

APLICAȚII ALE PROGRAMULUI SMHI SEAWARE ROUTING UTILIZÂND PROGNOZA PARAMETRILOR HIDROMETEOROLOGICI LA BORDUL NAVEI ÎN VEDEREA OPTIMIZĂRII VOIAJULUI

Cdor. dr. ing. Dinu ATODIRESEI, Ș.l. dr. ing. Alecu TOMA,
Prof. dr. ing. Gheorghe SAMOILESCU, Masterand Andreea ȚURLICĂ

Academia Navală „Mircea cel Bătrân” - Constanța

REZUMAT: Scopul acestei lucrări este de a prezenta aplicații ale programului SMHI SEAWARE ROUTING adaptate rutelor de navigație pe baza prognozelor hidrometeorologice, în vederea optimizării vitezei navei, consumului de combustibil și estimarea ETA, rezultând astfel cea mai favorabilă rută pentru o anumită destinație. SMHI Seaware Routing este un program pe calculator care înglobează în timp real parametri hidrometeorologici și planificarea rutelor de navigație, fiind produs de Swedish Meteorological and Hydrographical Institute (SMHI). Softul a fost adaptat conform algoritmilor de optimizare a voiajului pe ruta Arica -Salaverry, prezentând valorile parametri meteorologici selectați pe ruta proiectată cu ajutorul programului ECDIS.

Cuvinte cheie : parametri hidrometeorologici, SMHI Seaware Routing, soft meteo, meteorologie, optimizare rute, performanța energetică, navigație.

ABSTRACT: The purpose of this paper is to present applications of SMHI SEAWARE ROUTING program tailored navigational routes on hydro-meteorological forecasts to optimize vessel speed, fuel consumption and estimating ETA, resulting in the most favorable route for a given destination. SMHI Seaware Routing is a computer program that incorporates real-time hydro-meteorological parameters and navigation route planning, being produced by Swedish Meteorological and Hydrographical Institute (SMHI). The software was adapted under voyage optimization algorithms Arica -Salaverry route, presenting the weather conditions on the route selected by using designed ECDIS program.

Keywords: hydro-meteorological parameters, SMHI Seaware Routing, soft weather, meteorology, route optimization, energy performance, sailing.

1. INTRODUCERE

1.1. Optimizarea energetică la bordul navei prin folosirea softurilor pentru optimizarea rutei

Se știe că orice voiaj maritim este expus în mod natural riscurilor mării și forțelor dezlănțuite ale naturii. Viteza mare de transfer a datelor și a comunicațiilor prin satelit oferă comandanților de navă pe baza previziunilor meteorologice actualizări în timp real despre vreme, astfel încât prin optimizarea vitezei navei, consumul de combustibil și ETA se poate crea o ruta recomandată.

Beneficiul „rutelor meteorologice” îmbunătățite cu acuratețea prognozelor meteorologice este evidentă iar

o serie de companii cum ar fi „Weathernews Int.”, „AMI”, „C-Map”, „SMHI”, „SPOS”, „Seaware”, „Weather Routing Inc” oferea asistență zilnică în optimizarea rutelor [1] [2]. Aceasta va fi trasată în mod automat pe harta electronică pe care vremea și informațiile despre rută sunt afișate ca entități grafice.

Organizația Maritimă Internațională a elaborat în anul 2016 un studiu privind optimizarea consumului de energie ca parte de punere în aplicare a planului de management a eficienței energetice la navă (SEEMP) [3], în care se specifică că cele mai bune practici la capitolele performanță a sistemelor hardware și măsuri tehnice specifice pentru îmbunătățirea eficienței energetice, programele de optimizare bazate pe previziuni meteorologice și software-ul de simulare.

2 . DESCRIEREA SOFTULUI ȘI A METODEI DE LUCRU

2.1 Descrierea softului SMHI Seaware Routing

2.1.1. Ecranul pentru rute

Oferă un număr de panouri pentru controlul și afișarea informațiilor. Fereastra principală (fig. 1) oferă posibilitatea de a o mări sau micșora, iar fiecare panou în parte poate fi aranjat dând clic pe el sau trăgând-ul în poziția dorită.

