

**Adam Olejnik**

Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte  
81 – 103 Gdynia 3 ul. Śmidowicza 69  
Zakład Technologii Nurkowania i Prac Podwodnych  
tel. +58 626 27 46 fax.+58 625 38 82  
e-mail: aolej @wp.pl

**BADANIA SYSTEMU ZOBRAZOWANIA PRZESTRZENNEGO  
NA PODWODNYM TEŚCIE PŁASKIM**

*W artykule przedstawiono metodykę oraz wyniki badań systemu do przestrzennej obserwacji obiektów podwodnych. Badania realizowano na akwenu śródlądowym z udziałem ochotników i zastosowaniem testu płaskiego. Jest to pierwszy etap badań systemu. Badany system opracowano i zbudowano w Zakładzie Technologii Nurkowania i Prac Podwodnych Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni.*

**Słowa kluczowe:** *technologia prac podwodnych, diagnostyka obiektów podwodnych*

**RESEARCH OF SYSTEMS OF THREE-DIMENSIONAL  
OBSERVATION ON UNDERWATER FLAT TESTS**

*In the article presented the methodic and findings of the system to the three-dimensional observation of underwater objects. Researches were realized on the inland reservoir with the participation of volunteers and with the use of the flat test. Is the first stage of research of the system. Investigated system was worked out and one built in the Department of Diving Gear and Underwater Work Technology of Naval University in Gdynia.*

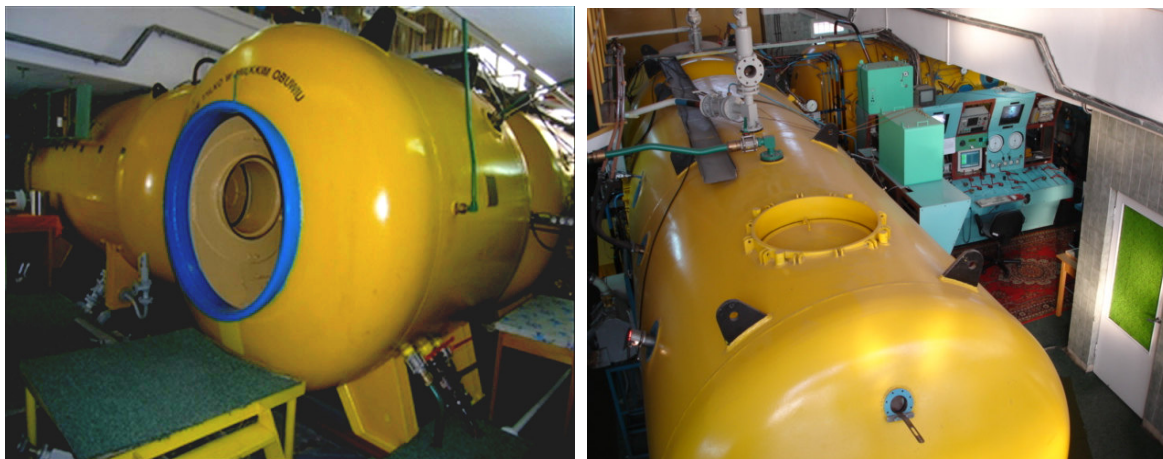
**Keywords:** *underwater technology, diagnostic of underwater objects*

**WSTĘP**

Dzisiejsza diagnostyka wizyjna obiektów podwodnych jest elementem badań nieniszczących i znajduje szerokie zastosowanie w określaniu stanu technicznego obiektów hydrotechnicznych, infrastruktury portowo-przeładunkowej oraz rurociągów i podwodnych części kadłubów jednostek pływających. Znajduje również zastosowanie w identyfikacji obiektów podwodnych. Rozwój techniki fotograficznej i telewizyjnej doprowadził do zastosowania w diagnostyce technik fotogrametrycznych opartych o zobrazowanie jedno- i dwuobrazowe. W ten sposób ta metoda oceny stanu technicznego obiektów wykracza poza prosty ogląd zewnętrzny. Aczkolwiek powszechnie zastosowanie do tego typu działalności znajduje nadal termin inspekcja, szczególnie w obszarze technologii podwodnych, co może wiązać się z wieloletnią tradycją jego stosowania i funkcjonowania w świadomości praktyków [5].

Za pomocą obrazu (w paśmie widzialnym) można uzyskać wiele podstawowych informacji na temat badanego obiektu, przede wszystkim dokonać jego oceny jakościowej. Ocena ilościowa nie jest już tak prosta, gdyż obraz zazwyczaj jest płaski a to automatycznie powoduje utratę informacji na temat bryłowości i wzajemnego usytuowania prezentowanych na nim przedmiotów [2]. Aby temu zaradzić w fotogrametrii stosuje się tzw. punkty tłowe, dzięki którym możliwe jest określenie tzw. orientacji zewnętrznej kamery fotograficznej, co w powiązaniu ze znanymi parametrami jej orientacji wewnętrznej (np. odległość ogniskowa kamery) pozwala na określenie skali zdjęcia i wymiarowanie przedstawionych na nim obiektów [3]. Niekiedy podczas wykonywania zdjęcia na obiekt nakłada się test o znanych wymiarach, który ułatwia potem skalowanie zdjęcia. Natomiast fotografia dwuobrazowa – stereofotografia umożliwi zobrazowanie przestrzenne badanych obiektów, przy czym możliwość ta jest realizowana już po wykonaniu zdjęć na drodze specjalnego ich preparowania [2,3]. Efekt postrzegania stereoskopowego badanego obiektu jest uzyskiwany, ale na skutek obróbki cyfrowej zdjęć następuje utrata niektórych danych wizyjnych spowodowana degradacją obrazu pogarszającą, na przykład jego cechy geometryczne [1].

