



UNIVERZITET CRNE GORE | POMORSKI FAKULTET KOTOR  
UNIVERSITY OF MONTENEGRO | FACULTY OF MARITIME  
STUDIES KOTOR



Put I bokeljske brigade 44, 85330 KOTOR  
TEL/FAX ++382(0)32 - 303 - 184  
CENTRALA ++382(0)32 - 303 - 188  
pfkotor@ucg.ac.me, www.ucg.ac.me/pfkotor  
Ž.R. 510-227-38  
PIB 02016702  
PDV 30/31-03951-6



Kotor, 2..09.2022.  
Broj: 01-2184

**UNIVERZITET CRNE GORE  
CENTAR ZA DOKTORSKE STUDIJE  
SENAT UNIVERZITETA  
PODGORICA**

Poštovani,

U prilogu dostavljam odluku Vijeća Pomorskog fakulteta Kotor povodom predaje doktorske disertacije na ocjenu kandidata mr Miroslava Vukičevića pod nazivom »Metodologija smanjenja uticaja katalitičkih ostataka na trajnost prstenova sporohodnih brodskih motora«, te predlog komisije za ocjenu rada, sa pratećom dokumentacijom i radom u elektronskoj verziji.

S poštovanjem,

**DEKAN**  
**Prof.dr Špiro Ivšević**



## ISPUNJENOST USLOVA DOKTORANDA

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU			
Titula, ime, ime roditelja, prezime	mr Miroslav Antona Vukičević		
Fakultet	Pomorski fakultet Kotor		
Studijski program	Pomorske nauke – doktorske studije		
Broj indeksa	1/16		
NAZIV DOKTORSKE DISERTACIJE			
Na službenom jeziku	Metodologija smanjenja uticaja katalitičkih ostataka na trajnost prstenova sporohodnih brodskih motora		
Na engleskom jeziku	Methodology for reducing the impact of catalytic residues on the piston rings durability in marine low - speed engines		
Naučna oblast	Brodsko inženjerstvo		
MENTOR/MENTORI			
Prvi mentor	Prof.dr Nikola Račić, redovni profesor	Pomorski fakultet Sveučilišta u Splitu, Hrvatska	Brodsko inženjerstvo
KOMISIJA ZA PREGLED I OCJENU DOKTORSKE DISERTACIJE			
Prof.dr Lazo Vujović, redovni profesor	Pomorski fakultet Kotor, Crna Gora	Brodsko inženjerstvo	
izv.prof.dr.sc. Žarko Koboević	Pomorski odjel Sveučilišta u Dubrovniku (tehnologija prometa i transporta, pomorski i riječni promet) Hrvatska	Brodostrojarstvo/Brodsko inženjerstvo	
Prof.dr Nikola Račić, redovni profesor	Pomorski fakultet Sveučilišta u Splitu, Hrvatska	Brodsko inženjerstvo	
Datum značajni za ocjenu doktorske disertacije			
Sjednica Senata na kojoj je data saglasnost na ocjenu teme i kandidata	28 oktobar 2019.god.		
Dostavljanja doktorske disertacije organizacionoj jedinici i saglasnost mentora	14.03. 2022.god.		
Sjednica Vijeća organizacione jedinice na kojoj je dat prijedlog za imenovanje komisija za pregled i ocjenu doktorske disertacije	21.03. 2022. god.		
ISPUNJENOST USLOVA DOKTORANDA			
U skladu sa članom 38 pravila doktorskih studija kandidat je dio sopstvenih istraživanja vezanih za doktorsku disertaciju publikovao u časopisu sa (SCI/SCIE)/(SSCI/A&HCI) liste kao prvi autor.			

**Spisak radova doktoranda iz oblasti doktorskih studija koje je publikovao u časopisima sa (upisati odgovarajuću listu)**

Radovi u eminentnim međunarodnim časopisima  
 (časopisi indeksirani na SCI/SCIE/SSCI/A&HCI listama):

1. Vukičević, M., Račić, N., Ivošević, Š.: "Piston ring material in two-stroke engine which sustains wear due to catalyst fines", ISSN 0007-215X eISSN 1845-5859, Brodogradnja Vol. 70, No.2, 2019 <http://dx.doi.org/10.21278/brod70208>
2. Zorica Đurović, Milica Vuković-Stamatović & Miroslav Vukičević: "How much and what kind of vocabulary do marine engineers need for adequate comprehension of ship instruction books and manuals?" ISSN: 1576-4737 Círculo de Lingüística Aplicada a la Comunicación 88, 123-133, <https://dx.doi.org/10.5209/clac.78300>

Rad u međunarodnom časopisu ( SCOPUS):

1. Bratić, K., Stazić, L., Vukičević, M. and Lalić, B. "Cruise Vessels Air Pollution Inventory for the Port of Kotor", Transactions on Maritime Science. Split, Croatia, 10(1), pp. 200–207. doi: 10.7225/toms.v10.n01.016. 2021

Naučni rad na međunarodnom naučnom skupu :

1. Miroslav Vukičević, Radmila Gagić, Danilo Nikolić (2017) : „Application of simulation software in estimation of NOx emissions from ship’s main engine at different loads“, Internacionalna konferencija IMSC Split, str. 531-543, ISSN 1847-1498
2. Vukičević Miroslav, Mraković Ivan, Ivošević Špiro (2018): „Analysis of the influence of preventive maintenance of main engines on working parameters and emissions “, 5ta konferencija “Održavanje 2018” Zenica, 10-12 maj 2018., str. 247 - 254, ISSN 1986-583X
3. Gagić, R., Vukičević, M., Nikolić, D (2018): “Estimation of PM emissions from cruise ships in Kotor Bay” 6th International conference WeBIOPATR 2017, Belgrade, Serbia, 6.-8. septembar 2017.
4. Vukičević, M, Cvrk, S, Kovač, D, Lalić, B (2019);” M easurement of torsional vibration on Propeller Shafts Using Code Discs and Optical Forks” 8th International maritime science conference IMSC 2019, Budva,11-12 April 2019 ISSN 1847-1498 Page 345-351
5. Vukičević, M, Ivošević, Š, Rudolf, R, Majerić, P.; “An Analysis of the Influence of Abrasive Particles in Fuel on the Degree of Damage to Piston Rings” 8th International maritime science conference IMSC 2019, Budva,11-12 April 2019 ISSN 1847-1498 Page 301-315
6. Bogdanović M., Vukičević M.; “The enviromental impacts of the offshore oil and gas industry” 21st DKMT Conference on Environment and Health, 06-08 June 2019, Faculty of Technology Novi Sad, Serbia ISBN 978-86-6253-107-0 Page 60-68
7. Vukičević M., Bogdanović M., Kovač D., Vujičić S.; „Prospective jobs for montenegrin seafarers in the epicontinental area of Montenegro “1st International conference of maritime science & technology Naše more 2019, Dubrovnik, 17 – 18th October, 2019, ISBN 978-953-7153-52-6 Page 600-610
8. Vukičević M., Račić N., Vukašinović D.; „ Ways of reducing the content of catalytic fines in marine heavy fuel oil “1st International conference of maritime science & technology Naše more 2019, Dubrovnik, 17 – 18th October 2019, ISBN 978-953-7153-52-6, Page 611-624
9. Š. Ivošević, P. Majerić, M. Vukičević, R. Rudolf: “A study of the possible using of materials with shape memory effect in nautics” Eighth conference on marine technoogy in memoriam of the

academician Zlatko Winkler November 15 and 16, 2019, Faculty of Engineering University of Rijeka (ISSN 0554-6397 Print, ISSN 1848-9052 Online):

10. Š. Ivošević, P. Majerič, M. Vukičević, R. Rudolf: "A Study of the Possible Use of Materials With Shape Memory Effect in Shipbuilding" Journal of Maritime and Transportation Sciences, Vol. Special edition No. 3, 2020. Page 265-277. ISSN 0554-6397 Konferencijski članak (Conference paper)

11. Igor Petrović, Špiro Ivošević & Miroslav Vukičević: "Does Increased Traffic Increase Risk in Boka Bay?" 1ST Kotor International Maritime Conference (KIMC 2021) 26-27 November 2021, Kotor, Montenegro

12. Zorica Đurović & Miroslav Vukičević: "Hybrid "Twinning" in Maritime Education" 1ST Kotor International Maritime Conference (KIMC 2021) 26-27 November 2021, Kotor, Montenegro

13. Tripo Moškov, Filip Petričević & Miroslav Vukičević: "The Benefits of Sailing Skills for Future Seafarers" 1ST Kotor International Maritime Conference (KIMC 2021) 26-27 November 2021, Kotor, Montenegro

14. Miroslav Vukičević, Zorica Đurović, Boris Hrnčić & Karlo Bratić: "Optimization of Fuel Purifier Operation for More Efficient Elimination of Small Abrasive Impurities" 1ST Kotor International Maritime Conference (KIMC 2021) 26-27 November 2021, Kotor, Montenegro

Zbornik Univerziteta Crne Gore, Pomorskog Fakulteta Kotor:

1. Ivošević Š., Rudolf R., Majerič P., Kovač D., Vukičević M., "Pregled baznih istraživanja mogućnosti primjene materijala sa oblikom u nautičkoj industriji" God.35 Broj 22, Kotor 2019, ISSN 0352-1052

2. Vukičević M., Račić N., Vukašinović D. "Tretman teškog goriva sa aspekta štetnog teškog brodskog goriva sa aspekta štetnog djelovanja katalitičkih nečistoća" God.35 Broj 22, Kotor 2019, ISSN 0352-1052

#### Obrazloženje mentora o korišćenju doktorske disertacije u publikovanim radovima

Mr Miroslav Vukičević je kao prvi autor, dio laboratorijskih ispitivanja i dio istraživanja sprovedeni na tankerskom brodu vezani za doktorsku disertaciju objavio u radu koji je publikovan u međunarodnom časopisu indeksiran na SCI/SCIE listi. Takođe dio svog istraživačkog materijala je iskoristio kako bi objavio radove na međunarodnim konferencijama. Koatori na radu koji je objavljen pod nazivom : "Piston ring material in two-stroke engine which sustains wear due to catalyst fines" su prof. Dr Špiro Ivošević i prof.dr Nikola Račić. Rad je objavljen u međunarodnom časopisu Brodogradnja/Shipbuilding u kojemu su objavljena ispitivanja obavljenja na „Fakultetu za strojništvo Univerza v Mariboru“ (Slovenija).

Uređaji i metode koje su se koristile za neophodna laboratorijska ispitivanja uzoraka klipnih prstenova su; „XRF analize“, „ICP analiza na istoimenom uređaju“,uz pomoć kojih će se utvrditi hemijski sastav uzoraka. U toku ispitivanja obradila se i sama mikrostruktura sloja na uzorcima. Mikročvrstoća se utvrdila uz pomoć uređaja sa oznakom ZWICK 3212, a za laboratorijska mjerenja su se koristili razni mikroskopi oznaka: OM – Nikon EPIPHOT 300, FEI Quanta 200 3D, SIRION, STEM detector, dok poliranje se obavilo uz pomoć BUEHLER Automet 250 and EcoMet 250. Precizno kidanje uzoraka se obavilo uz pomoć uređaja koji ne mogu nanjeti

deformaciju uzorku - STRUERS Labotom-5 (za veće uzorke) and BUEHLER IsoMet 1000 Precision Saw (mali uzorci).

Dio rezultata ovih analiza koji su objavljeni u spomenutom radu i metodologija analize testiranih uzoraka klipnih prstenova su preuzeti i detaljno objašnjeni sa ostalim podacima u poglavlju 4 doktorske disertacije. Naknadna analiza materijala košuljice je obavljena u institutu crne metalurgije u Nikšiću, kako bi se potvrdio sastav metala koji je korišćen u analiziranom slučaju.

Zaključci izvedeni u radu su sastavni dio zaključaka u doktorskoj disertaciji u pomenutom poglavlju a oni glase:

- Mjerenjem mikročvrstoće se utvrdilo da klipni prsten Top ring G17 ima najveću prosječnu čvrstoću baznog materijala i da ona iznosi 306,5 (hv 0.2). Međutim, čvrstoća na nanosima „cross section coating“ iznosi svega 385,5 (hv 0.2). To dokazuje da je prsten u predjelu premaza samo malo čvršći u odnosu na čvrstoću baznog materijala.
- Klipni prsteni koji su hromirani GGIV (217% veću čvrstoću u predjelu premaza i iznosi 838.17 (hv 0.2)) dok je još veća kod GGIII (i ona iznosi 899), što je u radu tabelarno predstavljeno. Ovi podaci su izuzetno važni i bitni, jer kad su u pitanju abrazivna trošenja, obloga (coating) dolazi u dodir sa košuljicom cilindra, uljnim filmom i katalitičkim nečistoćama.
- Analizirani prsten GGIII ima veću mikročvrstoću u površinskom predjelu, dok iz opisanih razloga nije bilo moguće izmjeriti kod prstena G17. Ovi podaci govore u prilog hromiranom premazu i znatnoj većoj mikročvrstoći što je jako bitno kada katalitičke nečistoće dođu u dodir sa ovim prstenovima.
- Zbog radnih procesa prilikom sagorijeva i linijskog kretanja klipa (sa klipnim prstenovima) važno je bilo uporediti i modul elastičnosti. Modul elastičnosti kod kompleksno legiranog hromom sivog liva je znatno veći nego kod G17 klipnog prstena te i ovaj podatak ide u prilog hromiranim prstenovima i za očekivati je da kasnije dođe do pucanja-loma nego što će se desiti kod prstena sa oznakom G17.

Analiziranjem savremenim laboratorijskim tehnikama uzoraka klipnih prstenova ustanovilo se koji su to materijali otporni na abraziju i podložni za korišćenje u situacijama kada u pogonskom gorivu ima veća količina katalitičkih nečistoća.

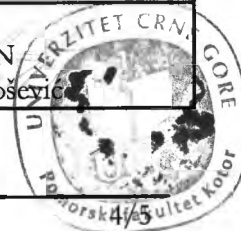
Nakon potvrđene hipoteze vezane za kvalitet klipnih prstenova, neophodno je bilo da se istraži načini tretmana teškog brodskog goriva kako bi se smanjio uticaj katalitičkih nečistoća. Detaljna istraživanja su opisana u poglavlju 2 doktorske disertacije a dio istraživanja je objavljen u radu "Tretman teškog goriva sa aspekta štetnog teškog brodskog goriva sa aspekta štetnog djelovanja katalitičkih nečistoća"-objavljen u Zborniku Pomorskog fakulteta Kotor. U istom poglavlju je objavljen i dio istraživanja koja su publikovana na međunarodnoj konferenciji u radu pod nazivom „ Ways of reducing the content of catalytic fines in marine heavy fuel oil“ a dio u poglavlju 5 doktorske disertacije.

Neophodno je bilo i uraditi analizu uticaja abrazivnih nečistoća u brodskom gorivu na stepen oštećenja klipnih prstena što je doktorant publikovao na međunarodnoj konferenciji pod nazivom "An Analysis of the Influence of Abrasive Particles in Fuel on the Degree of Damage to Piston Rings" a dio proširenih ispitivanja objavio u poglavlju 5. U svim radovima doktorant je bio prvi autor.

**Datum i ovjera (pečat i potpis odgovorne osobe)**

U Kotoru, 21.03. 2022. godine

DEKAN  
prof.dr Spiro Ivosević



**Prilog dokumenta sadrži:**

1. Potvrdu o predaji doktorske disertacije organizacionoj jedinici
2. Odluku o imenovanju komisije za pregled i ocjenu doktorske disertacije
3. Kopiju rada publikovanog u časopisu sa odgovarajuće liste
4. Biografiju i bibliografiju kandidata
5. Biografiju i bibliografiju članova komisije za pregled i ocjenu doktorske disertacije sa potvrdom o izboru u odgovarajuće akademsko zvanje i potvrdom da barem jedan član komisije nije u radnom odnosu na Univerzitetu Crne Gore



UNIVERZITET CRNE GORE | POMORSKI FAKULTET KOTOR  
UNIVERSITY OF MONTENEGRO | FACULTY OF MARITIME  
STUDIES KOTOR



Put I bokeljske brigade 44, 85330 KOTOR  
TEL/FAX ++382(0)32 - 303 - 184  
CENTRALA ++382(0)32 - 303 - 188  
[pfkotor@ucg.ac.me](mailto:pfkotor@ucg.ac.me), [www.ucg.ac.me/pfkotor](http://www.ucg.ac.me/pfkotor)  
Ž.R. 510-227-38  
PIB 02016702  
PDV 30/31-03951-6



Broj 03-757/1  
Kotor, 14.03.2022.

Pomorski fakultet Kotor Univerziteta Crne Gore, izdaje sljedeću

### POTVRDU

Potvrđuje se da je doktorand mr Miroslav Vukičević dana 14.03. 2022. godine predao na ocjenu svoju doktorsku disertaciju pod nazivom »Metodologija smanjenja uticaja katalitičkih ostataka na trajnost prstenova sporohodnih brodskih motora«.

SEKRETAR  
Vera Popović





Na osnovu čl. 64. Statuta Univerziteta Crne Gore i čl. 38, 41. i 55 Pravila doktorskih studija, Vijeće Pomorskog fakulteta Kotor na sjednici odražanoj dana 21. 03. 2022. godine, donijelo je

### ODLUKU

1. Utvrđuje se da su ispunjeni uslovi iz Pravila doktorskih studija za dalji rad na doktorskoj disertaciji „ Metodologija smanjenja uticaja katalitičkih ostataka na trajnost prstenova sporohodnih brodskih motora“ doktoranda mr Miroslava Vukičevića.
2. Predlaže se Centru za doktorske studije i Senatu Univerziteta Crne Gore da formira komisiju za ocjenu doktorske disertacije „ Metodologija smanjenja uticaja katalitičkih ostataka na trajnost prstenova sporohodnih brodskih motora“ doktoranda mr Miroslava Vukičevića u sastavu:
  - **Dr Lazo Vujović, redovni profesor Pomorskog fakulteta Kotor Univerziteta Crne Gore, u penziji, oblast Brodsko inženjerstvo, predsjednik,**
  - **Dr Žarko Koboević, vanredni profesor Pomorskog odjela Sveučilišta u Dubrovniku, oblast Brodsko inženjerstvo, član,**
  - **Dr Nikola Račić, redovni profesor Pomorskog fakulteta Sveučilišta u Splitu, oblast Brodsko inženjerstvo, mentor.**
3. Odluka se sa pratećim materijalima dostavlja Centru za doktorske studije i Senatu Univerziteta Crne Gore.

