



Andrzej Wręczycki  
Akademia im. Jana Długosza  
Al. Armii Krajowej 13/15, 42-200 Częstochowa,  
e-mail: a.wreczycki@interia.pl

## PRÓBA WYKORZYSTANIA TUNELU AERODYNAMICZNEGO W SZKOLENIU I ANALIZIE BEZPIECZEŃSTWA W ŻEGLARSTWIE

**Streszczenie.** Jednym z zadań inżynierii bezpieczeństwa jest szkolenie obejmujące specyfikę stanowiska pracy. Często, ze względów bezpieczeństwa, wysokich kosztów, konieczności współdziałania wielu osób na różnych stanowiskach, stosuje się w tym celu modele, symulatory lub trenażery. Żeglarstwo jest taką formą działalności, która wiąże się z ryzykiem, niebezpieczeństwem, wymaga umiejętności podejmowania decyzji, wyćwiczenia przez załogę procedur opartych na poleceniach, meldunkach, komen-dach oraz współdziałania członków załogi.

Tunel aerodynamiczny jest wykorzystywany w żeglarstwie w projektowaniu kadłubów jachtów i trymowaniu ożaglowania. Nie ma natomiast doniesień literaturowych o stosowaniu tunelu aerodynamicznego do interakcyjnego, dynamicznego uczenia manewrowania jachtem, które jest realizowane za pomocą realnego modelu jachtu. W pracy przyjęto tezę, iż można wykorzystać tunel aerodynamiczny do nauczania żeglarstwa oraz analizy bezpieczeństwa w zakresie teorii i praktyki manewrowania jachtem.

Przedstawiono propozycję wykorzystania tunelu aerodynamicznego do pogładowego przedstawienia zagadnień stateczności, nawietrzności i zawietrzności jachtu, sił działających na jacht w czasie ruchu, podstawowych zasad aerodynamiki ożaglowania i jego sprawności aerodynamicznej przy różnych kursach względem wiatru. Zaletą jest możliwość wizualizacji linii przepływu powietrza wokół żagli. Przygotowano procedury szkoleniowe opisujące wykorzystanie symulatora oraz przedstawiono koncepcję programową i metodyczną dla kierunku *turystyka z nautyki*, dziedziny, która jest sumą wiedzy, umiejętności i doświadczeń przyrodniczych związanych z żeglugą w dorobku naszej cywilizacji.

**Słowa kluczowe:** nauczanie żeglarstwa, teoria żeglowania.

## Wstęp

W wielu aspektach życia codziennego coraz częściej porusza się temat bezpieczeństwa. Żeglarstwo, jak każda inna forma turystyki kwalifikowanej, niesie ze sobą określone zagrożenia, w których czynnik ryzyka można jednak minimalizować. Praktyka wskazuje, iż o bezpieczeństwie w żeglarstwie decyduje przede wszystkim pogoda połączona z ludzkim błędem. Na niebezpieczeństwo związane z „siłą wyższą” mamy co najmniej ograniczony wpływ, ale można i trzeba eliminować ryzyko związane z niewłaściwym użytkowaniem jachtu. Poznanie teoretycznych podstaw sztuki żeglowania i nabycie niezbędnych wiadomości i umiejętności praktycznych jest nieodzownym warunkiem bezpiecznej rekreacji. Szkolenie w żeglarstwie ma swoją specyfikę. Konieczność współpracy załogi na jachcie, standardowe procedury zwrotów i manewrów jachtem, hierarchiczność decyzji i sposób przekazywania komend, skłaniają do poszukiwania nowych metod szkolenia z wykorzystaniem modeli, symulatorów i trenerów. Symulatory i trenerzy mają zastosowanie, gdy chodzi o względy bezpieczeństwa, wysokie koszty szkolenia lub współdziałanie wielu osób na różnych stanowiskach. Jest to jedno z zadań inżynierii bezpieczeństwa, szczególnie cel ergonomii.

W pracy podjęto próbę wykorzystania do szkolenia stanowiska demonstracyjnego do nauki żeglowania z wykorzystaniem tunelu aerodynamicznego. Niniejsze opracowanie opiera się w części na wcześniej publikowanych pracach [12, 13, 14], zwrócono uwagę na metodykę realizacji zagadnień bezpieczeństwa w żeglarstwie w ramach przedmiotu *nautyka a ekoturystyka*, który był realizowany na kierunku ochrona środowiska w Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie.