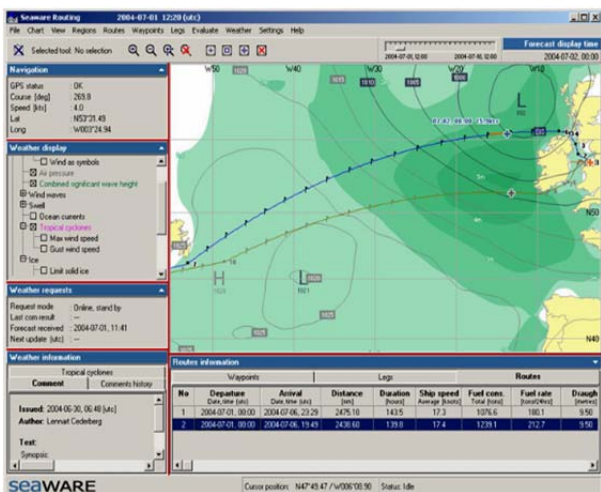


Fig. 1. Fereastra principală a programului [4].

2.1.2. Afișajul hărților

Seaware Routing conține harta lumii care este formată din mai multe straturi de rezoluții ce descriu țărmurile, permițând utilizatorului să mărească imaginea pentru o mai bună observare a detaliilor (fig. 2). Harta este divizată în 6 zone predefinite numite diagrame, fiecare diagramă putând fi observată în proiecție Mercator. Utilizatorul poate mări imaginea pentru o observare detaliată dintr-o anumită zonă sau o poate micșora pentru o mai bună perspectivă globală. Diagrama, de asemenea poate fi mutată.

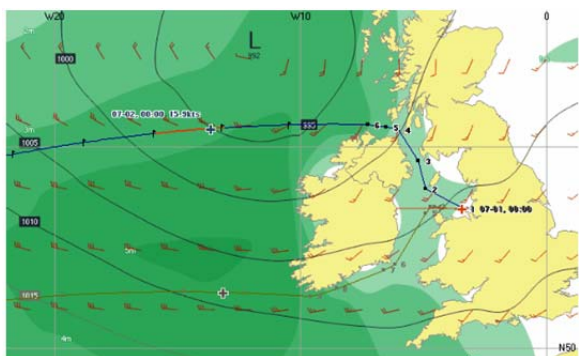


Fig. 2. Afișajul hărților [4].

2.1.3. Configurarea comunicațiilor

Prognoza meteo prezentată în acest program este cerută și trimisă de către SMHI folosind e-mailul. Dacă programul este instalat într-un computer care nu este conectat la internet atunci cererea prognozei va fi realizată sub formă de fișiere care vor fi mutate într-un calculator ce este conectat la serverul navei (fig. 3), urmând a fi trimise către SMHI. Când informațiile referitoare la prognoză ne sunt returnate acestea trebuie traduse în calculatorul unde este instalat programul.



Fig. 3. Procesarea datelor în vederea obținerii prognozei meteo [4].

2.1.4. Configurare GPS

Un receptor GPS poate fi conectat la computerul unde este instalat programul Seaware Routing. Odată conectat GPS-ul la soft, softul va afișa cursul deasupra fundului, poziția navei, viteza deasupra fundului.

<input checked="" type="checkbox"/> GPS	
Status	Connected
<input type="checkbox"/> Ship performance	
Speed [kts]	15.1
Course [deg]	135.1
<input type="checkbox"/> Ship position	
Latitude	N49°59.95
Longitude	W009°59.95

Fig. 4. Informații GPS [4].

2.1.5. Panoul de afișare al prognozei

Din acest panou putem alege informațiile necesare care ne interesează referitoare la curenți, valuri, hulă, vânt, presiune, cicloni tropicali sau ghețuri (fig. 5).



Fig. 5. Afișajul prognozei meteo [4].

