

**TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL**

Meresüsteemide Instituut

---



**TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUSE  
AASTAARUANNE 2016**

**TALLINN  
2017**

## Sisukord

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Instituudi struktuur</b>                               | <b>3</b>  |
| <b>2. Instituudi teadus- ja arendustegevuse iseloomustus</b> | <b>3</b>  |
| 2.1. Teadus-ja arendustegevuse põhisuunad                    | 3         |
| 2.2. Instituuti kuuluvad uurimisrühmad                       | 3         |
| 2.1.1 Gradientsüsteemide dünaamika uurimisrühm               | 4         |
| 2.2.2. Meredünaamika modellemise ja kaugseire uurimisrühm    | 9         |
| 2.3. Tunnustused                                             | 15        |
| 2.4. Rahvusvaheline teaduskorralduslik tegevus               | 15        |
| <b>3. Teadus- ja arendustegevuse andmed</b>                  | <b>17</b> |
| 3.1. Publikatsioonid                                         | 17        |
| 3.2. Teadus- ja arendustegevuse teemad ja projektid          | 20        |
| 3.3. Teadusürituste korraldamine                             | 22        |
| 3.4. Välitööd                                                | 22        |
| 3.4.1 Uurimislav Salme                                       | 22        |
| 3.4.2. Mereprognooside töörühm                               | 23        |
| 3.5. Teadlasmobiilsus                                        | 25        |
| 3.6. Kaitstud lõputööd                                       | 25        |
| <b>4. Üldhinnang</b>                                         | <b>25</b> |

---

Kinnitan

Jüri Elken, direktori kt  
15. märtsil 2017

## 1. Instituudi struktuur

*seisuga 2017 algus*

Teaduskond: Loodusteaduskond / School of Science

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

Direktori kt: Professor Jüri Elken, juri.elken@msi.ttu.ee, +372 620 4302

Merefüüsika osakond / Division of Marine Physics

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

Modelleerimise ja kaugseire osakond / Division of Modeling and Remote Sensing

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

Mereökoloogia labor / Laboratory of Marine Ecology

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

Meteoroloogia rühm / Meteorology group

Professor Sirje Keevallik, sirje.keevallik@msi.ttu.ee, +372 620 4305

## 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. Rakendusuuringutest võib olulisemaks nimetada Euroopa Liidu teenuslepinguid: VA15022 "Copernicus merekeskkonna seireteenused Läänemere seire ja prognoosikeskuses (1.05.2015–30.04.2018)" ja VA15029 "Seabasin Checkpoints - Lot 3 "Baltic" (17.06.2015–16.04.2018)". Tehnoloogiliste arenduste osas jätkub Biorobotika Keskuse poolt koordineeritav H2020 projekt VFP15016 "Sensors for LArge scale HydrodynaMic Imaging of ocean floor (LAKHsMI) (1.04.2015–31.03.2019)", kus instituut osaleb okeanograafiliste uuringute ja testimisega. Käivitus uus H2020 projekt VFP16016 "Integrated oil spill response actions and environmental effects (GRACE) (1.03.2016-31.08.2019)". Instituut jätkas 2016.a. kokku nelja FP7/H2020 projekti täitmist ning nelja BONUS projekti täitmist. Samuti täideti nelja SA KIK projekti. Täitmist vajavaid lepingulisi uurimistöde tellimusi ettevõtetelt ja riigiasutustelt oli üle kümne.

### 2.2. Instituuti kuuluvad uurimisrühmad

Instituudi akadeemiline ja insener-tehniline personal töötasid 2016.a. alusuuringute alateemade, teadusprojektide ning lepinguliste uuringute laia spektri täitmisel erinevates mobiilsetes *ad hoc* töörühmades. Tuginedes mitme Saksamaa ülikooli mereuuringute instituudi näitele, on uurimisrühmad jagunenud uurimismeetodite põhiselt, kusjuures sageli täidetakse ühiselt erinevaid uurimisprogramme, projekte ja lepingulisi tellimusi.

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

### **Uurimisrühma koosseis**

Urmas Lips, juhtivteadur, professor, merefüüsika osakond – uurimisrühma juht

Merefüüsika osakond

Jaan Laanemets, juhtivteadur

Ants Erm, vanemteadur

Taavi Liblik, vanemteadur

Madis-Jaak Lilover, vanemteadur

Germo Väli, vanemteadur

Villu Kikas, juhtivinsener

Fred Buschmann, nooremteadur, doktorant

Nelli Rünk, nooremteadur, doktorant

Maris Skudra, nooremteadur, doktorant

Stella-Theresa Stoicescu, nooremteadur, doktorant

Irina Suhhova, nooremteadur, doktorant

Meteoroloogia rühm

Sirje Keevallik, professor

Mereökoloogia labor

Inga Lips, juhtivteadur, mereökoloogia labori juhataja

Kai Künnis-Beres, teadur

Natalja Buhhalko, insener

Peeter Laas, noormeteadur

Sirje Sildever, nooremteadur, doktorant

Natalja Kolesova, nooremteadur, doktorant

Kaia-Liisa Siimon, tehnik, magistrant

Lara Podkuiko, insener, doktorant

Tehniline ja abipersonal

Mairi Uihoaed, projektihaldur

Kati Lind, insener

Eve Koort, insener, kvaliteedijuht

Aet Meerits, insener, kvaliteedijuht

Mari-Liis Kasemets, insener

### **Teadustöö lühikirjeldus**

Uurimistöö fookuses on erinevat mastaapi füüsikalised protsessid, mis oluliselt mõjutavad biogeokeemilist aineriinget ja kontrollivad ainete/osakeste/reostuse transporti ja segunemist Läänemere piirikihtides ja stratifitseeritud veesambas, sh hüppekihtides (termokliin ja halokliin). Uurimismeetoditest on kesksel kohal uutel tehnoloogiatel põhinevad kontaktmõõtmised kombineeritult kõrglahutusega numbrilise modelleerimise ja laboratoorsete analüüside ning eksperimentidega. Hüdrodünaamiliste protsesside uuringutes kontsentreerutakse sub-mesomastaapsetele nähtustele ja nende lokaalsele/otsesele ning suuremastaapsele mõjule, sh vee- ja ainevahetusele erinevate basseinide, rannikumere ja avamere ning erinevate veekihtide vahel. Mereökoloogiliste uuringute peamine fookus on suunatud madalatele troofilistele tasemetele: planktilised ja bentilised algtootjad ning merepõhja selgrootud – nende dünaamikale ja rollile eutrofeerunud Läänemere aineringes ja -voogudes. Uurimistöö praktiliseks väljundiks on uute merekeskkonna seisundi seire ja

hindamise meetodite välja arendamine ja rakendamine ning erinevate inimtegevuse, sh konkreetsete arendustööde mõju hindamine.

The research topic is focused on multiscale physical processes that significantly control the biogeochemical cycles of substances as well as mixing and dispersion of particles and pollutants, especially in the boundary layers and in the pycnoclines (seasonal thermocline and halocline) of the Baltic Sea. The in-situ observations using new technologies combined with high-resolution numerical simulations and laboratory experiments are the main study method. A major task in hydrodynamics is to make a step forward in the quantitative description of sub-mesoscale processes and their impact, both their direct and large-scale/distant influence on water and matter exchange between sub-basins, coastal and open sea and different layers. Marine ecology studies are concentrated on lower trophic levels: pelagic and benthic primary producers and benthic invertebrates – on their dynamics and role in nutrient cycles in the eutrophied Baltic Sea. Practical outcomes of the research are the development and application of novel marine monitoring and assessment methods as well as environmental impact assessment of different marine development plans and projects.

## **Uuringutegevused 2016**

Jätkati suure ajalise lahutusega vertikaalse stratifikatsiooni ja keemiliste-bioloogiliste parameetrite jaotuse mõõtmisi, sh käivitati pidevmõõtmised Soome lahes kaabliga ühendatud Keri avamere jaamas. Teostati välimõõtmiste eksperiment termokliini kujunemise perioodil rannikumere ja Soome lahe avaosa vahelisel alal, kuhu olid kaasatud mõõtmised uurimislaevalt, Keri jaamast ja profileeriva poijaama ning veetaluse liuguriga (*glider*) MIA. Jätkati andmete kogumist uurimislaeva reisisid Ava-Läänemere põhjaosas ja Soome lahes, et iseloomustada suure soolase vee sissevoolu mõju esinemist ja levikut Eesti mereala sügavamates piirkondades. Koondati vastavad andmed ka rahvusvahelise konsortsiumi raames (sh toitained, hapnik jmt). Viidi läbi kõrglahutusega numbrilised eksperimendid Läänemerele rakendatud mudeliga GETM. Varasemate mudelsimulatsioonide põhjal hinnati sub-mesomastaapsete protsesside esinemist ja statistikat aktiivsete mesomastaapsete protsesside esinemisel Soome lahes. Teostati Liivi lahe pikaajaliste andmete ja 2015. aastal kogutud kõrglahutusega andmete analüüs, et iseloomustada veesamba stratifikatsiooni ja veevahetuse režiime Liivi lahe ja Ava-Läänemere vahel. Jätkati andmete analüüsi hoovuste muutlikkuse, hüpoksilise kihi ja redokskliiniga seotud hädusa veekihi dünaamika ning kevadõitsengu liigilise koosseisu, sh mikstroofsete liikide rolli iseloomustamiseks vertikaalselt kihistunud Soome lahes.

