania, gdzie było kilkanaście razy większe, dochodzące do $60\text{m}^3/\text{dobę}$).

W 1995 roku bardzo ważnym problemem było utrzymanie szczelności układu dzwon - komora i instalacje współpracujące, mimo, że przed nurkowaniem badanie szczelności było w normie. Należało uzupełniać hel. Ubytki wynikały z: nieszczelności (konieczność utrzymania ciśnienia plateau saturacji), ubytków gazu z komory na operacje ślizowania, operacji podłączania i odłączania dzwonu, zabiegów higienicznych (kąpiel i toaleta) oraz dwukrotnego napełnienia dzwonu dla napraw jego urządzeń. W ciągu doby na te operacje zużywano około 60m^3 helu. W obu nurkowaniach w 1995 zużyto 8100m^3 helu, z czego na prace nurków na głębokości zużyto około 3300m^3 .

W 2000 r. w dniach 05.11.-26.11 odbyło się jedno nurkowanie saturowane - czas trwania 508 godz, w tym 9 zanurzeń dzwonu o łącznym czasie ponad 32 godz.

W 2001 odbyły się trzy nurkowania saturowane:

- I w dniach 12.01 - 05.02.01r. Czas trwania 580godz. - w tym 22 zanurzenia dzwonu (run bell) o łącznym czasie ponad 136 godz.
- II w dniach 07.02 - 28.02.01r. Czas trwania 498 godz. - w tym 18 zanurzeń dzwonu (run bell) o łącznym czasie ponad 82 godz.
- III w dniach 17.03 - 26.03.01r. Czas trwania 212 godz. - w tym 5 zanurzeń dzwonu (run bell) o łącznym czasie ponad 17 godz. Razem 1789 godz. (77 dób) w warunkach zimowych przebywania 4-ch nurków w ciśnieniu 0,7 - 0,73 MPa, w tym 267 godz. pracy pary nurków na głębokości.



Rys. 7 Kompleks AF-2 na platformie Petrobaltic w 2001. Z prawej strony pokazano załadunek elementów platformy.

- Podczas w/w nurkowań saturowanych podstawowe parametry atmosfery komory i dzwonu mierzono w sposób ciągły, co było wynikiem modernizacji i uzupełnienia wyposażenia pomiarowego z lat 1999 i 2000. plateau saturacji – 70-73m, głębokość pracy – 82m,
- $p_{O_2}=32\text{kPa}$, $p_{CO_2} = 0.25\text{kPa}$, p_{He} =wynikowe $p_{N_2}=130\text{kPa}$, $t=27-28\text{°C}$, $\varphi=50-60\%$,
- mieszanina robocza helioks 10% O_2 , mieszanina awaryjna helioks 18% O_2 .

Parametry dekompresji:

- czas 74h godz. 23min. (w zależności od czasu startu – z trzema przerwami 6 godz. w nocy), (obniżanie ciśnienia: do 60m 1,8/godz., 60-30-1,5m/godz., 30m-15m – 1,2m/godz, 15-0 m –0,9m/godz., od 6-ciu metrów powietrze.)

Zużycie:

- 7676m³ He, 1580m³ O₂, 560 m³powietrza, (suma gazów użytych w mieszaninach czystego tlenu na zabezpieczenie pracy w komorze),
- Sorbenty: 2200kg sorbentu CO₂, 20kg węgla aktywnego, 15 kg aluminy, 20kg purafilu.

Obsługa pracowała w systemie obowiązującym na offshore, czyli w dwóch wachtach 12 godz. Ze strony polskiej ekipa liczyła 8-osób, kierownik nurkowania, nurek zabezpieczający i 4 operatorów techniki hiperbarycznej, mechanik systemu i elektryk-elektronik systemu.

Zabezpieczenie techniczno-logistyczne wykonywał ZSNiTPP AMW.

