

EFICIENTIZAREA IMPLEMENTĂRII SISTEMELOR VDR/S-VDR ÎN TRANSPORTUL MARITIM DE MĂRFURI

Ș.I. dr. ing. Alecu TOMA, Dr. ing. Dinu ATODIRESEI,
Prof. dr. ing. Gheorghe SAMOILESCU, Drd. ing. Alexandru COTORCEA

Academia Navală „Mircea cel Bătrân” – Constanța

REZUMAT. Necesitatea dotării navelor cu sisteme de colectare și stocare a datelor esențiale determinării cauzelor unui accident maritim a dus la implementarea echipamentelor Voyage Data Recorder (VDR). Unul dintre principalele argumente care susțin dotarea navelor cu echipamente VDR este că acestea permit anchetatorilor să analizeze cauza unui accident și îmbunătățesc standardele de siguranță pe mare. Echipamentul VDR poate fi folosit și pentru evaluarea eficienței unui echipaj pe timpul voiajului, fapt ce permite ca nava și echipamentele sale să fie operate corespunzător respectând regulile generale de manevră a navelor.

Cuvinte cheie: Voyage, Data, Recorder, Simplified, audio, radar.

ABSTRACT. The need to equip vessels with systems of collecting and storing essential data determining the causes of an accident led to the implementation of maritime equipment Voyage Data Recorder (VDR). One of the main arguments supporting equipment endowment ships with VDR is that they allow investigators to analyze the cause of an accident and improve safety standards at sea. VDR equipment can be used for evaluating the effectiveness of a crew on the voyage, which allows the vessel and its equipment to be properly operated in compliance with general rules for maneuvering the ship.

Keywords: Voyage, Data, Recorder, Simplified, audio, radar.

1. PREVEDERI LEGISLATIVE

Datorită numărului mare de accidente maritime, neelucidate de-a lungul timpului, începând cu 1980 s-a lansat în dezbatere ideea înregistrării evenimentelor la bordul navelor. În anul 1990 Organizația Maritimă Internațională (IMO) a luat decizia de a implementa un astfel de sistem de înregistrare, denumit Voyage Data Recorder (VDR), stabilind și criteriile cheie pentru acesta.

Reglementările obligatorii pentru un VDR sunt cuprinse în capitolul V privind siguranța navigației din cadrul Convenției Internaționale pentru Ocrotirea Vieții Omenești pe Mare (SOLAS 1974). Sistemul VDR este definit în primele rezoluții IMO, astfel: *”un sistem complet care îndeplinește toate criteriile necesare pentru a interfera cu sursele de intrare a datelor, pentru prelucrarea și codificarea datelor și pentru a înregistra și stoca informațiile într-o capsulă special dedicată”* [1]. Pe 27 noiembrie 1997 IMO a adoptat un standard de performanță pentru VDR, rezoluție la standardul A.861(20).

În ciuda avantajelor evidente au existat unele opoziții la introducerea VDR-ului din partea unor membri ai comunității maritime. Cerința oponenților a fost prețul scăzut, simplitatea în utilizare și com-

patibilitatea cu echipamentele deja existente la bordul navelor. Aceste argumente au dus la împiedicarea implementării echipamentului, astfel IMO a decis efectuarea unui studiu asupra produsului și evaluarea fezabilității instalării sistemului la bordul navelor comerciale. În urma studiului efectuat s-a decis introducerea și implementarea unui echipament simplificat denumit Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR) ca o măsură provizorie. Acest echipament provizoriu putea fi ușor conectat cu echipamentele vechi de la bordul navelor.

În anul 2004 s-a adoptat un amendament la regula 20 din capitolul V/SOLAS, cu privire la cerințele minimale pentru un VDR/S-VDR. Criteriile minimale privind datele înregistrate erau: data și ora, latitudinea și longitudinea, viteza, poziția, imaginea radar și comunicațiile VHF.

2. IMPORTANȚA IMPLEMENTĂRII SISTEMULUI VDR

Unul dintre principalele argumente care susțin dotarea navelor cu echipamente VDR este că acestea permit anchetatorilor să analizeze cauza unui accident și îmbunătățesc standardele de siguranță pe

mare, atât în ceea ce privește menținerea vieții cât și transportul în siguranță a mărfii [2].