## **Olulisemad teadustulemused (ilmunud publikatsioonide põhjal)**

Regulaarsed kõrglahutusega mõõtmised Soome lahes võimaldasid määrata meso- ja sub-mesomaastaapsete protsesside statistilisi parameetreid ja nende ajalisi-ruumilisi muutusi sõltuvalt välismõjust (Lips et al. 2016a, Kikas and Lips 2016). Lahe kuju ja valdavate läänetuulte tõttu on sesoonne termokliin sügavamal lahe põhjaosas, järelkult peab tuule impulss sama intensiivsusega apvellingu tekkeks põhjaranniku lähedal olema suurem kui lõunaranniku lähedase apvellingu tekkeks. Kestvate idatuultega kaasneb termokliini tõus lahes, soodustades apvellingu arengut lõunapoolses rannikumeres. Kestvate läänetuulte mõju termokliini asendile on vastupidine ja see pärsib apvellingu arengut põhjapoolses rannikumeres. Välimõõtmiste andmete (Lips et al. 2016a) analüüs näitas sub-mesomaastaapsete protsesside olulist rolli energia ülekandel väiksematele mastaapidele: vahemikus 10–0.5 km muutus temperatuuri pulsatsioonide spekter lainearvu suhtes võrdeliselt astmega –2 (kvaasi-geostroofilisele turbulentsile on iseloomulik aste –3).

Numbriliste simulatsioonide ja tuule andmete analüüs näitas, et Liivi lahe üldine tsirkulatsioon on suvekuudel valdavalt antitsükloonaalne (negatiivne tuulevälja pööriselisus, tugev stratifikatsioon) ja sügistel tsükloonaalne (positiivne tuulevälja pööriselisus, nõrk stratifikatsioon) (Lips et al. 2016b). Seega määrab tuulevälja sesoonne ja aastate-vaheline muutlikkus jõevee (ka toitainete) levikumustrid lahes. Daugava jõe väljavool moodustab lokaalse antitsükloonaalse tsirkulatsioonipesa ja piki lahe idarannikut kulgeva jugahoovuse; jõe vooluhulk jaotub nende vahel ligikaudu pooleks (Lips et al. 2016c). Veevahetus Ava-Läänemerega läbi Irbe väina (voolamine üle künnise) võib teatud tingimustel Liivi lahes realiseeruda mesomaastaapsete tsükloonaalsete keeristena (Lips et al. 2016c).

Geograafiliselt lähedaste kevadõitsengus osaleva ränivetika, *Skeletonema marinoi*, populatsioonide füsioloogiline ja geneetiline uurimine näitas, et need on kohastunud oma elupaigaga ja omavad seal konkurentsieelist (Sildever et al. 2016). Saadud tulemused näitavad, et erinev valikusurve võib toetada populatsioonide geneetilist eristumist. Sama liik näitas ajalist- ja ruumilist geneetilist eristumist ka kevadõitsengu jooksul Läänemere erinevates piirkondades (Godhe et al. 2016). Ajaliselt väljendunud geneetiline erinevus võimaldab järeldada, et antud liigi puhul osalevad õitsengus erinevad fenotüübid, kes on kohastunud erinevate keskkonningimustega, nt toitainete vähesusega, mis aitab sellel liigil kauem kevadõitsengus osaleda.

Kevadõitsenguga kaasnesid ka suurimad sesoonsed muutused Soome lahe pinnakihi bakteriplanktoni koosluse koosseisus (Laas et al. 2016). Kevadõitsengu käigus levisid (koos biomassi settimisega) fütoplanktoni lagundamisega seotud bakterite populatsioonid läbi terve veesamba ja hüpoksilises kihis muutusid arvukamaks liigid, millel on võimekus kasutada hapnikule alternatiivseid terminaalseid elektronide aktseptoreid. Sellega seoses vähenes ajutiselt (kevade lõpus ja suve alguses) muidu domineerivate kemolitoautotroofsete bakterite osakaal hüpoksilises põhjakihis (Laas et al. 2016). Võib väita, et biogeokeemiliselt väga olulise kevadõitsengu käigus tootetud biomassi lagundamine ja selles käigus läbiviidavad keemilised transformatsioonid sõltuvad nii biotilisest teguritest (fütoplanktoni koosluse koosseis) kui ka abiootilisest tingimustest terve veesamba ulatuses.

Esimesena maailmas dokumenteeriti siiani ainult hüpoteesidel põhinenud saagi püüdmise mehhanismi miksotroofse toksilise vaguviburvetika *Dinophysis acuta* ja ripslooma *Mesodinium rubrum* toitumissuhetes (Ojamäe et al. 2016a). Koostöös Kopenhaageni Ülikooli teadlastega avaldati mahuka laboriekspimendi tulemused, mille abil näidati maailmas laialt levinud (sh Läänemeres) *Dinophysis acuta* võimet kohaneda tingimustega, mida iseloomustavad toidu puudus ja muutuv valguskliima (Hansen et al. 2016). Tulemus selgitab selle liigi võimet valguse olemasolul kuude kaupa toidupuuduses elus püsida ja tingimuste paranedes toksilisi massvohamisi moodustada. Dokumenteeriti vaguviburvetika *Heterocapsa triquetra* poolt toitainete pimedas ja külmas keskkonnas omastamist (Ojamäe et al. 2016b), mis kinnitab tööühma poolt eelnevalt püstitatud hüpoteese antud liigi osast toitainete vertikaalses transpordis suvise tugeva veesamba kihistumise tingimustes.

Regular high-resolution measurements enable to determine statistical parameters and spatio-temporal variability of mesoscale and sub-mesoscale processes in the Gulf of Finland (Lips et al. 2016a, Kikas and Lips 2016). The shape of the basin and dominating westerly winds cause a deeper position of the seasonal thermocline in the northern gulf, and therefore the wind impulse needed to generate an upwelling event of certain intensity near the northern coast must be larger than for the generation of upwelling event with the same intensity near the southern coast. Dominating long-term easterly winds cause upward movement of the thermocline in the gulf thus supporting the development of upwelling near the southern coast. The effect of dominating westerly winds on the depth of thermocline is reverse and the development of upwelling near the northern coast is suppressed. The analysis of high-

resolution measurements (Lips et al. 2016a) revealed the important role of sub-mesoscale processes in the energy cascade to smaller scales: in the interval of 10–0.5 km the horizontal wavenumber temperature variance spectra was proportional to the power  $-2$  (quasi-geostrophic turbulence is characterized by the power  $-3$ ).

The analysis of numerical simulation and wind data showed that basin scale circulation is predominantly anticyclonic in summer months (negative wind field vorticity, strong stratification) and cyclonic in autumn-winter (positive wind field vorticity, weak stratification) (Lips et al. 2016b). Thus, the seasonal and interannual variability of the wind field determine the spreading patterns of the river discharge (also nutrients) in the gulf. The Daugava River discharge forms an anticyclonic bulge and jet current along the eastern coast; the river volume flux divides approximately into halves between them (Lips et al. 2016c). The water inflow from the Baltic Proper through the Irbe Strait (flow over the sill) may in certain conditions realize in the form of mesoscale cyclonic eddies in the Gulf of Riga (Lips et al. 2016c).

Investigation of geographically close populations of the spring bloom diatom, *Skeletonema marinoi*, showed that the populations are locally adapted and have a competitive advantage in their native environment (Sildever, et al. 2016). This indicates that differential selection pressure might support the genetic differentiation of the populations. The same species also showed genetic differentiation on temporal and spatial scales during a spring bloom in different basins of the Baltic Sea (Godhe, et al. 2016). Temporal genetic differentiation indicates the presence of different phenotypes in the bloom, which are adapted to different environmental conditions, e.g. low nutrient concentrations, and help the species to participate in the bloom for a longer period.

Spring phytoplankton bloom induced most significant shift in bacterioplankton community composition in the surface layer (Laas et al. 2016). The bacterial populations associated with degradation of spring bloom derived organic matter became more abundant throughout the water column as the bloom progressed (sedimentation). In the hypoxic near-bottom layer specific heterotrophic bacterial populations became more abundant due their ability to utilize alternative terminal electron to oxygen (late spring and beginning of summer), thereby decreasing the relative abundance of chemolithoautotrophic bacteria that otherwise are dominant in that layer throughout the year (Laas et al. 2016). Hence, the degradation of spring bloom derived organic matter and the biogeochemical transformations carried out by involved heterotrophic bacteria depend both on biotic (phytoplankton community composition) and abiotic conditions throughout the water column (availability of oxygen below pycnocline).

The entrapment and feeding of the mixotrophic ciliate *Mesodinium rubrum* in the mucus threads in cultures with toxic *Dinophysis* was described and quantified (Ojamäe et al. 2016a). In cooperation with scientific group from University of Copenhagen the it was documented for the first time that kleptochloroplasts (without prey nuclear material) taken up by *D. acuta* exhibit photoregulation, where photosynthetic pigments are produced to improve growth under both high and low irradiances (Hansen et al. 2016). The obtained results help to explain how *D. acuta* is able to survive for extended periods experiencing prey starvation and low light environment. The evidence of phosphate and nitrate uptake by the migratory dinoflagellate *H. triquetra* in a cold environment in the absence of light was documented (Ojamäe et al. 2016b) verifying the previous hypothesis based on field studies in the stratified Baltic Sea.

