

NURKOWANIE BADAWCZE W NAUKACH PRZYRODNICZYCH

Jarosław Kur ¹⁾, Monika Mioduchowska ²⁾

¹⁾ Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk, Kraków

²⁾ Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii, Katedra Genetyki i Biosystematyki

STRESZCZENIE

Nurkowanie w celach naukowych, z wykorzystaniem odpowiedniego sprzętu w postaci aparatów oddechowych, jest coraz częściej wykorzystywane do licznych badań. Co więcej, taka forma nurkowania pozwala na prowadzenie badań interdyscyplinarnych. Aktualna nomenklatura ten rodzaj nurkowania definiuje jako nurkowanie w celu zbierania informacji, służących szeroko pojętej nauce lub wspieranie idei nauki wykorzystując techniki nurkowania. Technika badań podwodnych jest szczególnie istotna w naukach przyrodniczych, gdzie umożliwia nieinwazyjne obserwacje fauny i flory ekosystemów wodnych w ich naturalnym środowisku. Jednocześnie zastosowanie nurkowania w celach naukowych pozwala uniknąć błędów, popełnianych przy losowym pobieraniu materiału, co związane jest ze stosowaniem klasycznej metodyki próbkowania. W rezultacie takie nurkowanie ma kluczowe znaczenie w analizach systematycznych, ekologicznych czy behawioralnych. Niemniej jednak technika nurkowania, jakkolwiek uniwersalna, wymaga optymalizacji, odrębnych opracowań i usystematyzowania, zależnie od rodzaju prowadzonych badań naukowych. Niniejsza praca umożliwia poznanie znaczenia nurkowania prowadzonego w celach naukowych oraz systematyzuje podstawowe pojęcia związane z zasadami regulacji prawnych w Polsce jak i za granicami kraju.

Słowa kluczowe: nurkowanie naukowe, nurkowanie zawodowe, prace podwodne, sprzęt do badań podwodnych.

ARTICLE INFO

PolHypRes 2018 Vol. 65 Issue 4 pp. 55 - 62

ISSN: 1734-7009 eISSN: 2084-0535

DOI: 10.2478/phr-2018-0024

Strony: 8, rysunki: 2, tabele: 0

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

Typ artykułu: przeglądowy

Termin nadesłania: 17.08.2018 r.

Termin zatwierdzenia do druku: 20.10.2018 r.

Publisher

Polish Hyperbaric Medicine and Technology Society



WSTĘP

Nurkowanie jako forma aktywności zawodowej rozwijało się w kilku niezależnych kierunkach. Najbardziej popularne było nurkowanie wojskowe oraz nurkowanie komercyjne, związane z wykonywaniem przemysłowych prac podwodnych, czy też w celach podwodnej turystyki-rekreacji. Jednocześnie, zupełnie niezależnie, rozwinął się zestandaryzowany system nurkowania w celach naukowych, który wykorzystuje podobne założenia ideowe wykonywania pracy pod powierzchnią wody [1]. Współcześnie obserwuje się wzrost zainteresowania naukowców techniką badań podwodnych [2]. Aktualna nomenklatura wg HSE (ang. *Health and Safety Executive*) w Wielkiej Brytanii ten rodzaj nurkowania, wykonywanego przez naukowców-przyrodników, definiuje jako nurkowanie w celu zbierania informacji służących szeroko pojętej nauce lub wspieranie idei nauki wykorzystując techniki nurkowania.

Kolejnym rodzajem nurkowania jako działalności naukowej jest archeologia podwodna. Dziedzina ta prężnie rozwija się już od zeszłego stulecia [3]. Celem archeologii podwodnej jest poszukiwanie a także wydobywanie zabytków lub wykonywanie inwentaryzacji obiektów o znaczeniu historycznym. Należy podkreślić, że stosowanie tego typu nurkowania przyczyniło się do uratowania wielu zabytków spoczywających na dnie zbiorników wodnych [4]. Przy czym stanowiska objęte badaniami nie zostały naruszone ani zniszczone.

