

## **Meresüsteemide instituut, 2019. aasta teadus- ja arendustegevuse aruanne**

Department of Marine Systems

Direktor: vanemteadur Rivo Uiboupin, [rivo.uiboupin@taltech.ee](mailto:rivo.uiboupin@taltech.ee)

Director: Senior Researcher Rivo Uiboupin, [rivo.uiboupin@taltech.ee](mailto:rivo.uiboupin@taltech.ee)

Struktuuriüksusesse kuuluvad järgmised uurimisrühmad:

Instituudis tegutsevad järgmised uurimisrühmad:

- Gradientsüsteemide dünaamika uurimisrühm
- Meredünaamika modellemise ja kaugseire uurimisrühm

The Department conducts research within the two research groups:

- Dynamics of Gradient Systems
- Modelling and Remote Sensing of Marine Dynamics

## Teadus- ja arendustegevuse ülevaade uurimisrühmade lõikes.

### GRADIENTSÜSTEEMIDE DÜNAAMIKA UURIMISRÜHM

**Uurimisrühma juht:** professor URMAS LIPS, tel: +3726204304, [urmas.lips@taltech.ee](mailto:urmas.lips@taltech.ee)

#### **Liikmed:**

Akadeemilisel ametikohal: Inga Lips, Ants Erm, Taavi Liblik, Madis-Jaak Lilover, Germo Väli, Ivan Kuprijanov, Kai Künnis-Beres, Peeter Laas, Sirje Sildever, Irina Suhhova, Kesava Priyan Ramasamy (järel doktor)  
Doktorandid: Natalja Kolesova, Nelli Rünk, Kai Salm, Oliver Samlas, Stella-Theresa Stoicescu, Polina Turov  
Mitteakadeemilisel ametikohal: Jaan Laanemets, Villu Kikas, Natalja Buhhalko, Fred Buschmann, Mari-Liis Kasemets, Liis Kikas, Silvie Lainela, Kati Lind, Maarja Lipp

#### **Uurimisrühma tegevust iseloomustavad võtmesõnad:**

stratifikatsioon, hüpkosia, transport ja segunemine, sub-mesomastaapsed protsessid, innovaatilised vaatlus- ja analüüsimeetodid

#### **Ülevaade**

Uurimistöö keskendub erinevat mastaapi füüsikalistele protsessidele, mis mõjutavad oluliselt biogeokeemilist aineriinget ja kontrollivad ainete transporti ning segunemist vertikaalselt kihistunud Läänemeres, sh hüpkosilises ja redokskliiniga seotud veekihtides. Fookus on sub-mesomastaapsel protsessidel, nende lokaalsel ja suuremastaapsel mõjul vee- ja ainevahetusele basseinide, ranniku- ja avamere ning veekihtide vahel, mis mh mõjutavad kevadõitsengu, miksotroofsete liikide ja süsinikuvoogude dünaamikat. Mereökoloogiliste uuringute fookuses on planktilised ja bentilised algtootjad, merepõhja selgrootud, nende dünaamika ja roll Läänemere aineriingest ning mere mikroprügi ja ohtlike ainete mõju elustikule.

Uurimismeetoditest on kesksel kohal kontaktmõõtmised kasutades UL Salme ja uut tehnoloogiatel põhinevaid autonoomseid seadmeid, sh unikaalset, profileerivat põhjajaama ja allveeliugurit. Protsessuuringutes rakendatakse numbrilist modelleerimist. Veeproovide ja elustiku uuringutes kasutatakse mh läbivoolutsütomeeteriat, spektroskoopiat, mikroskoopiat ja metagenoomilist analüüsi. Uurimistöö praktiliseks väljundiks on merekeskkonna seisundi seire ja hindamise meetodite arendamine, inimtegevuse mõjude hindamine, sh Keskkonnaministeeriumi nõustamine merestrategia väljatöötamisel, osalemine keskkonnakaitse alases rahvusvahelises koostöös ja Eesti mereala ruumilises planeerimises. Arendatakse mikroprügi seire meetodeid.

#### **Olulisemad projektid:**

IUT19-6 "Erinevat mastaapi füüsikaliste protsesside mõju biogeokeemilise signaali dünaamikale stratifitseeritud Läänemeres (1.01.2014–31.12.2019)", PI: Urmas Lips.