## Olulisemad teaduspublikatsioonid

- Kikas, Villu; Lips, Urmas (2016). Upwelling characteristics in the Gulf of Finland (Baltic Sea) as revealed by Ferrybox measurements in 2007–2013. *Ocean Science*, 12, 843–859, 10.5194/os-12-843-2016.
- Laas, Peeter; Šatova, Elina; Lips, Inga; Lips, Urmas; Simm, Jaak; Kisand, Veljo; Metsis, Madis (2016). Near-Bottom Hypoxia Impacts Dynamics of Bacterioplankton Assemblage throughout Water Column of the Gulf of Finland (Baltic Sea). *PLoS ONE*, 1–19, 10.1371/journal.pone.0156147.
- Lips, Urmas; Zhurbas, Victor; Skudra, Maris; Väli, Germa (2016c). A numerical study of circulation in the Gulf of Riga, Baltic Sea. Part II: Mesoscale features and freshwater transport pathways. *Continental Shelf Research*, 115, 44–52, 10.1016/j.csr.2015.12.018.
- Ojamäe, K.; Hansen, P.J.; Lips, I. (2016a). Mass entrapment and lysis of *Mesodinium rubrum* cells in mucus threads observed in cultures with *Dinophysis*. *Harmful Algae*, 55, 77–84.
- Sildever, S.; Seftom, J.; Lips, I.; Godhe, A. (2016). Competitive advantage and higher fitness in native populations of genetically structured planktonic diatoms. *Environmental Microbiology*, 18, 4403–4411, 10.1111/1462-2920.13372.

## Koostöö teiste TA asutuste ja ettevõtetega

Eesti teadus- ja arendusasutused, ministeeriumid ja ametkonnad ning ettevõtted:

- TTÜ teised struktuuriüksused, sh
  - Biorobotika Keskus (Lakshmi),
  - Matemaatika-loodusteaduskonna geenitehnoloogia instituut (metagenoomika),
  - Ehitusteaduskonna mehaanikainstituut (veealune müra) ja teedeinstituut (Eesti Keskkonnaobservatoorium),
  - TTÜ Geoloogia Instituut (SedGof) jne,
- TÜ Eesti Mereinstituut (avamere seire, MSRD rakendamine jmt) jt TÜ struktuuriüksused (Eesti Keskkonnaobservatoorium), tehnoloogiasinstituut (bakterid),
- TLÜ (SedGof; bakterid),
- EMÜ (Eesti Keskkonnaobservatoorium, arendustööde seire),
- Eesti Geoloogiakeskus (SedGof),
- Keskkonnaministeerium (osalemine HELCOM töös, MSRD ja muude direktiivide ning konventsioonide rakendamine),
- Keskkonnaagentuur (avamere seire),
- Eesti Keskkonnauuringute Keskus (ohtlike ainete uuringud, MSRD rakendamine),
- Keskkonnaamet (kiirgusseire),
- Vee-ettevõtted (suublate seire, segunemispirkonna hinnangud),
- KMH ja planeeringutega tegelevad konsultatsioonifirmad: Artes Terrae, Alkranel jt (keskkonnamõtjude hindamine, merealade ruumiline planeerimine).

Rahvusvaheline koostöö:

- EuroGOOS (ww.eurogoos.eu), BOOS (SMHI, Rootsi; BSH, Saksamaa; IOPAN, Poola jt) ja Ferrybox (HZG, Saksamaa; HCMR, Kreeka jt) konsortsiumid,
- Institute for Baltic Sea Research, Warnemünde (Saksamaa) – sh ühisekspeiditsioonid, külalisteadurid, GETM mudeli rakendamine protsessi uuringutes, Läänemere mikroobid jne,



- Finnish Meteorological Institute (Soome) – ühiseksperimendid, infrastruktuuri arendamine,
- Finnish Environment Institute (Soome) – Soome lahe koostöö, Ferrybox, mikroprügi, tsüstid jt,
- Danish Meteorological Institute - Baltic Checkpoint jt projektid,
- Latvian Institute of Aquatic Ecology (Läti) – ühisekspeditsioonid, teaduslik koostöö,
- St. Peterburi teadusasutused – Institute of Oceanography, Scientific Research Centre for Ecological Safety, jt,
- GEOMAR (Saksamaa) – gliderite kasutamine,
- University of Gothenburg, Department of Marine Sciences (Rootsi) – tsüstide jaotus Läänemeres, fütoplanktoni geneetika,
- University of Copenhagen, Department of Biology (Taani) – laborikatsed mikroorganismidega,
- University of Helsinki, Department of Food and Environmental Sciences (Soome) – metagenoomika,
- Alfred Wegner Institute (Saksamaa) – mikroprügi, JPI Oceans.

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

#### **Uurimisrühma koosseis**

Urmas Raudsepp, juhtivteadur, professor, modellemise ja kaugseire osakond – uurimisrühma juht

Jüri Elken, professor

Modellemise ja kaugseire osakond

Ira Didenkulova, vanemteadur

Tarmo Kõuts, vanemteadur

Rivo Uiboupin, vanemteadur

Liis Sipelgas, vanemteadur

Priidik Lagemaa, vanemteadur

Tomas Torsvik, vanemteadur

Natalja Fateeva, teadur

Ove Pärn, teadur

Ilja Maljutenko, nooremteadur, doktorant

Mihhail Zujev, nooremteadur, doktorant

Sander Rikka, nooremteadur, doktorant

Laura Siitam, nooremteadur, doktorant

Mariliis Kõuts, nooremteadur, doktorant

Edith Soosaar, insener

Svetlana Verjovkina, insener, doktorant

Kaimo Vahter, insener

Siim Pärt, insener

Jekaterina Izotova, insener

Henri Rästas, tehnik,

Kaari Laanemäe, tehnik, magistrant

Age Arikas, tehnik, magistrant

## Teadustöö lühikirjeldus

Läänemere suuremastaabiliste tsirkulatsioonimustrite ja biogeokeemiliste väljade jaotuse põhjus-tagajärg seoste uurimine. Kaugseire andmetel (satelliit, droon, kaldaradar) ja bio-optilistel mõõtmistel põhinevate meetodite arendamine ja operatiivne rakendamine merekeskkonna seires: veekvaliteet, füüsikalised parameetrid, merejää, lainetus, meretuul. Kaugseire andmete masstöötlamine ja statistiline analüüs merekeskkonna protsessiuuringuteks. Mere operatiivsete mõõtesüsteemide ja integreeritud reaalaaja andmeedastuse arendamine, testimine ja rakendamine. Ühildatud tsirkulatsiooni-lainetuse-jää-atmosfääri mudelite arendamine kliima- ja protsessiuuringuteks, lühikese viibeajaga mereteenuste arenduseks ja järelanalüüsiks. Lainetus ja lainetusega seotud nähtused: tsunamid, ekstreemsed lained, laevalained, siselained, nende dünaamika rannikutsoonis ja mõju rannikule.

Research on cause-response relationships of large-scale circulation patterns and biogeochemical fields in the Baltic Sea. 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. Bulk processing and statistical analysis of large remote sensing datasets for process studies in marine research. Development, testing and implementation of real time marine operational measurement systems. Development of coupled circulation-wave-ice-atmospheric models for climate and process oriented studies, near-real time marine services and reanalyses. 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.

## Uuringutegevused 2016

Jätkati Läänemere lainetuse, tsirkulatsiooni ja biogeokeemiliste protsesside numbrilist modelleerimist. Arendati edasi numbriliste mudelite tulemuste valideerimise meetodeid ja ühildati need meetodid erinevate Euroopa merede jaoks. Uuriti laevadelt merre sattuva reostuse levikut ja mõju Läänemere ökosüsteemile kasutades ühildatud 3-mõõtmelist tsirkulatsiooni ja biogeokeemia mudelit. Teostati Peipsi ja Võrtsjärve tsirkulatsiooni ja toitainete ringluse mitmeaastased simulatsioonid. Väikese ruumimastaabiga protsesside uuringu valdkonnas teostati arvutused kõrglahutusliku mudeliga (horisontaalne võrgusamm ligikaudu 2 meetrit), et selgitada erinevate rannikurajatiste konfiguratsioonide mõju setete lokaalsele levikule Tallinna lahe rannikutsooni näitel.

Uuriti lainetuse ja hoovuste vastasmõju, et hinnata 1) lainetuse mõju veetasemele, hoovustele ja temperatuurile; 2) hoovuste ja veetaseme mõju olulisele lainekõrgusele. Ühildatud lainetuse ja tsirkulatsiooni mudeliga tehti numbrilised simulatsioonid Läänemeres, et saada kvantitatiivsed hinnangud Stokes-Coriolis jõu suuruse, lainetusest sõltuva liikumishulga ülekande ja kineetilise energia voo jaoks. Kõrglahutusega lainemudeliga teostati arvutused Soome arhipelaagi piirkonnas, et testida SWAN/WAM ja WAVEWATCH mudeleid (koostöös Soome Meteoroloogia Instituudiga). Läänemere jaoks rakendati operatiivne 1-meremiilise lahutusega WAM mudel. Jätkati uuringuid lainetuse mõjust põhjataimestikule ja rannajoone muutustele.

Täpsustati kaugseire algoritme/meetodeid lainevälja parameetrite (oluline lainekõrgus, laine leviku suund, lainepikkus) arvutamiseks SAR ja kaldaradari andmetest. Analüüsiti aktiivse ja passiivse kaugseire 16-aastase perioodi andmeid jäätingimuste statistiliseks kirjeldamiseks Läänemeres.

Jätkati tsunamide, ekstreemsete ja mittelineaarsete lainete teooria ja dünaamika alaseid analüütilisi, eksperimentaalseid ja numbrilisi uuringuid.

Arendati edasi õlireostuse avastamise ja leviku jälgimise metoodikat kasutades FerryBox süsteemi, õlireostust jälgivat triivpoid, kaldaradari andmeid ja drooni tehnoloogiat. Rakendati kaldaradariga mõõdetud väga suure lahutusega lainevälja ja merejää andmehulkade töötlemise metoodika. Täiustati insener-tehnilisi lahendusi reaalaja veetaseme ja lainetuse mõõtmisvõrgustiku parema töökindluse ja stabiilsuse tagamiseks.