W latach osiemdziesiątych XX wieku podjęto szereg prób uzyskania możliwości przestrzennego zobrazowania obiektów podwodnych z zastosowaniem fotografii dwuobrazowej i stereowizji dwukamerowej. W ten sposób problem akwizycji stereoo obrazu badanych obiektów został rozwiązany. Natomiast problematyczne pozostało przedstawienie tak zebranych danych wizyjnych, aby oglądający je człowiek widział przestrzenie w czasie rzeczywistym. Najczęściej zastosowanie w tym przypadku miała technika anaglifowa, co jednak nadal wiązało się z utratą niektórych danych wizyjnych na skutek obróbki cyfrowej zdjęć [1,2,4]. W latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku nastąpił gwałtowny rozwój technologii wytwarzania kineskopów i ekranów telewizyjnych, pojawiły się wyświetlacze ciekłokrystaliczne i możliwości ich miniaturyzacji. Na skutek tego rozwoju możliwym stało się zobrazowanie obrazu z dwóch kamer telewizyjnych niezależnie na każde oko obserwatora za pomocą specjalnych gogli (okularów). A zatem pojawiły się nowe możliwości rozwiązań technicznych. Między innymi z tego powodu w Zakładzie Technologii Nurkowania i Prac Podwodnych Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni (ZTNiPP – AMW) podjęto próbę opracowania i zbudowania prototypu urządzenia umożliwiającego zdalną obserwację przestrzenną obiektów podwodnych w czasie rzeczywistym [2,3,4,6]. Program realizowano w ramach działalności statutowej uczelni. Przyczynę wybrania takiej metody zobrazowania oraz konstrukcję zbudowanego systemu opisano szeroko we wcześniejszych publikacjach [2,3,4,5]. Opracowany system, który nazwano „Argoos” (Rys. 3) poddano szeregu próbom mającym na celu określenie, czy jego konstrukcja spełnia zakładane wymagania w odniesieniu do warunków pracy w środowisku podwodnym. Próby realizowano w ZTNiPP – AMW za pomocą Doświadczalnego Głębokowodnego Kompleksu Nurkowego DGKN-120 (Rys. 1). Określano wytrzymałość części podwodnej systemu oraz parametry pracy. Próby realizowano na głębokościach do 100 mH<sub>2</sub>O. Po pomyślnym zakończeniu prób laboratoryjnych przystąpiono do realizacji badań w warunkach rzeczywistych. Badania te prowadzono dwuetapowo w akwenu śródlądowym. Ponieważ docelowo opracowany system obserwacji ma spełniać dwa zadania: wspomagać pilota bezzałogowego pojazdu podwodnego (ROV) podczas sterowania w trudnych warunkach i służyć do wizyjnej oceny stanu technicznego obiektów podwodnych. W pierwszym etapie badań w warunkach rzeczywistych weryfikowano zdolność rozpoznawania obiektów podwodnych podczas obserwacji za pomocą systemu „Argoos”. Przebieg i wyniki tych badań zostaną przedstawione w niniejszej publikacji. Zdolność postrzegania stereoskopowego i oceny wzajemnego usytuowania obserwowanych za pomocą systemu obiektów była przedmiotem eksperymentu z wykorzystaniem testu przestrzennego (TP2), co będzie tematem oddzielnej publikacji.

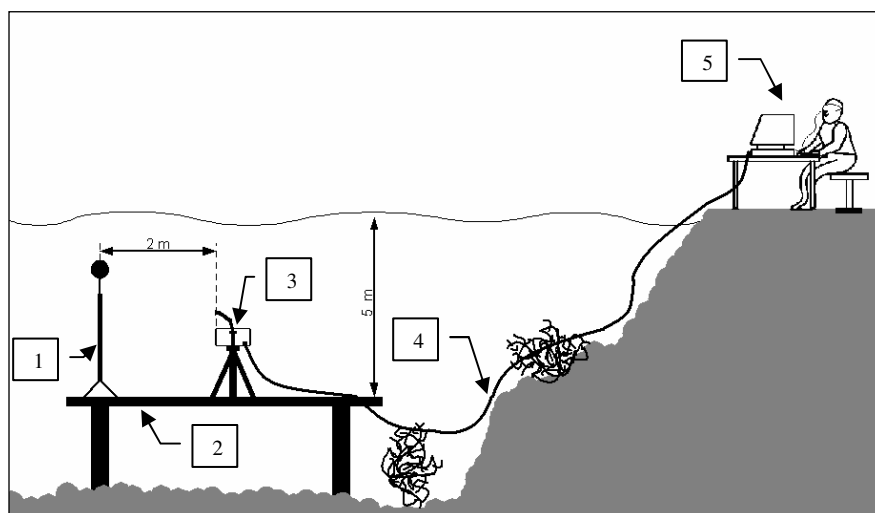


Rys. 1 Doświadczalny Głębokowodny Kompleks Nurkowy DGKN – 120  
Kompleks stanowi wyposażenie Laboratorium Komór Dekompresyjnych Zakładu Technologii Nurkowania i Prac Podwodnych AMW. Jedna z komór kompleksu posiada basen wodny o objętości 5 m<sup>3</sup>. DGKN – 120 umożliwia prowadzenie symulowanych ekspozycji ciśnieniowych w zakresie ciśnień odpowiadających głębokości do 120 mH<sub>2</sub>O

