

# POVRATAK VJETRU

*Goran PALADIN*

*U doba sve većih potreba za energijom i nestabilnih cijena nafte koje ipak imaju dugotrajan trend rasta te potreba za smanjenjem emisije stakleničkih plinova, uporaba obnovljivih izvora energije je prisutna u svim granama industrije. Brodarstvo nije iznimka. Stoga se stalno usvajaju nove tehnologije kako bi se brodarstvo razvijalo u korak sa svjetskom ekonomijom i zakonodavstvom.*

## **Brod - zeleni onečišivač**

U području prometa, brodarstvo je najveća grana s 90% udjela u ukupnoj količini svjetskog prometa (il. 1). [1] Premda brod proizvodi najmanje štetnih plinova po prijeđenoj nautičkoj milji i jedinici mase u odnosu na sve ostale vrste prometa, godišnja količina stakleničkih plinova koju u atmosferu ispusti trgovačka flota iznosi približno 5% ukupne svjetske količine ispuštenih stakleničkih plinova. [2]

Međunarodna pomorska organizacija (IMO) želi utjecati na brodare i brodograđevnu industriju unošenjem izmjena u Međunarodnoj konvenciji o sprječavanju onečišćenja s brodova (MARPOL) kojima bi se smanjile dopuštene količine ispuštanja sumporovih i dušikovih oksida u atmosferu. Europska komisija na sličan način želi doprinijeti smanjenju ispuštanja CO<sub>2</sub> u atmosferu uvođenjem brodarstva u sustav trgovanja emisijama štetnih plinova (ETS). Iako spomenute konvencije i ograničenja nisu apsolutno obvezujuće i još nisu stupile na snagu, jasan su signal za brodare i brodograđevnu industriju da su promjene pred vratima.

## **Štednja nije ništa novo, ali...**

Uzevši u obzir spomenuto, primjena obnovljivih izvora energije za brodare znači približavanje zahtjevima nadležnih institucija, ali i financijsku korist zbog smanjenja potrošnje goriva.

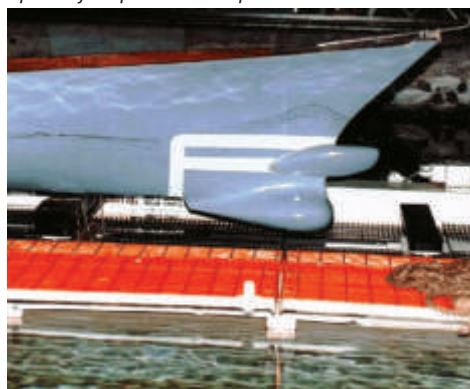
Smanjenje potrošnje goriva kod brodova je vječni predmet istraživanja i postiže se na razne načine. Među ostalima, to su povećanje korisnosti samih motora, povećanje korisnosti broda kao hidrodinamičkog sustava, optimiranje brodske konstrukcije u pogledu mase i uporaba pomoćnih motora ili uređaja koji kao izvor energije ne koriste dizelsko gorivo (il. 2, 3 i 4). Potraga za

što učinkovitijim brodom je dovela do razvoja broskog sporohodnog dizelskog motora kao najučinkovitijeg motora s unutarnjim izgaranjem na svijetu (korisnost pretvorbe kemijske energije

**Ilustracija 1**  
Tanker od 300 000 BRT

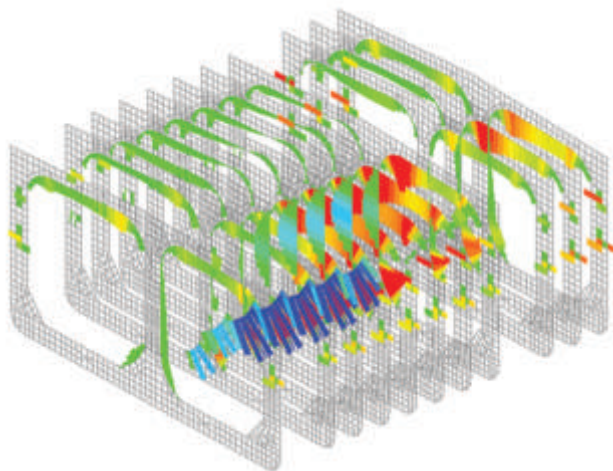


**Ilustracija 2**  
Ispitivanje napredne forme pramca broda u bazenu



**Ilustracija 3**  
Vijak upravljivog uspona uz koji se smanjuje potrošnja goriva do 10%

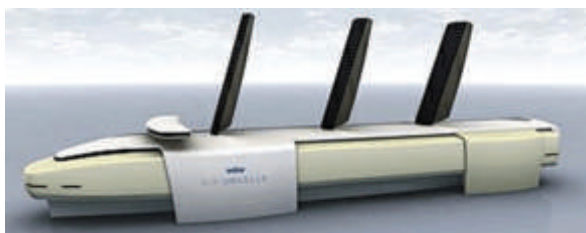
**Ilustracija 4**  
Analiza brodske  
konstrukcije metodom  
konačnih elemenata