2.1.6. Panoul cu informații referitoare la rute

Informații referitoare la modul în care a fost realizată ruta (loxodromic sau ortodromic), distanță, presiunea barometrică, punctele de schimbare de drum, vor fi găsite în acest panou (fig. 6).

Waypoints		Legs			Routes		
No	Type	Start Vp #	End Vp #	Heading [deg]	Distance [nm]	Air pressure [mbar]	Wind Speed
1.1	RL	1	1.1	83.1	109.03	1022	6.1
1.2	RL	1.1	1.2	83.1	215.02	1022	6.1
1.3	RL	1.2	1.3	83.1	107.17	1022	8.1
1.4	RL	1.3	1.4	83.1	106.98	1023	10.1

Fig. 6. Informații referitoare la rute [4].

2.1.7. Rezoluția prognozei meteo

Prognoza meteo poate fi livrată sub diferite nivele ale detaliilor. În mod normal o rezoluție mai mare necesită un volum mai mare de informații ce trebuie transferate către nave, de aceea nivelul de rezoluție cerut trebuie făcut prin satelit așadar trebuie luate în considerare anumite costuri. Există patru nivele de rezoluții prezentate în figura de mai jos (fig. 7).

Level	Forecast period	Time step	Geographical grid
Low	0-5 days	12 h	2.5° × 2.5°
	6-10 days	24 h	- * -
Normal	0-2 days	6 h	1.5° × 1.5°
	3-7 days	12 h	- * -
	8-10 days	24 h	- * -
Fine	0-2 days	6 h	Air: 0.5° × 0.5°, Waves: 0.25° × 0.25°, Current: 1° × 1°
	3-5 days	12 h	- * -
	6-7 days	12 h	1.5° × 1.5°
	8-10 days	24 h	- * -
Finest	0-2 days	3 h	Air: 0.2° × 0.2°, Sea: 0.1° × 0.1°
	3-5 days	12 h	Air: 0.5° × 0.5°, Sea: 0.25° × 0.25°
	6-7 days	12 h	1.5° × 1.5°
	8-10 days	24 h	- * -

Fig. 7. Reprezentarea nivelurilor de rezoluții[4].

Rezoluțiile „Fine” și „Finest” sunt valabile doar pentru anumite zone limitate. Rezoluțiile „Low” și „Normal” sunt în general recomandate pentru traversade oceanice. Rezoluția „Fine” este folosită pentru a lua informații despre porturi și navigația costieră din Europa iar „Finest” ne oferă informații doar pentru Marea Baltică și apele Scandinaviei în partea estică la longitudinea de E 007° și oferă o prognoză foarte detaliată la fiecare 3h din primele 48 h.

2.2. Descrierea metodei de lucru (optimizare)

Metoda de optimizare a rutei se poate face în funcție de următorii parametri:

- ora exactă de sosire;
- cel mai scurt timp de plecare;

- cel mai mic consum de combustibil;
 - cele mai puține cheltuieli;
- Orice rută existentă poate fi optimizată.
- La randul ei, metoda de optimizare setată este bazată pe conceptul de costuri. Aceste costuri sunt:
- costul de a avea nava închiriată pe zi (armator, salarii);
 - cheltuieli cu combustibil;
 - cheltuieli suplimentare când nava ajunge prea devreme;
 - cheltuieli suplimentare când nava ajunge prea târziu;

Indiferent de parametrii setați, fundamentarea oricarei optimizării se realizează pe baza prognozei meteo.

2.2.1. Setarea rutei pentru optimizare

Pentru a optimiza ruta ne putem folosi de o rută deja existentă sau putem crea una nouă. Pentru aceasta trebuie făcute trei setări și anume, setări de viteză, viteză optimizată și drum. În cazul nostru vom utiliza o rută care o vom trasa cu ajutorul programului ECDIS (Navi-Planner 4000) [5] cu suportul Ships Routeing [6].