Un echipament VDR poate fi utilizat și pentru evaluarea eficienței unui echipaj pe timpul voiajului. Acest lucru permite ca nava și echipamentele sale să fie operate corespunzător și impune respectarea regulilor generale de manevră a navei. VDR-ul poate dezvălui informații utile despre acțiuni greșite, cu grad ridicat de dificultate, asociate cu navigația. Pe termen lung acest sistem poate fi utilizat în instruirea personalului navigant.

Din punct de vedere legislativ, un echipament VDR colectează și stochează informațiile ce ar putea oferi probe în instanță și ajută la descoperirea evenimentului cheie ce a condus la producerea incidentului maritim.

Aceste *cutii negre* navale au îmbunătățit standardele de siguranță și au redus rata de decese în comerțul maritim. În cele mai multe cazuri, instalarea VDR-ului la bordul navelor permite investigarea incidentelor, prin urmare agențiile de asigurare își pot reduce ratele de asigurare iar primele de despăgubire pot fi plătite. Acest lucru este foarte benefic pentru armatori ca ratele primelor de asigurare să fie stabilite în funcție de nivelul de risc și de natura/numărul de creanțe de asigurare din trecut.

3. CONFIGURAȚIA GENERALĂ A UNUI VDR

Conform IMO navele de marfă de peste 3000 tdw și navele de pasageri de peste 150 tdw care execută voiaje internaționale trebuie să dispună de un sistem VDR.



Fig. 1. Componentele unui sistem VDR.

Componentele unui sistem VDR sunt următoarele: (1) unitatea de control a înregistrării (RCU), (2) capsula de protecție a datelor înregistrate (PCU) și (3) panoul de conexiuni. RCU-ul colectează informațiile de la (5) radar, (6) echipamentele de

comunicații, (7) microfoane ambientale, (8) loch-ul, (9) girocompas, (10) sistemul electronic de determinare a poziției (GPS). De asemenea, sistemul este dotat cu un software-ul de redare a informațiilor (4).

Capsula de protecție a datelor (*cutia neagră*) asigură o durată de înregistrare de 12 ore și o capacitate de stocare de 2.00 GB. Capsula este dotată cu o radiobaliză care asigură detecția între 1800-3600 m pentru minim 30 de zile după scufundarea la o adâncime de până la 6000 m.

Procesorul unității de date asigură stocarea următoarelor date: data și ora de la UTC, poziția navei prin sistemele electronice de poziționare, viteza și drumul navei (girocompas sau compas magnetic), rezerva de apă sub chilă, alarmele generale, răspunsul la timonă, răspunsul la telegrafe, starea ușilor etanșe, direcția și viteza vântului. De asemenea, sistemul asigură stocarea datelor audio, comunicații în VHF și imaginea radar, copierea și protecția datelor pe cardul CF ca element de backup, controlul și monitorizarea sistemului VDR.

4. ACCESAREA ȘI PRELUCRAREA INFORMAȚIILOR DINTR-UN VDR

Comisia Internațională de Electrotehnică (IEC) a furnizat un set de specificații (IEC 61996-1 și IEC 61996-2) subliniind metodele de testare a performanțelor VDR-ului/S-VDR-ului față de cerințele IMO [4]. Comitetul IMO pentru Siguranța Maritimă (MSC) a aprobat completările la standardele de performanță pentru VDR și S-VDR pentru a ușura anchetarea accidentelor și pentru a permite investigatorilor să preia și analiza informațiile mai rapid. Standardele IEC 61996-1 [6] și IEC 61996-2 sunt în prezent actualizate pentru a pune în evidență completările aduse standardelor de performanță [3, 8]. Specificațiile detaliază mai multe cerințe pentru sistemele de stocare și descărcare a datelor, incluzând:

- capsula de protecție a datelor trebuie să stocheze informațiile pentru cel puțin 12 ore;
- VDR-ul trebuie să salveze datele, fără a întrerupe stocarea în capsula de protecție pentru mai mult de 10 minute, într-o sursă separată de date;
- VDR-ul trebuie să ofere o interfață pentru descărcarea datelor stocate și redarea informațiilor la un calculator extern sub un format internațional, cum ar fi internet, USB, etc.

Specificațiile datelor înregistrate de VDR sunt diferite de cele pentru S-VDR, cerințele pentru monitorizarea anumitor senzori sunt reduse în cazul în care datele de la aceștia nu sunt într-un format internațional, anume o interfață digitală standard.

5. FORMATUL ȘI VOLUMUL DATELOR STOCATE DE UN VDR

Cantitatea de date care este produsă de un sistem VDR/S-VDR într-o perioadă de timp va determina cantitatea necesară de spațiu de stocare pentru ca datele să fie salvate sau stocate și, de asemenea, sistemele necesare de transmisie pentru transferul acestor date în altă parte, de exemplu la țarm.

