

Grzegorz Gniwkiewicz, Stanisław Poleszak

mgr Grzegorz Gniwkiewicz
82-300, Elbląg, Rodziny Nałazków 12/30
+48 698624657
g.gniwkiewicz@gmail.com

dr inż. Stanisław Poleszak
Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte
Zakład Technologii Prac Podwodnych
81-103 Gdynia 3, ul. Śmidowicza 69
+48 509460353
poleszak@wp.pl

**WSTĘP DO ROZWOJU ZAŁOGOWYCH POJAZDÓW PODWODNYCH
WYKORZYSTYWANYCH W DZIAŁANIACH SPECJALNYCH**

Artykuł jest pierwszą częścią opracowania dotyczącego załogowych pojazdów podwodnych wykorzystywanych w działaniach specjalnych. W niniejszym artykule przedstawiono wybrane zagadnienia związane z historią i rozwojem załogowych pojazdów podwodnych. Prezentowany materiał powstał na podstawie analizy dostępnej literatury.

Słowa kluczowe: *pojazdy podwodne, historia nurkowania, morskie działania specjalne.*

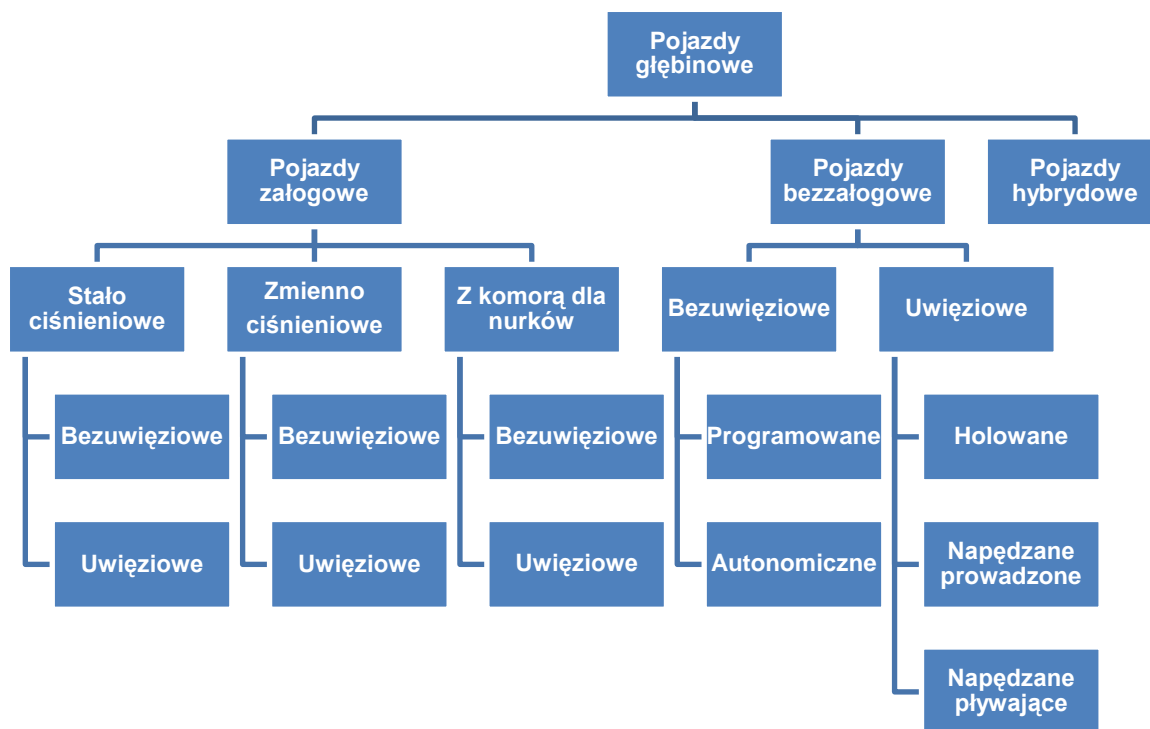
**AN INTRODUCTION TO THE DEVELOPMENT OF DIVER PROPULSION
VEHICLES FOR USE IN SPECIAL OPERATIONS**

The article is the first part of study, which relates to manned underwater vehicles used in special operations. The information contained in this document discusses selected issues related to the history and development of the manned submersible vehicles. The presented material was created on the basis of available literature.

Keywords: *underwater scooters, diving history, naval special operations.*

WSTĘP

Podwodny pojazd płetwonurka oznaczany od skrótu angielskiej nazwy jako DPV (Diver Propulsion Vehicle) był marzeniem wynalazców i konstruktorów od czasu, kiedy człowiek posiadał możliwość dłuższego przebywania pod wodą. Jego stosowanie pozwala na zwiększenie zasięgu działania, szybkości przemieszczania, z równoczesnym zmniejszeniem zużycia czynnika oddechowego przez nurka, co skutkuje wydłużeniem czasu jego pobytu pod wodą. DPV pomaga w przedostaniu się skrycie w pobliże nieprzyjaciela, zadać mu możliwie największe straty przy pomocy przewożonego ładunku i zapewnia powrót załodze w bezpieczny rejon. Zaliczany jest do bezwiewiowych, zmiennociśnieniowych pojazdów załogowych (Rys. 1).



Rys. 1. Klasyfikacja pojazdów podwodnych [7].

Od czasu prototypów i pierwszych seryjnie produkowanych konstrukcji do najnowszych modeli, DPV przeszedł ogromne przeobrażenie technologiczne. Jednak nadal jest skutecznie wykorzystywany do skrytego przetrwania pod wodą ludzi i sprzętu. Przykłady użycia pojazdów w działaniach bojowych zostały zamieszczone w Tab. 1.

INTRODUCTION

A DPV, a diver propulsion vehicle, has been a dream of inventors and designers since the possibility to stay underwater for a longer period of time opened up. The use of such vehicles increases the operating range and the velocity of a diver, allowing him to exert a minimum expenditure of the respiratory factor and extend the time spent underwater. A DVP helps to approach the enemy unseen, inflict the heaviest losses possible using the carried load, and return to the safe area. A DPV is classified as an unattached MUV (manned underwater vehicle) with alternating pressure.

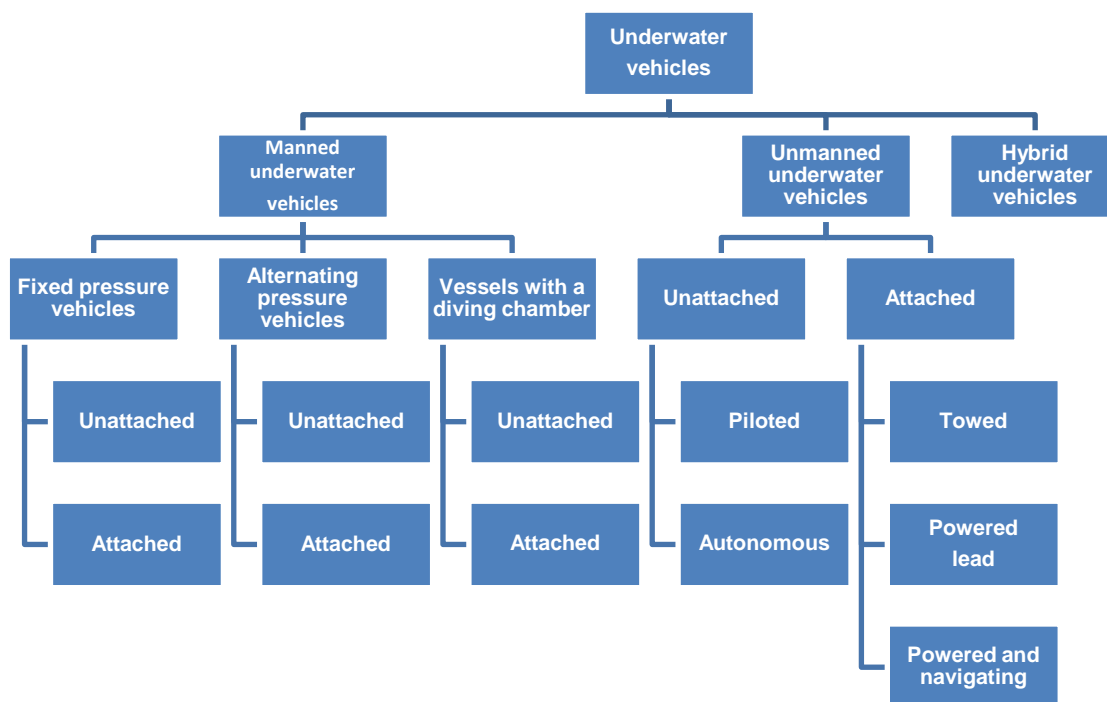


Fig. 1. The classification of underwater vehicles [7].

Throughout the time from the first prototypes and first mass-produced vehicles up until today's newest models, the design of DPVs was subject to many technological and structural changes and improvements. However, it is still effectively used to redeploy men and equipment underwater. Some sample cases of using these vehicles in combat operations are listed in the table below.

Tabela 1.

Wybrane przykłady użycia pojazdów podwodnych w działaniach bojowych

Lp.	Data/okres	Miejsce	Państwo	Pojazd	Uwagi
1.	1777	Wejście do portu Nowy York	USA	„Turtle”	-
2.	01.11.1918	Pula (Chorwacja)	Włochy	„Mignatta”	Zatopienie pancernika „Viribus Unitis”
3.	07/08.07.1944	W pobliżu Normandii	Niemcy	Neger	Zatopienie trałowca HMS "Pylades" i uszkodzenie polskiego krążownika ORP "Dragon"
4.	04.06.1972	W pobliżu Hanoi	USA	SDV	Rozpoznanie rejonu przyszłego działania sił uderzeniowych na obóz jeniecki
5.	Lipiec 1985	Port Trypolis	Izrael	Brak danych	Zaminowanie dwóch statków przewożących wyposażenie dla OWP (Organizacja Wyzwolenia Palestyny)

1. RYS HISTORYCZNY

Na powstanie załogowych pojazdów podwodnych złożyło się wiele badań, doświadczeń i wynalazków niekiedy z bardzo odległej przeszłości. Motorem napędowym poszukiwania rozwiązań do tego typu konstrukcji były przeważnie wojny, konflikty militarne i wyścig zbrojeń. Już zapiski ze starożytności i średniowiecza świadczą o dążeniu człowieka do skonstruowania urządzeń umożliwiających mu przebywanie i przemieszczanie się pod wodą. Takim przykładem jest działanie wojsk rzymskich pod Mozią (dzisiejsze San Pantaleo), ostatniej punickiej przeszkody do zdobycia Sycylii przez Cesarstwo Rzymskie.

Pierwszym udokumentowanym projektantem załogowego pojazdu podwodnego był włoski inżynier Roberto Valturio. Przedstawił on w swoim opracowaniu „De re militari” z 1472 r., projekty maszyn, urządzeń i broni, które mogłyby zwiększyć przewagę militarną Włoch, a wśród nich był załogowy pojazd podwodny (Rys. 2).