Wykonane w 2001 roku nurkowania saturowane w rejonie platformy wydobywczej potwierdziły przygotowanie zespołu do skomplikowanych technicznie i organizacyjnie prac podwodnych, oraz dały podstawy do realizacji dalszych badań nurkowań saturowanych w kierunku technicznego i organizacyjnego wykonania i zabezpieczenia prac podwodnych uwzględniających krajowe możliwości. Nurkowania te dały odpowiedź na pytanie na ile nasze nurkowania saturowane spełniają standardy międzynarodowe, oraz wskazały kierunki dalszej modernizacji mimo, że system był projektowany w latach 70-tych w którym normatywy techniczne odbiegały od wymagań lat 90-tych XX wieku.

Wykaz nurkowań saturowanych na Morzu Bałtyckim w latach 1995 do 2001.

Lp.	Rok	Głębokość pracy nurka	Czas trwania	Czas pracy nurków	Ilość zanurzeń dzwonu	Baza nurkowa	Skład ekipy	Prace podwodne
		[m]	[godz]	[godz;min]				
1	1995	70-78	562	58;00	14	Plaforma Beta	Zespół włosko polski Nurkowie włoscy	Montaż podwodnych struktur
2	1995	70-79	713	93;10	19	Platforma Petrobaltic	Zespół włosko polski R. R.Kłos i G.Mączka +nurkowie włoscy.	Montaż podwodnych struktur
3	1997	72-80	503	62;16	16	ATHS Bazalt	Zespół włosko polski R.Kłos i G.Mączka +nurkowie włoscy	Montaż podwodnych struktur
4	1997*	72-80	820*	83;14	23	ATHS Bazalt	Zespół włosko polski G.Mączka + nurkowie włoscy*	Montaż podwodnych struktur
5	1997	72-81	122	14;20	2	ATHS Bazalt	Zespół włosko polski	Montaż podwodnych struktur
6	1997	72-84	194	37;55	8	ATHS Bazalt	Zespół włosko polski G.Mączka + nurkowie włoscy*	Montaż podwodnych struktur
7	1997	72-84	224	36;55	10	ATHS Bazalt	Zespół włosko polski	Montaż podwodnych struktur
8	2000	74-78	508	32;10	9	Plaforma Petrobaltic	Zespół włosko polski	Montaż podwodnych struktur
9	2001	75-80	136	58;15	22	Plaforma Petrobaltic	Zespół włosko polski	Montaż podwodnych struktur
10	2001	75-80	498	82;30	18	Plaforma Petrobaltic	Zespół włosko polski	Montaż podwodnych struktur
11	2001	75-80	212	17;20	5	Plaforma Petrobaltic	Zespół włosko polski	Montaż podwodnych struktur

*Najdłuższe w historii polskich nurkowań saturowanych, trwające 35 dób.

ZMIANA WŁAŚCICIELA SYSTEMU NURKOWEGO Af-2

Od zakończenia prac w sierpniu 2001r. ze względu na brak miejsca magazynowania w ZSNI TPP AMW oraz wysoki koszt transportu z Gdańska do Gdyni kompleks był magazynowany głównie w bazie lądowej Petrobaltic. Zespół ZSNI TPP miał ograniczony dostęp, ze względu na odległość i braki finansów na eksploatację tego systemu. W związku z tą sytuacją ówczesny kierownik ZSNI TPP podjął starania o odsprzedaż lub przekazanie systemu Af-2 do Petrobaltic. Przez ponad półtora roku nie było odzewu. Impulsem w sprawie własności systemu Af-2 była zapytanie włoskiej firmy RANA o wypożyczenie systemu w połowie 2003r. Według administracji Akademii w tym czasie nie było bezpośredniej proceduralnej możliwości wypożyczenia systemu Af-2 na zasadach komercyjnych. Nie przyjęto nawet wykorzystania kaskady wypożyczeń, tj. Akademia udostępniła Petrobaltic, a Petrobaltic użycza firmie włoskiej RANA.

