

Agnieszka Góralczyk

INSTYTUT ARCHEOLOGII I ETNOLOGII PAN/WARSZAWA

## **Metody badań archeologii podwodnej na przykładzie wraków znalezionych u wybrzeży Langwedocji i Prowansji**

Archeologia podwodna jest stosunkowo młodą dziedziną nauki, ukształtowaną w pełni w latach sześćdziesiątych XX wieku. W 1943 roku oficer marynarki Jacques Yves Cousteau i inżynier Émil Gagnan skonstruowali pierwszy w pełni automatyczny aparat powietrzny służący do nurkowania<sup>1</sup> i umożliwiający człowiekowi bezpieczne dla zdrowia zanurzenie do 50 m głębokości<sup>2</sup>. Wynalezienie aparatu nurkowego typu Gagnan–Cousteau (nazywanego także C–G) doprowadziło do upowszechnienia nurkowania – obecnie popularnej dziedziny sportu. Po zakończeniu II wojny światowej wielu pletwonurków-amatorów penetrowało dno morskie u wybrzeży Prowansji i Langwedocji. Zaczęto odkrywać wraki rzymskich statków handlowych, rozbitych u wybrzeży starożytnej Galii. Znaleźiska te sprzyjały narodzinom nowej dziedziny – archeologii podwodnej, a tym samym doprowadziły do współpracy nurków i archeologów<sup>3</sup>. Niektórzy badacze przeszłości uznali tę nową dyscyplinę nauki za integralną część archeologii, inni uważali, że to jedna z nauk pomocniczych historii bądź całkiem osobna dziedzina. Jeden z twórców i propagatorów archeologii podwodnej – George Fletcher Bass tak oto ją określił: „Archeologia podwodna powinna być po prostu nazywana archeologią. Nie nazywamy tych, którzy pracują na szczycie wzgórza Nimrud Dagħ w Turcji archeologami górskimi ani tych z Tikal w Gwatemali – archeologami dżungli. Oni wszyscy

---

<sup>1</sup> Por. J. Macke, K. Kuszewski, G. Zieleniec, *Nurkowanie*. Warszawa 1989, s. 37–38; Z. Skrok, *Archeologia podwodna*. Warszawa 1991, s. 5–6.

<sup>2</sup> Por. Z. Skrok, *Archeologia...*, s. 5–6.

<sup>3</sup> Por. tamże.

usiłują odpowiedzieć na pytania dotyczące przeszłości człowieka i są w stanie wykopać i zinterpretować starożytne budowle, grobowce, a nawet całe miasta wraz z zabytkami, jakie zawierają. Czy badania starożytnego statku i jego ładunku albo ruin dawnego portu różnią się czymś od tamtych? Jeśli relikty te znajdują się pod wodą, należy użyć właściwych narzędzi i technik badawczych, tak jak ma to miejsce w badaniach rozległych obszarów kraju, z zastosowaniem fotografii lotniczej, magnetometrów, świdrów, a także przy eksploracji kamiennych artefaktów i kości w paleolitycznej jaskini. Podstawowy cel tych wszystkich postępowań jest ten sam. To wszystko jest archeologia”<sup>4</sup>.

George Fletcher Bass uważał, iż archeologia podwodna nie różni się niczym od archeologii lądowej, chyba że zastosowaniem odmiennych metod pracy lub innego rodzaju sprzętu. Cele pozostają te same. Jako przykład podawał wykopaliska podwodne w Port Royal i lądowe w Koryncie. Rezultaty prac w obu miejscach były podobne, cele również. Starano się zrekonstruować życie tamtejszych społeczeństw w czasach starożytnych. Przekonywał, iż archeolog-nurek ma zdecydowaną przewagę nad archeologiem nienurkującym, gdyż nie ogranicza się tylko do swojej specjalizacji, przypisanej do danego obszaru geograficznego. Stanowiska podwodne, które bada, znajdują się w różnych miejscach świata. Archeolog specjalizujący się w archeologii Ameryki Południowej nie poradzi sobie na Bliskim Wschodzie, gdyż jego wiedza i umiejętności nie mają tak szerokiego zastosowania. George Fletcher Bass ubolewał, iż styka się z negatywnymi opiniami dotyczącymi tej dziedziny i z pomijaniem w podręcznikach dokonania archeologii podwodnej. Uważał takie wypowiedzi za niewłaściwe. Wykopaliska podwodne dostarczają według niego wielu cennych informacji dotyczących konstrukcji statków, przebiegu szlaków handlowych, technologii produkcji przewożonych towarów, sztuki i historii. Praktycznie prawie wszystkie przedmioty wykonane przez człowieka stawały się przedmiotem handlu i często były przewożone na statkach. Wiele z nich zaginęło w morzu, wpadło przypadkiem do rzek lub jezior albo stało się intencjonalną ofiarą złożoną jakiemuś bóstwu lub też zostało celowo ukrytych. Niektóre rejonu łądu znalazły się pod wodą wskutek zatopienia wywołanego trzęsieniem ziemi albo budową sztucznego zbiornika wodnego. Badaniem tego typu stanowisk i opracowywaniem takich właśnie znalezisk powinni zajmować się odpowiednio przeszkoleni archeolodzy-nurkowie<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> G. F. Bass, *Archaeology under Water*. Oxford 1992, s. 15.

<sup>5</sup> Por. tamże, s. 15–20.

Pomimo optymistycznych opinii metody badań w archeologii podwodnej są może uniwersalne, lecz ich zastosowanie zależy od indywidualnych cech znaleziska i środowiska, w którym znajduje się stanowisko. Eksploracja i konserwacja odkrytych wraków pociąga za sobą dalsze koszty. Rozwój techniczny i zastosowanie nowoczesnych technologii otwiera nowe możliwości i pozwala dotrzeć do dotychczas niedostępnych obszarów, co wiąże się często właśnie ze wzrostem kosztów (mam tu na myśli np. penetrację wielkich głębokości, dostępnych dla łodzi podwodnych lub nowoczesnych urządzeń bezzałogowych). Trzeba również wziąć pod uwagę, że w latach sześćdziesiątych – czasach pierwszych doświadczeń George’a Fletchera Bassa dopiero ukształtowała się archeologia podwodna i oczekiwania wobec jej przyszłych dokonań były duże. Wiązały się one z olbrzymim entuzjazmem, towarzyszącym pierwszym odkryciom. Znaleziska wraków bywają przypadkowe i może dojść do sytuacji prowadzenia kosztownych prac wykopaliskowych na wraku, z którym sąsiaduje stanowisko dużo ciekawsze i cenniejsze pod względem naukowym, na którego zbadanie nie starczy już środków. Keith Muckelroy nie był tak wielkim optymistą jak George Fletcher Bass. Obliczył, że wykopaliska podwodne są od ośmiu do trzydziestu dwóch razy droższe niż lądowe. Dlatego bardzo ważnym etapem badań stanowisk podwodnych jest ich przygotowanie i jak najbardziej szczegółowa lokalizacja wraku oraz zebranie dokładnych informacji na jego temat. Pozwala to zminimalizować w pewnej mierze koszty prac wykopaliskowych<sup>6</sup>.

Archeologia podwodna nie jest dziedziną nieprzydatną. Informacje uzyskane dzięki badaniom podmorskich obszarów, wraków statków i ich ładunków wnoszą cenne informacje o świecie starożytnym, podobnie jak wykopaliska lądowe. Bardzo często pozwalają wyjaśnić niejasne zagadnienia, z jakimi nie radzi sobie archeologia lądowa, potwierdzić lub zanegować wyniki tradycyjnych badań. Porównanie wyników badań uzyskanych na stanowiskach podmorskich i lądowych daje najlepsze rezultaty. Nie można umniejszać roli archeologii podwodnej w stosunku do archeologii lądowej. Archeologia podwodna jako naukowa dyscyplina winna być oceniana podobnie jak archeologia lądowa, gdyż cele badawcze archeologii tradycyjnej i podwodnej są zbliżone. W każdym z przypadków chodzi o uzupełnienie wiedzy historycznej. W szczególności uwaga ta odnosi się do rekonstrukcji obrazu handlu starożytnego<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> Por. Z. Skrok, *Archeologia...*, s. 35.

<sup>7</sup> Por. G. F. Bass, *Archaeology...*, s. 20.

## Metody badań na stanowiskach podwodnych

Zarówno archeologia podwodna, jak i archeologia lądowa za cel mają zebranie jak największej ilości informacji, by wiernie odtworzyć rzeczywistość badanego okresu historycznego na podstawie znalezionych zabytków materialnych. W obu przypadkach stosuje się podobną metodykę badań, ale niekiedy inne narzędzia, ze względu na odmienne warunki pracy i środowisko naturalne, w jakim znajduje się znalezisko. Wykopaliska prowadzone na podwodnych stanowiskach sprawiają więcej trudności ze względu na ograniczone możliwości ludzkiego organizmu, nieprzystosowanego do dłuższego przebywania pod wodą bez uszczerbku dla zdrowia, i wysokie koszty prac, wyższe niż na lądzie. „Środowisko wodne wprowadza pod tym względem wiele ograniczeń, a czasami, pomimo wprowadzania coraz doskonalszego sprzętu technicznego, wręcz uniemożliwia prowadzenie podwodnych prac archeologicznych. Najbardziej istotne są tu ograniczenia wynikające z właściwości fizjologicznych organizmu człowieka. Nawet najbardziej doświadczony i zahartowany płetwonurek nie może przebywać na podwodnym stanowisku archeologicznym nazbyt długo. Jednorazowa długość tego pobytu jest ściśle określona i gwałtownie ulega skróceniu w miarę wzrostu głębokości. I tak na głębokości 10 m płetwonurek przebywać może, bez ryzyka dla zdrowia, około 4 godzin, na głębokości 20 m – już tylko 45 minut, na głębokości 30 m – 20 minut, a na głębokości 50 m – zaledwie 7 minut. Jeżeli któryś z tych okresów zostanie przekroczony, płetwonurek przed wynurzeniem poddać się musi dekompresji. Czas wydatkowany na dekompresję jest niewspółmiernie długi w stosunku do czasu zyskanego na pracę. Na przykład przedłużenie pobytu na głębokości 30 m o dodatkowe 15 minut opłacić trzeba 25 minutami dekompresji, tymczasem zaś pojemność przeciętnego aparatu nurkowego pozwala równomiernie oddychającemu płetwonurkowi na spędzenie około 40 minut na głębokości 30 m. Jedynym wyjściem jest wówczas komora dekompresyjna, która pozwala w sztuczny sposób podwyższyć ciśnienie, a później stopniowo je obniżyć aż do momentu, gdy krew nurka oczyszczona zostanie z pęcherzyków azotu”<sup>8</sup>.

Dużym niebezpieczeństwem może też być „ekstaza głębin”, a także nadmierne wychłodzenie organizmu w przypadku pracy w zimnych akwenach wodnych, czy też niebezpieczne zwierzęta wód tropikalnych, np. rekiny. Trudność, o której również należy pamiętać, to odmienne funkcjonowanie zmysłów ludzkich

---

<sup>8</sup> Z. Skrok, *Archeologia...*, s. 32–33.

na lądzie i pod wodą. Słuch i węch są praktycznie bezużyteczne, zaś wzrok odbiera obrazy w zniekształconej formie. Na większych i mniejszych głębokościach te same kolory wyglądają inaczej, z racji tego, że promienie słoneczne przefiltrowują się przez masę wody, a światło nie dociera do największych głębokości. Ponadto ludzkie oko widzi świat podmorski w innych proporcjach niż na powierzchni. Wszystkie wymiary wydają się o jedną trzecią większe niż w rzeczywistości<sup>9</sup>.

Zanim archeolodzy zaczną pracę na podmorskim stanowisku, muszą przeprowadzić dokładną prospekcję. Wskazówek do lokalizacji wrakowisk mogą dostarczyć źródła pisane, ryciny czy niekiedy nagrobki marynarzy. Często wśród mieszkańców nadmorskich wiosek krążą opowieści o rozbitych statkach, nierzadko prawdziwe. Rybacy wiedzą, które miejsca należy omijać ze względu na niebezpieczne wiry czy podwodne skały, gdzie dochodziło w przeszłości do morskich katastrof. W czasie połowów przypadkiem natrafiają na elementy ładunku z antycznych wraków. Bywa i tak, że w trakcie prac melioracyjnych na wybrzeżu, spod warstwy mułu ukazują się szczątki statków. Wszystko to ułatwia ustalenie pozycji podwodnego znaleziska.