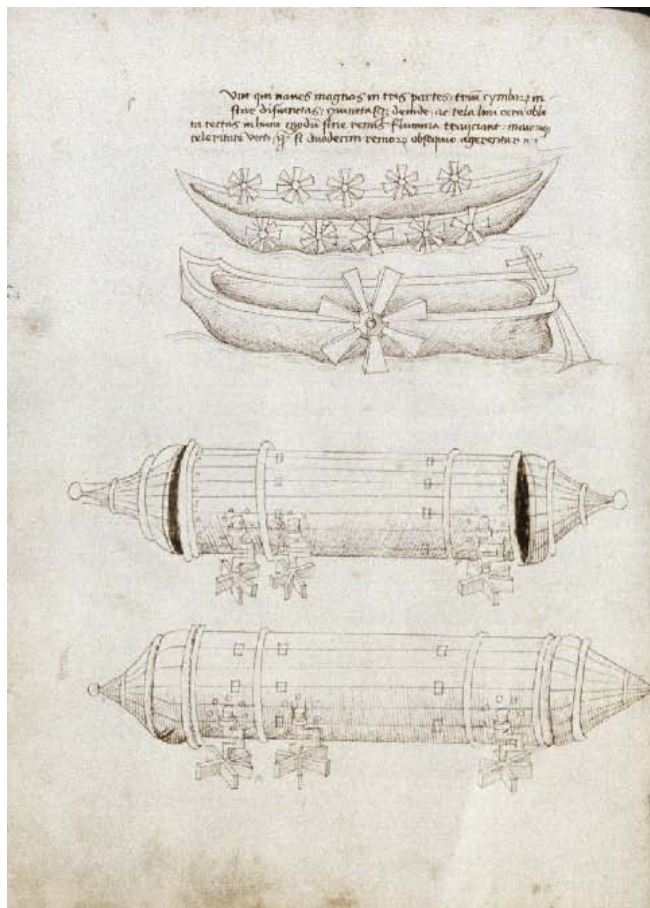
Table 1.

Sample cases of using DPVs in combat operations					
No.	Date/period	Place	Country	Vehicle	Comments
6.	1777	Port entrance in New York	the USA	<i>Turtle</i>	-
7.	1 Nov 1918	Pula (Croatia)	Italy	<i>Mignatta</i>	Battleship „Viribus Unitis” was sunk
8.	7/8 Jul 1944	Close to Normandy	Germany	<i>Neger</i>	Minesweeper HMS "Pylades" was sunk; Polish cruiser ORP "Dragon" was damaged
9.	4 Jun 1972	Close to Hanoi	the USA	SDV	Reconnaissance of the future operation area (a POW camp) of a strike force
10.	July 1985	Trypolis port	Israel	No data available	Mining two ships transporting equipment for PLO (Palestine Liberation Organization)

1. HISTORICAL OUTLINE

Numerous research findings, studies, and experiments, as well as inventions dating back to the distant past, have contributed to the emergence of manned underwater vehicles. The driving force behind looking for novel construction solutions were mostly warfare, military conflicts, and arms race. We can deduce from what can be found in the notes from the antiquity and the Middle Ages that the man has always aspired to construct machines and vehicles enabling people to stay and relocate underwater. The Roman army incorporated such solutions in their military operation near Mozia (nowadays known as San Pantaleo), which was the last obstacle in the way of conquering Sicily.

The first documented DPV designer was an Italian engineer, Roberto Valturio. In his treatise *De Re Militari* from 1472, he presented projects of machines, devices and weapons which could improve the military advantage of Italy; among them, a manned underwater vehicle could be found (Fig. 2).



Rys. 2. Pojazd podwodny z wydanej drukiem w 1472 roku książki R. Valturio „De remilitariii” [21]

W 1624 r. Cornelis Jakobson Drebbel (Holender) prezentuje na rzece Tamiza królowi angielskiemu, pierwszy na świecie okręt podwodny o napędzie wiosłowym. W 1718 r. w carskiej Rosji Jefim Nikonow przedstawia Carowi Piotrowi I „Skrycie Działający Okręt”, który jako pierwszy miał być uzbrojony w pierwowzór dzisiejszych torped. Jednak przy ówczesnym poziomie zaawansowania techniki, wyżej wymienione ani inne próby zbudowania pojazdu (okrętu podwodnego) nie przyniosły zadowalającego wyniku, niejednokrotnie podczas testów pochłaniając w głębinach swoich twórców.

Pierwszą konstrukcją, która przełamała przedstawione powyżej ograniczenia i została użyta w działaniach wojennych był miniaturowy okręt podwodny o średnicy 2,5 m w kształcie kurzego jaja (Rys. 3) o nazwie „Turtle” (z ang. Żółw). Pojazd został skonstruowany przez Bushnella i użyty w 1777 r. przeciwko Anglikom w wojnie o niepodległość Stanów Zjednoczonych w pobliżu wejścia do portu Nowy York.

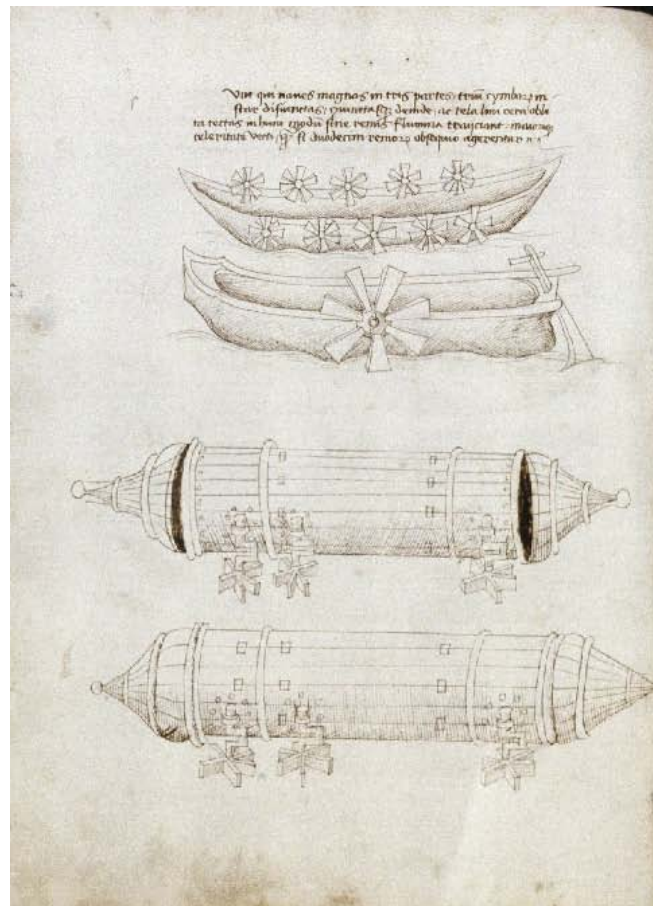
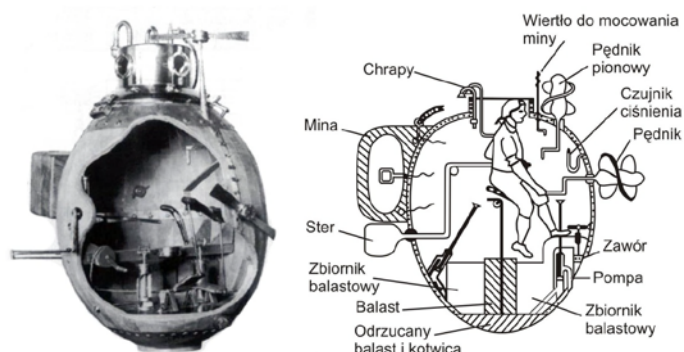


Fig. 2. The underwater vehicle from the book by Roberto Valturio 'De Re Militari' (1472).

In 1624, the very first submarine in the world, propelled along by oars, was presented to the English king on the river Thames by Cornelius Jacobson Drebbel, a Dutchman. In 1718, Jefim Nikonov presented a 'Secretly Operating Vessel' to Russia's tsar, Peter I; the vessel was supposed to be armed with a prototype of today's torpedoes. However, the level of advancement of technology at that time did not allow to bring satisfying results in building a submarine, and the inventors would often die inside sinking submarines.

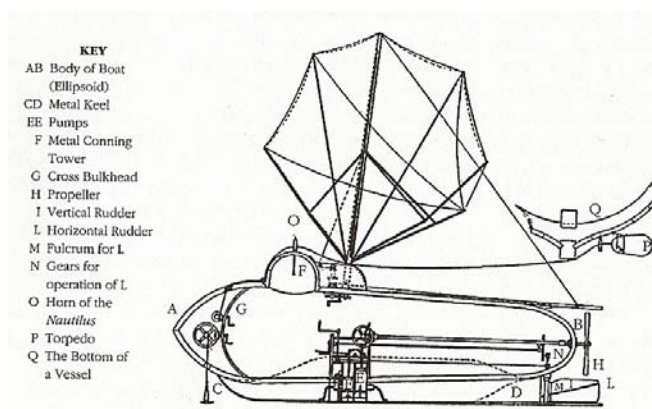
The first construction which could go beyond the limitations mentioned above and was used in military operations was a miniature submarine with a diameter of 2.5 m and in the shape of an egg, named the *Turtle* (Fig. 3). The submarine was constructed by Bushnell and used in 1777 against the English in the American War of Independence, close to the entrance to the port in New York.



Rys. 3. Wizje artystyczne pojazdu „Turtle” skonstruowany przez S. Bushnella i użytego w działaniach wojennych w 1777 r. [25, 26].

Następne znane konstrukcje pojazdów podwodnych – według niektórych autorów nazywane pierwszymi okrętami podwodnymi, to zbudowane w pierwszych latach XIX w. Nautilus, Nautilus II i Torpedo. Ich twórcą był Amerykanin Rober Fulton, który próbował zainteresować swoimi konstrukcjami najpierw Francję, a następnie jej przeciwnika w trwającej właśnie wojnie – Anglię. Brytyjczycy zdając sobie sprawę jak niebezpieczną bronią jest ten prototyp, zakupili go od Fultona i zniszczyli. Również w carskiej Rosji, mimo pierwszych niepowodzeń, pracowano nad budową tego typu jednostek. Projekt okrętu podwodnego, wyposażony w pierwowzór dzisiejszego peryskopu, zaprojektował a następnie w 1834 r. zbudował Rosjanin K. A. Szydler.

Do końca XIX w. zbudowano jeszcze kilkanaście prototypów okrętów podwodnych. Warto wspomnieć m.in. o tym, iż w 1850 r. w Niemczech, Bawarczyk o imieniu Bael zbudował Diabła Morskiego. W 1864 r. Amerykanin H. L. Hunley zwodował Dawida, który to podczas wojny secesyjnej zatopił okręt admirałski Hussatanik, jednak sam podczas tej akcji zatonął. Inny urzeczywistniony projekt to Nautilus Submarine (Rys.4). również w ówczesnej Francji dwaj wynalazcy – Bourgois i Bruno zbudowali okręt podwodny dł. 60 m i szer. 6 m. Natomiast w 1884 r. w Rosji zbudowano pierwszą jednostkę, która miała opływowe kształty przypominające wrzeciono. Napędzana była silnikiem elektrycznym zasilanym z akumulatorów i wyposażona w peryskop. Konstrukтором tego pierwowzoru dzisiejszych łodzi podwodnych był Polak S. Drzewiecki, według jego projektu rozpoczęły się badania i budowa łodzi podwodnych znanych nam do dnia dzisiejszego [26].



Rys. 4. Nautilus [8].

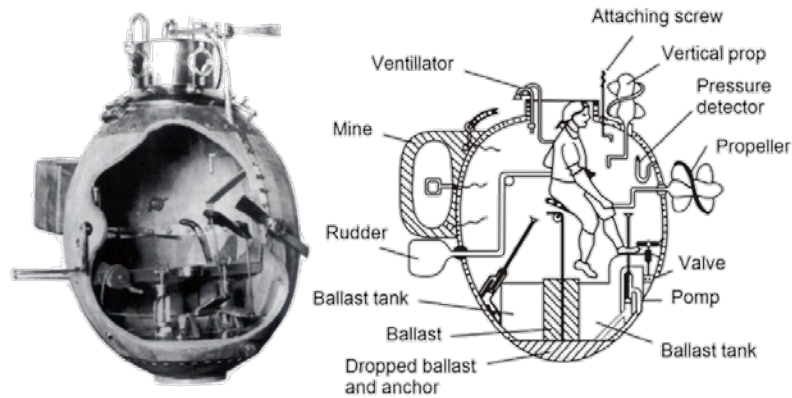


Fig. 3. Artistic visions of David Bushnell's Turtle submarine, used in combat in 1777 [25, 26].

