

Küberneetika instituut, 2021. aasta teadus- ja arendustegevuse tutvustus

Struktuur 2021. a

Küberneetika instituut

Department of Cybernetics

Direktor: Jaan Janno, jaan.janno@taltech.ee, +372 620 3052

Instituudis tegutsevad järgmised uurimisrühmad:

- Lainetuse dünaamika
- Süsteemibioloogia
- Teoreetiline füüsika
- Pöördülesanded ja stohhastilised meetodid
- Matemaatiline analüüs
- Rühma- ja poolrühmateooria
- Komposiitide reoloogia
- Mittelineaarne lainelevi
- Spin design

The Department conducts research within the following research groups:

- Wave Engineering
- Systems Biology
- Theoretical Physics
- Inverse Problems and Stochastic Methods
- Mathematical Analysis
- Group and Semigroup Theory
- Rheology of Composites
- Nonlinear Wave Dynamics
- Spin Design

Lainetuse dünaamika uurimisrühm

Juht: Tarmo Soomere, rannikutehnika professor, labori juhataja, 6204176; soomere@cs.ioc.ee

Liikmed: Maris Eelsalu, Nicole Delpêche-Ellmann, Andrea Giudici, Nadezhda Kudryavtseva, [Rain Männikus](#), Kevin Ellis Parnell, Katri Pindsoo, Bert Viikmäe

Doktorandid: Mojtaba Barzekhar, Mikolaj Jankowski, Fatemeh Najafzadeh, Margus Rätsep

Külalisdoktorandid: Kuanysh Kussembayeva, Aigerim Sakhayeva, [Meruert Beisembekova \(kõik kolm al-Farabi nim Kasahhi riiklik ülikool\)](#), Ilona Šakurova (Klaipėda ülikool)

Võttesõnad: lainetuse dünaamika, rannikuprotsessid, rannikutehnika, lainetuse klimatoloogia, rannikute haldamine, kaugseire

Lainetuse dünaamika labor (wavelab.ioc.ee) loodi 2009. a tagamaks adekvaatne täppisteaduslik tugi rannikutehnika-alasele teadus- ja õppetööle ning rakendustele. Sihiks on sulandada tervikuks merelainete dünaamika ja klimatoloogia ning teiste rannikupiirkonda mõjutavate protsesside uuringud.

Teadustöö keskendub pinna- ja siselainete dünaamikale, lainetuse rollile rannikuprotsesside käigus ja rannikutehnika ülesannetes ning matemaatiliste meetodite rakendamisele neis valdkondades.

Peamised töösuunad:

- pinnalainete, lainekliima ja laevalainete uuringud
- ekstreemsete üksiklainete, lainekliima ja veetasemete problemaatika
- lainetus rannikutehnikas (settetransport, laineaju, lainerünnak)
- veemasside ja rannasetete Lagrange'i dünaamika
- rannikute funktsioneerimise teooria, rannikupiirkonna haldamine
- merelt lähtuvate ohtude kvantifitseerimine ja minimeerimine
- rannas toimuvate muutuste, lainetuse omaduste, meretaseme jms kaugseire

2021. a selgitati välja Läänemere lainetuse muutlikkuse seos atmosfääri tsirkulatsiooni indikaatoritega ja kvantifitseeriti Läänemere ajalooliste lainekliima arvutuste kvaliteedi muutlikkus. Langrange'i koherentsete struktuuride meetodiga identifitseeriti reostuse iseenesliku koondumise alad Soome lahes ja triivreostuse randa jõudmise kohad mõnes Austraalia rannalõigus. Näidati, et Liivi lahe ekstreemsete veetasemete käitumises esinevad režiimihked. Tehti kindlaks tuulekiiruse ja triivhoovuse kiiruse seos Soome lahel. Arendati välja meetod laeva asukoha, kiiruse ja kursi määramiseks rõhuanduriga salvestatud laevalainetest. Laserskaneerimise ja satelliidiinfo abil hinnati geoidi kõrgust ja lainete omadusi merel. Konstrueeriti realistlik Läänemere pinna topograafia. Dokumenteeriti rannaprofiili taastumine Palangas pärast rannapurustusi. Näidati, et üldistatud Korteweg-de Vriesi solitonide sabadel saab olla vaid kolm kahanemise kiirust. Koostati matemaatiliste otsustusmudelite analüüs ranna haldamise vajaduseks. Formuleeriti Läänemere veetaseme ja ranna erosiooni kohta käivate teadmiste seis ja lüngad.

Täiendav info

AAK prioriteetsed suunad: Keskkonnaressursside vääristamine

Frascati valdkond: 1.5 Maateadused ja nendega seotud keskkonnateadused, 2.1 Ehitusteadused

CERS: P500, T220

(Olulised) tunnustused 2021

- T. Soomere paigutati Eesti Päevalehe nn „2021. a mõjukate edetabelis“ mõjukate nimistusse kategoorias Riik ja ametnik (Eesti Päevaleht, LP, 47 (475), 26.11.2021).

Uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös 2020

Tarmo Soomere:

- Läti Teaduste Akadeemia välisliige
- Leedu Teaduste Akadeemia välisliige
- Euroopa Merekomitee (European Marine Board) liige.
- Euroopa Teaduste Akadeemiate Teadusnõukoja (EASAC) keskkonnapaneeeli liige.
- Euroopa Liidu riikide peateadurite foorum (European Science Advisors' Forum, ESAF), liige alates 2017; esimees alates 2020
- Rahvusvahelise teadusnõukoja (International Science Council) Euroopa piirkonna eesistuja (alates novembrist 2021)

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta:

Osalemine Eesti teadustaristu teekaardi 2014 objekti „Infotehnoloogiline mobiilsusobservatoorium“ (IMO) töös, kuni 31.08.2022

Mobilitas Plus tippteadlase projekt „Rannikuprotsessid ja rannikuvööndi haldamine muutuvates kliimatingimustes“ (Coastal processes and coastal management in a changing climate), MOBTT72, 2018–2022

Erasmus+ projekti „New Curricula in Precision Agriculture using GIS technologies and sensing data (CUPAGIS)“ (10 partnerit Saksamaalt, Tšehhist, Bulgaariast ja Alžeerias, 2018–2022) koordineerimine

Osalemine Austraalia teadusagentuuri (Australian Research Council, ARC) grantis (Discovery Project) „Understanding pollutant transport in estuaries and coastal rivers“ (DP190103379, 2019–2022)

Osalemine Hamburgi tehnikaülikooli (Hamburg University of Technology) projektis BRACER (Baltic ReseArch CoopEration pRoject – COASTal Protection, 2020–2022) koos Szczecini ülikooliga (Tallinna töörühma vastutav täitja Rain Männikus).

Koordineeritakse EEA projekti „Läänemere idaranniku looduslike randade ja rannikuehitiste jätkusuutlik tulevik“ (2020–2024, koos Leedu, Läti ja Norra kolleegidega)

Täidetakse Eesti teadusagentuuri rühmagranti „Lainetuse dünaamika ja rannikutehnika Lagrange'i vaatekohast“ (Wave dynamics for coastal engineering and management: the advantages and challenge of the Lagrangian perspective). PRG1129, 2021–2025

Uurimisrühma senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas (viited projektidele, lepingutele, uudistele vms):

- ekstreemsete veetasemete ja nende korduvusperioodide prognoos kindlustusseltside vajadusteks Läti ja Leedu rannikute, teostati 2019–2021, esitleti ja anti üle veebruaris 2021, leping konfidentsiaalne
- Laevalainetega seonduvate ohtude analüüs Blackwateri jõe suudmealas (Ühendkuningriik) seonduvalt planeeritud Bradwell B elektrijaama ehitusega (Vessel wakes in the Blackwater Estuary and approach waters associated with the proposed Bradwell B Power Station), 2020–2021, esitletud ja lõpetatud jaanuaris 2021; leping konfidentsiaalne
- Koostööleping LTEE21048 (Saarte Liinid AS), mille kohaselt labori teadur Rain Männikus kontsentreerub kolmel päeval nädalas Saarte Liinid AS sõnastatud ülesannete lahendamisele

Wave Engineering Research Group

Head: Tarmo Soomere, Professor of Coastal Engineering, +372 6204176, soomere@cs.ioc.ee

Members: Maris Eelsalu, Nicole Delpêche-Ellmann, Andrea Giudici, Nadezhda Kudryavtseva, [Rain Männikus](#), Kevin Ellis Parnell, Katri Pindsoo, Andrus Räämet, Bert Viikmäe

PhD students: Mojtaba Barzekhar, Mikolaj Jankowski, Fatemeh Najafzadeh, Margus Rätsep

Visiting PhD students: Kuanysh Kussembayeva, Aigerim Sakhayeva, [Meruert Beisembekova](#) (al-Farabi Kazakh National University), Ilona Šakurova (Klaipėda University)

Frascati areas: 1.5 Earth and related environmental sciences, 2.1 Civil Engineering

Keywords: wave dynamics, coastal processes, coastal engineering, wave climatology, coastal management, remote sensing

The laboratory (wavelab.ioc.ee) was formed on 01.01.2009 to promote and provide a structure for research in water waves and coastal engineering. The focus is on complex and nonlinear phenomena, and the applications of mathematical methods in wave dynamics and coastal engineering. The scope involves wave theory and applications, surface wave modelling, wave climate, and wave-driven phenomena, with application to integrated coastal zone management.

Emerging foci are Lagrangian transport of substances, wave and water level extremes, preventive mitigation of marine-induced hazards, and remote sensing methods.

In 2021, we

- clarified the effects of atmospheric circulation on the Baltic Sea wave climate using the EOF method and re-evaluated the quality of simulations of Baltic Sea wave properties,
- employed the technique of Lagrangian Coherent Structures to identify areas of surface particles aggregation in the Gulf of Finland and quantified the persistency of debris accumulation in tidal estuaries,
- performed non-stationary analysis of water level extremes and their regime shifts in Latvian waters,
- established the relationship between wind and wave properties and surface drift speed in the Gulf of Finland,
- developed an algorithm for specification of location, speed and sailing direction of vessels from wake measurements,
- applied laser scanning for determining marine geoid properties, constructed topography through coupling geoid and hydrodynamic models of the Baltic Sea, and derived sea surface heights from Sentinel-3A and Jason-3,
- quantified the shore profile evolution after an extreme erosion event at Palanga,
- revealed the structure „tails“ of algebraic solitons and compactons in the generalized Korteweg-de Vries equation,
- compiled an overview of decision support tools and indices for coastal management and contributed into the analysis of achievements and research gaps in sea level dynamics and coastal erosion in the Baltic Sea region.