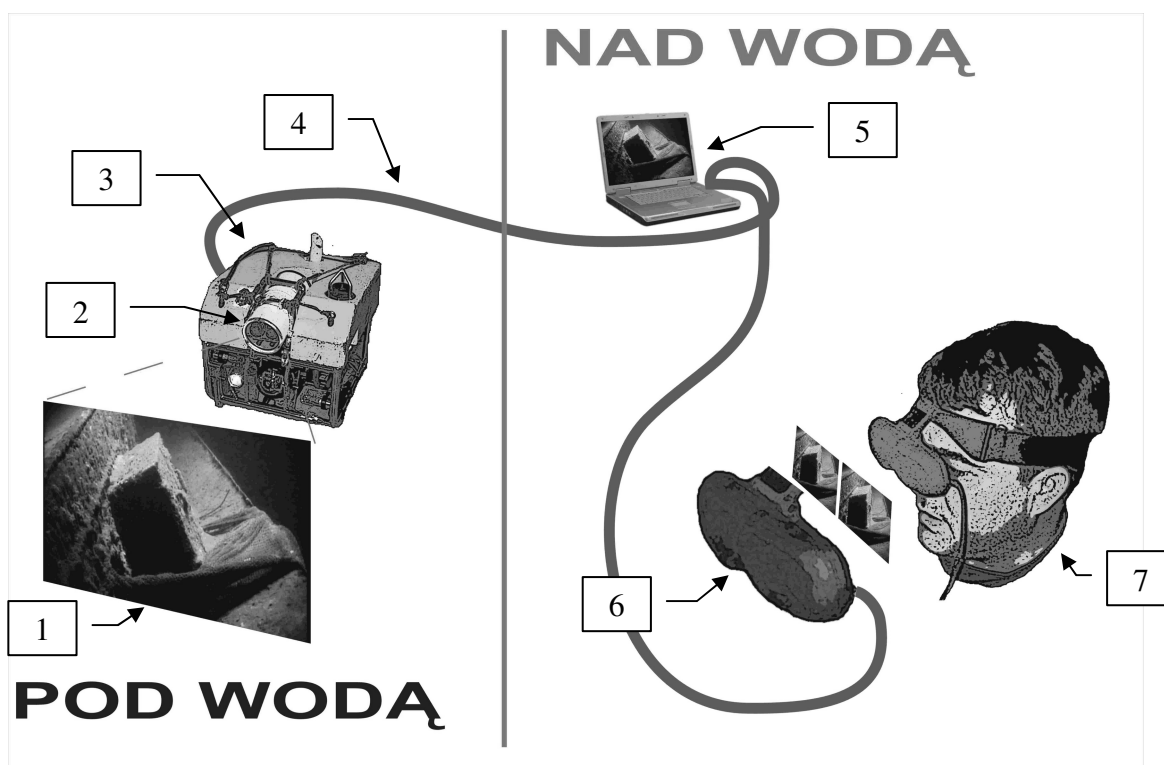
## **1. CEL I METODA BADAŃ**

Badania przeprowadzono w jeziorze Ciecz w Łagowie Lubuskim przy pomocy stanowiska przedstawionego na rysunku 2. Celem badań było określenie, czy obserwacja obiektu za pomocą opracowanego systemu przez osoby, które nie były specjalnie do tego celu szkolone umożliwia jego prawidłowe rozpoznawanie. W badaniach udział wzięła przypadkowa grupa kobiet i mężczyzn (ochotników) o zróżnicowanym wieku i wykształceniu (tab. 1).

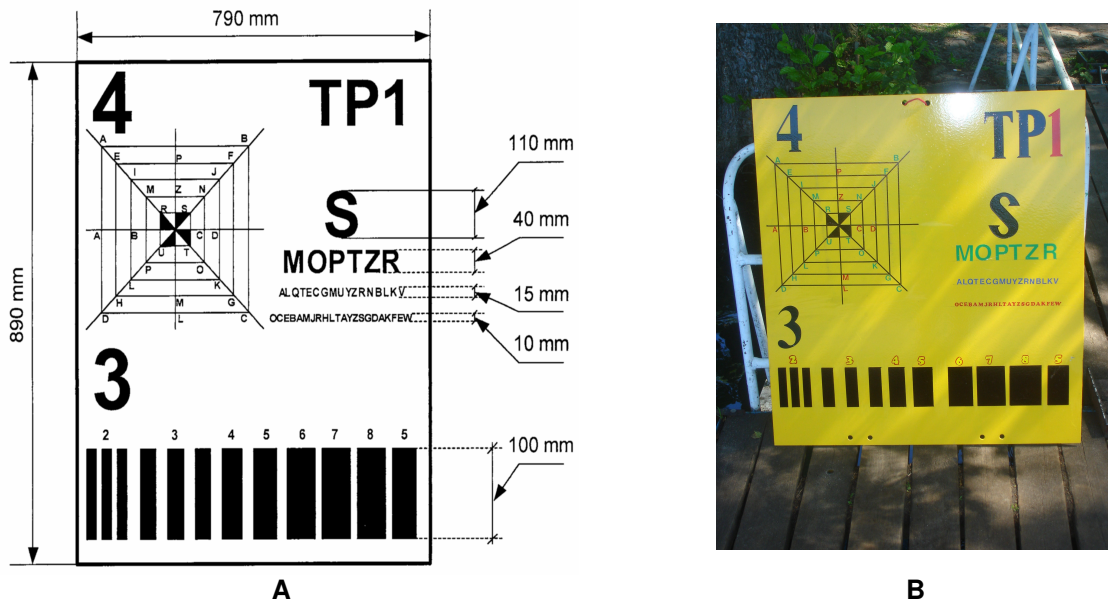
Na obecnym etapie badań zastosowano test płaski (TP 1 – poz. 1 Rys. 2, Rys. 4). Jest to prostokąt z blachy ocynkowanej o wymiarach 890 x 790 mm pomalowany na kolor żółty, na którym naniesiono szereg oznaczeń literowych, cyfrowych oraz graficznych o ustalonej geometrii i wymiarach (Rys. 4). W dolnej części testu znajduje się 12 czarnych pasków o różnych grubościach (od 20 do 80 mm) i takiej samej wysokości – 100 mm. Nad nimi znajduje się grupa liter pogrupowanych według wysokości, która waha się od 110mm do 10 mm. Na lewo od liter umieszczono rysunek składający się z pięciu kwadratów o różnej wielkości, ale posiadających wspólny środek. Przez środek, co 45° przechodzą przecinające się linie proste. W miejscach przecięcia się prostych z liniami wyznaczającymi kwadraty umieszczono oznaczenia literowe, przy czym odległości pomiędzy nimi są równe bądź stanowią wielokrotność grubości pasków znajdujących się w dolnej części testu TP1. Test umieszczono jak pokazano na Rys. 2 na dnie jeziora na głębokości 5 metrów, co umożliwiło wykonanie badań w warunkach naturalnego oświetlenia.



Rys. 2. Schemat stanowiska pomiarowego wykorzystanego w badaniach  
1 – test płaski TP1, 2 – podest, 3 – podwodna część badanego systemu, 4 – kablolina łącząca, 5 – nawodna część badanego systemu



Rys. 3. Obiekt badań. System przestrzennej obserwacji obiektów podwodnych przykładowo współpracujący ze zdalnie sterowanym pojazdem podwodnym (ROV).  
1 – filmowana scena, 2 – głowica stereoskopowa zamontowana na ROV, 3 – pojazd ROV, 4 – kablolina, 5 – jednostka powierzchniowa systemu, 6 – podsystem stereowizyjnego zobrazowania nagłownego, 7 – operator systemu

