

XVII Konferencja Naukowo-Techniczna

TKI2024

TECHNIKI KOMPUTEROWE W INŻYNIERII

15–18 października 2024

Badania nad projektem koncepcyjnym innowacyjnej jednostki pływającej służącej do oczyszczania wód portowych i odbioru odpadów ze statków

Karol Niklas¹, Maciej Reichel¹, Ewa Marcinkiewicz²

¹Institut Budowy Okrętów, Politechnika Gdańska

²Seatech Engineering Ltd, Gdańsk

email: karol.niklas@pg.edu.pl, maciej.reichel@pg.edu.pl, e.marcinkiewicz@seatech.com.pl

STRESZCZENIE: W ostatnich latach nastąpiło wprowadzenie nowych regulacji prawnych dotyczących odbioru odpadów ze statków przy użyciu infrastruktury portowej. W referacie zaprezentowano wybrane wyniki badań nad projektem specjalistycznego statku służącego do odbioru odpadów ze statków. Drugą ważną funkcją jednostki jest oczyszczanie powierzchni wody akwenów portowych. Celem badań było wykonanie projektu koncepcyjnego nowego statku spełniającego nietypowe założenia projektowe. Innowacyjność projektu wynika głównie z nowych funkcjonalności, zastosowania koncepcji modułowości kadłuba, elektrycznego napędu zero-emisyjnego, oraz autonomiczności jednostki. Prace badawcze obejmowały również projekt stacji brzegowej służącej do odbioru odpadów, cumowania i ładowania. Badania prowadzone były przy użyciu najnowszych technik wspomagania komputerowego CAD/CAM/CAE. Proces projektowania kształtu kadłuba i napędu uwzględniał użycie zaawansowanych symulacji komputerowej dynamiki płynów (CFD-RANS). Natomiast walidację modelu numerycznego nowego kształtu kadłuba wykonano metodą eksperymentalną w basenie holowniczym Instytutu Okrętowego w Politechnice Gdańskiej. Uzyskano wysoką zgodność wyników numerycznych z doświadczeniami co potwierdziło poprawność modeli obliczeniowych.

SŁOWA KLUCZOWE: statek, ochrona środowiska, zero-emisyjność, autonomiczność, CAD, CAM, CFD

1. Wprowadzenie

Regulacje związane z koniecznością spełnienia nowych wymagań dla odbioru odpadów ze statków, przy użyciu infrastruktury portowej, stanowią element szerszej polityki ochrony środowiska. W szczególności zaś obszarów specjalnych, do których należy m.in. Morze Północne, Bałtyk i Morze Śródziemne. Na obszarach tych obowiązują specjalne, tzn. bardziej wymagające, wymagania konwencji MARPOL [1] wprowadzonej przez Międzynarodową Organizację Morską (ang. IMO). Postanowienia konwencji wprowadzane są w krajach UE przy pomocy dyrektywy Parlamentu Europejskiego i w dalszej kolejności poprzez ustawodawstwo krajów członkowskich. Jedną z wprowadzonych w ostatnich latach regulacji mających zwiększyć ochronę środowiska jest dyrektywa 2019/883 [2] nakładająca obowiązek odbioru odpadów ze statku przy wykorzystaniu infrastruktury portowej. Przepisy te są również elementem szeroko zakrojonej polityki UE dotyczącej ekonomii o obiegu zamkniętym [3], w której gospodarka odpadami zajmuje szczególnie ważne miejsce. Jednakże praktyczna implementacja tych przepisów napotyka na szereg problemów, wśród których do najważniejszych należą:

- różnorodność odpadów pochodzących ze statków, jak również samych portów,

- odmienne systemy odbioru i utylizacji odpadów przez służby komunalne w odniesieniu do poszczególnych portów, znajdujących się również w różnych państwach, w tym poza UE,

- brak odpowiedniej infrastruktury portowej i statków specjalnych.

W szczególności ten ostatni aspekt zaadresowany został w ramach realizacji projektu badawczego pt. „Zeroemisyjny Statek do Zbierania Zanieczyszczeń w Portach i Obszarach Przybrzeżnych” o akronimie ZeroWastePorts. Jest to międzynarodowy projekt współpracy bilateralnej pomiędzy Polską i Tajwanem, a udział polskich partnerów przemysłowych i uniwersyteckich współfinansowany jest przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR). Jako cel badań przyjęto wykonanie projektu koncepcyjnego statku, którego głównym zadaniem jest odbiór odpadów ze statków, a także zbieranie zanieczyszczeń z powierzchni wody akwenów portowych. Statek ten charakteryzować ma zeroemisyjny napęd elektryczny, a także przygotowanie do żeglugi autonomicznej. W procesie projektowania zastosowano nowoczesne systemy komputerowe typu CAD/CAM/CAE. Projekt przestrzenny, analizę funkcjonalności wykonano przy użyciu parametrycznych modeli CAD. Proces projektowy nowego kształtu kadłuba i układu napędowego został wsparty najnowszymi technikami komputerowej dynamiki płynów (CFD) z elementami optymalizacji. Badania walidacyjne dla modeli komputerowych wykonano w skali pomniejszonej w basenie holowniczym Instytutu Okrętowego w Politechnice Gdańskiej. Wykonanie modeli użytych podczas badań zrealizowane zostało przy użyciu techniki CAM i frezarki sterowanej numerycznie.