## Żeglarskie zasady bezpieczeństwa w aktach prawnych

Prawne warunki dotyczące zasad i odpowiedzialności osób uprawiających sporty wodne są określone w Rozporządzeniu Ministra Sportu z dnia 9 czerwca 2006 r. w sprawie uprawiania żeglarstwa (D. U. Nr 105 r., poz. 712). Posiadanie wymaganych kwalifikacji do uprawiania żeglarstwa stwierdza się nadaniem odpowiedniego patentu żeglarskiego Polskiego Związku Żeglarskiego. W Polsce obowiązują następujące patenty żeglarskie: żeglarza jachtowego, sternika jachtowego, jachtowego sternika morskiego, kapitana jachtowego. Dla amatorskiego żeglarstwa w Polsce ważną regulacją prawną jest Ustawa z dnia 23 sierpnia 2007 roku o zmianie ustawy o sporcie kwalifikowanym oraz niektórych innych ustawach, która wprowadza tzw. „bezpatencie”, na mocy którego bez patentu można prowadzić jachty do 7,5 m długości kadłuba dla jachtów żaglowych oraz 10 kW mocy silnika dla jachtów motorowych. W środowisku

żeglarskim aktualnie diskutowane są dwie przeciwstawne propozycje nowych regulacji prawnych: rządowa o przeniesieniu spraw związanych z żeglarstwem do ministerstwa transportu, co może skutkować licencjami, obostrzonymi badaniami technicznymi jednostek i obowiązkowymi ubezpieczeniami, oraz projekty społeczne, odwołujące się do praw wolności obywatelskich, o odstąpieniu od kodyfikacji spraw żeglarskich.

## Uwarunkowania szkolenia w żeglarstwie

Żeglarstwo jest formą aktywnego działania, w której wymaga się opanowania dość dużej wiedzy specjalistycznej i umiejętności technicznych. Woda jest żywiołem niebezpiecznym i opanowanie umiejętności żeglarskich może decydować nawet o życiu żeglarza.

Od początku powstania Głównej Komisji Szkolenia Polskiego Związku Żeglarskiego można dostrzec próby unifikacji przebiegu szkolenia żeglarskiego, ujednoczenia treści programowych, wymagań egzaminacyjnych, metod prowadzenia zajęć, zestawów pomocy szkoleniowych, systemów organizacyjnych itp. Ważną rolę w tym procesie odegrały książki wydane w ramach Biblioteczki Żeglarskiej, rekomendowane jako podstawowe podręczniki do nauczania żeglarstwa. Książki tej serii wprowadziły standardy treści i kanon pojęć niezbędnych w szkoleniu.

Szkolenie żeglarskie ma swoją specyfikę, o czym piszą w *Metodach szkolenia w żeglarstwie* (wyd. Biblioteczki Żeglarskiej) Zbigniew Chodnikiewicz i Andrzej Janikowski [2]: „Pragniemy zwrócić szczególną uwagę [...] na sposób przedstawienia niektórych zagadnień metodycznych w rozdziale pt. *Metodyka prowadzenia zajęć na jachtach żaglowych*. Otóż w tej części nie sposób mówić o metodyce szkolenia bez przyjęcia pewnej koncepcji technicznego wykonania manewru. Zdajemy sobie sprawę, że istnieje szereg „szkół” manewrowania; poglądy na te sprawy są czasami kontrowersyjne nawet wśród tych, którzy osiągnęli najwyższy stopień wtajemniczenia, wynikający z przebogatego własnego doświadczenia żeglarskiego. Spodziewamy się więc głosów protestu, ba – nawet oburzenia, które zabrzmi po ukazaniu się niniejszego opracowania. Niemniej jednak, podejmując się tej pracy, musieliśmy przyjąć pewną technikę manewrowania, by w stosunku do niej omówić metody szkolenia”.