Süsteemibioloogia uurimisrühm

Juht: Marko Vendelin, professor, markov@sysbio.ioc.ee

Liikmed: Rikke Birkedal, Mari Kalda-Kroon, Martin Laasmaa

Doktorandid: Jelena Branovets, Romain Bernasconi

Võtmesõnad: süda, biofüüsika, bioenergeetika, elektrofüsioloogia, biomehaanika, rakusisene difusioon, fluorestsentsmikroskoopia, fluorestsentsi korrelatsioonispektroskoopia

Süsteemibioloogia laboratoorium tegutseb biofüüsika ning bioenergeetika vallas, keskendudes südamerakus toimuvate protsesside uurimisele. Kasutades nii eksperimentaaltööd kui matemaatilist modelleerimist uuritakse rakusisest kompartmentatsiooni ning difusioonitakistusi ning nende mõju rakuenergeetikale; mitokondrite funktsionaalse struktuuri mõju rakuhingamisele; energia ülekande mehhanisme rakkudes ning südameraku mehaanika ning energeetika omavaheline seost.

Südamelihaskrakus on kirjeldatud kaht tüüpi difusioonitakistusi, mis arvatavalt mängivad suurt rolli energia ülekandes, signaliseerimises, apoptootiliste faktorite ja reaktiivsete hapniku radikaalide jaotuses. Oma uuringutes keskendume nende difusioonitakistuste rolli määramisele nii terves südames kui ka patoloogilistes tingimustes. Selleks on kasutusel muundatud rakuenergeetika süsteemiga geenmuundatud hiireliin, mis võimaldab meil hinnata erinevate ionide ja molekulide voogude mõju ja ka selle kaudu difusioonitakistuste rolli südamerakkudes. Kasutades eelpool mainitud hiiri, näitasime kuidas rakuenergeetikas olulise metaboliidi (kreatiini) puuduslikkus viib rakusiseste kohanemisteni nii energiaülekandesüsteemides kui ka kaltsiumi signaliseerimises. Vastavad publikatsioonid ilmusid 2021.a. alguses. Antud uuringud on baasiks uuele PRG projektile, mis keskendub erinevate protsesside interaktsioonide uurimisele südamelihaskrakus.

Uurimisrühma väljundiks on ka vabataarkvara arendamine rühmas väljatöötatud analüüsitehnikatele nagu näiteks bioloogiliste protsesside kineetika katseandme sisestus- ja töötlusplatform, dekonvolutsioon konfokaal mikroskoopia piltide parendamiseks, sarkomeeri pikkuse reaajas määramise algoritm. Arendatud tarkvara on tekitanud huvi erinevate firmade seas, kes on soovinud rühmas väljatöötatu rakendamiseks oma toodetes. 2021.a. jooksul me täiustasime tarkvara ning tegelesime kasutajate abistamisega.

Tähtsamad projektid:

- PRG1127 Energia ülekande kompartmentaliseeritud südamelihase rakkudes
- EU COST Action CA15203: MitoEagle
- EU COST Action CA16225: CARDIOPROTECTION
- Konfokaalmikroskoopia pilditöötlus (koostöö PerkinElmer, USA)
- Uuenduslik digitaalne platvorm varjatud nähtuste avastamiseks bioloogilistes funktsioonides tehisintellekti abil

Täiendav info

AAK prioriteetsed suunad: Usaldusväärsed IT-lahendused

Frascati valdkond: 1.6 Bioteadused

CERS: B130

Systems Biology Research Group

Head: Marko Vendelin, professor, markov@sysbio.ioc.ee

Members: Rikke Birkedal, Mari Kalda-Kroon, Martin Laasmaa

PhD students: Jelena Branovets, Romain Bernasconi

Keywords: heart; biophysics; bioenergetics; electrophysiology; biomechanics; intracellular diffusion; fluorescence microscopy; fluorescence correlation spectroscopy

In the Laboratory of Systems Biology, we use interdisciplinary approaches to tackle questions in cardiac physiology. Our team consists of researchers with backgrounds in biophysics, biology, and applied mathematics/physics. As a result, we are able to approach scientific questions on different scales, from organ to molecular level, using combinations of various experimental and theoretical techniques by focusing on the quantitative analysis of the data.

We study diffusion in cardiomyocytes by tracking the movement of fluorescent molecules using extended raster image correlation spectroscopy. Our results suggest that diffusion barriers are arranged in a 3D lattice with relatively small openings. From the analysis of autofluorescence response, we demonstrated that mitochondrial outer membrane and cytosolic diffusion barriers reduce the movement of molecules in a similar extent. We study the effects of creatine deficiency to establish the role of creatine kinase shuttle in the heart. In the research papers published this year, we demonstrated how creatine deficiency leads to intracellular adaptations in terms of alternative energy transfer systems changes and an impact on calcium handling of cardiomyocytes. These studies form a basis for our current line of research on interactions between processes in cardiomyocytes.

We have been active in developing new techniques and distributing them as open-source tools: deconvolution software for enhancing confocal images, symbolic flux analysis for genome-scale metabolic networks, and real-time sarcomere length estimation techniques. This development work has raised interest in companies with an outreach of incorporating our algorithms and software into their products. In 2020, we developed and published a primary data entry and analysis platform for experiments in kinetics. This year we worked on improving the platform and helping its early adopters.