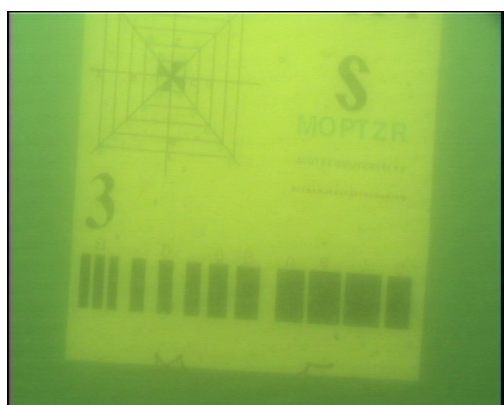


Rys. 4. Parametry (A) i wygląd (B) zastosowanego testu płaskiego TP1

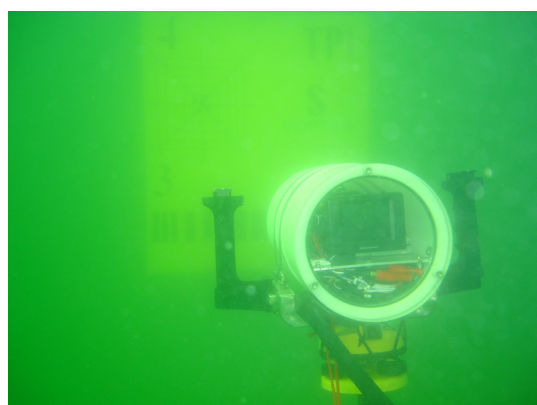
Badania polegały na określeniu procentowej zdolności postrzegania i rozpoznawania obiektów obserwowanych za pomocą systemu przez przypadkowe osoby będące w różnym wieku o zróżnicowanym wykształceniu i posiadające lub nie wadę wzroku. Przed przystąpieniem do badań wszyscy ochotnicy zostali sprawdzeni pod kątem osobniczej zdolności postrzegania stereoskopowego, było to proste badanie okulistyczne. Osoby, które wykazały się podczas powyższego badania niezdolnością do prawidłowego postrzegania stereoskopowego były wykluczane z dalszych czynności. Następnie wszyscy wypełniali ankietę podając informacje odnośnie wykształcenia, wieku, płci i ewentualnych wad wzroku. Kolejnym etapem badania była obserwacja testu TP1 za pomocą badanego systemu, przy czym należy zwrócić uwagę na fakt, że ochotnicy nie widzieli uprzednio testu TP 1 i nie znali jego parametrów. Test został umieszczony pod wodą jeden dzień wcześniej (Rys. 5). Osoba biorąca udział w badaniach zakładała nagłówny podsystem zobrazowania i obserwowała test (Rys. 4). Osoba nadzorująca badanie zadawała pytania odnośnie parametrów testu TP1 i odnotowywała odpowiedzi w ankiecie. Pytania dotyczyły ilości zaobserwowanych na TP1 cech, ich wzajemnego usytuowania, podania orientacyjnych odległości pomiędzy nimi i odczytania grup cyfrowo – literowych w kolejności od największych do najmniejszych. Ilość trafnych odpowiedzi w stosunku do ilości wszystkich cech znajdujących się na TP1 wyrażona w procentach była definiowana jako zdolność rozpoznawania obserwowanych obiektów za pomocą badanego systemu. Po zakończeniu badania ochotnik/czka był/a odprowadzana w miejsce gdzie nie było możliwości kontaktu z osobami, które jeszcze w badaniach nie brały udziału. Czynności te realizowano w celu uniknięcia ewentualnych sugestii i dyskusji na temat badania pomiędzy ochotnikami.



Rys. 5. Ochotnicy podczas badań systemu



Rys. 6. Test TP1 na podwodnym stanowisku badawczym



Rys. 7. Podwodna część systemu na stanowisku badawczym

## 2. WYNIKI BADANIA

Podstawową daną uzyskaną podczas eksperymentu jest procentowy wynik testu rozumiany jako wartość obliczona z zależności:

$$x_i = \frac{\lambda_i}{X} \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:

- $x_i$  - wynik testu wyrażony w [%] uzyskany z  $i$  – tej próby,
- $\lambda_i$  - ilość prawidłowo rozpoznanych cech przez daną osobę podczas  $i$  – tej próby,
- $X$  - ilość cech znajdujących się na teście TP 1

W sumie w eksperymencie uczestniczyło 35 ochotników. Część z nich po wstępnej weryfikacji na zdolność postrzegania stereoskopowego została odrzucona z udziału w dalszej części badań. W ten sposób ilość uczestników ograniczyła się do 22 i z tymi osobami przeprowadzono dalszą część eksperymentu. Przed przystąpieniem do opracowywania wyników jedną z tych prób również należało wykluczyć okazało się, bowiem, że jeden z ochotników nie zrozumiał idei badań i w konsekwencji oszukiwał podczas podawania wyników obserwacji. Dane po wstępnej selekcji uzyskane podczas eksperymentu i odpowiednio uporządkowane przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1

Dane uzyskane podczas realizacji eksperymentu

L.p.	Płeć	Wykształcenie	Wiek [lata]	Wada wzroku	Wynik badania[%]
1	Kobieta	NW	22	nie	15,21
2	Kobieta	W	24	nie	56,52
3	Kobieta	NW	21	nie	52,17
4	Kobieta	NW	21	tak	15,22
5	Kobieta	NW	20	tak	39,13
6	Kobieta	NW	23	nie	89,96
7	Kobieta	P	16	nie	10,87
8	Kobieta	W	35	tak	69,37
9	Kobieta	W	32	tak	27,77
10	Kobieta	W	33	tak	76,99
11	Kobieta	W	27	nie	80,43
12	Mężczyzna	S	17	tak	30,49
13	Mężczyzna	S	21	tak	63,04
14	Mężczyzna	NW	23	nie	71,74
15	Mężczyzna	NW	23	nie	73,91
16	Mężczyzna	W	24	nie	73,91
17	Mężczyzna	NW	25	tak	67,39
18	Mężczyzna	NW	24	tak	86,96
19	Mężczyzna	S	36	nie	52,17
20	Mężczyzna	S	33	nie	41,30
21	Mężczyzna	W	26	tak	78,26

## 2.1. OPRACOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

Opracowanie wyników w pierwszej kolejności realizowano poprzez porządkowanie wyników w zależności od: płci, wykształcenia, wieku oraz posiadanej wady wzroku ochotników. Następnie obliczono statystyki opisowe dla poszczególnych grup przyporządkowania i porównywano je ze sobą. Określono rozkład wyników w funkcji wieku ochotników i obliczono odpowiadające mu statystyki. Badania cech niemierzalnych, np. czy wynik testu zależy od płci ochotnika, wykonano w oparciu o czteropolowe (2x2) tabele asocjacji (skojarzenia) [7,8]. Przykład takiej tabeli, sposób umieszczenia w niej wyników oraz przyjęte oznaczenia przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 2

Przykładowa czteropolowa tabela asocjacji

X\Y	Wynik pozytywny	Wynik negatywny	Suma w wierszach
Kobieta	Ilość pozytywnych wyników (ozn. <b>a</b> )	Ilość negatywnych wyników (ozn. <b>b</b> )	<b>a + b</b>
Mężczyzna	Ilość pozytywnych wyników (ozn. <b>c</b> )	Ilość negatywnych wyników (ozn. <b>d</b> )	<b>c + d</b>
Suma w kolumnach	<b>a + c</b>	<b>b + d</b>	<b>n</b>

Przy porządkowaniu wyników w tabelę przyjęto następujące kryterium: jeśli wynik testu ( $x_i$ ) był większy od 50% interpretowano go jako pozytywny, jeśli był mniejszy niż 50% - jako negatywny:

$$x_i \geq 50\% \Rightarrow \text{wynik pozytywny} \quad (2)$$

$$x_i \leq 50\% \Rightarrow \text{wynik negatywny} \quad (3)$$

Ponieważ liczebności w analizowanych tabelach asocjacji były mniejsze od 10 do badania stochastycznej niezależności zmiennych zastosowano test chi – kwadrat z poprawką Yatsa na nieciągłość, stosując [8]:

$$\chi^2 = \frac{n(|ad - bc| - 0,5n)^2}{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)} \quad (4)$$

Zastosowane w równaniu (4) oznaczenia odnoszą się odpowiednio do wyników umieszczonych w przykładowej tabeli powyżej (Tab. 2).