Biorąc pod uwagę cytowane powyżej słowa, w kontekście eksperymentu wykorzystania stanowiska z tunelem aerodynamicznym do nauki żeglarstwa, w interpretacji wyników eksperymentu oparto się na następujących pozycjach Biblioteczki Żeglarskiej:

- w zakresie nauczania manewrowania jachtem pod żaglami – Jerzy Szelestowski, *Vademecum manewrowania jachtem pod żaglami* [11];

- Franciszek Haber, *Vademecum żeglarsza i sternika jachtowego* [6].
- w zakresie nauczania komend żeglarskich – Tadeusz Adamowicz, Marek Berkowski, *Komendy żeglarskie* [1]; Jerzy Dziewulski, Marek Berkowski, Zbigniew Dąbrowski, *Manewrowanie jachtem żaglowym. Komendy, polecenia, ostrzeżenia i meldunki* [4].
  - w zakresie nauczania jachtowych robót bosmańskich – Adam Gańko, Jerzy Dziewulski, *Jachtowe roboty bosmańskie* [5]; Maria Costantino, *Krok po kroku. Węzły* [3].
  - w zakresie nauczania metod szkolenia w żeglarstwie – Zbigniew Chodnikiewicz, Andrzej Janikowski, *Metody szkolenia w żeglarstwie* [2].
  - w zakresie metodyki szkolenia – Steve Sleight, *Żagle. Trening z instruktorem na filmie DVD*, na dołączonej płycie DVD opracowanie zawiera filmy z zajęć na wodzie i animacje komputerowe treści szkolenia [10]; Franciszek Haber, *Vademecum nauczyciela żeglarstwa* [7].

### **Stanowisko demonstracyjne w tunelu aerodynamicznym do pogładowego nauczania żeglowania**

Zaproponowany w pracy model (symulator) do nauki żeglowania umożliwia jednocześnie szkolenie całej załogi, wymaga współdziałania wszystkich jej członków, którym przydzielono odpowiednie stanowiska manewrowe. Równocześnie obsługę modelu jachtu na symulatorze mogą stanowić dwaj członkowie załogi obsługujący lewy i prawy foką szot, szotmen grota, szotmen bezana, sternik i kapitan (najczęściej tradycyjnie na mniejszych jednostkach rolę kapitana sprawuje sternik). Model jachtu umieszczony jest w strumieniu powietrza. Członkowie załogi fizycznie, „do ręki”, dostają szoty lub ster, którymi posługują się zgodnie ze sztuką żeglarską, a więc zgodnie z komendami luzują lub wybierają szoty, ostrzą lub odpadają, chociaż posługują się w tym celu mniejszymi gabarytowo linami i mniejszą co do wartości siłą. Model jachtu na symulatorze reaguje na ich działania jak prawdziwy jacht na wodzie, którego żagle wypełnione są wiatrem. Dodatkowo można zmieniać o pewien kąt kierunek strumienia powietrza, co obrazuje występujące w rzeczywistości nagłe zmiany kierunku wiatru, na co powinna umieć zareagować załoga jachtu.

Działanie symulatora żeglowania opiera się na wykorzystaniu tunelu aerodynamicznego. Pierwszy tunel zbudowali prawdopodobnie bracia Wright – twórcy samolotu. Jest to podstawowe urządzenie badawcze wykorzystywane w aerodynamice doświadczalnej.

Istota działania:

- jednorodny strumień powietrza opływa badany przedmiot;
- z zasady względności ruchu wynika, że poruszające się powietrze działa tak

samo na model, jakby to powietrze było nieruchome, a poruszał się w nim model;

- dla stacjonarnego obserwatora zjawiska występujące na modelu odpowiadają jego zachowaniu się w trakcie rzeczywistego ruchu.

Zaproponowany w pracy swego rodzaju symulator do nauki żeglowania jest systemem modelowym. Rozwiązanie techniczne modelu jest przedmiotem zgłoszenia patentowego. Model może być wykorzystany do demonstracji i poglądowego przedstawienia następujących zasad obsługi jachtu:

- stawianie i zrzucanie żagli;
- ustawianie żagli w kursie bejdedwind;
- ustawianie żagli w półwiatrze;
- ustawianie żagli w kursie baksztag;
- ustawianie żagli w kursie fordewind;

Zmiany kursów i manewrów złożonych:

- ostrzenie (kurs na wiatr);
- odpadanie (odchodzenie od linii wiatru);
- zwrot przez sztag;
- zwrot przez rufę;
- różne kombinacje zwrotów, np. manewrowanie w ósemce sztagowej, dojście do boi, dojście do pomostu itp.