#### **Olulisemad publikatsioonid:**

Liblik and Lips, 2019. Front. Earth Sci., 10.3389/feart.2019.00174.  
Sildever et al., 2019. Estuar. Coast. Shelf Sci., 219, 384–394. 10.1016/j.ecss.2019.02.034.  
Stoicescu et al., 2019. Front. Mar. Sci., 10.3389/fmars.2019.00054.

### **Research Group on Dynamics of Gradient Systems**

**Research group leader:** Prof URMAS LIPS, phone: +3726204304, [urmas.lips@taltech.ee](mailto:urmas.lips@taltech.ee)

**Members:** Inga Lips, Ants Erm, Taavi Liblik, Madis-Jaak Lilover, Germo Väli, Ivan Kuprijanov, Kai Künnis-Beres, Peeter Laas, Sirje Sildever, Irina Suhhova, Kesava Priyan Ramasamy (Post Doc)

PhD Students: Natalja Kolesova, Nelli Rünk, Kai Salm, Oliver Samlas, Stella-Theresa Stoicescu, Polina Turov

Non-academic members: Jaan Laanemets, Villu Kikas, Natalja Buhhalko, Fred Buschmann, Mari-Liis Kasemets, Liis Kikas, Silvie Lainela, Kati Lind, Maarja Lipp

**Keywords:**

stratification, hypoxia, transport and mixing, submesoscale processes, innovative observing and analysis methods

**Overview.**

We study multiscale physical processes that influence the biogeochemical cycle of substances and control the transport and mixing in the stratified Baltic Sea, including the hypoxic layer and redoxcline. Main focus is on submesoscale processes, their local and largescale impact on water and matter exchange between the sub-basins, coastal and open sea, and vertically between the water layers that influence the dynamics of the spring bloom, mixotrophic organisms and carbon fluxes. Marine ecology studies focus on pelagic and benthic primary producers, benthic invertebrates, their dynamics and role, and impact of micro-litter and hazardous substances on marine biota.

Methods. The main method is field studies using RV Salme and autonomous instruments based on new technologies, including a unique bottom-mounted profiling station and underwater glider. Numerical modeling is used for process-oriented studies. For the water sample analyses flow-cytometry, spectroscopy, microscopy, and metagenomics are used.

Applications. Results feed into the development of marine environmental monitoring and assessment methods, including micro-litter monitoring, assessment of human pressures, advising the Ministry of the Environment on marine strategy development, participating in international co-operation on the protection of marine environmental and Estonian maritime spatial planning.

**Latest research projects:**

IUT19-6 "Multi-scale physical processes controlling the biogeochemical signal dynamics in the stratified Baltic Sea (1.01.2014–31.12.2019)", PI: Urmas Lips.

**Selected publications:**

Liblik and Lips, 2019. Front. Earth Sci., 10.3389/feart.2019.00174.  
Sildever et al., 2019. Estuar. Coast. Shelf Sci., 219, 384–394. 10.1016/j.ecss.2019.02.034.  
Stoicescu et al., 2019. Front. Mar. Sci., 10.3389/fmars.2019.00054.

---

**MEREDÜNAAMIKA MODELLEERIMISE JA KAUGSEIRE UURIMISRÜHM**

**Uurimisrühma juht:** Professor Urmas Raudsepp, [urmas.raudsepp@taltech.ee](mailto:urmas.raudsepp@taltech.ee)

**Liikmed:**

Akadeemilised töötajad: V. Alari, I. Didenkulova, J. Elken, T. Kõuts, P. Lagemaa, I. Maljutenko, A. Männik, S. Rikka, L. Sipelgas, R. Uiboupin

Doktorandid: A. Abdalazeez, A. Arikas, M. Kõuts, S. Pärt, L. Siitam, M. Zujev

Mitteakadeemilised töötajad: A. Lerner K. Vahter, S. Verjovkina

Uurimisrühma tegevust iseloomustavad võtmesõnad (keywords):

Meredünaamika, atmosfääri piirikihi dünaamika, kaugseire meetodite arendus

**Uurimisrühma kompetentsid**

Uurimisrühm viib läbi teaduslikul analüüsil põhinevaid okeanograafia protsessiuuringuid põhjus-tagajärg seoste leidmiseks. Arendatakse uudseid (operatiivseid) meetodeid merekeskkonna seireks ja muutuste analüüsiks sh. ilmaprognoosi- ja kliimamudeleid ning satelliitpiltide töötlemise algoritme, mida rakendatakse superarvutitel atmosfääri ja ookeani vastasmõju mehhanismide selgitamiseks. Uurimisrühm panustab mittelineaarsete lainete dünaamika teooria arendamisse.