The next well-known submarine constructions, called the first submarines by some authors, were the *Nautille*, the *Nautille II* and the *Torpedo*, built at the beginning of the 19th century. They were invented by an American engineer, Robert Fulton, who first tried to arouse the interest of France, and then the interest of its opponent, England, at the time when they were waging a war against each other. The British, having realised how dangerous a weapon the prototype was, bought it from Fulton and destroyed afterwards. Moreover, the engineers in Tsarist Russia, despite initial failures, were also working on constructing such vehicles. One of them, C. A. Schidler, designed and built a submarine equipped with a prototype of today's periscope.

Until the end of the 19th century, a dozen or so prototypes of submarines were built; a few of them are worth mentioning. In 1850, a Bavarian called Bauer built the *Sea Devil*. In 1864, an American, H. L. Hunley, launched *David*, which was used in the American Civil War to sink an admiral warship, *Hussatanik*, but it sank itself during the operation. Another project which came to life was the *Nautilus Submarine* (Fig. 4.). At that time, two French inventors, Bourgois and Bruno, built a submarine which was 60 m long and 6 m wide. In 1884, the first vessel with a streamlined body, resembling a spindle, was built in Russia. It was propelled by an electric motor powered by batteries and equipped with a periscope. The designer of this prototype of today's submarines was a Pole, S. Drzewiecki. The research and construction of submarines known today were based on his projects and designs.

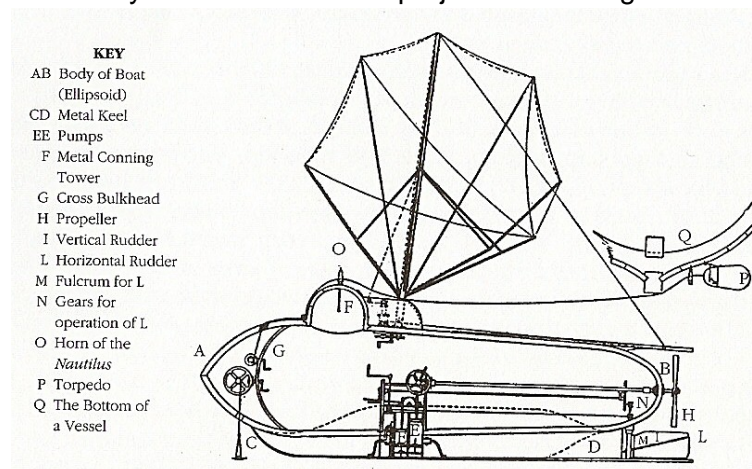
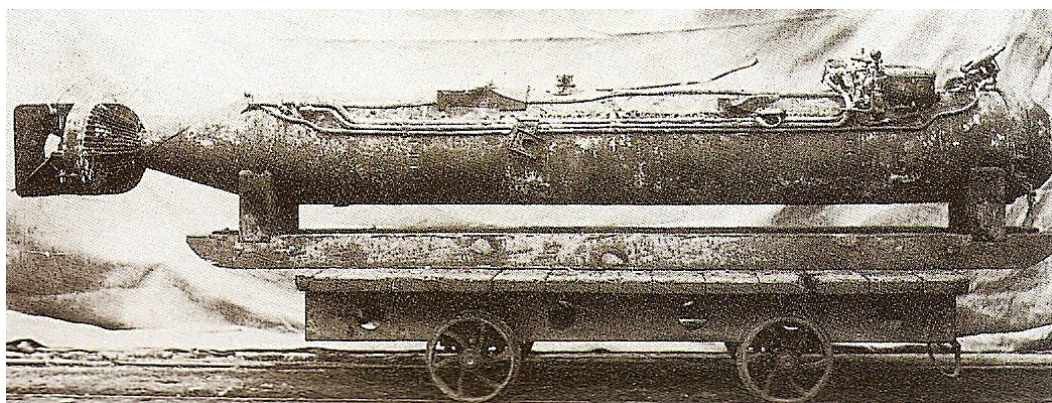


Fig. 4. The *Nautilus Submarine* [8].

2. PIERWSZE KONSTRUKCJE DPV

Prekursorami budowy załogowych pojazdów podwodnych w XX w. byli Włosi. Paolucci i Rossetti zaprojektowali, a następnie zbudowali w końcowych miesiącach I Wojny Światowej pojazd o nazwie „Mignatta” (z włoskiego-pijawka). Było to urządzenie o długości około 7 m, którego silnik był napędzany sprężonym powietrzem. Zdolny do przewiezienia dwóch ładunków trotylu po 170 kg każdy, poruszał się w półzanurzeniu, a dwóm operatorom pojazdu wystawały nad powierzchnię tylko głowy. Pierwszego listopada 1918 r. Paolucci i Rossetti przy pomocy „Mignatta” zatopili pancernik „Viribus Unitis”. Jest to pierwsze potwierdzone użycie załogowego pojazdu podwodnego w działaniach wojennych w XX w. Po zakończeniu I Wojny Światowej na kilkanaście lat przerwano prace nad tym rodzajem pojazdów podwodnych. Dopiero w 1936 r. T. Tosei i L. Toschi skonstruowali jednostkę sterowaną przez człowieka o nazwie „SLC” (Rys. 5), zwaną również „Maiale”. Konstrukcja ta była obsługiwana przez dwie osoby i napędzana silnikiem elektrycznym, który w połączeniu ze źródłami zasilania dawał zasięg 18,5 km. Pojazd zanurzał się na głębokość 30 m i mógł przewieźć 300 kg materiałów wybuchowych w odczepianej głowicy. Po wybuchu II Wojny Światowej SLC było wykorzystywane przez włoskie siły zbrojne, jednak ze względu na dużą awaryjność i małą prędkość poruszania się zaprzestano jej eksploatacji [22].



Rys. 5. SLC na platformie transportowej [19].

Trwająca II Wojna Światowa, determinowała bardzo szybki rozwój różnego rodzaju uzbrojenia, wyposażenia oraz broni podwodnej. Powstało kilka seryjnie produkowanych pojazdów podwodnych, zwanych potocznie żywymi torpedami. Większość konstrukcji oparta były na przebudowie używanych w tym okresie torped. Dane wybranych modeli pojazdów wykorzystywanych w tym okresie zostały zamieszczone w Tabeli 2.

3. FIRST DPV CONSTRUCTIONS

The Italians were the precursors of building manned submarines in the 20th century. In the last months of WW1, Paolucci and Rossetti designed and built a vessel called the *Mignatta* (leech). It was 7 m long and its engine was propelled by compressed air. It was capable of transporting two loads of TNT, 170 kg each. It moved half-immersed and only the heads of two operators would stick above the surface of the water. On Nov 1st, 1918, Paolucci and Rossetti used the *Mignatta* to sink the *Viribus Unitis*. It is the first confirmed use of a manned underwater vehicle in military operations in the 20th century. After WW1 ended, the research work on such vehicles was stopped for a couple of years. It was only in 1936 that T. Tosei and L. Toschi constructed a manned vessel, called the *SLC* (Fig. 5) or the *Maiale*. It was operated by two people and propelled by an electric motor, which, combined with a power source, gave the range of 18.5 km. It would submerge at the depth of 30 m and could transport 300 kg of explosives, stored in a removable head. After WW2 broke out, the Italian forces started using the *SLC*, but stopped to do so because of its high failure rate and slow speed [22].

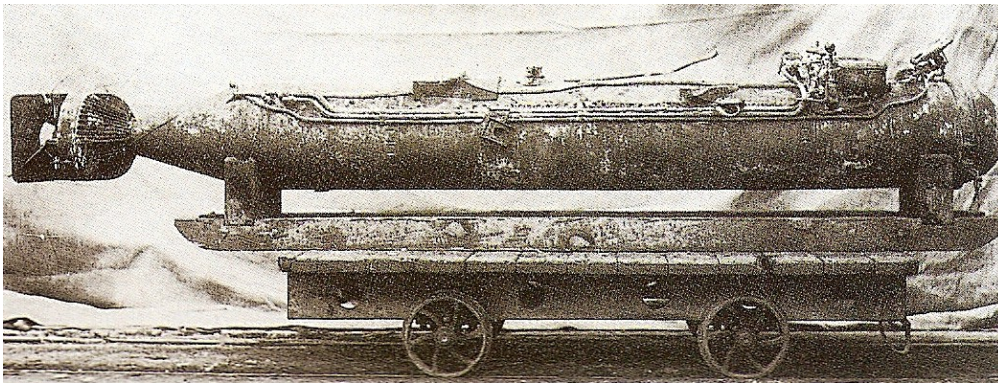


Fig. 5. The *SLC* on a transporting platform [19].

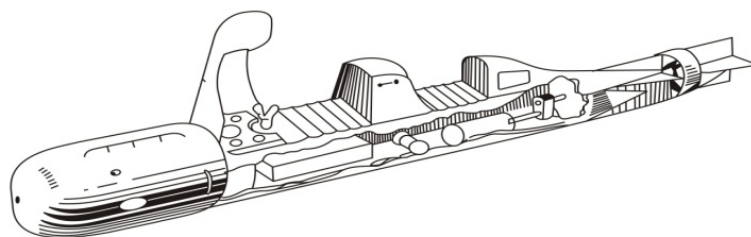
WW2 determined a fast development of all sorts of armaments and equipment, including underwater weapon. A few mass-produced underwater vehicles were produced, colloquially called 'human torpedoes'. Most of the constructions were based on converting the torpedoes used at that time. The data referring to some models of the vehicles used in that period of time is presented in the table below.

Tabela 2.

Dane taktyczno-techniczne wybranych modeli pojazdów podwodnych z czasów II Wojny Światowej

Lp.	Nazwa	Pochodzenie	Załoga	Dł.	Śred.	Pręđ. max.	Zasięg max
			/osoba/	/m/	/m/	km/godz.	/km/
1.	SLC „Maiale” (Silura a Lenta Corsa – Torpeda wolnobieżna)	Włochy	2	6,70	0,57	4,6	27,70
2.	SSB (Siluro San Bartolomeo – Torpeda św. Bartłomieja)	Włochy	2	6,76	1,08	7,40	Brak danych
3.	Chariot (rydwan, kwadryga)	Wielka Brytania	2	6,78	0,72	5,40	33,30
4.	MSC (Motorised Submersible Canoe – Podwodny Kajak)	Wielka Brytania	1	3,85	0,61	8,10	55,50
5.	Katien I	Japonia	1	14,75	1,00	55,50	77,80
6.	Neger	Niemcy	1	7,65	0,53	7,80	55,50
7.	Marder	Niemcy	1	8,30	0,53	7,80	55,50

Wielka Brytania również rozpoczęła produkcję załogowych pojazdów podwodnych. Pierwsza brytyjska konstrukcja wzorowana była na włoskim „SLC”, nosiła nazwę „Chariot” Mk I (Rys. 6), została użyta w walkach w 1942 r. w operacji pod kryptonimem „Artur”.



Rys. 6. Brytyjski pojazd podwodny „Chariot” Mk I [26].

Table 2.

The tactical and technical data referring to some models of the underwater vehicles used In WW2

No.	Name	Country of origin	Crew	Length	Diameter	Max speed	Max range
			/number of people/	/m/	/m/	km/h	/km/
8.	SLC <i>Maiale</i> (<i>Silura a Lenta Corsa</i> – slow-running torpedo)	Italy	2	6.70	0.57	4.6	27.70
9.	SSB (<i>Siluro San Bartolomeo</i> – St. Bartholomew torpedo)	Italy	2	6.76	1.08	7.40	No data
10.	'Chariot'	Great Britain	2	6.78	0.72	5.40	33.30
11.	MSC (<i>Motorised Submersible Canoe</i>)	Great Britain	1	3.85	0.61	8.10	55.50
12.	<i>Katien I</i>	Japan	1	14.75	1.00	55.50	77.80
13.	<i>Neger</i>	Germany	1	7.65	0.53	7.80	55.50
14.	<i>Marder</i>	Germany	1	8.30	0.53	7.80	55.50

Great Britain also started producing manned underwater vehicles. Its first construction was based on the Italian SLC and was called the *Chariot Mk I* (Fig. 6). It was used in combat in 1942 during an operation code-named 'Arthur'.