2. Nowe funkcje statku w założeniach projektowych

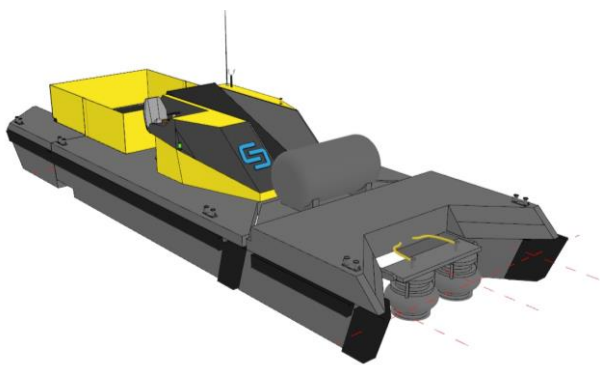
Założenia projektowe dla statku uwzględniały potrzebę uwzględnienia nowych funkcjonalności zgodnie z wymaganiami dyrektywy [2], nakładającej na władze portowe obowiązek odbioru odpadów ze statków. Uwzględniono również wymagania ekonomiczne i ekologiczne. Projekt powstał w ścisłej współpracy z partnerem przemysłowym będącym okrętowym biurem projektowym specjalizującym się w nietypowych jednostkach pływających. Jako najważniejsze funkcje statku określono:

- transport odpadów ze statków stojących w porcie i zacumowanych na redzie do portowego punktu odbioru,
- zbieranie i usuwanie zanieczyszczeń z powierzchni wody na akwenach portowych,
- usuwanie niewielkich rozlewów olejowych z wód portowych,
- oczyszczenie wód portowych z wybranych nieczystości organicznych.

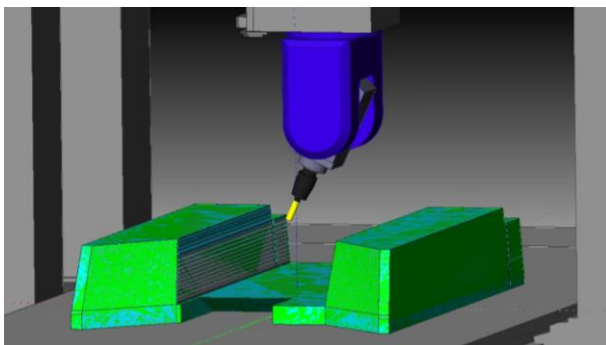
Powyższe funkcje realizowane mają być przez jednostkę pływającą zeroemisyjną, oraz gotową do pracy autonomicznej.

3. Wybrane wyniki prac badawczych

Projektowanie nietypowej i zaawansowanej technicznie jednostki pływającej wykonano przy wykorzystaniu nowoczesnych technik komputerowych CAD/CAM/CAE. Użyto również koncepcji modułowości w projekcie zarówno statku, jak i specjalnej stacji brzegowej odbioru odpadów [4]. Wyniki prezentowanych badań obejmują wybrane dane techniczne statku, wizualizację projektu koncepcyjnego (Rys. 1), wizualizację symulacji frezowania modelu (Rys. 2), charakterystykę oporową kadłuba z symulacji techniką CFD, oraz dane walidacyjne z basenu holowniczego (Rys. 3).



Rys. 1. Wizualizacja projektu koncepcyjnego



Rys. 2. Symulacja frezowania modelu techniką CAM



Rys. 3. Model statku w basenie holowniczym

4. Podsumowanie

Wykonane prace badawcze pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- 1) Możliwe jest spełnienie założeń projektowych dla innowacyjnej jednostki pływającej o nowych funkcjach związanych z odbiorem odpadów ze statków, a także oczyszczania powierzchni wody w akwenach portowych. Przy zachowaniu uwarunkowań rynkowych dotyczących ekonomii, pozytywnie zweryfikowano wykonalność dla wymagań dotyczących zeroemisyjności i gotowości do autonomiczności statku.
- 2) Wspomaganie procesu projektowania nowoczesnymi technikami komputerowymi CAD/CAM/CAE umożliwiło powstanie innowacyjnego projektu przy zachowaniu relatywnie niskich nakładów finansowych i w czasie akceptowalnym przez rynek.
- 3) Zastosowanie koncepcji modułowości w projekcie statku, stwarza możliwość zaspokojenia potrzeby jego wielofunkcyjności. Stwarza to również możliwość bardziej elastycznej adaptacji do odmiennych wymagań w różnych miejscach eksploatacji, przy zachowaniu niewielkich rozmiarów i związanych z tym kosztów projektowania, produkcji, eksploatacji i utylizacji.

Praca została wykonana w ramach projektu Nr PL-TW/IX/43/ZEROWASTEPORTS/2022, finansowanego przez NCBiR. Wizualizacja projektu została wsparta przez CI TASK.

Literatura

- [1] IMO, The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL). Annex V - Pollution by garbage from ships.
- [2] The European Parliament, & Council of the European Union. (2019). Directive (EU) 2019/883 of the European Parliament and of the Council of 17 April 2019 on port reception facilities for the delivery of waste from ships, amending Directive 2010/65/EU and repealing Directive 2000/59/EC. Official Journal of the European Union, 2019(November 2000), 116–142. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/LSU/?uri=CELEX%3A32019L0883>.
- [3] European Commission. (2020). A new Circular Economy Action - Plan For a cleaner and more competitive Europe. COM(2020) 98 final COMMUNICATION. Brussels.
- [4] Niklas K. i in., Conceptual design of shore station for an innovative waste collecting vessel, *International Marine Design Conference*, 2024, DOI: [10.59490/imdc.2024.840](https://doi.org/10.59490/imdc.2024.840).