Essential projects:

- PRG1127 Energy transfer in compartmentalized heart muscle cells
- EU COST Action CA15203: MitoEagle
- EU COST Action CA16225: CARDIOPROTECTION
- Processing of confocal microscopy images (collaboration with PerkinElmer, USA)
- Innovative digital platform tailored for AI-assisted discoveries of hidden phenomena in biological function

Teoreetilise füüsika uurimisrühm

Juht: Professor Jaan Kalda, kalda@ioc.ee

Liikmed: Raavo Josepson, Mihhail Klopov, Mihkel Kree, Tanel Mullari, Vladislav-Veniamin Pustõnski;

Doktorandid Iram Tufail, Eero Uustalu, Marek Vilipuu.

Võtmesõnad: mastaabivabad võrgustikud, turbulents, fotogalvaanilised materjalid, majandusfüüsika, kompleksüsteemid, füüsika õppematerjalid.

Uurimisrühma peamised kompetentsid:

- Aastail 2020-2021, seoses COVID-19 ülemaailmse levikuga, oli uurimistöö fookus viiruse leviku modelleerimisel mastaabivabades võrgustikes. Näitasime, et pandeemia algfaasis mängisid superlevitajad seni arvatust olulisemat rolli, vt J. Kalda et al, *The importance of superspreaders on the spread of the global COVID-19 pandemic* DOI: 10.21203/rs.3.rs-1167477/v1 (2021). ETAG-i toetatud projekti COVSG22 raames valmis tervet Eesti elanikkonda kattev viiruse levimist kirjeldav stohhastiline mudel, mis võimaldab ennustada erinevate meetmete mõju viiruse leviku kiirusele.
- Päikesepatareide tehnoloogiaga seondult uuritakse odavate ja efektiivsete fotogalvaaniliste materjalide omadusi (puhas ja dopeeritud). Üheks uurimissuunaks on kvantkeemilisel ja tihedus-funktsionaali teoorial tuginevate mudelite abil uute fotogalvaaniliste materjalide (SnSe ja SnZn) põhiliste füüsikaliste parameetrite arvutamine.
- Materjalitehnoloogiliste lahenduste jaoks on oluline mõista lokaliseeritud võnkumisi tahkises ja LLM-i (Linear Localized Modes) füüsikalisi mehhanisme. Oleme selgitanud välja ILM-i (Intrinsic Localized Modes) tekitamise tingimusi erinevates kolmemõõtmelistes kristallides ja võrrelnud teooriat eksperimendiga.
- *Planetaarteaduse valdkonnas* töötasime välja meetodi Apollo 12 missiooni käigus tehtud fotode põhjal selle maandumiskoha 3D mudeli loomiseks, vt V.-V. Pustynski, *Planet. Space. Sci.* 195(2021), 105133.
- Üheks olulisemaks töösuunaks on *turbulentse segunemise teoreetiline analüüs ja modelleerimine*. Kasutatavateks töövahenditeks on Lagrange'i venitusstatistika Fokker-Planck'i võrrandid, statistiliste Lagrange'i dünaamika invariandid, juhuslike maatriksite korrutised, segunemiseväljade statistilise topograafia, stohhastilised mudelid, vt nt *J. Stat. Mech.*, 2019 (8), 083211.
- *Töötatakse välja* füüsika hariduse populariseerimisele ja loomingulisust nõudvate probleemide lahendusmeetoditele pühendatud õppematerjale. Lehel <https://www.ioc.ee/~kalda/ipho/> leiduvad materjalid on võitnud rahvusvaheliselt suure populaarsuse, keskmine allalaadimiste arv on ca 1000 faili päevas. TFU eestvedamisel algatati Euroopa füüsikaolümpiaad; 2021 a juunis, COVID-19 tõttu online formaadis toimunud võistlusel osales 219 võistlejat 46 riigist, vt ka *European Journal of Physics*, 39, 064002 (2018).

Täiendav info

AAK prioriteetsed suunad: Targad ja energiatõhusad keskkonnad, Tulevikku vaatav riigivalitsemine, Innovaatilised väike- ja keskmise suurusega ettevõtted ja digitaalne majandus

Frascati valdkond: 1.3 Füüsikateadused

CERS: P190, P240, T150

Theoretical Physics Research Group

Head of the group: Professor Jaan Kalda, kalda@ioc.ee

Members of the group: Raavo Josepson, Mihhail Klopov, Tanel Mullari, Vladislav-Veniamin Pustõnski

PhD students: Iram Tufail, Eero Uustalu, Marek Vilipuu.

Keywords: scale-free networks, turbulence, photovoltaic materials, econophysics, complex systems, tools for physics education.

Our competences:

- Between 2020 and 2021, in connection with the global spread of COVID-19, the research focus was on modeling the spread of the virus in complex scale-free networks. We have shown that in the initial phase of a pandemic, superspreaders play a more important role than previously thought, cf. J. Kalda et al., *The importance of superspreaders on the spread of the global COVID-19 pandemic* DOI: 10.21203/rs.3.rs-1167477/v1 (2021). Within the framework of the ETAG project COVSG22, a stochastic model describing the spread of the virus covering the entire Estonian population was created, which makes it possible to predict the impact of various measures on the spreading rate of the virus.
- One of our research topics is calculation of the basic physical parameters of new photovoltaic materials (SnSe and SnZn) using quantum chemical and density functional theory methods. For material technology applications, it is important to understand the localized oscillations in solids and the physical mechanisms of LLM (Linear Localized Modes); we have determined the conditions of excitation of ILM (Intrinsic Localized Modes) in various three-dimensional crystals and compared theory with experiment.
- In the field of planetary science, we developed a method for creating a 3D model of the landing site of the Apollo 12 mission, based on photographs taken during the mission, cf. V.-V. Pustynski, *Planet. Space. Sci.* 195(2021), 105133.
- For *theoretical analysis and modelling of turbulent mixing*, our research tools include Fokker-Planck equations for Lagrange stretching statistics, statistical Lagrange dynamics invariants, stochastic matrix products, statistical topography of passive fields, stochastic modelling, c.f. *J. Stat. Mech.*, 2019 (8), 083211.
- The group has been *developing physics study materials*, mostly focusing on methods for solving creative problems, and *popularizing physics education*. The materials available at <https://www.ioc.ee/~kalda/iph/> have won a great international recognition, with an average download of about 1,000 files per day. TFU initiated the European Physics Olympiad. 219 participants from 46 countries were attending the 5th Olympiad in June 2020 which took place online, due to the COVID-19 pandemics; see also *European Journal of Physics*, 39, 064002 (2018).