Numerical modelling of waves, circulation and biogeochemical processes in the Baltic sea was continued. Validation methods for numerical model results were further elaborated and harmonized for different European seas. Impact of pollution from shipping on the Baltic Sea marine ecosystem and dispersion of pollutants were studied by applying 3D hydrodynamics model coupled with biogeochemical model. The multi-year simulations of the circulation and nutrient dynamics in Lake Peipus and the Võrtsjärv were performed. In a fine spatial scale, the impact road construction on SPM concentrations were studied by applying high-resolution model in the coastal zone of the Tallinn Bay.

The wave-current interactions were studied to estimate the effect of wave fields on sea level, water currents and temperature, and sea surface currents and sea level height on significant wave height. Wave and circulation models were coupled and numerical simulation were made in the Baltic Sea in order to quantify the effects of Stokes-Coriolis forcing, wave dependent momentum transfer and wave dependent kinetic energy flux. High-resolution wave modelling for Finnish Archipelago area was performed in order to test the performance of SWAN/WAM and WAVEWATCH models (in co-operation with FMI). WAM with 1 nm resolution was set up operationally for the Baltic Sea in the framework of Copernicus activities. Research of wave impact on benthic communities and shoreline changes was continued.

Remote sensing algorithms/methods for retrieval of wave field parameters (significant wave height, wave propagation direction, wavelength) from space borne synthetic aperture radar (SAR) and coastal radar imagery were elaborated. An analysis of active and passive remote sensing imagery was carried out to describe statistically the ice conditions in the Baltic Sea over 16 year period.

Analytical, experimental and numerical studies of tsunami, rough wave and nonlinear wave theory and dynamics was advanced.

An oil spill detection and monitoring system consisting of a ferry-box system, innovative buoys, coastal radar data and UAV technology was further developed and tested. Methodology for processing of a very high resolution wave and ice data from coastal radar observations was implemented. Engineering solutions for reliability and persistency of real-time sea level and wave measurement network were refined.

## **Olulisemad teadustulemused (ilmunud publikatsioonide põhjal)**

Näidati, et lainetuse poolt tekitatud jõu arvestamine on oluline paremate tulemuste saamiseks meretaseme ja hoovuste simuleerimisel (Staneva et al., 2017). Lainete murdumise koefitsiendi ajalis-ruumilise muutlikkuse arvestamine täpsustab soojusvahetust vee-õhu piiril, parandades modelleeritud veetemperatuuri kokkulangevust mõõtmistega (Alari et al., 2016). Mere veetaseme ja hoovuste arvestamisel suureneb oluline lainekõrgus madalas meres ja piirkondades, kus lainete levikusuund ja hoovuste suund on vastupidised. Läänemere idaosa sügavamates piirkondades, kus lainetus ja pinnahoovused levisid samas suunas, toimus olulise lainekõrguse vähenemine (Viitak et al., 2016). Seega on lainetuse ja tsirkulatsioonimudelite ühendamine oluline, et saada paremaid tulemusi mere veetaseme ja lainevälja evolutsiooni

jaoks eriti tormide korral (Staneva et al., 2017; Viitak et al., 2016), samuti täpsemaid hoovuse kiiruse vertikaalseid profiile (Staneva et al., 2017) ja mere pinnatemperatuure (Alari et al., 2016). Rikka et al. (2017) tulemused näitasid, et kaugseire (SAR) andmeid saab kasutada lainevälja peenstruktuuri analüüsiks rannikutsoonis.

Lainetus mõjutab makrovetikate jaotust ja dünaamikat kirde-Läänemeres, kuid kas see mõju on makrovetikate kasvule positiivne või negatiivne sõltub konkreetsest asukohast (Herkül et al., 2016). Mudeluuringud näitasid lainetuse-hoovuste-veetaseme tõusu koostoime mõju rannajoone ja põhjatopograafia muutustele tormi St. Jude (Christian) ajal (Tõnisson et al., 2016). Kliimaprojektsioonide andmete analüüsi tulemusena saadi, et ajaliselt ja ruumiliselt muutuv laineväli ning üldine lainetuse tugevnemine põhjustab intensiivsemat rannikuerosiooni üleminekutsoonides ja akumulatsiooni suurenemist lahtedes (Suursaar et al., 2016).

Kaugseire andmete (2002-2011) analüüsist selgus, et jääperioodi kestus Liivi lahes on vahemikus 68 kuni 146 päeva, ja ka maksimaalne jääkate ulatus varieerub aastast aastasse suurtes piirides – 329 kuni 15,350 km<sup>2</sup> (Siitam et al., 2017). Jääkate esineb kõige sagedamini ja on pikima kestusega merepiirkondades, kus sügavus on alla 15 meetri. Täpsemad tulemused jäätüüpide määramisel saadi SAR kujutistelt, kui radarikiire langemisnurk oli suurem kui 44 kraadi ja oli kasutatud monostaatilist mõõtmiste režiimi (Laanemäe et al., 2016).

Kõrglahutusega mudeliga (horisontaalne võrgusamm 125 m, arvestab sub-mesomastaapseid protsesse) uuriti Daugava jõe väljavoolu evolutsiooni. Simulatsioon näitas, et tugeva jõevee sissevoolu korral (iseloomustab suur Rossby arv) võib jõe väljavool suudme lähedal jaguneda kaheks haruks, millede vahele jääb intensiivse segunemise ala (Soosaar et al., 2016). Geostroofiline tasakaal tekib jõe väljavoolust moodustunud antitsüklaonaales tsirkulatsioonipesas, väljaarvatud intensiivse segunemise ala, 1.5 ööpäeva peale sissevoolu algust.

Selleks, et parandada tsunamide põhjustatud kahjude leevendamismeetmeid ja hoiatussüsteemi on vajalik tsunamidega seotud protsessidest parem arusaamine, st tuleks laiendada tsunami leviku, tsunami riskide hindamise, tsunami avastamise ja prognoosi alaseid uuringuid (Hebert et al., 2016). Näidati, et tsunami-sarnased laineid saab edukalt tekitada kolvi tüüpi lainegeneraatoris (Schimmels et al., 2016) ning uurida nende levikut ja tõusu (Sriram et al., 2016). Ekstreemsed lained võivad endaga kaasa tuua looduskatastroofe (Didenkulova et al., 2016c). Ekstreemsete lainete eluiga võib küündida 30–60 laine perioodini, sõltuvalt vee sügavusest ja maksimaalsed laine kõrgused on ligikaudu kolm korda suuremad olulisest lainekõrgusest (Slunyaev et al., 2016). Laine mittepeegelduv levik tekitab laine maksimaalse võimenduse ja laineenergia leviku üle pika vahemaa, samas kui laine dispersiooniefektid võimaldavad ekstreemse laine formeerumist mitmete kanalite konfiguratsioonide korral (Didenkulova and Pelinovsky, 2016). Laine tõusukõrgus paraboolse ristlõikega lahe rannikul on võrdeline nõlvale saabunud laine järskusega ja tulemusena võib tekkida anomaalne laine tõusukõrgus rannikul (Didenkulova et al., 2016a). Kui sein on ehitatud kumerale põhjaprofiilile, mis on sügavas vees, siis laine peegeldub seinalt ilma kuju ja faasi muutmata. Kui seina nihutada kalda suunas, siis laine kuju muutus on keeruline (Didenkulova et al., 2016b).

The wave-induced forcing represents an important mechanism for improving water level and current predictions (Staneva et al., 2017). Accounting for a spatio-temporally varying wave-breaking coefficient results in modified heat exchange at the water-air boundary, which improves simulated water temperature compared to the observations (Alari et al., 2016). The effect of sea level height and currents resulted in an increase in the wave height in shallower waters and in areas where waves and surface currents were propagating in opposite directions. In deeper parts of the eastern Baltic Sea and in case of waves and surface

currents propagating in the same direction a decrease of wave height occurred (Viitak et al., 2016). Thus, a coupling of wave and circulation models is necessary to obtain a better estimates of sea surface height and evolution of wave field, especially during storm events (Staneva et al., 2017; Viitak et al., 2016), vertical velocity profile (Staneva et al., 2017) and sea surface temperature (Alari et al., 2016). The results of Rikka et al. (2017) indicate that space borne SAR data can be used for analyzing fine scale wave field variations in the coastal zone.

The distribution and temporal dynamics of macrobenthos in the north-eastern Baltic Sea was affected by wave height, but the direction and magnitude of the effects were site-specific (Herkül et al., 2016). Modelling study indicated some wave-current-surge interaction effects on shoreline and topographic changes during a severe European storm referred to as St. Jude (Christian) (Tõnisson et al., 2016). The climate projections showed spatially and temporally varying wave fields and a slight overall increase, which indicates that shoreline erosion will probably increase in transitional zones while accumulation increases within bays (Suursaar et al., 2016).

Analysis of remote sensing data from 2002-2011 showed that the ice season length in the Gulf of Riga ranged from 68 to 146 days, and the maximum ice extent varied greatly from 329 to 15,350 km<sup>2</sup> (Siitam et al., 2017). The ice is more frequent and lasts longer in areas where the depth is less than 15 m. The best result for ice type discrimination was achieved when SAR images with a high incidence angle (> 44 degrees) and monostatic imaging mode were used (Laanemäe et al., 2016).

Large-scale mean flow is nearly depth uniform along the thalweg in the Gulf of Finland during winter, and a layered inflow-outflow during summer (Lilover et al., 2016). On the coastal slopes the flow exhibits a layered structure in both the winter and summer seasons. Two-month long simulations of freely settling passive tracer released in the 0-10 m surface layer showed the travelling distance of 10-30 km from the release point before being deposited (Sildever et al., 2016).