Wdrożenie tych pełnych standardów dla systemu nurkowego Af-2 było w planach ZSNI TPP, lecz w latach 2002 i 2003 ich realizacja została zawieszona. Zdecydował o tym brak wsparcia ze strony Marynarki Wojennej i Akademii, spowodowany zmianami kadrowymi i organizacyjnymi, a także zmianami ekipy menadżerskiej i brakiem potrzeb i planów użycia nurkowania saturowanego przez PP Petrobaltic. Mimo, że ekipa ZSNI TPP starała się uzyskać środki na utrzymanie systemu Af-2, analizy decydentów i recenzentów badań wskazały na niecelowość tego przedsięwzięcia. Np. w uzasadnieniu braku finansowania komendy AMW i nie tylko, najważniejszymi argumentami były kampanijność nurkowań saturowanych z przerwami ponad 3- letnimi, oraz powstanie ośrodka lądowego w IMMiT w Gdyni, który miał przejąć badania zagadnień prac podwodnych na rzecz gospodarki narodowej. Rzeczywistość przyznała rację w/w kwestii przerw



w nurkowaniach saturowanych, gdyż następne nurkowania saturowane odbyły się w 2007. W okresie tak długiej przerwy ekipa ZSniTPP opracowała technologie nurkowań głębokich z użyciem trimiksu, jednocześnie budując system nurkowy dla tych nurkowań (MOBNUR) klasyfikowany przez Polski Rejestr Statków. Natomiast „ośrodek lądowy” w IMMiT nie podjął jakiegokolwiek aktywności w tym kierunku, gdyż nie dysponował w ogóle zespołem technicznym a zespół medyczny nie posiadał doświadczenia w kwestii nurkowań saturowanych; dysponował jedynie wiedzą uzyskaną od lekarzy z Zakładu Medycyny Morskiej i Tropikalnej Wojskowej Akademii Medycznej.

Ze względu na zmiany strukturalne i kadrowe Petrobaltic partycypował w jego utrzymaniu w minimalnym stopniu (zabezpieczając składowanie).

Formalnym wyjaśnieniem braku nakładów na kompleks nurkowy AF-2 przez Petrobaltic było to, że firma nie może płacić na utrzymanie systemu i inwestować w urządzenie nie będące ich własnością. Analiza koszt-efekt wskazała, że nakłady na utrzymanie i remonty systemu nurkowego niezbędne do utrzymania go w gotowości zwracają się w pełni po dwóch nurkowaniach o czasie trwania 14 dób. Ponadto, utrzymanie systemu w gotowości do pracy jest bardzo kosztowne i mając to na względzie, ekipa Zakładu wykonywała niezbędne konserwacje wynikające z przeglądów dozoru technicznego i przepisów klasyfikacyjnych. Środki na ten cel wydzielono z prac realizowanych przez Zakład w latach 2002 i 2003. Koszt utrzymania systemu po jego klasyfikacji w skali roku to około 80.000 zł (bez opłat nadzoru klasyfikacyjnego).

Po intensywnej eksploatacji w latach 2000-2001, system wymagał remontu i napraw oraz wymiany części wynikającej z przepisów nadzoru. Na ten cel nie uzyskano środków w okresie 2001 - 2003r. Było to spowodowane brakiem inwestycji i koniecznością planowania przeglądów podwodnych struktur wydobywania ropy Petrobaltic, oraz brakiem wsparcia ze strony MON i Ministerstwa Szkolnictwa Wyższego (w ramach grantów).

System Af-2 przechowywany „pod chmurką” bez systematycznych prac konserwacyjnych zdekapitalizowywał się w zastraszającym tempie. Pod koniec 2003 roku jego stan techniczny był alarmujący, szczególnie ze względu na stan połączeń gumowych i iluminatorów, uszczelnień oraz korozję urządzeń przechowywanych na świeżym powietrzu.



Rys. 8 Stan elementów systemu Af-2 zespołu komory i urządzenia podnośno-opustowego dzwonu w sierpniu 2003 roku.

W tej sprawie, w październiku 2003r. rektor AMW wystosował pismo, które spotkało się z pozytywnym odzewem Zarządu Petrobaltic, pod warunkiem przystania na poniższe warunki:

- Petrobaltic wyremontuje kompleks, gdy będzie jego właścicielem,
- Inwestycja ta będzie przedsięwzięciem wspólnym, w którym AMW zapewni obsługę i główne wykonawstwo,
- Ponadto, AMW prowadzić będzie nadzór nad stanem systemu i utrzymywać go w gotowości do ruchu.
- Po stronie AMW będzie leżało szkolenie personelu obsługi nurków.

