

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Meresüsteemide Instituut



**TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUSE
AASTAARUANNE 2018**

**TALLINN
2019**

Sisukord

1. Instituudi struktuur	3
2. Instituudi teadus- ja arendustegevuse iseloomustus	3
2.1. Teadus-ja arendustegevuse põhisuunad	3
2.2. Instituuti kuuluvad uurimisrühmad	4
2.1.1 Gradientsüsteemide dünaamika uurimisrühm	4
2.2.2. Meredünaamika modellemise ja kaugseire uurimisrühm	9
2.3. Tunnustused	14
2.4. Rahvusvaheline teaduskorralduslik tegevus	8
3. Teadus- ja arendustegevuse andmed	16
3.1. Publikatsioonid	16
3.2. Teadus- ja arendustegevuse teemad ja projektid	19
3.3. Teadusürituste korraldamine	22
3.4. Välitööd	23
3.4.1 Uurimislaev Salme	23
3.4.2. Mereprognooside töörühm	24
3.5. Teadlasmobiilsus	25
3.6. Kaitstud lõputööd	25
4. Üldhinnang	25

Kinnitan

Jüri Elken, direktor

1. Instituudi struktuur

seisuga 2018 algus

Teaduskond: Loodusteaduskond / School of Science

Instituut: Meresüsteemide instituut / Department of Marine Systems // MSI

Direktor: Professor Jüri Elken, juri.elken@ttu.ee, +372 620 4302

Merefüüsika osakond / Division of Marine Physics

Professor Urmas Lips, urmas.lips@ttu.ee, +372 620 4304

Modelleerimise ja kaugseire osakond / Division of Modelling and Remote Sensing

Professor Urmas Raudsepp, urmas.raudsepp@ttu.ee, +372 620 4303

Mereökoloogia labor / Laboratory of Marine Ecology

Juhtivteadur Inga Lips, inga.lips@ttu.ee, +372 620 4306

Meteoroloogia rühm / Meteorology group

Dotsent Ain Kallis, ain.kallis@gmail.com, +372 620 4305

Instituudis tegutsevad järgmised uurimisrühmad:

- Gradientsüsteemide dünaamika uurimisrühm
- Meredünaamika modelleerimise ja kaugseire uurimisrühm

The Department conducts research within the research groups:

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

2. Instituudi teadus- ja arendustegevuse iseloomustus

2.1. Teadus- ja arendustegevuse põhisuunad

Instituudi põhiliseks uuringusuunaks meres ja veekogudes toimuvate füüsikaliste ja biogeokeemiliste protsesside süsteemne tundmaõppimine ja modelleerimine atmosfääri- ja maismaaprotsesside ning inimtegevuse koosmõjude kontekstis, rakendustega merekeskkonna kaitses ja haldamises, samuti mereressursside haldamise, vesiehitiste rajamise, keskkonnamõjude hindamise ning laevaliikluse ohutuse valdkondades.

Alusuuringute põhiteemaks oli 2016.a. institutsionaalne uurimistoetus IUT19-6 "Erinevat mastaapi füüsikaliste protsesside mõju biogeokeemilise signaali dünaamikale stratifitseeritud Läänemeres (1.01.2014–31.12.2019)", mida juhib Prof. Urmas Lips ning alateemasid Prof. Urmas Raudsepp ning juhtivteadur Inga Lips. Jätkus lainetuse temaatikat käsitlev personaalne uurimistoetus PUT1378 "Ekstreemsed lainesündmused ja nende mõju rannavetes" (01.01.2017–31.12.2020) ning algas ka uus stardigrant PSG22 „Lainetuse ja jää vastastoime mõõtmine ning modelleerimine Läänemeres“ (01.01.2018–31.12.2021). Tehnoloogiliste arenduste osas jätkub H2020 projekt VFP16016 "Integrated oil spill response actions and environmental effects (GRACE) (1.03.2016-31.08.2019)". Teist aastat jätkub H2020 projekt VFP17126 „Euroopa merede prügistamise vältimine rakendades innovatiivseid meetodeid (CLAIM)“ (01.11.2017-31.10.2021) ning kaks BONUS projekti VEU17094 „Mikroplastiku ja sellega seotud saasteainete mitmetasandilise mõju hindamine Läänemeres (MICROPOLL)“ (01.07.2017-30.06.2020) ning VEU17107 „Süsiniku ja kasvuhoone-gaaside integreeritud seire Läänemeres (INTEGRAL)“ (01.07.2017-30.06.2020). Algas BONUS projekt „Läänemere keskkonnaseisundi hindamise ja seire edendamine“

(BONUS SEAM; VEU18051, 01.11.2018-30.04.2020) ja INTERREG projekt Coast4us (VIR18009, 01.01.2018–31.12.2020). Rakendusuuringutest võib olulisematena nimetada Euroopa Liidu teenuslepinguid: VA18004 Copernicus merekeskkonna seireteenuste uus faas (01.01.2018–31.03.2021) ja VA18016 EMODNET bioloogia andmestik. Eesti avaliku sektori poolt tellitud uuringuteenustes oli endiselt suur osakaal EL Merestrateegia rakendamisega seotud uuringutel, kokku 7 projekti. Uued lepingud ja uurimistoetused käsitlesid ka mereseisundi infosüsteemi arendust ja üleujutuste tõenäosuse hinnanguid, samuti konkreetsete inimtegevuste (Balticconnector, Nord Stream 2, heitveelasud, Loode-Eesti tuulepargid, Soela kalakasvatus) keskkonnamõtjude uurimisi.

2.2. Instituuti kuuluvad uurimisrühmad

Instituudi akadeemiline ja insener-tehniline personal töötasid 2018.a. alusuuringute alateemade, teadusprojektide ning lepinguliste uuringute laia spektri täitmisel kahes suuremas uurimisrühmas, mille raames tegutsesid omakorda erinevad mobiilsed *ad hoc* töörühmad.

2.2.1. Gradientsüsteemide dünaamika uurimisrühm Research Group on Dynamics of Gradient Systems

Uurimisrühma juht: Prof. Urmas Lips, Tallinna Tehnikaülikool, Loodusteaduskond, meresüsteemide instituut

Akadeemilised töötajad: Inga Lips, Jaan Laanemets, Taavi Liblik, Madis-Jaak Lilover, Germo Väli, Ants Erm, Irina Suhhova, Kai Künnis-Beres, Ivan Kuprijanov, Peeter Laas (JD, USA), Sirje Sildever (JD, Jaapan)

Doktorandid: Stella-Theresa Stoicescu, Nelli Rünk, Polina Turov, Natalja Kolesova, Silvie Lainela

Mitteakadeemilised töötajad: Villu Kikas, Natalja Buhhalko, Fred Buschmann, Kati Lind, Mari-Liis Kasemets, Kati Salm, Oliver Samlas, Kristel Kilk

Võtmesõnad: stratifikatsioon, sub-mesomastaapsed ja biogeokeemilised protsessid

Uurimistöö teemaks on erinevat mastaapi füüsikalised protsessid, mis mõjutavad biogeokeemilist aineriinget ning kontrollivad aine transporti ja segunemist stratifitseerunud Läänemeres, sh hüpoksilises ja redokskliiniga seotud veekihtides. Fookus on sub-mesomastaapsel protsessidel, nende lokaalsel ja suuremastaapsel mõjul vee- ja ainevahetusele basseini-, ranniku- ja avamere ning veekihtide vahel, mis mõjutavad kevadõitsengu ja mikstroofsete liikide ning süsinikuvoogude sesoonsel 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.

Meetodid. Keskse kohal on 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 läbivoolutsütomeetriat, spektroskoopiat, mikroskoopiat ja metagenoomilist analüüsi.

Rakendused. 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.

Projektid. IUT 19-6; H2020 CLAIM, SeaDataCloud, EurofleetsPlus; BONUS MICROPOLL, INTEGRAL, SEAM.

Tulemused. Soome lahe põhjakihi kiirusvälja, soolsuse, hapniku ja toitainete sisalduse muutlikkus on seotud tuule mõjust tingitud tsirkulatsiooni režiimi muutustega ja mõjutab omakorda mikroobikoosluste dünaamikat. Sub-mesomastaapsed protsessid on olulised energia ülekandel väiksematele mastaapidele (määrati sub-mesomastaapsete struktuuride mõõtmed ja dünaamika) ning avaldavad olulist mõju pinnakihi algtootjate koosluse dünaamikale. Põhjamere 2014. a suure sissevoolu tagajärjel oli Eesti mereala süvakihtides viimase 40–60 a suurim soolsus ja tugevaim kihistus ning see avaldas negatiivset mõju hapnikutingimustele.