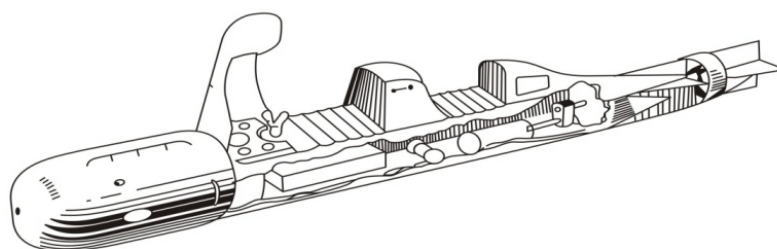


Fig. 6. The British underwater vehicle, *Chariot Mk I* [26].

Anglicy zbudowali również wersję rozwojową „Chariot” Mk I – „British Chariot” Mk II. Skonstruowany przez S. M. Terry w październiku 1942 r. „British Chariot” Mk II to: DPV o kształcie torpedy obsługiwany przez 2 osoby siedzące do siebie plecami, Jego długość wynosiła 9 m, średnicy 1 m, waga 2 650 kg wraz z 680 kg głowicą z materiałami wybuchowymi. Pojazd mógł uzyskać max prędkość 8,5 km/h i przemieszczać się z tą prędkością do 6 godz. Maksymalna głębokość zanurzenia „British Chariot” to 9 m, wyposażony był w baterie, silnik elektryczny i system balastowy pozwalający na osiągnięcie powyższych parametrów. Producentem tego podwodnego pojazdu była brytyjska firma Stothert and Pitt (Crane Makers) at Bath, która wytworzyła 30 szt. „British Chariot” Mk II [22].

Inną znaną konstrukcją zbudowaną przez Brytyjczyków w 1943 r. był Zmotoryzowany Podwodny Kajak (Motorised Submersible Canoe) w skrócie MSC (Rys. 7), potocznie zwany „Śpiące Piękno” („Sleeping Beauty”). MSC to konstrukcja aluminiowa, obsługiwana przez jedną osobę, od długości 3,6 m i szerokości 0,6 m. Napędzana była 3,67 kW silnikiem elektrycznym, pozwalającym przy standardowym źródle zasilania rozwinąć max prędkość 8,14 km/godz., a przy prędkości manewrowej – 5,5 km/godz. MSC przemieszczał się na odległość do 55 km. Posiadał system balastowy umożliwiający bezpieczne zanurzenie i wynurzenie oraz system zasilania operatora MSC w czynnik oddechowy, który był przystosowany do transportu lotniczego i morskiego.



Rys. 7. „Sleeping Beauty” w Eden Camp Museum- marzec 2010 r.(archiwum autorów)

Prekursorzy budowy załogowych pojazdów podwodnych – Włosi podążali za postępowaniem technicznym i również wyprodukowali własne pojazdy podwodne dla płetwonurków. Pierwszą taką konstrukcją użytą w II Wojnie Światowej, był wspomniany wcześniej pojazd, stworzony przez włoskich inżynierów Terai i Tusochi, o nazwie „SLC” (z włoskiego „siluro a lenta corsa”, torpeda o małej prędkości) lub „Maiale” (Rys. 8). O możliwościach tego pojazdu świadczy to, że 19 września 1941 r. odnotowano jego pierwsze użycie w porcie Gibraltar, którego wynikiem były uszkodzone trzy statki handlowe. Innym znanym pojazdem włoskiej konstrukcji jest „Italian” w wersji Mark II SSB (SSB – Silure San Bartolomeo – Torpeda św. Bartłomieja) produkowany od roku 1943, a po licznych modyfikacjach używany jeszcze po II Wojnie Światowej (Rys.9). Jest to konstrukcja o kształcie torpedy o dł. 6,76 m, średnicy 1,08 m, wadze 2200 kg wraz z 300 kg ładunkiem, obsługiwana przez 2 osoby i zasilana przez silnik elektryczny o mocy 5,5 kW. [11].

The English also built a development version of the *Chariot Mk I*, the *British Chariot Mk II*. It was designed by S. M. Terry in October 1942. The *British Chariot Mk II* was a DPV in the shape of a torpedo, operated by 2 people sitting back to back. It was 9 m long and 1 m in diameter, weighed 2 650 kg together with a head containing explosives and weighing 680 kg. The vehicle could reach the speed of 8.5 km/h and move at this speed for up to 6 hours.

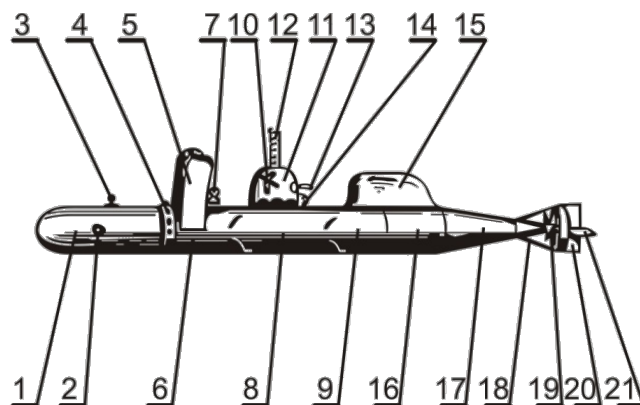
The maximum immersion depth was 9 m. It was equipped with batteries, an electric motor and a ballast system allowing to reach higher parameters. Its producer was a British engineering company Stothert and Pitt in Bath, which built 30 such vessels [22].

Another well-known British design was the *MSC, Motorised Submersible Canoe* (Fig. 7), commonly called the '*Sleeping Beauty*', built in 1943. The *MSC* was an aluminium construction, operated by one person, 3.6 m (11.8 ft) long and 0.6 m (2 ft) wide. It was propelled by a 3.67 kW electric motor, allowing to reach a maximum speed of 8.14 km/h and a manoeuvre speed of 5.5 km/h, with the use of a standard source power. The *MSC* could move up to 55 km away. It had a ballast system, allowing the vehicle to submerge and surface safely, and an air-providing system which was adjusted to both air and sea transport.



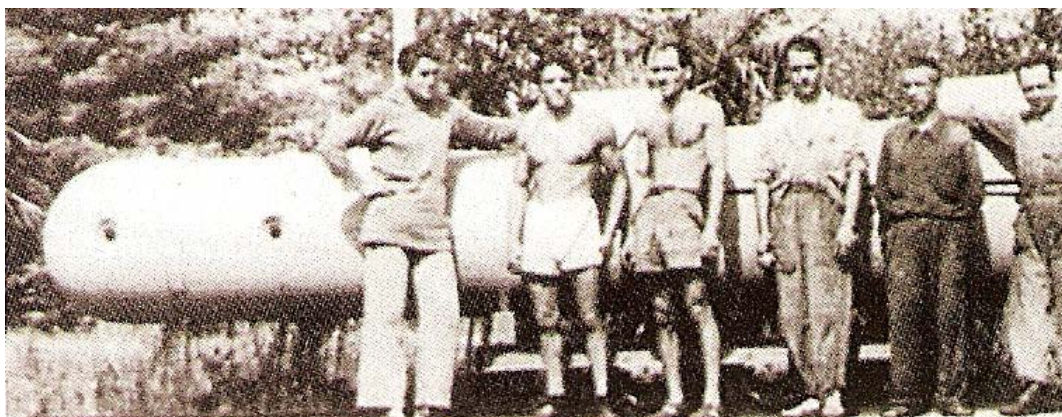
Fig. 7. The '*Sleeping Beauty*' in the Eden Camp Museum in March 2010 (author's achieve).

The precursors of building manned underwater vehicles, the Italians, followed the technological progress and also constructed their own vehicles for divers. The first one used in WW2 was the previously mentioned *SLC* or the *Maialei* (Fig. 8), created by two Italian engineers, Terai and Tusochi. '*SLC*' stands for '*siluro a lenta corsa*', which means 'a slow-running torpedo'. Its potential was observed on 19 September 1941, when it damaged three merchant ships in the port of Gibraltar. Another well-known Italian vehicle is the *Italian* in the *Mark II SSB* version. '*SSB*' stands for *Silure San Bartolomeo* - St. Bartholomew torpedo. It was produced since 1943 and used, after a few alterations, after WW2 (Fig. 9). It is a construction in the shape of a torpedo, 6.76 m long, and 1.08 m in diameter. It weighed 2200 kg together with a 300 kg load; it was operated by two people and propelled by a 5.5 kW electric motor [11].



Rys. 8. Budowa SCL Maiale [12].

1. Głowica bojowa. 2. Zapalnik zegarowy. 3. Sworzeń. 4. Złącze. 5. Tarcza. 6. Zbiornik trymowy. 7. Manipulator zbiorników trymowych. 8. Przedział akumulatorów. 9. Silnik. 10. Dźwignia szybkiego zanurzenia. 11. Zbiornik szybkiego zanurzenia. 12. Rura powietrzna. 13. Kabłąk drugiego załoganta. 14. Butle sprężonego powietrza. 15. Pojemnik na aparaty tlenowe i narzędzia. 16-17. Przedział rufowy. 18. Osłona śrub. 19. Śruby. 20. Ster kierunkowy. 21. Ster zanurzenia.



Rys. 9. Operatorzy i mechanicy przed pojazdem SSB [19].

Hitlerowskie Niemcy przez większość wojny bagatelizowały szerokie zastosowanie małych pojazdów podwodnych, sterowanych przez człowieka. Opierając się na potęgę swojej podwodnej floty i pływających w niemieckiej marynarce U-botów, nie prowadzili badań nad załogowymi pojazdami podwodnymi. Jednak coraz większe problemy ekonomiczne i fatalna sytuacja na froncie poskutkowały budową pojazdu podwodnego o nazwie „Neger” (Rys. 10). Konstrukcja oparta była na bazie torpedy G7E kalibru 534,6 mm z napędem elektrycznym [12]. Górna torpeda służyła jako pojazd transportowy sterowany przez człowieka, dolna jako torpeda właściwa. Połączone ze sobą jedna na drugiej, przy pomocy łatwych do wyczepienia mechanizmów. W pierwszych wersjach sternik w odległości 45 m od celu powinien bezpiecznie opuścić torpedę w kapsule ratunkowej, jednak wady konstrukcyjne tego rozwiązania były tak duże, iż zrezygnowano z tego rozwiązania. Wynikiem tego było zakwalifikowanie „Neger” do grupy żywych torped samobójców.

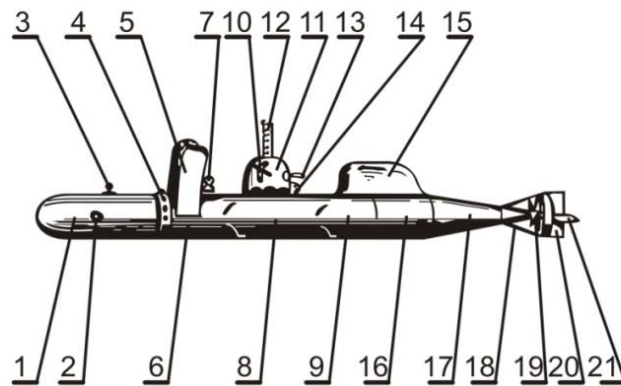


Fig. 8. The structure of the SCL *Maiale* [12].

