

Meresüsteemide instituut, 2020. a uurimisrühmade ülevaated

Direktor: Rivo Uiboupin,

Instituuti kuuluvad järgmised uurimisrühmad:

- Gradientsüsteemide dünaamika uurimisrühm, juht Professor URMAS LIPS, urmas.lips@taltech.ee
- Meredünaamika modellerimise ja kaugseire uurimisrühm, juht Professor URMAS RAUDSEPP, urmas.raudsepp@taltech.ee

Gradientsüsteemide dünaamika uurimisrühm

Uurimisrühma juht: professor URMAS LIPS, tel: +3726204304, urmas.lips@taltech.ee

Akadeemilisel ametikohal: Inga Lips, Ants Erm, Taavi Liblik, Madis-Jaak Lilover, Germo Väli, Ivan Kuprijanov, Kai Künnis-Beres, Peeter Laas, Sirje Sildever, Irina Suhhova, Natalja Buhhalo

Doktorandid: Natalja Kolesova, Nelli Rünk, Kai Salm, Oliver Samlas, Stella-Theresa Stoicescu, Arun Mishra

Mitteakadeemilisel ametikohal: Jaan Laanemets, Villu Kikas, Fred Buschmann, Silvie Lainela, Kati Lind, Maarja Lipp, Anne Aan, Enriko Siht

Uurimisrühma tegevust iseloomustavad võtmesõnad:

stratifikatsioon, hüpoksia, submesomastaapsed protsessid, mikroprügi, eDNA, 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 hüpoksilises ja redokskliiniga seotud veekihtides. Fookus on submesomastaapsel 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 aineriinges 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. Mere-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 merestrateegia väljatöötamisel, osalemine keskkonnakaitse alases rahvusvahelises koostöös ja Eesti mereala ruumilises planeerimises. Arendatakse mikroprügi seire meetodeid.

Olulisemad projektid:

PRG602 "Submesomastaapsete protsesside roll okeanograafiliste väljade struktuuri ja suuremastaapse dünaamika kujundamisel (1.01.2020–31.12.2024)", PI: Lips, U.

MOBTP160 "Fütoplanktoni reageerimine muutuvale toitaineterežiimile meres (1.04.2020–31.03.2022)", PI: Sildever, S.

Olulisemad publikatsioonid:

Liblik et al., 2020. Ocean Sci., 16(2), 1475–1490.

Liblik and Lips, 2019. Front. Earth Sci., 10.3389/feart.2019.00174

Sildever et al., 2019. Estuar. Coast. Shelf Sci., 219, 384–394.

Tunnustused:

Lips, U. Valgetähe IV klassi teenetemärk (2020)

Osalemine rahvusvahelistes T&A organisatsioonides:

Lips, I. EuroGOOS peasekretär (alates mai 2020)

Olulisemad rakendusprojektid:

LMIN19051 "Merestrategia andmekogumis- ja seireprogrammi ajakohastamine (28.06.2019-10.11.2020)", PI: Lips, U.

Research Group on Dynamics of Gradient Systems

Research group leader: Prof URMAS LIPS, phone: +3726204304, urmas.lips@taltech.ee

Academic staff: Inga Lips, Ants Erm, Taavi Liblik, Madis-Jaak Lilover, Germo Väli, Ivan Kuprijanov, Kai Künnis-Beres, Peeter Laas, Sirje Sildever, Irina Suhhova, Natalja Buhhalko

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

Non-academic members: Jaan Laanemets, Villu Kikas, Fred Buschmann, Silvie Lainela, Kati Lind, Maarja Lipp, Anne Aan, Enriko Siht

Keywords:

stratification, hypoxia, submesoscale processes, micro litter, eDNA, 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:

PRG602 "The role of sub-mesoscale processes in structuring and large-scale dynamics of oceanographic fields (1.01.2020–31.12.2024)", PI: Lips, U.
MOBTP160 "Phytoplankton response to a changing nutrient regime in the sea: tracing silica adaptation in living resting stages from sediment archives (1.04.2020–31.03.2022)", PI: Sildever, S.