Research Group Leader: Prof Urmas Lips, Tallinn University of Technology, School of Science, Department of Marine Systems

Academic staff: Inga Lips, Jaan Laanemets, Taavi Liblik, Madis-Jaak Lilover, Germo Väli, Ants Erm, Irina Suhhova, Kai Künnis-Beres, Peeter Laas (PostDoc, USA), Sirje Sildever (PostDoc, Japan)

PhD students: Stella-Theresa Stoicescu, Nelli Rünk, Polina Turov, Natalja Kolesova, Silvie Lainela

Non-academic staff: Villu Kikas, Natalja Buhhalko, Fred Buschmann, Kati Lind, Mari-Liis Kasemets, Kai Salm, Oliver Samlas, Kristel Kilk

Keywords: stratification, sub-mesoscale and biogeochemical processes

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 sub-mesoscale processes, their local and large-scale impact on water and matter exchange between the sub-basins, coastal and open sea and water layers, as well as on spring bloom dynamics, mixotrophic organisms and seasonal cycle of 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.

Projects. IUT 19-6; H2020 CLAIM, SeaDataCloud, EurofleetsPlus; BONUS MICROPOLL, INTEGRAL, SEAM.

Results. High variability of velocity, salinity, oxygen and nutrient fields in the deep layers of the Gulf of Finland is related to the changes of circulation regime forced by wind, which, in turn, affect microbial dynamics. Sub-mesoscale processes are important in the energy cascade to smaller scales (characteristics of sub-mesoscale features and their dynamics were determined) and substantially affect the dynamics of primary producers. The Major Baltic Inflow in 2014 caused the highest salinity and strongest stratification in the last 40-60 years in the deep layers of the Estonian marine area, resulting in worsening of oxygen conditions.

Uurimisrühma olulisemad teadustulemused (2018. a ilmunud publikatsioonide põhjal)

Põhjamere suured sissevoolud (SSV) mõjutavad tugevalt kogu Läänemere ökosüsteemi. SSV mõju Läänemere lõuna- ja lääneosas on põhjalikult uuritud, kuid kirdeosas vastavad in-situ mõõtmistele tuginevad uuringud puudusid. Uuriti 2014. a. dets. toimunud SSV (suurim alates 1951. a.) ning järgnenud väiksemate sissevoolude mõju sooluse, temperatuuri ja hapniku väljadele merealal Gotlandi süvikust Soome lahe keskosani (Liblik et al. 2018). Piisava lahutusega andmestiku saamiseks teostati mõõdistusi laevalt, autonoomsete mõõtesüsteemidega ning kaasati Soome, Rootsi, Saksamaa ja ka ajaloolised andmed. Leiti, et uuritaval merealal on sissevoolude tulemusel süvakihtides viimase 40–60 a. suurim soolus. SSV põhjustas stratifikatsiooni tugevnemise Gotlandi ja Farö süvikutes, luues eeldused Gotlandi Idabasseini halokliini aluse (110–120 m) soolasema vee levikuks Ava-Läänemere põhjaossa 4–6 kuuse hilineumisega. Soome lahes avaldus SSV mõju 9 kuud hiljem Ava-Läänemere põhjaosa endise vee jõudmisena lahe põhjalähedasse kihti. Hapnikuga rikastatud SSV vesi jõudis ainult Gotlandi süvikusse ja ei levinud põhja poole. Seega SSV-d avaldasid Ava-Läänemere põhjaosas ja Soome lahes hapniku tingimustele negatiivset mõju, st viimase SSV tagajärjel hüpoksilise kihi paksus nendel merealadel suurenes.

Gotlandi Idabasseinis teostati ulatuslikud, mitmeid platvorme kaasavad mõõtmised, et kirjeldada 2014. a. dets. SSV mõju lahustunud hapniku (DO) sisaldusele ja selle ajalis-ruumilisele muutlikkusele: mõõdistused laevalt (CTD sondeerimine ja pukseeritav CTD) ja kasutades autonoomseid seadmeid (veealune liugur ja profileeriv süsteem). Kogutud DO andmete võrdlus näitas, et pukseeritava CTD andmestik lahutab paremini mesomastaapset ja submesomastaapset muutlikkust kui klassikalised CTD mõõdistused, eriti suure muutlikkusega halokliini aluses kihis (Meyer et al. 2018). Veealuse liuguri ja profileeriva süsteemi DO andmete võrdlus näitas head kokkulangevust ja erinevused on seletatavad veealuse liuguri hapniku anduri suure ajateguriga. Kasutades autonoomseid seadmeid oli võimalik kirjeldada DO muutlikkuse dünaamikat, mis oli põhjustatud väiksemate sissevooludega ja erinevate veemasside segunemisega. Seega saab erinevatelt platvormidelt teostatud DO mõõtmisi integreerida ühtsesse süsteemi, mis laiendab võimalusi uurida suure (sesoonne, 10–500 km) ja väikse (ööpäev, 1–10 km) mastaabilist DO sisalduse muutlikkust.

Läänemere hapnikuvaeguses põhjakihid on ühed suuremad maailmas, mis on inimtegevuse poolt põhjustatud. Seire (alates 1964) ja mudelarvutuste (1850–2015) andmetest leiti, et peale 2014. a. dets. SSV-d olid hapniku tarbimise kiirused põhjalähedastes kihtides erakordselt suured võrreldes eelnevatele SSV-dele järgnenud perioodidega (Meier et al. 2018). Põhjuseks tuuakse, et biogeokeemiline hapniku tarbimine (suurenenud orgaanilise aine ja zooplanktoni transport süvakihti) töötab vastu looduslikule Läänemere ventileerimisele.

Satelliidi piltidelt sageli nähtavate keerukate fütoplanktoni ruumiliste struktuuride tekkesse võivad panustada submesomastaapsed protsessid. Selgitati kuidas submesomastaapse dünaamika mõjul algselt ühtlasest Lagrange'i osakeste jaotusest merepinnal toimus osakeste kogunemine koherentseteks struktuurideks – kitsasteks triipudeks (Väli et al. 2018). Osakeste adveksiooni arvutamiseks kasutati kõrglahutusega (võrgusamm 232 m) simulatsioonide kiirusvälja andmeid energeetiliste mesomastaapsete protsesside perioodil (seeria suviseid apvellinguid) Soome lahes. Leiti, et submesomastaapse dünaamika mõjul moodustuvad koherentsed struktuurid suure tsüklonaalse pööriselisusega piirkondades ja struktuuride moodustumise kiirus suureneb kui suurenevad kiirusvälja divergentsi fluktuatsioonid.

Euleri ja Lagrange'i koordinaadistikus vaadeldi merejää kinemaatikat, kasutades kõrge lahutusega ADCP ja 4 triivpoi kiiruse andmeid Soome lahe keskosas perioodil jaanuar–märts 2010 (Lilover et al. 2018). Jää triivis tuule ja hoovuse mõjul märkimisväärse sisemise hõõrdega. Keskmise asümptootiline jää ja tuule kiiruse suhe ja kõrvalekaldenurk tuule

suunast oli suurematel tuule kiirustel vastavalt 0,034 ja 9°. Kiiruste suhe sõltus tuule suunast, mis näitab lahvanduste ja rannajoone liigendatuse rolli lokaalsele jää kinemaatikale. Kiiruste suhte maksimaalseid väärtusi (kuni 0,057) täheldati NE tuulte ja minimaalseid väärtusi (kuni 0.021) SW tuulte korral. ADCP ja triivpoide kiirused olid koherentsed kauguseni 42 km.

Läänemere eutrofeerumine on tugevalt mõjutatud inimtegevuse poolt. Eutrofeerumise seisundit hinnatakse lähtuvalt Läänemere tegevuskavast, EL Merestrateegia Raamdirektiivist ja rannikualadel EL Veepoliitika Raamdirektiivist. Eesti mereala vastavust heale keskkonnaseisundile (HKS) hinnati kasutades 2011–2016 a. seireandmeid (Stoicescu et al. 2018). Eesti mereala on jagatud neljaks avamereosaks ja 16 rannikuveekogumiks. Hinnangu käigus analüüsiti toitainete (üldlämmastik, üldfosfor, lahustunud anorgaaniline lämmastik ja fosfaadid), eutrofeerumise otsese (klorofüll-a, fütoplanktoni biomass, vee läbipaistvus) ja kaudsete mõjude (hapnik) andmeid ja vastavust HKS-le. Analüüs näitas, et Eesti mereala on tugevalt mõjutatud eutrofeerumisest, st HKS-le vastasid osad veekogumid vaid eraldi võetavate indikaatorite suhtes, kuid agregeeritud hinnang vastas HKS mittesaavutamisele.