Określając siłę ewentualnych zależności pomiędzy zmiennymi zastosowano współczynnik Yule'a, liczony z [7,8]:

$$\varphi = \frac{ab - bc}{\sqrt{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}} \quad (5)$$

Równanie (5) pozwala określić wartość współczynnika  $\varphi$  w oparciu o liczebności bezwzględne, obliczoną w ten sposób wartość dodatkowo weryfikowano za pomocą innej zależności opartej na wskaźnikach struktury [8]:

$$\varphi' = \frac{\frac{a}{n} \cdot \frac{d}{n} - \frac{b}{n} \cdot \frac{c}{n}}{\sqrt{\frac{a+b}{n} \cdot \frac{c+d}{n} \cdot \frac{a+c}{n} \cdot \frac{b+d}{n}}} \quad (6)$$

Ponieważ wartości współczynników  $\varphi$  i  $\varphi'$  mogą być zależne od sposobu uszeregowania liczebności w tabeli asocjacji, równania (5) i (6) zastosowano jedynie do określenia czy współczynniki Yule'a są większe czy mniejsze od zera. I w zależności od tej wartości obliczano skorygowaną wartość współczynnika wykorzystując do tego celu wzór Cole'a [8]:

$$\varphi_{kor} = \frac{ad - bc}{n \cdot \min(b,c) + (ad - bc)} \quad \text{dla} \quad \begin{matrix} \varphi \geq 0 \\ \varphi' \geq 0 \end{matrix} \quad (7)$$

$$\varphi_{kor} = \frac{ad - bc}{n \cdot \min(a,d) + (ad - bc)} \quad \text{dla} \quad \begin{matrix} \varphi \leq 0 \\ \varphi' \leq 0 \end{matrix} \quad (8)$$

gdzie:

- min(a,d) - oznacza, że do obliczeń należy brać mniejszą z wartości a i d,
- min(b,c) - analogicznie j.w.,
- pozostałe oznaczenia jak w Tab. 2.



Silę ewentualnych zależności pomiędzy zmiennymi badano również w oparciu o znajomość statystyki  $\chi^2$  wykorzystując współczynnik Cramera (V) [8]:

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n \cdot \min(r-1, k-1)}} \quad (9)$$

gdzie:

- r - liczba wierszy w tabeli asocjacji,
- k - liczba kolumn w tabeli asocjacji,
- min(r-1, k-1) - oznacza, że do obliczeń należy brać mniejszą z wartości wyniku odejmowania r - 1 i k - 1.

Podczas analizy cech niemierzalnych do weryfikacji przyjęto następujące hipotezy zerowe:

$$1. \quad H_0 : \chi^2 \geq \chi_\alpha^2 \quad \text{wynik zależy od płci ochotnika} \quad (10)$$

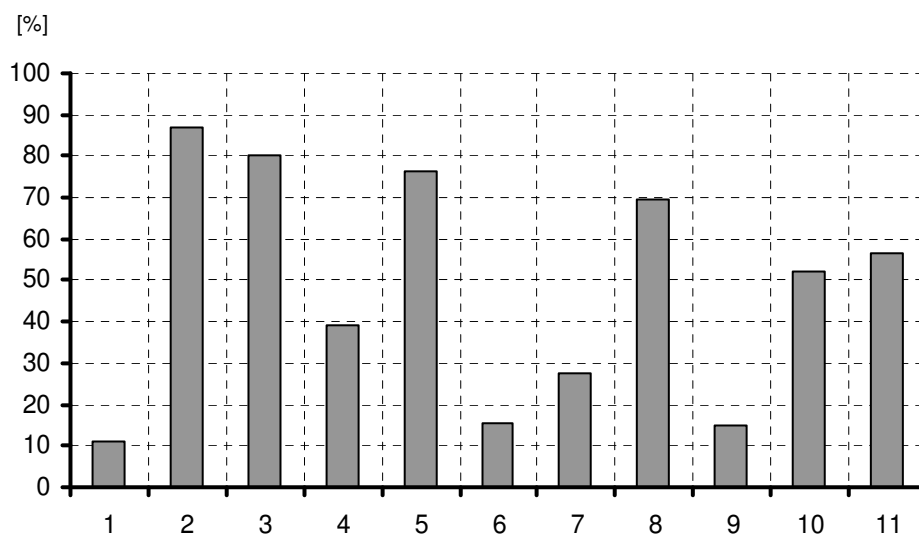
$$2. \quad H_0 : \chi^2 \geq \chi_\alpha^2 \quad \text{wynik zależy od posiadanej wady wzroku} \quad (11)$$

$$3. \quad H_0 : \chi^2 \geq \chi_\alpha^2 \quad \text{wynik zależy od wykształcenia} \quad (12)$$

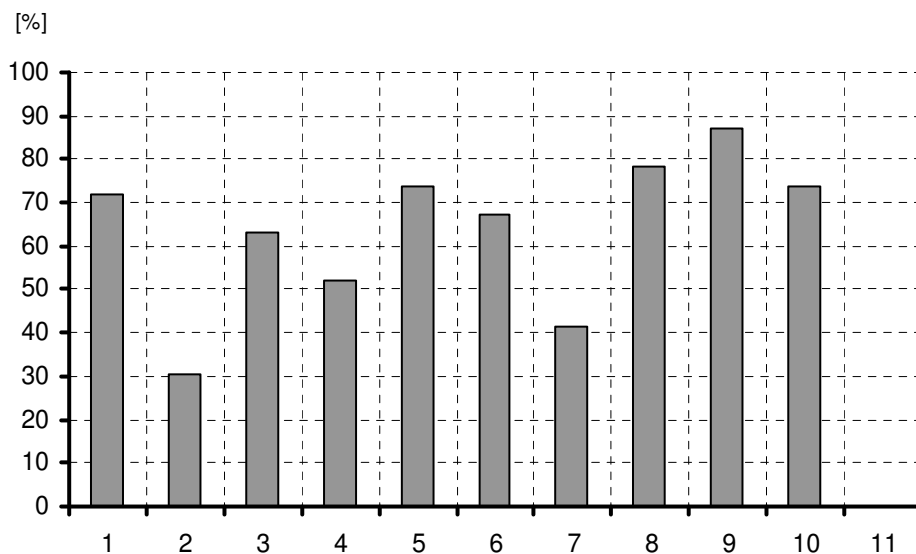
gdzie:

- $\chi_\alpha^2$  - jest wartością krytyczną statystyki chi – kwadrat odczytaną z tabeli rozkładu  $\chi^2$  dla ustalonego z góry poziomu istotności ( $\alpha = 0,05$ ) i liczby stopni swobody  $n = (r - 1)(k - 1) = 1$  (r – liczba wierszy w tabeli asocjacji, k – liczba kolumn w tabeli asocjacji)
- dla  $\alpha = 0,05 \wedge n = 1 \Rightarrow V! \chi_\alpha^2 = 3,841$  [7].