### Obrazloženje

Doktorand mr Miroslav Vukičević je uradio svoju doktorsku disertaciju „Metodologija smanjenja uticaja katalitičkih ostataka na trajnost prstenova sporohodnih brodskih motora“, istu predao i uputio molbu Komisiji za doktorske studije i Vijeću Pomorskog fakulteta Kotor da predloži sastav Komisije za ocjenu disertacije.

Na osnovu podnijete dokumentacije i saglasnosti Komisije za doktorske studije, Vijeće je donijelo odluku kao u dispozitivu.

Odluka se sa pratećim materijalima dostavlja Centru za doktorske studije i Senatu Univerziteta Crne Gore.

### VIJEĆE POMORSKOG FAKULTETA KOTOR

Broj 01- 814  
Kotor, 21.03. 2022.

DEKAN  
Prof.dr Špiro Gyosević





UNIVERZITET CRNE GORE POMORSKI FAKULTET KOTOR			
Prim. lista	14.03.2021.		
Org. jed.	Broj	Prilog	Vrijednost
01-	757		

UNIVERZITET CRNE GORE

VIJEĆU POMORSKOG FAKULTETA U KOTORU  
KOMISIJI ZA POSTDIPLOMSKE I DOKTORSKE STUDIJE

**Predmet:** ZAHTJEV ZA OCJENU DOKTORSKE DISERTACIJE

Poštovani,

Molim Vas da imenujete komisiju za ocjenu doktorske disertacije pod nazivom:

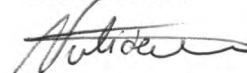
**“ Metodologija smanjenja uticaja katalitičkih ostataka na trajnost prstenova sporohodnih brodskih motora ”**

Uz molbu dostavljam sljedeću dokumentaciju:

1. Pismenu saglasnost mentora da rad zadovoljava kriterijume doktorske disertacije;
2. Primjerak doktorske disertacije u štampanoj formi;
3. CD sa cjelokupnim sadržajem doktorske disertacije u PDF/A formatu;
4. Fotokopiju svojih objavljenih radova tematski vezanih za doktorsku disertaciju;
5. Rad objavljen u časopisu na SCI listi, u štampanoj formi;
6. Potpisanu izjavu, datu kao prilog 1 Upustvu za oblikovanje doktorske disertacije
7. Radnu Biografiju

U Kotoru, 10. 03. 2021. godine

Doktorand:



Mr. Miroslav Vukičević, (upravitelj mašine)

Saglasan mentor:

Prof.dr. Nikola Račić

Prof. dr. sc. Nikola Račić  
Redoviti profesor  
Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet  
Zavod za brodogradarstvo Split,  
Ruđera Boškovića 37, ured 404  
[nikola.racic@pfst.hr](mailto:nikola.racic@pfst.hr)

UNIVERZITET CRNE GORE POMORSKI FAKULTET KOTOR			
Prilozi	14.03.2022		
Org. od.	Šifra	Priloz	Vrijednost
01	757/11		

sekretar:  
Vera Popovic, dipl. Pravnik  
Univerzitet Crne Gore | Pomorski fakultet Kotor  
Dobrota 36, 85330 Kotor  
Tel1: +382 32 303188 lokal 103  
Tel2: +382 32 334563 Mob: +382 67 397712  
[vera.popovic@ac.me](mailto:vera.popovic@ac.me)

**UNIVERZITET CRNE GORE  
POMORSKI FAKULTET U KOTORU  
KOTOR**

Na osnovu člana 37. Pravila doktorskih studija Univerziteta Crne Gore dajem sledeću

**SAGLASNOST**

Rad pod nazivom:

***“Metodologija smanjenja uticaja katalitičkih ostataka na trajnost prstenova sporohodnih brodskih motora”***

autora mr Miroslava Vukičevića, upravitelja mašine, saradnika u nastavi na Pomorskom fakultetu u Kotoru, Univerziteta Crne Gore, zadovoljavajuće kriterijume doktorske disertacije, propisane Statutom Univerziteta Crne Gore i Pravilima doktorskih studija.

U Splitu, 10. 03. 2022. godine

Mentor:

Prof. dr. sc. Nikola Račić



Pomorski fakultet Split, Hrvatska

UNIVERSITET KR. GORICE POMOORSKI FAKULTET KOTOR			
Primiti: 14. 03. 2022.			
Org. št.	Broj	Prilog	Vrijednost
01 -	757/2		

## Izjava o autorstvu

Potpisani                      Miroslav Vukičević

Broj indeksa                1/16 PN

Izjavljujem

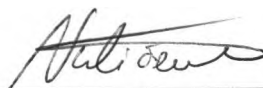
da je doktorska disertacija pod nazivom:

### ***Metodologija smanjenja uticaja katalitičkih ostataka na trajnost prstenova sporohodnih brodskih motora***

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija ni u cjelini ni u djelovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih ustanova visokog obrazovanja,
- da su rezultati korektno navedeni, i
- da nisam povrijedio autorska i druga prava intelektualne svojine koja pripadaju trećim licima.

U Kotoru, 10. 03. 2022. godine

Potpis doktoranta



---

Miroslav Vukičević  
Nikola Račić  
Špiro Ivošević



<http://dx.doi.org/10.21278/brod70208>

ISSN 0007-215X  
eISSN 1845-5859

## PISTON RING MATERIAL IN A TWO-STROKE ENGINE WHICH SUSTAINS WEAR DUE TO CATALYST FINES

UDC 621.436.1:62-242:620.178.16

Original scientific paper

### Summary

This research paper discusses preventive protection of the marine engine against abrasive effects of the catalyst fines in fuel. The relevant facts were gathered while analysing the performance of the slow-speed Wärtsilä RTA engine on an Aframax tanker. The analysis comprised fuel properties, regular and extraordinary examinations of the engine, including the control and replacement of piston rings and the measurement of the liner wear rate. The research particularly focused on the top compression ring as it withstands highest loads and fastest wear. On the other side, the research involved a chemical analysis of the piston rings with the purpose of establishing their chemical properties, structure, coating thickness and micro-hardness. In addition to a number of preventive measures that can be taken on board before injecting the fuel into the combustion chamber, the selection of a piston ring's material quality affects its wear rate to a large extent. The wear rate also depends on the catalyst fines in fuel. In practice, the piston ring of GGv type proved to be resistant to abrasive wear and its chemical properties were established through laboratory material testing.

**Key words:** *piston ring materials; abrasive wear; catalyst fines; marine diesel engine*

### 1. Introduction

Large marine engines use heavy fuel oil due to its low price. As a complex compound of various hydrocarbons, crude oil has a high content of carbons (83-87%). In petroleum refining, the process of cracking is used to break up heavy hydrocarbon molecules into lighter molecules containing less carbon atoms. The most efficient process is achieved by means of catalysts, i.e. solid compounds containing aluminium or silicon. These are very hard fines that cause abrasion of the engine liners and piston rings. The amount of catalytic fines in fuels is reduced in refineries and their content in fuel is prescribed.

There are a number of harmful effects of catalyst fines in the engine cylinders. Abrasion occurs on the cylinder liner walls if the impurities are thicker than the lubricating oil film. Impurities may get stuck between the piston ring and its groove and they may cut into a liner wall as well. Repair costs may be high and cause the ship's delay. For example, according to the report made on board a tanker [1], the repair costs that included spare parts, manhours,

engagement of the technical superintendent and additional expenses excluding the charter-related losses, amounted to 500,000 \$. Another example [2] of damage caused by catalytic fines refers to the cost of replacing the liner on the nine-liner two-stroke main engine, amounting to 420,000 \$. The overall costs arising from the same cause in Sulzer 8RTA84T and MAN B&W 6S50MC engines are presented in Table 1 as the third example.

**Table 1.** Costs resulting from damage of marine engines due to catalyst fines [3]

Ship type	Tonnage	Engine type	Bore	Stroke	Cost
Tanker	302,986 DWT	Sulzer 8RTA84T	840 mm	3150 mm	900,000 \$
Bulk carrier	54,000 DWT	MAN B&W 6S50MC-C	500 mm	2000 mm	1,500,000 \$

According to the reports presented in the relevant literature [4], the rate of wear of the piston rings and the engine liners of the MAN 6S80ME-C was two times higher than expected, thus increasing maintenance and other related costs by 183,000 \$. It should be noted that, due to harmful effects of catalytic fines, it may take just 100 running hours or slightly more than 4 days to reach the upper limit of the wear on all liners in a two-stroke slow-speed engine [5].

As the new international regulations on reduction of maximum allowed sulphur content in fuel are coming into force in 2020, thereby increasing the need for fuel cracking, it is assumed that the amount of fine catalyst residues acting as fuel impurities will be even larger.

Catalytic fines are easily capable of scratching and becoming embedded in steel surfaces. The abrasive property of the aluminium-silicon (Al+Si) fines results from their extreme hardness, measuring up to 8 on the Mohs scale (where diamond is 10) [6]. Marine residual fuels (RM) must meet ISO standard 8217: 2017 (Table 2). According to this standard, fuels that are commonly used in marine engines are allowed to contain maximum 60 mg/kg of catalytic impurities [7]. Engine makers prescribe the allowed maximum of catalytic impurities of 15 mg/kg before injecting the fuel into the engine cylinder.

Refineries are capable of producing fuels with 15 mg/kg of catalytic impurities, but this would make the fuel price considerably higher, so this is not practiced in real life [8].

**Table 2.** Limits of fuel contents to meet ISO standard 8217: 2017 [9]

Limits	Parameters (units)	RMA	RMB	RMD	RME	RMG				RMK		
		10	30	80	180	180	380	500	700	380	500	700
Max.	Aluminium + Silicon (mg/kg)	25	40		50	60						

Along with the efficient analyses of marine fuels, there are a number of other procedures and guidelines aimed at reducing fuel impurities, e.g. fuel bunker cleaning, equipment maintenance, crew training, high position of fuel intake from the tank, efficient fuel separation and filtering [10,6]. In addition, some companies perform fuel sampling immediately before and after the fuel separator in order to monitor its efficiency: according to the need or recommendation, another separator is cut in or the engine is switched from heavy fuel oil to diesel oil, as a prevention against the increased maintenance costs due to the wear of the piston rings and cylinder liners.

Another essential requirement for the long durability of the liners and rings is the efficient lubricating system, with the use of adequate lube oil and maintaining the engine

loads within permitted limits. The purposes of lubricants are to protect against wear, reduce friction, separate moving parts, transfer heat (from combustion chamber and piston to liner) and power, reduce noise and vibration, seal for gases, prevent corrosion and carry away contaminants and debris [11]. To increase efficiency [12] to reduce pollution [13] and exhaust emissions [14] in marine two-stroke low-speed diesel engines, it is very important that, among other numerous engine components, that piston rings and cylinder liners have high-quality coatings, i.e. surfaces that generate ultra-low wear and friction between surfaces [15].

The ways of prolonging the durability of the liners and rings, i.e. the causes of shortening their life cycles, depends considerably on the material the piston rings are made of and its ability to withstand the effect of impurities that may appear in the combustion chamber through the scavenge air or fuel.

This paper presents an analysis of the effects of the piston ring material on its wear rate. Given the fact that the chemical composition is not known because the manufacturer cannot present its exact chemical composition and properties, laboratory testing of the ring materials was carried out for the purpose of the research.

## 2. Piston rings and their function

Piston rings in internal combustion engines have multiple functions. Apart from separating the combustion chamber from the scavenge air space, they ensure the heat transfer from the piston to the cylinder liner and prevent excessive oil to enter the combustion chamber from the crankcase. It is essential for the rings to ensure uniform film of lubricating oil across the cylinder walls. Piston rings include compression and oil control rings, their configuration being presented in Figure 1.

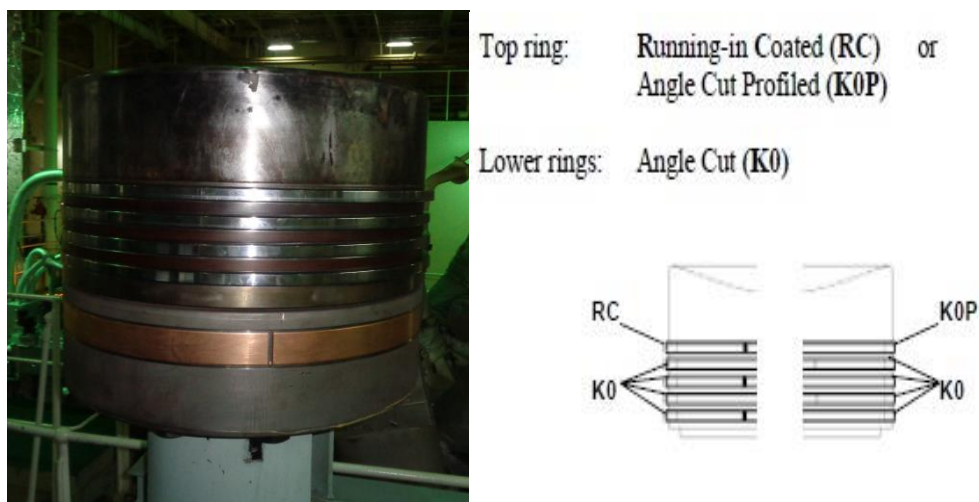


Figure 1. Design and configuration of the piston rings

### 2.1 Analysis of the recommended configuration of the piston rings and operation parameters in Wärtsilä RTA 58 marine engine

In this type of engine, the recommended configuration features the top compression piston ring of *Running in coated* (RC) type or the *Angle cut profiled* (KOP) type, its height being 16 mm [16,17]. The lower rings – not being that exposed to high pressure and temperature during the process of combustion – are of the K0 type and *Angle cut* type.



Operation parameters during the process of testing and the data referring to lubricating oil are presented in Tables 3 and 4. The six-cylinder RTA 58 engine used heavy fuel oil (HFO) type IFO350 whose viscosity at 50°C was 352.6 cSt, density 973.5 kg/m<sup>3</sup> at 15°C, sulphur content 1.8% and amount of catalytic impurities 20 mg/kg [18].

**Table 3.** Information on the tested marine engine [19].

Maker	Engine type	Nominal / Service power (kW)	Nominal / Service speed (min <sup>-1</sup> )	Mean indicated pressure (bar)	Stroke (mm)
<i>Wärtsilä</i>	6RTA58-T	12000/10800	103 (92)	18.3	2416

**Table 4.** Information on lubricating oil [19].

Cylinder oil	Consumption of cylinder oil (g/kWh)	Crankcase oil	Consumption of crankcase oil (l/day)
Talusia Universal/HR70	1.4	Elf Atlanta Marine 3005	100

During this engine type testing, the analysis involved two types of piston rings, specifically two types of the top rings that bear highest loads, with the code marks G17 SCP1RC16 and GGV SCP1CC16. There were engine problems that occurred while using the G17 RC piston ring due to the piston ring fracture (Figure 2) and the cylinder liner wear (Figure 3). The piston rings were replaced with the new chromium-plated rings of GGV CC type. The liner was replaced as well.



**Figure 2.** Damaged piston rings

Figure 3 presents the results of the worn-out cylinder liner testing. The liner's cross-section, with the reference points A – L as points of obligatory measurement, is on the left side. The inserted table shows the distance of the measurement points from the top of the liner. The second and third columns feature the measured values (in yellow colour), whereas the deviations from the boundary values are entered into the last two columns. The measurements revealed that the high rate of wear was observed only at the upper part of the liner, as shown in the diagram on the right side, which conforms to the manufacturer's guidelines in the manual WinGD for G17 SCP1RC16 and GGV SCP1CC16 piston rings [20].

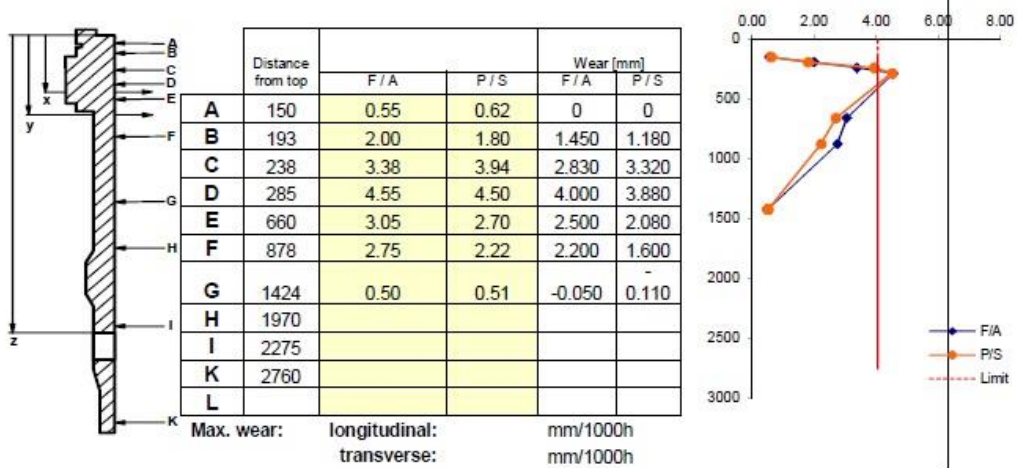


Figure 3. Measured wear of the cylinder liner

A suspicion of whether sudden liner and piston ring wear are caused by cat fines can be examined by taking a replica test of the liner surface (done together with Wartsila Switzerland Ltd. Technical services). The surface where was done replica test is shown in Figure 4 and microscope result in Figure 5.