While taking into account sub-mesoscale dynamics in high spatial resolution numerical model simulations, we found that in the case of a high inflow Rossby number, the river inflow might split into two jets, with strong mixing zone in-between, in the plume near-field region (Soosaar et al., 2016). The geostrophic balance is valid for the entire mid-field of the river bulge, except during the 1-1.5 rotation period at the beginning of the bulge formation.

Understanding of tsunami processes to improve mitigation and enhance early warning requires extended research on tsunami propagation, tsunami risk assessment, tsunami detection and forecast (Hebert et al., 2016). It was shown that tsunami-like waves can be successfully generated with a piston type wave maker (Schimmels et al., 2016) and their propagation and run-up to be studied (Sriram et al., 2016). So-called rogue waves are another natural disaster (Didenkulova et al., 2016c). The lifetimes of rogue events may reach up to 30-60 wave periods depending on the water depth and the maximum observed wave has a height of about three significant wave heights (Slunyaev et al., 2016). Non-reflecting wave propagation provides extreme wave amplification and the transfer of wave energy over large distances, while dispersive effects allow formation of a rogue wave in several types of water channels (Didenkulova and Pelinovsky, 2016). The wave run-up height on the coast of a bay with a parabolic cross-section is directly proportional to the steepness of a wave that arrives at the slope and can lead to the anomalous run-up of waves on the coast (Didenkulova et al., 2016a). When the wall built on a convex bottom profile is located in "deeper water", then a wave is reflected from the wall without changing its shape and phase. If the wall is shifted towards the shore, the shape of the wave changes in a complex way (Didenkulova et al., 2016b).

## Olulisemad teaduspublikatsioonid

- Alari, Victor; Staneva, Joanna; Breivik, Oyvind; Bidlot, Jean-Raymond; Mogensen, Kristian; Janssen, Peter (2016). Surface wave effects on water temperature in the Baltic Sea: simulations with the coupled NEMO-WAM model. *Ocean Dynamics*, 66 (8), 917–930, 10.1007/s10236-016-0963-x.
- Didenkulova Ira, Pelinovsky Efim (2016). On shallow water rogue wave formation in strongly inhomogeneous channels. *Journal Of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 49, 194001.
- Slunyaev, A., A. Sergeeva, I. Didenkulova (2016). Rogue events in spatiotemporal numerical simulations of unidirectional waves in basins of different depth. *Natural Hazards*, 84 (2S), S549–S565.
- Soosaar, Edith; Maljutenko, Ilja; Uiboupin, Rivo; Skudra, Maris; Raudsepp, Urmas (2016). River bulge evolution and dynamics in a non-tidal sea – Daugava River plume in the Gulf of Riga, Baltic Sea. *Ocean Science*, 12 (2), 417–432, os-12-417-2016.
- Suursaar, Ü.; Tõnisson, H.; Alari, V.; Raudsepp, U.; Rästas, H.; Anderson, A. (2016). Projected Changes in Wave Conditions in the Baltic Sea by the end of 21st Century and the Corresponding Shoreline Changes. *Journal of Coastal Research*, 75, 1012–1016.

## Koostöö teiste TA asutuste ja ettevõtetega

Eesti teadus- ja arendusasutused, ministeeriumid ja ametkonnad ning ettevõtted:

- TTÜ teised struktuuriüksused, sh
  - MEKTORY- TTÜ tudengisateliidi programm
- TÜ Eesti Mereinstituut - lainetuse mõju põhjaelustikule ja rannaprotsessidele
- TÜ Maateaduste ja ökoloogia Instituut -
- TLÜ - lainetuse mõju rannaprotsessidele
- Tartu Observatoorium- kaugseire
- EAS'i Eesti kosmosebüroo – Eesti seisukohtade esindamine Euroopa Kosmose Agentuuris (ESA)
- Veeteede Amet - laevade kasutamine inimeste ja varustuse transpordiks, seadmete testimiseks ning rakenduste (nt jääsurutise prognoos) arendamiseks, tuletornide ja navigatsioonipoide rakendamine mõõtejaamade paigaldamiseks ning meteoroloogiliste ja okeanograafiliste parameetrite registreerimiseks ning veebirakendused tulemuste esitamiseks veebikeskkonnas (nt metoc portaal);
- Keskkonnaagentuur - mõõtmised, prognoosid, mereseire teenuste arendus;
- Maa-amet - geodeetilised andmed
- Eesti Keskkonnauuringute Kesklabor - rannikumere, Võrtsjärve ja Peipsi järve seisundi modelleerimine ja hindamine
- AS Saarte Liinid: ettevõtte sadamatesse paigaldatud meteo- ja meretasemejaamade (+ lainetus, hoovus, temp, soolsus) opereerimine, veebirakendused andmete presenteerimiseks;
- AS Pärnu Sadam - ettevõtte sadamas meteo- ja meretasemejaamade (+ lainetus, hoovus, temp) opereerimine, veebirakendused andmete presenteerimiseks
- PTR-grupp - mõõteaparatuuri arendamine, ettevalmistamine eksploatatsiooniks, andmeside, kogutud andmete esmatöötlus ja presenteerimine;

- Vertijevi Ehitusühistu - on-line mõõtejaamade tehniline tugi, remondid, seadmete paigaldus  
Rahvusvaheline koostöö:
- University of Helsinki – mereoptika ja kaugseire
- Finnish Meteorological Institute – operatiivsete prognoosimudelite arendused
- Danish Meteorological Institute – operatiivsete prognoosimudelite arendused
- Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH , Germany - Baltic Earth, NEMO-WAM coupling
- Plymouth Marine Laboratory, UK, Implementation of ERSEM to the Baltic Sea
- Meteorological Institute, University of Hamburg, Germany, On extreme events (extreme value statistics, extremes in climatology, etc.), meteo tsunamis and their modeling
- University of Bologna, Italy, On landslide generated tsunamis and their modeling
- Université Savoie Mont Blanc, France, On modeling of long wave runup on the beach
- Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Russia, On different sea and ocean hazards and their modelling
- Norwegian Meteorological Institutemet.no, Bergen, Norway, On rogue and freak waves
- Detnorskeveritas, Norway, On rogue and freak waves
- ESA - (Euroopa Kosmoseagentuur)
- Saksamaa Kosmoseagentuur (DLR)- satelliitpiltide analüüs.

### 2.3. Tunnustused

Urmas Lips: TTÜ nõukogu nominatsioon riigi teaduspreemiale geo- ja bioteaduste alal uurimuste tsükli „Erinevat mastaapi protsesside ahel Läänemere kihistunud lahtede üldseisundi ja olekumustrite kujunemisel“.

### 2.4. Rahvusvaheline teaduskorralduslik tegevus

Ira Didenkulova

- Member of the Editorial Board of Earth System Dynamics, Copernicus;
- Deputy President of Natural Hazards division at the European Geosciences Union;
- Member of the Editorial Board of Journal of Ocean Engineering and Marine Energy, Springer;
- Member of the International Tsunami Commission;
- Member of the Expert Council of the Rogue Wave Research Center;
- Member of the Editorial Board of Natural Hazards and Earth System Sciences, Copernicus;
- 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](http://www.iugg.org)

Ain Kallis

- *WMO* Kliimauuringute Programmi (*WRCP*) päikesekiirguse baasjaamade võrgu (*BSRN*) spektraalmõõtmiste töörühma liige

- *Eco-Ethics International Union*, Eesti esindaja

Sirje Keevallik

- Rahvusvahelise teadusprogrammi *Baltic Earth* teadusnõukogu liige

Tarmo Kõuts

- *NATO STO (Science and Technology Organisation) MSTC (Maritime Science and Technology Expert Committee)* liige

Madis-Jaak Lilover

- *International Council for the Exploration of the Sea* töögrupi *Data and Information Group (DIG)* liige.

Inga Lips

- HELCOM eutrofeerumise töörühma liige
- HELCOM LAND mereprügi töörühma liige
- *ICES-IOC-SCOR GEOHAB* Läänemere uurimisrühma liige (*ICES-IOC-SCOR Study Group on GEOHAB in the Baltic*)

Urmas Lips

- HELCOM töörühma *STATE and CONSERVATION* kaasesimees
- Läänemere Keskkonnakaitse Komisjoni HELCOM ase-eesistuja
- Operatiivokeanograafia assotsiatsiooni *EuroGOOS AISBL* juhatuse liige
- Läänemere operatiivse okeanograafia süsteemi (*BOOS*) juhtkomitee esimees
- UNESCO Valitsustevahelise Okeanograafia Komisjoni (*IOC*) programmi *IODE* koordinaator Eestis

Urmas Raudsepp

- Eesti esindaja *JPI Climate* juures

Rivo Uiboupin

- Eesti delegaat Euroopa Kosmoseagentuuri (ESA) kaugseire programminõukogus – PB - EO
- Eesti delegaat Euroopa Kosmoseagentuuri (ESA) kaugseire programminõukogu toetavas töögrupis *DOSTAG (PB-EO/ Data Operations Scientific and Technical Advisory Group)*