Läänemere setete resuspensiooni hindamiseks analüüsiti põhjalähedase hõõrdekiiruse aegridu, kasutades kõrglahutusega numbriliste simulatsioonide (2010–2016) kiirusvälja andmeid (Zhurbas et al. 2018). Leiti, et setteid (muda, peenliiv) ei saa käsitleda täiesti liikumatutena ka mere sügavamates basseinides kuna tõenäosus, et hõõrdekiirus ületab resuspensiooniks vajalikku piirkiirust oli >0.0001 . Peenikese orgaanilise sette jaoks võib hõõrdekiirus aeg-ajalt ületada resuspensiooniks vajalikku piirkiirust ka süvikutes, nt Bornholmi ja Gotlandi basseinid, kuhu on maetud keemiarelvi. Kuna peenike orgaaniline sete võib absorbeerida toksilisi osakesi, siis ohu määra selgitamiseks tuleks uuringuid jätkata.

Major Baltic Inflows (MBI) have a significant impact on the Baltic Sea ecosystem. Impact of MBI is rigorously studied in the southern and western Baltic, but investigations using in-situ measurements were lacking in the NE Baltic. The impact of 2014 December MBI (largest since 1951) and smaller inflows on the salinity, temperature and oxygen fields was investigated on the sea area from Gotland Basin to the central Gulf of Finland (Liblik et al. 2018). Data from research vessel cruises, moored vertical profilers, historical data, and in addition German, Swedish and Finnish data were merged to obtain sufficient resolution. Recent MBIs caused the highest salinity values of the last 40–60 years. MBI caused the strengthening of stratification in the Gotland and Farö Deep creating thus the pre-condition for the spreading of the saltier sub-halocline layer water (110–120 m) of the Eastern Gotland Basin to the Northern Baltic Proper with delay of 4–6 months. The impact of the MBI occurred in the Gulf of Finland in 9 months as the arrival of the former Northern Baltic Proper deep layer water. Oxygenated MBI water arrived in the Gotland Deep but did not spread further to the north. Thus, in the Northern Baltic Proper and the Gulf of Finland oxygen conditions rather worsened, and the low oxygen layer thickened in these regions after the 2014 December MBI.

An observational program of dissolved oxygen (DO) concentration measurements was conducted after December 2014 MBI event in the Eastern Gotland Basin: ship based surveys (classical CTD probe and towed undulating CTD) and autonomous platforms (glider and profiling mooring). It was found that in comparison to classical CTD surveys the towed CTD better resolved the mesoscale and submesoscale distribution patterns of DO concentrations, in particular, in the sub-halocline layers where the variability was high (Meyer et al. 2018). Comparison of DO data from glider and mooring measurements showed good coincidence and differences could be explained by the larger response time of the gliders oxygen sensor. However, it is shown that the temporal development of inflow events could be determined and investigated in more detail by using autonomous platforms. Thus, the DO measurements from

different platforms could be integrated into existing observation network to investigate large (seasonal; 10–500 km) and small (diurnal; 1–10 km) scale variability of DO.

The Baltic Sea has one of the largest anthropogenically induced oxygen-deficient bottom zones in the world. Monitoring (since 1964) and model simulations (1850–2015) data showed that oxygen consumption rates in the deep layers were unprecedentedly high after MBI in 2014 compared to preceding periods after MBIs (Meier et al. 2018). It is explained by increased biogeochemical oxygen consumption caused by the increased transport of organic matter and zooplankton into the deep layers counteracting natural ventilation of the Baltic Sea.

Submesoscale processes may contribute to the formation of complex structures of phytoplankton distribution observed on remote sensing images. The effect of submesoscale dynamics on clustering of Lagrangian particles, in the beginning homogeneously distributed on the sea surface, to coherent structures – elongated stripes was investigated (Väli et al. 2018). For the calculation of particles advection, the simulated high resolution (grid step of 232 m) velocity field data for a period of active mesoscale processes (series of summer upwelling events in the Gulf of Finland) was used (Väli et al. 2016). Authors found, that submesoscale dynamics result in coherent structures formed at sites characterized by high cyclonic vorticity, and formation rate increase due to the increase in fluctuations of the horizontal velocity divergence.

High-resolution Eulerian and Lagrangian sea ice kinematics are examined based on an ADCP and four icebound drifting buoys measurements in winter 2010 from January to March in the central Gulf of Finland. Ice drift was mostly driven by winds and currents with significant internal friction. The averaged asymptotic ice/wind speed ratio and deviation angle at higher wind speeds were 0.034 and 9°, respectively. The ratio depended on the direction of the wind indicating the role of morphometry of the coast to the local ice kinematics. The maximum values of wind ratio (up to 0.057) were observed in cases of NE winds and minimum values (down to 0.021) in cases of SW winds. Coherent ice drift was observed up to a distance of 42 km.

The Baltic Sea is a sea basin affected by human-induced eutrophication. The status of the marine areas is assessed based on the Baltic Sea Action Plan and EU Marine Strategy Framework Directive and EU Water Framework Directive for coastal areas. The status of Estonian waterbodies relative to good environmental status (GES) was assessed using monitoring data from 2011–2016 (Stoicescu et al. 2018). Estonian waters are divided into 4 open sea areas and 16 coastal waterbodies. In the assessment, indicators describing nutrients (total nitrogen, total phosphorus, dissolved inorganic nitrogen, phosphates), direct effects (chlorophyll-a, phytoplankton biomass, water transparency) and indirect effects (oxygen) were analysed and compared to GES thresholds. Analysis concluded that Estonian sea area is affected by eutrophication. GES was achieved only in some waterbodies based on selected indicator results, but the aggregated assessment revealed that GES is not achieved.

To evaluate resuspension in the Baltic Sea, time series of bottom friction velocity (2010–2016) were analyzed using numerical simulations velocity field data (Zhurbas et al. 2018). They found that the bottom sediments (silt, fine sand) cannot be considered completely immobile even in the deepest basins, because the probability that friction velocity exceeds the resuspension threshold is >0.0001 . Occasionally the bottom friction velocity may exceed the resuspension threshold for the fine biogenic material in the deep basins, e.g. at chemical warfare dumpsites in the Bornholm and Gotland basins. The fine biogenic material has a high sorption ability of toxic species, therefore additional studies are necessary to assess the likelihood of danger.

Uurimisrühma olulisemad teaduspublikatsioonid

- Liblik, T.; Naumann, M.; Alenius, P.; Hansson, M.; Lips, U.; Nausch, G.; Tuomi, L.; Wesslander, K.; Laanemets, J.; Viktorsson, L. (2018). Propagation of impact of the recent Major Baltic Inflows from the Eastern Gotland Basin to the Gulf of Finland. *Frontiers in Marine Science*, 5 (222), 1–23. [10.3389/fmars.2018.00222](https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00222).
- Meyer, D.; Lips, U.; Prien, R. D.; Naumann, M.; Liblik, T.; Schuffenhauer, I.; Schulz-Bull, D. E. (2018). Quantification of dissolved oxygen dynamics in a semi-enclosed sea - a comparison of observational platforms. *Continental Shelf Research*, 169, 34–45. [10.1016/j.csr.2018.09.011](https://doi.org/10.1016/j.csr.2018.09.011).
- Meier, H. E. M.; Väli, G.; Naumann, M.; Eilola, K.; Frauen, C. (2018). Recently Accelerated Oxygen Consumption Rates Amplify Deoxygenation in the Baltic Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*. [10.1029/2017JC013686](https://doi.org/10.1029/2017JC013686).

2.2.2. Meredünaamika modellemise ja kaugseire uurimisrühm Research Group on Modelling and Remote Sensing of Marine Dynamics

Uurimisrühma juht: Prof. Urmas Raudsepp, Tallinna Tehnikaülikool, Loodusteaduskond, meresüsteemide instituut
Akadeemilised töötajad: Victor Alari, Irina Didenkulova, Jüri Elken, Tarmo Kõuts, Priidik Lagemaa, Liis Sipelgas, Rivo Uiboupin, Arne Männik
Doktorandid: Iija Maljutenko, Ahmed Alkarory Ahmed Abdalazeez, Age Arikas, Sander Rikka, Laura Siitam, Mariliis Kõuts, Mihhail Zujev
Mitteakadeemilised töötajad: Natalia Fateeva, Siim Pärt, Kaimo Vahter, Svetlana Verjovkina, Henri Rästas, Sigrid Aas

Võtmesõnad: mere prognoosimudelid, kaugseire, operatiivne okeanograafia, kliima, atmosfäär

Uurimisrühma eesmärgid on: (1) teostada teaduslikul analüüsil põhinevaid okeanograafia protsessiuuringuid põhjus-tagajärg seoste leidmiseks; (2) arendada uudseid (operatiivseid) meetodeid merekeskkonna seireks ja muutuste analüüsiks sh. arendada prognoosimudeleid ja satelliitpiltide töötlemise algoritme; (3) arendada ja rakendada superarvutitel numbrilisi ilma- ja kliimamudeleid atmosfääri ja ookeani vastasmõju mehhanismide selgitamiseks; (4) mittelineaarsete lainete dünaamika teooria arendamine.

