

Eesti Mereakadeemia

Instituudi 2025. aasta teadus- ja arendustegevuse ülevaade

Instituudi 2025. aasta kuni 3 kõige olulisemat edulugu

1. Jätkame konsortsiumi koordineeritava Horisont Euroopa Twinning meetme projektiga BALTIC-FIT. Projekt loob Läänemere piirkonna organisatsioonide vahelise pädevusvõrgustiku, et võimaldada meretranspordil täita „Fit for 55“ eeskirju dekarboniseerimise osas.
2. Jätkame Interregi projektiga REISFER, milles oleme projekti koordinaatori rollis. REISFER eesmärk on vähendada CO₂ emissiooni 10-20% valitud parvlaeva liinidel Eestis, Soomes, Ahvenamaa ja Rootsis läbi erinevate tehnoloogiliste ja operatiivsete lahenduste rakendamise.
3. EMERAS kaitstesid doktoritööd kaks Eesti esimest merenduse doktorit: Andres Laasmaa, tööstusdoktorant Eesti Riigilaevastikust "Eesti rannasõidu parvlaevade dekarboniseerimise raamistik" ning Indrek Adler "Läänemere söödava rannakarbi väärindamine"

TA valdkonna väljakutsed 2026. aastaks

TA valdkonna 2025. aasta väljakutsed ja nende tulemused

Väljakutse

1. Laevajuhtimise uurimisgrupi loomine ja töö käivitamine
2. Meretehnika uurimisgrupi töö käivitamine
3. Teaming projekti taotlemine
4. Koostöö suurendamine uurimisgruppide vahel
5. 5-10 doktorandikoha loomine uurimisrühmade juurde
6. Uute professuuride loomine (merenduse küberjulgeolek, inimfaktor, mereõigus, jätkusuutlik logistika)

Täitmine/tulemused

1. Laevajuhtimise uurimisgrupis töötab usinalt uue nooremprofessor, kuid grupi jõudluse kasvatamiseks on vaja ka tenuuriprofessorit, uusi doktorante ja post-dokke. 2. Meretehnika uurimisgrupi töötab usinalt nooremprofessor, kuid väljakutseks on sobiva kvalifikatsiooniga doktorantide värbamine. 3. Teaming projekti taotlemine 4. Koostöö suurendamine uurimisgruppide vahel toimub edukalt 5. Loodi 5 doktorandikohta uurimisrühmade juurde 6. Uute professuuride loomine (merenduse küberjulgeolek, inimfaktor, mereõigus, jätkusuutlik logistika) on pidev töö, et sektori ja tehnoloogia arengut toetada.

Olulisemad soetatud seadmed

Koond hinnang instituudis kasutusel oleva taristu seisundi kohta

vajab uuendamist

Selgitus instituudis kasutusel oleva taristu seisundi kohta

Simulaatorikeskus on EMERA kõikide uurimisrühmade põhiline töövahend ning vajab uuendamist seoses uute tehnoloogiate, sh AI, autonoomsed laevad aga ka uued laevakütused kasutuselevõtmist. Merenduse kübejulgeoleku labor vaja edasiarendust ning seostamist teiste taristu objektidega. Kõik laborid vajavad kaasajastamist.

1 Merenduse küberjulgeoleku keskus

Uurimisrühma juht

Sanja Bauk, sihtrahastusega professor, sanja.bauk@taltech.ee

Uurimisrühma liikmed

Olaf Manuel Maennel, Doktor, kaasatud professor
Kristel Toom, Kõrgharidus, teadus- ja arendusdirektor
Alvar Kurrel, Kõrgharidus, projektijuht
Gabor Visky, Magister, tööstusdoktorant
Risto Vaarandi, Doktor, kaasprofessor tenuuris
Leonidas Tsiopoulos, Doktor, vanemteadur
Sanja Bauk, Doktor, sihtrahastusega professor
Rain Ottis, Doktor, kaasprofessor tenuuris
Ricardo Gregorio Lugo, Doktor, vanemteadur
Yigit Gülmez, Doktor, järeldoktor-teadur
Triin Muulmann, Magister, doktorant-nooremteadur
Vanessa Vortteil, Magister, doktorant-nooremteadur
Igor Astrov, Doktor, vanemteadur
Pentti Jouko Sakari Kujala, Doktor, täisprofessor tenuuris
Radoje Džankić, Magister, Doktorant-üliõpilane
Kristi Treffner, Rakenduskõrgharidus, partnerlussuhete koordinaator
Tiia Sõmer, Doktor, järeldoktor-teadur
Aybars Oruc, Doktor, järeldoktor-teadur
Dan Heering, Magister, ekspert
Mahtab Shahin, Doktor, järeldoktor-teadur
Saeed Rahimpour, Doktor, järeldoktor-teadur
Muhammed Erbas, Magister, doktorant-nooremteadur

Võtmesõnad

Eesti keeles

küberturvalisus; merendussektori digitaliseerimine; autonoomsed laevad

Inglise keeles

cybersecurity; digitalization of the maritime industry; autonomous ships

Uurimisrühma kompetentside tutvustus

Rühma ülevaade eesti keeles

Merendussektor seisab silmitsi suurte väljakutsetega seoses digitaalsete süsteemide küberturvalisusega, mis on tänapäeval üha enam levinud laevadel, sadamate infrastruktuuris ja laiemalt logistikaahelas. Autonoomsete laevade teke ja laiemalt asjade interneti tehnoloogia laialdane kasutamine laevadel ja merenduse infrastruktuurides on olulised teemad, mis vajavad erilist tähelepanu. Nende küsimustega tegelemiseks on vaja terviklikku lähenemisviisi, mis hõlmaks meremeeste haridust ja küberturvalisuse inimlikku aspekti, uudse tehnoloogilise lähenemise väljatöötamist laevaehituse jaoks „security by design“, tegevusprotsessi, aga ka strateegiliste otsuste tegemist kõigi sidusrühmade jaoks. Merenduse küberturvalisuse keskuse eesmärk on tegutseda eespool nimetatud tegevuste katalüsaatorina. ELi raamprogrammi Horisont 2020 grant (projekt

MariCybERA) võimaldab panustada ja mängida olulist rolli nii teadusuuringute kui ka tehnoloogilise arengu osas Euroopas. Selleks teeb uurimisrühm koostööd kutseorganisatsioonide, tööstusharude, valitsusasutuste ja akadeemiliste struktuuridega nii Eestis, Euroopas kui ka kogu maailma. Konkreetsed fookused ja pädevused on järgmised: • Küberteadlikkus ja laevaohvitseride väljaõpe • Küberturvalisuse ja autonoomsete laevade jaoks mõeldud usaldusväärne tehisintellekt • Küberturvalisuse strateegia, mida rakendatakse merenduse digitaliseerimisel • Merenduse küberturbe operatsioonide keskuse tegevus

Rühma ülevaade inglise keeles

The maritime industry is confronted with major challenges relative to the cybersecurity of the digital systems that are nowadays more and more pervasive in ships, port infrastructure and more globally in the logistic chain. The emergence of autonomous ships, and more largely the wide use of IoT technology in the ship and maritime infrastructures are major topics that warrant specific scrutiny. Addressing these issues need a holistic approach that would encompass the education of seafarers and the human aspect of cybersecurity, the development of a novel technological approach for “security by design” of ships, the operational process, and strategical decision making for all stakeholders. The goal of the Maritime Cybersecurity Centre is to act as a catalyst of the above-mentioned activities. Thanks to EU Horizon 2020 grant (project MariCybERA), this research aims to play important role in Europe-wide expertise development of all dimensions of maritime cybersecurity both in research dimensions, as well in technological development and operational means. For this purpose, the research group is working with professional organisations, industries, government agencies, and academic structures both in Estonia, Europe and worldwide. Specific focuses and competences are as following: • Cyber awareness and education of seafarers • Trustworthy AI for cybersecurity and autonomous ships • Cybersecurity strategy applied to maritime digitalisation • Maritime Security Operation Centre

Viimaste aastate olulisemad projektid:

VFP20050 ERA Chair in Maritime Cyber Security at Tallinn University of Technology - MariCybERA 2021 - 2025 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/820aea14-b251-47bf-b3e6-ffd1e1e48c62>

VEU23016 Praktiline küberturvalisuse koolitusprogramm Euroopa tööstusharude professionaalidele 2022 - 2025 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/75295390-139d-4995-a7a4-b730cbe6bd96>

VEU23044 Veesektori kriitilise infrastruktuuri kübervastupidavuse suurendamine läbi koolituste ja treeningu 2023 - 2026 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/3d3e8aad-0cf3-4b39-aa97-8321dc07aa40>

VHE22065 Küberturvalisuse tippkeskus Eestis ja Lõuna-Moraavias 2023 - 2026
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/742150e3-1fbf-4bf2-94d4-36e5140d84ce>

Viimaste aastate olulisemad artiklid:

Bauk, Sanja (Ed.) (2025). Maritime Cybersecurity. Springer Nature. DOI: 10.1007/978-3-031-87290-7. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/df4e3778-e294-457f-828b-5d8d802e2b70>

Oruc, Aybars; Bauk, Sanja; Zhou, Jianying (2026). A National Maritime Cyber Security Operations Center (M-SOC) Concept. Journal of Marine Science and Engineering, 14 (1), #17. DOI: 10.3390/jmse14010017. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/3d8c538e-9801-4bf8-9877-0dbef258a60>

Gülmez, Yigit; Konur, Olgun; Erbas, Muhammed; Bauk, Sanja (2025). Identifying cyber attack vulnerabilities in the main lubricating oil system of marine propulsion units. International Journal of Critical Infrastructure Protection, 51, 100810. DOI: 10.1016/j.ijcip.2025.100810. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/23783296-bb20-4d7c-8c04-ff3b49bc4f70>

Astrov, Igor; Bauk, Sanja (2024). Simulating a cyber-attack on the MASS thruster controllers at low-speed motion. PROMET - Traffic&Transportation, 36 (6), 1006–1021. DOI: 10.7307/ptt.v36i6.797. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/0ad1311e-cdcd-4413-9a1a-cb25e8becfad>

Astrov, Igor; Bauk, Sanja; Kujala, Pentti (2025). Exploring simulation methods to counter cyber-attacks on the steering systems of the Maritime Autonomous Surface Ship (MASS). Journal of Marine Science and Engineering, 13 (8), Art. no. 1470; 22 pp. DOI: 10.3390/jmse13081470. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/019bad43-09b1-4bdc-941e-80c1c84c75b0>

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Eesti keeles

2025. aastal jätkas Tallinna Tehnikaülikooli merenduse küberturvalisuse uurimisrühm oma teadustööd merenduse küberturvalisuse valdkonnas, keskendudes küberturvalisuse ja füüsilise turvalisuse riskide hindamisele, digitaalsetele kaksikutele ja merendussüsteemide turvalisusele.

Rühm avaldas teaduslikke artikleid, mis käsitlesid merenduse autonoomsete pinnalaevade (MASS) küberturvalisust, laevade mehaaniliste allsüsteemide küberturvalisuse riskide modelleerimist, turvalist merenduskommunikatsiooni, plokiahela-põhiseid logistikalahendusi ja inimteureid merenduse küberturvalisuses. Selle töö oluliseks tulemuseks oli ERA õppetooli juhataja toimetatud uurimusmonograafia „Maritime Cybersecurity” (Springer Nature, 2025) avaldamine, milles on koondatud merendustehnika, küberjulgeoleku ja sotsiaal-tehniliste perspektiivide multidistsiplinaarsed uurimistulemused.