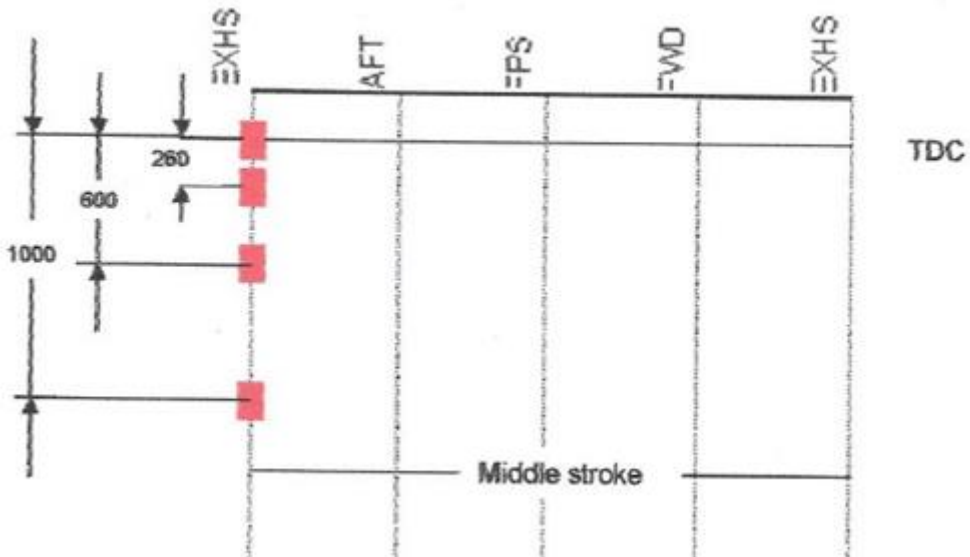


Figure 4. Replica location done at the cylinder liner

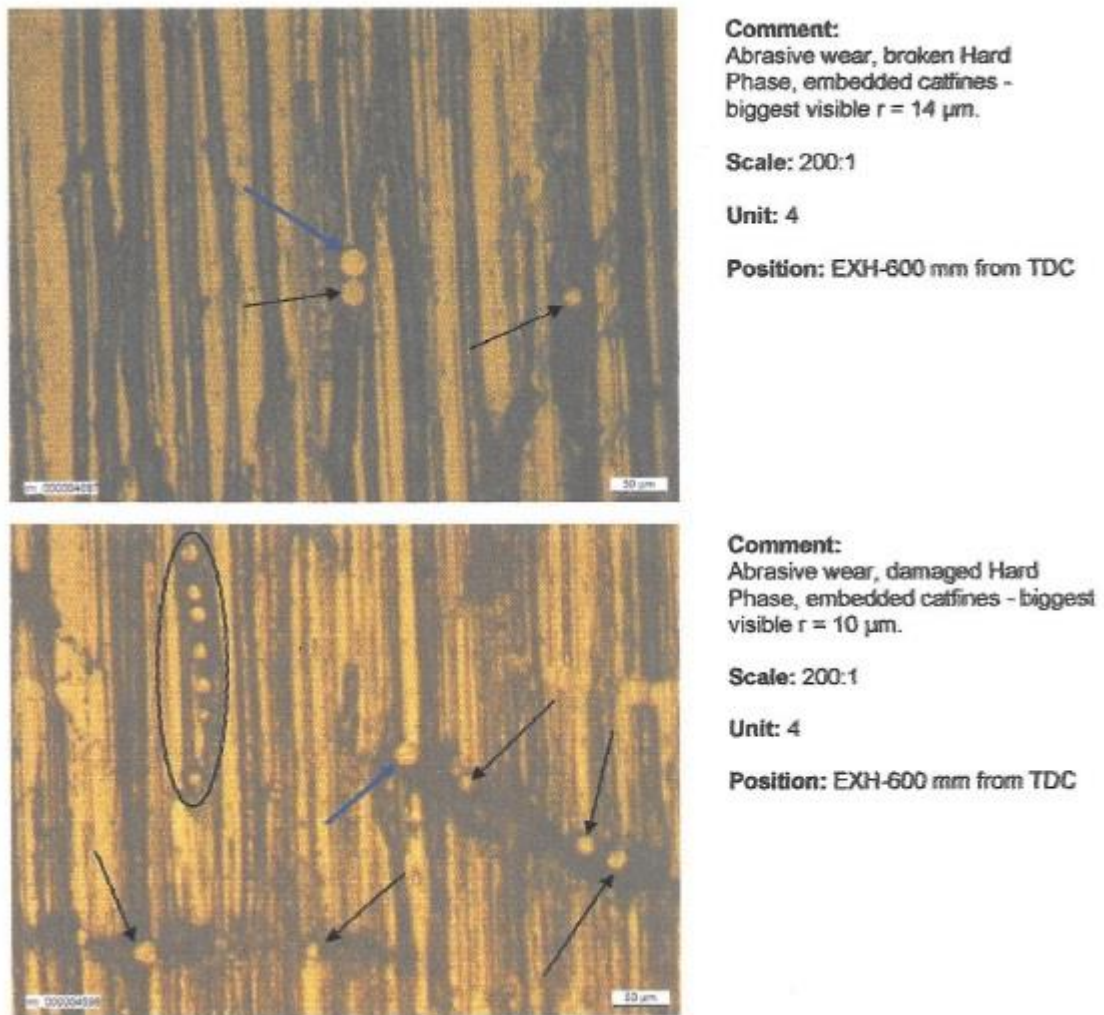
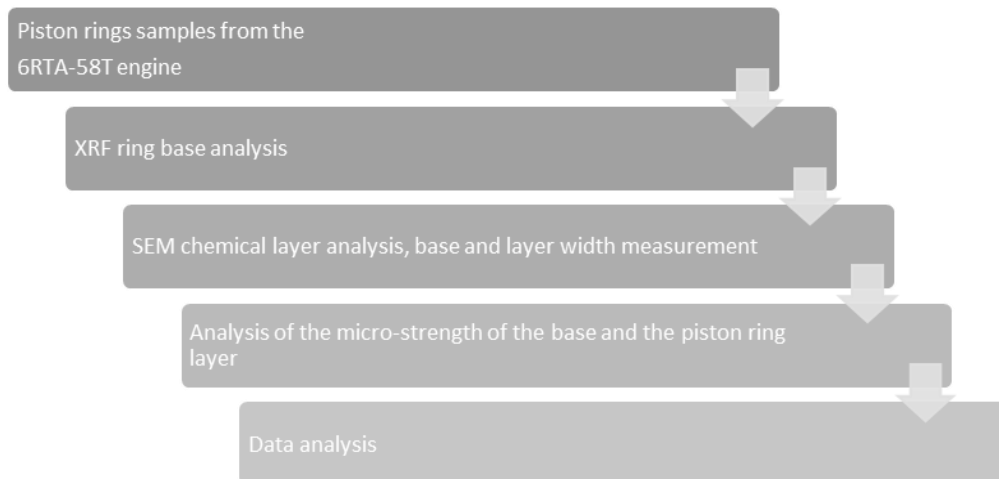


Figure 5. Catfines in the cylinder liner examined under microscope and comments

### 3. Methodology applied in analysing the chemical composition of the base and layers of the piston rings

The analysis of the chemical composition of the piston rings' base and layers included the methods shown in Figure 6. The samples were gathered by the author during the onboard service in the capacity of the chief engineer.



**Figure 6.** Methodology of analysing the piston ring samples

### 3.1 Chemical analysis of the base and layer material of the rings GGV and G17 by using XRF and SEM techniques

Modern piston rings commonly consist of the base and the layer of coating that is added to improve the ring's performance. In order to determine their chemical composition, the X-ray fluorescence spectrometry (XRF) analysis was applied. This is a non-destructive technique that has been widely used in scanning electron microscopy instrumentation for elemental analysis of specimens. Obtained results are presented in Table 5.

**Table 5.** Analysis of the chemical composition of samples by means of XRF technique [21]

Name of specimen	Percentage content of elements								
	% C-carbon	% Si-silicon	% Mn-manganese	% S-sulphur	% Cr-chromium	% Ni-nickel	% Cu-copper	% Mo-molybdenum	% V-vanadium
Top ring GGV	3.29	2.0	0.80	0.005	0.11	<0.1	0.80	0.48	
Top ring G17	2.84	1.3	0.80	0.005	0.14	0.40	1.0	0.69	0.17

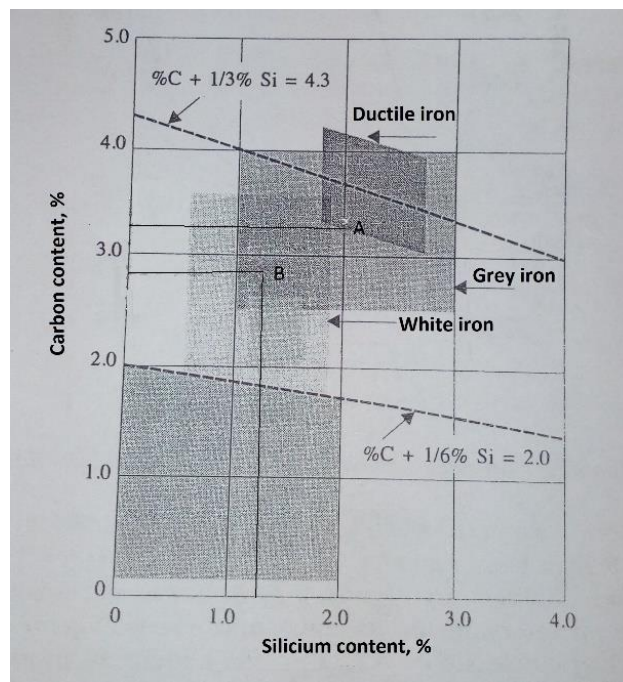
Iron (ferrous) makes the base of the analysed samples. The data presented in Table 5 show that the specimen of the GGV piston ring has the higher content of carbon (3.29%) and silicon (2%), while there is much less nickel (<0.1%), copper (0.8%) and molybdenum (0.48%). Hence, according to its chemical composition, the base of the piston ring is grey iron. It is actually cast iron whose structure lies in the metal matrix and consists of graphite lamellae. The improvement of wear-resistant properties of a cast iron piston ring-cylinder liner pair of an internal combustion engine can exert a significant influence on maintaining service properties, extending service life, and reducing the repair costs [22,23,24].

Grey iron has found a wide application primarily owing to the affordable property-value ratio. It has a few particular properties that arise from the presence and form of the graphite

lamellae within its structure. It can be easily cast, even into complicated forms, and it has good machinability properties. Grey iron has exceptional features for the application in the conditions requiring the smothering vibrations or heat shocks that are present while the engine is running. As the strength and conductivity of this material are limited, they can be improved by adequate heat treatment. This process reduces the size of the lamellae and defines the metal structure.

Parameters which have to be considered for ranking material of the piston ring and cylinder liner in conditions during combustion are: material microstructure, surface topography, the lubricant and the different operating conditions ranging from boundary to hydrodynamic lubrication [25].

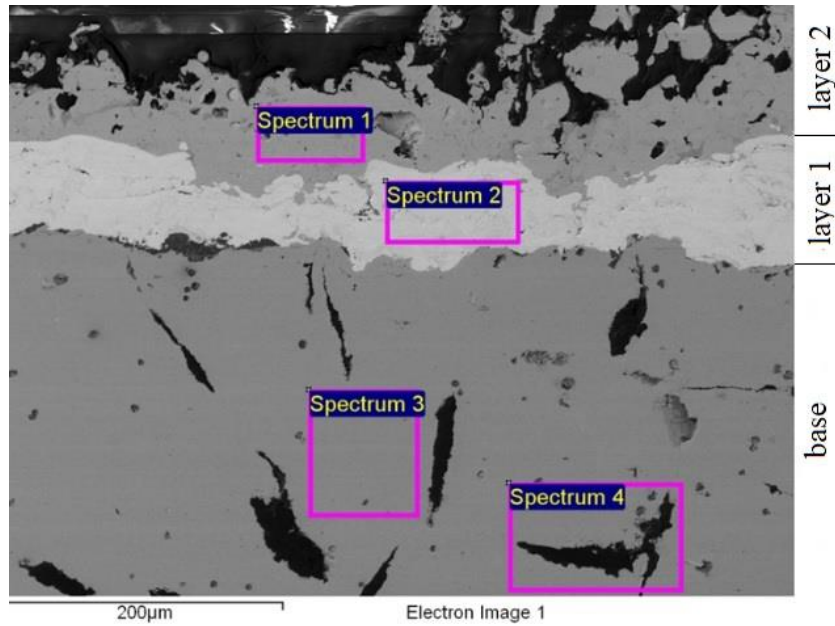
When comparing the measured results with the effects of alloyed elements on the properties of steel [26], it can be noted that the specimen Top ring GGV has increased effects of strength, hardness and elasticity when the high contents of carbon and silicon are present. The analysis of the base material's chemical composition indicates that both samples have almost identical composition, with a difference in the percentage content of carbon (C) and silicon (Si); however, both samples fall into the category of grey iron, as can be noted in Figure 7, points A and B.



**Figure 7.** Content of carbon and silicon in specific types of cast iron- Maurer chart [27]

By using high definition SEM (*scanning electron microscope*), type FEI Sirion 400 NC, the image is obtained by regular movement of the beam of electrons across the surface of the sample. This tool is ideal for examining the structure of materials. When complemented by an energetic dispersive spectrometer EDS Oxford INCA 350, it is possible to establish the chemical composition of the sample material on the selected and observed micro surface that is presented as *spectrum* in the obtained images.



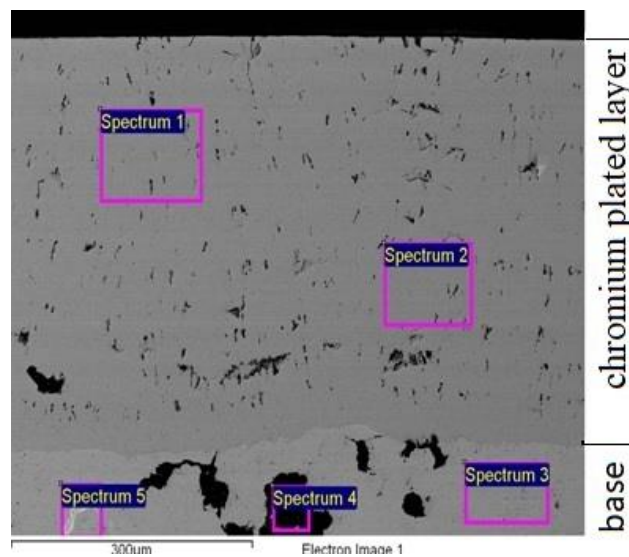


**Figure 8.** Analysis of elements in the observed areas of the piston ring in layers Spectrum 1 and 2 and base materials Spectrum 3 and 4 [21]

Figure 8 shows the areas selected for chemical analysis, where it is taken into account to select all visible coatings in the piston ring layer. The produced results, presented in Table 6, indicate that the piston ring base is essentially made of iron (96.4% and 68.2%). The neighbouring layer is mostly molybdenum (96%) while the last layer coating the ring is mostly nickel (92.3%). Hence this is the so-called nickel-plated ring.

**Table 6.** Percentage chemical content of the layer of the top ring G17 [21]

Spectrum	In stats.	C	O	Si	Fe	Ni	Mo	Total
Spectrum 1	Yes	5.73	1.93			92.33		100.00
Spectrum 2	Yes		3.94				96.06	100.00
Spectrum 3	Yes	2.04		1.51	96.45			100.00
Spectrum 4	Yes	30.86		0.93	68.21			100.00



**Figure 9.** Polished section of composite coating Cr-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> by piston ring producer Goetz [21]



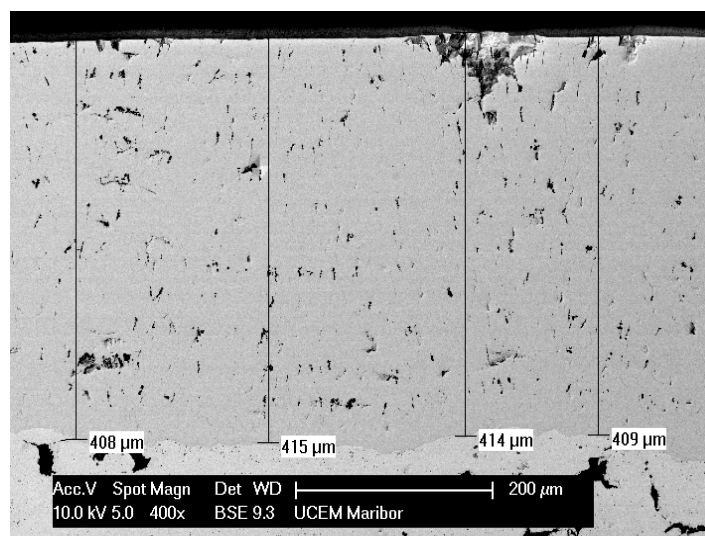
Figure 9 shows the enlarged areas selected for the analysis of the GGV ring. The data presented in Table 7 indicate that there is only one chromium layer as the ring's plating (96.4% and 98.9%), whereas the base of this ring is also essentially made of iron (96.4% and 81.2%). Therefore, this ring can be called chromium-plated. The small particles are alumina particles ( $O_2=1,95$  Table 7). Between the galvanic deposited Cr-layer and the cast iron surface is a Cu interlayer.