Przedmiotem eksperymentu jest jakościowa analiza zachowania się modelu, a nie ilościowe badanie sił występujących na ożaglowaniu, co zmuszałoby do przyjęcia współczynników korekcyjnych wynikających z braku składowej ruchu jachtu względem kierunku wiatru. Niemniej możliwym jest potencjalne wykorzystanie stanowiska demonstracyjnego, po zamontowaniu odpowiednich czujników tensometrycznych umieszczonych na modelu, do:

- ustalania różnicy ciśnień przy opływie profili żagli przez wiatr;
- dokonania pomiaru sił działających na żagle w różnych kursach względem wiatru
- wizualizacji przepływu strug wiatru na żaglach w różnych kursach.

Czujniki tensometryczne, np. CL-17 pm, współpracują z przetwornikami służącymi do precyzyjnych pomiarów sił działających na model i zamiany ich wartości na sygnał elektryczny, który jest rejestrowany przez interfejs pomiarowy.

## Dyskusja wyników eksperymentu

Symulator do nauki manewrowania jest systemem modelowym. Warto przeprowadzić dyskusję, na ile możliwe jest jego wykorzystanie w stosunku do

realnie występujących warunków w praktyce żeglarskiej oraz możliwości szkolenia zgodnie z procedurami manewrów i zwrotów zalecanych w podręcznikach rekomendowanych do szkolenia.

### **Rozpoznawanie kierunku wiatru**

Pierwszoplanową sprawą w nauczaniu żeglarstwa jest umiejętność rozpoznawania kierunku wiatru przez żeglarza na płynącym jachcie. Kierunek wiatru odczuwany przez załogę w ruchu jachtu jest inny niż kierunek wiatru wskazywany na nabrzeżu, np. przez drzewo, które wyginając się, wskazuje wiatr rzeczywisty. Gdy jacht porusza się, oddziałuje na niego wiatr własny – równy prędkości jachtu, ale przeciwnie skierowany. Wiatr odczuwany przez żeglarza na jachcie zawsze jest wypadkową wiatru rzeczywistego i własnego jachtu i określany jest wiatrem pozornym, aczkolwiek to on realnie wypełnia żagle. Wiatr pozorny jest zawsze ostrzejszy od rzeczywistego, a może być [8]:

- słabszy, powolniejszy od rzeczywistego – zawsze przy fordewindzie, gdy stanowi różnicę prędkości wiatru rzeczywistego i jachtu, ale też na kursach baksztagowych, dla powolnych jachtów, gdy wpływ prędkości własnej jachtu nie jest duży,
- szybszy i silniejszy od rzeczywistego – dla wszystkich jachtów przy żegludze na wiatr, a dla jachtów bardzo szybkich – najszybszy przy baksztagu.

Na żagle zawsze oddziałuje wiatr pozorny i według niego ustawiamy żagle, ale w omawianym symulatorze (modelu) występuje tylko wiatr rzeczywisty, dlatego ustawienia żagli na modelu różnią się od optymalnego, proporcjonalnie do hipotetycznej prędkości jachtu (gdyby jacht rzeczywiście płynął) i kierunku wiatru rzeczywistego. Model jachtu nie wykazuje dryfu, któremu podlegają, w mniejszym lub większym stopniu, wszystkie jednostki o napędzie żaglowym, ale skutkuje to jedynie niewielką zmianą kątową kursu jednostki.

Fakt ten nie wpływa jednak zasadniczo na możliwość symulacji zwrotów i manewrowania jachtem, gdyż w konsekwencji jacht zajmuje jedynie inne położenie katowe na makiecie, niż miałby w rzeczywistości (kąt ten można oszacować i nie wyniesie on więcej niż kilka stopni), a procedura manewru lub zwrotu od tych wielkości jest niezależna. Symulator można wykorzystać do dokładnego wyznaczenia (zmierzenia) kąta martwego w żeglowaniu na wiatr, co można wykorzystać w interpretacji konieczności halsowania jachtem w celu osiągnięcia zamierzonego celu podróży.

### **Wykorzystanie modelu do wizualizacji przepływu strug wiatru na żaglach – stawianie żagli i trym żagli w różnych kursach**

Jacht nie może płynąć dokładnie pod wiatr. Siła pozwalająca jachtowi żeglować pod pewnym kątem w stronę, skąd wieje wiatr, podobna jest do siły



dającej wznoszenie skrzydłom szybowca. Żagiel staje się odpowiednikiem płata nośnego.