Specyfika warunków pracy w środowisku podmorskim, ukształtowanie dna, głębokość, prądy morskie, przejrzystość wody, flora i fauna danego miejsca wpływają na niepowtarzalny charakter każdego stanowiska i wymagają użycia różnych narzędzi i zastosowania często odmiennych metod. Ustalenie techniki prac pozwala zmniejszyć margines popełnianych błędów. Tradycyjnymi przyrządami, znanymi od dawna w nawigacji, są oczywiście kompas, busola i sekstans, przydatne do określenia położenia znaleziska. Nowocześniejszymi – systemy elektroniczne, takie jak Motorola czy GPS (Global Positioning System). System Motorola ma zasięg 5 km, z granicą błędu około 3 km, co jest mało precyzyjnym sposobem wyznaczania obszaru stanowiska czy pozycji zatopionego statku, gdyż takie miejsce można przeoczyć. Bardziej szczegółowo i precyzyjnie działa GPS, wynaleziony dla potrzeb marynarki wojennej w Stanach Zjednoczonych na początku lat siedemdziesiątych. Opiera się on na przekazie informacji drogą satelitarną. Jest w tej chwili najbardziej precyzyjny. Systemem radiolokacyjnym, działającym w oparciu o stację naziemną wysyłającą przekaznikom sygnały i tak dokonującym pomiarów, jest loran C, doskonała i sprawna metoda o zasięgu około 180–200 m. Używany bywa też radar, obejmujący pole działania do 48 mil morskich. Powszechnie wykorzystywanym urządzeniem

---

<sup>9</sup> Por. tamże, s. 33–34.

zarówno przez marynarkę wojenną, jak i naukową, oceanografów, geologów czy kartografów jest echosonda. Posłużył się nią Nino Lamboglia w 1959 roku przy pracach na wraku Albenga. Podobne działanie ma sonar, również przydatny przy prospekcji archeologicznej, mający zasięg 400 m<sup>10</sup>. Przydatna może być także fotografia lotnicza, ale niesie ona pewne ograniczenia, takie jakie nakłada pozycja słońca na niebie, warunki panujące na morzu i co najważniejsze – odległość od brzegu, gdyż jej stosowanie ma sens jedynie w strefie przybrzeżnej. Nie należy też zapominać o teodolicie, który może być używany również w warunkach podmorskich, ale precyzję pomiaru i margines błędu do 5 cm zachowuje on jedynie w określonych sytuacjach<sup>11</sup>. „Odkryte w czasie podwodnych poszukiwań stanowisko archeologiczne wymaga natychmiastowego oznakowania. Bez tego wysiłek ludzi i użycie kosztownego sprzętu idą na marne. Spełnienie tego obowiązku w wypadku badań podwodnych jest o wiele trudniejsze niż na lądzie. Nie wystarczy tu bowiem postawić krzyżyk na mapie, sporządzić bardziej szczegółowy plan i zanotować nazwisko właściciela pola, na którym dokonano odkrycia. Sceneria pracy archeologa podwodnego jest odmienna: rozgrywa się ona na pograniczu dwóch środowisk, których wzajemny układ ulega ciągłym zmianom. Pole widzenia pod wodą sięga co najwyżej kilkudziesięciu metrów i nie istnieje tam, tak naturalna na lądzie, linia horyzontu. Brak również punktów odniesienia, wobec których można by lokalizować archeologiczne znalezisko. Z tego też powodu lokalizacji podwodnych obiektów dokonuje się metodami nawigacyjnymi. Odnosi się to przede wszystkim do znalezisk znajdujących się z dala od wybrzeży. Obiekty położone w pobliżu brzegów lokalizowane są dzięki namiarom dokonany za pomocą teodolitów. W obydwu przypadkach są to jednak metody niedoskonałe i wielokrotnie zdarza się, że raz odkryte stanowisko popada w zapomnienie, aby po latach być odkrytym jako nowe znalezisko. Odnosi się to także do obiektów, których położenie na powierzchni wody oznaczone jest bojami. Na morzach północnych znaki te giną zwykle wraz z ustępującym lodem i poszukiwania rozpoczynać trzeba od nowa”<sup>12</sup>.

Prace eksploracyjne prowadzone w warunkach podmorskich opierają się na podobnych zasadach i metodach, jak w przypadku wykopalisk lądowych. Różnią je użyte narzędzia i warunki środowiska naturalnego. Prace podwodne

---

<sup>10</sup> Por. F. Faccenna, E. Felici, *Documentare sott'acqua*. W: *Archeologia subacquea. Come opera l'archeologo sott'acqua. Storie dalle aque*. Pod red. G. Volpego. Firenze 1998, s. 63–72.

<sup>11</sup> Por. tamże, s. 72–78.

<sup>12</sup> Z. Skrok, *Archeologia...*, s. 43–44.

wiążą się z większymi trudnościami niż te na lądzie, należy jak najdokładniej określić położenie i obszar przyszłych badań, wstępnie oszacować głębokość, na jakiej znajduje się znalezisko, scharakteryzować środowisko naturalne (rodzaj dna, miejscową florę, ukształtowanie terenu) i sposób eksploracji. Pierwszym zadaniem sporządzanej dokumentacji jest więc określenie faktycznego stanu badanego terenu i znajdujących na nich znalezisk (trzeba zaznaczyć wszystkie wystające przedmioty czy elementy konstrukcji w dokumentacji rysunkowej, w skali 1:20 lub 1:50). Służy do tego bardzo szczegółowa dokumentacja rysunkowa i fotograficzna. Aż do zakończenia fazy wstępnej, przygotowującej do właściwych prac wykopaliskowych, nie powinno się wyławiać żadnych przedmiotów.

Duże znaczenie ma położenie badanego wraku. Jeśli znajduje się on w miarę blisko od brzegu, wówczas całe zaplecze techniczne mieści się na lądzie. W przypadku stanowiska na otwartym morzu koszty prac wzrastają, podobnie jak trudności z organizacją logistyczną przedsięwzięcia<sup>13</sup>.

Teren podmorskich prac wykopaliskowych odbywających się na pełnym morzu eksplorują archeolodzy-nurkowie mający kontakt ze statkiem-bazą, wyposażonym i przystosowanym do celów naukowych. W przypadku badań na pełnym morzu statek taki stanowi pływające laboratorium, wyposażone w kompresory ciśnieniowe do napełniania butli aparatów powietrznych, komory hiperbaryczne do dekompresji, bom ładunkowy, monitory przekazujące obraz spod powierzchni wody i – połączone oczywiście łączami z telekamerami – urządzenia telefoniczne, pomieszczenia do sporządzania dokumentacji rysunkowej i fotograficznej, konserwacji drewnianych części wydobytych z morza, magazyn na znaleziska oraz pomieszczenia przeznaczone dla załogi. Tego typu statkami są *Daino*, *Cycnus*, *Cycnulus* z Istituto Sperimentale di Archeologia Sottomarina, *Archéonaute* należący do DRASSM (Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines), *Thetis* z Centre d'Archeologia Subaquatica de Catalunya.

Edoardo Tortorici, opisując wszystkie warunki, jakie powinno się spełnić przy organizowaniu i prowadzeniu wykopalisk na otwartym morzu, wspomina również o takim zakotwiczeniu statku, by znajdował się on w prawie prostopadłej pozycji w stosunku do powierzchni badanego stanowiska. Zdaniem Tortoriciego lepiej sprawdza się przygotowanie na dnie co najmniej czterech nieruchomych przedmiotów, rozmieszczonych np. zgodnie z czterema stronami świata, o proporcjonalnej wadze do rozmiarów i tonażu statku-bazy, przymocowanych linami

---

<sup>13</sup> Por. E. Tortorici, *Lo scavo subacqueo*. W: *Archeologia subacquea...*, s. 36–37.

lub łańcuchami do boi na powierzchni wody. Na badanym dnie powinny się też znajdować asekuracyjnie – łańcuch zabezpieczający urządzenia do oczyszczania znalezionych przedmiotów oraz dla spełnienia normy międzynarodowej – żółta boja sygnalizacyjna, zaopatrzona w oświetlenie, dodatkowe umocowania dla urządzeń potrzebnych do eksploracji, podwodna, wypełniona powietrzem kabina telefoniczna, uchwyty dla kamer połączonych kablami z łodzią, ramy bądź rusztowania odwzorowujące siatkę kwadratów, istotne dla wykonania serii zdjęć fotograficznych i fotogrametrycznych<sup>14</sup>.

Stanowiska położone blisko brzegu nie wymagają angażowania do pracy specjalnie przystosowanych statków, całe zaplecze może znajdować się na lądzie i tutaj właśnie opracowuje się na bieżąco zgromadzony materiał. Wbrew pozorom prowadzenie codziennie dokumentacji, określanie skrótów, oznaczeń i numeracji, opisu, charakterystyki i klasyfikacji danych pozwala uniknąć rażących błędów i nie zaprzepaścić rezultatów badań. Już w latach sześćdziesiątych Nino Lamboglia zalecał równoczesne prowadzenie prac w terenie i prac inwentaryzacyjnych. Duże znaczenie ma też właściwy dobór pracowników, kierowanie nimi i współpraca pomiędzy kierownikiem organizacyjnym a naukowym wykopalisk (dobrym przykładem są częste polemiki pomiędzy Nino Lamboglią a Giannim Roghim na temat zabezpieczenia odkrytych wraków). Tylko wtedy możliwa jest dobra organizacja pracy, a co za tym idzie – uzyskanie pomyślnych wyników badań<sup>15</sup>.

Statek, który w trakcie swojej podróży uległ wypadkowi i zatonął, zwykle osiada na dnie morskim, z większymi lub mniejszymi uszkodzeniami swej konstrukcji i z rozproszonym ładunkiem, często rozrzuconym wokół niego. Nie oznacza to jednak, iż pozostanie w nienaruszonym stanie. Znajdzie się pod wpływem czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych, miejscowej flory i fauny. Już Frédéric Dumas zwracał uwagę na znaczenie obserwacji rozłożenia wraku i jego ładunku oraz próby odtworzenia drogi, jaką statek przebył w trakcie wypadku. Zebrane w ten sposób informacje nie tylko dostarczają wiadomości na temat konstrukcji statków, ich słabych i mocnych stron, ale pozwalają wybrać jak najlepszą metodę konserwacji dla wydobytych części wraku czy jego ładunku. Można też ustalić taką kolejność eksploracji, aby nie dopuścić do ewentualnych uszkodzeń lub je zminimalizować.

---

<sup>14</sup> Por. tamże, s. 37–42.

<sup>15</sup> Por. tamże, s. 42–43.

Należy zwrócić uwagę na to, jakiego typu jest dno morskie, na którym znajduje się wrak, czy jest piaszczyste, skaliste, czy leży poniżej klifu. To, ile zachowało się ze statku, zależy oczywiście od tego, w jaki sposób zatonął, czy było to rozbicie o skały podwodne, czy autozatonienie, napaść piratów, osadzenie na mieliznie, pożar. W chwili zetknięcia z powierzchnią dna statki obracają się z reguły na bok, zdarza się niezmiernie rzadko, żeby tak jak w przypadku Grand Ribaud D, statek osiadł prostopadle w stosunku do dna. Jego ułożenie zależy też od uszkodzeń, jakim uległ w czasie wypadku, inaczej rozkładają się szczątki statku ze zniszczonym sterem, a inaczej z pękniętym kadłubem czy podziurawioną burtą. Znalazszy się na dnie, statek ulega długotrwałej destrukcji, najszybciej żagle, potem drewniane części konstrukcji, które już na głębokości 40 m sukcesywnie nasiąkają wodą, szybko zwiększając swą objętość. Morska mikrofauna tworzy kolonie w jego wnętrzu. Dobrym przykładem jest świdrak okrętowy (*teredo navalis*), żyjący do około 100 głębokości, a niszczący drewno i inne surowce organiczne. Statek, jeśli po zatonięciu opadł na dno piaszczyste, mógł zakopać się w mule i wskutek prądów morskich ulec przysypaniu kolejnymi warstwami piasku. Metalowe przedmioty z brązu czy żelaza po dłuższym przebywaniu w wodzie zaczynają ulegać korozji, ceramika przechowuje się nieco lepiej. Szczątki statku i jego ładunek pokrywają warstwy naniesionego mułu, często tworząc grubą skorupę osadu. Porastają go glony (*algae*) i morska trawa (*posidonia oceanica*), niszcząc i rozkładając swymi korzeniami drewniane kadłuby. Na głębokości 40 m trawa morska potrafi szczelnie opleść swymi pędami najmniejszy nawet przedmiot. Fauna morska, której działalność można porównać do pracy kreta, robaków i szczurów na wykopaliskach lądowych, niszczy zatopione statki. Kraby mogą przesunąć przedmioty należące do zawartości wraku, ośmiornice czy kongery schronić się we wnętrzu amfory. Do głębokości 15–20 m od powierzchni morze podlega intensywnemu falowaniu, między tą granicą a 40 m burze się kończą. Poniżej 200 m świdrak okrętowy nie występuje, a rozkład drewna zmniejsza się.