**Ilustracija 5**  
Trajekt 'Solar  
Sailor'



**Ilustracija 6**  
Koncept broda  
E/S Orcele



**Ilustracija 7**  
Prve primjene krutih  
jedara na suvremenim  
trgovačkim brodovima



**Ilustracija 8**  
Kitesurfing



u rad je 51,7%), razvoja boljih brodskih formi, propulzijskih sklopova, uvođenja novih i lakših materijala u brodogradnju, optimiranja brodske konstrukcije uporabom naprednih postupaka metode konačnih elemenata (FEM) i ostalih dostignuća koja skup 'brodograđevnih znanosti' svrstavaju u sam svjetski vrh.

Upravo je uporaba pomoćnih motora i uređaja koji koriste obnovljive izvore energije: Sunce, vjetar i gorivne ćelije, nedovoljno istraženo područje brodogradnje. To je ujedno i najnoviji smjer razvoja u pogledu energetske učinkovitosti i možda nosi odgovore na energetske i ekološke izazove budućnosti.

### **Sunce, vodik ili vjetar?**

Istraživanja i razvoj sustava za pogon broda pomoću obnovljivih izvora su pokazala da se korištenje energije Sunca pokazuje isplativim samo kod manjih brodova i da ima ograničenu primjenu zbog male snage koje postižu solarni paneli (il. 5).

Korištenje gorivnih ćelija je zbog nedovoljnog razvoja tehnologije u eksperimentalnoj fazi. Prva cjelovita primjena na brodu se očekuje 2010, u fazi prototipa, a 2025. godine u fazi gotovog proizvoda (il. 6).

Uvođenje energije vjetra za brodarstvo je, zapravo, povratak korijenima i praksi koja je trajala stotinama godina. Od početka 20. stoljeća, kada su parobrodi na ugljen sa svjetskih trgovačkih ruta istisnuli najsavršenije jedrenjake tog vremena, čajne klipere, razvoj jedrenjaka, jedrilica, jedara i ostalih 'krila' nastavio se u području rekreacijskih i sportskih plovila. Danas, kada se potreba za jedrima opet pojavila, brodove su dočekali visokorazvijeni sustavi za pogon vjetrom, koji uz pomoć računala, novih materijala i spoznaja otvaraju sasvim novu dimenziju u trgovačkoj brodogradnji. Prvi ozbiljni pokušaji da se na trgovačke brodove ugradi sustav pomoćne propulzije uz pomoć energije vjetra pojavili su se sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog stoljeća, kada su ugrađena kruta krila na japanske tankere 'Shin Aitoku Maru' i 'Usuki Pioneer' (il. 7).

Projekt je bio okončan nakon pada cijena nafte i zbog rastućih troškova održavanja, ali je pokazao da se energija vjetra može uspješno koristiti na suvremenim trgovačkim brodovima (20% uštede goriva kod najpovoljnijeg smjera i jačine vjetra). [3]

Još valja spomenuti projekte suvremenih jedrenjaka s krutim i jedrima razapetima na krutim okvirima. Ti suvremeni sustavi su učinkoviti i za

potrebe krstarenja dostatni, ali zbog svojih ograničenja ne mogu zadovoljiti sve zahtjeve za korištenjem na trgovačkom brodu.

### S plaže na brod

Najbolji uređaj koji bi energiju vjetra jednostavno i učinkovito pretvorio u porivnu silu suvremenog broda nije došao iz područja pomorstva i brodogradnje, nego s morske plaže! Jedrenje sa zmajem svoje početke bilježi u Kini u 13. stoljeću i početkom 19. stoljeća u Engleskoj, da bi se izbjegli 'konjski' porezi, dok je u današnje vrijeme pod nazivom kitesurfing postalo jedno od najpopularnijih vodenih sportova (il. 8).

Zmaj je u današnje vrijeme savijeno krilo sa strujnim presjekom koji mu osigurava uzgon. Snaga i smjer poriva kontroliraju se pomoću kono-pa kojima se zmaj pomiče u odnosu na smjer vjetra.

Prva vidljiva prednost u odnosu na jedro je nedostatak krutih elemenata koja kod jedra služe za postizanje forme krila. Zmaj formu postiže ili spontano kada ga nadme vjetar ili pomoću pneumatika koji se nalazi na napadnom bridu.