Petrobaltic był jedynym przedsiębiorstwem, które planowano wykorzystać dla ratownictwa morskiego MW oraz szkolenia ekip nurkowych. Zainteresowanie systemem Af-2 było minimalne, gdyż w Zarządzie Petrobaltic panowało błędne przekonanie, że może lepiej wynająć firmę usługową z krajów Zachodnich. *(Koszt jednostki z kompleksem nurkowym wynosi od 160 000 do 180 000£ za dobę pracy.(dane za 2001r.) bez tzw, consumable tj kosztów materiałów i aprowizacji podczas nurkowania. Jednostkę tę trzeba zamówić z odpowiednim wyprzedzeniem. Posiadanie systemu nurkowego powodowało niższą cenę usługi podwodnej i przyspieszało mobilizację do pracy. Znajomość realiów Bałtyku oraz zaprawiona w pracach na nim ekipa poprawiała efektywność prac podwodnych).*

Nadmienić należy, że system AF-2 jest kompleksem małym, bardzo elastycznym do montażu na platformach i jednostkach pływających. Przeważająca większość dostępnych mobilnych systemów nurkowych do nurkowań saturowanych gabarytowo nie jest dopasowana do taboru tej firmy.

WARUNKI PRZEKAZANIA SYSTEMU

W latach 2002 i 2003r. nastąpiła restrukturyzacja Zakładu, w tym odejście 10 ludzi (35% stanu Zakładu) co spowodowało niedobór wykwalifikowanych kadr dla utrzymania w sprawności ogromnego jak na stan osobowy Zakładu majątku gromadzonego przez ponad 29 lat, w tym kompleksu do nurkowań saturowanych. Majątek ten wymagał stałego nadzoru kontrolowanego przez Dozór Techniczny, Dozór Metrologiczny czy Towarzystw Klasyfikacyjnych oraz przez służby

dozoru pracy. Wymagało to także stałego szkolenia personelu, co pociąga nakłady, na które brak było źródeł finansowania. W związku z tym, że prace w Zakładzie były pracami badawczymi i eksperymentalnymi z udziałem nurków, część środków z każdej pracy przeznaczane było na utrzymanie wysokiego poziomu bezpieczeństwa i sprawności technicznej bazy Zakładu.

Równocześnie przy tym obciążeniu, należało prowadzić rozwój naukowy, publicystyczny, marketingowy i pozyskiwania prac. Ponadto system stawek pracy badawczej a szczególnie narzutów w AMW pozbawiał Zakład dopływu wypracowanych środków z prac badawczych, które można by było przeznaczyć na utrzymanie w sprawności systemu nurkowego po kosztach własnych.

Przekazanie systemu nurkowego AF-2 uwalniło ZSNiTPP od troski, by z innych prac utrzymywać go w sprawności, przy jednoczesnym zawarciu umowy z Petrobaltic. Uczciwość wymaga stwierdzenia, że AMW odzyskała wielokrotnie środki wydane na zakup systemu Af-2, nawet nie uwzględniając finansowania jego modernizacji w 2000 r. Około połowa uzyskanych środków finansowych została jednak „zjedzona” przez narzuty i zysk. Jest to niestety normą w polskich państwowych wyższych uczelniach.

Pomimo pozostawienia systemu AF-2 w rękach AMW i tak konieczne jest korzystanie z usług Petrobaltic, gdyż na jego terenie przechowywane są najcięższe jego elementy. Przy zmianie własności układ ten może ulec zmianie. Już w 2002 r. podnosiły się głosy, by AMW obciążyć kosztami za przechowanie.