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 rakendusuuringutes on uurimisrühma tugevus suurandmete kasutamine (masstöötlamine) 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.

Projektid. IUT 19-6, COPERNICUS merekeskkonna seireteenus; uurimisgrantid - PUT1378 ja PSG22; H2020 - GRACE, RITA1-Kaugseire.

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

Academic staff: Victor Alari, Irina Didenkulova, Jüri Elken, Tarmo Kõuts, Priidik Lagemaa, Liis Sipelgas, Rivo Uiboupin, Arne Männik

PhD students: Ilja Maljutenko, Ahmed Alkarory Ahmed Abdalazeez, Age Arikas, Sander Rikka, Laura Siitam, Mariliis Kõuts, Mihhail Zujev

Non-academic staff: Natalia Fateeva, Siim Pärt, Kaimo Vahter, Svetlana Verjovkina, Henri Rästas, Sigrid Aas

Keywords: marine forecast models, remote sensing, operational oceanography, climate, atmosphere

Objectives of the research group: (1) to carry out scientific research on oceanographic process studies for finding cause and effect relations; (2) to develop novel operational methods for monitoring and analyzing the changes in marine environment, including development of forecast models and remote sensing algorithms; (3) to develop and implement numerical weather and climate models (on super computers) to study the atmosphere-ocean interaction mechanisms; (4) to conduct theoretical research to advance the understanding of non-linear wave dynamics.

The research group has long-term experience in developing methods and applications in operational oceanography, which have resulted in freely available information/services on sea-level, ice-conditions and other marine physics parameters to state institutions and the public. The study group contributes significantly to the international Copernicus programme.

In the fields of process studies and applied research the group has experience in big data processing and data interpretation for climate research as well as in the field of statistical analysis of the properties of marine environment and establishing dynamic links between different ecosystem components.

Methods. Numerical modelling: Operational marine forecast models are running on supercomputers (Copernicus marine service); atmospheric and marine models are applied for weather/climate/process studies as well as for developing and implementing re-analysis databases. Remote sensing: optical, infra-red and radar satellite images, drone observations and coastal radar data to monitor, describe and assess the state of the marine environment. Operational measurements: world-class scientific equipment to calibrate and validate satellite images and numerical models; elaboration of on-line ICT-solutions and development of novel scientific appliances.

Projects. IUT 19-6, COPERNICUS Marine Environment Monitoring Service; research grants - PUT1378 and PSG22; H2020 - GRACE, RITA1-Remote sensing

Uurimisrühma olulisemad teadustulemused (2018. a ilmunud publikatsioonide põhjal)

Maakera põhjapoolkeral toimunud talvine soojenemine 1980-ndate aastate lõpus on esindatud statistiliselt usaldusväärse režiimihikena atmosfääri, jõgede ja merekeskkonna abiootiliste parameetrite aegridades 1989 aastal. Soode ja mere ökosüsteemi parameetrite aegridades esines režiiminihe järgmisel, 1990 aastal. Järvede keskkonnaparameetrites režiiminihe puudus. (Kotta et al., 2018)

Läänemere suured sissevoolud, mis toimuvad üldiselt mitme aasta tagant, toovad soolast ja hapnikurikast vett muidu hapnikupuuduse all kannatavatesse Läänemere süvaveekihtidesse. Suur sissevool 2014 aasta detsembris parandas hapnikutingimusi Gotlandi basseinis, kuid positiivne efekt oli lühiajaline. Püsiv sooluse stratifikatsioon soodustas järgnevate aastate talviste sissevoolude soolase ja hapnikurikka vee transporti Gotlandi basseini, kuigi tegemist polnud suurte sissevooludega. Soolase vee sissevoolude tuvastamiseks saab kasutada satelliitaltimeetria andmetest arvatud Läänemere keskmise veetaseme muutusi. (Raudsepp et al., 2018a)

Klimatoloogilisel Läänemere jäätumise perioodil, s.o. November - Jaanuar (perioodil 1965-2005) esineb 84 % lainesündmustest olulise lainekõrgusega üle 7 m. Mõõtmistel põhinev ekstreemsete lainete statistika on tugevalt kallutatud, kui puuduvad mõõtmisandmed jää tekkimise perioodil. Täpsem topograafia numbrilises mudelis parandab laine piigi perioodi määramise täpsust (Björkqvist et al. 2018)

Toitainete koormus Läänemerre on vähenenud viimase 20-ne aasta jooksul, kuid eutrofeerumine on jätkunud, mida iseloomustab kõrge klorofüll-a kontsentratsioon igal suvel. Hüpoksia on eutrofeerumise üks selgemaid tagajärgi. Kuigi suured Läänemere sissevoolud toovad hapnikurikast vett Läänemere süvaveekihtidesse, on hapnikutingimuste paranemine ainult lühiajaline, mida näitas ka viimase 2014 aasta suure sissevoolu järgsete andmete analüüs. (Raudsepp et al., 2018b)

Töötati välja uudne meetod laine- ja tuulevälja parameetrite hindamiseks Sentinel-1 tehisava radari (Synthetic Aperture Radar- SAR) andmetest Läänemeres, mis andis korrelatsiooni 0.85-0.88 SAR andmetest arvatud olulise lainekõrguse ja mõõdetud ning modelleeritud olulise lainekõrguse vahel. Sentinel-1 SAR andmetest saadud kõrge ruumilise lahutusega laineväli on oluliseks täienduseks in situ mõõtmistele, altimeetri laineproduktidele ja prognoosmudeli väljadele. (Rikka et al. 2018)

Läänemere kirdeosas katsetati Copernicuse mereseire programmi satelliitproduktide veepinna temperatuuri (SST) andmete assimileerimist piirkondlikku mereprognooside mudelisse HBM, kasutades järjestikuseid parandusi ja optimaalinterpolatsiooni (Zujev ja Elken, 2018). Referentsmudeli valideerimine 2015.a. ferriboksi andmetega näitas, et suuremad SST prognoosivead esinesid väiksemate sügavustega rannalähedases piirkonnas, kus mudeli SST kasvas kevadel ja kahanes sügisel kiiremini kui vaadeldud SST. Kuigi assimileerimise tulemusena õnnestus vigu vähendada, on otstarbekas parendada referentsmudeli osavust rannaala ja avamere veevahetuse prognoosimisel.

Mittelineaarse madala vee teooria kontekstis teostati numbriline eksperiment uurimaks pika laine ülesjooksu iseärasusi kahe erineva pinnakalde korral. Väga madalate laine amplituudide korral, kui puudub lainete murdumine, on laine ülesjooksu kõrgus suurem mittepeegeldava rannakalde korral võrreldes lauge rannakaldegaga. Laine amplituudi suurenedes on mittepeegeldava ranna korral laine murdumise efektidel suurem mõju ja ka ülesjooksu kõrgus on väiksem. (Didenkulova et al. 2018)

Kaugseire piltide analüüs näitas, et laevaliiklus ei avalda olulist mõju TSM-i (koguheljum) kontsentratsioonidele sadamapiirkonnas, kui iga-aastane laevade külastuste arv on alla 1000. Kehtib seos TSM'i kontsentratsiooni ja kuu keskmise tuulekiiruse vahel sadamate lähistel. Jõe suudmetes asuvate sadamate veekvaliteedi muutused olid peamiselt tingitud jõe vooluhulga muutusest. (Sipelgas et al., 2018)

The extensive winter warming of the Northern Hemisphere in the late 1980s was represented in the abiotic variables of atmospheric, river and marine systems in 1989. This was followed by regime shifts in the biotic time series of bogs and marine ecosystems in 1990. No regime shift was detected in the environmental parameters of the lake system. (Kotta et al., 2018)

Major Baltic Inflows (MBI), which usually occur many years apart, bring saline and oxygenated water to the dead zones of the Baltic Sea. The MBI in December 2014 improved the bottom oxygen conditions in the Gotland Basin, but the oxygen concentrations started to decline quite rapidly after the inflow. More persistent salinity stratification favored the saline and oxygenated water of the following inflows in winters 2016 and 2017, not even categorized as MBIs, to be easily transported to the downstream basins. The mean sea level of the Baltic Sea derived from satellite altimetry data can be used as proxy for the detection of saline water inflows to the Baltic Sea from the North Sea. (Raudsepp et al., 2018a)