Operatiivokeanograafia rakenduste/meetodite arendamisel on tööühmal pikaajaline kogemus, mille väljunditeks on avalikkusel ja riigiasutustele pakutav informatsioon veetaseme muutlikkuse, jääolude ja teiste merefüüsika parameetrite kohta. Uurimisrühm panustab oluliselt üleeuroopalisse Copernicuse programmi.

Teaduslikes protsessiuuringutes ja rakendusuuringutes on uurimisrühma tugevus suurandmete kasutamine (masstöötlumine) kliima uuringuteks ja merekeskkonna omaduste statistiliseks analüüsiks ning dünaamiliste seoste leidmisteks.

Kasutatavad meetodid. Numbriline modelleerimine: superarvutitel töötavad operatiivsed mereprognoosi mudelid (Copernicus mere teenus); atmosfääri- ja meremudelid ilma-, kliima- ja protsessiuuringuteks, ning järelanalüüside andmebaaside loomiseks ja rakendamiseks. Kaugseire: optilised, infrapuna ja radari satelliitpildid, droonivaatlused ja kaldaradari andmed mereseisundi kirjeldamiseks ja hindamiseks. Operatiivsed mõõdistused: maailmatasemel teadusaparatuur satelliitpiltide ja numbriliste mudelite kalibreerimiseks ja valideerimiseks; on-line infotehnoloogiliste lahenduste väljatöötamine ja uudse teadusaparatuuri arendamine.

**Olulisemad projektid:** VA18004, VFP16016, PSG22, PUT1378, RITA1/02-52-04.

#### **Olulisemad publikatsioonid:**

- Raudsepp, U.; Maljutenko, I.; Köuts, M.; Granhag, L.; Wilewska-Bien, N.; Hassellöv, I.-M.; Eriksson, K. M.; Johansson, L.; Jalkanen, J.-P.; Karl, M.; Matthias, V.; Moldanova, J. (2019). Shipborne nutrient dynamics and impact on the eutrophication in the Baltic Sea. *Science of the Total Environment*, 671, 189–207.10.1016/j.scitotenv.2019.03.264.
- Rikka, S.; Uiboupin, R.; Köuts, T.; Vahter, K.; Pärt, S. (2019). A Method for Significant Wave Height Estimation from Circularly Polarized X-band Coastal Marine Radar Images. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 16 (6), 844–848.10.1109/LGRS.2018.2886631
- Maljutenko, I., Raudsepp, U. (2019). Long-term mean, interannual and seasonal circulation in the Gulf of Finland—the wide salt wedge estuary or gulf type ROFI. *Journal of Marine Systems*, 195, pp.1-19.

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused.

Antitsüklaalne tsirkulatsioon ilmneb Soome lahes nii kuude keskmistatud klimatoloogias kui ka erinevate aastate hoovusvälja mustrites. Oluliseks hoovusvälja iseärasuseks Soome ja Liivi lahes ilmnes püsiv päri-estuaari suunatud vasema kalda hoovus. Töötati välja täpne empiiriline meetod olulise lainekõrguse arvutamiseks kaldaradari andmetest, mis põhineb ainult pildispektri analüüsil ja pildi halltasemete statistikutel. Rahvusvahelises koostöös töötati välja uus õlireostuste reageerimise analüüsi ekspertsüsteem. Esmakordselt hinnati laevaliiklusest tulenevate toitainete mõju Läänemere eutrofeerumisele.

#### **Täiendav info:**

- uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda);  
Prioriteetne suund 3 (keskkonnaressursside väärastamine)  
Prioriteetne suund 2 (usaldusväärsed IT lahendused)
- uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni kaks [alamvaldkonna koodi Frascati Manuaali teadusvaldkondade ja -erialade klassifikaatori](#)<sup>1</sup> alusel;
- Loodusteadused; 1.5 Maateadused ja nendega seotud keskkonnateadused
- uurimisrühma liikmete riiklikul ja rahvusvahelisel tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal;  
Sander Rikka doktoritöö pealkirjaga „Laine- ja tuuleväljade määramine Läänemeres radarkaugseire andmetest“ premeeriti 2019. aasta üliõpilaste teadustööde konkursi raames kolmanda koha vääriliselt.
- uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal.