Dno skaliste, tak niebezpieczne w żegludze morskiej, zwykle znajduje się przy brzegu i kończy się na głębokości 30–40 m. Miejsca szczególnie groźne, takie jak skały przybrzeżne, rafy podwodne czy mielizny, stawały się strefą wypadków dla wielu statków, stąd też nie wolno zapominać o nakładaniu się na siebie wraków zupełnie innych jednostek, niekoniecznie rozbitych w tym samym czasie, jak to stało się w przypadku Grand Congloué<sup>16</sup>. Metody badań stosowane

---

<sup>16</sup> Por. C. Beltrame, *Processi formativi del relitto in ambiente marino mediterraneo*. W: *Archeologia subacquea...*, s. 141–159.

w archeologii lądowej starano się przenieść w warunki podmorskie. Niektóre z nich trzeba było zmodyfikować i przystosować do zupełnie innych warunków środowiska naturalnego. Na wielu stanowiskach lądowych prace badawcze prowadzone według systemu Wheeler i Kanyon stopniowo zastąpiono badaniami szerokopłaszczyznowymi. W archeologii podwodnej stanowi to obecnie rzadkość. Wykopaliska prowadzi się w ograniczonych topograficznie sektorach, na obszarach szczególnie interesujących badaczy. Dzieje się tak często ze względu na wielkość wraku – do 40–50 m oraz wysokie koszty prac. Względy ekonomiczne wymuszają uzyskanie jak największej liczby informacji w jak najkrótszym czasie, na starannie wybranym terenie. Eksploracja wraków przebiega w części dziobowej, centralnej i rufowej statku, by szybko ustalić wymiary zatopionej jednostki, charakter ładunku i jego datowanie. Nierzadko prace prowadzone w warunkach podmorskich są na tyle trudne lub kosztowne, że trzeba się ograniczyć jedynie do częściowej eksploracji wraku, w krótkim czasie. Szczątki statku nie są wówczas dokładnie przebadane i nie ma kompletnych informacji na temat danego stanowiska, jak choćby w przypadku wraku Spargi u wybrzeży Sardynii, gdzie prace prowadził Nino Lamboglia.

Podjęmowane są próby połączenia metod stratygraficznej z topograficzną. Z wraków znajdujących się w rozległych sektorach nie pobiera się jedynie pojedynczych próbek. Trudności narzucone archeologom podwodnym przez odmienne od lądowych warunki środowiska doprowadziły do stosowania podziału na kwadraty o wymiarach 1,50 x 1,50 m, oznaczonych literowo i cyfrowo. Siatkę zastąpiło rusztowanie z rur PCV, pozwalające regulować głębokość wykopu wraz ze zdejmowaniem kolejnych warstw. Zaletą tego typu podziału jest elastyczność i mobilność siatki, łatwej i szybkiej w montażu i demontażu – możliwych w ciągu jednego dnia<sup>17</sup>. Siatka kwadratów, podobnie jak w wykopaliskach lądowych pomocna przy sporządzaniu dokumentacji rysunkowej i wykonywaniu pomiarów niwelacyjnych, sprawdza się również pod wodą. Podział na kwadraty idealnie pasuje do środowiska wodnego, w którym zmysły człowieka działają inaczej niż na lądzie, a kolory i proporcje ulegają zniekształceniom, przez co wykonane pomiary trzeba korygować, tak by oddawały wiernie rzeczywistość. Przeliczenia te łatwiej sporządzić dla małych przestrzeni niż większych obszarów. Siatka kwadratów pomaga w wykonaniu dokumentacji fotograficznej i na jej podziale przestrzeni opiera się fotomozaika<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup> Por. E. Tortorici, *Lo scavo subacqueo...*, s. 43–58.

<sup>18</sup> Por. F. Faccenna, E. Felici, *Documentare sott'acqua...*, s. 101.

Plantowanie znane z wykopalisk lądowych może być zastosowane w warunkach podwodnych. Nino Lamboglia zauważył już w latach sześćdziesiątych, że odtworzenie kolorów i kolejności zdejmowania warstw ziemi nie jest trudniejsze niż na lądzie. Miał on duże doświadczenie z pierwszych stratygraficznych wykopalisk, które prowadził w Ventimiglia w Ligurii<sup>19</sup>. Na wykopaliskach lądowych, postępując zgodnie z zasadami usystematyzowanymi przez Philipa Barkera i Edwarda Harrisa, dąży się do takiego eksplorowania i udokumentowania warstw ziemi, aby zachować ich porządek. Później zaznacza się je na diagramie stratygraficznym (*matrix*). Edoardo Tortorici wspominał o potrzebie przeniesienia tej zasady w warunki podmorskie. Uważał, że nowoczesne techniki wykopalisk warstwowych da się zastosować w przypadku znalezisk wraków. Miałyby to być badania dotyczące wyłącznie wraków statków uważanych za „jednostki zamknięte” i będące świadectwem tylko jednego okresu historycznego, przetrwałych w całkiem obcym im środowisku, na skutek zatonięcia. Nie jest to całkiem słuszne. Istnieje wiele wraków zróżnicowanych pod względem chronologii i pochodzenia, zatopionych w tym samym miejscu i ułożonych jeden na drugim jak Grand Congloué A i B. Dzieje się tak ze względu na mielizny, skały podwodne czy przybrzeżne, stanowiące niebezpieczeństwo dla morskiej żeglugi. Edoardo Tortorici uważał również, że nie można ograniczać się tylko do stanowisk podmorskich. Ważne mogą się okazać miejsca obecnie zalane przez rzeki, jeziora czy będące częścią laguny, a w starożytności leżące na stałym lądzie. Wiele znanych już stanowisk należałoby przebadać ponownie. Dobrym przykładem zastosowania systemu Barkera i Harrisa były badania na wraku rzymskim z Grado koło Akwilei prowadzone przez Centro Sperimentale di Archeologia Sottomarina. Niestety, prace na stanowiskach podwodnych często są prowadzone według różnorodnych metod, podczas gdy powinien istnieć ujednoczony plan działań, który mógłby stanowić podstawę do porównań<sup>20</sup>.

Duża część informacji uzyskanych podczas eksploracji wraku, dotyczących jego rozmiarów, ładunku i rozplanowania tego ładunku wewnątrz łodzi opiera się na zbadaniu dynamiki uszkodzenia wraku, przewożonych przedmiotów, przesunięć, którym uległy, i rozkładu organicznego w warunkach morskiego środowiska. Nienaruszone zabytki lub grupy fragmentów oznacza się oczywiście numerem inwentaryzacyjnym. Celem prac jest zachowanie porządku i jak najwierniejsze odtworzenie warunków zatonięcia statku. Najpierw wyławia się

---

<sup>19</sup> Por. E. Tortorici, *Lo scavo subacqueo...*, s. 43–58.

<sup>20</sup> Por. tamże, s. 33–36.

te amfory, które wraz z innymi elementami załadunku przykrywają kadłub. Użycie siatki kwadratów nie odnosi się ściśle do metodyki badań, ale ich strategii. Kwadraty stanowią element odniesienia konieczny dla dobrej organizacji pracy, kontroli pochodzenia materiału oraz sporządzenia dokumentacji fotograficznej i rysunkowej. Z racji niepowtarzalności prac wykopaliskowych i niemożności odtworzenia po zakończeniu wykopalisk identycznego stanu badanego stanowiska jak przed ich rozpoczęciem, konieczne jest sporządzanie szczegółowej dokumentacji. Innowacją w porównaniu z latami sześćdziesiątymi i początkiem siedemdziesiątych stało się wprowadzenie dokumentacji techniką wideo oraz zwiększenie roli komputerów i fotogrametrii, nie tylko pomocnych w sporządzaniu dokumentacji i planowaniu przyszłych prac, ale i tworzeniu baz danych wszystkich stanowisk podmorskich, dla lepszego wykorzystania i porównania rezultatów badań. Szczególnie w dokumentacji graficznej dużym ułatwieniem okazały się nowoczesne programy komputerowe, które przyspieszyły pracę i pozwoliły na jej zautomatyzowanie np. CAD (computer aided design). Rysunki wykonuje się na samym stanowisku przy pomocy wodoodpornych materiałów i wsporników, pozwalających na zachowanie tej samej wysokości rysowania wszystkich kwadratów, a dopiero potem wprowadza się je do pamięci komputera.

Dokumentację fotograficzną sporządza się na każdym etapie wykopalisk, układając później z wykonanych zdjęć mozaikę fotograficzną. Fotomozaika została wykorzystana po raz pierwszy w sporządzaniu dokumentacji fotograficznej w 1957 roku, w trakcie prac na wraku Titan pod kierunkiem komendanta Philippe'a Taillieza. Pomysł przyjął się i został udoskonolony przez Nino Lamboglię. Wykorzystał go już wkrótce podczas eksploracji wraku Spargi<sup>21</sup>. Od lat sześćdziesiątych na stanowiskach podwodnych stosuje się również metody fotogrametryczne. Aby odwzorować przestrzennie dany obszar, ustawia się dwa aparaty, wykonujące zdjęcia tego samego fragmentu z dwóch różnych punktów, położonych na tej samej osi i wysokości. Metoda ta została przystosowana do warunków prac podmorskich z aerofotogrametrii i fotogrametrii architektonicznej lądowej. Zdjęcia wykonuje się aparatami przystosowanymi do wodnych warunków lub chronionymi specjalną obudową i umieszczonymi na poziomym, ruchomym steżaku. Trwają prace nad wprowadzeniem sprzętu o jak najbardziej uproszczonym działaniu. Stosuje się aparaty działające na zasadzie technologii cyfrowej<sup>22</sup>.

---

<sup>21</sup> Por. F. Faccenna, E. Felici, *Documentare sott'acqua...*, s. 101.

<sup>22</sup> Por. E. Tortorici, *Lo scavo subacqueo...*, s. 43–58.

Prace eksploracyjne na stanowiskach podwodnych mają podobne cele jak i lądowe. Dążą do zebrania jak największej ilości informacji i odtworzenia dawnej rzeczywistości na podstawie znalezionych zabytków. W obu przypadkach ważną rzeczą jest zachowanie stratygrafii kolejnych warstw i prowadzenie badań w obrębie warstw. Różnice dotyczą natomiast używanych narzędzi. W archeologii podwodnej podstawowymi narzędziami są ejetor i pompa tłocząca. Wymagają one siły i ostrożności przy obsłudze, ze względu na szkody, jakie mogą wyrządzić (wymieszanie warstw, wykopanie głębokiej dziury, spowodowanie rozsypania czy potłuczenia zabytku albo rozrzucenie eksplorowanych przedmiotów). W przypadku cięższych znalezisk używa się urządzeń dźwigowych lub balonów podwodnych do wydobycia ich na powierzchnię wody<sup>23</sup>.

## Odkrycia wraków u wybrzeży Langwedocji i Prowansji

Wybrzeże południowej Francji okazało się bardzo bogate w znaleziska archeologiczne. W wodach langwedockich i prowansalskich odkrywano wiele wraków antycznych statków, najczęściej przypadkowo. Często były położone w tych samych miejscach, ze względu na znajdujące się tam mielizny, niebezpieczne skały przybrzeżne czy rafy podwodne. Duża część rozbitych statków rzymskich tworzy podwodne cmentarzyska, czego przykładem skupisko antycznych wraków wokół boi Chrétienne i przylądka Dramont w pobliżu Saint-Raphaël, niedaleko Saint-Tropez, wokół wyspy Planier, w pobliżu Marsylii, w zatoce Fos, zatoczce Saint-Gervais i Laurons<sup>24</sup>. Prace wykopaliskowe trwały z reguły więcej niż jeden sezon i niekiedy tyczyły nie jednego, ale kilku obiektów. W starożytności wiele szlaków handlowych przebiegało przez Galię, co z pewnością przyczyniło się do rozwoju żeglugi morskiej jako szybkiego i tańszego niż lądowy środek transportu. Prowansja jest zdecydowanie bogatsza w tego typu znaleziska niż Langwedocja. Wiąże się to z geologią i topografią langwedockich wybrzeży. Są one niskie i piaszczyste, a wody przybrzeżne ulegają zamuleniui. Wraki umiejscowione przy tego typu brzegach często zalegają w mule. Dobrą ilustracją dla tych procesów jest starożytna reda narbońska, zamulana nanosami z Aude

---

<sup>23</sup> Por. Z. Skrok, *Archeologia...*, s. 51–53.

<sup>24</sup> Por. L. Long, *Les Epaves Grand Congloué. L'Étude du journal des fouilles de Fernand Benoit*. „*Archaeonautica*” T. 7: 1987, s. 10.

i nanosami morskimi, odkryta w czasie portowych prac melioracyjnych. Wybrzeże Prowansji jest skaliste i niebezpieczne dla żeglarzy ze względu na obecność skał podwodnych<sup>25</sup>.