1. Warhead. 2. Clock fuse 3. Bolt. 4. Connector. 5. Shield. 6. Trim tank. 7. Trim tank manipulator. 8. Battery section. 9. Engine. 10. Fast submergence lever. 11. Fast submergence tank. 12. Air pipe. 13. Second crewman's bail. 14. Compressed air tanks. 15. Oxygen apparatus and tool container. 16-17. Aft compartment. 18. Screw cover. 19. Screws. 20. Horizontal rudder. 21. Vertical rudder.

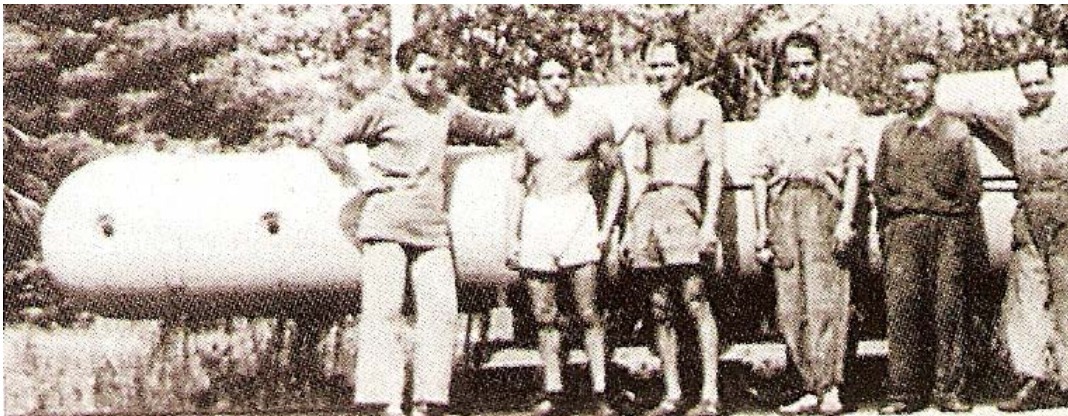
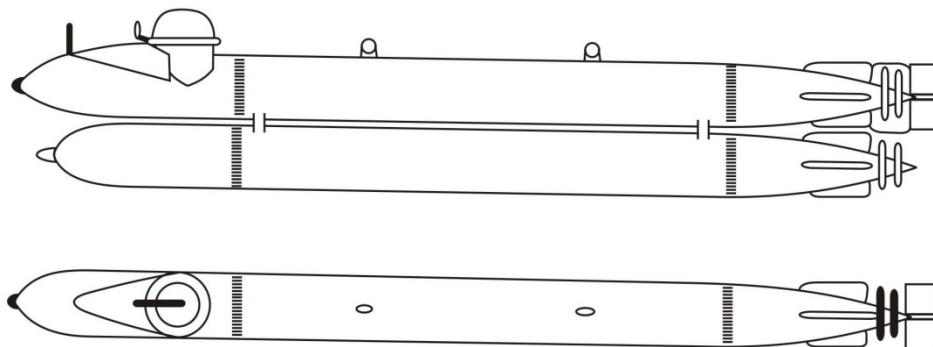


Fig. 9. Operators and mechanics In front of the SSB [19].

Nazi Germany, for most of the war, ignored the widespread use of small manned underwater vehicles. Relying on the power of its submarine fleet and U-bots in the German navy, they did not carry out any research on manned underwater vehicles. However, the growing economic problems and the disastrous situation on the front resulted in the construction of an underwater vehicle called the *Neger* (Fig. 10). The design was based on the G7E 534.6 mm calibre torpedo with an electric propulsion [12]. The upper torpedo was used as a transport vehicle operated by a man and the lower one was used as a proper torpedo. They were connected with each other by means of an easily separable mechanism. In the first versions, the helmsman was meant to be safe to leave the torpedo in a rescue capsule at a distance of 45 m from the target, but the design faults of this solution were so great that it was finally abandoned. The result was that the *Neger* was categorised as a human suicide torpedo. In addition, the vehicle had a self-destruction mechanism which would explode after some time even if the torpedo did not hit the target or if the operator refused to obey orders.

Dodatkowo w pojeździe zamontowano samolikwidator czasowy, który powodował eksplozję torpedy gdyby ta nie trafiła w cel, lub operator nie chciał wykonać zadania. Neger została użyta w warunkach bojowych 20/21 kwietnia 1944 r. w Zatoce Anzio. Konstrukcja ta przeszła wiele modernizacji w wyniku, czego powstała pod koniec 1944 r. jej rozwojowa konstrukcja o nazwie Marder.



Rys. 10. Hitlerowski pojazd „Neger” [12].

Japonia już od 1941 r. prowadziła badania nad torpedami dla samobójców, jednak dopiero w lutym 1944 r. zatwierdzono do użycia jeden z typów żywej torpedy o nazwie „Kaiten I” (Rys.11). Jej konstrukcja była dwukrotnie większa od standardowej torpedy i przenosiła materiały wybuchowe o wadze 550 kg na odległość 23,1 km z prędkością 55 km/godz. [13]. Jednak jej największą wadą było to, że sternik ginął w czasie wybuchu torpedy. Istniało co prawda rozwiązanie konstrukcyjne katapulty w kapsule operatora pojazdu, lecz nie działało ono poprawnie. Dodatkowo wyposażony był w urządzenie do samolikwidacji w przypadku nie trafienia w cel. „Kaiten I” używana była w wielu operacjach, jednak liczba niepowodzeń podczas jej wykorzystania oraz zmiana wojny ofensywno-szturmowej na defensywną przez Japonię, spowodowały pracę nad jej wersją rozwojową. Wiosną 1945 r. rozpoczęto seryjną budowę Katien 2/4, która była szybsza (74 km/godz.) od swojej poprzedniczki, miała większy zasięg (50 km) i mogła zabrać na pokład 1550 kg materiałów wybuchowych. Mimo wyprodukowania 1600 szt. korpusów tego typu żywej torpedy, nie została ona nigdy użyta w warunkach bojowych.



Rys.11. Katien I [13].

W działaniach Wojska Polskiego w II Wojnie Światowej można również znaleźć informację dotyczące żywych torped. Według relacji płk Emila Strumińskiego – oficera sztabu Armii Pomorze, we wrześniu 1939 r., w czasie planowania zniszczenia niemieckiej przeprawy na Wiśle w okolicach Chełmna, rozważano użycie żywych torped.

The *Neger* was used in combat on 20/21 April 1944 in the Gulf of Anzio. This design underwent many alterations, as a result of which its development version called the *Marder* was constructed in 1944.

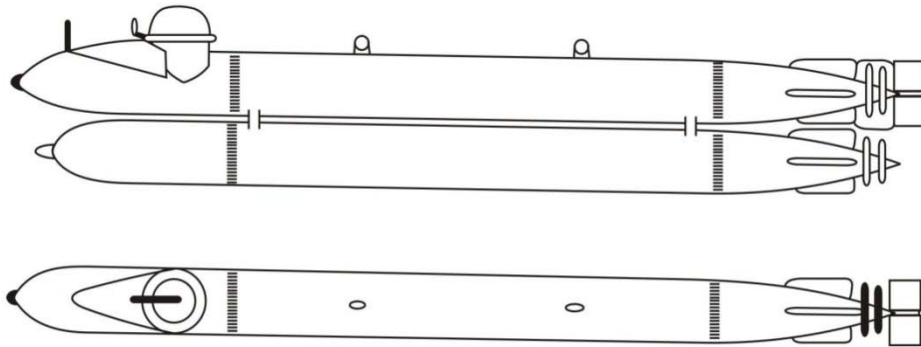


Fig. 10. The Nazi vehicle, *Neger* [12].

Japan had been conducting research on suicide torpedoes since 1941, but only in February 1944 was one type of human torpedoes called the *Kaiten I* approved for use (Fig. 11). Its construction was twice bigger than the one of a standard torpedo and it could carry explosives weighing 550 kg at a distance of 23.1 km at 55 km/h. [13]. However, its biggest disadvantage was that the helmsman died during the explosion of the torpedo. Although there was a catapult in the capsule of the operator, it did not work properly. In addition, the vehicle was equipped with a self-destruction device in case it did not hit the target. The *Kaiten I* was used in many operations, but the number of failures during the time it was used and the change from an offensive to a defensive war by Japan led to the work on its development version. In the spring of 1945, the mass production of *Kaiten 2/4* began. It was faster (74 km/h) than its predecessor, had a longer range (50 km) and could take on board 1550 kg of explosives. Despite producing 1600 bodies of this type of a human torpedo, it was never used in combat.

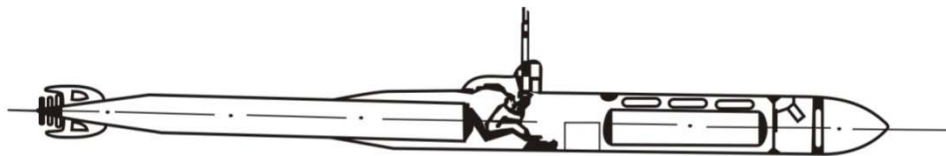


Fig.11. *Kaiten I* [13].

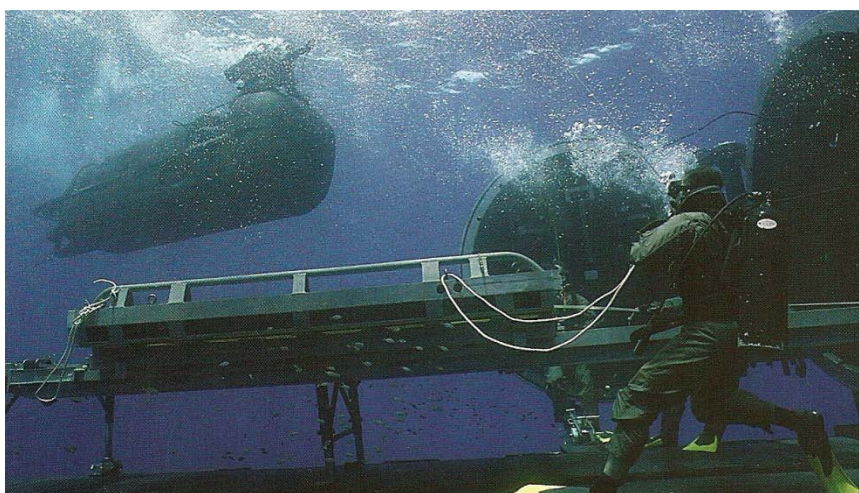
Among the activities of the Polish Army in WW2, you can also find traces of human torpedoes. According to the reports from Col. Emil Strumiński, an army staff officer in Pomerania, in September 1939, the use of human torpedoes was taken into consideration while planning a destruction of the German crossing on the Vistula River in the vicinity of Chełmno. Strumiński claimed that hundreds of people had already volunteered for operating suicide torpedoes. However, Poland did not have such vehicles, and the destruction of that crossing was to take place with the aid of triangular wooden floats with fuses on the top.

Strumiński twierdzi, że już wcześniej setki osób zgłosiło się na ochotnika do sterownia samobójczymi torpedami. Polska jednak nie posiadała tego typu pojazdów, a niszczenie wspomnianej przeprawy miało się odbywać przy pomocy wykonanych z drewna pływaków, w kształcie trójkąta, na wierzchołkach którego miały być umieszczone zapalniki. Całość ta miała być holowana do niemieckiej przeprawy przez pływaka. Według autora wspomnianej relacji nie brakowało ochotników do wykonania tego zadania, jednak odstąpiono od praktycznej realizacji tej formy niszczenia nieprzyjacielskich budowli [22].

W akcjach bojowych II Wojny Światowej, pojazdy kierowane przez płetwonurków dywersantów zatopiły 10 okrętów wojennych, 35 statków i wiele z nich uszkodziły.