Selected publications:

Liblik et al., 2020. Ocean Sci., 16(2), 1475–1490.
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.

Honours/awards:

Lips, U. The Order of the White Star, 4th class (2020)

Participation in International R&D organizations:

Lips, I. EuroGOOS General Secretary (since May 2020)

Applied research projects:

LMIN19051 "Updating the MSFD monitoring and data collection program (28.06.2019-10.11.2020)", PI: Lips, U.

Meredünaamika modelleerimise ja kaugseire uurimisrühm

Uurimisrühma juht: Prof. URMSAS RAUDSEPP, Tallinna Tehnikaülikool, Loodusteaduskond, meresüsteemide instituut

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

Doktorandid: A. Abdalazeez, A. Arikas, M.-L. Kasemets, M. Kõuts, S. Pärt, L. Siitam, N. Vidjajev, M. Zujev

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

Uurimisrühma tegevust iseloomustavad võtmesõnad: füüsikaline okeanograafia, atmosfääri piirikihi dünaamika, kaugseire, taastuenergia

Ülevaade

Uurimisrühm viib läbi okeanograafia protsessiuuringuid põhjus-tagajärg seoste leidmiseks. Arendatakse uudseid (operatiivseid) meetodeid merekeskkonna seireks ja muutuste analüüsiks sh. ilmaprognoosi- ja kliimamudeleid ning masinõppel põhinevaid satelliitpiltide töötlemise algoritme, mida rakendatakse superarvutitel atmosfääri ja ookeani vastasmõju mehhanismide selgitamiseks. Operatiivokeanograafia rakenduste/meetodite arendamisel on töörühmal 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 rakendusuringutes on uurimisrühma tugevus suurandmete kasutamine (masstötlemine) 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, PSG22, RITA1/02-52-04, KIK20023, KIK20024, PUT1378

Olulisemad publikatsioonid:

- Björkqvist, J.-V.; Rikka, S.; Alari, V.; Männik, A.; Tuomi, L.; Pettersson, H. (2020). Wave height return periods from combined measurement–model data: A Baltic Sea case study. *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*. DOI: 10.5194/nhess-2020-190
- Liibus, A.; Kall, T.; Rikka, S.; Uiboupin, R.; Suursaar, Ü.; Tseng, K.-H. (2020). Validation of Copernicus Sea Level Altimetry Products in the Baltic Sea and Estonian Lakes. *Remote Sensing*, 12 (24), 4062. DOI: 10.3390/rs12244062
- Ytreberg, E.; Eriksson, M.; Maljutenko, I.; Jalkanen, J.-P.; Johansson, L.; Hasselov, I.-M.; Granhaga, L. (2020). Environmental impacts of grey water discharge from ships in the Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 152, #110891. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2020.110891.

2.6. 2020 aasta tulemused. Töötati välja masinõppel põhinev meetodika kaugseire andmetest 4 merejää tüübi klassifitseerimiseks. Botnia lahe, Soome lahe kirdeosas ja Läänemere rannikupiirkondade jäätingimused on peamiselt seletatavad jää termodünaamikaga, Botnia mere, Soome lahe kesk- ja lõunaosa ning Liivi lahe jäätingimused aga jää dünaamikaga. Töötati välja meetod lainemudeli ja lainemõõtmiste andmete homogeniseerimiseks. Läänemereel 2019. a. jaanuaris mõõdetud ekstreemse laine kõrguse, 8.1 m, sündmuse naasmisperiod on 104 aastat. Kasutades modelleerimist saadi kvantitatiivsed hinnangud laevade ja paatide reostuskoormuse kohta Läänemereel.

uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda);

Prioriteetne suund 3 (keskkonnaressursside väärastamine)