Przy przekazywaniu systemu nurkowego AF-2 uwzględnić należy też to, że utrzymanie go w sprawności jest problemem istotnym dla obronności Państwa. Nurkowania saturowane są podstawą ratowania załóg okrętów podwodnych (o czym boleśnie przekonano się przy katastrofie OP „Kursk”), metod leczenia ciężkich przypadków choroby ciśnieniowej oraz wykonywania skomplikowanych prac podwodnych o dużym zakresie. MW RP jest jedną z nielicznych flot NATO posiadających możliwość prowadzenia nurkowań saturowanych, co i tak wywoływało zdziwienie zagranicznych specjalistów z dziedziny prac podwodnych.

Przekazanie systemu nurkowego – odsprzedaż na specjalnych warunkach, powiązane było z zawarciem długoletniej umowy o współpracy. Zakres umowy obejmował korzyści dla obydwu stron. AMW przekazała Af-2 w części dotyczącej „hardware”, a część pomiarową, urządzenia zabezpieczające magazynowanie gazów i układ podtrzymania życia dla celów badawczych pozostawiono w AMW ze względu na nadzór eksploatacyjny, którego nie można było realizować w Petrobaltic ze względu na brak specjalistów.

Zawarta została pomiędzy stronami długoletnia umowa o współpracy badawczo- naukowej i wdrożeniowej, dotyczącej technologii prac podwodnych, w której uzgodniono także użycie systemu nurkowego Af-2 dla potrzeb ratownictwa Marynarki Wojennej. Poniżej zacytowano ustalenia tej umowy:

§ 1

Mając na względzie długoletnią współpracę w dziedzinie prac podwodnych oraz korzyści wynikające z działania na rzecz obronności państwa, a w szczególności zadań ratowniczych Marynarki Wojennej, obrony antyterrorystycznej, utrzymania krajowego potencjału ratowniczego i ochrony ekologicznej wód Bałtyku polskiej morskiej strefy ekonomicznej oraz rozwój polskiego potencjału usług podwodnych umawiające się strony postanowiły:

- *współpracować w technologiach prac podwodnych z udziałem nurków oraz rozwijać te technologie poprzez wzajemne wspieranie się zabezpieczeniem technicznym, szkoleniami świadczeniem usług, z głównym ukierunkowaniem na nurkowanie głębokie,*
- *wykorzystywać wzajemnie potencjały badawcze i techniczne dla prac podwodnych na polskim szelfie i akcji ratowniczych w rejonie Morza Bałtyckiego,*
- *wykonywać wspólnie ratownicze, doświadczalne, awaryjne i eksperymentalne prace podwodne,*
- *wymieniać informacje specjalistyczne z dziedziny prac podwodnych,*
- *prowadzić szkolenia dotyczące nowych technologii prac podwodnych i nurkowania,*
- *realizować wspólnie projekty badawcze.*
- *Ilekcroć w niniejszej umowie jest mowa o udostępnieniu systemu podstawowego AF-2 AKADEMI należy przez to rozumieć udostępnienie na zasadzie użyczenia. Nie dotyczy to jednostek pływających „nosicieli” systemu AF-2.*

§ 2

-
- *AKADEMIA przekaże PETROBALTIC podstawowy zestaw systemu nurkowego do nurkowań saturowanych AF-2, na podstawie odrębnej umowy cywilno-prawnej.*
-
- *Podstawowy zestaw systemu nurkowego, zwany dalej „kompleksem podstawowym AF-2”, o którym mowa w punkcie 1, nie obejmuje następujących urządzeń, które Akademia zakupiła lub zmodernizowała w kompleksie i które pozostają w jej posiadaniu:*
 - ✓ *Układ podtrzymania życia,*
 - ✓ *Sprzęt nurkowy i indywidualny sprzęt awaryjny,*
 - ✓ *Sprzęt pomiarowy,*
 - ✓ *Cztery wiązki butlowe.*
- *Przejęcie systemu podstawowego AF-2 przez PETROBALTIC nastąpi na zasadach ustalonych przez strony w trybie roboczym.*
- *Umawiające się strony w okresie obowiązywania umowy nie mogą odsprzedać swoich urządzeń wchodzących w skład systemu nurkowego AF-2 bez zgody drugiej strony.*
- *Umawiające się Strony zobowiązują się do utrzymywania na swój koszt systemu nurkowego AF-2 w stanie stałej sprawności technicznej, każda w zakresie tych urządzeń wchodzących w skład systemu, które znajdują się w jej posiadaniu.*