W Stanach Zjednoczonych idea badań z wykorzystaniem nurkowania została zapoczątkowana już przed II Wojną Światową. Pionierem, który wprowadził na uczelniach wyższych zajęcia z zakresu ekologii raf koralowych, realizowane z wykorzystaniem sprzętu do nurkowania, a także autorem niepowtarzalnych badań był Charles Wiliam Beebe [5]. Nurt ten powstał z potrzeby eksploracji przez człowieka podwodnego świata na różnych płaszczyznach. Badacze chcieli bowiem dotrzeć do interesujących ich miejsc pod powierzchnią wody i obserwować, analizować lub pobrać próbki *in situ*. Łączyła ich wszystkich chęć wyjścia poza znane metodyczne ramy badań oraz dokładnego i nieszablonowego poznania tematu [6].

Zaobserwowano, że badania przy zastosowaniu techniki nurkowania umożliwiają uzyskanie większej poprawności prowadzonych analiz, w porównaniu do losowego pobierania prób z powierzchni, przy pomocy standardowych narzędzi (np. czerpacz, draga). Istotne znaczenie ma również nieinwazyjne oddziaływanie takich badań na środowisko przyrodnicze, gdzie nie dochodzi do przypadkowego niszczenia biocenoz. Co więcej, już sama obserwacja obiektu pod powierzchnią wody może przynieść wartościowe dane naukowe [1,7]. Ponadto istnieją zjawiska przyrodnicze czy organizmy, które są niemożliwe do obserwacji i zidentyfikowania bez udziału płetwonurka, np.: ryby raf koralowych. Interesujące są również miejsca, które są trudno dostępne, czego przykładem mogą być położone głęboko pod powierzchnią wody pustki skalne w rafach koralowych [8,9].

Jak widzimy nurkowanie naukowe jest bardzo dobrym narzędziem eksploracji miejsc trudno dostępnych i izolowanych. Praca w takich miejscach jak zalane jaskinie pozwala poznać gatunki wcześniej nie znane nauce [10]. Przykład przedstawiony jest rys.1, gdzie płetwonurek badacz pobiera próbki skorupiaków jaskiniowych do tej pory nieznanymi nauce.

Zagadnienie badań podwodnych przy pomocy nurków jest tematem obszernym i trudnym do ustalenia dokładnego jego zakresu w przeszłości. Wiele prac nie zostało opublikowanych lub nie określono dokładnej metodyki pracy, inne projekty miały ewidentnie charakter popularno-naukowy. Liczni nurkujący naukowcy przy zastosowaniu sprzętu do nurkowania oraz kamer podwodnych zarchiwizowali wiele zjawisk a także zidentyfikowali obecność różnych gatunków organizmów wodnych. Kolejnym przykładem jest rys. 2 gdzie widzimy płetwonurka inwentaryzującego pionową ścianę obiektu na dnie Morza Bałtyckiego.

Nurkowanie naukowe łączy metody nurkowe znane z różnych aktywności, zarówno zawodowych jak i rekreacyjnych. Najczęściej oparte jest jednak na podstawowym lub nieznacznie rozwiniętym rekreacyjnym nurkowym wyposażeniu. Niemniej obserwowane są programy badawcze, w których używa się również aparaty do nurkowania o obiegu zamkniętym, a także hełmy do nurkowania znane z bardziej zaawansowanych form eksploracji świata podwodnego. Niemniej powszechnie uważa się, że nurkowaniem naukowym jest nurkowanie w celu czyszczenia ścian akwarium czy wykonywania dokumentacji wideo obiektów wykorzystywanych w nauce (np. ryb przepływających przez zastawkę). Jednak wszelkie prace związane z konstrukcjami, wykorzystywaniem narzędzi czy technologii niebezpiecznych są poza zakresem nurkowania naukowego.

Należy też zwrócić uwagę, że zaawansowane podwodne prace badawcze mogą być wykonywane przez nurków zawodowych, którzy współpracują z naukowcami poprzez wyposażenie w CCTV (podgląd na żywo) czy też osobisty nadzór nad wykonywanymi czynnościami. Z uwagi na to, że badania naukowe wymagają często syntezy kilku dziedzin nauki, aby przynieść odkrywcze wyniki, a uzyskanie doświadczenia, zarówno w wąskich dziedzinach naukowych jak i w zaawansowanym nurkowaniu, wymaga lat edukacji i treningu. Dlatego też w programach kursów nurkowania zawodowego wspomina się również o takich zagadnieniach jak metodyka badań czy fotografia podwodna, aby mogli je wykonywać nurkowie nie naukowcy pod bezpośrednim nadzorem nienurkujących badaczy. Zdecydowanie brakuje artykułów na poziomie naukowym o metodyce pracy nurka naukowca i stosowanych rozwiązaniach w procedurach. Można odnieść wrażenie że temat nurkowań badawczych w naukach przyrodniczych był unikany i w pewnym stopniu kontrowersyjny z powodu istniejących regulacji prawnych w Polsce.