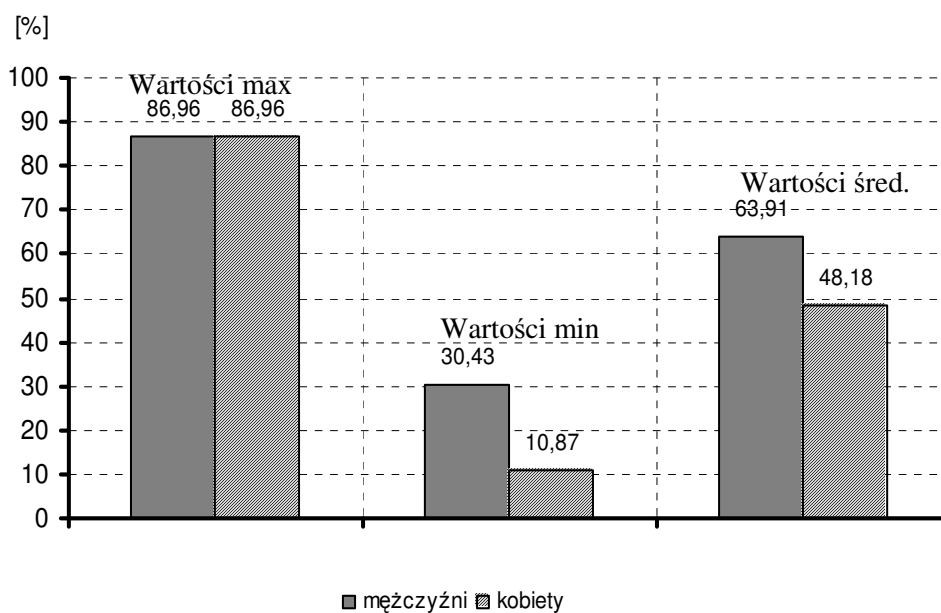
Na rysunkach i w tabelach poniżej przedstawiono wyniki eksperymentu po odpowiednim uporządkowaniu danych i obliczeniu opisanych powyżej statystyk:



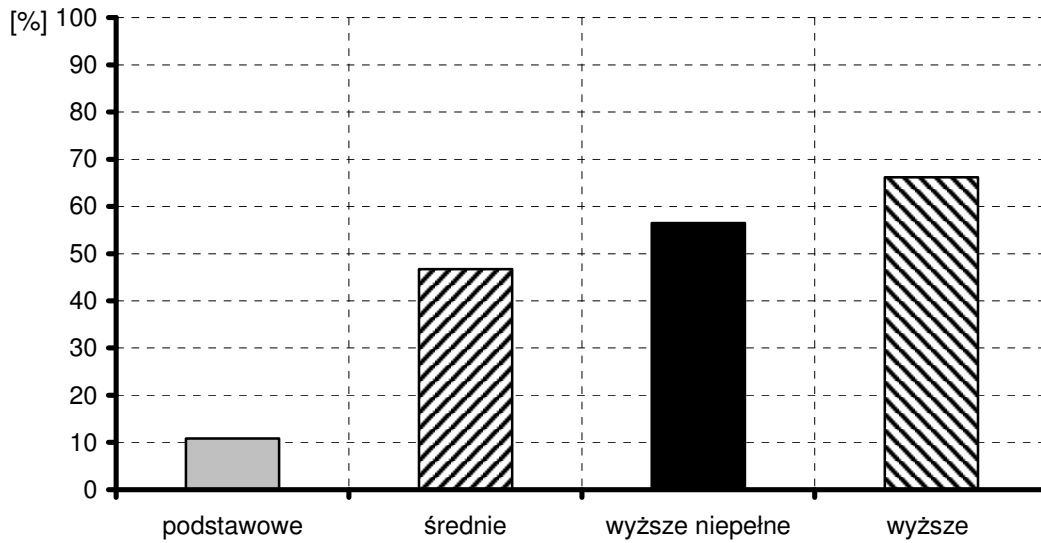
Rys. 8. Wyniki uzyskane przez kobiety biorące udział w eksperymencie



Rys. 9. Wyniki uzyskane przez mężczyzn biorących udział w eksperymencie



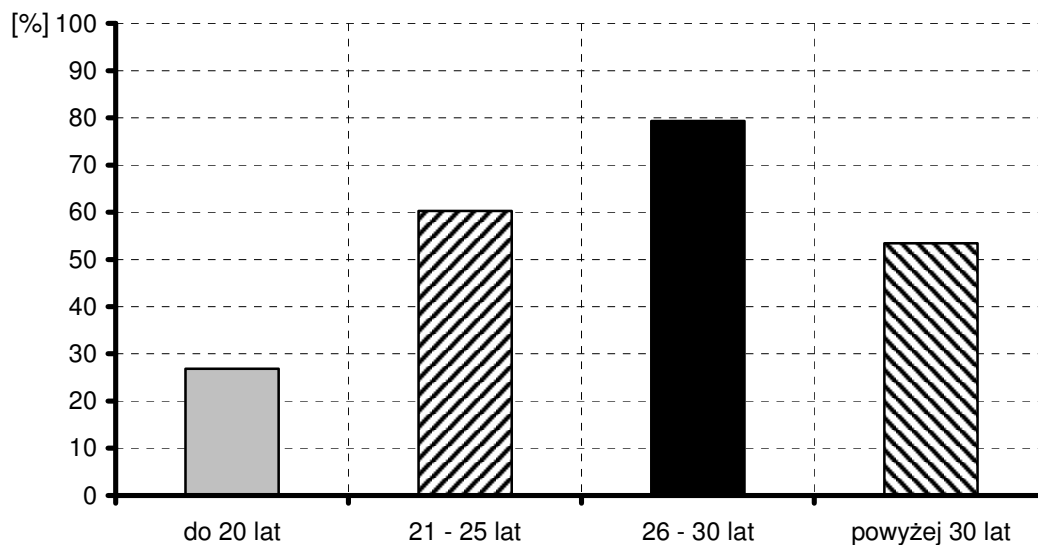
Rys. 10. Średnie wartości wyników uzyskanych przez osoby biorące udział w eksperymencie