Liczba znalezisk w danym rejonie zależy od przypadku i stopnia przebadania wybrzeży, jak również od częstotliwości użytkowania danego szlaku w starożytności. Szczątki antycznych statków znalezione u wybrzeży Langwedocji to np. Port-Vendres II czy wraki z Gruissan (takie jak: Grazel A, Grazel B, Grand Bassin A, Grand Bassin B, Grand Bassin C, Grand Bassin D, Mateille A, Mateille B, Mateille C), a u brzegów Prowansji – np. Saint-Gervais 3, Grand Conglué A, Grand Conglué B, Grand Conglué C, Petit Conglué, Planier 1, Grand-Rouveau, Grand Ribaud D, Fourmignes, Cavalière, Dramont B, Dramont E, Chrétienne H<sup>26</sup>.

Tabela 1. Przykładowe wraki odkryte w wodach przybrzeżnych południowej Francji

Okres prac archeologicznych	Wraki odkryte u wybrzeży Langwedocji	Wraki odkryte u wybrzeży Prowansji
lata pięćdziesiąte		Grand Conglué A i Grand Conglué B
lata siedemdziesiąte	Port-Vendres II	Cavalière
	kompleks lagunowy Gruissan	
lata siedemdziesiąte / osiemdziesiąte		Chrétienne H
lata osiemdziesiąte		Dramont E

Wrak Port-Vendres II, eksplorowany w latach 1974–1976 przez Dalego Collsa, został odkryty w czasie badań dna redy Port-Vendres w 1972 roku po przedniej stronie południowego portu, na poziomie reduty Béar, około 35 m od brzegu, na głębokości 11 m. Przypuszczenia o jego istnieniu potwierdziła seria sondaży na głębokości około 4 m, wykonana w 1973 roku. Położenie znaleziska wykluczało istnienie w tym miejscu śmietniska, wskazywało raczej na obecność zatopionego statku, którego części zostały przemieszczone tutaj na skutek ruchów morza. Ułożenie tych elementów oraz wygląd środowiska, w jakim się znajdowały, świadczyły o burzy lub silnym wietrze wiejącym z północy na południe, który

<sup>25</sup> Por. Y. Solier, *Les Epaves de Gruissan*. „Archaeonautica” T. 1: 1981, s. 8.

<sup>26</sup> Por. A. J. Parker, *Ancient Shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces*. Oxford 1992; zobacz także inne artykuły tego autora w „Archaeonautica” T. 1–13: 1977–1995.

rzucił statek na podwodne rafy. Prace wykopaliskowe przebiegały w ciężkich warunkach, ale zakończyły się sukcesem. Prowadzono je częściowo w wodzie i częściowo na lądzie. Nabrzeże pokrywały wielkie bloki kamienne z kawałkami żelaza, pozostałe po 1944 roku, trudne do przesunięcia i wydobywania, podobnie jak warstwa muszli grubości około 0,40–0,60 m i zalegający na dnie ciężki piasek. Amfory na wraku (głównie Dressel 20 z oliwą z Betyki) były zniszczone, prawdopodobnie przez miny niemieckie. W takiej sytuacji wykopaliska wymagały dużej precyzji, delikatności i ostrożności. Udało się wydobyć przedmioty z dna redy bez ryzyka ich dalszego uszkodzenia (np. wymazania napisów kreślonych atramentem na amforach – *tituli picti* czy potłuczenia kruchej ceramiki) oraz resztki kadłuba, wręgu z kołkami i gwoździami z brązu, kawałki poszycia i oszalowania, a także liczne gałązki wrzosu, możliwe, że służące do klinowania amfor.

Powierzchnia badań obejmowała 45 m<sup>2</sup> podzielonych na kwadraty przy pomocy siatki zmontowanej z rur. Sporządzony plan stanowiska uwzględniał położenie charakterystycznych przedmiotów, co nie było łatwe przy tak dużym zniszczeniu. Płetwonurkowie wykazali się dużą skrupulatnością w trakcie eksploracji. Ponieważ wrak znajdował się na małej głębokości, nie trzeba było posługiwać się skomplikowanym sprzętem. Staranność podczas pracy dała dobre efekty i pozwoliła na wydobycie całego znaleziska. Był to wrak z okresu panowania cesarza Klaudiusza (wydatowany na 41–42 r. n.e.), przewożący towar: 12–13 cynowych sztabek z napisem „L(ucius) Vale(rius), Aug(ustae) I(ibertus), a com(mentaris)” i amfory Dressel 20 pochodzące z Betyki<sup>27</sup>.

Kompleks lagunowy Gruissan łączy się ze wschodnim końcem redy portowej. W jego skład wchodzi stawy: Gruissan, Mateille, zbiornik wodny Grand Bassin i mały kanał Grazel, ograniczone od tyłu łańcuchem skał. Kompleks lagunowy Gruissan ulegał ciągłemu zamuleniu, utrudniającemu pracę rybakom. W 1898 roku za pomocą pogłębiarki usuwano muł i porządkowano teren oraz zbudowano tamy ochronne od strony morza. Zimą 1904 lub 1905 roku groble zostały naruszone przez fale morskie, które wyrzuciły w dwóch miejscach, około 500 m od plaży skorodowane monety bizantyjskie i brązowe przedmioty, a 300 m dalej na zachód resztki amfor italskich. Odkryciami tymi zainteresowali się Julien Yché i Henri Rouzaud. Wówczas znaleziono przedmioty prawdopodobnie będące częścią ładunku. W trakcie prac melioracyjnych w latach siedemdziesiątych

---

<sup>27</sup> Por. D. Colls, R. Etienne, R. Léquement, B. Liou, F. Mayet, *L'Epave Port-Vendres II et le commerce de la Bétique à l'époque de Claude*. „Archaeonautica” T. 1: 1977, s. 8–9.

i kontynuacji w latach dziewięćdziesiątych odkryto szczątki kilku antycznych wraków. André Bouscaras i ojciec Jean Pauc oznaczyli przypuszczalne położenie dwóch wraków Grazel A i B i uzyskali dalsze znaleziska.

Prace melioracyjne przebiegały bez wiedzy DRASSM, przez co archeolodzy nie byli w stanie skutecznie kontrolować tych działań. Użycie pogłębiarki spowodowało zniszczenia i przemieszanie materiału, choćby przez wysssanie drobnych elementów i potłuczenie większych. Pierwsze odkrycia były narażone na liczne kradzieże, co oczywiście pogorszyło sytuację. Później, po rozpoczęciu regularnych wykopalisk, trzeba było sporządzić plany pogłębień i zabiegów melioracyjnych wykonanych przez Ministerstwo Dróg i Mostów, aby odtworzyć warunki stanowiska. Wiatr północno-zachodni odsłonił warstwy piasku na powierzchni, co pozwoliło w przybliżeniu zlokalizować szczątki pozostałych wraków. Prawdopodobnie w głębszych warstwach pozostały jeszcze nieodkryte przedmioty<sup>28</sup>.

Zarówno w Grazel, jak i Grand Bassin nie można było wykonać sondaży ze względu na muliste dno. W Mateille odwrotnie, zastosowano tego typu badania w seriach na 3 i 4 m głębokości. Niestety z powodu wielkiej drobnoziarnistości piasku i jego szybkiego przemieszczania nie dało się rozszerzyć obszaru eksploracji<sup>29</sup>. Odkryto wraki: Grazel A (100–50 r. p.n.e.), Grazel B (630–640 r. n.e.), Mateille A (400–425 r. n.e.) i Mateille B (I w. n.e.). Znaleziska Grand Bassin A (350–250 r. p.n.e.), Grand Bassin B (100–70 r. p.n.e.), Grand Bassin C (129–150 r. p.n.e.) i Grand Bassin D (313 r. p.n.e.) stanowiły pozostałość statków handlowych lub część morskiego śmietniska, a Mateille C (I w. p.n.e. – IV w. n.e.) – morskie śmietnisko. W przypadku Grazel A i Grazel B trudno ustalić głębokość (uniemożliwiły to prace melioracyjne). Grand Bassin A, B, C i D znaleziono na głębokości 2,5–4 m. Mateille A i Mateille C umiejscawia się na wysokości Bovis, położonego nad brzegiem morza, a Mateille B poniżej 3–4 m<sup>30</sup>. Wykonanie fotografii lotniczych w latach 1935, 1962 i 1976 pozwoliło porównać linię brzegową z lokalizacją antycznych wraków i na tej podstawie odtworzyć mapę tej części wybrzeża w starożytności. Pierre Verdeil, a potem Max Guy przy okazji tych badań zwrócili uwagę na zmiany nie tylko geologiczne, ale i klimatyczne, jakim podlegało langwedockie wybrzeże<sup>31</sup>.

---

<sup>28</sup> Y. Solier, *Les Epaves de Gruissan...*, s. 10–11, 23.

<sup>29</sup> Tamże, s. 23, 224.

<sup>30</sup> Tamże, s. 6–7, 23, 53, 114, 176–177, 224, 263.

<sup>31</sup> L. Long, *L'Archéologie sous-marine...*, s. 12.

W 1936 roku rybacy z La Ciotat w Prowansji wyłowili w swoich sieciach amfory italskie i grecko-italskie ze stemplem *Sestius*. Ustalono, że pochodziły z wraku znajdującego się blisko północno-wschodniego krańca wysepki Grand Congloué, na południe od Marsylii, u stóp klifu. W latach 1952–1957 Jacques-Yves Cousteau, Philippe Tailliez i Frédéric Dumas wraz z archeologiem Fernandem Benoît zajęli się jego eksploracją. Trzej pierwsi badacze byli profesjonalnymi nurkami, Fernand Benoît nie umiał nurkować i mógł jedynie słuchać relacji tych, którzy pracowali na podwodnym stanowisku. Były to pierwsze tego typu wykopaliska we Francji i właśnie na nich opracowywano metodykę badań archeologicznych w warunkach podmorskich. Po raz pierwszy zastosowano wówczas ejektor, służący do eksploracji szczątków wraku i jego zawartości. Te dzisiaj klasyczne już metody pracy wtedy były eksperymentalnymi. Płetwonurkowie nie byli archeologami, chociaż zostali przeszkoleni przez archeologów, popełniali więc błędy w trakcie eksploracji. Fernand Benoît nie był w stanie w pełni kontrolować ich poczynań, mógł jedynie z powierzchni morza nadzorować pracę i oglądać znaleziska oraz słuchać ich spostrzeżeń. Różnorodność zgromadzonego materiału i niezgodności w chronologii wydobytych zabytków nasunęły mu myśl o istnieniu nie jednego, ale dwóch wraków nałożonych na siebie<sup>32</sup>.

Do datowania posłużyły mu ceramika kampańska A, amfory grecko-italskie z II wieku p.n.e. i 300 amfor rodyjskich ze stemplami datowanymi na około 200 rok p.n.e. (Grand Congloué A) oraz 1200–1500 późniejszych chronologicznie amfor Dressel 1 ostemplowanych znakiem *Sestiusa* i 20 fragmentów ceramiki kampańskiej B (Grand Congloué)<sup>33</sup>. Płetwonurkowie podważyli tę opinię, w wyniku czego w 1961 roku opublikował w czasopiśmie „Gallia” sprawozdanie z badań, w którym wspomniał o istnieniu jednego wraku. Przez długi czas wygłaszano na temat tego znaleziska sprzeczne opinie. Emile Thévenot i Elizabeth Lyding Will uważali, że tak naprawdę szczątki dwóch statków nałożyły się jeden na drugi, a ich ładunki wymieszały się. W 1980 roku wykonano sondaż z pomocą Archéonaute, które potwierdziły istnienie dwóch wraków: Grand Congloué A (ok. 210–180 r. p.n.e.) i Grand Congloué B (110–70 r. p.n.e.),

---

<sup>32</sup> L. Long, *Les Epaves Grand Congloué...*, s. 9, 34.

<sup>33</sup> A. Tchernia, *Le vin de l'Italie Romaine (Essai d'histoire économique d'après les amphores)*. Rome 1986, s.42–44; L. Long, *Les Epaves Grand Congloué...*, s. 9–10, 34; F. Benoît, *L'Epave du Grand Congloué à Marseille, Gallia*. Paris 1961, s. 9, 22–23; A. J. Parker, *Ancient Shipwrecks...*, s. 200–201.

znajdujących się na głębokości 32–45 m<sup>34</sup>. W 1955 roku odkryto wrak Planier 1, a w 1957 roku Dramont B. W ich eksploracji posłużono się metodami opracowanymi przy okazji badań Grand Congloué, Chrétienne A czy wraku Titan. W latach siedemdziesiątych wraz z rozwojem techniki i powstaniem nowoczesnych systemów lokacyjnych zwiększyła się wyraźnie liczba nowych znalezisk. Rozpoczęto prace na Dramont E (1968), Cavalière (1972), Chrétienne H (1974), Grand-Rouveau (1975), Grand Ribaud D (1978), Saint-Gervais 3 (1978), Petit Congloué (1979), Fourmiguies (1984).