Aruandeaasta jooksul töötas uurimisrühm välja ja testis simulatsioonipõhiseid lähenemisviise valitud laevajuhtimis- ja navigatsioonisüsteemide, sealhulgas rooliseadmete, määrdeõlisüsteemide ja navigatsioonikomponentide küberrünakute analüüsimiseks. Paralleelselt aitas rühm kaasa ohumudelite, riskide hindamise meetodite ja merenduse operatsioonitehnoloogiale (OT) kohandatud tehisintellekti põhinevate sissetungide avastamise lähenemisviiside väljatöötamisele.

2025. aastal toetas Eesti Meresõiduakadeemia merevirtuaalse küberturvalisuse

laboratooriumi (Virtual CyberLab) edasiarendamine nii teadus- kui ka haridustegevust. Laboratooriumi infrastruktuur hõlmab AIS-andmete kogumist, küberulatusega stsenaariume ja digitaalsete kaksikute põhinevaid simulatsioone. Lisaks osales rühm mitme rahvusvahelise teadusuuringute ettepaneku ettevalmistamises ja koordineerimises Horizon Europe ja sellega seotud programmide raames.

Inglise keeles

In 2025, the Maritime Cybersecurity Research Group at Tallinn University of Technology continued its research activities in the field of maritime cybersecurity, with a focus on cyber-physical risk assessment, digital twins, and the security of maritime systems.

The group produced scientific outputs addressing cybersecurity of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS), cyber risk modelling of shipboard mechanical subsystems, secure maritime communications, blockchain-based logistics solutions, and human factors in maritime cyber resilience. An important outcome of this work was the publication of the research monograph *Maritime Cybersecurity* (Springer Nature, 2025), edited by the ERA Chair Holder, which brings together multidisciplinary research results from maritime engineering, cybersecurity, and socio-technical perspectives.

During the reporting year, the Research Group developed and tested simulation-based approaches for analyzing cyber-attacks on selected ship control and navigation systems, including rudder controllers, lubrication oil systems, and navigation components. In parallel, the group contributed to the development of threat modelling, risk assessment methods, and AI-based intrusion detection approaches adapted to maritime operational technology (OT).

In 2025, further development of the Maritime Virtual Cybersecurity Laboratory (Virtual CyberLab) at the Estonian Maritime Academy supported both research and education activities. The laboratory infrastructure includes AIS data collection, cyber-range scenarios, and digital-twin-based simulations. In addition, the group participated in the preparation and coordination of several international research proposals within Horizon Europe and related programs.

Rühma TA seotus ühiskonnas aktuaalsete probleemidega ning neile lahenduste pakkumisega

Eesti keeles

Merenduse küberturvalisuse uurimisrühm tegeleb otseselt kriitilise infrastruktuuri kaitse, meresõiduohutuse, keskkonnakaitse ja globaalsete tarneahela süsteemide küberturvalisusega seotud pakiliste ühiskondlike väljakutsetega. Kuna meretransport on rahvusvahelise kaubanduse ja energiajulgeoleku aluseks, aitab rühma töö (akadeemilisel tasandil) kaitsta ühiskonda sadamate, laevade ja merelogistika süsteemide vastu suunatud küberrünnakute põhjustatud ahelreaktsiooniliste riketega.

Konkreetsed ühiskondliku mõju näited on järgmised:

- * Kõrgelt automatiseeritud laevade küberriskide leevendamise strateegiate väljatöötamine, meresõiduohutuse parandamine ja õnnetuste riski vähendamine.
- * Panustamine riiklikesse ja rahvusvahelistesse merenduse küberturvalisuse poliitika aruteludesse, sealhulgas konsulteerimine transpordiasutustega ja osalemine ENISA-ga seotud tegevustes.
- * Uuringud turvalise nutika konteinerite jälgimise kohta (sealhulgas plokiahela ja nutikate lepingute turvameetmed), globaalse logistika läbipaistvuse ja turvalisuse parandamine ning salakaubaveo ja keskkonnakaitse alaste jõupingutuste toetamine.
- * Inimkeskse küberturvalisuse alase hariduse ja teadlikkuse edendamine, tööjõu valmisoleku ja ühiskonna vastupidavuse tugevdamine küberohtude vastu.

Inglise keeles

The Maritime Cybersecurity Research Group directly addresses pressing societal challenges related to critical infrastructure protection, maritime safety, environmental protection, and cyber resilience of global supply chain systems. As maritime transport underpins international trade and energy security, the group's work contributes (at academic level) to safeguarding societies against cascading failures caused by cyber-attacks on ports, ships, and maritime logistics systems.

Concrete societal impact examples include:

- * Development of cyber-risk mitigation strategies for highly automated vessels, improving safety at sea and reducing accident risks.
- * Contributions to national and international maritime cybersecurity policy discussions, including consultations with transport authorities and participation in ENISA-related activities.
- * Research on secure smart container tracking (including blockchain and smart contracts security measures), enhancing transparency and security in global logistics and supporting anti-smuggling and environmental protection efforts.
- * Advancing human-centric cybersecurity education and awareness, strengthening workforce readiness and societal resilience against cyber threats.

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas

Researchers from the Estonian Maritime Academy were involved in the design of a new ferry to be commissioned by the Estonian government, with contributions on the ship's cyber security and digital twin.

We work on increasing cybersecurity of the MASS in collaboration with colleagues from Software Engineering Department at TalTech and MindShip company in both nautical and propulsion domains.

We rise level of cybersecurity culture and awareness at maritime industry and governmental entities through talks at relevant meetings and events in maritime.

Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöök

The Maritime Cybersecurity Research Group collaborates with maritime authorities, ship operators, technology providers, and international partners through high quality research on cybersecurity risk assessment, digital twin

simulations, and cybersecurity training. Research results are applicable in ship design, port security planning, cyber exercises, and professional training programs.

Our R&D and applied competences for cooperation with enterprises are as follows:

- * Maritime cybersecurity risk assessment, audits, and security-by-design support for ships and maritime infrastructures
- * Cyber-physical simulations, digital twins, and nautical simulator-based analysis for ships, ports, and maritime systems
- * Testing, validation, and evaluation of cybersecurity of ships, ports, and maritime OT/IT infrastructures
- * Cyber-range development, cybersecurity exercises, and large-scale training scenarios for maritime applications
- * Secure maritime communication, AIS-based analysis, situational awareness, and global monitoring of maritime systems
- * Monitoring, intrusion detection, and operation of multidimensional maritime security operation centers (SOC)
- * Trustworthy ML/AI solutions for autonomous ships and maritime infrastructures
- * Human-centric maritime cybersecurity, including human factors, usability, behavioural aspects, and awareness programs
- * Evaluation of training effectiveness, learning analytics, and automated assessment of safety and security exercises

Ettevõtluskoostöö eesmärk

Our research aims to provide the maritime industry with the newest knowledge secure their networks, vessels, and supply chain infrastructure from cyber threats and attacks.

The following project applications are currently under evaluation:

No.

Project applied for

Result

Budget

Period

1

EU Pathfinder Challenge call “Towards autonomous robot collectives delivering collaborative tasks in dynamic unstructured construction environments“ in October 2025

Project title: Autonomous Floating Platform System for Supporting Water-world Construction Sites (AutoPlatCon)

Coordinator

Waiting decision

Total: 3995753,39 EUR, TalTech: 597 312,50 EUR

36 months

2

Horizon Europe call HORIZON-CL3-2025-02-CS-ECCC-02 — New advanced tools and processes for Operational Cybersecurity

Project title: CYbersecurity Enhancement for a Resilient MAritime SecTor (CYBERMAST)

Partner

Waiting decision

Budget: Total: 5237350,00 EUR, TalTech: 271 687,50 EUR

36 months

3

Horizon Europe call HORIZON-CL3-2025-02-CS-ECCC-02 — New advanced tools and processes for Operational Cybersecurity

Project title: Cyber Ranges for Orchestrated Security and Simulation – Operations (CROSS-OPS)

Partner

Waiting decision

Budget: Total: 3684776,88 EUR, TalTech: 121 781,25 EUR

36 months

Täiendav info:

Uurimisrühma seotus TalTech TA prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda):

- 6. Nutikas merendussektor ja jätkusuutlik merekeskkond
- 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad

Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni 2 alamvaldkonda Frascati Manuali klassifikaatori alusel ja kuni 3 teaduseriala CERCS klasifikaatori alusel.

Frascati Manuali teadusvaldkonnad:

5.2 Majandusteadus ja ärimus

2.11 Teised tehnika- ja tehnoloogiateadused

CERCSi teaduserialad:

T300 Veetransporditehnoloogia

S190 Ettevõtete juhtimine

Hinnang rühma kasutuses olevale TA taristule (sh kollektsioonid ja andmekogud), piisavus ja seisund

Hinnang seisundile:

vajab uuendamist

Seisundi selgitus:

The Maritime Cybersecurity Group's researchers are using open access scientific repositories and the TalTech Library's electronic resources, including major journal and conference databases. Research activities are supported by licensed and open-source software tools such as MATLAB, Python-based environments, SPSS, DeepL, and domain-specific simulation and analysis tools. These resources enable data analysis, modelling, simulation, and empirical research across cybersecurity, maritime systems, and human factors. The existing information resources and software infrastructure are adequate for the current research needs of the group and are regularly updated and maintained. Also in use:

- * Nautical simulator (Wärtsilä ver. 5.45)
- * CyberLab – AIS receiver analysis
- * Research vessel "Bluebird"
- * Research autonomous vessel "Nymo"

Uurimisrühma liikmete osalus oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal

Members of the Maritime Cybersecurity Research Group are permanent members of several international professional and scientific organizations in the maritime sector. During the reporting year 2025, they participated, as appropriate, in selected activities of these organizations, including professional events, thematic discussions, and knowledge exchange initiatives related to research and education in maritime and digital technologies.

The organizations include:

- International Maritime Lecturers Association (IMLA) – member
- Institute of Marine Engineering, Science and Technology (IMarEST) – member
- PAEPI Global – Information and Communication Technologies Committee – member

– Women’s International Shipping & Trading Association (WISTA) – member

**Kolm kõige olulisemat välis- ja kolm kõige olulisemat Eesti koostööpartnerit
Välispartnerid:**

- Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Norway
- Turku University of Applied Sciences (TUAS), Finland
- Singapore University of Technology and Design (SUTD), iTrust Centre

Eesti partnerid:

- Estonian Smart Sea Centre of Excellence
- Estonian Information System Authority (RIA)
- Estonian Ministry of Foreign Affairs

Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused

1. On 13 January 2025, within the Cyberus Winter School, Prof Sanja Bauk, Gabor Visky, and Aleksei Sigantov presented MariCybERA project and their research results achieved on the project. Aleksei Sigantov demonstrated Virtual CyberLab for cyberattacks on ECDIS AIS targets.
2. On 14 January 2025, at the Estonian Smart Sea Center of Excellence Annual Seminar, Prof Sanja Bauk has presented MariCybERA project.
3. On 10 February 2025, Dr. Ievgen Medvediev (Assistant Professor of the Department Hydromechanics and Ship Design, Gdańsk University of Technology, Gdańsk, Poland and Associate Professor of the Department of Railway and Road Transport, Lift and Care Systems, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Kyiv, Ukraine) visited the Estonian Maritime Academy (EMERA) and met with Prof Sanja Bauk and Dan Herring to hear about the MariCybERA project.
4. On 11 February 2025, Prof Sanja Bauk is meeting Professor Ömer Melih Gül from the Informatics Institute at Istanbul Technical University (ITU) in Turkey. They discussed several possibilities for joint Horizon 2020 project applications.
5. Prof Sanja Bauk visited Singapore in spring 2025: On 26 March 2025, she was invited to the Estonian Business Hub in Singapore, where the latest Estonian maritime projects and innovations were showcased as part of the Singapore Maritime Week. On 27 March 2025, she gave a presentation at the Singapore Maritime Institute Conference (SMIC) entitled "On MASS Cyber Vulnerability: Rudder Controller Attack Simulation Experiments". It was a great pleasure and honor for her to participate in this world-class maritime event. On 28 March 2025, she was invited to the iTrust Research Centre at the Singapore University of Technology and Design (SUTD), where Prof. Zhou Jianying and his team introduced her to their recent research achievements. She had the opportunity to visit their maritime OT testbed

and water supply cybersecurity testbed.