A study was performed on ice-free and ice-included statistics for the Baltic Sea using a wave hindcast validated against data from 13 wave measurement sites. The study revealed that a major part (84%) of the wave events with a significant wave height over 7 m occurred between November and January during 1965–2005. The measurements gaps before and after the ice time can have a significant impact on extreme wave statistics, but the influence on the mean statistics in the hindcast was small. Refining the spatial bathymetry in the model improved the accuracy of the estimation of the wave peak period in the Gulf of Finland, but further investigations into the physical process of refraction and its implementation to the model are recommended. (Björkqvist et al. 2018)

Nutrient inputs have decreased in the last two decades but no decline in eutrophication effects has been documented with high concentrations of chlorophyll-a still observed every summer. Hypoxia is one of the most severe consequences of eutrophication. While Major Baltic Inflows bring new, oxygen enriched water into the deep areas of Baltic Sea, the conditions are improved only for a short period, as was the case in the study period of 2014–2016. (Raudsepp et al., 2018b)

A novel method was developed to derive wave height and wind speed fields from satellite Synthetic Aperture Radar (SAR) data. The comparison of SAR-derived wave heights shows good agreement with measured wave heights (correlation of 0.88) and with wave model ($r = 0.85$). The Sentinel-1 SAR wave retrievals also provide more detailed information on spatial variability of the wave field in the coastal zone, thus complementing in situ measurements, altimetry wave products and model forecast. (Rikka et al. 2018)

Satellite SST products from the Copernicus Marine Environment Service were tested for data assimilation in the sub-regional marine forecasts in the northeastern Baltic, using successive corrections and optimal interpolation methods. Validation using Ferrybox data from 2015 revealed that higher SST forecast errors of the reference model were found in the shallower coastal regions, where modelled SST increased during spring and decreased during autumn faster than observed SST. Although data assimilation reduced these errors, improving of the treatment of coastal-offshore exchange in the core forecast model should be useful. (Zujev and Elken, 2018)

The long wave run-up on two types of slopes was investigated numerically within the framework of nonlinear shallow water theory. In the case of very low wave amplitudes when there is no wave breaking, the run-up height is greater on the non-reflecting beach than that on the plane slope. As the wave amplitude increases, the breaking effects have the stronger impact in the case of non-reflecting beach and the run-up height becomes smaller. (Didenkulova et al. 2018)

Time series of remote sensing imagery revealed that vessel traffic has no significant effect on TSM (total suspended matter) concentration if the annual vessel visit number is below 1000. The remote sensing data also revealed that TSM variations near ports are related to monthly mean wind speed variations. The water quality (CDOM) variations in estuary ports were dominated by river discharge rates. (Sipelgas et al. 2018)

Uurimisrühma olulisemad teaduspublikatsioonid

- Kotta, J.; Herkül, K.; Jaagus, J.; Kaasik, A.; **Raudsepp, U.**; **Alari, V.**; Arula, T.; Haberman, J.; Järvet, A.; Kangur, K.; Kont, A.; Kull, A.; **Laanemets, J.**; **Maljutenko, I.**; **Männik, A.**; Nõges, P.; Nõges, T.; Ojaveer, H.; Peterson, A.; Reihan, A. ... Tõnisson, H. (2018). Linking atmospheric, terrestrial and aquatic environments: Regime shifts in the Estonian climate over the past 50 years. PLoS ONE, 13 (12), 1–20.10.1371/journal.pone.0209568.
- Didenkulova, I.**; Pelinovsky, E.; Rodin, A. (2018). Long wave run-up on plane and “non-reflecting” slopes. Fluid Dynamics, 53 (3), 402–408.
- Rikka, S.**; Pleskachevsky, A.; Jacobsen, S.; **Alari, V.**; **Uiboupin, R.** (2018). Meteo-Marine Parameters from Sentinel-1 SAR Imagery: Towards Near Real-Time Services for the Baltic Sea. Remote Sensing, 10 (5), 1–17.10.3390/rs10050757.

2.3. Tunnustused

Ira Didenkulova

Early Career Scientist Award of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) for outstanding research in Earth and space sciences and for international research cooperation.

Kai Künnis-Beres

Tallinna linnale osutatud eriliste teenete eest Tallinna teenetemärk 2018. aastal pikaajalise tulemusliku panuse eest joogivee ja merevee kvaliteedi uurimisse ning reostusprobleemide lahendamisse

Urmas Raudsepp

The prestigious Denny Medal, established in 1893, is awarded to the best paper published in one of the IMarEST's peer-reviewed journals: The Copernicus Marine Environment Monitoring Service Ocean State Report (Journal of Operational Oceanography).

TTÜ juubeli puhul: ülikool tunnustab 100 parimat töötajat

Jaan Laanemets, meresüsteemide instituudi juhtivteadur

On algatanud ja arendanud mere füüsikaliste ja biogeokeemiliste protsesside interdistsiplinaarsete uuringute suunda. Aktiivne tegevus mere protsessiuuringutega seotud teadusprojektides.

Tarmo Kõuts, meresüsteemide instituudi vanemteadur

On välja arendanud ja hoiab käigus tänapäevaseid meretingimuste jälgimise reaallaja süsteeme, millest suurimat praktilist tähtsust omab meretaseme infosüsteem. Aktiivne tegevus laevanduse ja sadamatega seotud projektides.

Kati Lind, meresüsteemide instituudi insener

Insenerina arendab uudset mere mikroprügi uuringute temaatikat. Aktiivne tegevus EL merestrategia rakendamise seotud projektides.

2.4. Rahvusvaheline teaduskorralduslik tegevus

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

- Horizon 2020 keskkonnavaldkonna programmikomitee 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 ja kaasesimees
- Läänemere operatiivse okeanograafia süsteemi (BOOS) juhtkomitee liige
- Kolmepoolse Soome lahe koostöö ekspertgrupi liige (meretransport ja mereohutus)

Inga Lips

- Kolmepoolse Soome lahe koostöö ekspertgrupi liige
- HELCOM eutrofeerumise töörühma liige

Urmas Lips

- Baltic Earth teadusliku juhtrühma liige
- Soome mereuuringute infrastruktuuri FINMARI teadusliku nõuandva kogu liige
- Operatiivokeanograafia assotsiatsiooni EuroGOOS AISBL juhatuse liige
- UNESCO Valitsustevahelise Okeanograafia Komisjoni (IOC) programmi IODE koordinaator Eestis
- HELCOM töörühma STATE and CONSERVATION kaasesimees

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)

3. Teadus- ja arendustegevuse andmed

3.1. Publikatsioonid

Kategooria 1.1

1. Björkqvist, J.-V.; Lukas, I.; **Alari, V.**; van Vledder, G.; Hulst, S.; Pettersson, H.; Behrens, A.; **Männik, A.** (2018). Comparing a 41-year model hindcast with decades of wave measurements from the Baltic Sea. *Ocean Engineering*, 152, 57–71.10.1016/j.oceaneng.2018.01.048.
2. **Didenkulova, I.**; Pelinovsky, E. (2018). Tsunami wave run-up on a vertical wall in tidal environment. *Pure and Applied Geophysics*, 175, 1387–1391.10.1007/s00024-017-1744-2.
3. **Didenkulova, I.**; Pelinovsky, E.; Rodin, A. (2018). Long wave run-up on plane and “non-reflecting” slopes. *Fluid Dynamics*, 53 (3), 402–408.
4. Driemel, A.; Augustine, J.; Behrens, K.; Colle, S.; Cox, Cr.; Cuevas-Agulló, E.; Denn F.; Duprat, T.; Fukuda, O.; Grobe, H.; Haeffelin, M.; Hodges, G.; Hyett, N.; Ijima, O.; **Kallis, A.**; Knap, W.; Kustov, V. et al. (2018). Baseline Surface Radiation Network (BSRN): structure and data description (1992–2017). *Earth System Science Data*, 10, 1491–1501.10.5194/essd-10-1491-2018.
5. Kotta, J.; Herkül, K.; Jaagus, J.; Kaasik, A.; **Raudsepp, U.**; **Alari, V.**; Arula, T.; Haberman, J.; Järvet, A.; Kangur, K.; Kont, A.; Kull, A.; **Laanemets, J.**; **Maljutenko, I.**; **Männik, A.**; Nõges, P.; Nõges, T.; Ojaveer, H.; Peterson, A.; Reihan, A. ... Tõnisson, H. (2018). Linking atmospheric, terrestrial and aquatic environments: Regime shifts in the Estonian climate over the past 50 years. *PLoS ONE*, 13 (12), 1–20.10.1371/journal.pone.0209568.
6. Lepane, V.; **Künnis-Beres, K.**; Kaup, E.; Sharma, B. (2018). Dissolved organic matter, nutrients, and bacteria in Antarctic soil core from Schirmacher Oasis. *Journal of soils and sediments*, 1–12.10.1007/s11368-018-1913-7.
7. **Liblik, T.**; Naumann, M.; Alenius, P.; Hansson, M.; **Lips, U.**; Nausch, G.; Tuomi, L.; Wesslander, K.; **Laanemets, J.**; Viktorsson, L. (2018). Propagation of impact of the recent Major Baltic Inflows from the Eastern Gotland Basin to the Gulf of Finland. *Frontiers in Marine Science*, 5 (222), 1–23.10.3389/fmars.2018.00222.
8. **Lilover, M.-J.**; Pavelson, J.; **Kõuts, T.**; Leppäranta, M. (2018). Characteristics of high-resolution sea ice dynamics in the Gulf of Finland, Baltic Sea. *Boreal Environment Research*, 23, 175–191.
9. Meier, H. E. M.; **Väli, G.**; Naumann, M.; Eilola, K.; Frauen, C. (2018). Recently Accelerated Oxygen Consumption Rates Amplify Deoxygenation in the Baltic Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*.10.1029/2017JC013686.
10. Meier, H.E.M.; Eilola, K.; Almroth-Rosell, E.; Schimanke, S.; Kniebusch, M.; Höglund, A.; Pemberton, P.; Liu, Y.; **Väli, G.**; Saraiva, S (2018). Disentangling the impact of nutrient load and climate changes on Baltic Sea hypoxia and eutrophication since 1850. *Climate Dynamics*.10.1007/s00382-018-4296-y.
11. Meyer, D.; **Lips, U.**; Prien, R. D.; Naumann, M.; **Liblik, T.**; Schuffenhauer, I.; Schulz-Bull, D. E. (2018). Quantification of dissolved oxygen dynamics in a semi-enclosed sea - a comparison of observational platforms. *Continental Shelf Research*, 169, 34–45.10.1016/j.csr.2018.09.011.
12. Möller, L.; **Laas, P.**; Rogge, A.; Goetz, F.; Bahlo, R.; Leipe, T.; Labrenz, M. (2018). Sulfurimonas subgroup GD17 cells accumulate polyphosphate under fluctuating redox