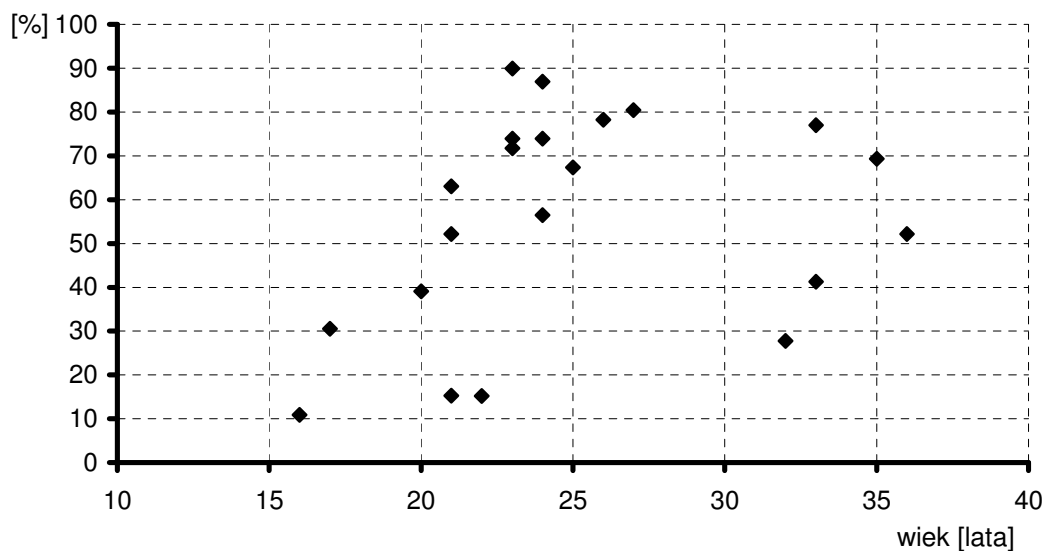
Rys. 11. Średnie wartości wyników uzyskanych przez osoby biorące udział w eksperymencie z rozgraniczeniem na posiadane wykształcenie



Rys. 12. Średnie wartości wyników uzyskanych przez osoby biorące udział w eksperymencie z rozgraniczeniem na posiadanie wady wzroku



Rys. 13. Średnie wartości wyników uzyskanych przez osoby biorące udział w eksperymencie z rozgraniczeniem na przedziały wiekowe



Rys. 14. Rozkład zaobserwowanych podczas eksperymentu wyników w funkcji wieku osób biorących udział w badaniu

Tabela 3

Wartości statystyk opisowych dla rozkładu z Rys. 14

Lp`	Parametr	Oznaczenie	Wartość
1	Empiryczny obszar zmienności (rozstęp)	R	76,09 [%]
2	Odchylenie przeciętne	d	$\pm 20,68$ [%]
3	Współczynnik zmienności	$V_d$	37,17 [%]
4	Współczynnik korelacji	$r_{xy}$	0,285
5	Współczynnik determinacji	$r_{xy}^2$	0,08

Tabela 4

Tabela asocjacji dla wyników z wykorzystaniem testu TP1 z uwzględnieniem płci osób badanych

Płeć	Wynik pozytywny	Wynik negatywny	Suma w wierszu
Kobieta	6	5	11
Mężczyzna	8	2	10
Suma w kolumnie	14	7	21
Wyniki obliczeń			
Parametr	Wartość		
$\chi^2$	0,597		
$\varphi$	-0,270	$\varphi \leq 0 \Rightarrow \varphi_{kor}$ z rów. (8)	
$\varphi'$	-0,270	$\varphi' \leq 0 \Rightarrow \varphi_{kor}$ z rów. (8)	
$\varphi_{kor}$	-0,571		
V	0,169		

Tabela 5

Tabela asocjacji dla wyników z wykorzystaniem testu TP1 z uwzględnieniem posiadania wady wzroku

Wada wzroku	Wynik pozytywny	Wynik negatywny	Suma w wierszu
Tak	6	4	10
Nie	8	3	11
Suma w kolumnie	14	7	21
Wyniki obliczeń			
Parametr	Wartość		
$\chi^2$	0,024		
$\varphi$	-0,135	$\varphi \leq 0 \Rightarrow \varphi_{kor}$ z rów. (8)	
$\varphi'$	-0,135	$\varphi' \leq 0 \Rightarrow \varphi_{kor}$ z rów. (8)	
$\varphi_{kor}$	-0,182		
V	0,034		

Tabela 6

Tabela asocjacji dla wyników z wykorzystaniem testu TP1 dla osób z wykształceniem wyższym lub innym niż wyższe

Wykształcenie	Wynik pozytywny	Wynik negatywny	Suma w wierszu
Wyższe	6	1	7
Inne	8	6	14
Suma w kolumnie	14	7	21
Wyniki obliczeń			
Parametr	Wartość		
$\chi^2$	0,67		
$\varphi$	0,286	$\varphi \geq 0 \Rightarrow \varphi_{kor}$ z rów. (7)	
$\varphi'$	0,286	$\varphi' \geq 0 \Rightarrow \varphi_{kor}$ z rów. (7)	
$\varphi_{kor}$	0,571		
V	0,179		

### 3. Dyskusja wyników

Maksymalne wartości liczone na podstawie odpowiedzi ochotników i zależności (1) ukształtowały się na poziomie 86,96% zarówno w przypadku kobiet jak i mężczyzn. Wartości średnie i minimalne w rozgraniczeniu na płeć ochotnika były już różnorodne (Rys. 10). Szacowanie wpływu płci na wynik badania za pomocą testu  $\chi^2$  wykazało, że obliczona wartość statystyki chi – kwadrat dla danych z Tabeli 4 jest znacznie mniejsza od wartości krytycznej tej statystyki odczytanej z jej rozkładu ( $\chi^2 = 0,597 < \chi^2_{\alpha} = 3,841$ ), co oznacza, że nie ma wystarczających podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o tym, że wynik zależy od płci osoby badanej (10). Wartość współczynnika Cramera ( $V = 0,169$ ) jest bardzo mała, co może świadczyć o tym, że w wyniku badania stwierdzono zależność pomiędzy płcią ochotnika a uzyskanym przez niego wynikiem. Również wartość skorygowanego współczynnika Yule'a ( $\varphi_{kor} = -0,571$ ) wykazuje istnienie takiej zależności. Aczkolwiek w przypadku tego współczynnika nie można wnioskować o kierunku zależności na podstawie jego znaku, gdyż zależy on od sposobu uporządkowania danych w tabeli. Dlatego interpretację zależności pomiędzy cechami niemierzalnymi za pomocą tego współczynnika należy opierać o jego wartość absolutną [7,8]. Biorąc po uwagę fakt, że dla cech niezależnych  $\varphi_{kor} = 0$ , obliczona na podstawie Tabeli 4 wartość współczynnika  $\varphi_{kor}$  pozwala na stwierdzenie istnienia zależności pomiędzy płcią ochotnika a uzyskanym przez niego wynikiem badania, co potwierdza brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej (10).