6. On 9-11 April 2025, Prof. Sanja Bauk and Dr. Ricardo Lugo participated in the 3-day training programme "Cybersecurity Educator - Implementing Behavioral Science Perspectives for Improved Cybersecurity Awareness Education in Organisations" at the University of Montenegro. The training was organized by the European Security and Defense College in cooperation with TalTech, the University of Montenegro and the Albstadt-Sigmaringen University. It was a dynamic and engaging gathering of experienced scholars, professionals and educators in cybersecurity and related disciplines sharing their expertise.

7. On 9 May 2025, Prof Sanja Bauk and Prof Rain Ottis, at TalTech School of IT, met with Mr Kotaro Osugi, Mr. Yu Terada, Mr. Toshitaka Satomi, and Mr. Jun Miura from Fujitsu (Japan – cybersecurity research department) to discuss possibilities for future cooperation in research and doctoral studies.

8. On 14 May 2025, Kristel Toom, Prof Sanja Bauk, and Kristi Treffner participated to the EMERA R&D Strategy Seminar organized at Rohuneeme (Viimsi). Prof Sanja Bauk presented MariCyBERA project.

9. On 19 and 22 May 2025, Prof. Sanja Bauk participated in the Baltic-Fit Project Summer School, led by Prof. Ulla Tapaninen. On 19 May, she attended lectures and networked, and on 22 May, she participated in a workshop with PhD and master's students from Finland and Estonia.

10. On 22-24 September 2025, Prof. Sanja Bauk attended the AI, Data and Robotics Forum (#ADRF25) in Stavanger, Norway. She gave a research presentation and participated in the workshop session "AI-enabled Robotic Solutions for Critical Maritime Infrastructure: Inspection, Maintenance and Security", led by Dr Barbara Arbanas Ferreira. By bringing together experts in AI and robotics, the organizers paved the way for future research and technological advancements in these fields.

11. On 11-12 November 2025, during the visit of the Dutch maritime delegation to Tallinn University of Technology EMERA, Prof. Sanja Bauk gave a presentation on the Maritime Cybersecurity Group and its activities, opening possibilities for future project collaboration.

On 9-11 December 2025, at the hybrid Conference Strengthening Synergies in Defense and Civilian Cybersecurity – ECYBRIDGE, organized by Constanta Maritime University (Romania), Prof. Sanja Bauk led Panel 3 – Advancing Cybersecurity Through Technology: Innovation, Development, and European Strategic Autonomy. Panelists were Prof. Rain Ottis, Dr. Gabor Visky; Dr. Ricardo Lugo, and Mr. Dan Heering.

Riiklikud:

- * TalTech Service Medal: Mente et Manu (2025) – Prof Rain Ottis
- * Kapt. Uno Lauri Marine Culture Foundation (2025): Acknowledgement as supervisor of the awarded Master's thesis of Júlia Anna Grosschmid, "Assessing the Economic Impact of Cyberattacks in the Maritime Sector: A Taxonomy-Driven Case Study and Data Analysis" – Prof Sanja Bauk

Rahvusvahelised:

Rühma liikmete osalemine TA tegevusega seondult ettevõtete nõustamistes
Maritime Cybersecurity Group is involved in the following advisory/consultancy activities:

- * Advisory roles for maritime authorities and industry (EMSA)
- * Participation in cybersecurity advisory boards and expert panels (ULYSSEUS)

Uurimisrühma veebilehe aadress**Eesti keeles**

https://taltech.ee/merenduse-kuberjulgeolek?_ga=2.31165309.318907058.1679390090-1892847070.1650612785

Inglise keeles

https://taltech.ee/en/estonian-maritime-academy/areas-of-advance/maritime-cyber-security?_ga=2.83315990.1002192323.1702287646-256913150.1689577189

2 Mereveondus

Uurimisrühma juht

Ulla Pirita Tapaninen, täisprofessor tenuuris, ulla.tapaninen@taltech.ee

Uurimisrühma liikmed

Ulla Pirita Tapaninen, Doktor, täisprofessor tenuuris
Olli-Pekka Hilmola, Doktor, kaasatud professor
Tõnis Hunt, Magister, doktorant-nooremteadur
Mari-Liis Tombak, Magister, doktorant-nooremteadur
Jonne Kotta, Doktor, kaasatud professor
Suvi-Tuuli Lappalainen, Magister, tööstusdoktorant
Riina Otsason, Magister, doktorant-nooremteadur
Kristel Rauk, Kõrgharidus, projektide koordinaator
Kadi Kasepõld, Magister, doktorant-nooremteadur
Seçil Gülmez, Doktor, järeldoktor-teadur
Eliise Toomeoja, Magister, doktorant-nooremteadur
Kristine Carjova, Doktor, vanemteadur
Andres Laasma, Magister, tööstusdoktorant
Kristin Kerem, Magister, doktorant-nooremteadur
Deniece Melissa Aiken, Doktor, järeldoktor-teadur
Ekku Eemeli Heljanko, Magister, doktorant-üliõpilane

Võtmesõnad

Eesti keeles

merendus; transport; majandus; keskkonnamõjud; sadamaheidete hindamine; sinimajandus, merendusõigus; Laevanduse ja sadamate vastupanuvõime.

Inglise keeles

maritime; transport; economy; environmental impacts; port emission assessment; blue economy; maritime law; shipping and port resilience

Uurimisrühma kompetentside tutvustus

Rühma ülevaade eesti keeles

Uurimisrühma teadusuuringud on keskendunud kahele põhilisele valdkonnale: • Arukad ja energiatõhusad keskkonnad. Kuidas mõjutavad karmistuvad keskkonnaalased eeskirjad laevandusettevõtteid, sadamaid ja merendusturge? Uuringutes analüüsitakse praegust laevandusäri ning uuritakse, kuidas uued kütused, laevade konstruktsioon ja operatiivsed muutused mõjutavad laevanduse ärimudeleid ja tegevust. Uuringud on multidistsiplinaarsed ja kasutada saab erinevaid meetodeid. • Tulevikule suunatud juhtimine. Laevandusettevõtete, sadamate ja merendussektori toimimine ja konkurentsivõime erinevates laevandusturu olukordades: kauba- ja reisijate maht, finantsolukord, laevastiku kättesaadavus, isegi poliitika ja avalik arvamus. Seda tööd tehakse tihedalt kas ametiasutuste või ettevõtete ja sageli ka otse nende tellimusel. 3. Laevanduse ja sadamate vastupanuvõime. See keskendub laevandusettevõtete ja sadamate võimele häireid ette näha, neile vastu pidada, kohaneda ja neist taastuda (nt küberintsidendid, ekstreemsed ilmastikuolud, õnnetused, tarneahela šokid,

taristurikked), säilitades samal ajal kriitilised toimingud ja teenuse järjepidevuse.

Rühma ülevaade inglise keeles

The research focuses on two main areas: 1. Smart and energy efficient environments. How tightening environmental regulations affect shipping companies, ports and maritime markets? The studies analyse the present shipping business, and study how the new fuels, vessel design and operative changes will affect the shipping business models and operations. Research is multidisciplinary and various methods can be used. 2. Maritime and port governance. The functioning and competitiveness of shipping companies, port, and maritime sectors in various shipping market situations: cargo and passenger volumes, financial situations, availability of the fleet, even policies and public opinion. This work is closely done with either authorities or companies, and often also directly from their request. 3. Shipping and port resilience. This focuses on the ability of shipping companies and ports to anticipate, withstand, adapt to, and recover from disruptions (e.g., cyber incidents, extreme weather, accidents, supply-chain shocks, infrastructure failures), while maintaining essential operations and service continuity.

Viimaste aastate olulisemad projektid:

VHE24043 Partnelus Läänemere laevadel „Fit-for-55“-eeskirjade täitmiseks 2024 - 2027
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/a37f4bcd-6068-42bb-b901-0710d165e490>

VHE22066 AUTONOOMSED LENDAVID LAEVAD SAARTEVAHELISEKS JA SISEVEETRANSPODIKS 2023 - 2026 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/4aed505f-51b1-453c-800f-1fab90a25dcf>

VIR23031 Jätksuutlik kaubavoog ja transpordi CO2 heitkoguste vähenemine 2023 - 2026
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/4118c9ce-7efe-42a9-ad23-a08c0dd5fafa>

VIR24014 Süsinikuheitmete vähendamine saartevahelises parvlaevaliikluses 2024 - 2027
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/0d575176-b176-4798-bd23-ba1caa09a3fd>

VIR25034 Kaubajägid ja nende mõju merekeskkonnale 2025 - 2028
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/b53d752e-1c2f-440e-83af-e979d9d226d5>

Viimaste aastate olulisemad artiklid:

Aiken, D.; Kotta, J.; Tapaninen, U. P. (2025). Exploring the multifaceted challenges and complexities involved in the effective implementation of maritime conventions. *Sustainability*, 17 (2), 478. DOI: 10.3390/su17020478. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/a948ed1a-c3e7-475e-b8e1-1cd01c30709f>

Gülmez, S.; Gülmez, Y.; Tapaninen, U.P. (2025). Predicting cargo handling and berthing times in bulk terminals: A neural network approach. *Case Studies on Transport Policy*, 19, #101351. DOI: 10.1016/j.cstp.2024.101351. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/cdcf9ed0-5a6c-45dd-bdb1-09fc62553543>

Otsason, R.; Laasma, A.; Gülmez, Y.; Kotta, J.; Tapaninen, U. (2025). Comparative analysis of the alternative energy: Case of reducing GHG emissions of Estonian pilot fleet. *Journal of Marine Science and Engineering*, 13 (2), #305. DOI: 10.3390/jmse13020305.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/1d9b37f7-c199-4e3a-ad13-4ddb2657f0a>

Tombak, M.-L.; Tapaninen, U.; Kotta, J. (2025). Methods for calculating greenhouse gas emissions in the Baltic Sea ports: a comparative study. *Sustainability*, 17 (2), #639. DOI: 10.3390/su17020639.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/2b85cd99-10a6-4435-a4c0-03b5c6749741>

Carjova, Kristine; Hilmola, Olli-Pekka Kristian; Tapaninen, Ulla Pirita (2025). Economic Feasibility and Operational Performance of Rotor Sails in Maritime Transport. *Sustainability*, 17 (13), #5909. DOI: 10.3390/su17135909.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/f1c1693d-1e9a-4c12-8638-924fe8cfa284>

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Eesti keeles

Andres Laasma kaitses doktorikraadi detsembris 2025, "Eesti rannasõidu parvlaevade dekarboniseerimise raamistik".

2025 aastal saavutas uurimisrühm rahvusvaheliselt nähtavaid TA tulemusi, arendades ja rakendades teaduspõhiseid lahendusi meretranspordi dekarboniseerimiseks, sadamate kestlikkuse hindamiseks ning andmepõhise otsustustoega seotud metodikate täiustamiseks.

Inglise keeles

Andres Laasma defended his doctoral degree in December 2025 with the dissertation "A Decarbonisation Framework for Estonian Coastal Ferries." In 2025, the research group achieved internationally visible R&D results by developing and applying evidence-based solutions for maritime transport decarbonisation, port sustainability assessment, and the advancement of data-driven decision-support methodologies.