§ 3

PETROBALTIC zobowiązuje się do:

- prowadzenia eksploatacji systemu AF-2 z udziałem i pod nadzorem specjalistów AKADEMII,
- przygotowania i wdrożenia systemu podstawowego AF-2 do systemu krajowych nurkowań saturowanych, czego wynikiem będzie klasyfikacja systemu AF-2 w wybranym towarzystwie klasyfikacyjnym pod nadzorem i z udziałem ekipy AKADEMII,
- udostępniania AKADEMII systemu podstawowego AF-2 na zasadach pełnego uprzywilejowania bezpłatnie oraz zapewnienia jednostki „nosiciela” systemu po kosztach własnych, z wyjątkiem akcji ratowniczych, o których mowa poniżej, w punkcie „e”,
- zabezpieczenia realizacji nurkowań saturowanych i głębokich podczas prac podwodnych wykonywanych przy użyciu systemu nurkowego AF-2, prowadzonych dla potrzeb PETROBALTIC oraz przez PETROBALTIC na rzecz osób trzecich,
- udostępnienia nieodpłatnie systemu podstawowego AF-2 AKADEMII w określonym czasie z jednostką pływającą „nosicielem” w przypadku prowadzenia akcji ratowniczej przez Marynarkę Wojenną RP w zakresie ratowania życia załogi okrętu podwodnego,
- udostępnienia systemu podstawowego AF-2 AKADEMII raz na dwa lata z jednostką pływającą „nosicielem” dla przeprowadzenia planowanych ćwiczeń ratowniczych Marynarki Wojennej RP w zakresie ratowania życia załogi okrętu podwodnego,
- udostępnienia systemu podstawowego AF-2 AKADEMII dla prowadzenia cyklicznych szkoleń ekip nurkowych i personelu obsługi technicznej Marynarki Wojennej RP w zakresie utrzymania systemu AF-2 w sprawności technicznej i gotowości użycia do prac podwodnych w ramach akcji ratowniczych, o których mowa jest w § 2 pkt. „e”,
- udostępniania systemu podstawowego AF-2 AKADEMII do realizacji prac naukowo-badawczych pozwalających na rozwój nurkowań głębokich i saturowanych.

§ 4

AKADEMIA zobowiązuje się do:

- utrzymywania ekipy AKADEMII przygotowanej do prowadzenia eksploatacji i obsługi systemu AF-2,
- przygotowania swojej części urządzeń systemu AF-2 do nurkowań saturowanych, czego wynikiem będzie klasyfikowanie AF-2 w wybranym towarzystwie klasyfikacyjnym we współpracy z ekipą z PETROBALTIC,
- udostępniania PETROBALTIC lub Marynarce Wojennej swojej części urządzeń systemu AF-2 bez kosztów wynajmu i na zasadach pełnego uprzywilejowania,
- przeprowadzania odpłatnych szkoleń z zakresu nurkowania i prac podwodnych na potrzeby PETROBALTIC, według oddzielnych zamówień,
- przygotowania i wykonywania treningów nurków i ekip obsługi do prac na rzecz PETROBALTIC według oddzielnych zamówień,
- utrzymywania zapasów materiałów eksploatacyjnych i czynników oddechowych dla potrzeb systemu nurkowego AF-2 na poziomie zabezpieczenia 14 dni nurkowań saturowanych z minimum 6-cio godzinną pracą nurków w ciągu doby.

§ 5

1. Umowa zostaje zawarta na czas nieoznaczony.

2. Rozwiązanie umowy może nastąpić na uzasadnione pisemne żądanie jednej ze stron, z 6-cio miesięcznym wypowiedzeniem. W okresie wypowiedzenia strony zobowiązują się uzgodnić optymalne warunki zasad umożliwiających dalsze wykorzystanie systemu AF-2 stronie zgłaszającej taką potrzebę.