- conditions in the Baltic Sea: possible implications for their ecology. The ISME Journal.10.1038/s41396-018-0267-x. 1.1.
13. **Rikka, S.**; Pleskachevsky, A.; Jacobsen, S.; **Alari, V.**; **Uiboupin, R.** (2018). Meteorological Parameters from Sentinel-1 SAR Imagery: Towards Near Real-Time Services for the Baltic Sea. *Remote Sensing*, 10 (5), 1–17.10.3390/rs10050757.
 14. **Rikka, S.**; Pleskachevsky, A.; **Uiboupin, R.**; Jacobsen, S. (2018). Sea State in the Baltic Sea from Space-borne High Resolution Synthetic Aperture Radar Imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 39 (4), 1256–1284.10.1080/01431161.2017.1399475.
 15. **Sipelgas, L.**; **Uiboupin, R.**; **Arikas, A.**; **Siitam, L.** (2018). Water quality near Estonian harbours in the Baltic Sea as observed from entire MERIS full resolution archive. *Marine Pollution Bulletin*, 126, 565–574.10.1016/j.marpolbul.2017.09.058.
 16. **Stoicescu, S.-T.**; **Lips, U.**; **Lips, I.** (2018). Assessing the eutrophication status of Estonian marine waters. *Fundamental and Applied Hydrophysics*, 11 (2), 62–74.10.7868/S2073667318020053.
 17. **Suhhova, I.**; **Liblik, T.**; **Lilover, M.-J.**; **Lips, U.** (2018). A descriptive analysis of the linkage between the vertical stratification and current oscillations in the Gulf of Finland. *Boreal Environment Research*, 23, 83–103.
 18. **Väli, G.**; Zhurbas, V.; **Lips, U.**; **Laanemets, J.** (2018). Clustering of floating particles due to submesoscale dynamics: a simulation study for the Gulf of Finland, Baltic Sea. *Fundamental and Applied Hydrophysics*, 11 (2), 21–35.10.7868/s2073667318020028.
 19. **Raudsepp, U.**; Legeais, J-F.; She, J.; **Maljutenko I.**; Jandt, S. (2018a). Baltic inflows. In: Copernicus Marine Service Ocean State Report, Issue 2, *Journal of Operational Oceanography*, 11:sup1, s106–s110, DOI: 10.1080/1755876X.2018.1489208
 20. **Raudsepp, U.**; She, J.; Brando, V.; **Kõuts, M.**; **Lagemaa, P.**; Sammartino, M.; Santoleri, R. (2018b). Eutrophication and hypoxia in the Baltic Sea. In: Copernicus Marine Service Ocean State Report, Issue 2, *Journal of Operational Oceanography*, 11:sup1, s110–s113, DOI: 10.1080/1755876X.2018.1489208
 21. Zhang, W.; **Didenkulova, I.**; Kurkina, O.; Cui, Y.; Haberkern, J.; Aepfler, R.; Santos, A. I.; Zhang, H.; Hanebuth, T. J. J. (2019). Internal solitary waves control offshore extension of mud depocenters on the NW Iberian shelf. *Marine Geology*, 409, 15–30.10.1016/j.margeo.2018.12.008.
 22. Zhurbas, V.; **Väli, G.**; Golenko, M.; Paka, V. (2018). Variability of bottom friction velocity along the inflow water pathway in the Baltic Sea. *Journal of Marine Systems*, 184, 50–58, 10.1016/j.jmarsys.2018.04.008.
 23. **Zujev, M.**; **Elken, J.** (2018). Testing marine data assimilation in the northeastern Baltic using satellite SST products from Copernicus Marine Environment Monitoring Service. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 67 (3), 217–230.10.3176/proc.2018.3.03.

Kategooria 1.2

Диденкулова, И. И.; Пелиновский, Е. Н.; Родин, А. А. (2018). Накат длинных волн на плоский и «безотражательный» откосы. *Известия РАН. Механика жидкости и газа*, 3, 71–77.

Kategooria 3.1

1. Abcha, N.; Pelinovsky, E.; **Didenkulova, I.** (2018). Laboratory modeling of resonance phenomena in the long wave dynamics. In: N. Abcha, E. Pelinovsky, I. Mutabazi

(_EditorsAbbr). Nonlinear Waves and Pattern Dynamics (45–61). Springer, Cham.10.1007/978-3-319-78193-8_2.

2. **Elken, J.; Zujev, M. Lagemaa, P.** (2018). Reconstructing sea surface temperature and salinity fields in the northeastern Baltic from observational data, based on sub-regional Empirical Orthogonal Function (EOF) patterns from models. 2018 IEEE/OES Baltic International Symposium (BALTIC): 12-15 June 2018, Klaipeda, Lithuania. IEEE,.10.1109/BALTIC.2018.8634845.
3. Kutser, T.; Soomets, T.; Toming, K.; **Uiboupin, R.; Arikas, A.; Vahter, K.**, Paavel, B. (2018). Assessing the Baltic Sea Water Quality with Sentinel-3 OLCI Imagery. 2018 IEEE/OES Baltic International Symposium (BALTIC): 12-15 June 2018, Klaipeda, Lithuania. DOI: 10.1109/BALTIC.2018.8634849

3.2. Teadus- ja arendustegevuse teemad ja projektid

Institutsionaalne uurimistoetus

Kood	Nimetus	Juhtisik	Finantseerija
IUT19-6	Erinevat mastaapi füüsikaliste protsesside mõju biogeokeemilise signaali dünaamikale stratifitseeritud Läänemeres	Urmas Lips	Sihtasutus Eesti Teadusagentuur

Personaalne uurimistoetus, stardigrant

Kood	Nimetus	Juhtisik	Finantseerija
PUT1378	Ekstreemsed lainesündmused ja nende mõju rannavetes	Irina Didenkulova	Sihtasutus Eesti Teadusagentuur
PSG22	Lainetuse ja jää vastastoime mõõtmine ning modelleerimine Läänemeres	Victor Alari	Sihtasutus Eesti Teadusagentuur

Siseriiklikud projektitoetused

Kood	Nimetus	Juhtisik	Finantseerija
KIK17114	Hapniku ja toitainete sisalduse autonoomsete mõõtmiste rakendamine mereseire programmis	Urmas Lips	SA Keskkonna-investeeringute Keskus