**Table 7.** Percentage chemical content of the layer of the Top ring GGV [21]

Spectrum	In stats.	C	O	Si	P	Cr	Fe	Mo	Total
Spectrum 1	Yes	1.67	1.95			96.38			100.00
Spectrum 2	Yes	1.12				98.88			100.00
Spectrum 3	Yes	1.87		1.71			96.42		100.00
Spectrum 4	Yes	82.24	8.74				9.02		100.00
Spectrum 5	Yes	3.72		1.49	1.12		81.22	12.46	100.00

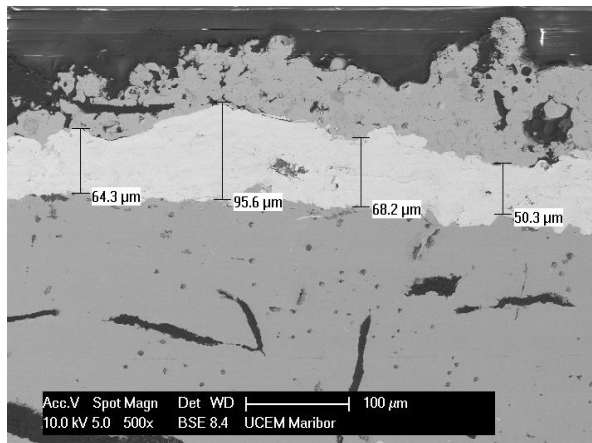
### 3.2 Analysis of the thickness of the piston ring layer

This segment of the research focuses on the layers of the GGV and G17 piston rings. When observing the plating of the top ring GGV, it can be noticed that this ring has a thick layer of chromium amounting to 400  $\mu\text{m}$ , while the micro-structure of the base material features simple graphites (Figure 10).

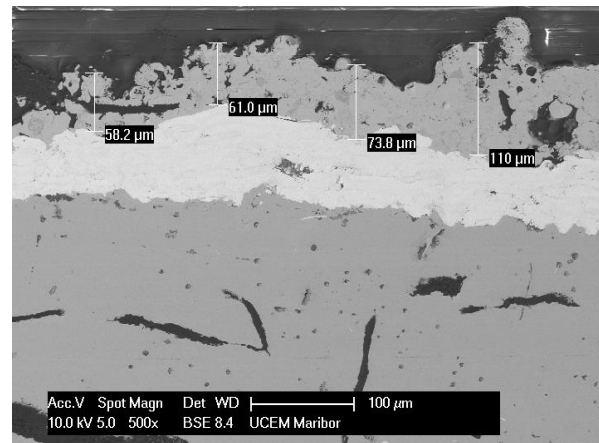


**Figure 10.** Thickness of the Cr-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> coating on the Top ring GGV examined by electronic microscope (SEM) [21]

In contrast to the GGV ring, the G17 Top ring has a completely different structure of the surface layer. In Figures 11 and 12, two different platings can be noticed, having the maximum thickness of 95.6  $\mu\text{m}$  and 110  $\mu\text{m}$  respectively. The prominent feature of this ring is the overall thickness of its layer (205  $\mu\text{m}$ , both platings). It can be noted that this value is double in the chromium-plated ring.



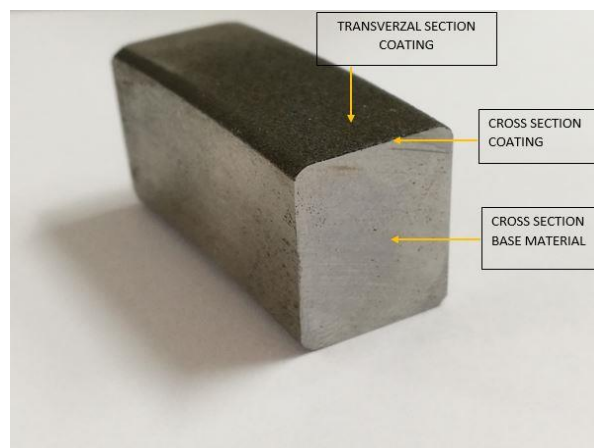
**Figure 11.** Thickness of the plating in the lower layer of the G17 ring



**Figure 12.** Thickness of the plating in the upper layer of the G17 ring

### 3.3 Analysis of the micro-hardness of the piston ring base and layers

Measurements of the hardness of both specimens were performed with the aid of Zwick 3212 tester for Vickers hardness (HV0.2). As the sample of the Top ring G17 has rough surface, micro-hardness of the transversal section of coating (Figure 13) could not be measured. Attempts were made by applying a lower load of a HV 0.2, i.e. 1.961 N and a higher load of HV 5, i.e. 49.03 N in order to obtain the pyramid indentation, but the indentation was not visible through the electronic microscope due to the specimen's rough surface. Glazing the surface would wear out the coating, so that the measurement would not be satisfactory.



**Figure 13.** Points of measurement for Vickers micro-hardness [21]

The points of the micro-hardness measurement are shown in Figure 13. The procedure established that the Top ring G17 had a greater average hardness of the base material, amounting to 306.5 (HV 0.2). However, its hardness at the cross section coating is only 385.5 (HV 0.2), which indicates that the surface layer of the ring is just a bit harder than its base material.

On the other hand, the chromium-plated Top ring GGV has 217% greater hardness of the coating, amounting to 838.17 (HV 0.2), as presented in Table 8. This is essential in terms of abrasive wearing because the surface layer (coating) makes a physical contact with the cylinder liner, lube oil film and catalyst fines.

**Table 8.** Micro-hardness HV 0.2 of both piston top rings, G17 and GGV [21]

<b>MICRO-HARDNESS HV 0.2</b>					
Top ring G17			Top ring GGV		
	cross section			cross section	
	coating	base material	coating	coating	base material
	337	353	909	802	418
	409	306	672	857	285
	401	325	557	825	274
	494	265	505	753	209
	278	289	937	909	274
	394	301	753	883	206
<b>Average</b>	<b>385.5</b>	<b>306.5</b>	<b>722.17</b>	<b>838.17</b>	<b>277.67</b>
Min.	278	265	505	753	206
Max.	494	353	937	909	418
STDEV	72.86	30.21	178.31	56.77	76.97

Traditionally, it is considered that wear resistance of the coatings just depends on the hardness but nevertheless, elastic modulus also plays a vital contribution in the wear characteristics. [28]. The modulus of elasticity of the G17 piston ring is 110-140 GPa [29], whereas the modulus of elasticity at the complex chromium alloyed grey iron is 154-196 GPa according to DIN 1695 [27].

#### 4. Suggested procedures for further research and improvement of quality of the piston rings on the market

For the purpose of further analysis, it would be beneficial to compare the measured values of the worn-out piston rings with the equivalent data obtained from the rings that are not worn-out, prior to examining the cylinder liner. When taking samples from the cylinder liner, the latter becomes damaged and therefore useless. As there is typically only one spare liner on board, sampling becomes difficult. Furthermore, performing a complex simulation of exposing both types of piston rings to abrasion would be helpful in future analyses, providing that the prevailing operating conditions in the main engine can be simulated. One of the specific features of such a simulation would be the use of both types of fuel, i.e. marine diesel oil (MDO) and heavy fuel oil (HFO), as the durability of the piston rings is considerably affected by the quality of used fuel. The expected durability of the piston ring corresponds to the time between overhaul and is much longer when the engine runs on cleaner MDO, as shown in Table 9.

**Table 9.** Durability of the diesel engine parts with regard to the quality of used fuel [30]

<i>Engine parts</i>	Time between overhaul (h)		Expected durability (h)	
	HFO	MDO	HFO	MDO
- <i>piston rings</i>	12-20,000	20-24,000	12-20,000	20-24,000
- <i>cylinder liner</i>	12-20,000	20-24,000	60-100,000	60-100,000

Apart from the different quality of fuel used by the engine in operation, the simulation of abrasion effects will also depend on the use of adequate lubricating oils having different recommended base number (TBN). Simulation and accurate recommendations referring to the above parameters are essential as today's diagnostic parameters indicate problems only when the piston ring wear is greater than 75%.

Companies should introduce the "cat fine risk surveys", i.e. reports including the state of the engine fuel system components, analysis of the specific features of the marine power system, classification of risks based on the long-term experience of the crew members and superintendents, and recommendations on optimal protection of the engine against damage caused by catalyst fines. This sort of report would be also suitable for education and training of the engineer and their crew who would be able to take better care of the engine. Besides, if damages caused by catalyst fines do occur, the well-trained engineer will be of vital importance for gathering evidence and producing damage reports that can be subsequently used in the process of damage compensation or possible international arbitration. A continued understanding of the piston-cylinder-contact assembly only helps engineers, scientists and any other stakeholder to improve on the piston ring and cylinder liner interaction [31].

One of the critical measures for improving the piston ring quality on the market should be the marking of rings in line with the Technical Code requirements, in order to enable the control quality and reduce the possibility of using poor quality or poorly reconditioned rings [30]. It is necessary to enforce standardisation that would bind all ring manufacturers in terms of the quality of material and production, but also in terms of providing the specification of materials the rings are made of.

## 5. Conclusion

Catalyst fines are always found in heavy fuel oil. Their presence has to be carefully monitored (used Veritas Petroleum Services BV - VPS laboratory for fuel testing) and their amount should be reduced to a minimum. After settling in fuel tanks, separation and filtering, catalytic fines enter the combustion chamber through the fuel injector. Being highly abrasive, they can create huge problems, damage to the main engine and, consequently, high direct and indirect costs.

This research focused on the analysis of the running in coated (RC) and chromium coated (CC) top compression rings in Wärtsilä RTA two-stroke slow-speed diesel engine on an Aframax tanker. Examination and measurement carried out on board enabled the insights into the state of the piston rings, while the fuel analysis revealed the amount of impurities. During the tests the RC piston rings were damaged or broken, while the wear of the cylinder liner was faster. The analyses of chemical composition established that the grey iron CC ring had a coating of chromium whose thickness amounted to around 400µm, whereas its base material contained more carbon and silicon than the RC piston ring. The latter had a coating consisting of two layers containing nickel and molybdenum, having the overall thickness of 200µm. In addition, the modulus of elasticity of the chromium-plated grey iron ring was higher than in the RC ring. Micro-hardness measurement revealed that the CC ring had a surface layer that was 217% harder than the surface layer of the RC ring.

The results obtained by the analyses and measurements indicated that the chromium-plated piston ring had higher hardness and was more efficient in withstanding abrasive effects of catalytic fines, while the higher modulus of elasticity of its base material enabled a better resistance to breaking.

## Acknowledgement

All laboratory measurements in this research were performed at the Faculty of Mechanical Engineering of the University of Maribor (Fakulteta za strojništvo Univerze v Mariboru) through the bilateral project **BI-ME/18-20-024 (2019-2020)**. Practical testing of the samples required for the analysis was performed on board an Aframax tanker. We would like to thank our Slovenian colleagues for the use of laboratory facilities and consultations.

## REFERENCES

- [1] Wright, A.: *Marine Fuel Quality 2015 An Objective Review (FOBAS)*. Lloyd's Register EMEA, February 2017 Southampton.
- [2] Ford, M.C.: *A master's guide to: Using fuel oil onboard ships*.pdf file, Standard P&I Club, February 2012 London. <https://www.standard-club.com/media/24163/AMastersGuidetoUsingFuelOilOnboardships.pdf> (accessed: 22.11.2018)
- [3] Breamar, J. H.: *JHC Report - Marine Engine Damage due to Catalytic Fines in Fuel* (Part I-Technical Analysis), Joint Hull committee, September 2013. [https://iumi.com/images/documents/JHC\\_Catfines\\_Pack.pdf](https://iumi.com/images/documents/JHC_Catfines_Pack.pdf) (accessed: 08.9.2018)
- [4] <https://marine.man-es.com/> (accessed: 15/10/2018)
- [5] DNV: *Engine worn out in less than 100 hours by catalytic fines*. Det Norske Veritas, Classification Support. December 2010.
- [6] <https://www.alfalaval.com> (accessed: 15/01/2019)
- [7] Zamiatina, N.: *Comparative overview of marine fuel quality on diesel engine operation*, 9th International Scientific Conference Transbaltica 2015. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.01.055>
- [8] International Council on Combustion Engines, CIMAC Guideline ISO 8217:2017 - FAQ 03-2017.
- [9] <http://www.dan-bunkering.com> (accessed: 12.10.2018)
- [10] International Council on Combustion Engines: *Onboard Fuel Oil Cleaning, the ever-neglected process – How to restrain increasing cat-fine damages in two-stroke marine engines*, Paper No. 51 CIMAC Congress, 2013 Shanghai. <http://www.nanonord.dk/media/1134/onboard-fuel-oil-journal.pdf> (accessed: 05.11.2018)
- [11] Trivedi, H.K. and Bhatt, D.B.: *Effect of lubricants on the friction of cylinder liner and piston ring materials in a reciprocating bench test*, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade. FME Transactions (2019) 47, 23-28, <https://doi.org/10.5937/fmet1901023T>
- [12] Bukovac, O., Medica, V. and Mrzljak, V.: *Steady state performances analysis of modern marine two-stroke low speed diesel engine using mlp neural network model*, Internatinal journal Brodogradnja (Shipbuilding) Vol. 67, No. 4, pp. 81-90, 2015
- [13] Nikolic, D., Marstijepovic, N., Cvrk., S. Gagic, R. and Filipovic, I.: *Evaluation of pollutant emissions from two-stroke marine diesel engine fueled with biodiesel produced from various waste oils and diesel blends*, Internatinal journal Brodogradnja (Shipbuilding) 2017, <https://doi.org/10.21278/brod67406>
- [14] Lalic, B., Radica, G. and Racic, N.: *Analysis of exhaust gas emission in the marine two-stroke slow-speed diesel engine*, Internatinal journal Brodogradnja (Shipbuilding) 2016, <https://doi.org/10.21278/brod67302>
- [15] Singh, S.K., Chattopadhyaya, S., Pramanik, A., Kumar, S. and Basak, A.K.: *Effect of lubrication on the wear behaviour of CrN coating deposited by PVD process*, Int. J. Surface Science and Engineering (2019), Vol. 13, No. 1, pp.60–78, doi: 10.1504/IJSURFSE.2019.10019189
- [16] Lalić, B. Komar, I. Dobrota, Đ.: *Structural modifications for improving the tribological properties of the cylinder unit in two-stroke slow speed marine diesel engines*, Transactions on Maritime Science (ToMS), Vol. 01, No. 02, 2012. <https://doi.org/10.7225/toms.v01.n02.004>
- [17] Sulzer Wärtsilä, Spare parts notice Piston ring standard, SPN/RTA 001 03/12/2002. pdf. file.
- [18] Fuel analysis by Veritas Petroleum Services BV, 2015. pdf. file.
- [19] Wärtsilä Service report done at vessel, 28/03/2015. pdf. file.
- [20] Winterthur Gas & Diesel Ltd. *Guide for judging condition of relevant piston-running components: liners, pistons and piston rings*. Version 3.0 , WinGD, June 2018 pdf. file.

- <https://www.wingd.com/en/documents/engine-operation/wingd-guide-for-judging-condition-of-relevant-piston-running-components-v3-june-2018.pdf/> (accessed: 15.10.2018)
- [21] Results of the measurements performed at the University of Maribor, the Faculty of Mechanical Engineering (Fakulteta za strojništvo Univerze v Mariboru), through the bilateral project BI-ME/18-20-024 (2019-2020).
- [22] Singh, S.K., Chattopadhyaya, S., Pramanik, A. and Kumar, S.: *Wear behavior of chromium nitride coating in dry condition at lower sliding velocity and load*, International journal of advanced manufacturing technology (2017), <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0796-x>
- [23] Bakowski, H.: *Wear mechanism of spheroidal cast iron piston ring-aluminium matrix composite cylinder liner contact*, Archives of metallurgy and materials, vol 63. (2018) <https://doi.org/10.24425/118965>
- [24] Shen, Y., Yu, B., Lv, Y. and Li, B.: *Comparison of Heavy-Duty Scuffing Behavior between Chromium-Based Ceramic Composite and Nickel-Chromium-Molybdenum-Coated Ring Sliding against Cast Iron Liner under Starvation*, Materials 2017, 10, 1176; <https://doi.org/10.3390/ma10101176>
- [25] Wopelka, T., Cihak-Bayr, U., Lenauer, C., Ditrói, F., Takács, S., Sequard-Base, J. and Jech, M.: *Wear of different material pairings for the cylinder liner – piston ring contact*, Industrial Lubrication and Tribology (2018) y, Vol.70 Issue: 4, pp.687-699, <https://doi.org/10.1108/ILT-07-2017-0218>
- [26] Kraut, B.: *Strojarski priručnik*, deveto izdanje, Tehnička knjiga 1988. Zagreb.
- [27] Radulović, B., Perović, B., Mišović M.: *Metalni materijali I*, Metalurško tehnološki-fakultet, Univerzitet Crne Gore, 2001 Podgorica.
- [28] Uddin, G.M., Kamran, M.S., Ahmad, J., Ghufran, M., Asim, M., Zafar, M.Q., Irfan, M., Waseem, B., Khan, A.A. Jawad, M., Zeid, I and Kamarthi, S.: *Comparative Experimental Study of Tribo-Mechanical Performance of Low-Temperature PVD Based TiN Coated PRCL Systems for Diesel Engine*, Hindawi Advances in Tribology, Volume 2018, Article ID 9437815, 12 pages <https://doi.org/10.1155/2018/9437815>
- [29] <http://www.federalmogul.com> (accessed: 05.10.2018)
- [30] Kuiken, K.: *Diesel II engines for ship propulsion and power plants*, Target Global Energy Training ,2008 The Netherlands.
- [31] Rozario, A., Baumann, C. and Shah, R.: *The Influence of a Piston Ring Coating on the Wear and Friction Generated during Linear Oscillation*, Lubricants 2019, 7, 8; <https://doi.org/10.3390/lubricants7010008>

Submitted: 21.03.2019. Miroslav Vukičević, miroslav.v@ucg.ac.me  
vukicevic.miroslav@gmail.com





Accepted: 13.05.2019. University of Montenegro, Faculty of Maritime Studies, Kotor, Montenegro  
Nikola Račić, University of Split, Faculty of Maritime Studies, Split, Croatia  
Špiro Ivošević, University of Montenegro, Faculty of Maritime Studies,  
Kotor, Montenegro



## OSOBNE INFORMACIJE

## Prof. dr. sc. Nikola Račić



 Slavonska 4, Split 21000, Hrvatska.  
 +385 (0)21 619 404  +385 (0)91 370 1007  
 [nikola.racic@pfst.hr](mailto:nikola.racic@pfst.hr)

Spol Muški | Datum rođenja 23/02/1968 | Državljanstvo Hrvatsko

## RADNO ISKUSTVO

01.10.2021. do daljnjega

**Predstojnik zavoda za brodstrojarstvo/Ravnatelj centra za praktičnu nastavu/Redovni profesor iz područja tehničkih znanosti**  
 Pomorski fakultet u Splitu, Ruđera Boškovića 37, Split 21000, <https://www.pfst.unist.hr/hr/o-fakultetu-hr/ustroj/zavodi-i-katedre>; <https://www.pfst.unist.hr/hr/o-fakultetu-hr/ustroj/tijela-fakulteta>

- Redoviti profesor u znanstvenom području tehničkih znanosti, polju strojarstva, grani brodsko strojarstvo
- Nastavnik na kolegijima : Preddiplomski studij: Brodski motori, Brodski energetske sustavi, Brodski generatori pare i toplinske turbine, Tehnologija prekrcajnih sredstava.
- Nastavnik na doktorskom studiju: Modeliranje i simuliranje procesa motora SUI.