3. Rozwiązanie Umowy może nastąpić także w każdym innym terminie przy pisemnej zgodzie obu umawiających się stron.

§ 6

Zakres prac wykonywanych przez AKADEMIĘ w ramach niniejszej Umowy na rzecz PETROBALTIC będzie ustalany w trybie roboczym. Każdorazowo na daną pracę strony będą przygotowały kosztorys, potwierdzony aneksem do niniejszej umowy. Odbiór wykonanych prac nastąpi na podstawie protokołu zdawczo- odbiorczego.

Przekazanie systemu nurkowego nastąpiło formalnie i praktycznie na początku 2004 i była to operacja prosta organizacyjnie, gdyż praktycznie wszystkie elementy przechowywane były na bazie lądowej Petrobaltic.

LITERATURA

1. Skrzyński S., Pachut M., Olszański R.: „Helioksove nurkowania satutowane w Morzu Bałtyckim”, V Konferencja Naukowo-szkoleniowa „Problemy medycyny oraz Nurkowanie – problemy techniczne” 1998.
2. Skrzyński S. „Wybrane problemy techniczno-organizacyjne wdrożenia nurkowań satutowanych”. Praca pk „SATURN” AMW 1998.
3. Doboszyński T., Łokuciejewski B: „Tabele dekompresyjne dla trimiksowych nurkowań satutowanych do 120 m. wraz z zasadami rekompresji leczniczej”, CPBR-9.5. „Techniczne, medyczne i prawne problemy długotrwałego przebywania człowieka pod wodą”, Katedra Medycyny Morskiej WAM, Gdynia 1990.
4. Doboszyński T., J.Kot, Z Sicko „System Nurkowań Satutowanych z użyciem Trimiksu w Strefie Głębokości 80 metrów dla Platformy Wiertniczej Petrobaltic” DSK – 95 Akademia Marynarki Wojennej 1995
5. Skrzyński S., J.Pawlak, S. Wiśniewski Technologia Nurkowania Satutowanego w Kompleksie Nurkowym Af-2 LOTOS Petrobaltic S.A. Gdańsk 2011.
6. Normative Operative Requisites di Sicurarzza RANA 1987. Rana” ”Working and Safety Regulation
7. Skrzyński S., Dokumentacja pracy pk. NURSAT Nurkowania satutowane dla potrzeb Petrobaltic i LOTOS Petrobaltic z lat 1995-2000.
8. Skrzyński S. i zespół „Technologia nurkowań głębokowodnych z użyciem aparatów o obiegu otwartym” Punkt 6 harmonogramu pracy pk. POSEJDON Projekt celowy nr 11/BO umowa nr 148 308/C-T00/2001: „Nurkowania głębokie dla potrzeb Ratownictwa Morskiego” Akademia Marynarki Wojennej Gdynia 2002.
9. „Diving systems” Offshore Standards DNVGL-OS-E402 Edition January 2017,
10. DET NORSKE VERITAS DNV-DSS-105 Rules for Classification of Diving Systems July 2012,
11. Polski Rejestr Statków „Przepisy Klasyfikacji i Budowy Urządzeń i Systemów Techniki Podwodnej Instalowanych Na Statkach oraz Innych Obiektach” Tymczasowe Gdańsk2020,
12. J.Kurek, J.Bokinić, P.Jaworski „Rola przedsiębiorstwa Petrobaltic w rozwoju komercyjnych nurkowań płytkich i głębokich w Polsce „ Problemy Medycyny i Techniki Nurkowej” Okrętownictwo i Żegluga sp.o.o.str. 366 -373 Gdańsk 1997.
13. <https://marine-offshore.bureauveritas.com/nr610-rules-classification-diving-systems>.
14. Normative Operative Requisites di Sicurarzza RANA 1987. Rana” ”Working and Safety Regulation

dr inż. Stanisław Skrzyński
Katedra Technologii Prac Podwodnych
Akademii Marynarki Wojennej
s.skrzynski@amw.gdynia.pl