NURKOWANIE BADAWCZE W POLSCE

Tematyka wśród polskich badaczy też jest aktualna, na co wskazuje wzrastająca ilość publikowanych prac naukowych opisujących wspomniane zagadnienie. Przykładowo w pracy został opracowany rys historyczny „nurkowego środowiska krakowskiego” – zajmującego się badaniem ekosystemów górskich [11]. Innym przykładem jest praca ukazująca historię nurkowych badań polarnych [12].

W Polsce nurkowanie naukowe początkowo związane było z działalnością kilku osób, następnie rozwijane było i doskonalone w niektórych placówkach naukowych czy klubach badań podwodnych, afiliowanych

przy uczelniach wyższych. Początek nurkowania, w celu przeprowadzenia badań podwodnych, związany jest z działalnością prof. Romana Wojtusika z Zakładu Zoopsychologii i Etologii Zwierząt Uniwersytetu Jagiellońskiego. W roku 1935 zlecił wykonanie hełmu podwodnego (typu otwartego; wzorowanego na hełmie Beebe'a), zasilanego z powierzchni wody za pomocą pompy. W tym hełmie w 1936 roku wykonał testowe nurkowania w okolicach portu Hel, następnie prowadził obserwacje biologiczne w regionie Zatoki Puckiej [13,14]. Ponadto wykonał szereg badań w późniejszym czasie na terenie Polski, jak i w krajach byłej Jugosławii. Badaniami swoimi „wyprzedził epokę” i na stałe wpisał się w rozwój nurkowania naukowego na świecie.

Do jednostek naukowych powiększających dorobek polskiego nurtu nurkowania naukowego zaliczyć można m.in. Polską Akademię Nauk w Sopocie, Uniwersytet Gdański czy też Politechnikę Gdańską. Prowadzone przez podane jednostki prace podwodne, można określić jako nurkowanie w celach naukowych. Głównie były to obserwacje faunistyczne i florystyczne, pobieranie prób a także realizacja eksperymentów i instalacja urządzeń do naukowych pomiarów podwodnych. Kolejną jednostką wykonującą nurkowanie w celach naukowych jest Centralne Muzeum Morskie w Gdańsku, które przeprowadziło prace badawcze na dziesiątkach wraków jednostek zalegających w Morzu Bałtyckim.

Utrzymując temat archeologii, prężnie działające jednostki w tej dziedzinie to: Zakład Archeologii Podwodnej w Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu czy Instytut Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego, szkolący kadrę w specjalizacji archeologa podwodnego. Temat ten na pewno wymaga odrębnego opracowania przez specjalistów. Należy jednak wspomnieć, że wybitni polscy nurkowie naukowcy przyczynili się do licznych odkryć z dziedziny archeologii podwodnej w skali światowej [15].

Polscy ustawodawcy przez długi czas nie definiowali nurkowania naukowego (powołując się na Ustawę z 17 października 2003 o wykonywaniu prac podwodnych (Dz. U. Nr 199 z dnia 24 listopada, poz. 1936) czy inne akty prawne uchylone. W rezultacie nurkowanie naukowe, w przypadku nauk przyrodniczych, było klasyfikowane jako nurkowanie rekreacyjne. Z kolei praca nurkującego archeologa określana była jako praca podwodna. Pewne próby usystematyzowania terminologii powstały po 2014 roku lecz przybrały charakter wyłączeń aniżeli właściwych, precyzyjnych rozwiązań.

Wspomniana wcześniej niejasna sytuacja i wymaga jednak dodatkowego wyjaśnienia, ponieważ zgodnie ze wspomnianą Ustawą z dnia 17 października 2003 r. o wykonywaniu prac podwodnych, nurkowanie naukowe było częścią nurkowania zawodowego. Dopiero Ustawa z dnia 9 maja 2014 r., o ułatwieniu dostępu do wykonywania niektórych zawodów regulowanych, wyłączyła nurkowanie naukowe z nurkowania zawodowego poprzez zapis: „Ustawy nie stosuje się do (...) pletwonurkowania w celach badawczych organizowanego przez uczelnie i instytuty badawcze.” Obecnie powstaje projekt, którego celem jest unifikacja i standaryzacja nurkowania naukowego w Europie - ESDP (ang. *European Scientific Diving Panel*).