**Djelatnost:** Upravljačka, znanstveno istraživačka, nastavna djelatnost i stručni rad.

01.10.2018 – 01.06.2019.

**Prodekan za posloводство/Redovni profesor iz područja tehničkih znanosti**  
 Pomorski fakultet u Splitu, Ruđera Boškovića 37, Split 21000, <http://www.pfst.unist.hr/hr/o-fakultetu-hr/ustroj/uprava>

- Član uprave Fakulteta, prodekan za posloводство.
- Povjerenik za studentska pitanja.
- Član nakladničkog savjeta sveučilišnih novina "Universitas".
- Redoviti profesor u znanstvenom području tehničkih znanosti, polju strojarstva, grani brodsko strojarstvo
- Nastavnik na kolegijima : Preddiplomski studij: Brodski motori, Brodski energetske sustavi, Brodski generatori pare i toplinske turbine, diplomski studij: Energetske sustavi u pomorstvu, Brodski prekrcajni sustavi.
- Nastavnik na doktorskom studiju: Modeliranje i simuliranje procesa motora SUI.

**Djelatnost:** Upravljačka, znanstveno istraživačka, nastavna djelatnost i stručni rad.

01.11.2014. – 01.10.2018.

**Dekan/Izvanredni profesor iz područja tehničkih znanosti**  
 Pomorski fakultet u Splitu, Ruđera Boškovića 37, Split 21000, <http://www.pfst.unist.hr>

- Čelnik fakulteta, član Senata Sveučilišta u Splitu.
- Predsjednik Upravnog vijeća Studentskog centra, član Upravnog vijeća Studentskog centra.
- Član nakladničkog savjeta sveučilišnih novina "Universitas".
- Izvanredni profesor u znanstvenom području tehničkih znanosti, polju strojarstva, grani brodsko strojarstvo
- Nastavnik na kolegijima : Preddiplomski studij: Brodski motori, Brodski energetske sustavi, Brodski generatori pare i toplinske turbine, diplomski studij: Energetske sustavi u pomorstvu, Brodski prekrcajni sustavi.
- Nastavnik na doktorskom studiju: Modeliranje i simuliranje procesa motora SUI.

**Djelatnost:** Upravljačka, znanstveno istraživačka, nastavna djelatnost i stručni rad.

2010. – 2014.

**Prodekan za posloводство/Docent iz područja tehničkih znanosti**

Pomorski fakultet u Splitu, Zrinsko Frankopanska 38, Split 21000, <http://www.pfst.unist.hr>

- Član uprave fakulteta, prodekan za posloводство.
- Sudjelovanje u Savjetu Ministarstva mora - Uprava za pomorstvo, za donošenje izmjena pravilnika vezano za uvođenje Posebnog programa obrazovanja za stjecanje časničkih zvanja NN. 142/10.
- Član je izdavačkog savjeta časopisa Brodogradnja.
- Član je uređivačkog tima u međunarodnom znanstvenom časopisu „Transaction on Maritime Science“
- Docent u znanstvenom području tehničkih znanosti, polju strojarstva, grani brodsko strojarstvo
- Nastavnik na kolegijima : Preddiplomski studij: Brodski motori, Brodski energetske sustavi, Brodski generatori pare i toplinske turbine, diplomski studij: Energetske sustavi u pomorstvu.

**Djelatnost:** Upravljačka, znanstveno istraživačka, nastavna djelatnost i stručni rad.

#### 2009. – 2010. **Voditelj studija Brodstrojarstva**

Pomorski fakultet u Splitu, Zrinsko Frankopanska 38, Split 21000, <http://www.pfst.unist.hr>

- Priprema i organizacija nastave na preddiplomskom / diplomskom studiju,
- Priprema i izrada prijedloga studijskog programa i izvedbenog plana nastave u suradnji s nastavnicima odgovarajućeg studija,
- Briga o osiguranju materijalnih i ostalih uvjeta za realizaciju studija.
- Nastavnik na kolegijima : Brodski motori, Brodski energetske sustavi, Brodski generatori pare i toplinske turbine.

**Djelatnost:** Upravljačka, znanstveno istraživačka, nastavna djelatnost i stručni rad. Zavod za brodstrojarstvo.

#### 2008. – 2009. **Predstojnik Zavoda za pomorsku tehnologiju jahta i marina**

Pomorski fakultet u Splitu, Zrinsko Frankopanska 38, Split 21000, <http://www.pfst.unist.hr>

- Planiranje, ustrojavanje i koordiniranje znanstvenog, nastavnog i stručnog rada zavoda,
- Briga o pokrivenosti nastave izabranim nastavnicima (u stalnom radnom odnosu i vanjskim suradnicima) i njihovom opterećenju u suradnji s prodekanom za nastavu.
- Priprema i sazivanje sjednice zavoda.
- Nastavnik na kolegijima : Sustavi jahti, Brodski motori, Brodski energetske sustavi, Brodski generatori pare i toplinske turbine.

**Djelatnost:** Upravljačka, znanstveno istraživačka, nastavna djelatnost i stručni rad. Zavod za pomorsku tehnologiju jahta i marina.

#### 1996. – 2005. **Viši predavač iz područja tehničkih znanosti**

Pomorski fakultet u Splitu, Zrinsko Frankopanska 38, Split 21000, <http://www.pfst.unist.hr>

- Voditelj izvanrednog studija za pomorce na Pomorskom fakultetu u Splitu (2001-2002).
- Pomoćnik voditelja Centra za izobrazbu pomoraca na Pomorskom fakultetu u Splitu (2000.-2002).
- Predavač iz predmeta Brodski strojni kompleks, područje tehničke znanosti, polje tehnologija prometa i transporta (2000).
- Voditelj Centra za izobrazbu pomoraca na Pomorskom fakultetu u Splitu (1996.-1999.) - sa zadacima organiziranja uvođenja novih tečajeva za pomorce i organiziranja izvođenja postojećih.

**Djelatnost:** Upravljačka, organizacijska, nastavna djelatnost, stručni rad.

#### 1991. – 1996. **Asistent**

Sveučilište u Splitu Visoka pomorska škola Zrinsko Frankopanska 38, Split

- Asistent iz kolegija Termodinamika.

**Djelatnost:** nastavna djelatnost, stručni rad. Zavod za Brodstrojarstvo.

10.listopada 2008.

### Doktor tehničkih znanosti, znanstveno polje strojarstvo, znanstvena grana brodsko strojarstvo

Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet

- Korištenje naprednih, složenih, originalnih, visokospecijaliziranih znanja, vještina, aktivnosti i postupaka potrebnih za razvijanje novih znanja i novih metoda u području Tehničkih znanosti, polju Strojstvo.

1992-1998

### Magistar tehničkih znanosti, znanstveno polje strojarstvo, znanstvena grana brodsko strojarstvo

Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet

- Kreiranje i vrednovanje novih činjenica, pojmova, postupaka, principa i teorija u području znanstvenih istraživanja

1986-1991

### Diplomirani inženjer pomorskog prometa, brodstrojarskog smjera

Pomorski fakultet u Dubrovniku-studij u Splitu

- Korištenje teoretskih znanja, postavljanje ciljeva istraživanja, analiza rezultata.

## OSOBNJE VJEŠTINE

### Materinski jezik

Hrvatski

### Ostali jezici

	RAZUMIJEVANJE		GOVOR		PISANJE
	Slušanje	Čitanje	Govorna interakcija	Govorna produkcija	
Engleski jezik	C2	C2	C2	C2	C1
Zamijenite nazivom jezične potvrde. Upišite stupanj ako je primjenjivo.					
Talijanski jezik	B1	B1	B1	B1	B1
Zamijenite nazivom jezične potvrde. Upišite stupanj ako je primjenjivo.					

Stupnjevi: A1/2: Temeljni korisnik - B1/B2: Samostalni korisnik - C1/C2 Iskusni korisnik  
[Zajednički europski referentni okvir za jezike](#)

### Komunikacijske vještine

- Izvrsne komunikacijske vještine stečene prilikom dugogodišnjeg rada u nastavnoj djelatnosti.
- Izvrsne komunikacijske vještine stečene tijekom obnašanja funkcije Dekana Pomorskog fakulteta, predsjednika upravnog vijeća SC, odnosno prodekana za posloводство.

### Organizacijske / rukovoditeljske vještine

- Bogato iskustvo u upravljanju i rukovođenju (dekan, predsjednik upravnog vijeća, prodekan za posloводство, predstojnik zavoda, ravnatelj centra).
- Izuzetne organizacijske sposobnosti usavršene tijekom uvođenja studija Vojnog pomorstva, organizacije nastave, vođenja studija, trening centra i centra za praktičnu nastavu te institucionalnog razvijanja suradnje s nastavnim bazama.

### Poslovne vještine

- Rukovođenje poslovnim procesima i upravljanje financijama.
- Izuzetno vladanje postupcima upravljanja kvalitetom.
- Razvijanje ideje organiziranja posebnog programa obrazovanja (cjeloživotnog programa) studija za zaposlene pomorce, izrađivanje posebnog plana i programa izvođenja nastave, koji je prilagođen vremenskim mogućnostima zaposlenih pomoraca, a u skladu s programom odobrenim od Nacionalnog vijeća, te posebno usklađen s međunarodnom konvencijom (STCW).

### Digitalne vještine

SAMOPROCJENA				
Obrada informacija	Komunikacija	Stvaranje sadržaja	Sigurnost	Rješavanje problema

Iskusni korisnik

Iskusni korisnik

Iskusni korisnik

Iskusni korisnik

Stupnjevi: [Temeljni korisnik](#) - [Samostalni korisnik](#) - [Iskusni korisnik](#)  
[Digitalne vještine](#) - [tablica za samoprocjenu](#)

Zamijenite nazivom potvrde o informatičkoj kompetenciji.

- dobro upravljanje uredskim protokolom (procesorom teksta, tablica, prezentacija)
- iskusni korisnik Matlab Simulink programskih kodova i paketa

Ostale vještine

- Organiziranje tečajeva, programa izobrazbe
- Zapovjednik jahte 500BT

Vozačka dozvola

B

## Prof. dr. sc. Nikola Račić



📍 Slavonska 4, Split 21000, Hrvatska.  
 ☎️ +385 (0)21 619 404 📠 +385 (0)91 370 1007  
 ✉️ [nikola.racic@pfst.hr](mailto:nikola.racic@pfst.hr)

## Najznačajnije reference

Publikacije	NASLOV	GOD.
Časopis	An alternative and hybrid propulsion for merchant ships: current state and perspective Jelić, Maro; Mrzljak, Vedran; Radica, Gojmir; Račić, Nikola Energy sources part A-recovery utilization and environmental effects, 43 (2021), 1963354, 33 doi:10.1080/15567036.2021.1963354	2021
Časopis	Air Pollutant Emission Measurement Račić, Nikola; Lalić, Branko; Komar, Ivan; Vidović, Frane; Stazić, Ladislav Pedagogika (Sofia), 2021 - 6S (2021), 132-140 doi:10.53656/ped21-6s.11air	2021
Časopis	Modelling, performance improvement and emission reduction of large two-stroke diesel engine using multi-zone combustion model Muše, Ante; Jurić, Zdeslav; Račić, Nikola; Radica, Gojmir Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 141 (2020), 1; 337-350 doi:10.1007/s10973-020-09321-7	2020
Časopis	Piston ring material in a two-stroke engine which sustains wear due to catalyst fines Vukičević, Miroslav; Račić, Nikola; Ivošević, Špiro Brodogradnja, 70 (2019), 2; 155-169 doi:10.21278/brod70208	2019
Časopis	Model vrednovanja onečišćenja mora otpadnim vodama s brodova za kružna putovanja Perić, Tina; Mihanović, Vice; Račić, Nikola Brodogradnja, 70 (2019), 3; 79-92 doi:10.21278/brod70305	2019
Časopis	Evaluation Methodology for Ship's Planned Maintenance System Database L Stazić, I Komar, N Račić Transactions on maritime science 6 (02), 109-116	2017
Časopis	SUPERCHARGED ENGINE USING TURBINE STANDALONE EXHAUST GAS RECUPERATION SYSTEM N Matulić, N Račić, G Radica Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike 68 (3), 103-118	2017
Časopis	Two-Stroke Low Speed Diesel Engine Simulation Model for NOx Analysis B Lalić, N Račić, G Radica Transactions on maritime science 6 (01), 14-23	2017

Časopis	Analysis of Exhaust Gas Emission in the Marine Two-stroke Slow-speed Diesel Engine B Lalić, G Radica, N Račić Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike 67 (3), 17-35	2016
Časopis	Wastewater pollution from cruise ships in the Adriatic Sea T Perić, P Komadina, N Račić Promet-Traffic&Transportation 28 (4), 425-433	2016
Časopis	Thermodynamic analysis of a ship power plant operating with waste heat recovery through combined heat and power production M Grijušić, V Medica, N Račić Energies 7 (11), 7368-7394	2014
Časopis	Diagnostics of the marine engine cooling system M Jakovac, P Vrsalović, G Radica, N Račić Ukorak s vremenom: glasilo...: časopis Udruge pomorskih strojara Split 48, 42-50	2013
Časopis	Influence of Low-Speed Marine Diesel Engine Settings on Waste Heat Availability T Senčić, N Račić, B Franković Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike 63 (4), 329-335	2012
Časopis	Failure analyse of lubrication system on marine engine P Vrsalović, G Radica, N Račić Ukorak s vremenom, časopis Udruge pomorskih strojara Split 46, 44	2012
Časopis	Development of marine engines for fulfilling IMO emission regulations for yachts N Racic, G Radica, J Kasum WIT Transactions on Ecology and the Environment 148, 611-621	2012
Časopis	PID neuronski regulator za upravljanje brzinom vrtnje brodskoga propulzijskog dizelskog motora P Matić, N Račić, D Kezić NAŠE MORE: znanstveno-stručni časopis za more i pomorstvo 56 (5-6), 0-0	2009
Časopis	Engine Working Cycle Analysis for Diagnostic and Optimisation Purposes G Radica, R Antonić, N Račić Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike 60 (4), 378-387	2009
Časopis	Performance Simulation of Ship Propulsion System with Slow Speed Diesel Engine under Aggravated Conditions N Račić Strojarstvo: časopis za teoriju i praksu u strojarstvu 51 (3), 187-198	2009
Časopis	Performance simulation of marine slow-speed diesel propulsion engine with turbocharger under aggravated conditions V Medica, N Račić, G Radica Strojarstvo: časopis za teoriju i praksu u strojarstvu 51 (3), 199-212	2009
Časopis	SIMULACIJA RADA DIZELSKOG MOTORA PRI PREKIDANJU DOBAVE GORIVA JEDNOM CILINDRU N Račić, Z Jurić, M Žanić NAŠE MORE: znanstveno-stručni časopis za more i pomorstvo 56 (1-2), 26-32	2009
Časopis	Analiza radnog ciklusa dizelskog motora u svrhu dijagnosticiranja i optimiziranja rada motora G Radica, R Antonić, N Račić Brodogradnja: časopis brodogradnje i brodograđevne industrije 60 (4), 378-387	2009