Prace na wraku Cavalière (ok. 100 r. p.n.e.), znajdującym się na głębokości 43 m są przykładem niedokończonych wykopalisk, podczas których nie wykorzystano w pełni możliwości poznawczych stanowiska<sup>35</sup>. W kwietniu 1972 roku grupa nurków z Amfitryty – statku należącego do Międzynarodowego Centrum Nurkowania w Lavandou kierowanego przez Georgesa Charlina – odkryła wrak u wejścia do małej zatoki Cavalière, na wschód od Lavandou i około 500 m od skał tworzących zachodni brzeg łądu. W latach 1974–1977 prowadzono tam prace wykopaliskowe. Dalsze sezony badawcze nie odbyły się, pomimo że je zaplanowano<sup>36</sup>. Warto było dokładniej przebadać całkiem dobrze zachowaną konstrukcję rozbitego statku i ostrożnie wysondować okolice jego kadłuba. Sonda nie jest delikatnym narzędziem i tak jak w tym przypadku może doprowadzić do rozsypania kadłuba. Wrak Cavalière zawierał kości pozostałe z wędzonego mięsa wieprzowego, 25 amfor (10 – Lamboglia 2, 8 – Dressel 1C, 7 – Dressel 1A, parę fragmentów amfor punickich oraz z Kos), balast 10 ton kamieni wapiennych, 12 kawałków czarnej, polerowanej ceramiki kampańskiej A, B i C, trochę iberyjskiej i żarno wykonane w Kemia na Sardynii. Tak zróżnicowany ładunek świadczy o handlu łączonym. Podczas prac wykopaliskowych nie ograniczono się jedynie do metod fotograficznych i fotogrametrycznych. Sporządzono również rysunkową dokumentację wraku metodą kalkowania bezpośredniego – przy pomocy tłustego ołówka odpornego na wodę, co stosuje się i dzisiaj. Dzięki temu udało się odtworzyć wymiary średniej wielkości statku. Jego długość oszacowano na 12,98 m, szerokość na 4,60 m, a tonaż na około 27 ton<sup>37</sup>.

---

<sup>34</sup> L. Long, *Les Epaves Grand Congloué...*, s. 9, 34; A. J. Parker, *Ancient Shipwrecks...*, s. 200–201.

<sup>35</sup> G. Charlin, J.-M. Gassend, R. Lequément, *L'Epave antique de la baie de Cavalière*. „Archaeonautica” T. 2: 1978, s. 11, 16, 89.

<sup>36</sup> Tamże, s. 9–11, 16, 77, 90, 92; A. J. Parker, *Ancient Shipwrecks...*, s. 133–134.

<sup>37</sup> G. Charlin, J.-M. Gassend, R. Lequément, *L'Epave antique...*, s. 11, 16, 89.

Wykopalka na wraku Chrétienne H odkrytym na głębokości 58 m trwały 6 sezonów, w latach 1975–1980. Rzymski statek handlowy (ok. 15–20 r. n.e.) znajdował się na zachód od boi Chrétienne, stanowiącej oznaczenie dla nawigatorów, na wschód od Saint-Raphaël i przylądka Dramont. W 1974 roku dwóch rybaków z Agay przypadkowo złowiło w swoje sieci szczątki amfor. Jean Capdeville i Claude Santamaria zajęli się badaniem tego znaleziska<sup>38</sup>. Ekipa nurków liczyła 6–8 osób. Warto wspomnieć o wzorowym zachowaniu środków bezpieczeństwa z powodu dużej głębokości, na której znajdowało się stanowisko. Aparaty do nurkowania zaopatrzone w butle i pojemniki zapasowe powietrza tłoczonego, przystosowanego do dwóch reduktorów ciśnienia i dwóch niezależnych rezerw powietrza. Ekipa została podzielona na dwie grupy, z których jedna pracowała, a druga pilnowała bezpieczeństwa pierwszej. Czas pracy był ograniczony do 15 minut w ciągu jednego zanurzenia<sup>39</sup>. Nurkowie pod wodą pracowali do 20 minut. Grunt na dnie był twardy i gliniasty. Stanowisko znajdowało się w miejscu, gdzie mistral i wiatr wschodni zderzały się ze sobą, co wpływało na silne ruchy morza w tym rejonie. Aby opisać warstwy ziemi, umieszczono tyczki miernicze, pomocne przy zakładaniu siatki kwadratów zbudowanej z metalowych prętów. Sporządzono na jej podstawie plan, uzupełniony serią fotografii wykonanych w pozycji pionowej w stosunku do znaleziska. Potem ostrożnie wydobyto amfory. Niestety wrak został zdewastowany przez rabusiów. Dzięki użyciu Archéonaute podniesiono z dna żelazne kotwice. Prace zostały zakończone, gdyż nie dało się podnieść ciężkiego kamiennego balastu, aby uwolnić spod niego kadłub<sup>40</sup>. Statek był prawdopodobnie niewielki. Mierzył 15 m długości i 5 m szerokości<sup>41</sup>.

Prace badawcze prowadzone na wrakach Planier 1, Petit-Congloué czy Grand-Rouveau charakteryzowała duża szybkość, z jaką je wykonywano, ze względu na poszukiwaczy skarbów bez skrupułów rabujących znaleziska, nawet w trakcie prowadzonych wykopalek<sup>42</sup>. Wrak Dramont E (420–425 r. n.e.) został znaleziony niedaleko przylądka Dramont, około 500 m od punktu Pierre Blave i 800 m

---

<sup>38</sup> C. Santamaria, *L'Epave „H” de la Chrétienne à Saint-Raphaël (Var)*. „Archaeonautica” T. 4: 1984, s. 9, 48; M. Corsi-Sciallano, B. Liou, *Les Epaves de Tarraconaise à chargement d'amphores Dressel 2–4*. „Archeonautica” T. 5: 1985, s. 78; A. J. Parker, *Ancient Shipwrecks...*, s. 143.

<sup>39</sup> C. Santamaria, *L'Epave „H”...*, s. 9.

<sup>40</sup> Tamże, s. 11.

<sup>41</sup> Tamże, s. 9, 48; M. Corsi-Sciallano, B. Liou, *Les Epaves...*, s. 78; A. J. Parker, *Ancient Shipwrecks...*, s. 143.

<sup>42</sup> M. Corsi-Sciallano, B. Liou, *Les Epaves...*, s. 17, 26, 44.

na zachód od wyspy Or, na głębokości 40–42 m. Odkryto go w 1965 roku i aż do 1968 nie był przebadany (w tymże roku zbadano tylko jedną warstwę). Miejsce rozbicia statku było od dawna znane miejscowym rybakom, którzy wyłowili podczas połowu ryb kilka nienaruszonych amfor<sup>43</sup>. W przeciwieństwie do Dramont A i Chrétienne H, na których prace nie zostały zakończone i które to stanowiska ulegały stopniowej degradacji, Dramont E został dokładnie przebadany. Zachował się w całkiem dobrym stanie, gdyż był zakopany w mule pokrywającym dno morskie. Znajdował się w lekko pochylonej pozycji. Po wydobyciu jego części zajęto się ich konserwacją. W 1972 roku Claude Santamaria zainteresował się znaleziskiem. W ciągu dziesięciu kampanii prowadzonych w latach 1981–1991 pod kierunkiem Claude'a Santamarii, podczas 5–6 tygodni sporządzano szczegółową dokumentację (także rysunkową i fotogrametryczną przekroju poprzecznego i podłużnego statku), opisującą każdy etap pracy. Pracowano po 15 minut na jedno zanurzenie, z powodu położenia znaleziska na znacznej głębokości. Ze względu na duże zniszczenie wraku wszystkie jego części i ładunek musiały być przewiązane drutem, żeby nie ulegały przemieszczeniu. Największym problemem tych wykopalisk byli złodzieje, rabujący nocą znaleziska, i ciągle trudności z uzyskaniem środków na kontynuację badań<sup>44</sup>.

Głównym problemem archeologów eksplorujących wraki u wybrzeży Langwedocji i Prowansji były i są grupy poszukiwaczy skarbów oraz rabusiów dewastujących i płądrujących antyczne statki zatopione w wodach przybrzeżnych. Szczególnie jest to widoczne na małych i średnich głębokościach. Często ludzie ci dysponują lepszym sprzętem niż archeolodzy. Mieszkańcy wybrzeża współpracują z DRASSM, co pozwoliło stworzyć mapę podmorskich znalezisk i na bieżąco ją aktualizować oraz w jakimś stopniu zapobiegać dewastacji podwodnych stanowisk przez osoby niemające uprawnień archeologicznych. Wysokie koszty podwodnych badań wykopaliskowych powodują staranny wybór stanowiska przyszłych prac. Obecnie zajmujący się tą dziedziną archeolodzy mają uprawnienia do nurkowania, co wiąże się z możliwością bezpośredniej obserwacji stanowiska i w rezultacie z uzyskaniem wiarygodnych wyników badań<sup>45</sup>.

---

<sup>43</sup> C. Santamaria, *L'Epave Dramont „E” à Saint-Raphaël (V siècle ap. J.-C.)*. „Archaeonautica” T. 13: 1995, s. 9–13; A. J. Parker, *Ancient Shipwrecks...*, s. 168.

<sup>44</sup> C. Santamaria, *L'Epave Dramont...*, s. 17, 23.

<sup>45</sup> Potwierdzają to monograficzne opracowania „Archaeonautica” w kompletny sposób prezentujące całość znalezisk podwodnych.

Każdy z odkrytych statków rzymskich dostarcza wielu informacji. Analiza części konstrukcyjnych wraków pozwala zebrać wiadomości na temat budowy statków służących do komunikacji i transportu dalekomorskiego. Zawartość ładunku może dużo powiedzieć o sytuacji ekonomicznej okresu historycznego, z którego pochodzi dana jednostka. Przedmioty należące do załogi czasem dostarczają jakichś wskazówek dotyczących obyczajów czy przesądów marynarzy i mówią nieco o ich życiu codziennym.

Znaleziska wraków bywają również pomocne w opracowywaniu typologii ceramiki, szczególnie jeśli porówna się je z rezultatami uzyskanymi na stanowiskach lądowych. Fernand Benoît i Nino Lamboglia – jedni z pierwszych archeologów zajmujących się archeologią podwodną i badaniem antycznych statków zatopionych u wybrzeży Morza Śródziemnego – na podstawie amfor znalezionych w tychże wrakach, stworzyli w latach pięćdziesiątych typologię amfor i chronologię dla okresu Republiki rzymskiej. Były to pionierskie prace, których wyniki zostały następnie skorygowane, co nie umniejsza ich znaczenia. Dotychczas istniejące klasyfikacje opierały się na amforach rzymskich z okresu Cesarstwa rzymskiego, pochodzących ze stanowisk lądowych: z Rzymu, Pompejów, czy z limesu reńsko-dunajskiego i Brytanii (*castra*), datowanych najwcześniej na czasy Oktawiusza Augusta<sup>46</sup>.

Znaleziska wraków i analiza ich ładunków dostarczają wiadomości na temat rodzaju i zasięgu handlu. Stemple i *tituli picti* znajdujące się na ceramice pozwalają odtworzyć kontakty handlowe oraz zależności między producentami, kupcami i przewoźnikami w starożytności. Informacje uzyskane dzięki eksploracji podwodnych stanowisk umożliwiają stworzenie wiarygodnego obrazu warunków społeczno-ekonomicznych panujących w okresie Republiki i Cesarstwa rzymskiego w zachodniej części basenu Morza Śródziemnego.

## Perspektywy i kierunki rozwoju archeologii podwodnej

W latach osiemdziesiątych i w pierwszej połowie lat dziewięćdziesiątych wzrosła, w porównaniu z latami poprzednimi, liczba prowadzonych prac eksploracyjnych na stanowiskach podwodnych. Metodyka badań nie zmieniła się. Nie obserwuje się żadnych istotnych zmian wprowadzanych do metod

---

<sup>46</sup> C. Panella, *Anfore*. W: *Archeologia subacquea...*, s. 533–534.

wypróbowanych z sukcesem w latach siedemdziesiątych. Edoardo Tortorici uważa, iż obecne publikacje prezentujące wyniki badań, w przeciwieństwie do np. lat sześćdziesiątych rzadko prezentują całkowity opis prac i rezultatów, często ograniczają się do wstępnej relacji lub wybranego zagadnienia. Obecnie odkrycia archeologii podwodnej nie stanowią już tak dużej sensacji jak w czasach narodzin tej dziedziny i podbijania podmorskich głębin. Opinia ta nie jest całkiem słuszna<sup>47</sup>.

Prawie pięćdziesiąt lat od powstania archeologii podwodnej zaczął się całkiem nowy etap jej rozwoju. Postęp techniczny umożliwia penetrację niegdyś niedostępnych człowiekowi głębokości. Ponieważ żaden z krajów śródziemnomorskich nie zapewnił wystarczającej ochrony antycznym znaleziskom podmorskim, stawały się one łupem piratów i poszukiwaczy skarbów. W dzisiejszych czasach większość nadbrzeżnych wraków jest w bardzo złym stanie, praktycznie zniszczonych. Aby uniknąć takiej sytuacji w przyszłości, należy stworzyć system prawno-badawczy ochrony wybrzeży. Z pewnością osprzęt nurkowy i aparatura pomiarowa są lepszej jakości, a prace podwodne prowadzone są we Francji pod kontrolą ministerstwa – gwaranta legalności i jakości badań.