Siseriiklikud TA teenuslepingud

Kood	Nimetus	Juhtisik	Finantseerija
LEP16118	Käina lahe – Kassari MKA Käina lahe ja Vaemla lahe seisundi ning veeregulaatorite töö efektiivsuse uuring 2017	Urmas Lips	Keskkonnaamet
LEP17020	Merekeskkonna seisundihinnangu, teemadel eutrofeerumine ja hüdrograafilised muutused (MSRD tunnused 5 ja 7), koostamine ja Läänemere holistilise hinnangu koostamise teemavaldkondliku sidususe tagamine osaledes projektis HOLAS II	Urmas Lips	Eesti Keskkonnauuringute Keskus
LEP17024	MSRD kohase merekeskkonna seisundihinnangu koostamine teemavaldkonnas mereprügi (MSRD tunnus 10).	Inga Lips	Eesti Keskkonnauuringute Keskus
LEP17026	Avamere seire 2017	Inga Lips	Keskkonnaagentuur
LEP17033	Merekeskkonna seisundihinnangu, teemal veealune müra (MSRD tunnus 11), koostamine ja Läänemere holistilise hinnangu koostamise teemavaldkondliku sidususe tagamine osaledes projektis HOLAS II	Urmas Lips	Eesti Keskkonnauuringute Keskus
LEP17076	EL merestrateegia raamdirektiivi (2008/56/EÜ) kohase Eesti mereala merekeskkonna seisundihinnangule sotsiaalmajandusliku komponendi	Urmas Lips	Eesti Keskkonnauuringute Keskus

	koostamine ja Läänemere holistilise hinnangu koostamise teemavaldkondliku sidususe tagamine osaledes projektis HOLAS II sidususe tagamine osaledes projektis HOLAS II		
LEP17109	Maanteeilmamudeli operatiivse töötugi	Aarne Männik	Keskonnaagentuur
LEP18001	Hüdrometeoroloogilise portaali Metoc arendustöö	Tarmo Kõuts	Veeteede Amet
LEP18009	Eesti esindamine Euroopa Kosmoseagentuuri kaugseire programmi nõukogu nõuandvas töögrupis DOSTAG	Rivo Uiboupin	Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus
LEP18016	Veevahetuse modelleerimine Soela väina veekogumis	Germo Väli	OÜ Ösel AquaFarms
LEP18028	Muuga reoveepuhasti väljalasusublas ohtlike ainete Cu ja Zn segunemiskiirkonna määramine	Urmas Lips	AS Viimsi Vesi
LEP18039	Avamere seire 2018	Inga Lips	Keskonnaagentuur
LEP18054	Merekeskkonna kiirguseire proovide võtmine radionukliidide uurimiseks 2018	Natalja Kolesova	Keskonnaamet
LEP18063	Balticconnectori Eesti territoriaalvetesse ja majandusvööndisse jääva merealuse osa ehitustööde keskkonnaseire nõuete täitmiseks heljumi pidevseire teostamine	Urmas Lips	Skepast&Puhkim OÜ
LEP18088	Loode-Eesti meretuulepargi KMH aruande koostamine	Taavi Liblik	Skepast&Puhkim OÜ
LEPK18044	Keskonnaagentuuri spetsialistide koolitus (maantee)ilmamudeli valdkonnas	Aarne Männik	Keskonnaagentuur
LMIN17077	Veepinna mikroprügi seire Eesti merealal	Inga Lips	Keskonnaministeerium
LMIN17078	Merevees esineda võivate patogeenide pilootseire	Inga Lips	Keskonnaministeerium
LMIN17079	Merepõhja setete mikroprügi pilootseire Eesti merealal	Inga Lips	Keskonnaministeerium
LMIN17100	Eesti mereala seisundihinnangu sünteesi (koondhinnangu) koostamine	Urmas Lips	Keskonnaministeerium
LMIN18017	HELCOM töörühma STATE&CONSERVATION kaasesimehe ülesannete täitmine 2018	Urmas Lips	Keskonnaministeerium
LMIN18023	Mikroplastiku allikad ja levikuteed Eesti rannikumerre, potentsiaalsete mõju pelaagilistele ja bentilistele organismidele	Inga Lips	Keskonnaministeerium
LMIN18024	Mikroorganismide roll Eesti rannikumere ökoloogilise seisundi, aineriingi tüübi ning	Inga Lips	Keskonnaministeerium

	isepuhastumisvõime määratlemisel		
LMIN18049	Mikroprügi sisalduste uuring merevee pinnakihist ja mere põhjasetetest 2018.a	Inga Lips	Keskkonnaministeerium
LMIN18065	Veetasemete aeGRIDade modelleerimine ja tõenäosusstsenaariumide arvutamine üleujutusega seotud riskipiirkondadele	Priidik Lagemaa	Keskkonnaministeerium

Välismaised projektitoetused

Kood	Nimetus	Juhtisik	Finantseerija
VEU15017	Läänemere jätkusuutlik laevandus ja keskkond (SHEBA)	Urmas Raudsepp	BONUS
VEU17094	Mikroplastiku ja sellega seotud saasteainete mitmetasandilise mõju hindamine Läänemeres (MICROPOLL)	Inga Lips	BONUS
VEU17107	Süsiniku ja kasvuhoonegaaside integreeritud seire Läänemeres (INTEGRAL)	Urmas Lips	BONUS
VEU18051	Läänemere keskkonnaseisundi hindamise ja seire edendamine (SEAM)	Inga Lips	BONUS
VEU18064	Läänemere hea keskkonnaseisundi saavutamiseks efektiivsete meetmete identifitseerimine (HELCOM ACTION)	Urmas Lips	EU
VFP15016A	Sensorid laiaulatuslikuks ookeanipõhja hüdrodünaamiliseks kujutamiseks (Lakshmi)	Jüri Elken / Taavi Liblik	H2020
VFP16016	Integrated oil spill response actions and environmental effects (GRACE)	Tarmo Kõuts	H2020
VFP16053	SeaDataCloud - mere ja ookeani andmehalduse üleeuroopalise taristu edasiarendamine	Madis-Jaak Lilover	H2020
VFP17126	Euroopa merede prügistamise vältimine rakendades innovatiivseid meetodeid (CLAIM)	Urmas Lips	H2020
VIR18009	Coast4us	Urmas Lips	Interreg Central Baltic IVA

Välismaised TA teenuslepingud

Kood	Nimetus	Juhtisik	Finantseerija
V18018	Koostöö Nord Stream 2 rajamise piiriülese keskkonnamõju seireks Soome lahes	Urmas Lips	Luode Consulting Oy
V18033	Narva lahe vee hägususe statistiline analüüs	Urmas Lips	Nord Stream 2 AG
VA15022	Copernicus merekeskkonna seireteenused Läänemere seire ja prognoosikeskuses	Urmas Raudsepp	Copernicus / Mercator Ocean
VA15029	Avalike keskkonnaandmete piisavuse kontroll, piirkond 3 - Läänemeri	Inga Lips	MARE / DMI

VA16038	EMODnet mereandmete operatiivne hõive ja kasutus	Urmas Lips	Mariene Informatie Service 'MARIS' BV
VA17099	EASME/EMFF/2016/1.3.1.2 - Lot 4/SI2.749773: "Euroopa merevaatluste ja andmevahetuse võrgustiku toimimise, arengu ja kaasajastamise tagamine" - Keemia andmestik	Inga Lips	EASME (EL)
VA18004	Copernicus Marine Environment Monitoring Service's at Baltic Monitoring and Forecasting Centre	Urmas Raudsepp	EU / Mercator Ocean
VA18016	EASME/EMFF - Lot 5 "Euroopa merevaatluste ja andmevahetuse võrgustiku toimimise, arengu ja kaasajastamise tagamine" - Bioloogia andmestik	Inga Lips	EU / Flanders Marine Institute

3.3. Teadusürituste korraldamine

Instituut kaaskorraldas programmi Baltic Earth konverentsi „Multiple drivers for Earth system changes in the Baltic Sea region“, Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia 26- 27 November 2018: <https://www.baltic-earth.eu/multipledrivers2018/index.html>

Doktorikooli seminaride seerias, kus väljapaistvad teadlased esinevad ettekandega enda poolt uuritava teema kohta, esinesid

- 10. detsembril 2018
 - Victor Alari „Wave effects on upper-ocean circulation“
 - Urmas Raudsepp, Ilja Maljutenko, Johanna Linders, Jean-Francois Legeais, Jun She, Priidik Lagemaa, Simon Jandt “Large volume inflows to the Baltic Sea and the effect to the estuarine circulation in the Gulf of Finland”
 - Piia Post „Regional/continental circulation patterns in the atmosphere and climate state in the Baltic Sea region“
 - Daniel Rak „Structure and dynamic of the water column in the Bornholm Basin, Słupsk Furrow and Gdańsk Deep“

3.4. Välitööd

Jätkusid pidevmõõtmised rannikujaamades <http://on-line.msi.ttu.ee/meretase/> ja ka avamere navigatsioonirajatistel <http://on-line.msi.ttu.ee/metoc/>. Samuti töötas Keri poijaam <http://www.emodnet-physics.eu/map/platinfo/piroosdownload.aspx?platformid=15378>.