Časopis	Simulation of Performances of the Diesel Engine while Cutting off Fuel Delivery in one Cylinder N Račić, Z Jurić, M Žanić Naše more: znanstveni časopis za more i pomorstvo 56 (1-2), 26-32		2009
Časopis	Analysis of Heat Transfer in Ship's Cargo Tanks B Jandrijević, T Mrakovčić, N Račić Strojarstvo 49 (3), 225-231		2007
Časopis	Automatic Supervisory System Synthesis for Port Cranes Collision Prevention by Using Petri Net D Kezić, R Antonić, N Račić Promet-Traffic&Transportation 18 (3)		2006
Časopis	EKSPERTNI SUSTAV INTELIGENTNOGA DIZELSKOG MOTORA Z Jurić, N Račić, G Radica NAŠE MORE: znanstveno-stručni časopis za more i pomorstvo 52 (1-2), 81-87		2005
Časopis	Intelligent Diesel Engine Expert System Z Jurić, N Račić, G Radica NAŠE MORE: znanstveno-stručni časopis za more i pomorstvo 52 (1-2), 81-87	1	2005
Book of proceedings	Introduction to H2 and H $\infty$ automatic control I Vujović, I Kuzmanić, N Račić Zbornik radova Visoke pomorske škole u Splitu 4, 87-99		2005
Disertacija	Simulation of performance of the ship propulsion system with slow speed diesel engine in aggravated conditions N Račić Doctoral Dissertation, Tehnički fakultet Rijeka, Rijeka	5	2008
Konferencija	Developments in Marine Hybrid Propulsion Jelić, Maro; Radica, Gojmir; Račić, Nikola; Mrzljak, Vedran 6th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech) 2021 - Proceedings Split: IEEE, 2021. str. 1-6 doi:10.23919/SpliTech52315.2021.9566449		2021
Konferencija	Analysis of two-stroke low speed marine engines operating on alternative fuels Radica Gojmir, Mrakovčić Tomislav, Račić Nikola, Jelić Maro, Lalić Branko, Pelić Vladimir, Bratić Karlo, Bulat Domagoj 9th global conference on global warming gcgw 2021- conference proceedings / Zagreb, Croatia, 2021. str. 279-282		2021
Konferencija	EXHAUST EMISSIONS FROM MARINE 4-STROKE ENGINE ON THE THREE FUEL TYPES Martinić, Siniša-Cezar; Bratić, Karlo; Slišković Merica; Račić Nikola 2ST INTERNATIONAL CONFERENCE OF MARITIME SCIENCE & TECHNOLOGY NAŠE MORE 2021 / Mišković, Dario (ur.). Dubrovnik: University of Dubrovnik, Maritime Department, 2021. str. 227-241 doi:504.5:621.43.068		2021
Konferencija	Marine engines running on hydrogen additive in diesel fuel for emission reduction Radica, Gojmir; Mrakovčić, Tomislav; Račić, Nikola; Jelić, Maro; Lalić, Branko; Pelić, Vladimir; Bratić, Karlo; Kozina, Ante; Bulat, Domagoj 6th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech) 2021 - Proceedings Split: IEEE, 2021. Bol-Brač		2021
Konferencija	Podizanje razine sigurnosti plovidbe upotrebom sustava daljinskog nadzora na objektima pomorske signalizacije Ivan Karin; Nikola Račić; Ivan Torlak; Tomislav Peša MIPRO 2021. Opatija, Hrvatska, 2021. str. 136-142		

Konferencija	Fault Tree Analysis as a replacement for manufacturers maintenance instructions Stazić, Ladislav; Knežević, Vlatko; Račić, Nikola; Orović, Josip 2nd International Conference of Maritime Science & Technology Naše more 2021, Dubrovnik 2021. str. 325-331	2021
Konferencija	Experimental investigation of exhaust emission from marine diesel engines Mihanovic, Luka; Jelic, Maro; Sumic, Tino; Radica, Gojmir; Racic, Nikola 2020 5th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech) Split: IEEE, 2020. str. 1-5 doi:10.23919/splitech49282.2020.9243740	2020
Konferencija	Modeling and optimization of slow speed two stroke marine Diesel engine using Multi zone combustion model Muše, Ante; Radica, Gojmir; Račić, Nikola; Jurić, Zdeslav 2019 4th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech) Bol, Republika Hrvatska: IEEE, 2019. str. 1-5 doi:10.23919/splitech.2019.8782998	2019
Konferencija	Cruise ship traffic in the Adriatic Sea: environmental impact Perić, Tina; Račić, Nikola 8th International Maritime Science Conference (IMSC 2019) Budva, Crna Gora, 2019. str. 49-58	2019
Konferencija	Simulation of fuel and emission benefit on random ship voyage by powering the auxiliary consumers with pem fuel cell Muše, Ante; Radica, Gojmir; Matulić, Nikola; Račić, Nikola 23rd Symposium on the Theory and Practice of Shipbuilding, SORTA 2018, Split: Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, 2018. str. 370-381	2018
Konferencija	Raspodjela onečišćenja mora otpadnim vodama s brodova za kružna putovanja na najčešćim rutama u Jadranskom moru Perić, Tina; Račić, Nikola 18th International Conference on Transport Science (ICTS 2018): MARITIME, TRANSPORT AND LOGISTICS SCIENCE Portorož, Slovenija, 2018. str. 288-294	2018
Konferencija	ANALYSIS OF CRUISE SHIP TRAFFIC IN THE ADRIATIC SEA CONSIDERING MARPOL ANNEX IV AREAS OF LIMITED WASTEWATER DISCHARGES T Perić, N Račić, 7th INTERNATIONAL MARITIME SCIENCE CONFERENCE, April 20th-21st, 2017, Solin, Croatia, 243	2017
Konferencija	ENGINE MODEL DEVELOPMENT AND CALIBRATION N Matulić, T Šantić, N Račić, G Radica 7th INTERNATIONAL MARITIME SCIENCE CONFERENCE, April 20th-21st, 2017, Solin, Croatia, 435	2017
Konferencija	Modelling and analysis of two stroke low speed diesel engine G Radica, B Lalić, N Račić XXII. simpozij Teorija i praksa brodogradnje	2016
Konferencija	Thermodynamic Analysis of Onboard Compressed Air Supplied System Z Jurić, N Račić, Đ Dobrota International Conference on Transport Science–ICTS, 2015	2015
Konferencija	Simulation of the Marine Engine Performance with the Purpose of Predicting Parameters N Račić, G Radica, F Lušić 6th INTERNATIONAL MARITIME SCIENCE CONFERENCE, April 28th-29th, 2014, Solin, Croatia, 437	2014
Konferencija	Computer control of intelligent ship engine Sulzet RT-flex SM Cezar, D Kezić, N Račić Tridesetdrugi skup o prometnim sustavima s međunarodnim sudjelovanjem	2012
Konferencija	ITS on Inland Waterway P Vidan, R Mulić, N Račić ISEP 2011	2011
Konferencija	Ekological protection of inland waterways of Republic Croatia P Vidan, F Mitrović, N Račić Ekološki problemi prometnog razvoja, Zagreb, Hrvatska, 24. Veljače 2011.	2011

Konferencija	Emission Measurement Procedures for IMO Certification of MAN B&W Two Stroke Engines G Radica, V Medica, N Račić		2010
Konferencija	International Congress Energy and the Environment 2010 Design of artificial neural network based PID controller P Matic, N Račić, D Kezić		2009
Konferencija	2nd International marine science conference (2; 2009) Developmet of Marine Engines to Fulfil IMO Emission Regilations G Radica, V Medica, N Račić	1	2008
Konferencija	Internacional Congress Energy and the Environment 2008, Opatija, Hrvatska, 22.-24. 10. 2008.		
Konferencija	SIMULATION OF PERFORMANCE OF THE SHIP PROPULSION SYSTEM WITH SLOW SPEED ... N RAČIĆ	1	2008
Konferencija	Eng. Rev 28 (2), 145-147 Principles of Ship Organizational Management T Bielić, J Kasum, N Račić		2006
Konferencija	8th International Conference on Maritime Transport and Infrastructure 2006 Numerical Simulation of Heat Loss from Ship's Cargo Tanks B Jandrijević, T Mrakovčić, N Račić		2006
Konferencija	Energy and the Environment 2006 Intelligent Diesel Engine Fuel Injection Expert System Developed for the Education of Marine Engineers Z Jurić, N Račić, G Radica		2005
Konferencija	9th International Conference on Traffic Science ICTS 2005 A Comparison of Engine Parameters Obtained by Different Methods for Analysing of Diesel Engine Working Cycles G Radica, N Račić, V Medica	1	2005
	Inovative Automotive Technology IAT'05		



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
UNIVERSITAS STUDIORUM SPALATENSIS

KLASA: 003-08/18-05/0063  
URBROJ: 2181-202-03-01-18-0007

Split, 27. rujna 2018. godine

Na temelju članka 34. stavka 1. točke 19. Statuta Sveučilišta u Splitu, a sukladno članku 93. stavku 4. Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju (N. N. 123/03, 198/03, 105/04, 174/04, 2/07, 46/07 45/09, 63/11, 94/13, 139/13, 101/14, 60/15 i 131/17) te izvješću ~~Pomorskog fakulteta u Splitu, na 63. sjednici Senata Sveučilišta u Splitu, održanoj dana 27. rujna 2018. godine pod točkom 02. e) dnevnog reda, donesena je sljedeća~~

**ODLUKA**

Potvrđuje se izbor izv. prof. dr. sc. Nikole Račića u znanstveno - nastavno zvanje redoviti profesor, u znanstvenom području *TEHNIČKE ZNANOSTI*, znanstvenom polju *Strojarstvo*, na Pomorskom fakultetu u Splitu.



REKTOR

prof. dr. sc. Šimun Anđelinović

**Dostaviti:**

1. Pomorski fakultet u Splitu,
2. Ministarstvo znanosti i obrazovanja,
3. Pismohrana, ovdje.

<b>POMORSKI FAKULTET U SPLITU</b>	
Prilijeno: 04.10.2018	Broj: 1979/2018

## **Prof. dr LAZO VUJOVIĆ –najznačajnije reference**

### **Popis objavljenih radova**

#### **A) Radovi objavljeni u međunarodnim časopisima koji se ne nalaze u bazi podataka, a imaju redovnu međunarodnu distribuciju i rezime na stranom jeziku**

- 1) Lazo Vujovic, Exploitation roughness of the hull and its influence on the ship's resistance, Communications in dependability and quality management, Volume 11, Number 3, 61-66, (2008) ISSN 1450-7196.
- 2) Lazo Vujović, Sanja Bauk, Danilo Nikolić, Špiro Ivošević: The corrosion damages modeling in improving safety of aged bulk carriers, Communications in dependability and quality management, - rad je prihvaćen za štampu dostavljena potvrda,
- 3) Lazo Vujović, Detekcija požara i eksplozije u karteru dizel motora, Tehnička dijagnostika. br4, (21- 26) (2008) ISSN 1451 – 1975.
- 4) Lazo Vujović, Uticaj meteoroloških uslova (atmosferski pritisak, temperatura i vlažnost vazduha) na rad brodskih dizel motora, Tehnička dijagnostika. br 2, (27- 32) (2007) ISSN 1451 – 1975,

#### **B) Radovi na kongresima, simpozijumima i seminarima Međunarodni kongresi simpozijumi i seminari**

- 1) Lazo Vujović, Pristup dokovanju broda, 8 th International Conference, Dependability and quality management, Belgrade, Serbia, 2005, Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, str. 318 – 322,
- 2) Lazo Vujović, Obrastanje trupa broda, 9 th International Conference, Dependability and quality management, Belgrade, Serbia, 2006, Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, str. 549 – 554,
- 3) Lazo Vujović, Buka kao stresogeni pratilac održavalaca broskog mašinskog kompleksa, Konferencija održavanja sa međunarodnim učešćem – Tivat, jun 2006. – zbornik radova dat na CD-u
- 4) Lazo Vujović, Zaštita od korozije podvodnog dijela trupa broda, 10 th International Conference, Dependability and quality management, Belgrade, Serbia, 2007, Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, str. 405 – 410,
- 5) Lazo Vujović, Uticaj međunarodnog kodeksa upravljanja sigurnošću na bezbjednost ljudi i zagađenje okoline, Konferencija održavanja sa međunarodnim učešćem – Tivat, jun 2007 str.111-115.
- 6) Lazo Vujović, Špiro Ivošević, Eksploataciona hrapavost broskog propelera, 11 th International Conference, Dependability and quality management, Belgrade, Serbia, 2008, Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, str. 497 – 501,
- 7) Lazo Vujović, Špiro Ivošević, Neki specifični oblici korozije na brodu, Konferencija održavanja – Tivat, jun 2008 str. 353-358.
- 8) Špiro Ivošević, Lazo Vujović, Analiza uticaja korozije kod transverzalnih pregrada u skladištima brodova za prevoz rasutog tereta, Konferencija održavanja sa međunarodnim učešćem – Tivat, jun 2008 str. 359-364.
- 9) Lazo Vujović, Špiro Ivošević, Uticaj temperaturnog režima hlađenja na parametre rada dizel motora, Konferencija održavanja sa međunarodnim učešćem – Bar, jun 2009 str. 211-216.

- 10) Ivošević, Š. Bauk, S. Vujović, L. Održavanje konstrukcije broskog trupa kontrolom parametara stanja, Konferencija održavanja sa međunarodnim učešćem – Bar, jun 2009 str.315-322.
- 11) Ivošević, Š. Bauk, S. Vujović, L. Nikolić, D. Analiza promjene strukture broskog trupa na bazi propisanih mjerenja, 12 th International Conference, Dependability and quality management, Belgrade, Serbia, 2009, Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, str. 462 – 467,
- 12) Vujović, L. : Specifičnosti održavanja broda kao tehničkog sistema, 26. Međunarodno savjetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Zbornik radova str. 507 - 512, Budva, 1996.
- 13) Vujović, L. : Održavanje broskog strojnog kompleksa, Časopis Pomorstvo br. 6 - 7 str. 63 - 65, Kotor, 1996.
- 14) Vujović, L. : Pristup održavanju broda kao tehničkog sistema, Časopis Pomorstvo br. 8 str.49 - 52, Kotor, 1996.
- 15) Vujović, L. : Održavanje kao funkcija poslovnog sistema, Zbornik Fakulteta za pomorstvo br. 17 str 71 - 79, Kotor, 1997.
- 16) Lazo Vujović: Određivanje uspješnosti funkcije održavanja, Zbornik br 18 □ 19 str. 275 □ 283 Fakulteta za pomorstvo, Kotor 1997. YU ISSN 0352-1052,
- 17) Vujović, L. : Metode održavanja broskog mašinskog kompleksa, XXI Majski skup održavalaca, Zbornik radova str. 91 - 99, Beograd, 1998.
- 18) Vujović, L. , Đelović, D. : Analiza ulja kao dijagnostički parametar održavanja broskog dizel motora, XXI Majski skup održavalaca, Zbornik radova str. 164 - 171, Beograd, 1998.
- 19) Đelović, D. , Vujović, L. : Definisane podloge za planiranje održavanja sredstava lučke mehanizacije, XXI Majski skup održavalaca, Zbornik radova str. 81 - 90, Beograd, 1998.
- 20) Deda Đelović, Gojko Ljutica, Danilo Radoman, Lazo Vujović : Uloga sistema kvaliteta u unapređenju organizacije održavanja sredstava lučke mehanizacije, Maintenance management, Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, str. 105 – 110, (2000),
- 21) Lazo Vujović, Andrija Lompar: Zaštita brodskih sistema od korozije XXIV Jugoslovenski majski skup održavalaca sredstava za rad, Društvo održavalaca sredstava za rad Crne Gore i Mašinski fakultet u Podgorici, str. 293 □ 299, (2000),
- 22) Lazo Vujović: Dopuštene defleksije koljenastog vratila brodskih dizel motora, Power source and transfer IPS 2001, Mašinski fakultet u Podgorici, rad br. CG-29501A31, (2001),
- 23) Lazo Vujović: Uticaj automatizacije na daljinsko upravljanje brodskim mašinskim kompleksom, Dependability and quality management, Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, str. 463 – 470, (2002),
- 24) Lazo Vujović, Andrija Lompar : Uticaj međunarodnih propisa na održavanje broda, Konferencija održavanja, Društvo održavalaca sredstava za rad Crne Gore i Centar za kvalitet Mašinskog fakulteta u Podgorici, (2002),
- 25) Lazo Vujović: Uticaj temperature rashladne vode na habanje djelova motora, XXV Majski skup održavalaca, NIRO „OMO“ i Mašinski fakultet u Beogradu, (2002),
- 26) Lazo Vujović: Pyrocool kao sredstvo za gašenje požara, Zbornik br 20 str. 65 □ 75 Fakulteta za pomorstvo, Kotor 2003. YU ISSN 0352-1052,
- 27) Lazo Vujović: IPT sredstva za gašenje požara i biodegradaciju zapaljivih tečnosti, Zbornik br 20 str. 75 □ 87 Fakulteta za pomorstvo, Kotor. YU ISSN 0352-1052 (2003),



- 28) Lazo Vujović: Raspoloživost brodskih sistema i upotrebljivost broda, Dependability and quality management, akademik Ljubiša Papić, Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, str. 463 – 470, (2003),
- 29) Lazo Vujović: Uticaj povećanja pouzdanosti alatnih mašina na troškove održavanja broda, Knferencija održavanja, Društvo održavalaca sredstava za rad Crne Gore i Centar za kvalitet Mašinskog fakulteta u Podgorici, (2003),
- 30) Lazo Vujović, Andrija Lompar: Održavanje podvodnog dijela broda, OMO br. 3-4 2002 god, str. 183-188, YU ISSN 0350-1647
- 31) Špiro Ivošević, Lazo Vujović, Analiza uticaja korozije kod transversalnih pregrada u nskladištima brodova za prevoz rasutog tereta, Konferencija održavanja sa međunarodnim učešćem – KOD 2008 str. 359-364.
- 32) Ivošević, Š. Bauk, S. Vujović, L. Održavanje konstrukcije broskog trupa kontrolom parametara stanja, Knferencija održavanja sa međunarodnim učešćem – KOD 2009 str. 315-322.
- 33) Ivošević, Š. Bauk, S. Vujović, L. Nikolić, D. Analiza promjene strukture broskog trupa na bazi propisanih mjerenja, Dependability and quality management, Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, DQM – 2009, str. 462 – 467,
- 34) Ivošević, Š. Vujović, L. Održavanje broskog trupa u funkciji održivog razvoja, Knferencija održavanja sa međunarodnim učešćem – KOD 2010.
- 35) Vujović, L. Ivošević, Š. Uticaj eksploatacione hrapavosti krila na hidrodinamičke osobine broskog propelera Dependability and quality management, Istraživački centar za upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, DQM – 2010.
- 36) Vujović, L., uticaj temperature i kvaliteta ulja za podmazivanje na rad brodskih dizel motora, Knferencija održavanja sa međunarodnim učešćem – KOD 2011.
- 37) Spasoje Šćepanović, Lazo Vujović, Jakša Vujović: Savremeni pristup održavanju , XII Međunarodna Konferencija održavanja i proizvodnog inženjeringa KODIP-2013 , Budva, 16-19.06.2013.
- 38) Spasoje Šćepanović, Lazo Vujović, Jakša Vujović: Planiranje održavanja jedinke, XIV Međunarodna Konferencija održavanja i proizvodnog inženjeringa KODIP-2014 , Budva, 20-23.06.2014.
- 39) Spasoje Šćepanović, Lazo Vujović, Jakša Vujović: Analize potrebne za primjenu modelovanja razvojnog održavanja, XV Međunarodna Konferencija održavanja i proizvodnog inženjeringa KODIP-2015 , Budva, 24-26.06.2015.
- 40) Spasoje Šćepanović, Lazo Vujović, Jakša Vujović: Upravljanje projektom održavanja termoelektrene, XVI Međunarodna Konferencija održavanja i proizvodnog inženjeringa KODIP-2017, Budva, 14-17.06.2017.
- 41) Jakša Vujović, Špiro Ivošević, Lazo Vujović: Preliminarna analiza rizika podsistema pomoćnog motora, 8 th International Science Conference (IMSC 2019), Budva, 11-12. 04.2019.