Glavne prednosti u odnosu na jedra mogu se sažeti u nekoliko točaka: [1]

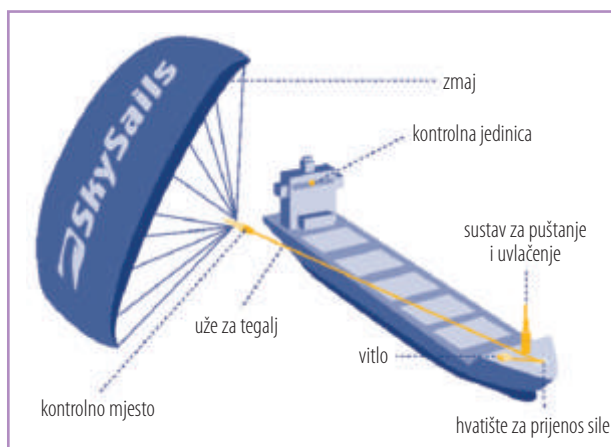
- zmaj se može kontrolirati tako da se kretanjem kroz zrak poveća brzina prividnog vjetra na napadnom bridu, čime se povećava sila uzgona
- zmaj leti na većim visinama gdje je brzina vjetra veća
- zbog niskog hvatišta sile na brodu, moment nagibanja broda je mnogo manji nego kod broda s jedrima
- nema jarbola i pripadajuće opreme koja zauzima mjesto na palubi broda.

Zmaj za potrebe poriva trgovačkih brodova razvijaju tvrtke SkySails i KiteShip. Njihova rješenja predviđaju montažu zmaja sa sustavom za puštanje i uvlačenje na pramcu broda. Komponente sustava su zmaj, kontrolna jedinica, uže za tegalj, hvatište za prijenos sile, sustav za puštanje i uvlačenje, vitlo i kontrolno mjesto u kormilarnici (il. 9).

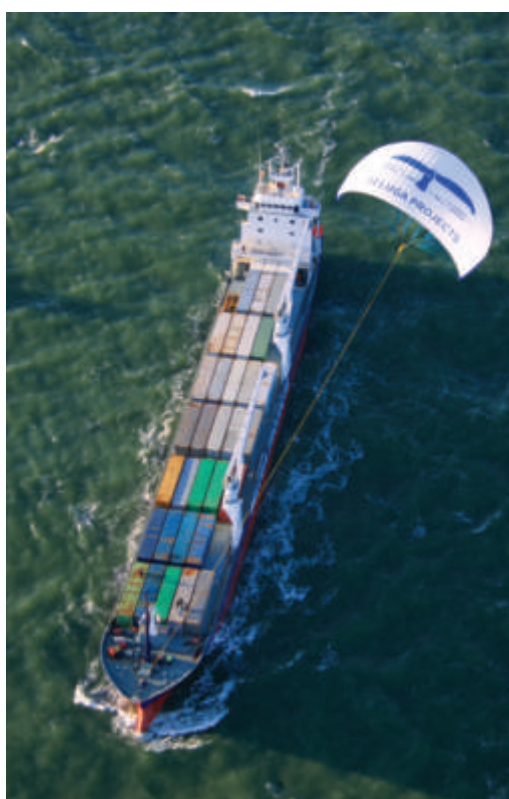
Sustav radi tako da se zmaj nakon isplovljavanja diže pomoću teleskopskog jarbola i pušta u zrak u povoljnom trenutku. Uže za tegalj se odmotava s vitla sve dok zmaj ne dosegne visinu od oko 200 m iznad morske razine. Cijelim postupkom se upravlja iz kormilarnice uz nadzor računala. Zmajem upravlja računalo preko kontrolne jedinice smještene na kraju užeta za tegalj. Zmaj se može koristiti kao pomoćna propulzija za sve smjerove plovidbe, osim između  $-50$  i  $+50$  ° u odnosu na smjer vjetra.

Sustav je do sada na svoje brodove ugradilo više brodara i prve vijesti potvrđuju učinkovitost i jednostavnost sustava (il. 10).

Godišnja prosječna ušteda na gorivu doseže između 10 - 35%, ovisno o području plovidbe. [4] Kod najpovoljnijeg smjera vjetra ušteda na gorivu doseže i do 50%. To znači da je i emisija stakleničkih plinova jednaka postotku uštede na gorivu. S obzirom na to da su gotovo svi trgovački brodovi pogodni za ugradnju takvog sustava, potencijal za uštedu na energiji i smanjenje emisije stakleničkih plinova je velik. Ušteda na gorivu uporabom takvog sustava je, u odnosu na ulaganje, veća nego kod ijednog drugog sustava koji koristi obnovljivi izvor energije. ■



Ilustracija 9  
Komponente zmaja



Slika 10  
Brod MV 'Beluga'

Izvornici:

1. TUDelft
2. [www.sustainableshipping.org](http://www.sustainableshipping.org)
3. Navy Ship Propulsion Technologies
4. SkySails