Rühma TA seotus ühiskonnas aktuaalsete probleemidega ning neile lahenduste pakkumisega

Eesti keeles

Põhilisteks uuringute tellijateks on Kliimaministeerium ja Tallinna sadam. Merendustegevus on seoses süsinikdioksiidi heite vähendamise eesmärkidega muutumas. Avaldatud artiklid on sellele väljakutsele kaasa aidanud, tuues akadeemilistele ringkondadele ja tööstusele olulisi teadmisi, eelkõige laevade elektrifitseerimise mõju ja sadamate heitkoguste arvutusmeetodid.

Inglise keeles

The main clients commissioning the studies are the Ministry of Climate and the Port of Tallinn. Maritime operations are changing in response to the objectives of reducing carbon dioxide emissions. The published articles have contributed to addressing this challenge by providing valuable insights to both academia and industry, particularly on the impacts of ship electrification and on methods for calculating port-related emissions.

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas

- * Eesti jäämurdeteenuse osutamise alternatiivide analüüs (Transpordiamet)
- * Sillamäe-Kotka reisiliikluse taastamise teostatavus-tasuvusanalüüsi ja sotsiaalmajanduslike mõjude analüüsi koostamine (Civitta Eesti AS)
- * Research cooperation in the Älymeri project (Satakunnan ammattikorkeakoulu Oy)

Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöök

Expertise in maritime transport and shipping, covering policy, operational work and decarbonisation, logistics, real-world deployment, analysis, modelling, and decision support.

Ettevõtluskoostöö eesmärk

Ettevõtluskoostöö raames keskendutakse Eesti väikelaevade ja saarte parvlaevaliikluse dekarboniseerimisele.

Täiendav info:

Uurimisrühma seotus TalTech TA prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda):

- 6. Nutikas merendussektor ja jätkusuutlik merekeskkond
- 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad

Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni 2 alamvaldkonda Frascati Manuaali klassifikaatori alusel ja kuni 3 teaduseriala CERCSi klassifikaatori alusel.

Frascati Manuaali teadusvaldkonnad:

- 5.2 Majandusteadus ja ärimine
- 2.11 Teised tehnika- ja tehnoloogiateadused

CERCSi teaduserialad:

- T300 Veetransporditehnoloogia
- S190 Ettevõtete juhtimine
- S180 Majandus, ökonomeetrika, majandusteooria, majanduslikud süsteemid, majanduspoliitika

Hinnang rühma kasutuses olevale TA taristule (sh kollektsioonid ja andmekogud), piisavus ja seisund

Hinnang seisundile:

Seisundi selgitus:

Uurimisrühma liikmete osalus oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal
Ulla Tapaninen

* Port of Helsinki – Board member since March 2025

* Member of EUSBSR PA Ship Operational Group.

* Member of journal editorial boards WMU Journal of Maritime Transport and

Journal of Shipping and Trade.

* Ulla is active in the maritime and logistics communities, contributing to various foundations, award committees and national strategies.

* Ulla has been the Chair of the Professor Recruitment Committee at the Estonian Maritime Academy in 2023 and 2024.

* Ulla actively collaborates with other EMERA research groups and research groups in other faculties. Internationally, she currently has research project partners with 6 Finnish, 2 Swedish, one Latvian and one Estonian universities or research institutes, as well as research institutes in Spain and Luxembourg.

* Ulla has actively contributed as an expert to several collections and networks both in Estonia and internationally.

* Ulla is an evaluator of research and development projects for the European Commission and through this contributes to European research and development activities more broadly.

Starting from 2024, Olli-Pekka Hilmola has been fulfilling the role of Associate Editor in International Journal of Shipping and Transportation Logistics, Scopus and WoS/Clarivate indexed journal, <https://www.inderscience.com/jhome.php?jcode=ijstl>

Participation in R&D activities of a project "Baltic Fit" Research Group:

* Meremess - International maritime exhibition (2025-03-07)

* Maritime Cluster Strategy Day 2025 (2025-03-20) took together 40 stakeholders from the maritime sector to discuss the future of innovation, collaboration, and growth within the industry.

* MOEPL 2025, Klaipeda Conference (2025-04-10)

* Transnav 2025 Conference (2025-06-11-13)

* ESREL SRA-E 2025 Conference (

* 1st International Maritime Conference in Tallinn (2025-09-26)

* RelStat-2025 International Multi-Conference (2025-10-16)

* KOMAREC 2025 Conference (2025-10-29)

* SeaFocus International "Power of Youth" event in Helsinki, Finland (2025-11-26)

* Antarctica Day Conference in Tallinn (2025-12-01)

Participation in R&D activities of a project "Sustainable Flow" Research Group:

* Meremess 2025

* Estonian Maritime Cluster Joint Workshop

* Aland Maritime Day 2025

* Naše More Conference (September 2025)

* IAME 2025

* Transnav 2025 Conference (2025-06-11-13)

Participation in R&D activities of a project "AIRSHIP " Research Group:

- * Naše More Conference (September 2025) Challenges of Regulating Unmanned Vessels, poster presentation Kristin Kerem, Deniece Aiken
- * KOMAREC Conference (October 2025) Regulatory challenges of using unmanned vessels, presentation and panelist Kristin Kerem

Participation in R&D activities of a project "REISFER " Research Group:

- * Meremess 2025
- * REISFER Island Ferry Summit in Helsinki, 20 March 2025
- * Participating in EUSBSR Policy Area SHIP Operational Advisory Board (15 April, 15 October, continuous)
- * IAME 2025 (June 2025 in Bergen) with presentation of a research paper on ferry decarbonization

Kolm kõige olulisemat välis- ja kolm kõige olulisemat Eesti koostööpartnerit
Välispartnerid:

- VTT Technical Research Centre of Finland, Soome
- RISE Research Institutes of Sweden, Rootsi
- Aalto ülikool, Soome

Eesti partnerid:

- Kliimaministeerium
- Tallinna Sadam
- Tartu Ülikool, Meresüsteemide osakond

Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused

* Ulla Tapaninen is an active R&D popularizer, writing a popular maritime blog and participating in public discussions.

* Ulla Tapaninen has a personal blog www.ullatapaninen.net [<http://www.ullatapaninen.net>], which has thousands of readers. Also over 70 blog posts on other platforms. The blogs are in English, Finnish and many also in Estonian.

* Ulla Tapaninen holds weekly meetings and interviews with maritime specialists, authorities, journalists and students. Several interviews in magazines, newspapers, television and radio, including Estonian media outlets.

Articles and interviews of the Research Group members in magazines in 2025:

* *Mente et Manu*, article by Ulla Tapaninen, March 2025: "Navigating the Future of Sustainable Shipping", https://haldus.taltech.ee/sites/default/files/2025-03/MM_2025-1.pdf.

* *Magazine Meremees*, interview with Kristine Carjova, 1 2025 (327): "BALTIC-FIT strengthens the network of maritime transport experts", https://issuu.com/ajakirimeremees/docs/meremees_2025_1_4?fr=xKAE9_zU1NQ

* *Magazine Meremees*, Kadi Kasepõld, 2 2025 (329) "Seilame süsinikuheitmevaba saarte liinilaevanduse poole" https://issuu.com/ajakirimeremees/docs/meremees_nr_323)

Rühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal Riiklikud:

Prof. Ulla Tapaninen was awarded the Estonian Maritime Academy Medal of Merit — the highest recognition of TalTech Estonian Maritime Academy (2025-10-27)

Rahvusvahelised:

Rühma liikmete osalemine TA tegevusega seonduvalt ettevõtete nõustamistes

Ulla Tapaninen participation in advisory boards and other governing bodies:

- * CHNL (Centre for High North Logistics), Nord University, board member, 2018 – present
- * SeaFocus International, member of the supervisory board, 2020 – present
- * Member of board of leading Baltic bulk shipping company ESL Shipping in 2012-2024
- * Member of the editorial board of Journal of Shipping and Trade, 2023-
- * Member of the editorial board of WMU Journal of Maritime Affairs, 2023-
- * Member of the steering group of “Electrification of city water traffic” – project of City of Helsinki.

Uurimisrühma veebilehe aadress

Eesti keeles

<https://taltech.ee/mereakadeemia/uurimissuunad/mereveonduse-uurimisruhm>

Inglise keeles

https://taltech.ee/en/estonian-maritime-academy/areas-of-advance/maritime-transport?_ga=2.155018360.1942191073.1699254527-256913150.1689577189

3 Sinimajandus ja veeressursid

Uurimisrühma juht

Loreida Timberg, vanemteadur, loreida.timberg@taltech.ee

Uurimisrühma liikmed

Loreida Timberg, Doktor, vanemteadur
Annemari Hakkaja, Kõrgharidus, õppearendusspetsialist
Doris Nurk, Kesk, laborant
Jonne Kotta, Doktor, kaasatud professor
Indrek Adler, Magister, doktorant-nooremteadur
Kristel Rauk, Kõrgharidus, projektide koordinaator
Reet Laos, Magister,
Athira Asalatha Rajendran, Magister,

Võtmesõnad

Eesti keeles

sinimajandus, keskkond ja sotsiaalmajandus; vee bioloogiliste ressursside innovatsioon; tarbijad ja sinimajanduse tooted; vee bioloogiliste ressursside ohutus ja kvaliteet

Inglise keeles

blue economy, environment and social economy; the innovation of water's biological resources; consumers and products of blue economy; safety and quality of water's biological Resources

Uurimisrühma kompetentside tutvustus

Rühma ülevaade eesti keeles

Sinimajanduse ja veeressursside uurimisrühm viib läbi rannikupiirkondade ja veekeskonna tootmistehnoloogiate ja tooraine väärdamise arendustegevusi. Teadustöö eesmärk on leida võimalused jätkusuutlikuks veekeskonna rakendamiseks, kus arvestatakse ökoloogiliste tingimustega ning prognoositakse inimtegevusest tulenevad ohud ja riskid. Veeressursside optimaalseks väärdamiseks analüüsitakse nende bioloogilisi, keemilisi ja füüsikalisi omadusi ning kirjeldatakse funktsionaalsed omadused. Veeressursside toorainete (kalad, vetikad ja karbid) väärdamiseks eksperimenteeritakse erinevate tehnoloogilistega protsessidega. Sinimajanduse majanduslikke ja sotsiaalmajanduslikke võimalusi analüüsitakse ja mudeldatakse arvestades ELi strateegiad, kehtivat seadusandlust ning tarbijate teadlikkust ja ootuseid kaardistades.