### 3. Teadus- ja arendustegevuse andmed

#### 3.1. Publikatsioonid

1. A. Slunyaev, A. Sergeeva, I. Didenkulova (2016). Rogue events in spatiotemporal numerical simulations of unidirectional waves in basins of different depth. *Natural Hazards*, 84 (2S), S549–S565. 1.1.
2. Alari, Victor; Staneva, Joanna; Breivik, Oyvind; Bidlot, Jean-Raymond; Mogensen, Kristian; Janssen, Peter (2016). Surface wave effects on water temperature in the Baltic Sea: simulations with the coupled NEMO-WAM model. *Ocean Dynamics*, 66 (8), 917–930, 10.1007/s10236-016-0963-x. 1.1.
3. Bunse, C.; Bertos-Fortis, M.; Sassenhagen, I.; Sildever, S.; Sjöqvist, C.; Godhe, A.; Gross, S.; Kremp, A.; Lips, I.; Lundholm, N.; Rengefors, K.; Seftom, J.; Pinhassi, J.; Legrand, C. (2016). Spatio-temporal interdependence of bacteria and phytoplankton during a Baltic Sea spring bloom. *Frontiers in Microbiology*, 7 (517), 1–10, 10.3389/fmicb.2016.00517. 1.1.
4. Didenkulova Ira, Pelinovsky Efim (2016). On shallow water rogue wave formation in strongly inhomogeneous channels. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 49, 194001. 1.1.
5. Godhe, A.; Sjöqvist, C.; Sildever, S.; Seftom, J.; Harðardóttir, S.; Bertos-Fortis, M.; Bunse, C.; Gross, S.; Johansson, E.; Jonsson, P. R.; Khandan, S.; Legrand, C.; Lips, I.; Lundholm, N.; Rengefors, K. E.; Sassenhagen, I.; Suikkanen, S.; Sundqvist, L.; Kremp, A. (2016). Physical barriers and environmental gradients cause spatial and temporal genetic differentiation of an extensive algal bloom. *Journal of Biogeography*, 43 (6), 1130–1142, 10.1111/jbi.12722. 1.1.
6. Hansen, Per J; Ojamäe, Karin; Berge, Terje; Trampe, Erik C.L; Nielsen, Lasse T; Lips, Inga; Kühl, Michael (2016). Photoregulation in a kleptochloroplastidic dinoflagellate, *Dinophysis acuta*. *Frontiers in Microbiology*, 7 (785), 1–11, 10.3389/fmicb.2016.00785. 1.1.
7. I.Didenkulova, E.Pelinovsky, A.Rodin (2016). Run-up of surface waves on a sea wall built on a convex bottom profile. *Oceanology*, 56 (4), 483–490.1.1.
8. Kadaja, Jüri; Saue, Triin (2016). Effects of different irrigation and drainage regimes on yield and water productivity of two potato varieties under Estonian temperate climate. *Agricultural Water Management*, 165, 61–71, 10.1016/j.agwat.2015.11.011. 1.1.
9. Kikas, Villu; Lips, Urmas (2016). Upwelling characteristics in the Gulf of Finland (Baltic Sea) as revealed by Ferrybox measurements in 2007-2013. *Ocean Science*, 12, 843–859, 10.5194/os-12-843-2016. 1.1.
10. Laas, Peeter; Šatova, Elina; Lips, Inga; Lips, Urmas; Simm, Jaak; Kisand, Veljo; Metsis, Madis (2016). Near-Bottom Hypoxia Impacts Dynamics of Bacterioplankton Assemblage throughout Water Column of the Gulf of Finland (Baltic Sea). *PLoS ONE*, 1–19, 10.1371/journal.pone.0156147. 1.1.
11. Liblik, T; Karstensen, J; Testor, P; Alenius, P; Hayes, D; Ruiz, S; Heywood, K. J; Pouliquen, S; Mortier, L; Mauri, E. (2016). Potential for an underwater glider component as part of the Global Ocean Observing System. *Methods in Oceanography*, 50–82. 1.1.
12. Lips, Urmas; Kikas, Villu; Liblik, Taavi; Lips, Inga (2016). Multi-sensor in situ observations to resolve the sub-mesoscale features in the stratified Gulf of Finland, Baltic Sea. *Ocean Science*, 12 (3), 715–732, 10.5194/os-12-715-2016. 1.1.
13. Lips, Urmas; Zhurbas, Victor; Skudra, Maris; Väli, Germa (2016). A numerical study of circulation in the Gulf of Riga, Baltic Sea. Part II: Mesoscale features and freshwater

- transport pathways. *Continental Shelf Research*, 115, 44–52, 10.1016/j.csr.2015.12.018. 1.1.
14. Lips, Urmas; Zhurbas, Victor; Skudra, Maris; Väli, Germa (2016). A numerical study of circulation in the Gulf of Riga, Baltic Sea. PartI: Whole-basin gyres and mean currents. *Continental Shelf Research*, 112, 1–13, 10.1016/j.csr.2015.11.008. 1.1.
  15. Lozovatsky, I.; Wijesekera, H.; Jarosz, E.; Lilover, M.-J.; Pirro, A.; Silver, Z.; Centurioni, L.; Fernando, H. J. S. (2016). A snapshot of internal waves and hydrodynamic instabilities in the southern Bay of Bengal. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 121, 5898–5915. 1.1.
  16. Marianne Stenrød, Marit Almvik, Ole Martin Eklo, Anne Louise Gimsing, Roger Holten, Kai Künnis-Beres, Mats Larsbo, Linas Putelis, Katri Siimes, Inara Turka, Jaana Uusi-Kämpä (2016). Pesticide regulatory risk assessment, monitoring, and fate studies in the northern zone: recommendations from a Nordic-Baltic workshop. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 15779–15788. 1.1.
  17. O. Didenkulov, I. Didenkulova, E. Pelinovsky (2016). The run-up of nonlinearly deformed sea waves on the coast of a bay with a parabolic cross section. *Moscow University Physics Bulletin*, 71 (3), 323–328. 1.1.
  18. Ojamäe, K.; Hansen, P.J.; Lips, I. (2016). Mass entrapment and lysis of *Mesodinium rubrum* cells in mucus threads observed in cultures with *Dinophysis*. *Harmful Algae*, 55, 77–84, 10.1016/j.hal.2016.02.001. 1.1.
  19. Ojamäe, K.; Peterson, A.; Lips, I. (2016). Dark nutrient uptake at low temperature and subsequent light use efficiency by the Dinoflagellate *Heterocapsa triquetra*. *Marine Biology Research*, 12 (9), 978–985, 10.1080/17451000.2016.1216570. 1.1.
  20. Ptacnik, Robert; Gomes, Ana; Royer, Sarah-Jeanne; Berger, Stella A.; Calbet, Albert; Nejstgaard, Jens C.; Gasol, Josep M.; Isari, Stamatina; Moorthi, Stefanie D.; Ptacnikova, Radka; Striebel, Maren; Sazhin, Andrey F.; Tsagaraki, Tatiana M.; Zervoudaki, Soultana; Altoja, Kristi; Dimitriou, Panagiotis D.; Laas, Peeter; Gazihan, Ayse; Martínez, Rodrigo A.; Schabhüttl, Stefanie ... Pitta, Paraskevi (2016). A light-induced shortcut in the planktonic microbial loop. *Scientific Reports*, 1–10, 10.1038/srep29286. 1.1.
  21. S. Schimmels, V. Sriram, I. Didenkulova (2016). Tsunami generation in a large scale experimental facility. *Coastal Engineering*, 110, 32–41. 1.1.
  22. Schaffer, J.; Kanzow, T.; Jochumsen, K.; Lackschewitz, K.; Tippenhauer, S.; Zhurbas, V.; Quadfasel, D. (2016). Enhanced turbulence driven by mesoscale motions and flow topography interaction in the Denmark Strait Overflow plume. *Journal of Geophysical Research-Oceans*, 121 (10), 1–23, 10.1002/2016JC011653. 1.1.
  23. She, J.; Allen, I.; Buch, E.; Crise, A.; Johannessen, J.; Le Traon, P.Y.; Lips, U.; Nolan, G.; Pinardi, N.; Reissmann, J.; Siddorn, J.; Stanev, E.; Wehde, H. (2016). Developing European operational oceanography for Blue Growth, climate change adaptation and mitigation and ecosystem-based management. *Ocean Science*, 12, 953–976, 10.5194/os-12-953-2016. 1.1.
  24. Sildever, S.; Sefbom, J.; Lips, I.; Godhe, A. (2016). Competitive advantage and higher fitness in native populations of genetically structured planktonic diatoms. *Environmental Microbiology*, 18, 4403–4411, 10.1111/1462-2920.13372. 1.1.
  25. Soosaar, Edith; Maljutenko, Ilja; Uiboupin, Rivo; Skudra, Maris; Raudsepp, Urmas (2016). River bulge evolution and dynamics in a non-tidal sea – Daugava River plume in the Gulf of Riga, Baltic Sea. *Ocean Science*, 12 (2), 417–432, 10.5194/os-12-417-2016. 1.1.
  26. Suursaar, Ü.; Tõnisson, H.; Alari, V.; Raudsepp, U.; Rästas, H.; Anderson, A. (2016). Projected Changes in Wave Conditions in the Baltic Sea by the end of 21st Century and