4. PRACE NAD KONSTRUKCJAMI DPV PO II WOJNIE ŚWIATOWEJ

Skuteczne wykorzystanie DPV podczas II Wojny Światowej oraz rozpoczęcie „Zimnej Wojny”, skutkowało dalszymi pracami nad coraz to doskonalszymi konstrukcjami. Stany Zjednoczone w latach 50-tych XX w. zbudowały podwodny transporter o nazwie SDV¹ (Rys. 12 i 13). Zbudowany z duraluminium pojazd, osiągał prędkość 7,4 km/godz., miał dł. 2,5 m, szer. 0,6 m i wys. 1,0 m, obsługiwany był przez jednego operatora, który sterował pojazdem w pozycji leżącej. Jednak była to niezbyt udana konstrukcja, która posiadała wiele niedociągnięć, co skutkowało powstaniem jego rozwojowej wersji „Minisab” Mk III. W tej wersji sternik obsługiwał pojazd siedząc, dodatkowo został osłonięty kabiną z pleksiglasu, wprowadzono również na wyposażenie stery głębokości na dziobie i rufie [16]. Nie był to koniec prac nad SDV, powstało jeszcze kilka wersji, m.in. Mk VII, obsługiwana przez 2 płetwonurków, z możliwością zabrania 500 kg ładunku, o wymiarach dł. 4,75 m, szer. 2,15 m, wys. 1,15 m i prędkością maksymalną 9,2 km/godz. Innym pojazdem produkowanym w USA w latach 60-tych XX w. był „Trident”, skonstruowany w 1963 r. w Detroit. Był to płaski pojazd, obsługiwany przez dwie osoby w pozycji leżącej. Istniała możliwość zabrania ładunku w zamian za jednego z operatorów. Za napęd służył silnik elektryczny, zamknięty w hermetycznej kapsule wraz z akumulatorami.



Rys. 12. SDV podczas załadunku na okręt podwodny [16].

¹ SDV z ang. SEAL Delivery Vehicle – pojazd transportowy SEAL. (SEAL – komandosi Marynarki Wojennej USA)

Everything was to be towed to the German crossing on a float. According to the author of the report, there was no shortage of volunteers to accomplish this task, but the idea to destroy enemy structures in such a way was finally abandoned [22].

In WW2 military actions, vehicles operated by saboteur divers sank 10 warships, 35 ships and damaged many of them.

4. DPV CONSTRUCTION DEVELOPMENT AFTER WW2

The successful use of DPVs in WW2 and the start of the Cold War resulted in a further work on improving their design. In the 50s, the United States built an underwater conveyor called the *SDV*, *SEAL Delivery Vehicle* (Fig. 12 and 13). It was made of duralumin and reached the speed of 7.4 km/h.; it was 2.5 m long, 0.6 m wide 1.0 m high; it was operated by one person, who steered the vehicle in a lying position. However, it was not a very successful design and had many weak points. This resulted in the creation of its development version, '*Minisab*' *Mk III*. In this version, the helmsman was sitting while operating the vehicle, and, in addition, he was now protected by a Plexiglas cabin. The vehicle was also equipped with depth helms on the bow and the stern [16]. The work on the *SDV* was not yet finished; several versions were created, including *Mk VII*, operated by two people, with the capacity of carrying 500 kg of cargo, which was 4.75 m long, 2.15 m wide and 1.15 m high, and had a maximum speed of 9.2 km/h. Another vehicle produced in the U.S. in the 60s was the *Trident*, first constructed in 1963 in Detroit. It was a flat vehicle, operated by two people in a lying position. There was a possibility of taking additional load instead of one of the operators. It was propelled by an electric motor, which was closed in an airtight capsule together with batteries.

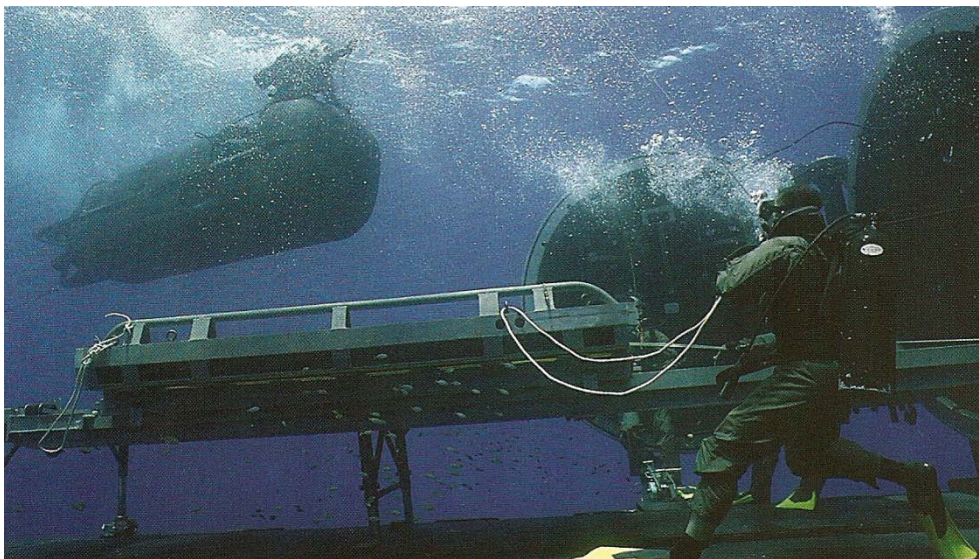
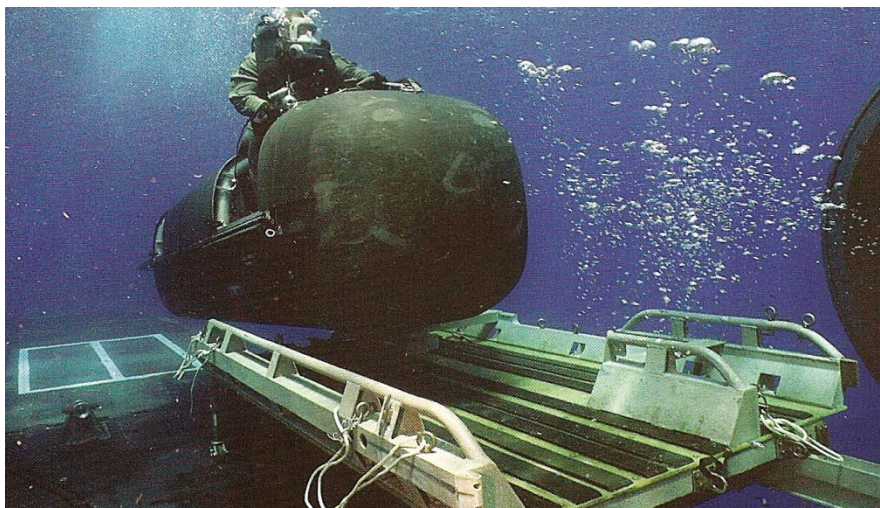
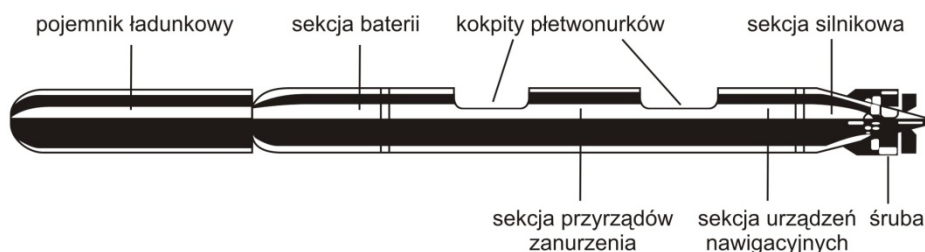


Fig. 12. The *SDV* being loaded onto a submarine [16].



Rys. 13. SDV podczas załadunku na platformę transportową okrętu podwodnego [16].

Również w Związku Radzieckim pracowano nad możliwie najlepszym wspomaganie przemieszczania się płetwonurków pod wodą. W ZSRR wytworzono pojazd podwodny o nazwie Triton, w dwóch wersjach Triton I i Triton II. Znany jest jeszcze inny pojazd podwodny produkcji radzieckiej, zbudowany najprawdopodobniej na bazie seryjnej torpedy, o wdzięcznej nazwie „Sirena” (Rys.14). Jest to dwuosobowe DPV, zasilane silnikiem elektrycznym, potrafiące poruszać się z prędkością do 7,4 km/godz. i zasięgu działania do 26,9 km. Może pracować do głębokości 40 m, wyposażony jest w urządzenie do utrzymania żądanego kursu i głębokości [14]. Po modernizacji w latach 1972-76, które miały na celu zmniejszenie odgłosów pracy, pojazd ten jest używany do dzisiaj.



Rys. 14. DPV „Sirena” [14].

Zaprojektowano i wytworzono jeszcze wiele innych pojazdów podwodnych używanych przez nurków bojowych. Niektóre z nich to typowe DPV przeznaczone do morskich działań specjalnych, inne to konstrukcje pozwalające przemieszczać się po powierzchni akwenów wodnych jako jednostka pływająca, a w wybranym momencie mogąca przekształcić się w pojazd zdolny do poruszania się w zanurzeniu [6]. Przykładami takich rozwiązań jest: amerykański MRCC (Multi-Role Combatant Craft – wielozadaniowa łódź bojowa) [31.3] angielski Subskimmer 80 (Rys.15) i francuski Kraken 90. Podczas pływania po powierzchni pojazdy te korzystają z silnika spalinowego, w zanurzeniu napędzane są przez silniki elektryczne. Pojazdy konstrukcji angielskiej i francuskiej na powierzchni korzystają z silnika zaburtowego, amerykańska zaś ze stacjonarnego, wykorzystując napęd strugowodny. MRCC (Rys.16) korzysta z systemu zbiorników balastowych, działających na podobnych zasadach jak na okręcie podwodnym.



Fig. 13. The SDV being loaded onto a transporting platform of a submarine [16].

The Soviets were also working on the best possible way to enhance the movement of divers underwater. The Soviet Union produced an underwater vehicle called the *Triton* in two versions, *Triton I* and *Triton II*. Another well-known Soviet vehicle, possibly constructed on the basis of a mass torpedo, was called the *Sirena* (mermaid) (Fig. 14). It was a two-man DPV, propelled by an electric motor capable of moving at the speed of up to 7.4 km/h and an activity range of up to 26.9 km. It could operate at a depth of 40 meters and was equipped with a device to maintain the desired course and submergence depth [14]. The vehicle has been in use since 1976, after a four-year modernization period aimed at reducing the noise level.

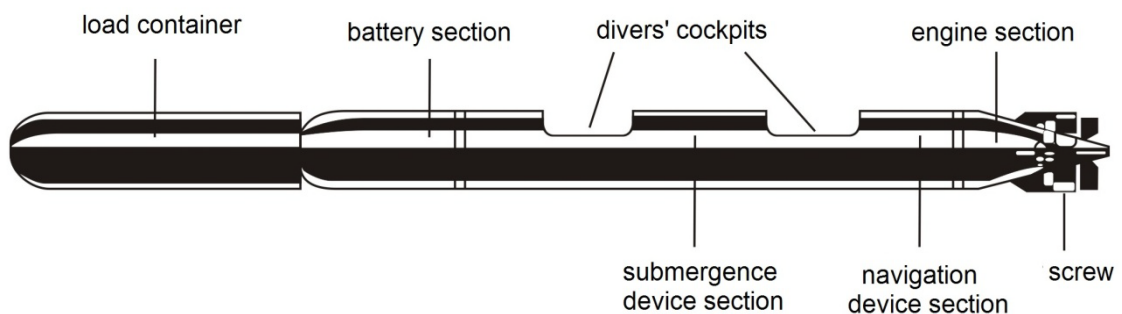


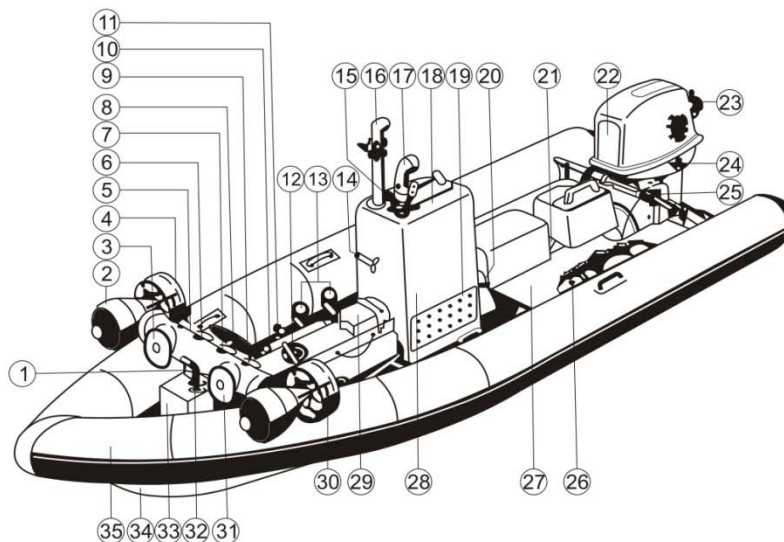
Fig. 14. The DPV *Sirena* [14].