Rühma ülevaade inglise keeles

The research group carries out development activities on production technologies and raw material enhancement in coastal areas and the aquatic environment. The aim of the research is to find opportunities for the sustainable application of the aquatic resources, whereas ecological principles and conditions are taken into account and hazards and risks from human operations are predicted. In order

to valorise aquatic resources, their biological, chemical, and physical properties are analysed, and their functional properties will be described. Technological processes are tested and developed for valorisation of the aquatic resources. Economical and socioeconomical opportunities of blue economy are analysed and modelled in view of EU strategies, existing legislation and most importantly consumers awareness and expectations. The research group is currently conducting three studies:

Viimaste aastate olulisemad projektid:

MNHA22085 Sini- ja rohemajanduse sünergia võimendamine vääripindades väheväärtuslikku biomassi jätkusuutlikuks söödaks Euroopa vesiviljelusele 2022 - 2025

<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/d8fd34ef-d299-4566-bcf2-1bfd1deb2bad>

Viimaste aastate olulisemad artiklid:

Alop, Anatoli; Koit, Katre; Köster, Jarmo; Tõnismaa, Olev (2025). Course of Navigation Risk Management in the Age of New Technologies: Teaching Principles and Practices. <i>Disruptive Technologies and Innovations Towards Sustainable Maritime Practices : Proceedings of the International Association of Maritime Universities (IAMU) Conference: 25rd International Association of Maritime Universities Annual General Assembly and Conference, AGA 2025, 16th-17th oct. 2025.</i> Ed. Rajesh, Deepa; Svilicic, Boris. Chennai, India: AMET University, 261–266.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/4cc9be1d-053c-493c-953f-b7c8265d83e0>

Adler, Indrek; Martin, Georg; Kovalchuk, Nikolai; Orav-Kotta, Helen; Vene, Kristel; Tuvikene, Rando; Kotta, Jonne (2025). Exploring the Cultivation of *Ulva intestinalis* in Low-Salinity Environments of the Baltic Sea. *Oceans*, 6 (2), 30. DOI: 10.3390/oceans6020030.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/b64086e0-df2c-466c-8333-56e73a2a48ff>

Timberg, Loreida (2025). Transport Study Programmes Green Skills. In: Futureproofing Engineering Education for Global Responsibility: Proceedings of the 27th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2024), Volume 3. (24–37). Springer Cham. (Lecture Notes in Networks and Systems; 1280). DOI: 10.1007/978-3-031-83523-0_3.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/20b2e9ee-a237-4d2f-85a5-8e3564d62c33>

Timberg, Loreida; Alop, Anatoli; Tombak, Mari-Liis; Hunt, Tõnis; Zaitseva-Pärnaste, Inga; Usmanov, Renat; Priimets, Jaanis; Pahapill, Lia; Laid, Neeme; Moosaar, Harli; Heinmets, Veljo; Kaurla, Kristjan; Post, Tarmo; Ruus, Toomas; Tammela, Julia; Saksa, Anna; Karu, Hannes; Šestak, Liana; Saarinen, Yrjö; Joonsaar, Riina (2025). Maritime Problem Based Learning and Student Engagement. In: Futureproofing Engineering Education for Global Responsibility: Proceedings of the 27th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2024), Volume 3. (302–311). Springer, Cham. (Lecture Notes in Networks and Systems; 1280). DOI: 10.1007/978-3-031-83523-0_28. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/ab482dac-1d7d-4d5c-8d8c-12210087fd52>

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Eesti keeles

Rühm osaleb sinimajanduse tegevustes: EL sinimajanduse praktikute kogukonna töörühmas, HELCOM projektis Protect Baltic juhtkomitee ja töörühmade liige, RITA+ projekt "Eesti mereala ökoloogia ja mereökosüsteemi hüvede digikaksik"

juhtkomisjoni juht. BlueGreenFeed projektis on lõpetamas töödega jahumardika vastsete kasvatamisel erinevate rohu- ja sule söötadel. Jätkuvad tegevused on projektipartnerite poolt toodetud uute heina- ja sulekomponentidel jahumardika vastsete kasvatamine, kasvuprotsessi kirjeldamine, väljatulekute määramine, jahumardikate kogumine järgmisteks projektikatseteks. Alustati jahumardika vastsete töötlemistehnoloogiate kasvatamiseks vajalike tehnoloogiate testimisega. Alustati töödega LCA hindamiseks jahumardikate kasvatamisel ja töötlemisel.

Säästva Arengu Eesmärkide ja uute merendusregulatsioonide testimine õppe- ja teadustöös on viidud läbi koostöös Eesti mereakadeemia akadeemilise personaliga.

Inglise keeles

The group participates in blue economy activities: the EU Blue Economy Practitioners Community working group, the HELCOM Protect Baltic steering committee and working groups, and the RITA+ project "Estonian marine ecology and marine ecosystem benefits digital twin" steering committee. The BlueGreenFeed project is completing work on breeding mealworm larvae on different grass and feather feeds. Ongoing activities include breeding mealworm larvae on new grass and feather components produced by project partners, describing the growth process, determining yields, and collecting mealworms for subsequent project trials, describing the growth process, determining the yield, and collecting mealworms for subsequent project tests. Testing of the technologies required for growing mealworm larvae processing technologies has begun. Work began on assessing the LCA of mealworm breeding and processing.

Testing of Sustainable Development Goals and new maritime regulations in teaching and research has been carried out in collaboration with the academic staff of the Estonian Maritime Academy.

[Rühma TA seotus ühiskonnas aktuaalsete probleemidega ning neile lahenduste pakkumisega](#)

Eesti keeles

Säästlikkus: arendame sinimajanduse tehnoloogiaid ja õpime rakendama olemasolevaid ressursse võimalikult tõhusalt, vähendades seeläbi jäätmeid ja keskkonnamõju ning leides uusi toormaterjale.

Innovatsioon: Uute tehnoloogiate ja protsesside väljatöötamine võimaldab sinimajanduses kasutada toormaterjale uudsel ja tõhusamal viisil.

Ringmajandus: sinimajanduses loome süsteeme, kus toormaterjalid ja ressursid pöörduvad tagasi tootmistsükklisse, vähendades seeläbi vajadust uute ressursside järele.

Inglise keeles

The societal impact of the blue economy raw materials working group is:

Sustainability: We develop blue economy technologies and learn to apply existing resources as efficiently as possible, thereby reducing waste and environmental impact and finding new raw materials.

Innovation: The development of new technologies and processes allows the use of raw materials in the blue economy in a novel and more efficient way.

Circular Economy: In the blue economy, we create systems where raw materials and resources return to the production cycle, thereby reducing the need for new resources.

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas

Keskkonnaamet- Külmutamise ja sulatamise mõju kala pikkusele

Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöök

Eesti on mereäärne riik, kuid meie oskused meres ja vees olevatest ressurssidest: kalast, vetikatest ja karpidest erinevate toodete tootmisel on veel lapsekingades. Meres ja vees kasvavad kalad, vetikad ja karbid on kõrge toiteväärtusega, kuid nende kasvatamise, kogumise ja töötlemise tehnoloogiad vajavad väljatöötamist. Mere- ja veeressursside tootmisvõimaluste väljatöötamine on äärmiselt oluline rannapiirkondade elanikele ja omavalitsustele, sest traditsiooniline kalapüük on hooajaline. Tänapäeva tarbijad teavad, et nende valikutel on tugev sotsiaalne ja keskkonnahoidlik mõju. Eelistades kohalikke ja kiiresti kasvavatest ressurssidest toodetud tooteid, aitavad tarbijad luua jätkusuutlikku maailma. Kala, vetikad ja karbid on just sellised kiiresti kasvavad toorained, kuid nende välimus ja maitse ei ole meie tarbijatele harjumuspärane. Uute toodete väljatöötamisel on oluline kaasata tarbijaid, et heast toorainest tehtud tooted vastaksid tarbijate ootustele. Uute tehnoloogiate ja uute toodete väljatöötamine annab võimaluse uute rannapiirkonna ettevõtete tekkimiseks või juba olemasolevate ettevõtete konkurentsivõime parandamiseks.

Ettevõtluskoostöö eesmärk

Estonia is a seaside country, but our skills having to do with resources found in sea and in freshwater, such as fish, seaweed, and mussels, are modest. Fish, seaweed, and mussels, that grow in sea and in freshwater, have high nutritional value, but technologies of growing, collecting and processing them need developing. The development of sea and water resources' production possibilities is extremely important for coastal residents and municipalities because traditional fishing is seasonal. Today's consumers know that their choices have a strong social and environmental impact. Favouring local products and products made of fast-growing resources helps to create a sustainable world. Fish, seaweed and mussels represent those fast-growing resources, but the consumers are not used to their appearance and taste. For the products to be able to meet the consumers' expectations it is important to involve the consumers in the process of developing new products. The development of new technologies and products provides an opportunity for the emergence of new coastal enterprises or for the improvement of already existing enterprises' competitiveness.

Täiendav info:

Uurimisrühma seotus TalTech TA prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda):

- 6. Nutikas merendussektor ja jätkusuutlik merekeskkond
- 3. Keskkonnaressursside vääristamine

Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni 2 alamvaldkonda Frascati Manuaali klassifikaatori alusel ja kuni 3 teaduseriala CERCS klasifikaatori alusel.

Frascati Manuaali teadusvaldkonnad:

1.7 Teised loodusteadused

2.11 Teised tehnika- ja tehnoloogiateadused

CERCSi teaduserialad:

B260 Hüdrobioloogia, mere-bioloogia, veeökoloogia, limnoloogia

T270 Keskkonnatehnoloogia, reostuskontroll

T130 Tootmistehnoloogia

Hinnang rühma kasutuses olevale TA taristule (sh kollektsioonid ja andmekogud), piisavus ja seisund

Hinnang seisundile:

piisav

Seisundi selgitus:

TA taristu vajab uuendamist laboriseadmete näol, millele enam ei toodeta varuosi ja/või tarkvara.

Uurimisrühma liikmete osalus oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal

-

Kolm kõige olulisemat välis- ja kolm kõige olulisemat Eesti koostööpartnerit Välispartnerid:

- Matis Icelandic Food and Biotech R&D
- Sitef Ocean

- Aarhus University; University of Iceland Food Science and Nutrition; Fodurverksmidjan Laxa hf

Eesti partnerid:

- Keskkonnaamet
- Regionaalministeerium
- Eesti Maaülikool; Tartu Ülikool

Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused

Erialased töötoad Eesti Mereakadeemias keskkooliõpilastele ja eriala ettevõtetele. Merenduse digikursus keskkooliõpilastele.

Rühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal
Riiklikud:

Rahvusvahelised:

Rühma liikmete osalemine TA tegevusega seonduvalt ettevõtete nõustamistes

-

Uurimisrühma veebilehe aadress

Eesti keeles

<https://taltech.ee/et/mereakadeemia/uurimissuunad/sinimajandus-ja-veeressursid>

Inglise keeles

<https://taltech.ee/en/estonian-maritime-academy/areas-of-advance/blue-economy-and-water-resources>

4 Roheline meretehnoloogia

Uurimisrühma juht

Serkan Turkmen, kaasprofessor tenuuris, serkan.turkmen@taltech.ee

Uurimisrühma liikmed

Fatemeh Roshan, Magister, doktorant-nooremteadur

Jakub Jerzy Montewka, Doktor, kaasatud professor

Serkan Turkmen, Doktor, kaasprofessor tenuuris

Võtmesõnad

Eesti keeles

roheline merendus; heitkoguste vähendamine; nutikad lahendused; hüdrodünaamika

Inglise keeles

marine hydrodynamics; fuel efficiency; safety; smartization

Uurimisrühma kompetentside tutvustus

Rühma ülevaade eesti keeles

Nutika, ohutu ja rohelise hüdrodünaamika uurimisrühma tegevuse peaesmärk on pakkuda sektorile regulatiivsete ning poliitiliste organite (IMO, HELCOM, ELI Läänemere piirkonna strateegia ja rahvusvahelised säästva arengu lepingud) poolt deklareeritud põhimõtete ja strateegiate teaduspõhist rakendamist juurutades keerukaid nutikaid, ohutuid ja keskkonnasäästlikke lahendusi ning suurendada meresõidukite jõudlust. Uurimisrühma peamised uuringusuunad jagunevad neljaks: Ohutus - põhiohk on aluste dünaamika vähendamisel. Keskendume aluse dünaamika mõjule meeskonnaliikmetele ja pardasüsteemidele. Hetkel töötame kere dünaamilise ohutuse parendamisega kombinatsioonis aktiivtrimmiseadmete ja amortiseerivate istmetega. Heitmekoguste vähendamine - töös on mitu uurimisvaldkonda. Keskendutakse kütusesäästlikele kerekujudele ning käitursüsteemide optimeerimisele ja heitmevabadele käituritele. Käimasolev Interregi Läänemere piirkonna programmi toetatud projekt keskendub väikelaevade rohelisele ristlusviisile, milles töös laevakere uue vormid, elektrilised käiturid ja kiirekäiguliste väikelaevade kütusesäästlikud digitaalsed juhtsüsteemid. Nutikus - keskendutakse mitmesugustele uuringutele, sealhulgas laevakere nutikas disain, mehitamata kiirlaevad ja arvutuslik hüdrodünaamika (DCFD), rakendades selleks tehisintellekti, masinnägemist ja geneetilist algoritmi. Hetkel koostatakse ulatuslikku andmebaasi laevakerede projekteerimise hüdrodünaamikast, töötamaks välja nutikat arvutusmudelit kerekuju disainimiseks ja optimeerimiseks. Veesõidukite hüdrodünaamika - on osaks kõigist eelnimetatud uuringutest. Töötatakse erinevate veesõidukite meresõidu- ja käiguomaduste arendamisel, seades sihiks ohutuse, kütusesäästlikkuse ja nutikuse. Värskemalt keskendutakse redaankerete mereomadustele ja juhitavusele. Uurimisrühmas on arendamisel hulk matemaatilisi, arvutuslikke ja eksperimentaalseid meetodeid. Lisaks planeeritakse basseinikatsed uurimaks veesõidukite käitumist irregulaarses lainespektris ja kütusesäästlikkuse mõju meresõiduomadustele.