- the Corresponding Shoreline Changes. *Journal of Coastal Research*, 1012–1016, 10.2112/SI75-203.1. 1.1.
27. Zhurbas, V.M.; Paka, V.T.; Rudels, B.; Quadfasel, D. (2016). Estimates of Entrainment in the Denmark Strait Overflow Plume from CTD/LADCP Data. *Oceanology*, 56 (2), 221–229. 1.1.
  28. Tõnisson, H.; Suursaar, Ü.; Alari, V.; Muru, M.; Ravis, R.; Kont, A.; Viitak, M. (2016). Measurement and Model Simulations of Hydrodynamic Parameters, Observations of Coastal Changes and Experiments with Indicator Sediments to Analyse the Impact of Storm St. Jude in October, 2013. *Journal of Coastal Research*, 1257–1261, 10.2112/SI75-252.1. 1.1.
  29. V. Sriram, I. Didenkulova, A. Sergeeva, S. Schimmels (2016). Tsunami evolution and run-up in a large scale experimental facility. *Coastal Engineering*, 111, 1–12. 1.1.
  30. Viitak, Marili; Maljutenko, Пја; Alari, Victor; Suursaar, Ülo; Rikka, Sander; Lagemaa, Priidik (2016). The impact of surface currents and sea level on the wave field evolution during St. Jude storm in the eastern Baltic Sea. *Oceanologia*, 58 (3), 176–186, 10.1016/j.oceano.2016.01.004. 1.1.
  31. Rjazin, J.; Pärn O. (2016). A Case Study of the Wind Impact on Ship Ice-sticking. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 10 (4), 583–585, 10.12716/1001.10.04.06. 1.2.
  32. О.И. Диденкулов, И.И. Диденкулова, Е.Н. Пелиновский (2016). Накат нелинейно деформированных морских волн на берег бухты параболического сечения. *Вестник МГУ. Физика. Астрономия.*, 3, 84–89. 1.2.
  33. Диденкулова И.И., Пелиновский Е.Н., Родин А.А. (2016). Накат поверхностных волн на стенку, установленную на выпуклом донном профиле. *Oceanologiya*, 56 (4), 529–536. 1.2.
  34. Rodin, Artem; Didenkulova, Ira; Pelinovsky, Efim (2016). Numerical study for run-Up of breaking waves of different polarities on a sloping beach. In: Pelinovsky, Efim; Kharif, Christian (Ed.). *Extreme Ocean Waves* (155–172). Cham: Springer. 3.1.
  35. Didenkulova, Ira; Pelinovsky, Efim; Sergeeva, Anna (2016). Runup of long irregular waves on plane beach. In: Pelinovsky, Efim; Kharif, Christian (Ed.). *Extreme Ocean Waves* (141–153). Cham: Springer. 3.1.
  36. Laanemäe, Kaari; Uiboupin, Rivo; Rikka, Sander; (2016). Sea Ice Type Classification in the Baltic Sea from TanDEM-x Imagery. *Proceedings of EUSAR 2016: 11th European Conference on Synthetic Aperture Radar: 11th European Conference on Synthetic Aperature Radar, Hamburg, Germany, 6-9 June 2016*. Berlin: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, 657–660. (EUSAR Proceedings). 3.1.

### 3.2. Teadus- ja arendustegevuse teemad ja projektid

#### Institutsionaalne uurimisteema

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

#### Siseriiklikud projektitoetused

| Kood     | Nimetus                                                                     | Juhtisik         | Finantseerija |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------|
| KIK14178 | Operatiivse merekaugseire rakenduse käivitamine: merejää ja tuul            | Rivo Uiboupin    | SA KIK        |
| KIK15023 | Soome lahe aasta 2014 lõpukonverentsi korraldamine Tallinnas novembris 2015 | Urmas Lips       | SA KIK        |
| KIK16010 | Eesti mereala keskkonnaseisundi hindamine kasutades bioindikaatorit         | Natalja Kolesova | SA KIK        |

#### Siseriiklikud TA teenuslepingud

| Kood     | Nimetus                                                                                               | Juhtisik                     | Finantseerija     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------|
| Lep14148 | MSRD nõuetele vastav meetmekava                                                                       | Urmas Lips                   | SEI Tallinn       |
| Lep15019 | Rohuküla sadama süvendustööde seire                                                                   | Inga Lips / Natalja Kolesova | AS Saarte Liinid  |
| Lep15058 | Eesti merestrategia meetmekava KSH                                                                    | Taavi Liblik                 | MKM               |
| Lep15060 | Avamere seire 2015                                                                                    | Inga Lips                    | Keskonna-agentuur |
| LEP16018 | Konsultatsiooniteenus EAS esindamiseks ESA töörühmades ESA PB-EO ja PB-EO DOSTAG                      | Rivo Uiboupin                | EAS Kosmosebüroo  |
| LEP16038 | Mereuuringute läbiviimine kooskõlas Ranna tee 1 DP keskkonnamõju strateegilise hindamisega            | Ants Erm                     | Skepast&Puhkim AS |
| LEP16069 | Avamere seire 2016                                                                                    | Inga Lips                    | Keskonna-agentuur |
| LEP16072 | Kiirgusseire 2016                                                                                     | Natalja Kolesova             | Keskonnaamet      |
| LEP16075 | Lahepere ja Lohusalu lahtede veevahetuse ja hajumistingimuste määramine                               | Taavi Liblik                 | Alkranel OÜ       |
| LEP16090 | Tallinna Paljassaare reoveepuhasti süvameresule ja ajutisele väljalasule avalduva mere mõju kirjeldus | Urmas Lips                   | AS Tallinna Vesi  |
| LEP16096 | Ohtlike ainete segunemiskiirkonna määramine pinnavees AS Estonian Cell heitvee väljalasu piirkonnas   | Urmas Lips                   | AS Estonian Cell  |

|           |                                                                                                                         |                  |                       |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|
| LEP16118  | Käina lahe – Kassari MKA Käina lahe ja Vaemla lahe seisundi ning veeregulaatorite töö efektiivsuse uuring 2017          | Urmas Lips       | Keskkonnaamet         |
| LMIN16019 | Eesti mereala survetegurite indeksi väljatöötamine ja rakendamine                                                       | Urmas Lips       | Keskkonnaministeerium |
| LMIN16022 | HELCOM eesistumise perioodiks ase-eesistuja, sh HELCOM State & Conservation töörühma kaas-eesistuja ülesannete täitmine | Urmas Lips       | Keskkonnaministeerium |
| LMIN16036 | Veesamba mikrorügi pilootseire Eesti merealal                                                                           | Inga Lips        | Keskkonnaministeerium |
| LMIN16087 | Tallinna lahe seisundi parandamise meetmete katsetamine ja mõju hindamine                                               | Kai Künnis-Beres | Keskkonnaministeerium |
| LMIN16104 | Mereala planeeringu alusuuring: jääolude analüüs ja kaartide koostamine                                                 | Rivo Uiboupin    | Rahandusministeerium  |

### Välismaised projektitoetused

| Kood      | Nimetus                                                                                                                      | Juhtisik                  | Finantseerija              |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| V16027    | Baltic SEA inteGrated unmanned aerial vehicLE multifunctional monitoring system for resurveying of shipping routes” (SEAGLE) | Rivo Uiboupin             | EUSBSR Seed Money Facility |
| V665      | Hinnangu andmine merekeskkonna ökosüsteemipõhiseks korraldamiseks Soome lahe merepõhja ja setete näitel                      | Urmas Lips                | EEA Grants                 |
| VEU663    | Õlireostuse varajase avastamise süsteem Läänemere jaoks (GEOILWATCH)                                                         | Tarmo Kõuts               | BONUS INNO                 |
| VEU670    | Rannikuradarite kasutamine keskkonnaseire eesmärkidel (HARDCORE)                                                             | Tarmo Kõuts               | BONUS INNO                 |
| VEU676    | Laevavakkide keskkonnamõju hindamine (SWERA)                                                                                 | Tarmo Kõuts               | BONUS INNO                 |
| VEU15017  | Läänemere jätkusuutlik laevandus ja keskkond (SHEBA)                                                                         | Urmas Raudsepp            | BONUS                      |
| VFP592    | Uued praktilised sammud Euroopa teaduslaevastike liidu poole (Eurofleets 2)                                                  | Urmas Lips                | EC FP7                     |
| VFP15016A | Sensidid laiaulatuslikuks ookeanipõhja hüdrodünaamiliseks kujutamiseks (Lakhsmi)                                             | 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                      |

### Välismaised TA teenuslepingud

| Kood    | Nimetus                                                                                                                                                             | Juhtisik       | Finantseerija                         |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| 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                            |
| VA16010 | Operatiivse ühildatud tsirkulatsiooni-lainemudeli arendamine (WAVE2NEMO)                                                                                            | Victor Alari   | Mercator Ocean                        |
| VA16038 | EMODnet mereandmete operatiivne hõive ja kasutus                                                                                                                    | Urmas Lips     | Mariene Informatie Service 'MARIS' BV |
| VA633   | MARE/MARE/2012/10 "Meremajandamise alusteadmiste suurendamine: mereandmete kogumine ja levitamine merepõhja kaardistamiseks" - Keemia andmestik (EMODNET-Chemistry) | Inga Lips      | OGS, Italy                            |
| VE675   | Leping EMODnet Physics konsultandi teenuste osutamiseks                                                                                                             | Urmas Lips     | ETT S.p.A                             |

### 3.3. Teadusürituste korraldamine

Alustati ülelinnaliste seminaride seeriaga, kus väljapaistvad teadlased esinevad ettekandega enda poolt uuritava teema kohta. 15. detsembril esines Soome Keskkonnainstituudi (SYKE) juhtivteadur Seppo Kaitala ettekandega „Visualisation, management and quality control in Alg@line monitoring“

### 3.4. Välitööd

Välitööde juures oli oluliseks arenguks Keri avamere jälgimise püsijaama täies mahus tööle hakkamine riikliku programmi "Eesti Teaduse Teekaart" objekti "Eesti Keskkonnaobservatoorium" raames.