Ira Didenkulova

- Euroopa Geoteaduste Liidu Looduslike Ohtude divisjoni president (valitud)
- Venemaa Teaduste Akadeemia, ekspertkomisjoni liige
- Rahvusvaheline Tsunaamide komisjon, liige
- Karmide Lainete Uurimiskeskus; ekspertnõukogu liige

<sup>1</sup> <https://www.etis.eu/Portal/Classifiers/Details/ac88df15-7410-4edb-807b-4766f6702074>

- Euroopa Geoteaduste Liidu Looduslike Ohtude divisjoni Silmapaisteva Noore Teadlase Preemia komisjoni liige

Jüri Elken

- Horizon 2020 keskkonnavaldkonna programmikomitee ekspert
- Rahvusvahelise teadusprogrammi Baltic Earth nõuandva kogu esimees
- Rahvuslik delegaat: IAPSO (Rahvusvaheline Füüsikaliste Ookeaniteaduste Assotsiatsioon) / IUGG [www.iugg.org](http://www.iugg.org)

Tarmo Kõuts

- NATO STO (Science and Technology Organisation) MSTC (Maritime Science and Technology Expert Committee) liige
- Läänemere operatiivse okeanograafia süsteemi (BOOS) juhtkomitee liige

Aarne Männik

- Eesti esindaja HIRLAM Advisory Committee's
- Eesti esindaja initsiatiivis JPI Climate

Rivo Uiboupin

- Eesti delegaat Euroopa Kosmoseagentuuri (ESA) kaugseire programminõukogu toetavas töögrupis (PB-EO/DOSTAG)

- Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta:

Analüüsiti võimalusi väikejärvede prioritseerimiseks kohtseire tarbeks, kasutades selleks kaugseire andmestiku põhjal hinnatud muutusi maakasutuses ja vee kvaliteedis ning ettevõtete omaseire andmeid. Sadamate süvendamise, mereehitiste rajamise ja inimtekkeliste reostusallikate mõju hindamine ning seire merekeskkonnas. Konstrueeriti avatud ja/või jääga kaetud veekeskkondadele sobilik kerge ja triiviv lainepoi, mida saab transportida mõõtmiskohta drooniga. Välja arendati õlireostuse on-line seire tehnoloogiad erinevatelt platvormidelt. Need lahendused on katsetatud prototüüpidenä ja valmis edasiseks tootearenduseks. Valminud on seadme prototüüp õlireostuse kokku kogumiseks jää alt.

---

### Research Group on Modelling and Remote Sensing of Marine Dynamics

**Research Group Leader:** Prof. U. Raudsepp, Tallinn University of Technology, School of Science, Department of Marine Systems

**Members:**

Academic staff V. Alari, I. Didenkulova, J. Elken, T. Kõuts, P. Lagemaa, I. Maljutenko, A. Männik, S. Rikka, L. Sipilgas, R. Uiboupin

PhD students: A. Abdalazeez, A. Arikas, M. Kõuts, S. Pärt, L. Siitam, M. Zujev

Non-academic staff: [A. Lerner](#), K. Vahter, S. Verjovkina

**Keywords** that characterize the research group's studies, at least three.

Meredünaamika, atmosfääri piirikihi dünaamika, kaugseire meetodite arendus

**Overview of the competencies** of the research group (research topics, -methods, -problems). Research topics.

- (I) Research on cause-response relationships of large-scale circulation patterns and biogeochemical fields in the Baltic Sea;
- (II) Development and operational implementation of marine monitoring methods, which are based on satellite and airborne remote sensing as well as on bio-optical measurements: marine physics, water quality, sea ice, atmospheric processes etc;
- (III) Bulk processing and statistical analysis of large remote sensing datasets for process studies in marine research;
- (IV) Development, testing and implementation of real time marine operational measurement systems;
- (V) Development of coupled circulation-wave-ice-atmospheric models for climate and process oriented studies, near-real time marine services and reanalyses;

- (VI) Sea and ocean hazards in the coastal zone including tsunami, rogue waves, extreme storms and storm surges, ship generated waves, internal waves, their dynamics in the coastal zone and impact on coast.