Prioriteetne suund 2 (usaldusväärased IT lahendused)

uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni kaks [alamvaldkonna koodi Frascati Manuaali teadusvaldkondade ja -erialade klassifikaator](#)¹ alusel;

1. Loodusteadused; 1.5 Maateadused ja nendega seotud keskkonnateadused

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

Jüri Elken

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

- Horizon 2020 keskkonnavaaldkonna programmitomitee ekspert
- Rahvusvahelise teadusprogrammi Baltic Earth nõuandva kogu esimees
- Rahvuslik delegaat: IAPSO (Rahvusvaheline Füüsikaliste Ookeaniteaduste Assotsiatsioon) / IUGG 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
- NICEST-2 - the second phase of the Nordic Collaboration on e-Infrastructures for Earth System Modeling, liige

Rivo Uiboupin

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

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta:

Pikendati Läänemere regionaalse meteoroloogilise järelanalüüsi andmebaasi BaltAn65+ ajalist katvust perioodile 1965-2018. Algas uudse operatiivse lainetuse ja hüdrodünaamika prognoosisüsteemi arendamine Eesti merealade jaoks. Koostati satelliitkaugseirel põhinevad operatiivsed Eesti piirkondade üleujutuse kaardid. Sentinel-2 andmete analüüsi tulemusena saadi, et kui jõekogumi valgatal teostatakse enam kui 3% ulatuses lageraie, siis veekogumi koondseisundiklassi paranemine ei ole tõenäoline.

Research Group on Modelling and Remote Sensing of Marine Dynamics

Research Group Leader: Prof. URMAS RAUDSEPP, Tallinn University of Technology, School of Science, Department of Marine Systems

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

PhD students: A. Abdalazeez, A. Arikas, M.-L. Kasemets, M. Kõuts, S. Pärt, L. Siitam, N. Vidjajev, M. Zujev

Non-academic staff: A. Lerner, K. Vahter, S. Verjovkina

Keywords: Physical oceanography, , atmospheric boundary layer, remote sensing, renewable energy

Overview:

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 using machine learning methods

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, PSG22, RITA1/02-52-04, KIK20023, KIK20024, PUT1378

Publications:

Bjorkqvist et al., 2020. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* doi:10.5194/nhess-20-3593-2020

Liibusk et al., 2020. *Rem. Sens.*, doi:10.3390/rs12244062

Ytreberg et al., 2020. *Mar. Pollut. Bull.* doi:10.1016/j.marpolbul.2020.110891

Research results

A machine learning based methodology for classifying of ice types from satellite imagery in the Baltic Sea was developed. In the Bothnian Bay, the northeastern Gulf of Finland, coastal and archipelago areas, the ice processes are dominated by ice thermodynamics, while in the Bothnian Sea, the southern and central Gulf of Finland and the Gulf of Riga, by the ice dynamics. We developed a method and implemented it for accounting the lack of sampling variability in wave model data when they are combined with measurement data. The return period of the extreme wave height of 8.1 m, measured in the Baltic Sea in January 2019, is 104 years. Using modeling, quantitative estimates of the pollution load from ships and leisure boats in the Baltic Sea were obtained.

The following additional information should be added:

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](#)²;

1. Natural Sciences Earth and related environmental sciences

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

None

Participation of the research group members in the activities of international R&D organizations, membership of foreign academies in 2020.

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;

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

- 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
- International Association for the Physical Sciences of the Oceans (IAPSO), National Correspondent, 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
- NICEST-2 - the second phase of the Nordic Collaboration on e-Infrastructures for Earth System Modeling, member

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 time coverage of the Baltic Sea regional meteorological reanalysis database BaltAn65+ was extended to the period 1965-2018. The development of a new operational wave and hydrodynamics forecasting system for Estonian sea areas began. Operational flood maps of Estonian regions based on satellite remote sensing were compiled. As a result of the analysis of Sentinel-2 data, it was found that if more than 3% of forest felling is carried out in the river basin district, then the improvement of the overall status class of the water body is unlikely.