Pöördülesannete ja stohhastiliste meetodite uurimisrühm

Juht: Jaan Janno, professor, e-post: jaan.janno@taltech.ee

Liikmed: Lassi Päivärinta, Margus Pihlak, Kari Kasemets, Emilia Blåsten

Doktorant: Sadia Sadique.

Mitteakadeemiline liige: Nataliia Kinash

Võtmesõnad: pöördülesanded, murruline difusioon ja lainelevi, hajuvus- ja pöördhajuvus, mitteparameetiline statistika

Kompetentside tutvustus:

- *Pöördülesanded murrulisi tuletisi sisaldavatele võrranditele.* Uuritakse pöördülesandeid lineaarsetele ja mittelineaarsetele murruliste tuletistega diferentsiaalvõrranditele. Ülesannetes on otsitavateks suurusteks koefitsiendid, allikafunktsioonid ja üldistatud murrulistes tuletistes sisalduvad tuumad. Taolised ülesanded tekivad difusiooni ja mehaaniliste protsesside modelleerimisel poorsetes, fraktaalsetes ja bioloogilistes keskkondades. Käsitletakse nii teoreetilisi aspekte kui ka lahendusmeetodeid.
- *Hajumise otsesed ja pöördülesanded singulaarsetes ja mittlokaalsetes keskkondades.* Teostatakse uuringuid elektromagnetilise ja akustilise hajumise ja pöördhajumise alal singulaarsusi ja mittlokaalsusi sisaldavates keskkondades. Arendatakse multipoolsete antennide matemaatilist teooriat. Seda suunda täiendavad uuringud signaalitöötamise alal, mis baseeruvad modernsetel numbrilistel meetoditel suureskaalaliste pöördülesannete jaoks. Uuritakse pöördülesandeid mittlokaalsete omadustega keskkondades sisalduvate mittehomoogeensuste määramiseks rajapindadel mõõdetud hajunud lainete baasil.
- *Mitteparameetriliste statistiliste meetodite väljatöötamine.* Arendatakse mitteparameetriliste statistiliste meetodite aluseks olevat matemaatilist aparatuuri ja rakendatakse neid meetodeid keskkonna- ja ehitustehnikas.

Viimaste aastate olulisemad projektid:

PUT1093 2016–2019, PRG832 2020 – 2024.

Viimaste aastate olulisemad artiklid:

- Blåsten, E., Liu, H. (2021). Scattering by curvatures, radiationless sources, transmission eigenfunctions, and inverse scattering problems. *SIAM Journal on Mathematical Analysis*, 53 (4), 3801–3837.
- Janno, J. (2021). Inverse Problems with Unknown Boundary Conditions and Final Overdetermination for Time Fractional Diffusion-Wave Equations in Cylindrical Domains. *Mathematics*, 9 (20), 2541.

Olulisemad tulemused 2021. a:

- Näidati, et nurgalt hajuva laine energial on alati alamtõke. See muudab võimatuks muuta nurgelisi objekte elektromagnetiliselt nähtamatuks.
- Tõestati, et murrulise difusiooni ja lainevõrrandi lahend on üheselt taastatav lõpphetkel tehtud mõõtmiste alusel, kui rajatingimused on antud lõpphekke kuitahes väikeses ümbruses.

Täiendav info

AAK prioriteetsed suunad: usaldusväärsed IT-lahendused, keskkonnaressursside vääristamine

Frascati valdkond: 1.1 Matemaatika

CERSi valdkonnad: P130, P160

J. Janno on ECMI (European Consortium for Mathematics in Industry) nõukogu liige.

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta: Tulemused on rakendatavad tomograafia ja kaugseire aparatuuri täiustamisel, antennisüsteemide arendamisel, keskkonna- ja ehitustehnikas.

Inverse Problems and Stochastic Methods Research Group

Head: professor Jaan Janno, e-mail: jaan.janno@taltech.ee

Members: Lassi Päiväranta, Margus Pihlak, Kari Kasemets, Emilia Blåsten

PhD student: Sadia Sadique.

Nonacademic member: Nataliia Kinash

Keywords: inverse problems, fractional diffusion and wave motion, direct and inverse scattering, nonparametric statistics.

Introduction of competencies:

- *Inverse problems for equations containing fractional derivatives.* Inverse problems for linear and nonlinear fractional differential equations are studied. Unknowns to be determined are coefficients, source terms and kernels of generalized fractional time derivatives. Such problems occur in modelling of diffusion and mechanical processes in porous, fractal and biological media. Both theoretical and numerical aspects are treated.
- *Direct and inverse scattering in singular and nonlocal media.* Electromagnetic and acoustic direct and inverse scattering in media with singularities or non-local features is studied. Mathematical theory of tripole and more general multipole antennas is developed. This branch is complemented by a development of new signal processing on state-of-the-art computational methods for large-scale inverse problems. Inverse problems to reconstruct inhomogeneities of media with non-local properties by means of measurements of scattered acoustic waves at boundaries are investigated.
- *Elaboration of nonparametric statistical methods.* Theory of nonparametric statistical methods is developed and these methods are applied in environmental and building engineering.