Research methods. Numerical modelling (NEMO, GETM, HBM, FABM, SWAN, WAM, SWASH, XBEACH, HIRLAM, HARMONIE, RCA4 etc.), remote sensing (satellites, UAVs, coastal radars) , laboratory experiments (surface waves), in situ and autonomous measurements.

**Projects:** VA18004, VFP16016, PSG22, PUT1378, RITA1/02-52-04.

• **Publikations**

Raudsepp, U.; Maljutenko, I.; Köuts, M.; Granhag, L.; Wilewska-Bien, N.; Hassellöv, I.-M.; Eriksson, K. M.; Johansson, L.; Jalkanen, J.-P.; Karl, M.; Matthias, V.; Moldanova, J. (2019).

Shipborne nutrient dynamics and impact on the eutrophication in the Baltic Sea. *Science of the Total Environment*, 671, 189–207.10.1016/j.scitotenv.2019.03.264.

- Rikka, S.; Uiboupin, R.; Köuts, T.; Vahter, K.; Pärt, S. (2019). A Method for Significant Wave Height Estimation from Circularly Polarized X-band Coastal Marine Radar Images. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 16 (6), 844–848.10.1109/LGRS.2018.2886631
- Maljutenko, I., Raudsepp, U. (2019). Long-term mean, interannual and seasonal circulation in the Gulf of Finland—the wide salt wedge estuary or gulf type ROFI. *Journal of Marine Systems*, 195, pp.1-19.

**Outstanding (internationally recognized) research results** of the research group for the past year.

Riga. An accurate empirical method for coastal marine radar data to estimate significant wave height based only on image spectrum analysis and GLCM image statistics was developed. A new Environment & Oil Spill Response (EOS) analytical tool for environmental assessment to support oil spill response design was developed in international cooperation. Shipborne nutrient impact on the eutrophication of the Baltic Sea was assessed for the first time.

**Additional information:**

- affiliation of the research team to the TalTech Academic Development Plan priority areas (up to two major directions);
  - valorisation of natural resources
  - dependable IT solutions
- field of research activity of the research group - up to two sub-fields based on the [Frascati Manual's classification of scientific fields and disciplines](#)<sup>2</sup>;  
Natural Sciences Earth and related environmental sciences

**Honours/awards** of the research group members at national/international level for the past year.

The PhD thesis of Sander Rikka, entitled as „Radar Remote Sensing of Meteo-Marine Parameters in the Baltic Sea“, was awarded third place in the 2019 National Contest for University Students.

**Participation of the research group members in the activities of international R&D organizations,** membership of foreign academies in 2019.

Ira Didenkulova

- President of Natural Hazards division at the European Geosciences Union (elected);
- Member of Expert Council of Russian Science Foundation;
- Member of the International Tsunami Commission;
- Member of the Expert Council of the Rogue Wave Research Center;
- Member of the Outstanding Young Scientist Award (OYSA) committee at the European Geosciences Union (NH division)

Jüri Elken

- National expert of the Horizon 2020 Programme Committee on Environment

---

<sup>2</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Classifiers/Details/ac88df15-7410-4edb-807b-4766f6702074>

- International Association for the Physical Sciences of the Oceans (IAPSO), National Correspondent, [www.iugg.org](http://www.iugg.org)
  - International research programme „Baltic Earth“, chair of advisory board
- Tarmo Kõuts
- NATO STO (Science and Technology Organisation) MSTC (Maritime Science and Technology Expert Committee), member
  - Baltic Operational Oceanography System (BOOS), member of steering committee
- Aarne Männik
- HIRLAM Advisory Committee's, Estonian representative
  - JPI Climate, Estonian representative
- Rivo Uiboupin
- Estonian delegate at ESA's Data Operations Scientific and Technical Advisory Group for Programme Board for Earth Observation (PB-EO/DOSTAG)

**Information on applied research** and development activities of the research group:

The development of an analysis that could contribute to prioritization for the annual in-situ campaign relying on operational remote sensing information about land use changes and water quality changes. Monitoring and evaluation of the impacts of harbours dredging, man-made pollution and construction of marine structures to sea. A lightweight drifting 1D or 2D wave variance spectrum measuring device was constructed suitable for open and ice-covered water environments. The buoy can be deployed by UAV. On-line monitoring on different platforms of oil in the water phase is on a level that is ready to implemented and marketed. A new under-ice oil recovery device for oil under ice collection was developed.