Există trei tipuri de date pe care le înregistrează sistemul VDR și anume: audio, imagini RADAR și date de la senzori/controlul asupra echipamentelor (răspunsul instalației de guvernare sau răspunsul la telegraf). Specificațiile de performanță actuale nu impun un format specific pentru datele stocate intern de sistem. Spațiul necesar pentru stocarea datelor în cadrul sistemului este în funcție de numărul de senzori și metodele utilizate pentru comprimarea datelor. Numărul de senzorii utilizați variază în funcție de programul de instalare iar metodele de comprimare variază în funcție de producător. Prin urmare, nu se poate afirma cert cât de multă memorie este necesară pentru a stoca o cantitate de date pentru o perioadă de timp. Cu toate acestea, toate sistemele omologate trebuie să fie capabile de a stoca 12 ore de date în capsula de protecție. Majoritatea sistemelor sunt echipate cu o memorie de aproximativ 2 GB de unde putem concluziona că pentru senzorii tipici și prin metodele de comprimare, 12 ore de date înregistrate ar trebui să ocupe mai puțin de 2 GB de memorie.

Mai mult decât atât, considerând diferitele tipuri de date, se poate deduce că cea mai mare parte de stocare este ocupată de cele audio și imaginile radar, iar datele de la senzorii specifici ocupă un procentaj relativ mic, conform figurii 2.

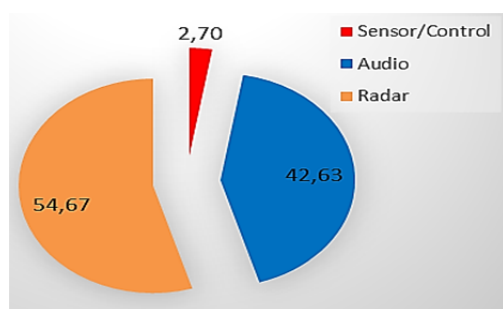


Fig. 2. Alocarea spațiului pe hardul VDR-ului.

Conform fig. 2, datele de la senzori și control utilizează doar 2,7% din spațiul disponibil pe un hard al unui VDR, spre deosebire de datele audio și imaginile radar care ocupă 42,63% și, respectiv 54,67%.

Prin comprimarea datelor de la senzori (fig. 3) și imaginile radar, valori ce pot ajunge până la 0,41% și 43,63%, spațiul disponibil pentru datele audio crește la 55,93%.

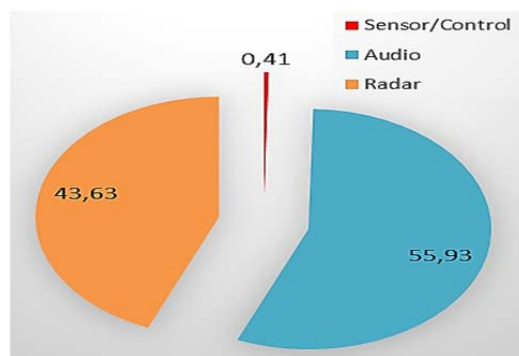


Fig. 3. Alocarea spațiului pe hardul VDR-ului prin comprimarea datelor.

6. DESCĂRCAREA DATELOR DIN SISTEMUL VDR/S-VDR

Sistemele de descărcare a datelor dintr-un sistem VDR/S-VDR pot fi: CD/DVD, hard disk detașabil, dispozitive magnetice (stick, card, SSD-Solid State Drive, etc), computer.

Există o serie de opțiuni diferite de stocare a datelor și de transfer disponibile la producătorii de sisteme VDR iar optimizarea acestor sisteme depinde de atributele considerate mai importante de către acestia (capacitatea de stocare, viteza de transfer, costuri sau robustețe). Această optimizare are tendința de a se modifica, datorită evoluției IT, și se pare că memoriile flash și PC-urile vor deveni opțiunile preferate deoarece sunt rapide și rigide precum și costurile pe fiecare GB de memorie se reduc rapid.

În urma studierii a 31 de tipuri de medii de stocare [3] diferite și interferența acestora cu sistemul VDR/S-VDR, au rezultat următoarele:

- Mai puțin de 20% din navele comerciale sunt echipate cu VDR cu CD standard rescriptibil iar aproximativ 10% sunt dotate cu VDR cu DVD standard rescriptibil, deși producătorii de sisteme VDR oferă și opțiunea cu DVD rescriptibil. Se remarcă faptul că CD-ul rescriptibil a făcut parte din "prima generație" și ulterior a fost înlocuit cu un DVD rescriptibil (fig. 4, fig. 5).