3.4.1. Uurimislaev Salme

Kuu-päevad	Tööde kirjeldus	Vastutav	Projekt	Päevad
08.-12.01	Avamere seire, BONUS INTEGRAL ja Järve	V. Kikas	Lep17026 VEU17107 Lep14148	5,0
26.-27.01	Arendusprojekt 1	T. Liblik	SS434	2,0
31.01	FMI põhjajaama katsetamine	U. Lips	SS279	1,0
10.-11.02	Arendusprojekt 1	T. Liblik	SS434	2,0
13.03	Keri (IUT196)	U. Lips	IUT196A	1,0
09.04	Keri (IUT196), müra (mehaanikud)	U. Lips; I. Lips	IUT196A LMIN18024	1,0
16.-20.04	Avamere seire, BONUS INTEGRAL, Muuga, mikroobid	F. Buschmann	Lep18039 VEU17107 Lep18028 LMIN18024	5,0
23.04	NS2, Luode	U. Lips	V18018	1,0
09.05	Glider ja Kolga laht	U. Lips; I. Lips	IUT196A LMIN18024	1,0
15.05	Paldiski laht	K. Lind	LMIN18024	1,0
18.05	Keri jaam	U. Lips	IUT196A	1,0
26.05	NS2, Luode	U. Lips	V18018	1,0
28.05-02.06	Avamere seire, BONUS INTEGRAL, mikroobid, mikroprügi seire	I. Lips	Lep18039 VEU17107 LMIN18023 LMIN18024	6,0
25.-26.06	Keri, Kolga, Paldiski, Tagalaht	I. Lips	LMIN18024 IUT196A	2,0
27.06-30.06	Läti projekt	O. Samlas	LHEI 2018/2/ 05.04.2018	4,0
03.07	Balticconnector	U. Lips	Lep18063	1,0
4.-5.07	IUT, optika	R. Uiboupin	IUT196B/01NS	2,0
9.-13.07	Avamere seire, BONUS INTEGRAL, mikroobid	I. Suhhova	Lep18039 VEU17107 LMIN18023 LMIN18024	5,0
17.07	NS2, Luode	U. Lips	V18018	1,0
19.-24.07	Läti projekt	U. Lips	LHEI 2018/2/ 05.04.2018	6,0
25.07	Balticconnector	U. Lips	Lep18063	0,5
26.07	Lakhsmi	T. Liblik	VFP15016A	1,0
27.07	Balicconnector linnuloendus	U. Lips	Tellimus 08.06.2018	1,0
02.08	IUT19-6, Keri jaama hooldus	T. Liblik	IUT196A	0,5
3.-4.08	IUT optika, mikroobid	V. Kikas / R. Uiboupin	IUT196B/01NS LMIN18024	1,5
05.08	Liivi laht, KIK17144	T. Liblik	IUT196A	0,5
07.-14.08	Läti riiklik seire ja projekt	U. Lips	LHEI 2018/2/ 05.04.2018	8,0
22.-27.08	Avamere seire, BONUS INTEGRAL,	K. Lind	Lep18039	5,5

	mikroobid ja kiirgusseire		VEU17107 LMIN18023 LMIN18024	
27.08	Balticconnector	T. Liblik	Lep18063	0,5
28.08	Keri, IUT	I. Suhhova	IUT196	1,0
18.-21.09	Läti projekt	U. Lips	LHEI 2018/2/ 05.04.2018	3,0
24.09	Mikroprügi, mikroobid, CLAIM	K. Lind	LMIN18023 LMIN18024	1,0
27.-28.09	Mikroprügi, mikroobid, CLAIM	K. Lind	LMIN18023 LMIN18024	1,5
02.10	Lakhsmi	I. Suhhova	VFP15016A	1,0
22.-28.10	Avamere seire, BONUS INTEGRAL, mikroobid ja mikroprügi	V. Kikas	Lep18039 VEU17107 LMIN18023 LMIN18024	6,0
07.11	Balticconnector	F. Buschmann	Lep18063	1,0
08.-11.11	Läti projekt	U. Lips	LHEI 2018/2/ 05.04.2018	4,0
14.-15.11	Läti projekt	U. Lips	LHEI 2018/2/ 05.04.2018	1,0
2018			KOKKU	87,5

3.4.2 Mereprognoside tööühm

Kuu-päevad	Tööde kirjeldus	Vastutav	Projekt	Päevad
04.05	Taustaandmete kogumine sat.mõõtmistele Tallinna ja Soome lahel	Kaimo Vahter	IUT196B	1
08.05	Taustaandmete kogumine sat.mõõtmistele Tallinna ja Soome lahel	Kaimo Vahter	IUT196B	1
08. ja 21.02	Triivpoi paigaldamine Peipsi jäasse	Kaimo Vahter	IUT196B	2
31.07 ja 07.11	Arendatava jää-lainepoi katsetused merekeskkonnas Saaremaa looderannikul ja Tallinna lahes	Victor Alari	PSG22	2
2018	jaanuar-detsember		KOKKU	6

Operatiivokeanograafilised mõõtejaamad ja süsteemid	Hooldus-, kalibreerimis- ja arendustööde kuupäevad
Eisma sadam	11.5, 27.08, 18.10
Heltermaa sadam	26.06, 28.06, 19.07, 14.08, 04.09, 11.10, 12.10, 07.11, 28.11, 04.12, 16.11, 03.12, 07.12
Kelnase sadam	16.11, 03.12, 07.12
Keri saar	09.04
Kuivastu sadam	22.02, 02.10, 17.10, 28.11
Lehtma sadam	14.08, 04.09, 12.10, 07.11, 04.12
Leppneeme sadam	11.05, 27.08, 21.09, 08.11, 16.11, 03.12, 05.12, 07.12
Miinisadam	20.02, 22.02, 23.02, 27.08, 31.08, 20.09, 18.10
Munalaiu sadam	09.07, 12.07
Muuga sadam	11.05, 27.08, 21.09, 16.10, 08.11

Paldiski lõunasadam	10.05, 01.06, 12.07, 21.09, 25.09, 07.11, 28.11, 11.12
Pärnu sadam	10.05, 01.06, 12.06
Rohuküla sadam	22.02, 10.05, 01.06, 22.06, 19.07, 14.08, 04.09, 12.10, 07.11, 28.11, 04.12, 11.12, 21.12
Saaremaa sadam	22.02, 01.03
Sõru sadam	13.06, 27.06, 28.06, 19.07, 14.08, 04.09, 11.10, 12.10, 07.11, 28.11, 04.12
Triigi sadam	22.02, 01.03, 15.10, 17.10, 28.11
Vahemadal	17.05, 29.05
Vanasadam	22.03, 23.04, 11.05, 14.06, 27.08, 20.09, 21.09, 16.10, 08.11, 29.11
Virtsu sadam	22.02, 01.03, 10.05, 01.06, 12.06, 12.07, 17.10, 28.11
FerryBox, ML Baltic Queen	03.01, 11.01, 25.01, 02.02, 12.02, 14.02, 20.02, 02.03, 20.03, 26.03, 03.04, 15.04, 23.04, 15.05, 31.05, 04.06, 06.06, 14.06, 06.07, 13.08, 21.08, 29.08, 29.08, 10.09, 18.09, 28.09, 22.10, 05.11, 19.11, 05.12, 13.12

3.5. Teadlasmobiilsus

Peeter Laas töötab Florida Ülikooli Fort Lauderdale'i Teadus- ja Hariduskeskuses järel doktorina. Sirje Sildever töötab järel doktorina Jaapani Kalanduse Teadus- ja Haridusagentuuris.

Doktorantuuris õpib ja töötab Sudaani kodanik Ahmed Alkarory Ahmed Abdalazeez, juhendaja Irina Didenkulova, töö teema „Influence of sea bed bathymetry and coastal topography on statistical characteristics of wave run-up on a beach“.

3.6. Kaitstud lõputööd

Instituudi töötajate juhendamisel kaitsti 2018.a. järgmised lõputööd.

Dokoritööd:

Suhhova, Irina; juhendaja Liblik, Taavi
Structure and Variability of Currents in the Stratified Gulf of Finland

Magistritööd:

Karli Spitsõn; juhendaja Victor Alari
Validation of WAM wave model on the basis of in-situ measurements in the Northern Baltic Sea

Richard Lõhkivi; juhendaja Taavi Liblik
Liivi lahe hapnikutingimused

4. Üldhinnang

Aasta 2018 võib lugeda kordaläinuks.