Na początku trzeba zdefiniować, co określamy jako wielką głębokość. Jest to pojęcie subiektywne. Fernand Benoît, gdy w 1965 roku opisywał skarb monet znaleziony na wraku Ciotat C, na głębokości 110 m wspominał o znacznej głębokości zanurzenia. Wszystkie odległości nieosiągalne dla człowieka można umieścić w kategorii „wielkie głębokości”. W latach pięćdziesiątych wraz z badaniami pierwszych antycznych wraków odkrytych w Morzu Śródziemnym nurkowie zdobywali coraz większe głębokości, osiągając 80 m zanurzenia. Od tej granicy nurkowanie z aparatem powietrznym groziło niebezpieczeństwem i tę głębokość można uznać za początkową dla kategorii wielkich głębokości. Aby uniknąć wypadków śmiertelnych w czasie nurkowania, starano się im zapobiegać wprowadzaniem odpowiednich ustaw, aktualizowanych wraz z rozwojem badań i postępem technologicznym.

We Francji wydano ustawę nr 90-277 z 28 marca 1990 roku, opublikowaną w „Journal officiel du 29/03/90”, a ustalającą zasady zanurzenia i badań wraków podmorskich, pogrupowanych w kilka kategorii.

---

<sup>47</sup> E. Tortorici, *Lo scavo subacqueo...*, s. 33-36.

GLEBOKOŚĆ	TYPY WRAKÓW	TYPY BADAŃ
0–12 m	wraki na małej głębokości	zanurzenie klasyczne z aparatem powietrznym
12–40 m	wraki na małej i średniej głębokości	zanurzenie klasyczne z aparatem powietrznym
40–60 m	wraki „prawie głębokie”	zanurzenie klasyczne z aparatem powietrznym, nurkowanie z mieszkanką gazową, doradzaną po 50 m
60–80 m	wraki „głębokie” I kategorii	zanurzenie wypadowe z mieszkanką gazową (kula lub klosz), saturacja, pojazdy podmorskie, Rov
80–300 m	wraki „głębokie” II kategorii (duża głębokość)	saturacja z mieszkanką gazową, pojazdy podmorskie, Rov
300–6000 m	wraki „głębokie” III kategorii (bardzo duża głębokość)	pojazdy podmorskie, Rov
6000–11000 m	wraki „głębokie” IV kategorii (wyjątkowe głębokości)	batyskaf w teorii [ale wydaje się to nieprawdopodobne] <sup>48</sup> .

Rov (Remotely operating vehicle), czyli obiekty zdalnie sterowane, mogą być stosowane do badań na dużych i wielkich głębokościach, gdzie ze względów bezpieczeństwa ludzie nie mogą nurkować lub nurkują na krótki czas. Nie są to jednak urządzenia pozbawione wad. Rov mają połączenie radiowe, telefoniczne lub wideo ze statkiem-bazą na powierzchni morza, ale z uwagi na słabą widoczność i dzielącą je dużą odległość często trudno jest ustalić położenie pojazdu. Sterowanie tego typu urządzeniem bywa trudne ze względu na opóźnione wykonywanie zaplanowanych ruchów. Stery płaszczyznowe i strumieniowe wpływają na mobilność pojazdów i koordynację manipulatorów z opóźnieniem, głównie z powodu utrudnionej widoczności. Niektóre urządzenia typu Rov nie są pojazdami bezzałogowymi i posiadają kabinę dla operatora kierującego bezpośrednio jego pracą. Mogą być one stosowane, ale nie na największych głębokościach, ze względu na niebezpieczne i trudne warunki pracy<sup>49</sup>.

Nurkowanie w zależności od penetrowanej głębokości i celu tejże penetracji wymagało użycia innego rodzaju sprzętu. Zasady bezpiecznego poruszania się pod powierzchnią wody są identyczne dla wszystkich, ale szkolenie przebiegało trochę inaczej w przypadku żołnierzy, archeologów, oceanografów czy płetwonurków sportowych. Międzynarodowe Stowarzyszenie Szkół Nurkowych (International Diving Schools Association – IDSA) ustanowiło oficjalną klasyfikację używanego sprzętu do nurkowania. Są to:

<sup>48</sup> L. Long, *L'Archéologie sous-marine à grand profondeur: fiction ou réalité*. W: *Archeologia sub-aquae...*, s. 341–343.

<sup>49</sup> J. Dmochowski, *Ergonomiczne uwarunkowanie prac podwodnych z zastosowaniem narzędzi ręcznych*. W: *Problemy medycyny i techniki nurkowej*. Pod red. R. Olszańskiego, S. Skrzyńskiego, R. Kłosa. Gdańsk 1997, s. 174.

1. autonomiczny sprzęt lekki (Self Contained Underwater Breathing Apparatus – SCUBA);
2. sprzęt przewodowy z użyciem powietrza (surface supplied air diving);
3. sprzęt przewodowy z użyciem mieszanin (surface supplied mix diving);
4. sprzęt do nurkowania w dzwonie otwartym;
5. sprzęt do nurkowania w dzwonie zamkniętym (nurkowanie saturowane, nurkowanie głębokie)<sup>50</sup>.

Przebywanie pod powierzchnią wody nie jest całkowicie bezpieczne, jeśli nie dostosuje się swoich możliwości fizycznych do warunków panujących na określonej głębokości i nie zastosuje sprzętu najodpowiedniejszego do długości spędzonego czasu. Zanurzenia do 20 m głębokości nie wymagają dekompresji, można nurkować z pomocą aparatu powietrznego, mieszanki tlenowej lub nitroksowej. Powyżej 20 m niezbędne są sztuczne mieszanki oddechowe lub powietrzne, koniecznością jest dekompresja<sup>51</sup>.

Głębokości do 40 m wydają się najbezpieczniejsze dla nurków. Powyżej nich (40–60 m) trzeba się wykazać większym doświadczeniem podczas nurkowania i odpornością na zjawisko „ekstazy głębin”. Szczególną ostrożność należy już zachować przy 45–50 m. W przypadku 40 m rzadko prowadzi się regularne prace wykopaliskowe, częściej wykonuje się sondaże lub wstępne badania. Zaleca się nurkom stosowanie mieszanki gazowej na głębokości 50–60 m, nawet jeśli tego się nie wymaga, aby nie dopuścić do takich sytuacji, jak przy eksploracji wraku Petit Congloué, kiedy to na 60 m zginął jeden z nurków. Prawo jest najsurowsze właśnie dla ludzi pracujących na około 40 m i nie pozwala na złamanie zasad określonych dla tej granicy bezpieczeństwa. Francuskie Ministerstwo Pracy uznało głębokość 60 m granicą poszukiwań archeologicznych.

Poniżej 60 m należy stosować mieszankę gazową wzbogaconą syntetycznie. Instytut Narodowy Nurkowania Profesjonalnego (Institut National de Plongée Professionnelle) w Marsylii zajmuje się badaniami nad mieszankami syntetycznymi, podobnie jak DRASSM. Bada się, jak mieszanki syntetyczne wzbogacone w hel oddziałują na ludzki organizm w zanurzeniu do 80 m. Głębokość pomiędzy I a II kategorią nie pozwala na swobodne nurkowanie z użyciem mieszanki gazowej na całej długości, ale prawo pozwala archeologom na wykorzystywanie specjalnego klosza. Użycie kuli lub klosza do 90 m głębokości,

---

<sup>50</sup> S. Skrzyński, R. Kłos, Z. Talaśka, *Współczesny sprzęt nurkowy*. W: *Problemy medycyny...*, s. 123.

<sup>51</sup> S. Skrzyński, W. Kirkor, *Przegląd systemów nurkowych*. W: *Problemy medycyny...*, s. 101.

z dekompresją na sucho po zakończeniu pracy nie powinno sprawiać problemów przy zachowaniu środków bezpieczeństwa, ale i tak wymaga się obecności opieki medycznej<sup>52</sup>.

Poniżej 60 m głębokości udogodnieniem dla długotrwałych prac podwodnych jest stosowanie saturacji. Systemy nurkowań saturowanych wiążą się z pewnym ryzykiem dla zdrowia nurkujących ludzi, ale nie są pozbawione zalet. „Idea działania systemu polega na pełnym nasyceniu organizmu nurka gazem obojętnym, odpowiednio do danej głębokości, zwanej poziomem lub plateau saturacji, i «przechowywaniu» go w gotowości do jednego lub kilkunastu nurkowań w ciągu tygodni, a nawet miesięcy. Dekompresja odbywa się tylko wtedy, kiedy nurkowie muszą opuścić system, by przejść do życia w warunkach ciśnienia atmosferycznego. O ile w nurkowaniach standartowych – krótkotrwałych podstawowym problemem fizjologicznym i w przeważającej części technicznym jest dekompresja, o tyle w nurkowaniach saturowanych prawidłowy przebieg zależy od kontroli parametrów atmosfery, w której przebywa nurek we wszystkich trzech fazach nurkowania. Podobnie jak w nurkowaniach standartowych, nie ma akceptowanego powszechnie sposobu dekompresji nurków. O stosunkowo dużym zagrożeniu, związanym z tego typu metodą nurkowania, świadczy niepokojąca statystyka przypadków chorób nurkowych. System nurkowania saturowanego, w odróżnieniu od systemu standardowego, zapewnia nurkowi: maksymalne bezpieczeństwo w odniesieniu do następstw bezpośrednich i tzw. skutków odległych nurkowania; wyższą efektywność pracy w wodzie; odpoczynek fizyczny i psychiczny, z zapewnieniem odnowy biologicznej, w warunkach przebywania pod ciśnieniem plateau saturacji”<sup>53</sup>.

Badania na głębokości 120–180 m są możliwe, jeśli wprowadzi się mieszanki syntetyczne oparte na związkach helu, lecz w praktyce są mało opłacalne, ze względu na bardzo długi czas dekompresji, jakiej muszą być poddani nurkowie. Czas dekompresji określają tablice opracowane przez Ministerstwo Pracy, i tak np. 120 minut spędzonych na 120 m z pomocą mieszanki syntetycznej opartej na helu wymaga po wynurzeniu spędzenia 27 godzin i 36 minut w kabinie dekompresyjnej. Możliwe, że prowadzone obecnie badania umożliwią w przyszłości swobodne nurkowanie na głębokościach 60–80 m.

Zanurzenie z użyciem saturacji, konieczne przy przekroczeniu średnich głębokości, nie ofiarowuje archeologom możliwości bezpośredniego działania,

---

<sup>52</sup> L. Long, *L'Archéologie sous-marine...*, s. 342–343.

<sup>53</sup> S. Skrzyński, W. Kirkor, *Przegląd...*, s. 113.

pozwała jedynie koordynować pracę profesjonalnych nurków. Nurkowie ci są w stanie wykonać maksimum pracy bez przerwy podczas długich okresów czasu. Ta sama ekipa może pracować 2 dni po 5–6 godzin, oczywiście z poddaniem się dekompresji po zakończeniu prac. Prowadzono eksperymenty z mieszankami opartymi na związkach helu, do około 610 m głębokości, a także z potrójną mieszanką na bazie wodoru do 650–701 m, co stwarza szansę na rozszerzenie granic ludzkich możliwości. Na razie nie da się wyjść poza sferę badań, gdyż wódór jest gazem podatnym na wybuchy, ponadto nie wolno zapominać o zjawisku „ekstazy głębin”, nasilającym się wraz z głębokością, i ogromnym ciśnieniu, które tworzą barierę dla ludzkiej działalności na głębokości 250–300 m<sup>54</sup>.

Zainteresowanie właściwościami mieszanek gazowych i ich zastosowaniem w podwodnych pracach badawczych sięga czasów II wojny światowej i pierwszych prób nurkowania z ich pomocą, by dotrzeć do jak największych głębokości. Arne Zetteström wstąpił do neutralnej floty wojennej Szwecji i swoje doświadczenie inżynierskie wykorzystywał do badań prowadzonych na potrzeby armii. Opracowywał metody ratowania załóg uszkodzonych łodzi podwodnych i zatopionych okrętów. Konstruował sprzęt do nurkowania, jak np. lampy z kompensacją ciśnienia czy wentyle nurkowe. Marynarka Wojenna wraz z Królewskim Instytutem Technologicznym prowadziła od początku wojny prace nad wprowadzeniem wodoru do mieszanek oddechowych wykorzystywanych podczas nurkowania. Wadą tego gazu były jego właściwości wybuchowe ujawniające się po wymieszaniu z tlenem. Po przeprowadzeniu licznych doświadczeń zauważono, że zmniejszenie zawartości wodoru do 4 proc. objętości całej mieszanki redukuje możliwość wybuchu<sup>55</sup>. „W 1945 r. Arne Zetteström na łamach pisma «Teknisk Tidskrift» objaśnił metody nurkowania przy użyciu mieszanki wodorowej. Nurek, schodząc pod wodę, zabierał ze sobą trzy butle zapasowe. Z jednej z nich, wypełnionej sprężonym powietrzem, korzystał przy opuszczaniu się do 30 metrów. Na tej głębokości zaczynał oddychać z drugiej butli wypełnionej mieszanką azotową. Po przekroczeniu granicy 60 metrów otwierał zawór trzeciej butli z mieszanką wodorową”<sup>56</sup>.