Dobrze wytrimowany żagiel ma charakterystykę płata, którego profil jest krzywą paraboliczną, posiadającą punkt najgłębszy niedaleko masztu i dążącą do osiągnięcia płaskiej powierzchni w miarę zbliżania się do liku wolnego. Powietrze, opływając żagiel (pędnik), zgodnie z prawem Pascala, oddziałuje zawsze prostopadle na powierzchnię, z którą się styka.

Powietrze opływające żagiel w związku z jego profilem zmienia kierunek swego ruchu. Cząsteczki powietrza po zawietrznej mają większą drogę do przebycia od cząsteczek pędzących po nawietrznej. Zgodnie z prawem laminarnego ruchu, dla tej prędkości ruchu cząsteczek, cząsteczki powietrza rozdzielone na dwie strugi opływające żagiel muszą spotkać się w tym samym czasie przy liku tylnym żagla. W konsekwencji cząsteczki powietrza biegnące po stronie zawietrznej muszą przyspieszyć.

Zgodnie z prawem Bernoulliego, wzrost prędkości przepływu powoduje spadek ciśnienia. Dlatego też po obu stronach żagla powstaje różnica ciśnień. Po stronie nawietrznej wystąpi nadciśnienie w stosunku do ciśnienia atmosferycznego, spowodowane wystąpieniem na drodze cząsteczek powietrza przeszkody, jaką jest żagiel, natomiast po stronie zawietrznej występuje znaczne podciśnienie, wynikłe z przyspieszonego przepływu cząsteczek powietrza.

Różnica ciśnień powoduje powstanie siły aerodynamicznej, która stara się przemieścić żagiel z obszaru o ciśnieniu wyższym do niższego. Działa ona na cały żagiel, w przybliżeniu prostopadle do jego powierzchni. Dla lepszego zobrazowania można wszystkie siły powstające w poszczególnych punktach żagla zsumować i zastąpić je jednym wektorem. Jest to wypadkowa siła aerodynamiczna. Pokazuje ona w jakim kierunku będzie chciał przemieszczać się żagiel na skutek różnicy ciśnień po jego obu stronach.

Rozpylenie w tunelu aerodynamicznym np. barwnego aerozolu wskazuje obserwatorowi drogę strug powietrza, co można wykorzystać do właściwego trymu żagli, ewentualnie demonstracji działania foka jako dyszy (tzw. dyszowe działanie foka). Prawidłowo wybrany fok stanowi wraz z przednią krawędzią grotu wąską szparę zwaną slotem. Aby w niezmienionej objętości cząsteczki wiatru przeszły przez slot, muszą przyspieszyć, co w efekcie powoduje dalsze obniżenie ciśnienia po zawietrznej stronie grotu. Następuje ssanie i zwiększa się tym samym siła aerodynamiczna na grocie. Aczkolwiek na dyszowe działanie foka istnieje również zgoła odmienny pogląd, który prezentuje również prekursor badań trymu żagli w tunelu aerodynamicznym, autor „kultowej” teorii żeglowania, Czesław Marchaj [9]. Oczywiście omawiany symulator nie rozstrzyga odwiecznego problemu żeglarzy odnośnie do dyszowego działania foka, ale umożliwia atrakcyjne przedstawienie argumentów obu stron sporu, przy okazji pozwala zwrócić uwagi na znaczenie właściwego trymu żagli.

### **Ostrzenie na wiatr i odpadanie od linii wiatru**

Manewry proste polegają na zmianie kierunku żeglowania z uwzględnieniem siły i przede wszystkim kierunku wiatru. Zmianę kierunku ruchu realizujemy odpowiednim ustawieniem żagli i steru. Działanie steru jest skuteczne tylko w czasie ruchu jachtu względem wody.

W symulatorze naturalna praca steru zastąpiona jest mechanizmem utrzymującym położenie jachtu względem wiatru. W związku z tym w modelu nie występuje tendencja do samoczynnego ostrzenia lub odpadania jachtu, która w rzeczywistych warunkach wymaga kontrowania sterem, aby uniknąć zmiany kursu.