Many more other underwater vehicles to be used by divers in combat were designed and produced. Some of them were typical DPVs, used in special naval operations; others were capable of moving on the surface of the water and submerging at any time [6]. The examples of such solutions are: the American *MRCC*, *Multi-Role Combatant-Craft* [31.3], the English *Subskimmer 80* (Fig. 15) and the French *Kraken 90*. While moving on the surface of the water, these vehicles used an internal combustion engine; while underwater, they were propelled by electric motors.

Dwie pozostałe konstrukcje, posiadają miękkie komory pneumatyczne, które zarazem stanowią burty pojazdu, podobne do burt szybkich łodzi hybrydowych tzw. RIB, które jednocześnie służą za zbiorniki balastowe. Wybrane modele pojazdów podwodnych produkowanych po II Wojnie Światowej przedstawia Tab. 3.

Tabela 3.

Wybrane modele DVP produkowane po II Wojnie Światowej			
Lp.	Nazwa pojazdu	Kraj produkcji	Uwagi
1.	Kranek 90	Francja	Możliwość przemieszczania się na powierzchni i w zanurzeniu
2.	Sirena	ZSRR	-
3.	Triton-1	ZSRR	-
4.	MRCC	USA	Możliwość przemieszczania się na powierzchni w półzanurzeniu i zanurzeniu
5.	Subskimmer 80	Niemcy	Możliwość przemieszczania się na powierzchni i w zanurzeniu



Rys. 15. Budowa Subskimmer 80 [15].

1.Panel silników elektrycznych. 2.Silnik elektryczny napędu podwodnego. 3.Włącznik silników elektrycznych. 4.Log, chronometr. 5.Regulator obrotów silników elektrycznych w chwycie. 6.Kompas. 7. Echosonda. 8.Koło sterowe. 9. Amperomierz i woltomierz. 10.Skrzynka kontrolna silnika zaburtowego. 11.Regulator obrotów silnika zaburtowego. 12.Główny przełącznik instalacji elektrycznej 24 V. 13.Zawory systemu powietrznego. 14.Dźwignia napełniania/oprózniczenia komór powietrznych. 15.Odpowietrznik przedziału akumulatorów. 16.Rura zaworu bezpieczeństwa systemu powietrznego. 17.Rura spustowa systemu powietrznego. 18.Skrzynka kontrolna systemu powietrznego. 19.Armatura systemu powietrznego. 20.Przedział baterii. 21.Główny przełącznik instalacji elektrycznej 12 V. 22.Wodoszczelny silnik zaburtowy. 23.Wlot powietrza silnika zaburtowego. 24.Starter awaryjny silnika zaburtowego. 25.Hydrauliczna maszyna sterowa (używana w czasie ruchu na powierzchni). 26.Zbiorniki sprężonego powietrza. 27.Pokład. 28.Wskaźnik kontrolny zbiorników sprężonego powietrza. 29.Siedzisko. 30.Dysza śruby napędu podwodnego. 31.Włącznik silnika zaburtowego. 32.Obrotowe jarzmo panelu silników elektrycznych. 33.Kolumna panelu silników elektrycznych. 34.Sztywne dno. 35.Miękkie poszycie (komora powietrzna).

The English and French vehicles used outboard combustion engines, while the American ones used stationary engines using a water jet propulsion. The MRCC (Fig.16) used a system of ballast tanks, working in a similar way to the ones of a submarine. The two other structures had soft pneumatic chambers, which at the same time served as sides of the vehicle, similarly to the sides of the so-called fast hybrid boats, RIBs, which also serve as ballast tanks. Some selected models of underwater vehicles produced after WW2 are shown in Table 3.

Table 3.

Selected DVP models produced after WW2

No.	Name	Country	Comments
6.	<i>Kranek 90</i>	France	Capable of moving on the surface of the water and underwater
7.	<i>Sirena</i>	the USSR	-
8.	<i>Triton-1</i>	the USSR	-
9.	<i>MRCC</i>	the USA	Capable of moving on the surface of the water (half-immersed) and underwater
10.	<i>Subskimmer 80</i>	Germany	Capable of moving on the surface of the water and underwater

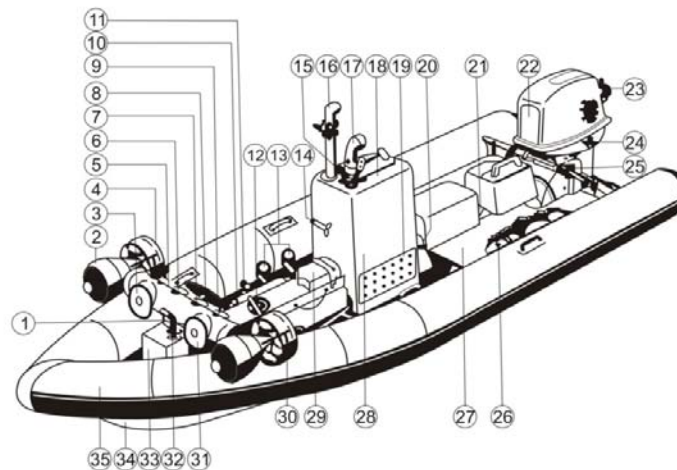


Fig. 15. The construction of the Subskimmer 80 [15].

1. Electric motor panel.
2. Electric motor of underwater drive.
3. Electric motors' starter.
4. Chronometer.
5. Speed control of electric motors.
6. Compass.
7. Echo sounder.
8. Steering wheel.
9. Ammeter and voltmeter.
10. Outboard engine control box.
11. Speed control of outboard motor.
12. Main electrical switch (24 V).
13. Air system valves.
14. Lever filling / emptying air chambers.
15. Battery compartment vent.
16. Pipe of air system safety valve.
17. Air system outlet pipe.
18. Air system control box.
19. Air system fittings.
20. Battery compartment.
21. Main switch of electrical system (12 V).
22. Waterproof outboard engine.
23. Outboard engine air intake.
24. Outboard engine emergency starter.
25. Hydraulic steering machine (used while moving on the surface).
26. Compressed air tanks.
27. Board.
28. Compressed air tank controlling indicator.
29. Seats.
30. Underwater drive screw's nozzle.
31. Outboard engine switch.
32. Rotary yoke of electric motors' panel.
33. Column of electric motors' panel.
34. Hard bottom.
35. Soft plating (air chamber).



Rys. 16. Multi-Role Combatant Craft (archiwum autorów).

5. POLSKIE KONSTRUKCJE DPV

Polska Rzeczpospolita Ludowa jako członek Układu Warszawskiego, również prowadziła prace związane z projektowaniem DPV. Około 1977 r. grupa naukowców i konstruktorów z Instytutu Konstrukcji i Napędów Okrętów Wyższej Szkoły Marynarki Wojennej rozpoczęła realizację pełnego cyklu badawczo-rozwojowego [1], którego celem był jednoosobowy pojazd mokry dla płetwonurków. Pojazd projektowany był w dwóch wersjach: z pozycją siedzącą (Rys. 17) oraz leżącą operatora (Rys. 18). Wykonano również pełen projekt dwuosobowego pojazdu podwodnego typu mokrego dla płetwonurków oraz kilka innych konstrukcji pojazdów suchych i telesterowanych bezzałogowych. Z powyższych rozwiązań tylko jednoosobowy pojazd typu mokrego („Błotniak”), został wdrożony do seryjnej produkcji. W skład zespołu realizującego projekt „Błotniaka” wchodził: kmdr ppor. mgr inż. J. Biegalski, kpt. mar. mgr inż. A. Domiszewski, mgr inż. B. Jakus, kpt. mar. mgr inż. M. Pleszewski, kmdr ppor. mgr inż. B. Sówka. Pojazd został skonstruowany jako jednoosobowy, ze zdolnością pływania pod wodą, do głębokości 50 m. Kadłub pojazdu wykonany był z żywicy poliestrowej, wzmocniony włóknem szklanym. Wykorzystane zostały pokładowe przyrządy nawigacyjne, m.in.: żyrokompas lotniczy GPK 48, sztuczny horyzont typu AG-1 oraz hydrolokator produkcji bułgarskiej „Murena 68”, a następnie produkcji polskiej „Wodnik”. Autonomiczność pojazdu umożliwiała pokonanie pod wodą dystansu 20–25 km z prędkością 5,5–9,2 km/godz. Projektanci przewidywali również możliwość holowania dwóch płetwonurków oraz ładunku na holu o długości 5–10m. Pojazd mógł być również zrzucany ze śmigłowca z pułapu 5 m. Sterowanie i utrzymanie założonej głębokości wymagało od operatora dużych umiejętności [27].



Fig. 16. The *Multi-Role Combatant Craft* (author's achieve)

4. POLISH DPV CONSTRUCTIONS

The People's Republic of Poland, as a member of the Warsaw Pact, also worked on designing a DPV. Around 1977, a group of scientists and engineers from the Institute of Construction and Propulsion of Ships from the Naval Academy, launched a full cycle of research and development [1], whose aim was to build a one-man vehicle for divers. The vehicle was designed in two versions: with a sitting position (Fig. 17) and a lying one (Fig. 18). A few other projects were also prepared: a design of a two-man wet sub and several other constructions of dry and unmanned vehicles. From all these designs, only one was realised and produced and a mass scale, the *Błotniak* (marsh), a one-man wet sub. The project team consisted of: Capt. Lieutenant. J. Biegalski, MSc; Cpt. March. A. Domiszewski, MSc; B. Jakus, MSc; Cpt. March. M. Pleszewski, MSc; Lieutenant Cdr. B. Sówka, MSc. The vehicle was meant for one person, with the capability to move underwater up to a depth of 50 m. The hull of the vehicle was made of polyester resin reinforced with fibreglass. Some on-board navigation devices were installed, including a GPK 48 gyrocompass, AG-1 artificial horizon, and the Bulgarian sonar Murena 68, to be replaced by the Polish 'Aquarius'. The autonomy of the vehicle allowed it to travel underwater at a distance of 20-25 km at a speed of 5.5-9.2 km/h. The designers also foresaw the possibility of towing two divers and a load using a 5 to 10 m long towline. The vehicle could also be dropped from a helicopter from up to 5 m. The steering and maintenance of an established depth required great skills from the operator [27].

Należy również nadmienić, iż w 1990 r. na Politechnice Gdańskiej rozpoczęto projekt budowy polskiego ciągnika podwodnego o nazwie „Holonur I” (Rys.19). Po modyfikacjach wykonano jeszcze dwa modele tego pojazdu „Holonur II” w 1995 r. i „Holonur III” w 1997 r. [30].



Rys. 17. DPV „Błotniak” z pozycją siedzącą operatora [27].



Rys 18. DPV „Błotniak” z pozycją leżącą operatora (archiwum autorów).