2.2.2. Configurarea contului pentru obținerea parametrilor hidrometeorologici

Înainte de a solicita prognoza meteo de la SMHI, detaliile contului pentru informații trebuie introduse ca în figura 8. Obținerea parametrilor meteorologici se poate vizualiza atât pe hărțile sinoptice, dar și întocmirea lor tabelară.

Account settings

- Ship name** Enter the ship's name.
- User name at weather provider** Enter the user name provided by SMHI.
- Password at weather provider** Enter the password corresponding to the user name.

Ship's contact information

- E-mail address** Enter an e-mail address which SMHI may use to send support information or information regarding system malfunctioning. For instance, this may be the vessel's common address or the master's address.

Fig. 8. Detalii privind setările contului pentru prognoza meteo.

2.2.3 Obținerea performanțelor privind predicțiile meteorologice

Are loc prin introducerea datelor referitoare la : tipul navei, condiții de încărcare informații privind expunerea la vânt, Performanța punctelor de schimbare de drum și a segmentelor de loxodromă.

Pentru o predicție meteorologică performantă și foarte sigură, este foarte important să fie introduse toate informațiile enumerate anterior necesare privind specificul navei, altfel datele obținute nu vor fi relevante pentru optimizarea rutei (fig. 9 și fig 10)

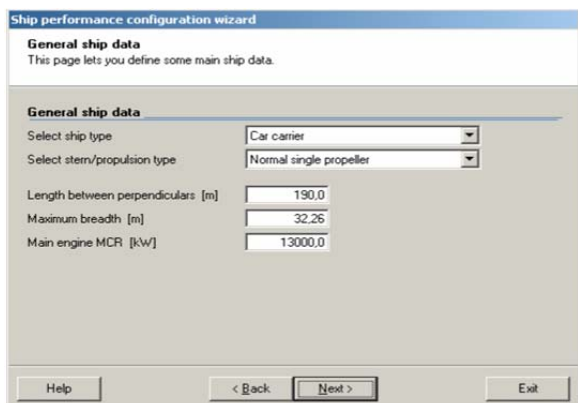


Fig. 9. Informații generale despre navă.

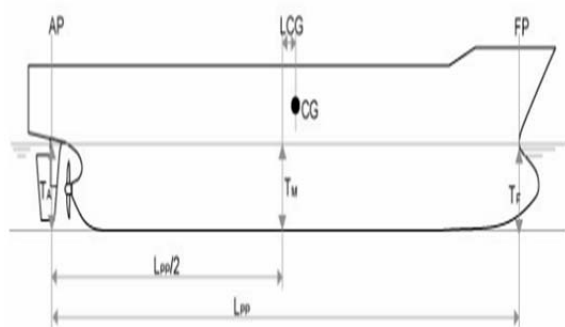
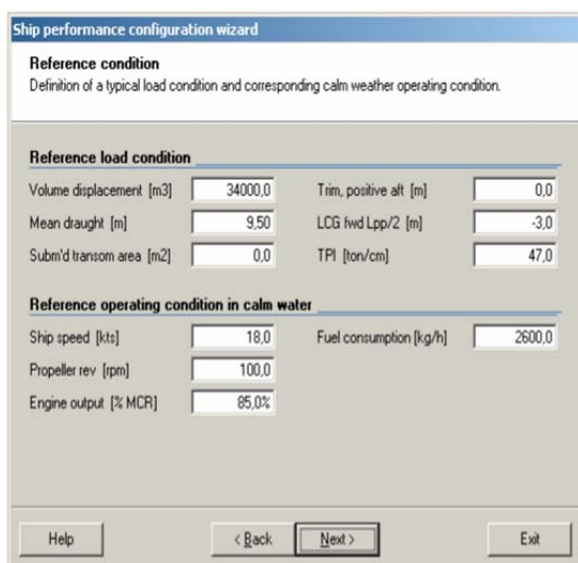


Fig. 10. Introducerea condițiilor de încărcare.