Tendencja do ostrzenia lub odpadania jachtów jest naturalną skłonnością wynikającą z konstrukcji jachtów. Nawietrzność i zawietrzność można zmieniać, zmieniając wielkość i ustawienie żagli – wybierając je lub luzując, a także przez odpowiednie rozmieszczenie załogi. Przyjmuje się, że nawietrzność jest bezpieczniejsza, bo prowadzi do ustawienia łodzi w linii wiatru i zlikwidowania przechyłu, ale z kolei powoduje to wytracenie prędkości, co może pozbawić jacht zdolności manewrowej. Najlepiej kiedy łódź jest zrównoważona, ale stan taki w trakcie pływania ulega zmianom, które można niwelować pracą na sterze. Te elementy, wynikające z teorii żeglowania, należy uwzględnić jako ważną poprawkę przy wykorzystywaniu omawianego modelu (symulatora) nauki żeglowania.

### **Procedury zwrotów i manewrów jachtem**

Narzędziem do sprawnego prowadzenia jachtu jest system komend i poleceń, który jest rezultatem tradycji ukształtowanej wieloletnią praktyką różnych ludzi na różnych akwenach i w najróżniejszych warunkach.

Główna Komisja Szkolenia Polskiego Związku Żeglarskiego zleciła opracowanie komend, które po raz pierwszy drukiem ukazały się w 1967 r. Tekst przedstawiony w Trzebieży w 1968 roku na ogólnopolskiej konferencji instruktorów-egzaminatorów PZZ przyjęty został jako obowiązujący i zalecony jako podstawowy podręcznik w zakresie nauczania komend żeglarskich.

W latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku ukazał się podręcznik Jerzego Dziewulskiego, Marka Berkowskiego i Zbigniewa Dąbrowskiego pt. *Manewrowanie jachtem żaglowym, Komendy, polecenia, ostrzeżenia i meldunki* [4], który jest rekomendowany do szkolenia.

W omawianym symulatorze w pełni możliwa jest techniczna realizacja komend i poleceń za pomocą szotów i steru (funkcję steru w modelu spełnia mechanizm utrzymujący położenie jachtu względem wiatru). Model jachtu ma zdolności manewrowe, zgodnie z procedurami, które realizuje się za pomocą systemu komend i poleceń.



## Koncepcja programowa i dydaktyczna zajęć z nautyki i ekoturystyki

Poniżej przedstawiono koncepcję programową i metodyczną realizacji zagadnień z nautyki, która spełnia postulat wieloprezedmiotowego spojrzenia na szkolenie żeglarskie. Zaproponowana tematyka zajęć – nautyka – jako suma wiedzy i doświadczeń przyrodniczych związanych z żeglugą odnosi się do ważnych zagadnień dorobku naszej cywilizacji, a ekoturystyka – niejako wywodząca się z nautyki powinna kształtować postawy wobec środowiska naturalnego.

Omawiany w pracy projekt był realizowany w formie zajęć dydaktycznych, jako przedmiot do wyboru dla specjalności *turystyka* na kierunku *ochrona środowiska* w Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie [15]. Zajęcia obejmowały 15 godzin wykładu i 30 godzin ćwiczeń w ramach przedmiotu *ekoturystyka a nautyka*.

### Założenia i cele przedmiotu

Wiedza nautyczna, dotycząca bezpiecznej żeglugi, żeglarstwa, locji i nawigacji, astronomii nautycznej, meteorologii, jest najstarszą dziedziną wiedzy i umiejętności praktycznych, doskonałą i wykorzystywaną w praktyce od starożytności, obecnie między innymi w żeglarstwie. Współczesne żeglarstwo jest formą kwalifikowanej turystyki i wyróżnia się tym, że aktywnie przyczynia się do ochrony dziedzictwa przyrodniczego i kulturowego. Celem przedmiotu jest charakterystyka uwarunkowań przyrodniczych, techniki żeglarskiej i wartości kulturowych yachtingu w dobie potrzeby rozwoju zrównoważonej turystyki.

### Ramowy program przedmiotu

**Wykład.** Charakterystyka yachtingu na tle celów i form ekoturystyki. Rola turystyki zrównoważonej według Światowej Rady Podróży i Turystyki (WTTC). Historia rozwoju żeglarstwa. Organizacja sportu żeglarskiego i turystyki wodnej w Polsce. Wiadomości o jachtach żaglowych. Aero- i hydrodynamiczne podstawy teorii żeglowania. Teoria żeglowania. Locja. Nawigacja. Prace bosmańskie. Teoria manewrowania jachtem żaglowym. Etyka i etykieta jachtowa. Obyczajowość i kultura żeglarska. Szanty. Komentarze i wyjaśnienia dotyczące reguł i przepisów żeglowania i sytuacji nadzwyczajnych na wodzie. Meteorologia. Ratownictwo. Podstawowe zasady ochrony wody w środowisku naturalnym i podczas rekreacji. Żeglarskie szlaki turystyczne w Polsce.