Rys. 19. Holonur I.

It should also be noted that, in 1990, at Gdansk University of Technology, the project of building an underwater Polish tractor named the *Holonur I* was launched (Fig.19). After a few modifications, two more models of this vehicle were made, the *Holonur II* in 1995 and the *Holonur III* in 1997 [30].



Fig. 17. The DPV *Błotniak* allowing a sitting position [27].



Fig. 18. The DPV *Błotniak* allowing a lying position (author's achieve).



Fig. 19. The *Holonur I*.

WNIOSKI

Od prawie 100 lat siły specjalne wykorzystują załogowe pojazdy podwodne do swoich zadań. Mimo ogromnego postępu technologicznego w dziedzinie ochrony budowli hydrotechnicznych i jednostek pływających, wykorzystanie DPV nadal umożliwia skryte przemieszczenie się do wyznaczonego rejonu działania nurków bojowych. Wykorzystanie nowoczesnych przyrządów nawigacyjnych i obserwacyjnych umożliwia bezbłędne dotarcie do wyznaczonego miejsca [9, 10 i 11]. Połączenie zaś cech jednostki nawodnej i podwodnej wykorzystane w konstrukcjach MRCC [21], Kraken 90 i Subskimmer 80 [16] zwiększyło promień działania tego typu pojazdów oraz ich samodzielność. Mimo bardzo dużych różnic konstrukcyjnych między pojazdami z okresu I i II Wojny Światowej, a obecnie produkowanymi, ich działanie pod wodą oparte jest nadal na wykorzystaniu energii elektrycznej, poruszającej układ napędowy DPV.

Innym aspektem nieporuszonym w niniejszym opracowaniu jest wykorzystanie indywidualnych pojazdów podwodnych tzw. ciągników przez morskie siły specjalne. Miniaturyzacja i zastosowanie nowoczesnych źródeł zasilania powoduje, że ciągniki coraz częściej znajdują się na wyposażeniu morskich sił specjalnych [4]. Przykładem mogą być produkty amerykańskich firm Fallaron [3, 5, 6, 9, 10 i 11] czy też STIDD Systems, Inc. [18 i 31.4]. Należy wspomnieć również o niemieckiej firmie Rotinor GmbH, która w 2004 roku rozpoczęła prace badawcze nad pojazdem podwodnym, napędzanym pędnikiem strugowodnym o nazwie Jet Seabob [31.3]. Wykorzystanie tego rodzaju napędu pozwoliło na znaczną poprawę parametrów technicznych pojazdu. Osiągając tak zadowalające efekty, wyprodukowano wersję militarną pojazdu o napędzie strugowodnym pod kryptonimem SBS 730 [24], która jest już seryjnie produkowana (Rys. 20). To rozwiązanie konstrukcyjne może być początkiem nowego etapu w projektowaniu załogowych pojazdów podwodnych. Nic nie wskazuje na odejście przez siły militarne od wykorzystywania tego typu urządzeń do transportu płetwonurka, co może skutkować dalszym rozwojem DVP, ale już z napędem strugowodnym.



Rys. 20. Dwóch nurków bojowych na SBS 730 [23].

CONCLUSION

For almost 100 years, special forces have been using manned underwater vehicles in their military tasks. Despite enormous technological advances in the field of hydraulic structures and vessels, the use of DPVs still allows combat divers to move secretly to a designated area. The use of modern navigational and observation instruments enables a perfect destination reach [9, 10 and 11]. The combination of the characteristics of surface and submarine units used in *MRCC* [21], *Kraken 90* and *Subskimmer 80* [16] increased the operational range and the independence of such vehicles. In spite of very large structural differences between the vehicles from WW1 and WW2 and the ones produced nowadays, DPVs are still powered by electricity while underwater.

Another aspect, not mentioned in this study, is the use of individual underwater vehicles (tractors) by marine special forces. The miniaturization and application of modern power sources resulted in the fact that more and more tractors can be found among the equipment of marine special forces [4]. Some examples include the products of such American companies as Fallaron [3, 5, 6, 9, 10 and 11] or STIDD Systems, Inc. [18 and 31.4]. The German company Rotinor GmbH should also be mentioned; in 2004, it began research on an underwater vehicle propelled by a pump-jet called the *Jet Seabob* [31.3]. Using this type of drive allowed some significant improvement in the technical parameters of the vehicle. With such satisfactory results, a military version of the vehicle with a pump-jet drive was produced; it was codenamed the *SBS 730* [24], and is already mass-produced (Fig. 20). This design feature may be the beginning of a new stage in the design of manned underwater vehicles. Nothing indicates that the military forces will refrain from using this type of equipment to transport divers, which can result in a further development of DVPs driven by a pump-jet.



Fig. 20 Two divers on SBS 730 [23].

LITERATURA/BIBLIOGRAPHY:

1. Bombrych S., Borowski T., Gołdyn J., Kwiatkowski W., „Pojazdy podwodne dla płetwonurków”; Referat na sesje popularno-naukową, OSNiP WP Gdynia 1979r.
2. Castro P., Vehiculo para buzos apto para submarinos, Comunidad Submarinista Latinoamericana, Argentina 2010, s. 4.
3. Cosola J. A., “Elite training sharpens unit's lethal skills”, Marines The Few, The Proud, 15.07.2006.
4. Czernek G., „Współczesne tendencje rozwojowe małych załogowych pojazdów podwodnych o przeznaczeniu specjalnym”, Przegląd Morski 11/1989.
5. Fallaron USA, „ Mk 7 Instruction and Maintenance Manual”, Atlanta 2010, s. 6-12.
6. Garstka J., „Podwodne rydwany”, Przegląd Morski 03/2009, Bellona, ISSN 1897-8436, Nowy Targ 2009, s. 21-24.
7. Graczyk T., Zagadnienia projektowania na przykładzie bezzałogowych pojazdów głębinowych, Wydawnictwo politechniki Poznańskiej, ISBN 978-83-7143-375-7, Poznań 2008, s. 16.
8. Harris G. L., Ironsmit The History of the Atmospheric Diving Suit, Best Publishing Company, ISBN 0-941332-25-X, Flagstaff 1994, s. 2.
9. Praca zbiorowa, ”GROM 1990-2010”, Parma Press, ISBN 978-83-7419-156-2, Marki 2010, s. 106-107.
10. Praca zbiorowa, ”GROM Jednostka Wojskowa”, Parma Press, ISBN 83-7419-073-6, Marki 2005, s. 76, 80-88, 122-134.
11. Praca zbiorowa, ”GROM Jednostka Wojskowa”, Parma Press, ISBN 978-83-7419-148-7, Marki 2008, s. 86-87, 90-99, 142-155.
12. Komorowski A.” Broń torpedowa” wyd. Bellona, ISBN 83-11-08375-4, Warszawa 1995, s. 85-88.
13. Komorowski A., Kuliś J., Torpedy, Wydawnictwo MON, Warszawa 1977, s. 16-22.
14. Kubiak K., ”Morskie działania specjalne po roku 1945”, Lampart , ISBN 83-86776-62-5, Warszawa 2001, s. 235-286.
15. Kubiak K., Szulczewski A., Subskimmer. Podwodny ślizgacz, Magazyn Nurkowanie, 11/1996, Zachodniopomorskie Centrum Nurkowe Torebko&Ostasz, Szczecin 1996,s. 22.
16. Lonsdale M.V., Nurkowanie US Navy, Wielki Błękit, ISBN 978-83-61217-26-8, Warszawa 2009, s. 263,
17. Mały poradnik mechanika, Tom I, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, ISBN 83-204-1671-X, Warszawa 1994, s. 151.
18. Marine Corps News, „Elite training sharpens unit's lethal skills”, 15 lipca, 2006.
19. Micheetti E., Warriors From The Deep, History & Collections, ISBN 2-913903, Paryż 2005, S. 15-16,33.
20. STIDD Ltd. MRCC – Multi-Role Combatant Craft, s. 1-15.
21. Olejnik A., “Rozwój techniki zdalnie sterowanych pojazdów głębinowych”, Polish Hyperbaric Research nr 3 (28) z 2009 r., ISSN 1734-7009, Gdynia 2009, s. 10-11.
22. Perepeczko A., “Podwodni komandosi”, Polnord Wydawnictwo “Oskar”, ISBN 83-86181-11-7, Gdańsk 1994, s. 5-240.
23. Pleszewski M., “Pojazd podwodny do transportu płetwonurka”, Referat na sympozjum Nurkowanie Saturowane – Problematyka techniczna, WSMW Wewn. 745/85,Gdynia 1985, s. 250-260.
24. Rotinor, „Seabob Black Shadow 730”, Suttgart 2009, s. 2-6.
25. Rowiński L., Pojazdy głębinowe budowa i wyposażenie. PP WiB, ISBN 978-83-92-8007-0-5, Gdańsk 2008, s. 29

26. Smolis S., „Podwodna broń dywersyjna”, Wydawnictwo MON, UKD: 623.827; 623.946, Warszawa 1974, s. 7-148.
27. Stoltmann P., Szymanski M., „Błotniak-wczoraj i dziś. Polski załogowy pojazd podwodny”, Polish Hyperbaric Research nr 4 (21) z 2007 r., ISSN 1734-7009, Gdynia 2007, s. 39-48.
28. United States Navy, „Naval Forces Under the Sea-a look back, a look ahead”, Best Publishing Company, ISBN-1-930536-04-6, Flagstaff 2002, s. 2.12-2.15, 2.28-2.41, 2.70-2.74, 4.2.
29. United States Navy, „Naval Forces Under the Sea-the Rest of the story”, Best Publishing Company, ISBN-13: 978-1-930536-30-2, Flagstaff 2007, s. 47-49, 60-62, 303-305.
30. Wojnowski W. „Jeden z okrętowców Politechniki Gdańskiej” cz. 3, Pismo PG, Gdańsk 2004, s. 6-8.
31. Źródła internetowe:
 - 30.1. SBS 730, SD 414, www.rotinor.com, 02.01.2011.
 - 30.2. DPV, www.divingmachines.com/scooters.html, 04.02.2011.
 - 30.3. For Marine divers, www.marinecorpstimes.com, 14.10.2010.
 - 30.4. MRCC, <http://stiddmil.com>, 14.03.2011.

Materiał sponsorowany przez Polskie Towarzystwo Medycyny i Techniki Hiperbarycznej

Warsztaty nurkowe z poszukiwań podwodnych Okartowo 2011

W dniu 02 lipca 2011 roku w bazie Mazurskiej Służby Ratowniczej w Okartowie odbyły się warsztaty specjalistyczne na temat poszukiwań obiektów podwodnych, zorganizowane przez **Przedsiębiorstwo Badawczo – Produkcyjne „Forkos” Sp. z o.o.** z Gdyni.

Warsztaty zorganizowano pod patronatem **Polskiego Towarzystwa Medycyny i Techniki Hiperbarycznej** oraz pod patronatem medialnym Magazynu Nurkowanie. W warsztatach udział wzięli specjaliści z Mazurskiej Służby Ratowniczej, ekipa ratowniczo-nurkowa z Podoficerskiej Szkoły Państwowej Straży Pożarnej w Bydgoszczy oraz przedstawiciele Zakładu Technologii Prac Podwodnych Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni i Zakładu Medycyny Morskiej i Hiperbarycznej Wojskowego Instytutu Medycznego w Warszawie. Podczas zajęć omówiono szereg aspektów realizacji poszukiwań podwodnych wykonywanych w celach ratowniczych i procesowych, zrealizowano także ćwiczenia z wykorzystaniem pojazdów podwodnych, sonarów dookólnych i holowanych oraz systemów telewizji i nawigacji podwodnej.

Przedsiębiorstwo „Forkos” zaprezentowało w działaniu prototyp opracowanego i zbudowanego w firmie pojazdu podwodnego typu miniROV o nazwie KH-100.