Rühma ülevaade inglise keeles

The main motivation behind the activities of the research group is the implementation of the principles and strategies declared by regulatory and policy-making bodies (such as IMO, HELCOM, the EU Strategy for the Baltic Sea Region and international agreements on sustainable development) regarding various marine vehicles, especially focusing on high speed crafts. For this purpose, the main research studies of the research group are divided into four fields: Safety: The main focus is the development of methods for reducing the effect of HSC motion for the crew and on-board systems.. F. Roshan' thesis on "Safety improvement of high-speed planing craft development of a conceptual framework" addresses the health concern of HSC's operators when operated on high speed in rough conditions causing sleepiness, muscle and internal organ damage, and therefore reducing crew performance. Emission Reduction: This field focuses on fuel-efficient hull forms, optimization and zero-emission propulsion systems. R. Niazmad Bilandi thesis on "Fuel efficient high-speed small craft by considering seakeeping and manoeuvring motions" investigates the hydrodynamics of different stepped hulls to find out which step can lead to a fuel-efficient hull form by taking into account the seakeeping and manoeuvring motions. The focus is on improving the design and operation of future high-speed craft through mathematical modelling, numerical simulations and towing tank tests. Smartization: The focus is on smart ship design, unmanned high-speed craft and Digitalized Computational Fluid Dynamics (DCFD) by implementing artificial intelligence, machine learning and genetic algorithm. Hydrodynamics of Marine Vehicles: Enhancing hydrodynamic efficiency is in focus when working on solutions to enhance resistance and propulsion, seakeeping and manoeuvring characteristics of different marine vehicles by considering safety, fuel efficiency and smartization goals. The latest focus is on seakeeping and manoeuvring of stepped hulls. A large variety of mathematical, numerical and experimental methods are under development to address the existing knowledge gap in the sector.

Viimaste aastate olulisemad projektid:

Viimaste aastate olulisemad artiklid:

Dogru, Alperen; Sozen, Ayberk; Altunsaray, Erkin; Halilbese, Akile Nese; Karasu, Hasim Firat; Turkmen, Serkan; Nesar, Gokdeniz (2025). NDT-Based Determination of Key Performance Elements of a Ship Propeller Model Manufactured with the Selected Laser Melting Method. Polish Maritime Research, 32 (4), 107–118. DOI: 10.2478/pomr-2025-0054.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/ebd3b856-7e09-4b37-9639-06466669f648>

Zhou, Yi; Turkmen, Serkan; Pazouki, Kayvan; Norman, Rose (2025). Retrofitted Gate Rudder System In Situ Performance Analysis Using Data-Driven Method. Journal of Marine Science and Engineering,

13 (9), ARTN 1667. DOI: 10.3390/jmse13091667.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/416cbecc-9b24-481f-b3ea-88faedc97bc4>

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Eesti keeles

Mais 2025 asus professor Serkan Turkmen tööle TalTech Eesti Mereakadeemias kaasprofessori ametikohal ning on olnud aktiivselt kaasatud õppetöösse. Alates samast ajast juhib ta ka Rohelise meretehnoloogia uurimisrühma, mille liikmed on aktiivselt publitseerinud kõrgetasemelistes teadusajakirjades.

Inglise keeles

In May 2025, Professor Serkan Turkmen joined the Estonian Maritime Academy of TalTech, where he took up the position of Associate Professor and has been actively involved in teaching. Since then, he has also been leading the Green Maritime Technology research group, whose members have actively published in high-level scientific journals.

Rühma TA seotus ühiskonnas aktuaalsete probleemidega ning neile lahenduste pakkumisega

Eesti keeles

Teadustöö raames arendatakse välja tehnoloogiaid, mis aitavad kaasa säästlikumatele lahendustele merenduses.

Inglise keeles

In the frame of research work, technologies are being developed that contribute to more sustainable solutions in maritime.

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas

Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöök

Väikelaevade hüdrodünaamika uuringud ja testimised.

Ettevõtluskoostöö eesmärk

Koostöö ettevõtetega toetab eesmärki liituda valdkondlike Horisondi konsortsiumitega.

Täiendav info:

Uurimisrühma seotus TalTech TA prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda):

- 6. Nutikas merendussektor ja jätkusuutlik merekeskkond
- 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad

Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni 2 alamvaldkonda Frascati Manuaali klassifikaatori alusel ja kuni 3 teaduseriala CERCSi klassifikaatori alusel.

Frascati Manuaali teadusvaldkonnad:

2.11 Teised tehnika- ja tehnoloogiateadused

2.3 Mehaanika / masinaehitus

CERCSi teaduserialad:

T300 Veetransporditehnoloogia

T455 Mootorid ja ajamid

T210 Masinaehitus, hüdraulika, vaakumtehnoloogia, vibratsioonakustiline tehnoloogia

Hinnang rühma kasutuses olevale TA taristule (sh kollektsioonid ja andmekogud), piisavus ja seisund

Hinnang seisundile:

Seisundi selgitus:

N/A

Uurimisrühma liikmete osalus oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal

N/A

Kolm kõige olulisemat välis- ja kolm kõige olulisemat Eesti koostööpartnerit

Välispartnerid:

- KTH, Rootsi
- Newcastle University, UK
- University of Naples, Itaalia

Eesti partnerid:

-
-
-

Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused

Uurimisrühma juhi Serkan Türkmeni osavõtt 8. rahvusvahelisest konverentsist

„Advanced Model Measurement Technology for the Maritime Industry“ (AMT'25):

* <https://www.amt2025.com/>

*

https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=htTmxa8AAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=htTmxa8AAAAJ:TFP_iSt0sucC

Rühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal

Riiklikud:

N/A

Rahvusvahelised:

N/A

Rühma liikmete osalemine TA tegevusega seonduvalt ettevõtete nõustamistes

N/A

Uurimisrühma veebilehe aadress

Eesti keeles

<https://taltech.ee/mereakadeemia/uurimissuunad/roheline-meretehnologia>

Inglise keeles

<https://taltech.ee/en/estonian-maritime-academy/areas-of-advance/green-maritime-technology>

5 Veeteede ohutus

Uurimisrühma juht

Pentti Jouko Sakari Kujala, täisprofessor tenuuris, pentti.kujala@taltech.ee

Uurimisrühma liikmed

Pentti Jouko Sakari Kujala, Doktor, täisprofessor tenuuris
Inga Zaitseva-Pärnaste, Doktor, kommunikatsiooni koordinaator
Mihhail Fetissoov, Doktor, peaspetsialist
Jarmo Kõster, Magister, vanemlektor
Roomet Leiger, Magister, direktor
Ahmed Nasr, Kõrgharidus, doktorant-nooremteadur
Jim Henry Chen, Magister, tööstusdoktorant
Kirill Šustov, Magister, doktorant-nooremteadur
Valentin Bratkov, Diplomiõpe, projektijuht
Aqsa Yaseen, Magister,
Marvin Roshan Crompton Ramesh, Magister,
Vesa Markus Sihvonen, Doktor, kaasatud professor
Olev Tõnismaa, Kõrgharidus, lektor

Võtmesõnad

Eesti keeles

hüdrograafia; veeteede ohutus; navigatsiooniriskide hindamine; nutikas navigatsioonimärgistus

Inglise keeles

hydrography; safe waterways; navigational risk assessment; smart navigational marks

Uurimisrühma kompetentside tutvustus

Rühma ülevaade eesti keeles

Loodud uurimisrühma eesmärgiks on olla tugev koostööpartner nii Eesti merendussektorile kui ka töötada koos rahvusvaheliste konsortsiumitega, panustades konkurentsivõimelise meremajanduse arengusse läbi teadustöö hüdrograafia, veeteede planeerimise, nutika navigatsioonimärgistuse, merekartograafia ning navigatsiooniohutuse valdkonnas. Uurimisrühma fookuses on teaduspõhise õppe arendamine ning pakkumine kõikidel kõrghariduse astmetel, nii bakalaureuse-, magistri- kui doktoriõppes, võttes arvesse merendussektori arengud ja praegusel ning tuleviku tööturul vajalikud kompetentsid.

Rühma ülevaade inglise keeles

The new research group aims to be a strong partner for Estonian maritime sector and work with international consortiums, contributing to the development of competitive maritime economy through research in the areas of hydrography, waterways planning, smart solutions for aids to navigation, marine cartography, and safety of navigation. Strong focus will additionally be directed on science-based higher education on all levels – Bachelor, Master, and Doctoral studies – taking into account the developments in the industry and relevant

emerging competences required in the labour market.

Viimaste aastate olulisemad projektid:

VIR25049 Digitaliseerimine ja robotika töhusa Soome-Eesti merereostuse tõrjeks 2025 - 2028

<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/87eb9609-4d09-4122-8e5f-0abe242b1f35>

3-27/AE24/71-1 Krassi saare muutuste uurimus 2024 - 2024

<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/f8cf97b7-ae2a-443e-b780-6d6432f0c203>

LVEE22106 Saare-Liivi meretuulepargi navigatsiooniriski analüüs 2022 - 2024

<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/eb7aeb3d-146c-47c2-9b26-ee9d9ad6cbe5>

Viimaste aastate olulisemad artiklid:

Zhang, Mingyang; Taimuri, Ghalib; Zhang, Jinfen; Zhang, Di; Yan, Xinping; Kujala, Pentti; Hirdaris, Spyros (2025). Systems driven intelligent decision support methods for ship collision and grounding prevention: Present status, possible solutions, and challenges. Reliability Engineering & System Safety, 253, #110489. DOI: 10.1016/j.ress.2024.110489.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/a44e54f8-e840-4e99-98f4-1519589eb1c0>

Zhang, M.Y.; Shen, W.H.; Tsoulakos, N.; Wang, H.D.; Kujala, P.; Hirdaris, S. (2025). An intelligent decision support method for assisted ship maneuvering and route planning using pre-trained deep learning model. <i>Trends in Collision and Grounding of Ships and Offshore Structures: 10th International Conference on Collision and Grounding of Ships and Offshore Structures (ICCGS 2025), Shanghai, China, 16–19 September 2025.</i> Ed. Ling Zhu, C. Guedes Soares. London: CRC Press, 440–448. DOI: 10.1201/9781003684404-56.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/992f3c58-fa98-42b0-97ad-792592e2ec77>

Astrov, Igor; Bauk, Sanja; Kujala, Pentti (2025). Exploring simulation methods to counter cyber-attacks on the steering systems of the Maritime Autonomous Surface Ship (MASS). Journal of Marine Science and Engineering, 13 (8), Art. no. 1470; 22 pp. DOI: 10.3390/jmse13081470.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/019bad43-09b1-4bdc-941e-80c1c84c75b0>

Shehata, Ahmed; Zhang, Mingyang; Tsoulakos, Nikolaos; Kujala, Pentti (2025). A Transformer based task execution digital twin of 3-DOF maneuvering of Bulk Carrier for autonomous maritime systems. Ocean Engineering, 341 (4), art. 122797. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2025.122797.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/997b8bc1-87a7-4500-a680-3d0ce78e3538>

Leiger, R.; Kujala, P.; Tapaninen, U.; Carjova, K. (2025). Advancing Sustainable Icebreaking: Alternative Fuels and Operational Efficiency for a Northern Baltic Sea Case. <i>Proceedings of the International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering - OMAE ; vol. 3: ASME 2025 44th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, OMAE 2025, Vancouver, Canada, June 22-27, 2025.</i> American Society of Mechanical Engineers (ASME), OMAE2025-157777. DOI: 10.1115/OMAEE2025-157777.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/abe49c6e-3884-48a7-b082-505c62900202>

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Eesti keeles

Teadusrühma on olnud väga aktiivne artiklite koostamisel, avaldades kokku 23 artiklit, millest 14 on ajakirjaartiklid ja 9 konverentsiartiklid. Üks artikkel

(Zgang et al., 2025) on avaldanud märkimisväärset teaduslikku mõju ja pälvinud rahvusvahelise tunnustuse, kuna Web of Science on nimetanud selle artikli Essential Science Indicators (ESI) 1% kõige enam tsiteeritud artikliks inseneriteaduse valdkonnas, mis rõhutab selle positsiooni juhtiva ja valdkonna kujundava panusena meresõiduohutuse uurimisse.