**Konwersatorium.** Kryteria podziału i ewolucje konstrukcji jachtów żaglowych. Typy osprzętu żaglowego, omasztowanie, olinowanie, wyposażenie kadłuba. Przeznaczenie i rozmieszczenie żagli na jachcie. Teoria żeglowania. Prace bosmańskie (zajęcia praktyczne). Teoria manewrowania jachtem żaglowym w praktyce: stawianie żagli; ustawienia jachtu i żagli w kursie bejdewind, półwiatr, baksztag, fordewind; ostrzenie na wiatr i odpadanie od linii wiatru; zwrot przez sztag i rufę; kombinacje zwrotów (ósemka sztagowa, dojście do boi) – demonstracja i ćwiczenia praktyczne na modelu żaglówki w tunelu aerodynamicznym. Wizualizacja przepływu strug wiatru na żaglach w różnych kursach. Locja wybranych turystycznych szlaków wodnych w Polsce.

**Metody dydaktyczne.** Wykład wspomagany pokazem multimedialnym, ćwiczenia praktyczne na modelu w tunelu aerodynamicznym.

## Podsumowanie i wnioski

Modelowanie i projektowanie eksperymentu umożliwia doskonalenie metodyki kształcenia. Przedstawiona propozycja należy do metod aktywizujących działalność uczącego się. Zaletą jest również możliwość ćwiczenia współdziałania członków załogi, co w wyszkoleniu żeglarskim odgrywa ważną rolę.

W odniesieniu do przedstawionego projektu narzuca się generalny wniosek, iż symulator żeglowania pozwala szkolącym się spojrzeć na sztukę żeglowania z pewnej perspektywy i wtedy ich działania, trudne do ogarnięcia na rzeczywistym jachcie, stają się sensowne, gdy można je zobaczyć całościowo, w pewnej skali. Możliwe jest zatrzymanie (stop – klatka), powtórzenie elementu manewru, poprawienie i przećwiczenie komend, co w rzeczywistym rejsie możliwe jest dopiero w następnym cyklu manewrowym.

Nauczanie żeglarstwa, nawet gdy chodzi o przyswojenie umiejętności technicznych, powinno odwoływać się do tradycji, historii i wyjaśnień terminologicznych, aby adept sztuki żeglarskiej postępował zgodnie z zasadami etyki i etykiety żeglarskiej, co czyni żeglarstwo zajęciem elitarnym, nawiązującym do dorobku nautyki w historii rozwoju cywilizacji.

Z analizy działania symulatora w aspekcie teorii i praktyki żeglowania wynikają następujące wnioski:

- na symulatorze wiatr pozorny równy jest co do siły i kierunku z wiatrem rzeczywistym, wskutek braku składowej wiatru własnego jachtu. Konsekwencją jest niewielka zmiana położenia kąтового modelu jachtu w stosunku do rzeczywistej pozycji jachtu, gdyby miał on prędkość własną. Fakt ten nie wpływa na możliwości manewrowe modelu jachtu.
- początkującym żeglarzom wiele trudności sprawia wycucie kierunku wiatru (pozornego i rzeczywistego), co w konsekwencji decyduje o powodzeniu

- manewrów. Na symulatorze jest łatwo rozpoznawalny stały kierunek wiatru rzeczywistego, co ułatwia zrozumienie istoty manewrowania jachtem.
- nie występuje na symulatorze samoczynna tendencja modelu jachtu do ostrzenia lub odpadania, co zawsze w mniejszym lub większym stopniu zachodzi w praktyce żeglarskiej. Zagadnienie to powinien zademonstrować na modelu instruktor, aby unaocznić znaczenie kontrowania sterem w utrzymaniu kursu jachtu.
  - zwroty przez sztag i rufę realizuje się na modelu zgodnie z procedurami poleceń i komend określonych w teorii żeglowania, co umożliwi wykonywanie manewrów złożonych.
  - w symulatorze możliwa jest wizualizacja przepływu strug wiatru w różnych kursach i trymowania żagli. Można dokładnie określić kąt martwy dla jachtu i analizować kursy w halsowaniu.