Recent grants: PUT1093 2016–2019, PRG832 2020 – 2024.

Recent publications:

- Blåsten, E., Liu, H. (2021). Scattering by curvatures, radiationless sources, transmission eigenfunctions, and inverse scattering problems. *SIAM Journal on Mathematical Analysis*, 53 (4), 3801–3837.
- Janno, J. (2021). Inverse Problems with Unknown Boundary Conditions and Final Overdetermination for Time Fractional Diffusion-Wave Equations in Cylindrical Domains. *Mathematics*, 9 (20), 2541.

Main results of 2021:

- We proved that an energy of a far-field pattern scattered from a corner has always a positive lower bound. This implies the impossibility of invisibility cloaking of an object with corners.
- We proved that a solution of the fractional diffusion-wave equation can be uniquely restored by means of final data provided boundary conditions are given in an arbitrarily small neighborhood of the final value.

Matemaatilise analüüsi uurimisrühm

Uurimisrühma juht: Gert Tamberg, vanemlektor, 620 3056, gert.tamberg@taltech.ee

Uurimisrühma liikmed: doktorandid Olga Graf, Olga Meronen

Võtmesõnad: valimoperaatorid, lähendusteooria, signaalitöötlus

Teadustöö põhisuunad:

1. Uuritakse üldistatud Shannoni valimoperaatoreid, mis võimaldavad esitada funktsioone rittaarendusena, kus kordajateks on funktsiooni väärtused sõlmedes ning baasifunktsioonid saadakse teatud tuumafunktsiooni nihetena. On defineerinud Kantorovichi-tüüpi valimread, kus arenduse kordajateks on võetud funktsiooni väärtuste asemel sõlmedes selle funktsiooni väärtuste kaalutud keskmised vastava sõlm mingis ümbruses, mida esitakse Fejer-i singulaarsete integraalidega.
2. Uuritakse koosinusoperaatorite abil defineeritud valimoperaatoreid, nende lähendusomadusi ja võimalikke rakendusi.
3. Uuritakse valimoperaatorite rakendusi signaalitöötuses, eelkõige pildinduses, kus piltide suurendamise ja vähendamise algoritme on loomulik esitada valimridade abil. Samuti uuritakse valimridade rakendusvõimalusi suure dünaamilise ulatusega piltide esitamisel ja valimoperaatorite rakendusi aegridade analüüsis ning lühiajaliste prognooside teostamisel.
4. Uuritakse murruliste tuletiste valimridu ning valimridu murrulist järku Fourier' teisenduse korral.
5. Uuritakse lähendusteooria tulemuste kasutamise võimalusi süvaõppes.

Põhitulemused:

1. Me uurisime valimoperaatoreid ühebitise võendamise korral, muuhulgas ka murrulis järku Fourier' teisenduse korral.
2. Kasutasime Kantorovichi-tüüpi valimoperaatoreid tuletiste lähendamisel.
3. Konstrueerisime pilditöötuses murruliste tuletiste kasutamiseks konvulutsioonimaskid.
4. Me uurisime koosinusoperaatorite abil defineeritud valimoperaatorite lähendusomadusi.

Projektid: Uurimisrühma juht ning doktorant Olga Graf on vastavalt põhitäitja ja täitja projektis PRG1483 "Innovatiivne impedantsspektroskoopia: lahendused ja rakendused" (1.01.2022–31.12.2026)

Täiendav info

AAK prioriteetsed suunad: usaldusväärsed IT-lahendused.

Frascati valdkond 1.1

CERS: P140

G. Tamberg on AMS-i, SIAM-i, SIAM IS-i, IEEE, IEEE SPS ja EMS liige ning IEEE SP/CAS/SSC liit-chapter'i juht Eesti seksioonis.

Uurimisrühma poolt saadud tulemused on rakendatavad pilditöötuse tarkvara väljatöötamisel, signaalitöötuse ja IoT riist- ja tarkvara väljatöötamisel. Võimalik on lähendusteooria alaste tulemuste kasutamine süvaõppes.

Mathematical Analysis Research Group

Head of the group: Gert Tamberg, Senior Lecturer, 620 3056, gert.tamberg@taltech.ee

Members of the group: PhD students Olga Graf, Olga Meronen

Keywords: sampling operators, approximation theory, signal processing

Main directions of research are as follows:

1. We study the generalized Shannon sampling operators that mean the representations of functions in terms of series, where the expansion coefficients are its samples and expansion functions are translates of certain kernel function. In the case of Kantorovich-type sampling operators we take instead of point estimates some local averages as Fejer-type singular integrals.
2. We study sampling operators, defined using cosine operator framework, their approximation properties and possible applications.
3. We study applications of the generalized sampling operators in Signal Processing, especially in imaging applications, where the generalized sampling operators are a natural tool for image resampling. We also study applications in HDR imaging. We study the applications of sampling operators in time series analysis and linear prediction.
4. We study representations of the derivatives (also fractional derivatives) with Kantorovich-type sampling operators. We study sampling in fractional Fourier framework.
5. We study possibilities of applying our approximation-theoretic results in deep learning.