Uurimisrühm on koostanud ELile 8 Horizon-projekti, millest 6 on uurimisprojektid, üks on doktorantide võrgustik ja üks on magistriõppe projekt. Seni on kaks neist projektidest saanud positiivse rahastamisotsuse.

Inglise keeles

Research Group has been very active in preparing articles, having in total 23 articles, from which 14 are journal articles and 9 conference papers. One paper (Zgang et al., 2025) has had substantial scientific impact and international recognition, as the paper has been designated by Web of Science as an Essential Science Indicators (ESI) Top 1% Highly Cited Paper in the field of Engineering, underscoring its position as a leading and field-shaping contribution to maritime safety research.

The research group has prepared 8 Horizon projects to EU, from which 6 are research projects, one is a doctoral network and one is post-graduate project. So far, two of these projects have got positive decision for funding

Rühma TA seotus ühiskonnas aktuaalsete probleemidega ning neile lahenduste pakkumisega

Eesti keeles

Riskide kindlaksmääramine, ohutusanalüüs ja operatiivkontseptsioonid uute kütuste, nagu vesiniku ja ammoniaagi kasutamiseks laevadel ning riskianalüüs kütuse tankimise käigus avaldavad samuti ühiskondlikku mõju. Sarnane analüüs tehakse ka akutoitel laevade puhul. Riskide vähendamisele suunatud koolituste planeerimine laevapere, sadamaoperaatorite/ametiasutuste ja mootorite hoolduspersonali jaoks uue tehnoloogia rakendamiseks. Uurimisrühm arendab ka Balti energia koridore, sealhulgas laevanduse ja uute kütuste logistika vahelist koostoimet.

Mitme valdkonna hõlmav ja uuenduslik lähenemisviis on kasutatud, et hinnata ohustsenaariume laevanduses Eesti vetes asuvate tuuleparkide kavandatava asukoha läheduses ja riski vähendamise võimalusi.

Inglise keeles

Risk identification, safety analysis and operational concepts for applying new fuels like hydrogen and ammonia onboard the ships and risk analysis during the bunkering operations has also societal impact. Similar analysis also are also done for battery driven ships. Risk mitigation based planning of the training to the vessel ship crew, port operators / authorities and engine maintenance staff to apply the new technology. The research group also develops Baltic energy corridors, including interactions between shipping and new fuel logistics.

Multi-disciplinary and ground-breaking approach has been done to evaluate the hazard scenarios for shipping nearby the planned location of the wind farms in Estonian waters and how to mitigate the risks.

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas

The Waterways Safety Management research group has contributed to the practical application of research results in close cooperation with industry, public authorities and international partners. Research outcomes have been applied in the development, testing and validation of new maritime technologies, digital solutions and operational concepts with direct relevance for industry and society.

In cooperation with major industrial partners, the research group has supported the development and demonstration of next-generation vessel technologies. Within international R&D projects, research results are applied to large-scale demonstrators addressing hydrogen-based propulsion systems, large onboard energy storage solutions for electrified vessels, and digital tools for safe and efficient ship operations. These activities support the maritime industry's transition towards low-emission, energy-efficient and safe transport solutions.

In the public and societal context, the research group has contributed to the development of digital decision-support tools and operational concepts for maritime safety authorities and emergency response organisations. Applications include the use of AIS-based traffic data and digital solutions for monitoring ship movements, planning waterways, and supporting marine spill response operations in Estonia and Finland. Cooperation with the Estonian State Fleet and transport authorities has enabled the practical implementation of research-based solutions in operational environments.

The research group's work supports economic development by strengthening the innovation capacity and international competitiveness of the maritime sector, while contributing to improved safety of navigation, environmental protection

and resilience of maritime transport systems in the Baltic Sea region and beyond.

DIGIMARIS project's kicki-off

event <https://taltech.ee/uudised/hundipea-sadamas-testiti-uusi-autonoomseid-lahendusilaanemere-olireostuse-avastamiseks-ja>

Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöök

- * Mereliikluse ja laevategevuse analüüs AIS-andmete põhjal
- * Digitaalsete kaksikute (digital twin) arendus ja rakendamine merenduses
- * Navigatsiooniohutuse ja riskihindamise analüüs laevadele ja veeteedele
- * Veeteede planeerimine ja hüdrograafiline analüüs
- * Nutikate navigatsioonimärkide ja abivahendite (AtoN) kontseptsioonide arendus
- * Laevade ja meresüsteemide andmepõhine monitooring ja visualiseerimine
- * Uute laevatehnoloogiate ja energialahenduste (H₂ ICE, elektrifitseerimine, ESS) ohutus- ja toimivusanalüüs
- * Tööstuslike demonstratsioonide ja pilootprojektide teaduslik tugi
- * Digitaalsete tööriistade ja otsustustugisüsteemide arendus merenduse avalikule ja erasektorile
- * Merenduse keskkonnaohutuse ja reostustõrje lahenduste hindamine ja valideerimine

Ettevõtluskoostöö eesmärk

The Waterways Safety Management research group aims to be a strong partner for the Estonian maritime sector and an active contributor in international research consortia, supporting the development of a competitive and sustainable maritime economy. The group's core research areas include hydrography, waterways planning, smart solutions for aids to navigation, marine cartography, digitalisation, and safety of navigation. In parallel, strong emphasis is placed on science-based higher education at Bachelor, Master, and Doctoral levels, aligned with industry developments and emerging labour market competences.

The research group is actively involved in large-scale international research initiatives. It has prepared eight Horizon Europe project proposals, including six research projects, one doctoral network and one post-graduate project, of which two have received positive funding decisions. Starting in 2026, the group participates in several major international projects with direct industrial and societal impact.

The H4PERION project (2026–2030) focuses on the development and demonstration of safe, reliable and economic operation of hydrogen internal combustion engines for large vessels, deploying H2 ICE technology for the first time as a prime mover on a 24,000 GT open-sea vessel. The ELECTRIC BLUE project (2026–2030) addresses large-scale electrification of maritime transport through retrofitting, scaling onboard energy storage systems up to 40–50 MWh on a RoPax ferry demonstrator. In addition, the DIGIMARIS project (2025–2028), funded by the Central Baltic Programme, evaluates and pilots digital solutions for marine spill response operations in Estonia and Finland.

Key Estonian cooperation partners include the Estonian State Fleet, Estonian Transport Board, Merendusklaster and Utilitas Wind. International partners include major industrial actors and research organisations such as Wärtsilä, ABS, Lloyd's Register, Meyer Werft, VTT, DLR, and leading universities including Aalto University, Chalmers University, Gdansk University, University of Turku and Åbo Akademi.

The research group maintains and develops national R&D infrastructure based on AIS data of ship movements in the Baltic Sea. Group members have received notable national and international recognition, including the Finnish Maritime Safety Award (Sea Sunday 2025). Members also contribute actively to international scientific organisations, expert committees, doctoral evaluations and maritime heritage and professional associations.

Täiendav info:

Uurimisrühma seotus TalTech TA prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda):

- 6. Nutikas merendussektor ja jätkusuutlik merekeskkond
- 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad

Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni 2 alamvaldkonda Frascati Manuaali klassifikaatori alusel ja kuni 3 teaduseriala CERCSi klasifikaatori alusel.

Frascati Manuaali teadusvaldkonnad:

2.11 Teised tehnika- ja tehnoloogiateadused

CERCSi teaduserialad:

T300 Veetransporditehnoloogia

T210 Masinaehitus, hüdraulika, vaakumtehnoloogia, vibratsioonakustiline tehnoloogia

Hinnang rühma kasutuses olevale TA taristule (sh kollektsioonid ja andmekogud), piisavus ja seisund

Hinnang seisundile:

vajab uuendamist

Seisundi selgitus:

TalTech Estonian Maritime Academy owns the 16-metre motor vessel SINILIND, which serves as a pivotal asset for a wide range of maritime research and educational activities, including hydrography, navigation safety and maritime cybersecurity research. In 2023, SINILIND underwent a significant technical upgrade, enhancing its navigational capabilities through the integration of an Electronic Chart Display and Information System (ECDIS). This upgrade provides advanced charting and navigational information and supports both research activities and practical training.

In 2024, Wärtsilä developed a state-of-the-art digital twin of the training vessel SINILIND. This digital twin represents a significant advancement in maritime education and is now used on a daily basis at the Estonian Maritime Academy for the training of cadets, supporting simulation-based learning and operational analysis.

Uurimisrühma liikmete osalus oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal

Inga Zaitseva-Pärnaste member of the board of PIANC (The World Association for Waterborne Transport Infrastructure) Estonia. Pentti Kujala member of the RINA (The Royal Institution of Naval Architects) council. Pentti Kujala was invited as official discussor of the ISSC (International Ship and Offshore Structures conference) Accidental limit state Committee in Shanghai, September 2025.

Kolm kõige olulisemat välis- ja kolm kõige olulisemat Eesti koostööpartnerit
Välispartnerid:

- ABB
- Xamk
- Aalto University

Eesti partnerid:

- Estonian Transport Board
- Estonian State Fleet
- ABB Eesti

Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused

Participation in the work of international organisations – Inga Zaitseva-Pärnaste (member of the research group, associate professor) is a member of the board of PIANC Estonia.

PIANC (The World Association for Waterborne Transport Infrastructure) is a non-political and non-profit organization with a mission to bring together international experts issuing high-ranking and leading-edge technical reports related to sustainable waterborne transport infrastructure and a strong focus on climate change.

Rühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenu aastal
Riiklikud:

Rahvusvahelised:

Sea Sunday 2025 for Pentti Kujala, Finnish Maritime Safety Award.

Rühma liikmete osalemine TA tegevusega seonduvalt ettevõtete nõustamistes

Pentti Kujala has been committee member of a PhD in the Chalmers University of Technology 2025 and Pre-Examiner of a doctor thesis for Helsinki University 2025. Pentti Kujala is also chairman of the board the Finnish Maritime Museums

support organization and vice-chairman of the board of the Finnish Maritime Association.