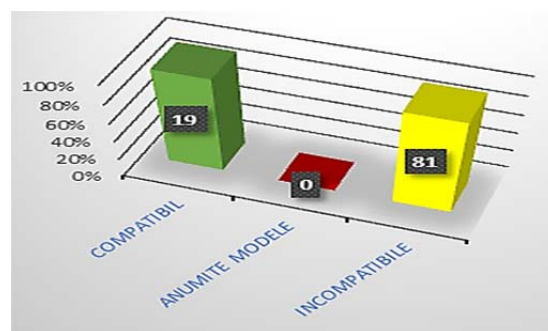


Fig. 4. VDR-uri echipate cu medii stocare CD rescriptibile.

EFICIENTIZAREA IMPLEMENTĂRII SISTEMELOR VDR/S-VDR ÎN TRANSPORTUL MARITIM

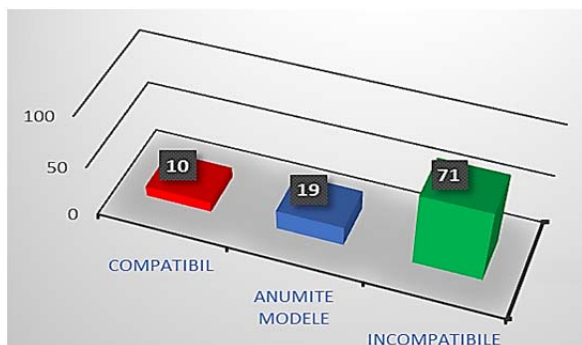


Fig. 5. VDR-uri echipate cu medii de stocare DVD rescriptibile.

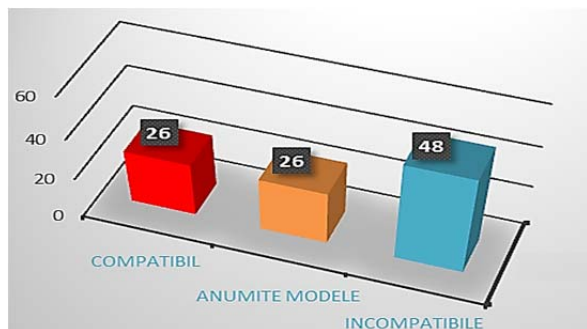


Fig. 6. VDR-uri echipate cu medii de stocare HDD-uri.

- Aproximativ un sfert din sistemele VDR sunt dotate cu un hard disk standard detașabil (fig.6). În unele cazuri producătorii au oferit hard disk-uri detașabile pe sistemele lor originale dar acestea nu erau disponibile și pentru ultimele sisteme care erau vizate pe piața S-VDR fapt ce a dus la costuri mai mari pentru update-uri.

- 19% dintre sistemele VDR au avut acest tip de mediu de stocare și o caracteristică a acestui fapt a fost că aceste flash-uri erau disponibile doar la sistemele noi, upgradeate și nu la sistemele mai vechi (fig. 7).

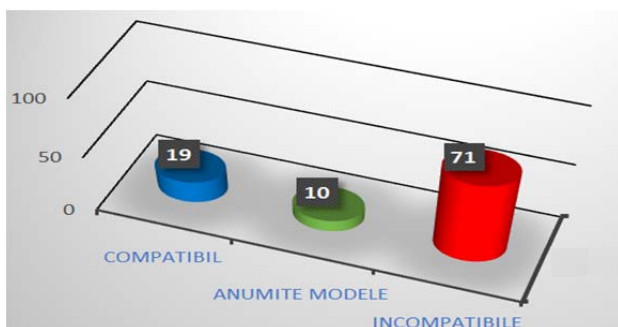


Fig. 7. VDR-uri echipate cu medii de stocare FLASH (stick).

În figura 8 sunt prezentate sistemele VDR capabile să se conecteze la un PC pentru a descărca datele. Aceste rezultate sunt foarte mari în comparație cu celelalte medii de stocare prezentate anterior deoarece aproape toate sistemele chestionate au fost capabile să suporte conectarea la un PC.