Już pobieżna analiza Rys. 11 pozwala na stwierdzenie, że posiadanie wyższego wykształcenia przez osoby biorące udział w badaniu miało wpływ na jego wynik. Wartość statystyki  $\chi^2$  obliczona dla danych z Tabeli 6 jest mniejsza od wartości krytycznej ( $\chi^2 = 0,67 < \chi^2_{\alpha} = 3,841$ ), co oznacza, że nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o tym, że wynik testu zależy od wykształcenia (12). Wartości współczynników Cramera ( $V = 0,179$ ) i Yule'a ( $\varphi_{kor} = 0,571$ ) wskazują na występowanie takiej zależności i potwierdzają brak wystarczających przesłanek do odrzucenia hipotezy zerowej (12).

Wyniki uzyskane przez osoby bez wady wzroku są tylko nieznacznie lepsze od wyników uzyskanych przez osoby z wadą (Rys. 12). Natomiast statystyka  $\chi^2$  obliczona

dla danych z Tabeli 5 wykazuje, że nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o tym, że wynik badania zależy od posiadanej wady wzroku (11) ( $\chi^2 = 0,024 < \chi^2_{\alpha} = 3,841$ ). Aczkolwiek siła tej zależności jest nieznaczna, prawie niezauważalna, o czym świadczą wartości współczynników Cramera i Yule'a ( $V = 0,034$ ;  $\varphi_{kor} = -0,182$ ).

Na podstawie Rys. 13 można by sądzić, że wiek osoby biorącej udział w badaniu miał wpływ na jego wynik. Najlepsze wyniki zaobserwowano dla osób w przedziale wiekowym 26 – 30 lat. Jednak na podstawie rozkładu zaobserwowanych podczas eksperymentu wyników w funkcji wieku (Rys. 14) należy stwierdzić nieznaczną korelację pomiędzy tymi zmiennymi. Tylko 8% zmian wartości zmiennej objaśnianej zostało wyjaśnione przez zmiany zmiennej objaśniającej (wiek), co wynika z wartości współczynnika determinacji ( $r_{xy}^2 = 0,08$  - Tabela 3).

#### 4. WNIOSKI

W wyniku eksperymentu stwierdzono, że nie ma wystarczających przesłanek do odrzucenia przyjętych hipotez zerowych. W związku z powyższym należy stwierdzić, że zdolność rozpoznawania obiektów podwodnych obserwowanych za pomocą zbudowanego systemu jest zależna od:

- płci obserwatora,
- wykształcenia obserwatora,
- posiadanej przez niego wady wzroku.

Stwierdzone zależności nie są jednak silne, o czym świadczą uzyskane wartości współczynników Cramera i Yule'a, na tyle małe, że mogą być pominięte.

Wyników powyższego eksperymentu nie można jednak przetransponować na całą populację. Próba była, co prawda losowa, ale zbyt nieliczna i wnioski uogólnione były by na tej podstawie zbyt daleko idące [9]. Z tych powodów powyższe badanie należy traktować jako pilotażowe. Na obecnym etapie można stwierdzić jedynie, że eksperyment posłużył do określenia tendencji. Ewentualne dalsze badania należy prowadzić z zastosowaniem przedstawionej w niniejszym materiale metodyki, ale na o wiele większej liczbie ochotników.

#### LITERATURA

1. Jachimski J., Mikrut Sł. „Wpływ kompresji JPEG na wykrywanie cech na obrazach cyfrowych” „Automatyka” Tom 10, Zeszyt 3, 2006 rok, str. 365 – 371,
2. Olejnik A. „Analiza systemów wizyjnych pod kątem ich zastosowania w zobrazowaniu przestrzennym obiektów podwodnych” Polish Hyperbaric Research ISSN 1734 – 7009 Nr 2 (15) 2006 rok, str. 31 – 66,
3. Olejnik A. „System przestrzennej obserwacji obiektów podwodnych” Diagnostyka ISSN 641 – 6414 Nr 2 (42) 2007 rok, str. 93 – 97,
4. Olejnik A., Grabiec D., „System przestrzennego zobrazowania obiektów podwodnych. Etap I Analiza systemów wizyjnych” Praca statutowa AMW, Gdynia AMW 2005 rok,
5. Olejnik A. „Obiekt podwodny jako przedmiot diagnostyki technicznej – problematyka podstawowa” Polish Hyperbaric Research ISSN 1734 – 7009 Nr 3(12) 2005 rok, str. 31 - 46,

6. Praca zbiorowa pod redakcją A. Olejnik „System przestrzennego zobrazowania obiektów podwodnych. Etap II Budowa i badania systemu” Praca statutowa AMW, Gdynia AMW 2006 rok,
7. Plucińska A., Pluciński E. „Probabilistyka – Rachunek Prawdopodobieństwa, Statystyka Matematyczna, Procesy Stochastyczne” Wydawnictwo Naukowo – Techniczne Warszawa 2000 rok, ISBN 83-204-3243-X,
8. Sobczyk M. „Statystyka” Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998 rok, ISBN 83-01-11241-7,
9. Zieliński T. „Jak pokochać statystykę – czyli Statystica do poduszki” Wyd. StatSoft Polska Sp. z o.o. Kraków 1999 rok, ISBN 83-904735-7-7,

Autor:

**kmdr por. dr inż. Adam Olejnik** jest pracownikiem naukowo – dydaktycznym Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni. Pracuje w Zakładzie Technologii Nurkowania i Prac Podwodnych. Zajmuje się diagnostyką obiektów podwodnych metodami wizyjnymi, poszukiwaniem i identyfikacją zatopionych obiektów za pomocą pojazdów bezzałogowych oraz eksploatacją systemów hiperbarycznych.