Uurimisrühma veebilehe aadress

Eesti keeles

<https://taltech.ee/mereakadeemia/uurimissuunad/meresoiduohutus-ja-turvalisus>

Inglise keeles

<https://taltech.ee/en/estonian-maritime-academy/areas-of-advance/maritime-safety-and-security>

6 Laevajuhtimine

Uurimisrühma juht

Amit Sharma, nooremprofessor, amit.sharma@taltech.ee

Uurimisrühma liikmed

Amit Sharma, Doktor, nooremprofessor

Võtmesõnad

Eesti keeles

Meresõit, navigatsioon, meresõiduohutus, tehisintellekti, automaatsete juhtimissüsteemide ja kaugjuhitavate autonoomsete laevade kasutuselevõtt, digitaliseerimine, digitaalsed kaksikud, automatiseeritud laevasillakeskkonnad.

Inglise keeles

Seafaring, navigation, maritime safety, artificial intelligence, the introduction of automatic control systems and remotely controlled autonomous ships, digitization, digital twins, automated ship bridge environments.

Uurimisrühma kompetentside tutvustus

Rühma ülevaade eesti keeles

Navigatsioon on arenenud muistsetest taevakehade järgi orienteerumisest ja rannikuorientiiride kasutamisest kuni tänapäeva digiajastuni, kus kasutatakse GPS-i, elektroonilisi kaarte, radareid ja täiustatud tugisüsteeme. Iga arenguhüpe – alates kompassist ja sekstandist kuni kronomeetri ja satelliitpositsioneerimiseni – on ümber kujundanud, kuidas laevad meredel liiguvad ja milline on navigaatorite roll. Nüüd seisab laevajuhtimine järgmise suure muutuse lävel: tehisintellekti, automaatsete juhtimissüsteemide ja kaugjuhitavate autonoomsete laevade kasutuselevõtt. Tulevikunavigatsioon keskendub reaajas andmete ühendamisele, töökindluse tagavatele varusüsteemidele, ennetavatele ohutuslahendustele ja sujuvale inimese–masina koostööle, et tagada tõhusus, vastupidavus ja kestlikkus üha keerukamates merenduskeskkondades.

Usume, et meresõidu ohutuse, tõhususe ja töökindluse tulevik sõltub mitte ainult tehnoloogilistest uuendustest, vaid ka sellest, kuidas navigaatorid tajuvad, mõtestavad ja kuidas nad kõrgelt automatiseeritud või digitaliseeritud keskkondades reageerivad.

Rahvusvahelise Mereorganisatsiooni (IMO) kohaselt on inimtegur laevade pardal elude ohutuse keskne osa ning oluline tegur enamikus merendusõnnetustes.

Meresõidu- ja navigatsiooni ohutust saab suurendada, kui pöörata rohkem tähelepanu just inimtegurile.

Laevandusteaduste uurimisrühm on pühendunud navigatsiooni inim-, töökorralduslike ja tehnoloogiliste aspektide uurimisele. Hoides inimest navigatsiooni uuenduste keskmes, on meie eesmärk toetada ohutumaid, targemaid ja

vastupidavamaid mereoperatsioone – ka siis, kui liigume üha autonoomsemate tehnoloogiate suunas.

Rühma ülevaade inglise keeles

Maritime navigation has evolved from ancient celestial methods, and use of coastal landmarks, to today's digital era of GPS, electronic charts, radar, and advanced decision-support systems. Each leap—from the compass and sextant to the chronometer and satellite positioning—has reshaped how ships move across the seas and the corresponding role of navigators. Now, the nautical science as a field, stands on the brink of another transformation: the integration of artificial intelligence, automation agents, and remote controlled autonomous vessels. Future navigation will emphasize real-time data fusion, high operational redundancy, predictive safety systems, and seamless human-machine collaboration, ensuring efficiency, resilience, and sustainability in increasingly complex marine environments.

We believe that the future of safety, efficiency and reliability in maritime navigation depends not on technological innovation alone, but on understanding how the navigators perceive, interpret, and respond in highly automated or digitalized environments.

According to the International Maritime Organisation (IMO), the human element is recognized as a key element of the safety of life on board ships and a contributing factor to most of the casualties in the shipping sector. Maritime safety and safety of navigation itself can be enhanced by strengthening the focus on the human element.

The Nautical Sciences Research Group is committed to exploring the human, operational, and technological dimensions of maritime navigation. By keeping the human element central to navigation innovation, our goal is to support safer, smarter, and more resilient maritime operations—even as we embrace increasingly autonomous technologies.

Viimaste aastate olulisemad projektid:

Viimaste aastate olulisemad artiklid:

Sharma, Amit; Mallam, Steven; MacKinnon, Scott N.; Saetrevik, Bjorn (2025). A systematic review of cognitive and social factors in vessel traffic services operations. *Transport Reviews*, 1–22. DOI: 10.1080/01441647.2025.2569578. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/a773574b-600d-4d59-98e4-efadda8e58a0>

Sharma, Amit (2025). Facilitating Debriefings for Feedback, Discussion, and Reflection. In: *Simulations in Maritime Education and Training : A Companion to Simulator Instructors*. (63–78).

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Eesti keeles

Uurimisrühma rahvusvaheliselt silmapaistvate tulemuste hulka kuulub süstemaatiline ülevaade kognitiivsetest ja sotsiaalsetest teguritest, mis mõjutavad VTS-i (laevaliikluse teeninduse) toimimist. Uurimisrühm panustas VTS-i tegevusega seotud inimtegurite alaste tipptasemel teadusuuringute ülevaatamise ja esitlemise. Uuringus tuvastati ja esitleti erinevaid uurimismeetodeid, mida kasutatakse VTS-iga seotud teadustöös, ning toodi esile olemasolevad uurimislüngad.

Uurimisrühm panustas ka käimasolevasse uuringusse, mis käsitleb kauglootsimise (remote pilotage) operatsioone Skandinaavia sadamas, kus viiakse läbi pilootkatseid kauglootsimise teostatavuse hindamiseks. Viies läbi struktureeritud kvalitatiivse uuringu, mis keskendus kauglootside info-vajadustele ja otsustusprotsessidele, aitas uurimisrühm kaasa arusaama süvendamisele kognitiivsetest väljakutsetest ja võimalustest, mis on seotud kauglootsimisega.

Uurimisrühm panustas ka peatükiga toimetatud raamatusse „Simulations in Maritime Education and Training: A Companion for Maritime Instructors“. See raamat, mida saab kasutada ülemaailmse standardviitena simulatsioonipõhises merendusuuringu, sisaldab uurimisrühma peatükki, mis keskendub simulatsioonipõhise koolituse ja merendustudengite hindamise järelanalüüsi (debriefing) aspektidele.

Inglise keeles

The outstanding international results originating from the research group include a systematic review of cognitive and social factors impacting the VTS operations. The research group contributed to the reviewing and presenting the current state of the art research related to human factors challenges in VTS operations. The study identified and presented varied research methods utilized in VTS operations related research and shed light on existing gaps.

The research group also contributed in an ongoing study related to remote pilotage operations in a Scandinavian port where pilot tests are currently being carried out for determining the feasibility of remote pilotage. By conducting a

structured qualitative study related to information requirements and decision making of the remote pilots, the research group contributed in advancing the understanding regarding cognitive challenges and opportunities associated with the remote pilotage.

The research group contributed in the form of a book chapter to an edited book titled "Simulations in Maritime Education and Training: A companion for maritime instructors". This particular book which can be adapted as a standard reference worldwide in simulation based maritime research has a chapter from the research group focusing on debriefing aspects in simulation-based training and assessment of maritime students.

Rühma TA seotus ühiskonnas aktuaalsete probleemidega ning neile lahenduste pakkumisega

Eesti keeles

Uurimisrühm keskendub uuenduslike lahenduste leidmisele meresimulaatoritel põhinevas koolituses ja hindamises, eesmärgiga parandada meresõiduohutuse näitajaid. Lisaks võivad need pingutused aidata kaasa kestlikumatele ja tõhusamatele laevandusoperatsioonidele. Uurimisrühm püüab uurida tehnoloogia potentsiaali väärtuse loomisel ja kestlikkuse toetamisel merendustegevustes, tuues esile nii pardal tegutseva inimfaktori väljakutsed kui ka selle eelised.

Inglise keeles

The research group is focused on finding innovating solutions in maritime simulator-based training and assessment, thereby striving to improve safety records in shipping. Additionally, such efforts can lead to a more sustainable and efficient shipping operations. The research group strives to explore the potential use of technology to create value and support sustainability in maritime operations by highlighting challenges to and benefits of human element onboard.

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas

Currently there is no established business cooperation of the research group.

Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöök

Simulation-Based Training & Assessment

- * High-fidelity bridge scenarios for crew training & evaluation
- * Custom modules for testing responses to new technologies

Human–Machine Interaction Research

- * Optimize bridge interfaces & decision-support systems
- * Study human performance in automated or digitalized environments

Policy, Regulatory & Safety Expertise

- * Evidence-based recommendations for maritime safety & automation compliance
- * Support risk assessments, certification, and regulatory alignment

Human Factors & Performance Analytics

- * Measure cognitive load, stress, attention in real and simulated operations
- * Improve crew reliability and optimize workload

Education & Talent Integration

- * Access to trained students and doctoral researchers for R&D projects
- * Internship, co-creation, and recruitment pipelines

Ettevõtluskoostöö eesmärk

The Nautical Sciences Research Group seeks business cooperation to translate research into practical solutions for the maritime industry. This includes participating in joint research projects, applied research, and innovation initiatives that address real-world challenges such as improving crew performance, enhancing safety, testing new technologies, and supporting regulatory compliance. Collaboration with companies also enables knowledge transfer, access to advanced simulation infrastructure, and the development of human-centered solutions that create measurable value for industry partners.

Täiendav info:

Uurimisrühma seotus TalTech TA prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda):

- 6. Nutikas merendussektor ja jätkusuutlik merekeskkond
- Muud olulised teadusuuringud

Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni 2 alamvaldkonda Frascati Manuaali klassifikaatori alusel ja kuni 3 teaduseriala CERCSi klassifikaatori alusel.

Frascati Manuaali teadusvaldkonnad:

2.11 Teised tehnika- ja tehnoloogiateadused

2.3 Mehaanika / masinaehitus

CERCSi teaduserialad:

T300 Veetransporditehnoloogia

P176 Tehisintellekt

T125 Automatiseerimine, robotika, control engineering

Hinnang rühma kasutuses olevale TA taristule (sh kollektsioonid ja andmekogud), piisavus ja seisund

Hinnang seisundile:

Seisundi selgitus:

N/A

Uurimisrühma liikmete osalus oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal

Short Term Scientific Mission (STSM) on behalf the EU COST Action CA22122 – Rethink Blue. Participated in 2 week long research visit to the Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI) in Stockholm during October 2025.

Kolm kõige olulisemat välis- ja kolm kõige olulisemat Eesti koostööpartnerit

Välispartnerid:

- Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), Unit for Driver and Vehicle Research (Sweden)
- Aalto University, Department of Energy and Mechanical Engineering (Finland)
- Centurion University of Technology and Management, School of Maritime Studies (India)

Eesti partnerid:

- Artificial Tracking OÜ
-
-

Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused

N/A

Rühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal

Riiklikud:

N/A

Rahvusvahelised:

N/A

Rühma liikmete osalemine TA tegevusega seonduvalt ettevõtete nõustamistes

Participated on behalf of EMERA for submission of the tender for MARCOMPASS 2025 by the EU.

Uurimisrühma veebilehe aadress**Eesti keeles**

<https://taltech.ee/mereakadeemia/uurimissuunad/laevajuhtimise-uurimisruhm>

Inglise keeles

<https://taltech.ee/en/estonian-maritime-academy/areas-of-advance/nautical-sciences>