Ponadto projekt ma za zadanie umożliwienie wykonywania prac badawczych, które są w fazie realizacji, przez „młodych adeptów”. Wyróżniono poziomy kwalifikacji i zaproponowano wybranym jednostkom przeprowadzanie szkoleń na stopnie ESD (ang. *European Scientific Diver*) i AESD (ang. *Advanced European Scientific Diver*). Poza sympozjami-konferencjami, ESD organizuje również spotkania i zebrania tematyczne. Zebrano i usystematyzowano również narodowe regulacje państw europejskich. Według ich danych z 2011 w Polsce nie istnieją regulacje dotyczące nurkowania badawczego.

NURKOWANIE NAUKOWE NA ŚWIECIE

Światowe organizacje standaryzujące i zajmujące się bezpieczeństwem i higieną pracy podają dwie kategorie nurkowania komercyjnego - zawodowe i naukowe. Różnice między tymi kategoriami nurkowania są znaczące. W odróżnieniu od nurkowania zawodowego, pozyskiwane informacje muszą być powszechne (a także w miarę możliwości publikowane), nie powinny posiadać charakteru informacji komercyjnych.

Dodatkowo podczas nurkowania naukowego nie można wykorzystywać „ciężkich” narzędzi do pracy. HSE definiuje również nawet odległość od brzegu, gdzie prowadzone są badania, wprowadzając pojęcie *off shore*. W warunkach *off shore* prace badawcze muszą być wykonywane tylko przez nurków zawodowych, z odpowiednimi kwalifikacjami. Interesujące jest podejście HSE w celu regulacji nurkowań badawczych, a mianowicie podzielenia tej aktywności na *Media projects* i *Scientific and Archeological projects*. Przy czym dokładnie określone są kwalifikacje jakie powinni posiadać kandydaci uczestniczący w danym projekcie, zarówno podczas zbierania informacji dla mediów, jak i właściwych nurkowań badawczych. Dany projekt podlega ocenie ryzyka zawodowego i wszystkim związanym z tą oceną formalnościami. Zdecydowanie mniej, porównując do prawodawstwa polskiego, jest informacji o wyposażeniu czy wymaganiach odnośnie sprzętu nurka czy bazy nurkowej. Dominują informacje dotyczące procesu organizacji i procedur bezpieczeństwa, co ostatecznie przypomina bardziej nurkowanie zawodowe niż rekreacyjne.

W innych krajach wszystkie rodzaje nurkowania w celach badawczych mają swoją standaryzację w organizacjach zajmujących się bezpieczeństwem i higieną pracy (w tym również ekstremalne jego formy jak nurkowanie jaskiniowe). W Stanach Zjednoczonych zalecenia organizacji badań podwodnych wydało Standardy AAUS (ang. *American Academy of Underwater Sciences*), gdzie publikowane są wytyczne i wykonywane projekty podlegają recenzji [16]. AAUS wprowadziło pojęcia funkcyjne określające osoby odpowiedzialne za projekt, takie jak: DSO (ang. *Dive Safety Officer*) i SO (ang. *Safety Officer*). Można tu również znaleźć wytyczne dla nurkowania na aparatach o obiegu zamkniętym, a także realizacji projektów nurkowań saturowanych (tj. badania pod powierzchnią wody liczoną nie w godzinach lecz w dniach).

Takie wytyczne mają charakter otwarty - narzucają podstawowe zasady bezpieczeństwa i co ważne określają funkcje naukowe poszczególnych osób w danym projekcie badawczym. Etat na funkcji DSO otrzymują jednak osoby o dużym doświadczeniu w nurkowaniu. Ponadto został wprowadzony podział odpowiedzialności za poszczególne czynności na DSO i SO. Osoby takie odpowiadają za jakość pobieranych informacji czy też próbek, poza sprawami związanymi z bezpieczeństwem, organizacją nurkowania i sytuacjami awaryjnymi. Aby móc wykonywać bardziej zaawansowane prace, kandydaci na poszczególne stanowiska, muszą odbyć dodatkowe kursy i uzyskać odpowiednią liczbę nurkowań stażowych (co pozwala jednocześnie uzyskać wyższy poziom zaawansowania).