3. REZULTATE: STUDIU DE CAZ PRIVIND ALGORITMI DE OPTIMIZARE A VOIAJULUI PE RUTA ARICA –SALAVERRY PRIN UTILIZAREA PROGRAMULUI SMHI SEAWARE ROUTING

În perioada 24.04.2016 - 26.04.2016 nava Nomadic Milde a executat un scurt voiaj în Oceanul Pacific pe coasta de SW a Americii de Sud între porturile Arica și Salaverry. Distanța dintre porturi fiind de 869.39 de mile marine iar viteza medie cu care s-a navigat de 14 noduri, conform rutei trasate în programului ECDIS (fig. 11) și importate ulterior în programul SMHI Seaware Routing pentru vizualizarea parametrilor hidrometeorologici (fig. 12).

Pentru a obține o bună imagine de ansamblu, au fost setați conform metodologiei următorii parametri: presiunea barometrică; înălțimea valurilor; cicloanele tropicale; parametrii vântului; direcția hulei; curenții oceanici, iar rezultatele obținute fiind menționate în fig. 13



Fig. 11. Trasarea rutei și a drumului inițial pe ruta Arica-Salaverry.

S-a avut în vedere faptul că în anumite circumstanțe, în special la apropierea unui front rece sau cald din prova sau pupa, viteza vântului putea fi mai mare decât indica prognoza meteo, aceasta fiind din cauza nivelului de rezoluție al prognozei. Înălțimea valurilor includ și valurile create de vânt cât și cele de hulă. Valurile de hulă sunt generate de vânturile predominante, iar prognoza meteo globală fiind actualizată de două ori pe zi în jurul orelor 00:00 UTC

și 12:00 UTC. Pe baza setărilor inițiale, parametru optimizat fiind consumul de combustibil, s-a obținut o reducere a consumului pe ruta trasată de 3 tone, în condițiile hidrometeorologice existente (fig 14)

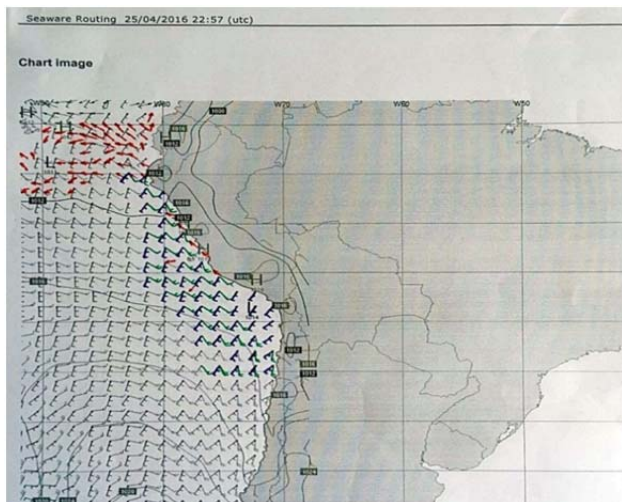


Fig. 12. Prognoza meteo conform Seaware Routing pe timpul voiajului.