## Literatura

- [1] Adamowicz T., Berkowski M., Komendy żeglarskie, Wydawnictwo Sport i Turystyka, Warszawa, 1984.
- [2] Chodnikiewicz Z., Janikowski A., Metody szkolenia w żeglarstwie, Wydawnictwo Sport i Turystyka, Warszawa, 1982.
- [3] Costantino M., Kok po kroku. Węzły, Oficyna Wydawnicza Delta W-Z, Warszawa, 2007.
- [4] Dziewulski J., Berkowski M., Dąbrowski Z., Manewrowanie jachtem żaglowym. Komendy, polecenia, ostrzeżenia i meldunki, Oficyna Wydawnicza Alma-Press, Warszawa, 1995.
- [5] Gańko A., Dziewulski J., Jachtowe roboty bosmańskie, Wydawnictwo Sport i Turystyka, Warszawa, 1978.
- [6] Haber F., Vademecum żeglarza i sternika jachtowego, Wydawnictwo WILGA Sp. z o.o., Warszawa, 2004.
- [7] Haber F., Vademecum nauczyciela żeglarstwa, Wydawnictwo WILGA Sp. z o.o., Warszawa, 2004.
- [8] Latek S.: Vademecum turysty żeglarza, Wydawnictwo PTTK „Kraj”, Warszawa, 1989.
- [9] Marchaj C., Teoria żeglowania, Alma-Press Sp. z o.o., Warszawa, 2000.
- [10] Sleight S., Żagle. Trening z instruktorem na filmie DVD, Global Wydawnictwo Naukowe PWN S.A., Warszawa, 2006.
- [11] Szelestowski J., Vademecum manewrowania jachtem pod żaglami, Wydawnictwo Sport i Turystyka, Warszawa, 1987.

- [12] Wręczycki A., Wykorzystanie tunelu aerodynamicznego do nauki żeglarstwa, [w:] Drozdek-Małolepsza T., Rodziewicz-Grunh J. (red.), *Z dziejów kultury fizycznej i turystyki w Polsce*, t. 2, Częstochowa, Akademia im. Jana Długosza, s. 233–245.
- [13] Wręczycki A., Próba wykorzystania tunelu aerodynamicznego w szkolnym laboratorium przyrody, [w:] Nodzyńska M. (red.), *Od teorii naukowej do pomocy dydaktycznej w przedmiotach przyrodniczych*, Kraków, Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej, s. 78–83.
- [14] Wręczycki A., Ekoturystyka a nautyka. Projekt dydaktyczny dla specjalności turystyka na kierunkach studiów przyrodniczych, [w:] Paśko J.R., Żesławska E., Żylewska A. (red.), *Badania w dydaktykach nauk przyrodniczych*. Kraków, Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej, s. 149–151.
- [15] Wręczycki A., *Sylabus Ochrona Środowiska*, Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie, Częstochowa, 2011.

Andrzej Wręczycki  
*Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie*

## **AN ATTEMPT AT APPLICATION OF THE AERODYNAMIC TUNNEL IN YACHT TRAINING AND SAILING SAFETY ANALYSIS**

### **Abstract**

One of the tasks of safety engineering is job-specific training. Models, simulators or training devices are often used for safety reasons, due to high costs and the need of cooperation of many people in various positions. Sailing is an activity which is connected with risk and danger, which requires decision making skills, crew practice of procedures based on orders, dispatches, commands and cooperation of crew members.

The aerodynamic tunnel is used in sailing for designing yacht hulls and sail trimming. However, there is no literature concerning any application of the aerodynamic tunnel for interactive dynamic training in yacht maneuvering, which is carried out by means of an ideal yacht model. In the paper a thesis has been adopted that the aerodynamic tunnel can be used for yacht training and safety analysis within the scope of theory and practice of yacht maneuvering.

The paper describes a proposal of application of the aerodynamic tunnel for visual presentation of the issues of the yacht stability, windward and leeward directions, forces affecting the yacht during its movement, basic principles of rigging aerodynamics and its aerodynamic efficiency on different courses in relation to wind. An advantage of the aerodynamic tunnel is the possibility of visualisation of the lines of air stream flows around the sails. Training procedures have been prepared describing the application of a simulator and a proposal of a syllabus and teaching methodology has been presented for a course of Nautics, a branch of science which is the sum of knowledge, skills and experience connected with navigation in the history of our civilization, within the degree programme in Tourism.

**Keywords:** yacht training, sailing theory.