Od lat 90. ubiegłego stulecia w Stanach Zjednoczonych rozwijają się standardy nurkowania wyspecjalizowanego

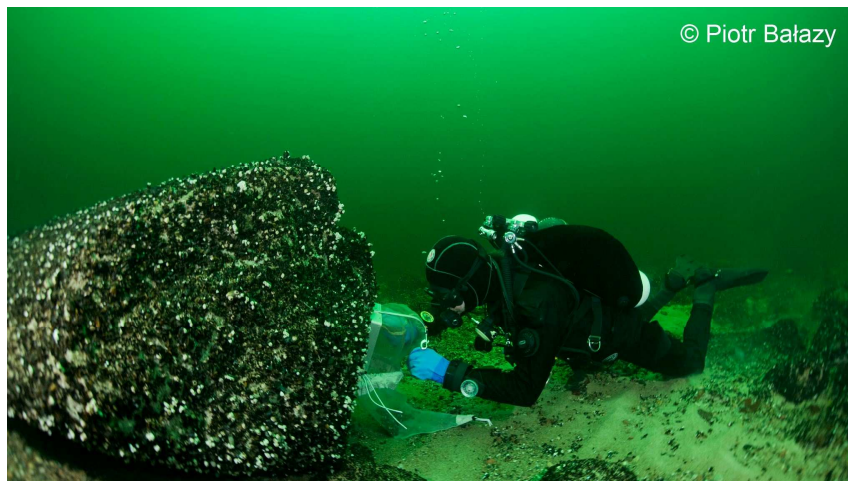
w wykonywaniu projektów na dużych głębokościach. Pionierem tego nurtu nurkowania był dr Richard Pyle, który już od początku lat 90 nurkuje na głębokości ponad 100 m, gdzie wykonuje badania podwodne [1]. Stosując technikę nurkowania na dużych głębokościach, do tej pory odkrył ponad 100 nowych gatunków ryb. Ponadto miał również udział w rozwoju teorii dekompresji [17]. Warto dodać iż zaawansowane nurkowania nie miały na celu ustanawiania jakiegokolwiek rekordu nurkowego lecz miały tylko charakter naukowy. Rezultatem czego, oprócz opisanych nowych gatunków, było również przybliżenie podstawowych procesów ekologicznych zachodzących w przyrodzie na dużych głębokościach [18].

Nurkowanie w celach naukowych, dziedzina łącząca kilka skrajnie odmiennych aktywności, ciągle się rozwija, włączając badania behawioralne nad wpływem nurków na badane ryby [19]. Istotne jest jednak usystematyzowanie stosowanych metodyk a także prowadzenie archiwizacji otrzymanych danych, które często nie są publikowane, przez co mogą zostać utracone.

Należy wspomnieć, że praca przy międzynarodowych projektach przyrodniczych skupia również nurków wolontariuszy. Obecnie, poza uczelniami i instytutami, realizowane są projekty badawcze związane z rozwojem szeroko pojętej nauki obywatelskiej (ang. *citizen science*) i pletwonurkowie podejmują współpracę z naukowcami z odpowiedniej dziedziny pomagając im bezpłatnie w badaniach. Poziom realizowanych projektów jest wysoki, mimo iż pletwonurkowie nie są bezpośrednio związani z nauką. Jedną z organizacji, która wpisała w swój status badania naukowe jest GUE (ang. *Global Underwater Explorers*) realizuje m.in projekt Baseline. Celem tego projektu jest obserwacja zmieniającego się środowiska podwodnego. Równoległe kilkanaście innych fundacji (organizacji *non-profit*) w różnych krajach realizuje liczne projekty. Niestety większość z nich jest realizowana poza granicami naszego kraju.



Rys. 1 Nowy dla nauki skorupiak odkryty przez pletwonurka Matije Petkovica w zalanej jaskini Krupajsko vrelo w Centralnej Serbii (fot. Jarosław Kur).



Rys. 2 Podwodny przyrodnik podczas badań bentosu w Morzu Bałtyckim (fot. Piotr Bałazy).