#### 3.4.1. Uurimislav Salme

| Kuu-päevad | Tööde kirjeldus                                              | Vastutav                    | Projekt               | Päevad     |
|------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|
| 16.-17.01  | Avamere seire (2015.a. leping) ja bioindikaatori KIK projekt | F. Buschmann<br>N. Kolesova | Lep15060<br>KIK16010  | 1,0<br>1,0 |
| 19.-22.01  | Avamere seire (2015.a. leping)                               | V. Kikas                    | Lep15060              | 3,5        |
| 28.02      | IUT19-6, Keri jaama paigaldus                                | U. Lips                     | IUT196                | 1          |
| 15.03      | IUT19-6, Keri jaam                                           | U. Lips                     | IUT196                | 1          |
| 05.04      | IUT19-6, Keri jaam                                           | U. Lips                     | IUT196                | 1          |
| 21.-25.04  | Avamere seire, mikroprügi                                    | F. Buschmann                | Lep16069<br>LMIN16036 | 4,5<br>0,5 |

|                        |                                   |                         |                        |            |
|------------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|------------|
| 26.-28.04              | Linnuvaatlused, Kunda             | U. Lips                 | Lep 1/2015             | 1,5        |
| 04.05                  | IUT19-6, Kolga-Keri eksperiment   | U. Lips                 | IUT196A,C              | 1          |
| 10.-11.05              | IUT19-6, Kolga-Keri eksperiment   | U. Lips                 | IUT196A,C              | 2          |
| 16.05                  | IUT19-6, Kolga-Keri eksperiment   | U. Lips                 | IUT196A,C              | 1          |
| 27.05                  | IUT19-6, Keri jaam                | T. Liblik               | IUT196A                | 1          |
| 30.05-03.06            | Avamere seire, mikroprügi         | F. Buschmann            | Lep16069<br>LMIN16036  | 4,5<br>0,5 |
| 14.06                  | IUT19-6, Keri jaam                | U. Lips                 | IUT196A                | 1          |
| 11.-15.07              | Avamere seire, mikroprügi         | F. Buschmann            | Lep16069               | 4,5        |
| 26.-27.07              | IUT19-6, Loode-Eesti              | R. Uiboupin             | IUT196B                | 2          |
| 27.-29.07              | Linnuvaatlused, Kunda             | U. Lips                 | Lep 1/2015             | 1,5        |
| 03.-04.08              | IUT19-6, Loode-Eesti              | R. Uiboupin             | IUT196B                | 2          |
| 05.-08.08              | Läti riiklik seire                | M. Skudra               | Lep 1/2016             | 4          |
| 22.-26.08              | Avamere seire, Läti riiklik seire | I. Suhhova<br>M. Skudra | Lep16069<br>Lep 1/2016 | 3<br>2     |
| 28.-29.08              | Avamere seire                     | I. Suhhova              | Lep16069<br>LMIN16036  | 1,5<br>0,5 |
| 14.10                  | IUT19-6, Keri jaam                | U. Lips                 | IUT196A                | 1          |
| 24.-27.10<br>30.-31.10 | Avamere seire                     | F. Buschmann            | Lep16069<br>LMIN16036  | 4,5<br>0,5 |
| 01.-03..11             | Linnuvaatlused, Kunda             | U. Lips                 | Lep 1/2015             | 2          |
| 12.12                  | IUT19-6, Keri jaam                | U. Lips                 | IUT196A                | 1          |
| <b>2016</b>            | <b>jaanuar-detsember</b>          |                         | <b>KOKKU</b>           | <b>56</b>  |

### 3.4.2 Mereproгноoside töörihm

| <b>Kuu-päevad</b> | <b>Ekspeditsiooni piirkond</b>   | <b>Teostatud uuringud</b><br>(koordineeris Kaimo Vahter)                                             | <b>Vaatlus-platvorm</b> |
|-------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 29.01             | Pärnu laht, Munalaid             | Jääolude uuring                                                                                      |                         |
| 10.02             | Pärnu laht                       | Jääolude uuring, laevaparaameetrite registreerimine navigeerimisel jääs<br>Lainemõõtja paigaldamine. | EVA-316                 |
| 18.02             | Pärnu laht                       | Jääolude uuring Reiu ja Valgerannas, laevaparaameetrite registreerimine navigeerimisel jääs          | EVA-316, droon          |
| 28.02 - 12.03     | Botnia laht                      | Jääolude, hoovuste, lainetuse uuringud, laevaparaameetrite registreerimine navigeerimisel jääs       | UL Aranda, droon        |
| 16.03             | Pärnu laht                       | Jääolude uuring, laevaparaameetrite registreerimine navigeerimisel jääs                              | EVA-316                 |
| 30.03             | FerryBox (Soome laht, Läänemeri) | Ferrybox'i hooldustööd, pCO2 analüsaatori paigaldamine                                               | ML Romantika            |
| 13.04             | Sõru sadama hoovusemõõtja (AADI) | Seadme eemaldamine merepõhjast                                                                       | EVA-317                 |

|       |                                                                                            |                                                                                                                       |                         |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 31.08 | Vaindloo meteojaam                                                                         | Meteojaama (Waisala) ülevaatus                                                                                        |                         |
| 09.09 | Rohuküla sadam                                                                             | Süvendusjärgne seire, põhjataimestikuproovide võtmine (sukeldumine) Vormsi saarest lõunasse jääval kaadamisalal.      | Veeteede Ameti kaater   |
| 14.09 | Keri meteojaam, Tallinnamadala meteojaam (Soome laht) ja Vahemadala laine- ja hoovusmõõtja | Rannikust eemal paiknevate jaamade hooldustööd                                                                        | UL Salme tööpaat        |
| 27.09 | Vahemadala laine- ja hoovusemõõtja                                                         | Jaama hooldustööd                                                                                                     | UL Salme tööpaat        |
| 18.10 | Tallinna laht                                                                              | Poiijaama paigaldamine Paljassaare pls lähedale ning Hülkari madalale VTS-radarile lainetuse taustaandmete kogumiseks | UL Salme tööpaat        |
| 24.10 | FerryBox (Soome laht, Läänemeri)                                                           | FerryBox'i ja pCO2 mõõtekompleksi eemaldamine laevalt seoses laeva liinivahetusega                                    | ML Romantika            |
| 14.11 | Tallinna laht                                                                              | Poiijaama eemaldamine Paljassaare pls lähedalt ning Hülkari madalalt                                                  | UL Salme tööpaat        |
| 14.11 | Vahemadala laine- ja hoovusemõõtja                                                         | GoPro kaameraga veealuse kaabli olukorra jäädvustamine                                                                | UL Salme tööpaat        |
| 11.12 | Vahemadala laine- ja hoovusemõõtja                                                         | Jaama hooldustööd (allveetööd)                                                                                        | Tuukritööde OÜ ujuvalus |
| 20.12 | UL Salme meteojaam                                                                         | Meteojaama demonteerimine hooldustöödeks                                                                              |                         |

| <b>Automaatjaam</b>     | <b>Hooldus- ja arendustööde kuupäevad</b>                                                       |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rohuküla sadam          | 13.04, 24-25.05, 02.06, 20-21.06, 24.08, 05.09, 09.09, 15.09, 26.09, 06.10, 12.10, 18.10, 15.12 |
| Heltermaa sadam         | 17.02, 13.04, 05.05, 15.07, 24.08, 15.09, 15.12                                                 |
| Lehtma sadam            | 05.05, 15.07, 24.08, 15.09, 15.12                                                               |
| Sõru sadam              | 13.04, 04.05, 15.07, 24.08, 15.09, 15.12                                                        |
| Paldiski lõunasadam     | 11.05, 25.05, 02.06, 24.08, 05.09, 07.09, 09.09, 03.10, 15.12                                   |
| Triigi sadam            | 17.02, 2016, 29.03, 04.05, 14.07                                                                |
| Munalaiu sadam          | 16.03, 02.06, 26.09, 12.10, 17.11                                                               |
| Muuga sadam             | 11.02, 05.04, 29.04, 20.05, 30.06, 11.07, 21.09, 03.10                                          |
| Tallinna Vanasadam      | 05.04, 03.10                                                                                    |
| Ferriboks, ML Romantika | 21.01, 11.02, 05.04, 2016, 21.04, 13.05, 06.06, 04.07, 06.07, 22.07, 19.08, 26.09, 09.11        |
| Virtsu sadam            | 04.05, 02.06, 21.06, 26.09, 06.10, 12.10                                                        |
| Pärnu sadam             | 19.05, 06.10, 12.10, 17.11                                                                      |



### **3.5. Teadlasmobiilsus**

Peale doktoritöö kaitsmist suundus pikemalt välismaale töötama Peeter Laas, kes sai tähtajalise koha Warnemünde Läänemere-Uuringute Instituudis (IOW).

DoRa T4 programmi raames jätkas instituudis külalisdoktorandina töötamist Maris Skudra Läti Veeökoloogia Instituudist (doktorantuuri juhendaja Urmas Lips).

### **3.6. Kaitstud lõputööd**

Instituudi töötajate poolt kaitsiti 2016.a. järgmised lõputööd.

Doktoritööd:

Služenikina, Jekaterina; juhendajad Keevallik, Sirje ; Männik, Arne  
Applications of Marine Scatterometer Winds and Quality Aspects of their Assimilation into Numerical Weather Prediction Model HIRLAM.

Soosaar, Edith; juhendajad Raudsepp, Urmas ; Hetland, Robert D.  
An Evolution of Freshwater Bulge in Laboratory Scale Experiments and Natural Conditions.

Laas, Peeter; juhendaja Lips, Inga  
Spatiotemporal Niche-Partitioning of Bacterioplankton Community across Environmental Gradients in the Baltic Sea.

Ojamäe, Karin; juhendaja Lips, Inga  
The Ecology and Photobiology of Mixotrophic Alveolates in the Baltic Sea.

Kikas, Villu; juhendaja Lips, Urmas  
Physical Processes Controlling the Surface Layer Dynamics in the Stratified Gulf of Finland: An Application of Ferrybox Technology.

Magistritöö:

Siimon, Kaia-Liisa; juhendaja Kolesova, Natalja  
Põisadru morfoloogia ja sellega seotud selgrootute piirkondlikud erinevused suvel ja sügisel Soome lahe lõunaosas.

## **4. Üldhinnang**

Aasta 2016 võib lugeda kordaläinuks.