W 1951 roku w Stanach Zjednoczonych ustalono, że głębokość 93 m jest granicą zanurzenia z aparatem powietrznym i że praca na tej głębokości nie powinna przekraczać 10 minut. Już wcześniej rozpoczęto badania nad

---

<sup>54</sup> L. Long, *L'Archéologie sous-marine...*, s. 343–344.

<sup>55</sup> J. Gussmann, *Człowiek zdobywa głębinę*. Gdańsk 1984, s. 52.

<sup>56</sup> Tamże.

wprowadzeniem takich mieszanek gazowych, które pozwoliłyby na zwiększenie czasu przebywania poniżej i na tej głębokości i nie wiązałyby się z tak ogromnym wysiłkiem. Elihu Thomson zaproponował wykorzystanie helu jako składnika mieszanek oddechowych. W latach dwudziestych w Stanach Zjednoczonych przeprowadzono serię eksperymentów z użyciem mieszanek helowo-tlenowych, poddając im zwierzęta i ludzi<sup>57</sup>. „W 1937 r. nurek ubrany w głębokowodny skafander klasyczny i oddychający mieszaniną helowo-tlenową został sprężony w komorze dekompresyjnej do symulowania głębokości nurkowania około 152 metrów słupa wody. Nurka nie informowano o głębokości, natomiast gdy spytano go na jaką ją ocenia, odpowiedział, że na około 30 metrów słupa wody”<sup>58</sup>.

Po raz pierwszy zastosowano mieszanki tlenowo-helowe w trakcie akcji ratunkowej zatopionego w 1939 roku okrętu podwodnego *Squalus*. W 1940 roku Chris Lambertsen z US-Navy nurkował z aparatem wypełnionym mieszaniną tlenu z powietrzem lub helem aż do granicy toksyczności tlenu. W 1957 roku André Galerne zastosował mieszanekę składającą się z 50 proc. tlenu i 50 proc. azotu w czasie zanurzenia na głębokości 18–20 m u wybrzeży Francji. US-Navy stosowała od początku 1959 roku mieszanki wzbogacone o różnorodne składniki. Rezultaty tych badań nie były dostępne tylko dla wojska. W 1937 roku Max Gene Nohl zanurzył się do głębokości 128 m z pomocą mieszanki helowo-tlenowej. W latach trzydziestych i czterdziestych Stany Zjednoczone były właściwie jedynym dostawcą helu, dlatego też w innych krajach prowadzono prace nad wykorzystaniem mieszanek opartych na innych gazach. Na początku lat osiemdziesiątych rozpowszechnił się niemal na całym świecie nitroks, czyli mieszanina azotu i tlenu. W 1970 roku Morgan Wells z National Oceanographic and Atmosphere Administration (NOAA) rozpoczął eksperymenty ze wzbogaconym w tlen powietrzem, czego efektem był nitroks. W latach siedemdziesiątych powstała mieszanka typu NOAA I, a w 1990 roku opatentowano NOAA II.

Zastosowanie nitroksu pociąga za sobą wiele korzyści, m.in. zwiększenie czasu bezdekompresyjnej pracy i tym samym skrócenie dekompresji oraz czasu odpoczynku pomiędzy kolejnymi nurkowaniami, gdyż mniej azotu pozostaje w tkankach naszego organizmu. Zmniejsza się toksyczne działanie azotu,

---

<sup>57</sup> R. Kłos, A. Majchrzycka, R. Olszański, *Zastosowanie sztucznych enzymów oddechowych w nurkowaniach sportowych*. W: *Problemy medycyny...*, s. 68.

<sup>58</sup> Tamże.

zmęczenie nurka i minimalizuje wystąpienie komplikacji po ewentualnym urazie ciśnieniowym płuc<sup>59</sup>. Obecnie stosowane mieszanki oddechowe to:

1. nitroks (nitrox) – mieszanina azotowo-tlenowa, w której stosunek tlenu do azotu jest inny niż w powietrzu;
2. helioks (heliox) – mieszanina helowo-tlenowa;
3. neoks (neox) – mieszanina neonowo-tlenowa;
4. argonit – mieszanina argonowo-tlenowa;
5. trimiks (trimix) – mieszanina helowo-azotowo-tlenowa;
6. hydrelioks (hydreliox) – mieszanina wodorowo-tlenowa bądź helowo-wodorowo-tlenowa z niewielkim dodatkiem azotu<sup>60</sup>.

Zanurzenie człowieka poniżej 50 m głębokości wymaga użycia mieszanek oddechowych składających się koniecznie z gazu obojętnego o gęstości mniejszej od azotu. Takim gazem jest hel, dlatego powszechnie stosuje się go w nurkowaniach głębokich, w krótkotrwałych nie sprawdza się ze względu na zbyt krótki czas pracy w stosunku do czasu dekompresji (30 minut na 150 m głębokości wiąże się z 10 godzinami dekompresji). Jeśli po pewnym czasie nurkowania na dużej głębokości nurek zostaje poddany saturacji pod określonym ciśnieniem, może dłużej pracować i nie wymaga to dłuższej dekompresji<sup>61</sup>. „Przeszkodę w osiągnięciu większych głębokości stanowią utrudnienia oddechowe płuc, do wydzielania m.in. dwutlenku węgla, pary wodnej – zawsze potrzebują czynnika oddechowego o tej samej objętości, bez względu na to, jaką miałyby gęstość i na jakiej głębokości znajdowałby się nurek (np. na głębokości 50 m powietrze posiada większą gęstość, a więc i większy ciężar). Nurek musi wdychać taką samą ilość czynnika oddechowego jak na powierzchni. Natężenie przepływu jest oczywiście większe, zatem praca mięśni płuc jest także odpowiednio większa przy przepompowywaniu tej masy przez drogi oddechowe. Zdolność wykonywania pracy na dużej głębokości jest więc obniżona z powodu zwiększonej gęstości powietrza. Następuje wówczas szybkie wyczerpanie organizmu. Z tego powodu dla większych głębokości konieczne staje się zastosowanie znacznie lżejszego czynnika oddechowego”<sup>62</sup>. Właściwości ludzkiego organizmu i względy ekonomiczne wymagają zależnie od głębokości używania mieszanek oddechowych:

---

<sup>59</sup> Tamże, s. 69–72.

<sup>60</sup> R. Kłos, A. Majchrzycka, R. Olszański, *Otrzymywanie mieszanin oddechowych*. W: *Problemy medycyny...*, s. 35.

<sup>61</sup> R. Olszański, R. Kłos, *Sztuczne czynniki oddechowe*. W: *Problemy medycyny...*, s. 20.

<sup>62</sup> Tamże, s. 20–21.

tłenu do 6 m, powietrza do 50 m, nitroksu do 50 m, helioksu do 200 m, trimiksu do 400 m, hydrelioksu od 200 do 700 m. Tlen stosuje się przy leczeniu wypadków dekompresyjnych: w hiperbarii tlenowej i w czasie dekompresji. Aparaty tlenowe nie są obecnie powszechnie używane ze względu na toksyczne działanie tlenu. Zatrucie tlenowe może objąć ośrodkowy układ nerwowy („efekt Paula Berta”) lub płuca („efekt Lorraina Smitha”). Do 50 m zezwala się na stosowanie powietrza lub nitroksu. Nitroks lepiej niż powietrze sprawdza się w czasie wykonywania cięższych prac<sup>63</sup>. „Nitroks jest to każda mieszanina azotu i tlenu. Powietrze, którym oddychamy, jest mieszaniną nitroksową normoksyczną i zawiera 21 proc. tlenu. Mieszanina nitroksowa poniżej tej zawartości tlenu nosi nazwę hypooksycyjnej, natomiast powyżej – hyperooksycyjnej, którą nazywa się «powietrzem wzbogaconym w tlen» (ang. Oxygen Enriched Air lub Enriched Air Nitrox – EAN). Dla uproszczenia nazwę nitroks stosujemy do mieszanin hyperooksycyjnych. W USA mieszaniny nitroksowe są oznakowane skrótem EANx, gdzie x oznacza procentową zawartość tlenu, np. w EAN32 – ilość tlenu wynosi 32 proc., w EAN36 – 36 proc.”<sup>64</sup>.

Zastąpienie azotu helem w mieszance typu helioks wyklucza wystąpienie narkozy azotowej. Niestety jest to mieszanka droższa niż trimiks i nitroks, a jej stosowanie wiąże się z koniecznością jej podgrzewania i zakładania ogrzewanych skafandrów, powoduje też zakłócenia mowy<sup>65</sup>. „We wczesnych latach sześćdziesiątych uważano, że narkoza helowa wystąpi u człowieka na głębokości około 400 m. Z tego powodu wydawało się, że nurkowania z mieszaniną oddechową helowo-tlenową, czyli z helioksem, będą się odbywały do tej głębokości bez żadnych przeszkód. Niestety w połowie lat sześćdziesiątych, podczas przeprowadzanych nurkowań helioksowych na głębokościach w granicach 200 m, stwierdzono występowanie zespołu neurologicznego wysokich ciśnień (ang. High Pressure Nervous Syndrome – HPNS), ale nie narkozy helowej. Zespół ten znacznie ograniczył głębokość nurkowań z helioksem. W latach osiemdziesiątych, mieszaniny helioksowe były stosowane w Marynarce Wojennej w nurkowaniach habitatowych”<sup>66</sup>.

Mieszaną stosowaną w nurkowaniach głębokich jest trimiks. Do 400 m głębokości eliminuje ona objawy HPNS, a powyżej tej granicy zmniejsza je,

---

<sup>63</sup> Tamże, s. 21–24.

<sup>64</sup> Tamże, s. 25.

<sup>65</sup> Tamże.

<sup>66</sup> Tamże, s. 25–26.

w porównaniu do helioksu. W latach 1979–1982 Amerykanie prowadzili badania nad użyciem trimiksu na wielkich głębokościach, znane jako projekt ATLANTIS I, II, III i IV. W latach osiemdziesiątych podobne prace prowadzili Norwegowie, Niemcy i Francuzi. Trimiks można stosować do nurkowania do 65 m głębokości (zawiera wówczas: 22 proc. tlenu, 42 proc. azotu i 36 proc. helu), 70–75 m (20 proc. tlenu, 38 proc. azotu i 42 proc. helu) oraz 80–90 m (16 proc. tlenu, 30 proc. azotu i 54 proc. helu). Hydrelioks to również mieszanka stosowana do wielkich głębokości. Mieszanki wodoru z tlenem mogą zawierać do 4 proc. wodoru, aby nie dochodziło do wybuchów. Wodór powoduje podobne do helu zaburzenia mowy i termoregulacji, z powodu narkozy wodorowej hydrelioks nie powinien być stosowany poniżej 200 m. Badania przeprowadzone w programie „Hydra” przez francuski COMEX wykazały, iż połączenie wodoru z tlenem i hellem ogranicza objawy HPNS do głębokości 650 m<sup>67</sup>.

Głębie 80–300 m mogą badać w najlepszym przypadku profesjonalni nurkowie, kierowani i kontrolowani z powierzchni morza przez archeologów. Umożliwiają to różne systemy komunikacji, takie jak telewizja czy telefon albo urządzenia ułatwiające kontakt, np. roboty, zdalnie sterowane miniaturowe pojazdy podmorskie. W takich warunkach dobrze sprawdzają się – jak wykazały to doświadczenia wielu wypraw wykopaliskowych – klosze obserwacyjne czy małe łodzie podwodne. Wystarczy tu wymienić podwodny pojazd „Asherah”, zdolny osiągnąć 200 m głębokości, który zainicjował swą działalność w 1964 roku w prospekcji wód tureckich z inicjatywy George’a Fletchera Bassa. Warto wspomnieć o wykorzystaniu również przez George’a Fletchera Bassa w 1967 roku stalowej kapsuły, w której znajdujący się ludzie mieli kontakt telefoniczny ze statkiem-bazą i lokalizowali na głębokości 90 m wrak pełen amfor i posągów niedaleko Bodrum. Do podmorskiej obserwacji skonstruowano takie urządzenia, jak P 51 czy klosz „Robertino”, użyte na głębokości 58–80 m przy okazji prac na wraku Secca di Capistello, gdzie niestety nie obyło się bez wypadków śmiertelnych. W 1988 roku Jean-Pierre Joncheray przy pomocy „Griffona” eksplorował rzymski statek Héliopolis 2 na głębokości 80 m. W tym samym roku Max Guérout za pomocą urządzenia SO 450 i dzięki pracy 9 nurków prowadził badania na wraku Alabama z 1864 roku zatopionym niedaleko Cherbourga na głębokości 60 m. W 1992 roku ten wrak stał się dobrym polem dla przetestowania zdalnie sterowanego robota, poruszającego się na gąsienicach, a wyposażonego w ramię manipulacyjne z umieszczonymi na nim licznymi kamerami. „Rémora”

---

<sup>67</sup> Tamże, s. 26–27.

firmy Comex pozwoliła na penetrację wraku Sainte-Dorothea znajdującego się na 72 m i na bezpośredni przekaz obrazu w 1990 roku archeologowi Michelowi L'Hour. W latach 1992–1993 w czasie prac prowadzonych na wysokości Manilli Franck Goddio w pojeździe znajdującym się na głębokości 55 m mógł kontrolować eksplorację hiszpańskiego galeonu San Diego, a także korzystać z okrętu podwodnego Small.