LITERATURA

1. Pyle RL. Toward a new era in recreational and technical rebreather diving. In: Vann Richard D, Denoble Petar J. & Pollock Neal W. Rebreather Forum 3 Proceedings. 2014; AAUS/DAN/PADI, Durham, NC. 173–184;
2. Heine JN. Scientific Diving Techniques: A Practical Guide for the Research Diver. Second Edition Flagstaff, AZ: Best Publishing 2011; Santa Barbara ISBN 9781930536685;
3. Bass GF. Cape Gelidonya: a bronze age shipwreck. American Philosophical Society 1967; Philadelphia;
4. Pydyn A. New challenges and perspectives for underwater and maritime archeology in Poland. Collaboration, communication and involvement \: maritime archaeology and education in the 21st century / red. by Andrzej Pydyn, Joe Flatman: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, 2008; Toruń;
5. Beebe W. Half Mile Down, Brace and Company 1934; New York: Harcourt ISBN 9780331114997;
6. Beebe W. Beneath Tropic Seas. G.P. Putnam's Sons, 1928; New York. ISBN 9781199114068;
7. Rowley SJ. Refugia in the 'twilight zone': discoveries from the Philippines. The Marine Biologist. 2014; 2:16-7;
8. Pyle RL. The Twilight Zone. Natural History 1996; 105(11):59-62;

9. Sherman C, Appeldoorn R, Carlo M, Nemeth M, Ruiz H, Bejarano I. Use of technical diving to study deep reef environments in Puerto Rico. In: Pollock NW, ed. *Diving for Science 2009. Proceedings of the 28th American Academy of Underwater Sciences Symposium 2010*; Dauphin Island, AL: AAUS; 58-65;
10. Cichocka JM, Bielecki A, Kur J, Piłkuła D, Kalikowska A, Biernacka B. A new leech species (Hirudinida: Erpobdellidae: Erpobdella) from a cave in the West Azerbaijan province of Iran. *Zootaxa* 2015;4013 (3), 413-427 DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4013.3.5>;
11. Orlewicz-Musiał M. Zarys historii nurkowania w Tatrach (1953-2006). *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek – Tatry*, 2005; Zakopane ISBN 83-85832-96-3;
12. Bałazy P, Kukliński P, Włodarska-Kowalczyk M. Scientific diving in polar regions - the example of ecological studies at the Institute of Oceanology, Polish Academy of Sciences. *Polish Hyperbaric Research* 2013; 46 (1), 65-84 [HTTP://DX.DOI.ORG/10.13006/PHR.46.4](http://dx.doi.org/10.13006/PHR.46.4);
13. Wojtusiak R. Hełm nurkowy w zastosowaniu do obserwacji biologicznych morskich. *Wszechświat* 1938; 4;
14. Bursa A, Wojtusiak H, Wojtusiak RJ. Badania nad fauną i florą denną Zatoki Gdańskiej dokonane przy użyciu hełmu nurkowego - Część II. *Acad. Polon. Sci. Lettres, Cl. sci. math. nat., Sér. B: sci. nat., II* 1947; 213-239;
15. Kola A, Wilke G. *Archeologia Podwodna. Część 1. Badania w akwenach śródlądowych Europy Środkowej i Wschodniej*. [Underwater archeology. Part 1. Research in inland waterways of Central and Eastern Europe], Uniwersytet Mikołaja Kopernika 1985; Toruń ISBN 832310025X;
16. American Academy of Underwater Sciences [AAUS] *Standards for Scientific Diving Manual AAUS Standards for Scientific Diving 2012*; 101 Bienville Blvd, Dauphin Island, AL 36528;
17. Pyle RL. The importance of deep safety stops: Rethinking ascent patterns from decompression dives. *Journal of the South Pacific Underwater Medicine Society*. South Pacific Underwater Medicine Society 1997; Retrieved 9 March 2016;
18. Pollock NW, Sellers SH, Godfrey JM. *Rebreathers and Scientific Diving*. Proceedings of NPS/NOAA/DAN/AAUS June 16-19, 2015 Workshop. Wrigley Marine Science Center 2016; Catalina Island, CA;
19. Lobel PS. Scuba bubble noise and fish behavior: a rationale for silent diving technology. In: Godfrey JM, Shumway SE. *Proceedings of the American Academy of Underwater Sciences 24th Annual Symposium Groton 2005*; CN: University of Connecticut; 49-59.

Jarosław Kur

Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk
Al. Adama Mickiewicza 33
31-120 Kraków
tel. 506 707 377
e-mail: jarek.kur@gmail.com