### **Knjige studijskog karaktera izdate na UCG**

- 1) Lazo Vujović, Brodski mašinski kompleks, ISBN: 978-86-7664-079-9, Univerzitet Crne Gore, 2009.

### **Univerzitetski udžbenik koji se koristi kod nas**

- 1) Lazo Vujović , Brodske pomoćne mašine : pumpe, ventilatori i kompresori, ISBN: 978-86-7664063-8, Univerzitet Crne Gore, 2008.

- 2) Lazo Vujović , Brodski uređaji i sistemi, ISBN :978-86-7664-064-5, Univerzitet Crne Gore, 2008.

**Priručnici, rječnici, leksikoni izdati kod nas**

- 1) Lazo Vujović , Gašenje požara, Fakultet za pomorstvo, Kotor, 2006.

**Studijski priručnici (skripta, hrestomatije...)**

- 1.) Lazo Vujović, Brodska terotehnologija – skripta, Fakultet za pomorstvo – Kotor 2009

## BIOGRAFIJA : PROF. DR LAZO VUJOVIĆ



📍 Gornji Škaljari - Kotor.

☎ 067 548 631 069 381 540

✉ vlazo@ucg.ac.me

Rođen 23.02.1953. godine u Čekličima opština Cetinje, gdje je završio osnovnu školu. Završio je srednju pomorsku školu, brodomašinski odsjek u Kotoru 1971. godine.

Školske 1972/73. godine upisao se na mašinski fakultet, smjer mehanizacije, u Podgorici. Na istom fakultetu je diplomirao u junu 1977. godine (prvi u svojoj generaciji).

Postdiplomske studije upisao je školske 1991/92. godine na Fakultetu za pomorstvo u Kotoru. Magistarski rad pod nazivom "ODRŽAVANJE I POUZDANOST POGONSKOG SISTEMA BRODA" odbranio je u julu 1994. godine.

Doktorat pod nazivom „UPRAVLJANJE PROCESOM ODRŽAVANJA BRODSKOG MAŠINSKOG KOMPLEKSA U FUNKCIJI POUZDANOSTI" odbranio je u junu 1998. godine na Fakultetu za pomorstvo u Kotoru.

Podaci o radnim mjestima i izborima u zvanje:

Stalni radni odnos zasnovao je 29.06.1971. godine u Prekookeanskoj plovidbi u Baru, gdje je obavio pripravnčki staž na brodu. Od 05.10.1977 do 18.02. 1980 godine radio je u industriji »Radoje Dakić« u Podgorici na poslovima starijeg konstruktora.

Od 18.02.1980. godine angažovan je od strane Prekookeanske plovidbe iz Bara za nastavnika u srednjoj pomorskoj školi u Baru, gdje je predavao užestručne predmete (brodske motore, brodske pomoćne mašine, praktikum na brodu) a po potrebi i druge kao npr.:mašinske elemente, tehničko crtanje, osnove brodogradnje. Pored rada u nastavi bio je i rukovodilac školske radionice.

Tokom ljetnjih školskih odmora ukrcavao se na brodove Prekookeanske plovidbe - Bar u svojstvu prvog oficira mašine.

Od 01.05.1996 - 23.02.2020. godine (do odlaska u penziju po sili zakona) radio je na Pomorskom fakultetu u Kotoru, gdje je biran u sledeća zvanja: predavač Više škole, docent, vanredni profesor i redovni profesor.

Predavao je brodomašinsku grupu predmeta :Brodske pomoćne mašine, Brodske pomoćne sisteme i uređaje, Brodsku terotehnologiju, Održavanje i bezbjednost broda, Modeliranje održavanja broskog pogona, Osnovi strojarstva i palubni uređaji (sada pod nazivom Brodski mašinski kompleks).

Pored osnovnih sertifikata ,posjeduje i sertifikat (ovlašćenja) za:

Upravitelj mašine na brodu sa mašinskim kompleksom pogonske snage od 3000 KW ili jačem i Drugog oficira mašine sa mašinskim kompleksom pogonske snage od 3000 KW ili jačim ( STCW Reg. III/2).

Obavljao je poslove šefa studijskog programa Brodomašinstvo u više mandata kao i poslove prodekana za razvoj i kvalitet te prodekana za nastavu na Fakultetu za pomorstvo u Kotoru.

# УНИВЕРЗИТЕТ ЦРНЕ ГОРЕ

Ул. Цетинска бр. 2  
П. факс 99  
81000 ПОДГОРИЦА  
ЦРНА ГОРА  
Телефон: (020) 414-255  
Факс: (020) 414-230  
E-mail: rektor@ac.me



# UNIVERSITY OF MONTENEGRO

Ul. Cetinjska br. 2  
P.O. BOX 99  
81 000 PODGORICA  
MONTENEGRO  
Phone: (+382) 20 414-255  
Fax: (+382) 20 414-230  
E-mail: rektor@ac.me

Број: 08-1851  
Датум, 28.10.2010 г.

Ref: УНИВЕРЗИТЕТ ЦРНЕ ГОРЕ  
Date, ФАКУЛТЕТ ЗА ПОМОРСТВО

Примљено:	11. 11. 2010		
Одр.			
03	2219		

Na osnovu člana 75 stav 2 Zakona o visokom obrazovanju (Sl.list RCG, br. 60/03 i Sl.list CG, br. 45/10) i člana 18 Statuta Univerziteta Crne Gore, Senat Univerziteta Crne Gore, na sjednici održanoj 28.10.2010. godine, donio je

## ODLUKU O IZBORU U ZVANJE

Dr LAZO VUJOVIĆ bira se u akademsko zvanje **redovni profesor** Univerziteta Crne Gore za predmete: Brodske pomoćne mašine I i Brodske pomoćne mašine II na studijskim programima Pomorske nauke i Brodomašinstvo i Brodski mašinski kompleks na studijskom programu Nautika, na **Fakultetu za pomorstvo**.

Prilom: 24. 11. 2010  
*[Signature]*



REKTOR

*[Signature]*  
Prof.dr Predrag Miranović

**Dr.sc. ŽARKO KOBOEVIĆ –najznačajnije reference**

**Popis objavljenih radova**

**A) Radovi objavljeni u časopisima koji su zastupljeni u WoS-u (Current Contents), SCI-ju (Science Citation Index), SCI – Expandedu.**

1. Nesteruk, Igor; Krile, Srećko; **Koboević, Žarko,:** **Electrical Swath Ships with Underwater Hulls Preventing the Boundary Layer Separation** // Journal of marine science and engineering, 8 (2020), 9; 889136, 9 doi:10.3390/jmse8090652 (međunarodna recenzija, članak, znanstveni)
2. **Koboević, Žarko;** Bebić, Dragan; Kurtela, Željko, : **New approach to monitoring hull condition of ships as objective for selecting optimal docking period** // Ships and Offshore Structures, 13, 2018 (2018), 13; 1481631, 9 doi:10.1080/17445302.2018.1481631 (međunarodna recenzija, članak, znanstveni)
3. **Koboević, Žarko;** Kurtela, Željko; Koboević, Nikša, : **Risk Assessment Model of Coastal Sea Pollution by Black (Sewage) Waters From Vessels** // International journal of maritime engineering, 160 (2018), part A4 2018; A-311 doi:10.3940/rina.ijme.2018.a4.496 (međunarodna recenzija, članak, znanstveni)
4. **Koboević, Žarko;** Milošević-Pujo, Branka, : **The Necessity of Adoption of New National Regulations to Prevent the Pollution of Croatian Coastal Sea by Sewage from Various Vessels** // Transactions on Maritime Science, 7 (2018), 1; 76-83 (međunarodna recenzija, članak, znanstveni)
5. **Koboević, Žarko;** Kurtela, Željko; Vujičić, Srđan, : **The Maritime Silk Road and China's Belt and Road Initiative** // Naše more : znanstveni časopis za more i pomorstvo, 65 (2018), 2; 113-122 doi:10.17818/NM/2018/2.7 (međunarodna recenzija, članak, znanstveni)
6. Koboević, Nikša; Jurjević, Mate; **Koboević, Žarko:** **Influence of Cutting Parameters on Thrust Force, Drilling Torque and Delamination During Drilling of Carbon Fibre Reinforced Composites.** // *Tehnički vjesnik : znanstveno-stručni časopis tehničkih fakulteta Sveučilišta u Osijeku.* 19 (2012) , 2; 389-396
7. **Koboević, Žarko;** Milošević-Pujo, Branka; Kurtela Željko: **Održivi razvoj i integrirano upravljanje obalnim područjem - procesi uspješne zaštite obalnog mora.** // *Naše more : znanstveni časopis za more i pomorstvo.* 59 (2012) , 3-4; 176-188 (pregledni rad, znanstveni).
8. **Žarko Koboević;** Pavo Komadina; Željko Kurtela: **Protection of the Seas from Pollution by Vessel's Sewage with Reference to Legal Regulations**// *Promet – Traffic&Transportation*, Vol. 23, 2011, No. 5, 377-387 (članak review)

**B) Radovi objavljeni u časopisima koji su zastupljeni u drugim značajnim bibliografskim bazama podataka:**

1. **Koboević Žarko;** Kurtela Željko. **Zaštita obalnog mora od onečišćenja fekalijama s brodova.** // *Suvremeni promet : časopis za pitanja teorije i prakse prometa.* 32 (2012) , 5-6; 408-415 (pregledni rad, znanstveni).
2. **Koboević Žarko,** Jurjević Mate, Koboević Nikša: **Stručno osposobljavanje službenika za rad u VTS sustavima**// *Suvremeni promet : časopis za pitanja teorije i prakse prometa.* 33 (2013) , 3-4; 205-211 (pregledni članak, znanstveni).



3. Koboević Žarko, Milošević-Pujo Branka, Čampara Leo: **Nedostaci međunarodnih propisa o sprječavanju onečišćenja fekalnim otpadnim vodama s plovila** // *Suvremeni promet : časopis za pitanja teorije i prakse prometa*. 36 (2016) , 1-2; 82-86 (pregledni članak, znanstveni).
4. Mišković, Darijo; Kurtela, Željko; **Koboević, Žarko,:** **Procjena rizika od izlivanja nafte u more s tankera** // *Suvremeni promet : časopis za pitanja teorije i prakse prometa*, 37 (2017), 1-2; 48-53 (podatak o recenziji nije dostupan, prethodno priopćenje, znanstveni)
5. Vujičić, Srđan; Kurtela, Željko; **Koboević, Žarko,:** **Analiza onečišćenja morskog okoliša na području Velike Britanije s naglaskom na onečišćenje s ribarskih brodova za razdoblje od 2003. do 2013. godine** // *Suvremeni promet : časopis za pitanja teorije i prakse prometa*, 37 (2017), 3-4; 101-176 (podatak o recenziji nije dostupan, pregledni rad, znanstveni)
6. **Koboević, Žarko;** Kurtela, Željko; Mišković, Darijo, : **Terminali za ukapljeni prirodni plin** // *Suvremeni promet*, 37 (2017), 5/6; 201-206 (recenziran, pregledni rad, znanstveni)
7. **Koboević, Žarko,:** **Sustainable Devices for Sewage Water Management on Ships** // *Knowledge*, 41 (2020), 4; 719-725 (međunarodna recenzija, članak, znanstveni)

#### D) Međunarodni kongresi

1. **Koboević, Žarko;** Kurtela, Željko, Dabo Lukša: **Active Fin Stabilizers** : 16th International Conference on Transport Science - ICTS 2013 , 27th May 2013., Portorož - Slovenia
2. **Koboević, Žarko;** Kurtela, Željko: **Impact of Untreated Sewage Discharge on Marine Environment** : 15th International Conference on Transport Science - ICTS 2012 , 28th May 2012., Portorož - Slovenia
3. **Žarko Koboević;** Željko Kurtela: **Comparison of Marine Sewage Treatment Systems** // 14<sup>th</sup> International Conference on transport science ICTS 2011, 27th May 2011., Portorož – Slovenia
4. Koboević Žarko, Milošević-Pujo Branka, Čampara Leo: **Nedostaci međunarodnih propisa o sprječavanju onečišćenja fekalnim otpadnim vodama s plovila** // 23. međunarodni znanstveni simpozij Prometni Sustavi 2016., 28.-29. travnja 2016. Zagreb.
5. **Mišković Darijo, Kurtela Željko, Koboević Žarko,:** **Procjena Rizika od izlivanja nafte u more iz brodova za prijevoz nafte** // 24. međunarodni znanstveni simpozij Prometni Sustavi 2017., 27.-28. travnja 2017. Zagreb.
6. **Vujičić Srđan, Kurtela Željko, Koboević Žarko,:** **Analiza onečišćenja morskog okoliša na području Velike Britanije s naglaskom na onečišćenje s ribarskih brodova za razdoblje od 2003. do 2013. godine** // 24. međunarodni znanstveni simpozij Prometni Sustavi 2017., 27.-28. travnja 2017. Zagreb.
7. Jurjević, Mate; **Koboević, Žarko;** Jović, Nikša: **Metalscan System for Early Detection of Failure on Ships** // 16th International Scientific Conference on Production Engineering, CIM 2017 ; Computer Integrated Manufacturing and High Speed Machining / Abele E., Udiljak T., Ciglar D. (ur.). Zagreb: Hrvatska Udruga Proizvodnog strojarstva, 2017. str. 133-137
8. Jurjević, Mate; **Koboević, Žarko;** Koboević, Nikša; Bebić, Dragan. **Poboljšanja na ispušnom ventilu broskog dizelskog motora u svrhu produljenja vremena do**

- zahvata održavanja** // 7th International Conference Mechanical Technologies and Structural Materials / Jozić S., Lela B. (ur.). Split, 2017. str. 59-64
9. Koboević, **Žarko**; Mušić, Antonio; Kurtela, Željko, : **Poboljšanja energetske efikasnosti u brodskim postrojenjima obrnute osmoze** // Book of Proceedings of 23rd Symposium on the Theory and Practice of Shipbuilding / Blagojević Branko (ur.). Split: University of Split, FESB, 2018. str. 338-348
  10. Jurjević, Mate; Koboević, **Žarko**; Koboević, Nikša; Storelli, Nino, : **Prednosti međuosovine izrađene od kompozitnog materijala u odnosu na čelične** // Conference Proceedings 8th International Conference "Mechanical Technologies and Structural Materials" / Jozić, Sonja ; Gjeldum, Nikola (ur.). Split: Hrvatsko društvo za strojarske tehnologije, 2018. str. 95-99
  11. **Koboević, Žarko**; Jovančević, Marjan; Jurjević, Mate; Car, Maro: **Integrated Systems for Processing All Types of Waste on Ships** // Book of Proceedings 8th International Maritime Science Conference, April 11th-12th 2019. Budva Montenegro / Ivošević, Špiro ; Vidan, Pero (ur.). Kotor: Birokonto, Herceg Novi, 2019. str. 283-294)
  12. Mišković, Darijo; Ivče, Renato; **Koboević, Žarko**; Car, Maro.: **Impact of maritime regulatory compliance on maritime Safety** // Naše more 2019, Conference Proceedings / Žarko Koboević, Darijo Mišković (ur.). Dubrovnik: University of Dubrovnik, Maritime Department, 2019. str. 415-424
  13. Falkoni, Anamarija; Koboević, Nikša; **Koboević, Žarko**; Krajačić, Goran, : **Opportunities For All-Electric Ships in Smart Energy Systems** // Conference Proceedings of 1st International Conference of Maritime Science & Technology, Naše more / Koboević, Žarko (ur.). Dubrovnik: University of Dubrovnik, Maritime Department, 2019. str. 114-127
  14. Nesteruk, Igor; Krile, Srećko; **Koboević, Žarko**, : **Comfortable Electrical Yachts With Special Shaped Underwater Hulls** // NAŠE MORE 2019, Conference Proceedings / Koboević, Žarko (ur.). Dubrovnik, 2019. str. 463-469  
doi:10.3390/jmse8090652
  15. Vučina, Ivan; **Koboević, Žarko**; Falkoni, Anamarija, : **Mreža ultravisokog napona i pametna mreža**, čimbenici globalne energetske međupovezanosti // Knowledge International Journal, vol.41(4) / Prof. Robert Dimitrovski, PhD (Editor-in-Chief) (ur.). Skopje, 2020. str. 737-743
  16. **Koboević, Žarko**; Sršen, Ante; Falkoni, Anamarija, : **Nemetalni cjevovodi i armature na brodovima** // Book of Proceedings of the 24th Symposium on Theory and Practice of Shipbuilding, In Memoriam of prof. Leopold Sotić / Matulja, Tin (ur.). Rijeka: University of Rijeka, Faculty of Engineering, 2020. str. 356-371
  17. **Koboević Žarko**; Krmek, Ivica; **Napredni sustavi za tretiranje fekalnih voda na kruzerima** // Knowledge International Journal, vol.43(3) / Dimitrovski, Robert (ur.).Skopje, 2020. str. 533-539
  18. Đorđević, Marko; **Koboević, Žarko**. : **Oil Pollution of the Mediterranean as a Result of Maritime Accidents** // NAŠE MORE 2021, Conference Proceedings / Mišković, Darijo (ur.). Dubrovnik: University of Dubrovnik, Maritime Department, 2021. str. 52-63

## ŽIVOTOPIS : Dr.sc. Žarko Koboević



📍 Sustjepanska 10, 20000 Dubrovnik.