Time (CLST)	Temp.	Dew Point	Humidity	Pressure	Visibility	Wind Dir	Wind Speed	Precip	Conditions
12:00 AM	20°C	13.0°C	64%	1017hPa	10.0km	E	13km-h 3.6m-s	NA	Mostly Cloudy
01:00 AM	20°C	13.0°C	64%	1016hPa	10.0km	ESE	9.3km-h 2.6m-s	NA	Mostly Cloudy
02:00 AM	20°C	13.0°C	64%	1016hPa	10.0km	E	11.1km-h 3.1m-s	NA	Overcast
03:00 AM	20°C	13.0°C	64%	1016hPa	10.0km	NE	5.6km-h 1.5m-s	NA	Overcast
04:00 AM	20°C	13.0°C	64%	1015hPa	10.0km	ESE	9.3km-h 2.6m-s	NA	Overcast
05:00 AM	20°C	13.0°C	64%	1015hPa	10.0km	ESE	7.4km-h 2.1m-s	NA	Overcast
06:00 AM	20°C	14.0°C	68%	1015hPa	10.0km	SSE	7.4km-h 2.1m-s	NA	Overcast
07:00 AM	20°C	13.0°C	64%	1015hPa	10.0km	S	3.7km-h 1m-s	NA	Overcast
08:00 AM	20°C	13.0°C	64%	1015hPa	10.0km	NE	11.1km-h 3.1m-s	NA	Overcast
09:00 AM	20°C	14.0°C	68%	1016hPa	10.0km	NE	11.1km-h 3.1m-s	NA	Overcast
10:00 AM	21°C	14.0°C	64%	1016hPa	10.0km	NNE	7.4km-h 2.1m-s	NA	Overcast
11:00 AM	22°C	14.0°C	60%	1016hPa	10.0km	NE	3.7km-h 1m-s	NA	Mostly Cloudy
12:00 PM	22°C	14.0°C	60%	1016hPa	-	SW	14.8km-h 4.1m-s	NA	Clear
01:00 PM	22°C	14.0°C	60%	1016hPa	-	SW	18.5km-h 5.1m-s	NA	Clear
02:00 PM	22°C	14.0°C	60%	1015hPa	-	SW	18.5km-h 5.1m-s	NA	Clear
03:00 PM	23°C	14.0°C	57%	1015hPa	-	SW	16.7km-h 4.6m-s	NA	Clear
04:00 PM	23°C	14.0°C	57%	1014hPa	-	SW	16.7km-h 4.6m-s	NA	Clear
05:00 PM	22°C	14.0°C	60%	1013hPa	-	SW	16.7km-h 4.6m-s	NA	Clear
06:00 PM	22°C	15.0°C	64%	1013hPa	-	SW	18.5km-h 5.1m-s	NA	Clear

Fig. 13. Evoluția parametrilor meteorologici setați pe perioada voiajului.

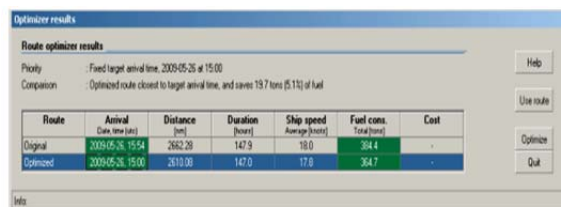


Fig. 14. Optimizare consum combustibil.

4. CONCLUZII

Optimizarea rutei atât în cazul de față, dar și în general este o sarcină complexă, datorită următoarelor considerente:

- sunt foarte multe combinații de curs al navei și setări ale motoarelor de la portul de plecare până la portul de sosire, acest fapt conducând la un calcul imens în timp și o cerință mare a capacității de memorare și prelucrare a calculatorului.

- fundamentarea optimizării este prognoza meteo. Întrucât probabilitatea prognozei meteo scade în timp, metoda de optimizare nu trebuie să fie utilizată pentru ultimele părți ale voiajului, întrucât aceasta nu trebuie să afecteze prea mult decizia inițială.

- trebuie clarificate de la început care sunt obiectivele optimizării. Prin comparație, în unele situații se va dori să se ajungă „just in time” alta v-a dori să se ajungă „in shortest time” cu consum mare de combustibil, iar altele vor avea motive diverse (consum redus de combustibil, evitarea zonelor cu mare agitată –cazul pasagerelor etc.).

BIBLIOGRAFIE

- [1] Böttner, CU, 2016 - *Weather routing for ships in degraded condition*, Published in ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/250759038>.
- [2] Hoffschildt, M, Bidlot, J-R, Hansen, B and Janssen, PAEM (1999). „Potential benefit of ensemble forecasts for ship routing.” ECMWF Technical Memorandum 287.
- [3]. *** *Study on the optimization of energy consumption as part of implementation of a Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP)* - Published in 2016 by the International Maritime Organization 4 Albert Embankment, London SE1 7SR: www.imo.org
- [4] *** Seaware Routing onboard routing support, User’s Manual, version 5.1, 2011.
- [5] *** Navi-Planner 4000 (ECDIS), Version 2.00.344, December 2013.
- [6] *** *Ships Routing*, 2015 Edition.