Main results:

1. We studied sampling operators for one-bit sampling.
2. We studied Kantorovich-type sampling operators for derivative sampling.
3. We defined for image processing a family of fractional derivative masks.
4. We studied approximation properties of sampling operators, defined using cosine operator framework.

Projects: Head of the group and PhD student Olga Graf are members of research staff of Estonian Research Council grant PRG1483 " Solutions and Applications of Innovative Impedance Spectroscopy" (1.01.2022–31.12.2026).

Rühma- ja poolrühmateooria uurimisrühm

Uurimisrühma juht: vanemlektor Alar Leibak, alar.leibak@taltech.ee,

tel. +372 6203055

Uurimisrühma liikmed: emeriitprofessor Peeter Puusemp, assistent Piret Puusemp, doktorant Märt Umbleja

Valdkond: Loodusteadused, Matemaatika

Võtmesõnad: rühmateooria, endomorfismimonoid, algebra rakendused krüptograafias ja matemaatilises juhtimisteoorias

Teadustöö ülevaade

Uurimisrühm on keskendunud rühmade ja nende endomorfismipoolrühmade vaheliste seoste ning rühmateooria rakenduste uurimisele. Eesmärk on anda tuntud lõplike rühmade klasside jaoks nende kirjeldused endomorfismimonoidide rühmade korral alustasime uurimist, millised neist on määratud oma endomorfismimonoidiga. Mitte määratud rühmade korral anda nende rühmade kirjeldused, mille endomorfismimonoid on isomorfne etteantud kaudu ja uurida nende määratavust endomorfismide abil kõigi rühmade klassis. Nn. väikeste rühma omaga. Samuti arendatakse algoritme, et tarkvara GAP (<http://www.gap-system.org>) abil automaatselt otsustada lõpliku rühma määratavust oma endomorfismimonoidiga.

Uuritavad rakendused hõlmavad:

- mittekommutatiiivse algebra (väänatud polünoomide ringid, Dieudonne' determinant) kasutamist juhtimissüsteemide matemaatilises teoorias (koostöö Ü. Kotta ja J. Belikoviga);
- kvaternioonide ja duaalsete kvaternioonide rühma rakendusi satelliidi asendikontrollis;
- tsüklilisel rühmal või poolrühmal põhineva Diffie-Hellmani salajase võtme jaotuse uurimist;
- aritmeetiliste võrede ja ruutvormide taandamisteooria rakendamist (nn. *post quantum*) krüptograafias (koostöö C. Lingi ja C. Porteriga London Imperial College'ist).

Artiklid (ETISE klassifikatsioonis 1.1):

- Rassõlkin, A; Vaimann, T; Org, P; Leibak, A; Gordon, R; Priidel, E (2021). ADCS development for student CubeSat satellites – TalTech case study. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 70 (3), 268. DOI: 10.3176/proc.2021.3.06.
- Leibak, A. (2021). On the number of factorizations of $t \bmod N$ and the probability distribution of Diffie-Hellman secret keys for many users. Advances in Mathematics of Communications. DOI: 10.3934/amc.2021029.

Olulisemad tulemused

- Kirjeldati kõik rühmad järguga 32, mis on määratud oma endomorfismimonoidiga.
- Koostöös C. Lingi ja C. Potteriga uuriti moodulite taandamisteooria rakendustes nn. *unit reducible* arvukorpusi. Kirjeldati kõik *unit reducible* reaalsed ruutlaiendid ja näidati, et selliste korpusete *loomulik tihedus* kõigi reaalsete ruutlaiendite hulgas on 0.

Osalemine Mektory satelliidiprogrammis

- Alar Leibak osaleb Mektory satelliidiprogrammis matemaatilise konsultandina (Maa magnetvälja mudeli arvutamine, kvaternioonide ja duaalsete kvaternioonide rakendamine satelliidi asendikontrollis).

Täiendav info

AAK prioriteetsed suunad: usaldusväärased IT-lahendused

Frascati valdkond: 1.1 Matemaatika

CERS: P120

Group and Semigroup Theory Research Group

Head of the group: senior lecturer Alar Leibak

alar.leibak@taltech.ee, +372 6203055

Members of the group: Professor emeritus Peeter Puusemp, assistant Piret Puusemp, PhD student Märt Umbleja

Fields of Research: Natural Sciences, Mathematics

Keywords: group theory, endomorphism semigroups, applications of algebra in cryptography and mathematical control theory

The research is focused on the study of the connection between groups and their endomorphism semigroups, and the applications of group theory.

The aim is to describe some well-known classes of finite groups by their endomorphism semigroups and to decide whether a group is determined by its endomorphism semigroup in the class of all groups or not. We started to describe all *small groups*, that are determined by their endomorphism semigroups. Further, if a group G is not determined by its endomorphism semigroup, then to provide the complete list of nonisomorphic groups having the endomorphism semigroup isomorphic to that of G . As the computational group theory and the software GAP (<http://www.gap-system.org>) are becoming more popular among people working in applied algebra, we started to develop algorithms what are able to decide automatically whether or not a given finite group is determined by its endomorphism semigroup.

Main results:

- All groups of order 32 that are determined by their endomorphism monoid were described.
- A general reduction theory of algebraic modules were studied (join work with C. Ling and C. Porter at London Imperial College). As a result, all unit reducible real quadratic number fields were described. Moreover, it was shown that the unit reducible real quadratic number fields appear to be very rear among all real quadratic fields (the natural density of unit reducible real quadratic fields among all real quadratic number fields is 0).