☎ 020 418-920 📠 098 428-152

✉ zkoboevic@yahoo.com

Žarko Koboević je rođen 2. siječnja 1965. godine u Oskorušnu na Pelješcu gdje je završio osnovnu školu. Srednju pomorsku školu, brodstrojarskog smjera, završio je 1984., Višu pomorsku školu 1988. i Pomorski fakultet 1991. godine u Dubrovniku.

Nakon diplomiranja zaposlio se na trgovačkim brodovima Mediteranske Plovidbe, potom Atlantske Plovidbe i Norveške tvrtke Gearbulk gdje je redovno radio na svim pozicijama u službi stroja od asistenta, časnika stroja, frižideriste do upravitelja stroja.

Upravitelj je stroja s osnovnim i dodatnim ovlaštenjima (STCW 1978/95), od 1994. godine. Na poziciji upravitelja stroja radio je 6 godina na brodovima Gearbulk-a. Kao pomorac pohađao više stručnih tečajeva za održavanje i upravljanje brodskim sustavima, te stekao desetak dopunskih osposobljenosti iz izobrazbe pomoraca. Ukupan plovidbeni staž iznosi 13 godina, i evidentiran je u pomorskim knjižicama jer je radio na brodovima preko „off-shore” tvrtki.

2004. godine zaposlio se na kopnu pa je od 2004. do 2007. godine radio u tvrtki Grand Circle Corporation iz SAD-a, to jest u njihovoj tvrtki Grand Circle Dubrovnik d.o.o., na poziciji starijeg tehničkog inspektora za brodove na kružnim putovanjima. Sudjelovao je u formiranju tvrtke Grand Circle Cruise Line od utemeljenja, implementacije ISM sustava, ISO kvalitete, do vođenja tehničke i kadrovske službe za brodove. Bio je projekt-menadžer za brojne renovacije, modifikacije i novogradnje brodova za kružna putovanja u Rusiji, Egiptu, Ekvadoru, Nizozemskoj, Rumunjskoj, Njemačkoj, Australiji, Vjetnamu i Republici Hrvatskoj.

Bio je „Flag State Inspector” za brodove koji viju zastavu Malte (2007.- 2013. godine) predsjednik Upravnog vijeća Lučke Uprave Dubrovnik (2016. i 2017. godine). Suradnik je i konsultant za nekoliko domaćih i stranih brodarskih tvrtki.

Od 2001. do 2007. godine bio je angažiran kao stručni suradnik na Brodstrojarskom smjeru, Pomorskog odjela Sveučilišta u Dubrovniku za kolegij Brodska prekrcajna sredstva.

Od 2007. g do danas je u radnom odnosu sa Sveučilištem u Dubrovniku kao asistent i od 2017 godine docent, za kolegije Brodski pomoćni strojevi i uređaji, Brodska prekrcajna sredstva i Rad na simulatoru i plovidbena praksa, Rad na simulatoru I, Rad na simulatoru II, Ekološki rizici u pomorstvu, Upravljanje ljudskim potencijalima u pomorstvu.

Od 2019 godine nastavnik je na poslijediplomskom doktorskom studiju Pomorstvo, na Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci gdje izvodi nastavu na kolegiju Ekološki rizici u pomorstvu.

Doktorirao je u srpnju 2015. godine na Poslijediplomskom međusveučilišnom znanstvenom doktorskom studiju Pomorstvo na Pomorskom fakultetu u Rijeci, studijski smjer zaštita mora i priobalja, obranivši doktorsku disertaciju naslova Model onečišćenja mora crnim vodama s plovila. Izabran je u znanstveno zvanje višeg znanstvenog suradnika 08. svibnja 2019. godine i za znanstveno-nastavno zvanje izvanrednog profesora 27. svibnja 2020. godine.

Pročelnik je Pomorskog odjela Sveučilišta u Dubrovniku od 1. listopada 2017. godine.

Autor je ili koautor 36 znanstvenih i stručnih radova objavljenih u časopisima i zbornicima radova znanstvenih skupova i kongresa u zemlji i inozemstvu. Aktivno je uključen u međunarodnu razmjenu nastavnog osoblja Erasmus+ programa.

Član je uredništva međunarodnog znanstvenog časopisa za more i pomorstvo Naše more od 2017. godine i časopisa Journal of Environmental Science and Engineering Technology od 2019. godine.

Član je ispitne komisije pri Ministarstvu pomorstva prometa i infrastrukture – Lučkoj kapetaniji u Dubrovniku za polaganje državnih stručnih ispita broskog strojara, upravitelja stroja i broskog elektro-tehničkog časnika. Član je i ovlaštenu inženjer Hrvatske komore inženjera tehnologije prometa i transporta - strukovnog razreda inženjera pomorskog prometa i inženjera prometa na plovnim putovima unutarnjih voda.

Aktivno se služi engleskim jezikom. Oženjen je i otac dvoje djece.



Broj: 627-24b /20.

U Dubrovniku, 27. svibnja 2020.

Na temelju članaka 59. Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju („Narodne novine“, br.: 123/03., 198/03., 105/04., 174/04. i 2/07.- Odluka USRH, 46/07., 63/11., 94/13., 139/13., 101/14. – Odluka UsRH i 60/15. – Odluka UsRH i 131/17.) i članka 60. Statuta Sveučilišta u Dubrovniku, nakon provedenog postupka po javnom natječaju, Senat Sveučilišta u Dubrovniku na svojoj 165. sjednici, održanoj 27. svibnja 2020., donio je

**ODLUKU**  
**o izboru u znanstveno-nastavno zvanje**

**Dr. sc. Žarko Koboević, izabire se u znanstveno-nastavno zvanje i na radno mjesto izvanrednog profesora za znanstveno područje tehničkih znanosti, znanstveno polje tehnologija prometa i transport, znanstvena grana pomorski i riječni promet (2.12.02) na Sveučilištu u Dubrovniku.**

Obrazloženje

Sveučilište u Dubrovniku raspisalo je, u skladu sa odlukom Senata od 29. siječnja 2020., javni natječaj za izbor jednog nastavnika/nastavnice u znanstveno-nastavno zvanje i na radno mjesto izvanrednog profesora za znanstveno područje tehničkih znanosti, polje tehnologija prometa i transport, znanstvena grana pomorski i riječni promet (2.12.02)). Na natječaj koji je objavljen u „Narodnim novinama“ i „Slobodnoj Dalmaciji“ 12. veljače 2020., prijavu je podnio je dr. sc. Žarko Koboević, docent na Sveučilištu u Dubrovniku, te uz traženu dokumentaciju dostavio Odluku Matičnog odbora za područje tehničkih znanosti, polja strojarstva, brodogradnje, tehnologije prometa i transporta, zrakoplovstva, ratne i svemirske tehnike (Klasa: UP/I-640-03/19-01/0503, Urbroj: 355-06-04-19-0002) o izboru u znanstveno zvanje višeg znanstvenog suradnika u znanstvenom području tehničkih znanosti, polje tehnologija prometa i transport. Naime, pristupnik je samostalno, prethodno podnio Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci zahtjev za izbor u znanstveno zvanje. Senat Sveučilišta u Dubrovniku na svojoj 163. sjednici održanoj 29. siječnja 2020., imenovao je Povjerenstvo za provedbu dijela postupka izbora (nastavna i stručna komponenta) u sastavu: prof. dr. sc. Srećko Krile, prof. dr. sc. Hrvoje Baričević i prof. dr. sc. Dragan Martinović. Članovi Povjerenstva izradili su Izvješće s mišljenjem kojim utvrđuju da pristupnik dr. sc. Žarko Koboević ispunjava uvjete Rektorskog zbora i Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju za izbor u znanstveno-nastavno zvanje redovitog profesora te predlažu Senatu Sveučilišta u Dubrovniku da dr. sc. Žarka Koboevića izabere u znanstveno-nastavno zvanje izvanrednog profesora u znanstvenom području tehničkih znanosti, polje tehnologija prometa i transport, znanstvena grana pomorski i riječni promet. Senat Sveučilišta u Dubrovniku, na svojoj 165. sjednici održanoj 27. svibnja 2020., na temelju Odluke Matičnog odbora i pozitivnog mišljenja i prijedloga Povjerenstva donio je odluku kao u izreci.

Predsjednik Senata  
Rektor  
*Nikša Burum*  
prof. dr. sc. Nikša Burum



Dostaviti:

1. izv. prof. dr. sc. Žarku Koboeviću, ovdje,
2. Ministarstvu znanosti i obrazovanja,
3. Personalni dosje zaposlenika,
4. Pismohrani, ovdje.



Miroslav Vukičević rođen je 16. septembra 1981. godine u Kotoru, gdje je završio osnovnu i srednju pomorsku školu, u kojoj je primio nagradu za izvrsna postignuća tokom školovanja. Diplomirao je na Pomorskom fakultetu u Kotoru 2005. godine, a uspješno je radio kao rukometni trener (vice-prvak Crne Gore 2003/04).

Odmah nakon diplomiranja 2005. godine počeo je ploviti za japansku firmu Mitsui O.S.K. Linije. Već 2013. godine dobija sertifikat za upravitelja mašine na brodovima sa mašinskim kompleksom pogonske snage od 3000 kW ili jačim. Od početka karijere u pomorskom inženjerstvu kontinuirano se stručno osposobljava pohađanjem raznih kurseva u zemlji i inozemstvu. Neki od ovih kurseva su: - kurs za upravljanje gorivom - kurs za kvalitet goriva u Atini, oficir za bezbednost, oficir za bezbednost, oficir za bezbednost brodova, obuka za upravljanje rizikom i istraživanje incidenata, upravljanje resursima u brodskom kompleksu - upravljanje resursima u mašini, obuka za rad na brodomašinskim simulatorima firme Transas (5 simulatora modela) ), firme Unitest (4 modela simulatora), obuka za visoki napon ABB Unigear ZS1 HV obuka, interni auditi prema ISO 9001: 2015, Wärtsilä Obuka o operacijama RT-flex motorima-Švajcarska, Inženjerski dizajn -Valona, Albanija ,sertifikat za japansku zastavu- India. Norveški univerzitet nauke i tehnologije (NTNU) - Procjena životnog ciklusa. Modernizacija i harmonizacija pomorskog obrazovanja u Crnoj Gori i Albaniji – MarED, "HSE Management in upstream operations" Budva 2017: Osnove iznenadnog zagadjenja mora, Pomorska sigurnost Bar 2018: Istraživanje na uzorcima klipnih prstenova na brodskom dvotaktnom motoru preko Bilateralnog proekta SLO/CG 2018 Univerzitet u Mariboru, Slovenija 2018.

Od 2014. godine dobio je priliku da radi kao stručni saradnik na Pomorskom fakultetu u Kotoru, koristeći uglavnom brodomašinske simulatore kako bi upoznao i obučio studente i oficire brodomašinske grupe predmeta pomorskom inženjerstvu i potrebnim znanjima u pomorstvu. Magistarske studije završava 2016. godine na istom fakultetu u Kotoru, na studiju Pomorske nauke, braneći rad na temi "Mogućnosti korištenja simulacijskog softvera za predviđanje emisije azotnih oksida (NOx) iz MAN B & W brodskog motora" pod mentorstvom dr. Danila Nikolića sa ocjenom "A".

Član organizacionog odbora prve međunarodne pomorske konferencije KIMC 2021.

Pokazana mobilnost za naučnoistraživački rad se ogleda u vidu *Erasmus + mobility* programa (Vlora 2017, Alesund 2018, Split 2018.) *Erasmus + teaching* u Chios 2019., Budimpešta 2020. Dubrovnik 2021, učesnik na „Sustainable development of Blue economies through higher education and innovation in Western Balkan Countries – BLUEWBC“ Project no. 609693-EPP-1-2019-1-NO-EPPKA2-CBHE-JP [www.bluewbc.eu](http://www.bluewbc.eu) (Obuka na „LNG Bunkering module“, „ DFDE LNG engine module “ i “Advanced training on Transas simulator” .

Miroslav Vukičević je student doktorskih studija, sa položenim svim ispitima sa ocjenom “A”.

U pripremi izrade doktorata, obavio je polazna ispitivanja na brodskom tankeru i laboratorijska ispitivanja na Univerzitetu u Mariboru. Govori i piše engleski jezik a dobro poznaje italijanski jezik.

Oženjen i otac dva djeteta.

Objavljeni radovi u međunarodnim časopisima, radovi na međunarodnim konferencijama te pomorskom zborniku:

- [1] Miroslav Vukičević, Radmila Gagić, Danilo Nikolić: „Application of simulation software in estimation of NOx emissions from ship’s main engine at different loads “, Internacionalna konferencija IMSC Split,2017 str. 531-543, ISSN 1847-1498
- [2] Gagić, R., Vukičević, M., Nikolić, D: “Estimation of PM emissions from cruise ships in Kotor Bay” 6th International conference WeBIOPATR 2017, Belgrade, Serbia, 6.-8. septembar 2017.
- [3] Vukičević Miroslav, Mraković Ivan, Ivošević Špiro: „Analysis of the influence of preventive maintenance of main engines on working parameters and emissions “, 5ta konferencija “Održavanje 2018” Zenica, 10-12 maj 2018., str. 247 - 254, ISSN 1986-583X
- [4] Vukičević, M, Cvrk, S, Kovač, D, Lalić, B.;" Measurement of torsional vibration on Propeller Shafts Using Code Discs and Optical Forks” 8th International maritime science conference IMSC 2019, Budva,11-12 April 2019 ISSN 1847-1498 Page 345-351
- [5] Vukičević, M, Ivošević, Š, Rudolf, R, Majerič, P.; “An Analysis of the Influence of Abrasive Particles in Fuel on the Degree of Damage to Piston Rings” 8th International maritime science conference IMSC 2019, Budva,11-12 April 2019 ISSN 1847-1498 Page 301-315
- [6] **Vukičević, M., Račić, N., Ivošević, Š.: “Piston ring material in two-stroke engine which sustains wear due to catalyst fines”, ISSN 0007-215X eISSN 1845-5859, Brodogradnja Vol. 70, No.2, 2019**
- [7] Bogdanović M., Vukičević M.; “The enviromental impacts of the offshore oil and gas industry” 21st DKMT Conference on Environment and Health, 06-08 June 2019, Faculty of Technology Novi Sad, Serbia ISBN 978-86-6253-107-0 Page 60-68
- [8] Vukičević M., Bogdanović M., Kovač D., Vujičić S.; „Prospective jobs for montenegrin seafarers in the epicontinental area of Montenegro “1st International conference of maritime science & technology Naše more 2019, Dubrovnik, 17 – 18th October 2019, ISBN 978-953-7153-52-6 Page 600-610
- [9] Vukičević M., Račić N., Vukašinović D.; „ Ways of reducing the content of catalytic fines in marine heavy fuel oil “1st International conference of maritime science & technology Naše more 2019, Dubrovnik, 17 – 18th October 2019, ISBN 978-953-7153-52-6, Page 611-624
- [10] Ivošević Š., Rudolf R., Majerič P., Kovač D., Vukičević M., “Pregled baznih istraživanja mogućnosti primjene materijala sa oblikom u nautičkoj industriji” God.35 Broj 22, Kotor 2019, ISSN 0352-1052
- [11] Vukičević M., Račić N., Vukašinović D. “Tretman teškog goriva sa aspekta štetnog teškog brodskog goriva sa aspekta štetnog djelovanja katalitičkih nečistoća” God.35 Broj 22, Kotor 2019, ISSN 0352-1052
- [12] Š. Ivošević, P. Majerič, M. Vukičević, R. Rudolf: “A study of the possible using of materials with shape memory effect in nautics” Eighth conference on marine technoogy in memoriam of the academician Zlatko Winkler November 15 and 16, 2019, Faculty of Engineering University of Rijeka (ISSN 0554-6397 Print, ISSN 1848-9052 Online):
- [13] Š. Ivošević, P. Majerič, M. Vukičević, R. Rudolf: “A Study of the Possible Use of Materials With Shape Memory Effect in Shipbuilding” Journal of Maritime and Transportation Sciences, Vol. Special edition No. 3, 2020. Page 265-277. ISSN 0554-6397 Konferencijski članak (Conference paper)



[14] Zorica Đurović, Milica Vuković-Stamatović & Miroslav Vukičević: "How much and what kind of vocabulary do marine engineers need for adequate comprehension of ship instruction books and manuals?" ISSN: 1576-4737 *Círculo de Lingüística Aplicada a la Comunicación* 88, 123-133, <https://dx.doi.org/10.5209/clac.78300>

[15] Igor Petrović, Špiro Ivošević & Miroslav Vukičević: "Does Increased Traffic Increase Risk in Boka Bay?" 1<sup>ST</sup> Kotor International Maritime Conference (KIMC 2021) 26-27 November 2021, Kotor, Montenegro

[16] Zorica Đurović & Miroslav Vukičević: "Hybrid "Twinning" in Maritime Education" 1<sup>ST</sup> Kotor International Maritime Conference (KIMC 2021) 26-27 November 2021, Kotor, Montenegro

[17] Tripo Moškov, Filip Petričević & Miroslav Vukičević: "The Benefits of Sailing Skills for Future Seafarers" 1<sup>ST</sup> Kotor International Maritime Conference (KIMC 2021) 26-27 November 2021, Kotor, Montenegro

[18] Miroslav Vukičević, Zorica Đurović, Boris Hrnčić & Karlo Bratić: "Optimization of Fuel Purifier Operation for More Efficient Elimination of Small Abrasive Impurities" 1<sup>ST</sup> Kotor International Maritime Conference (KIMC 2021) 26-27 November 2021, Kotor, Montenegro

[19] Bratić, K., Stazić, L., Vukičević, M. and Lalić, B. (2021) "Cruise Vessels Air Pollution Inventory for the Port of Kotor", *Transactions on Maritime Science. Split, Croatia*, 10(1), pp. 200–207. doi: 10.7225/toms.v10.n01.016.