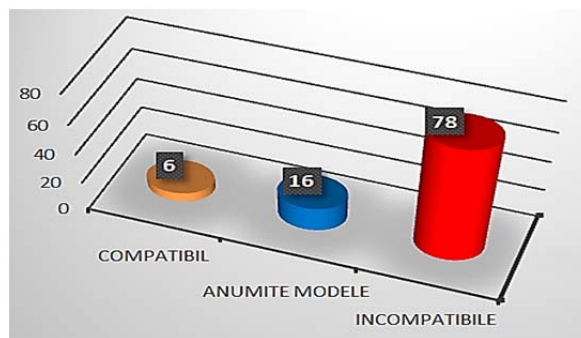


Fig. 8. VDR-uri echipate cu PC-uri.

În figura 9 se poate vedea că cel mai utilizat mijloc de conexiune este Ethernet-ul. Unul din avantajele conexiunii la PC este că odată ce datele sunt disponibile pe PC acesta poate fi folosit pentru a transfera datele și pe alte medii de stocare (CD, DVD, Flash etc) sau se poate transfera în altă parte prin intermediul internetului.

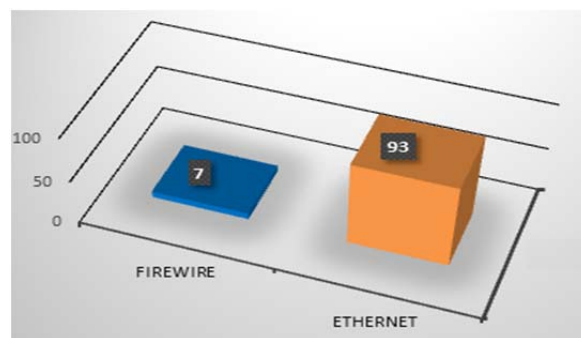


Fig. 9. Tipuri de conexiune la sistemul VDR.

7. TRANSMITEREA DATELOR DE LA BORDUL NAVELOR

Posibilitatea de a transmite datele de la navă către țărm nu numai că oferă un nivel suplimentar de backup de date dar deschide și posibilitatea de a utiliza datele din sistemul VDR pentru analize zilnice. Automatizarea acestui proces permite ca aceste beneficii să fie obținute fără a afecta operațiunile curente ale navei.

Pentru a efectua o transmisie optimă trebuie ținut cont de doi factori majori și anume:

- *tipul operațiunii de shipping*: în ape costiere sau în port descărcarea/transmiterea datelor este relativ ușoară deoarece semnalele de transmisie sunt mai puternice și viteza de transfer a datelor este mai mare decât în zonele oceanice;

- *datele ce trebuie transmise*: majoritatea spațiului ocupat din sistemul vdr sunt date audio și imagini radar dar dacă aceste date nu sunt transmise atunci cerințele sunt reduse considerabil.

Navele care desfășoară operațiuni de shipping pentru perioade îndelungate dispun, de obicei, de

acces la internet ceea ce oferă posibilitatea transmiterii de date de la sistemul VDR înainte ca acesta să folosească spațiul intern și să înceapă să rescrie datele peste cele anterioare. În prezent singurul mediu de acces la internet cu o acoperire oceanică este prin intermediul comunicațiilor prin satelit [7].

Descărcarea automată a tuturor datelor din sistemul VDR are nevoie de un echivalent a 1,5 GB/12 ore (284 kbit/s) și acoperire globală. Cele mai recente produse sunt pe cale de a atinge aceste performanțe. Cu toate acestea, este puțin probabil ca aceste servicii să fie utilizate doar pentru a transmite datele din VDR când scopul lor primar este de a dobândi comunicații de voce și serviciul de e-mail. Evoluția tehnologiei moderne a făcut ca navele cu voiaje scurte să dispună de servicii WI-FI astfel încât să dețină o viteză de transfer mare la un cost redus. Spre deosebire de opțiunile de internet prin satelit, WI-FI nu are un cost lunar deci devine cea mai ieftină opțiune pe termen lung.

8. CONCLUZII

Specificațiile IMO și standardele IEC detaliază cerințele legate de stocarea și descărcarea datelor din sistemul VDR dar nu specifică și mecanismele cu care se poate efectua. Sistemele VDR/S-VDR omologate folosesc diferite metode de stocare și descărcare a datelor cu memorii flash sau stick și au devenit cele mai frecvent utilizate datorită prețului. Standardele de performanță actuale nu specifică formatul fișierelor pentru imaginile radar, audio sau datele de la senzori în timp ce sunt stocate în memoria internă a VDR-ului dar fac referire la existența unor metode pentru a putea fi exportate datele din aceste sisteme.