Największe głębokości od 300 do 6000 m, w tej chwili niedostępne bezpośrednio dla człowieka, mogą być zbadane dzięki użyciu łodzi i pojazdów podwodnych czy specjalistycznych robotów. Liczba okrętów podwodnych, wyposażonych w kulę z tytanu, zdolną wytrzymać ciśnienie na głębokości 3000–6000 m jest bardzo ograniczona. Niezbadane do tej pory rowy oceaniczne, nieosiągalne dla klasycznych urządzeń podmorskich długo jeszcze chronić będą nieodkryte wraki. Obecnie nie ma jeszcze skonstruowanej aparatury zdolnej je przebadać<sup>68</sup>.

Pierwsze odkrycia wraków antycznych u wybrzeży Morza Śródziemnego pozwoliły zebrać wiele informacji dotyczących konstrukcji, tonażu, sposobu załadunku statków i zgromadzić wiadomości o ich właścicielach poprzez analizę stempli i *tituli picti* znajdujących się na amforach. Obecnie w większości przypadków wraki te są bardzo albo całkowicie zniszczone, nie tylko z powodu działania czynników chemicznych czy biologicznych, ale zainteresowania, jakie budziły u poszukiwaczy skarbów. Wraki znajdujące się na dużych głębokościach są nieosiągalne, gdyż ich penetracja wymaga odpowiednich umiejętności i kosztownego, specjalistycznego sprzętu. Z tego powodu stanowią dla archeologów przysze eldorado. Ponadto z racji warunków środowiska naturalnego, w którym się znalazły z chwilą zatonięcia, z pewnością nie uległy takiej destrukcji, jak wraki na małych i średnich głębokościach.

Duże głębokości charakteryzują się brakiem bogatej flory i fauny z racji panujących tam ciemności i niskiej temperatury, utrudniających rozwój i życie organizmom żywym. Już na 200 m głębokości minimalna zawartość tlenu w wodzie utrudnia procesy rozkładu oraz osadzania warstw mułu. Ogranicza naturalną spoiłość ziemi i jej konkrecjonowanie przez krystalizację gleby. Prowadzi to do sytuacji odmiennej niż na średnich i małych głębokościach – wraki statków doskonale się zachowują. Idealnym przykładem jest statek Vaza zatopiony w wodach Bałtyku w 1628 roku, czy też statki Hamilton i Le Scourge z jeziora Ontario, gdzie uległy wypadkowi w 1813 roku. Te trzy statki zostały dokładnie

---

<sup>68</sup> L. Long, *L'Archéologie sous-marine...*, s. 344–345.

przebadane dzięki wstępnej obserwacji przy pomocy robotów. Wrak rzymski Ustica niedaleko Sycylii, znaleziony na 3200 m, mógł zostać zbadany dzięki podwodnemu urządzeniu „Nautilé”, które wykonało fotografie statku i rozłożenia jego ładunku. Ten rodzaj robota sprawdził się również w przypadku wraków Grand Ribaud E i Plage d'Arles 4 przy wybrzeżach Francji<sup>69</sup>. Uważa się, że do około 100 m głębokości od powierzchni wody można prowadzić obserwację danego rejonu lub zająć się eksploracją pojedynczych obiektów. Sporadycznie występują na niej wraki statków. Od początku lat osiemdziesiątych rozwój techniczny nabrał przyspieszenia. Przejawiało się to wprowadzaniem do badań nowoczesnych, małych łodzi podwodnych, robotów o sterowaniu kablowym i systemów lokalizacyjnych wykorzystujących dane satelitarne. Obecnie również rybacy korzystają z urządzeń satelitarnych, które oprócz ułatwiania im pracy przyczyniają się do nowych odkryć.

U francuskich wybrzeży Morza Śródziemnego znajduje się około 600 wraków o podobnej wartości dla badań archeologicznych, z czego 12 proc. znajduje się na dużych głębokościach. Duża część tych zatopionych statków leży na głębokości 60–80 m. 80 proc. powierzchni wybrzeża pomiędzy Marsylią a Niceą jest skaliste, w wodach u jego stóp nurkują liczni nurkowie, którzy wraz z rybakami są najczęstszymi odkrywcami zatopionych statków. Przez długi czas rybacy i ludzie morza współpracowali z pracownikami DRASSM w lokalizowaniu antycznych wraków. Obecnie pozytywne rezultaty dostarczają systemy wykrywania akustycznego i rekonesans przeprowadzany z użyciem wideo, przydatne do prospekcji dużych przestrzeni<sup>70</sup>.

Chociaż system GPS pozwala umiejscowić nowe znaleziska podwodne, to nie zawsze archeolodzy znajdują je w takim stanie, w jakim znalazły się w chwili zatonięcia. Nielegalne wykopaliska i wyprawy poszukiwawcze o wyraźnie rabunkowym charakterze prowadzą do uszkodzeń nie tylko zawartości ładunku, ale i samych wraków (np. wrak Grand Ribaud E na 70 m głębokości, Roches d'Aurette na 72 m, Basse du Can na 75 m). Często to siły natury doprowadzają do destrukcji, jak w przypadku stanowiska Saintes-Maries-de-la-Mer, gdzie pionowo stojące szyjki amfor Dressel 1B wyciągnięto z dna morza przy pomocy sieci rybackich, a szyjki pozostałych naczyń ścinane były sukcesywnie przez przyływy morza. W 1995 roku na południe od Elby znaleziono wielki wrak statku z ładunkiem pochodzącym z Betyki, odkryty dzięki pojazdowi

---

<sup>69</sup> Tamże, s. 346–349.

<sup>70</sup> Tamże, s. 349–356.

podwodnemu „Rémora 2000” na 177 m głębokości, niestety z dużą ilością potłuczonych amfor.

Robert Ballard opracował projekt wykorzystania amerykańskich okrętów podwodnych NR 1 o napędzie nuklearnym do podwodnych badań archeologicznych pomiędzy Kartaginą a Rzymem. Kolejną innowacją było skonstruowanie robota „Super-Achilles” zaopatrzonego w system wentylacji i obdarzonego chirurgiczną precyzją. Można też wspomnieć o robocie użytym na Izis, a mającym dwie półcylindryczne szczęki dostosowane do kształtu amfor. W 1989 roku wypróbowano także robota „Jazona”, zaopatrzonego w syntetyczny spławik unoszący się na powierzchni wody i podnoszący znalezione przedmioty po sygnale akustycznym. Szczypczyki umieszczano także na zewnątrz batyskafu, aby precyzyjnie i delikatnie wydobyć znaleziska.

Celem badań podmorskich jest zdobycie jak największej ilości informacji w jak najkrótszym czasie. Ułatwieniem będą cybernetyka i informatyka pozwalające wykreować wirtualną rzeczywistość, idealną, jeśli chodzi o przygotowanie planu pracy i symulację stanowiska. Systemy rejestracji terenu opierają się na użyciu fotografii, ułożonej z niej fotomozaiki i precyzyjnych metod fotogrametrycznych potrzebnych do wykonania dokumentacji. Efekty pracy dwóch stereoskopów działających w formacie 6 x 6 bywają często lepsze od jakości zdjęć wykonanych aparatami cyfrowymi. Inną nowością stał się system ustalania pozycji akustycznej typu Sharps, użyty z sukcesem przez Roberta Greniera na wraku „Red Bay w Kanadzie. Pomocny może się też okazać kaptur telemetryczny – laser „Soisic”, użyty przez DRASSM w jaskini Cosquer, potem wykorzystywany w archeologii podwodnej. Połączenie zręczności i wiedzy archeologa z pamięcią i możliwościami komputera pozwala odtworzyć wygląd i zawartość wraku z milimetrową precyzją. Co ciekawe, archeologia podwodna badająca wraki na dużych głębokościach często posługuje się metodami lepszymi niż konwencjonalne<sup>71</sup>.

Archeologia podwodna nie budzi już tak wielkiego zainteresowania, jak w chwili swych narodzin i czasach pierwszych spektakularnych sukcesów, ale nadal ma wiele do zaoferowania. W połączeniu z archeologią lądową odkrywa przeszłość i pozwala zrekonstruować rzeczywistość odległych wieków. Porównanie wyników prac na stanowiskach lądowych i podwodnych daje najlepsze rezultaty, pozwala wyjaśnić niejasne zagadnienia, a czasem potwierdzić hipotezy uchodzące za prawie niemożliwe. Ludzie od zawsze pragnęli opanować i poznać

---

<sup>71</sup> Tamże, s. 357–377.

głębinę mórz. Cały czas trwają prace badawcze nad przesunięciem granicy przebywania w warunkach podmorskich nieosiągalnych dla możliwości człowieka. Przyszłość archeologii podwodnej związana jest z penetrowaniem wielkich głębokości, dotychczas niezbadanych, a kryjących nieodkryte dotąd wraki statków, z pewnością dobrze zachowane z racji panujących tam warunków chemicznych i biologicznych. Połączenie wypróbowanych archeologicznych metod badań, nowatorskich rozwiązań i urządzeń oraz pojazdów o najnowszej technologii nie czyni tych planów nierealnymi mrzonkami. Rozwój techniczny i pierwsze udane próby zdobywania podmorskich głębin stwarzają nadzieje na przyszłość i urzeczywistnienie tych zamierzeń.

## Streszczenie

### **Metody badań archeologii podwodnej na przykładzie wraków znalezionych u wybrzeży Langwedocji i Prowansji**

Celem prac archeologicznych prowadzonych na lądzie i pod wodą jest zdobycie jak największej ilości informacji na podstawie znalezionych zabytków. Archeologia lądowa i podwodna opiera się na podobnej metodyce badań, ale różni stosowanymi narzędziami, odmiennymi warunkami pracy i środowiska naturalnego ze względu na ograniczone możliwości ludzkiego organizmu nieprzystosowanego do dłuższego przebywania pod wodą bez uszczerbku dla zdrowia, odmiennie funkcjonowanie zmysłów ludzkich oraz wyższe koszty prac wykopaliskowych niż na lądzie. Wraki nie pozostają w nienaruszonym stanie, lecz przez cały czas ulegają destrukcji powodowanej czynnikami fizycznymi, chemicznymi i biologicznymi oraz działalnością miejscowej flory i fauny (na małych i średnich głębokościach w większym stopniu niż na dużych), co wymusza jak najszybsze tempo pracy. Obecnie stosowane metody badań podwodnych nie zmieniły się od lat siedemdziesiątych. Wraz z szybszym tempem rozwoju techniki obserwowanym na początku lat osiemdziesiątych i wprowadzeniem do badań nowoczesnych, małych łodzi podwodnych, robotów i systemów lokalizacyjnych wykorzystujących dane satelitarne zwiększyła się liczba prac eksploracyjnych na stanowiskach podmorskich w latach osiemdziesiątych i w pierwszej połowie lat dziewięćdziesiątych. Przyszłość archeologii

podwodnej związana jest z badaniem dużych i wielkich głębokości oraz rozwojem cybernetyki i informatyki.

## Summary

### **Test methods of underwater archeology on the example of shipwrecks found off the coast of Languedoc and Provence**

The purpose of the archaeological works carried out on land and under water is to maximise the amount of information on the objects which have been recovered. Both land and underwater archeology are based on a similar research methodology, but they differ in the sets of tools used, as well as in working and environmental conditions. It is naturally caused by the limited capacity of the human body, which is not designed for long stay under water without sustaining serious damages to the health and functioning of the different human senses. It also generates higher costs of excavation than on land. Wrecks do not remain intact, but at all times they are subject to destruction caused by physical, chemical and biological factors, as well as by the activity of the local flora and fauna (at small and medium depths the process of destruction is faster than at large ones), which determines a faster pace of work. Currently used methods of underwater exploration have not changed since the seventies. With the rapid pace of technological development observed in the early eighties and the introduction of modern, small submarines, robots and tracking systems utilising satellite data, there was an increase in the number of offshore archeological sites in the eighties and early nineties. The future of underwater archeology is bound with the study of large and great depths and the development of cybernetics and computer science.