Despre autori

Cdor. dr. ing. **Dinu ATODIRESEI**

Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța, România

Absolvent al Academiei Navale „Mircea cel Bătrân” în anul 1995 și al Universității Ovidius Constanța, specializarea Ecologie și Protecția Mediului în anul 2000. A absolvit masteratul în Biotehnie și Ecotehnie Marine și Costiere în anul 2002. Din anul 2000 a început activitatea în domeniul învățământului și cercetării în cadrul Academiei Navale

APLICAȚII ALE PROGRAMULUI SMHI SEAWARE ROUTING UTILIZÂND PROGNOZA PARAMETRILOR

„Mircea cel Bătrân”, iar din anul 2010 este cadru didactic universitar la Departamentul de Navigație și Transport Naval, actualmente fiind prodecan al Facultății de Navigație și Management Naval. Este doctor în Ecologie și Protecția Mediului, titlu obținut la Universitatea Ovidius, Constanța în anul 2012. Este autorul a numeroase articole, cărți și studii în domeniile de expertiză: meteorologie, oceanografie, hidrografie marină, prevenirea poluării mediului, operarea mărfurilor periculoase și educația și instruirea adulților.

Sef lucrări dr. ing. **Alecu TOMA**

Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța, România

Absolvent al Academiei Navale „Mircea cel Bătrân” în anul 1995, și-a desfășurat activitatea timp de 10 ani pe diverse funcții pe nave din Forțele Navale Române și 4 ani în Comandamentul Flotei Maritime. A absolvit cursul de Șef operații maritime în Statele Unite ale Americii în anul 2005. Din anul 2007 a început activitatea în domeniul învățământului în calitate de șef birou învățământ, instructor și șef de catedră la Școala de Aplicație a Forțelor Navale iar din anul 2011 este cadru didactic universitar la Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, actualmente fiind Director al Departamentului de Navigație și Transport Naval. Este doctor în inginerie mecanică, din anul 2010 la Academia Tehnică Militară, București. Este autorul a numeroase articole, cărți și studii în domeniile de expertiză: construcția și întreținerea armanentului de luptă sub apă, manevra navei, cautarea și salvarea vieții pe mare, siguranța și securitatea maritimă, vitalitatea navei, și educația și instruirea adulților.

Prof. dr. ing. **Gheorghe SAMOILESCU**

Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța, România

Din anul 2007 este profesor universitar în cadrul Academiei Navale „Mircea cel Bătrân”, ocupând de-a lungul anilor diverse funcții de conducere în managementul învățământului universitar și a cercetării în cadrul instituției. Deține o invenție, 4 premii pentru cărți în domeniul știință și Tehnică, a scris 4 tratate și 24 cărți și peste 200 articole publicate în reviste științifice sau comunicate la conferințe și simpozioane naționale și internaționale. Membru AGIR și vicepreședinte al Filialei AGIR Constanța, precum și membru al următoarelor asociații: SRPRNI, Asociația Internațională a Inginerilor din Construcția de Mașini, IEEE, Asociația de Compatibilitate Electromagnetică din România etc.

Masterand ing. **Andreea ȚURLICĂ**

Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța, România

Absolventă a Academiei Navale „Mircea cel Bătrân” în anul 2016, specializarea „Navigație Transport Maritim și Fluvial”, actualmente masterand la programul de studii Științe Nautice. A efectuat o serie de voiaje de tip tramp și linie în Australia, Papua Noua Guinee, Shanghai, nenumărate porturi din Europa cât și de pe coasta Americii de Sud la bordul navelor de tip „multi - purpose vessel” utilizând o serie de softuri în vederea obținerii informațiilor hidrometeorologice, pentru calculul corecțiilor, pentru rutele recomandate cât și pentru calculul de stabilitate și asietă la bordul navelor și anume: SMHI Seaware Routing, SkyMate Pro 105, Cargo Assistant II, în calitate de cadet.