Trebuie să se ia în considerare formatul datelor utilizate în stocarea și descărcarea acestora deoarece existența unui format standard poate implementa o procedură pentru companii dar și pentru producători deoarece duce la ușurarea activităților investigatorilor în analiza datelor din sistemul VDR.

Totodată trebuie efectuat un studiu de fezabilitate pentru stabilirea unor sisteme de backup prin

comunicațiile prin satelit și pentru voiaje scurte WI-FI. Producătorii ar trebui să asigure medii de stocare mai mari decât cele prevăzute de standardele IMO adică 12 ore.

Marea majoritate a datelor stocate în VDR sunt formate din date audio și imagini radar. În comparație cu acestea, datele stocate de la senzorii de mișcare ai navei ocupă aproximativ 3% din spațiu și ar putea ocupa un volum și mai mic dacă ar fi comprimate (aproximativ 0.5%).

Costurile de dezvoltare, manufacturarea și testarea sistemelor VDR ar fi semnificativ reduse dacă s-ar înlătura cerința de stocare a datelor radar și audio. Generația actuală de VDR/S-VDR necesită un spațiu de stocare în capsula de protecție de 2 GB pentru o perioadă de 12 ore dar dacă am reduce datele radar și audio, ar avea nevoie de o capacitate de stocare de 100 până la 200 MB pentru perioada de 12 ore ceea ce ar însemna că ar putea stoca până la 18 zile în spațiul de 2 GB alocat în capsulă. Dacă s-ar utiliza și modelul de compresie a datelor s-ar putea stoca date până la 120 de zile.

Totodată se pot utiliza sisteme de stocare a datelor mult mai mari pentru a putea stoca date mai mult de 12 ore deoarece dacă incidentul s-a produs la un moment dat și au trecut 12 ore datele pot fi rescrise ceea ce va duce la pierderea datelor din sistemul VDR.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Extras din MSC (Maritime Safety Committee) 78/26, Anexa 26.
- [2] European Maritime Data Management, "Report on existing VDR and S-VDR Legislation", 2008.
- [3] European Maritime Data Management, "Sustainable Development, Global Change and Ecosystems", 2007.
- [4] International Standard, IEC 61996-2, Maritime Navigation and radiocommunication equipment and systems – VDR and S-VDR.
- [5] International Standard, anexa 10, IEC 61162, „Digital interfaces for navigation equipment within the ship”.
- [6] IEC 61996-1 4.5.4, IEC 61996-1 4.5.1.
- [7] Lupu S. *The evaluation of gravitational perturbation acceleration actions on GPS satellites*, Constanta Maritime University's Annals, Volume 18 - 2012, Ed. Nautica, pag 235-238, ISSN 1582 – 3601.
- [8] Rezolutia IMO, MSC.214(81).

Despre autori

Șef lucrări dr. ing. **Alecu TOMA**
Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

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

EFICIENTIZAREA IMPLEMENTĂRII SISTEMELOR VDR/S-VDR ÎN TRANSPORTUL MARITIM

Director al Departamentului de Navigație și Transport Naval. Este doctor în inginerie mecanică la Academia Tehnică Militară București din anul 2010. Este autorul a numeroase articole, cărți și studii în domeniile de expertiză: construcția și întrebuințarea armanentului de luptă sub apă, manevra navei, cautarea și salvarea vieții pe mare, siguranța și securitatea maritimă, vitalitatea navei și educația și instruirea adulților.

Instructor avansat dr. ing. **Dinu ATODIRESEI**
Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

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 a cercetării în diverse funcții în cadrul Academiei Navale „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 absolvent al Universității Ovidius Constanța l 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.

Prof. dr. ing. **Gheorghe SAMOILESCU**
Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

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.

Instructor principal drd. Ing. **Alexandru COTORCEA**
Academia Navală „Mircea cel Bătrân”, Constanța

Absolvent al Academiei Navale „Mircea cel Bătrân”, specializarea Electromecanică Navală în anul 2005. A absolvit masteratul în Inginerie și Management Naval și Portuar în anul 2013. Din anul 2012 a început activitatea în domeniul învățământului ca și cadru didactic la Departamentul de Inginerie și Management Naval și Portuar. Este doctorand în Inginerie Mecanică al Universității Transilvania din Brașov. Este autorul a numeroase articole și studii în domeniile de expertiză: prevenirea poluării mediului și sisteme regenerabile de energie.