Komposiitide reoloogia uurimisrühm

Uurimisrühma juht: vanemteadur Heiko Herrmann, hh@cens.ioc.ee

Uurimisrühma liikmed: Andres Braunbrück, Dmitri Kartofelev; doktorant Oksana Goidyk, Mark Heinstein

Võtmesõnad: Materjalimehaanika, pideva keskkonna mehaanika, kiudbetoon, kiudude orientatsioon, arvutuslik reoloogia, kujutiste analüüs, 3D visualiseerimine

Kompetentsid:

Uurimisgrupi kompetents on lai, ulatudes olekuvõrrandite teooriast arvutisimulatsioonide, kujutiste analüüsi ja andmestiku kujutamiseni virtuaalreaalsuses. Teadusteema põhisuund on lühikesekiuliste komposiitide mehaanikaliste omaduste uurimine. Tulemuste peamine rakendusvaldkond on teraskiuga armeeritud betoon – materjal, mis on kogumas populaarsust ehitussektoris. Sellise materjali mehaanikalised omadused sõltuvad suuresti lühikeste kiudude orientatsioonist, mis betoonelementide valmistamisel on omakorda mõjutatud betoonisegu valuprotsessist. Just betoonisegu voolamine ühes sisseseगतud kiududega määrab kiudude orientatsiooni. Katsekehade kiudude orientatsioon määratakse röntgenkiirte arvutusliku tomograafiaga, millest saadud tulemuste töötlemise järel saadakse kiudude orientatsioon. Pilditöötlemiseks on uurimisgrupp välja arendanud oma tarkvara. Betoonelementide valuprotsessi arvutis simuleerimiseks kasutatakse arvutusliku vedelikumehaanika (CFD) tarkvara, mis on seotud kiudude orientatsiooni kirjeldava võrrandiga. Valmis katsekehade painde- ja lõhenemise katset simuleeritakse arvutis kasutades materiaalseid punkte simuleerivaid diskreetseid elemente. Teoreetilise poole pealt on uurimisgrupp tuletanud olekuvõrrandid, mis kirjeldavad kiudude orientatsiooni jaotuse mõju kiudbetooni mehaanikalistele ja termilistele omadustele.

Ülalmainituga on seotud uurimistöö stereoskoopse pool-immersiivse 3D visualiseerimise (virtuaalne reaalsus) vallas, mida tehakse enda väljatöötatud süsteemil „Kyb3“. Süsteemi peamine ülesanne on visualiseerida kiudude arvutatud tomograafiat ja CFD simulatsioonide tulemusi. Süsteem võimaldab visuaalselt kontrollida ja võrrelda mõõtmiste ning simulatsioonide tulemusi.

Projektid:

Heiko Herrmann, PUT1146 "Kiudbetoon-komposiidi reoloogia ja selle mõju pragude käitumisele (1.01.2016–31.12.2019)"

Täiendav info

AAK prioriteetsed suunad: Targad ja energiatõhusad keskkonnad, keskkonnaressursside väärastamine

Frascati valdkond: 1.1 Matemaatika, 2.1 Ehitusteadused

CERSi valdkonnad: P190, T152, P175

Rheology of Composites Research Group

Head of the group: senior researcher Heiko Herrmann, hh@cens.ioc.ee

Members of the group: Andres Braunbrück, Dmitri Kartofelev;

PhD student Oksana Goidyk, Mark Heinstein

Keywords: Mechanics of Materials, Continuum Mechanics, Fiber Concrete, Fiber Orientations, Computational Rheology, Image Analysis, 3D Visualization

Competences:

The competences of the group have a broad range, from constitutive theory over numerical computer simulations and image analysis to virtual reality visualization of scientific data. The main research topic is concerned with the mechanical properties of composites containing short fibres. The core application is steel fibre reinforced concrete, a construction material, whose use is gaining momentum in the building industry. The mechanical properties largely depend on the orientation of the short fibres, which in turn are influenced by the production process of the structural parts made of the fibre concrete. In particular the flow of the fresh concrete mass, which is mixed with the fibres, determines the fibre orientations. Analysis of fibre orientations in experiment samples is done by x-ray computed tomography, fibre orientations are then extracted from the tomography. The group has developed its own software for this purpose. The production process of concrete parts, in particular the casting is simulated using computational fluid dynamics (CFD) coupled to an orientation equation. Further, simulations of bending tests and split tests are performed with particle based discrete element simulations. On the theoretical side, the group has developed constitutive models for the influence of the fibre orientations distribution on the mechanical and thermal properties of the fibre concrete.

Connected to this is the research on stereoscopic semi-immersive 3D visualization (virtual reality), which is conducted on the self developed „Kyb3“ system. The main task of the system is the visualization of the computed tomography of fibre concrete and CFD simulations. It is used to visually inspect measurement and simulation results.

Projects:

Heiko Herrmann, PUT1146 "Rheology of short fibre reinforced cementitious composites and influence on fracture behaviour (1.01.2016–31.12.2019)"

Mittelineaarse lainelevi uurimisrühm

Juht: professor Andrus Salupere, andrus.salupere@taltech.ee

Liikmed: Arkadi Berezovski, Tanel Peets, Kert Tamm, Dmitri Kartofelev, Martin Lints; Mart Ratas; Jüri Engelbrecht

Võtmesõnad:

Pideva keskkonna mehaanika, sisemuutujate teooria, mittelineaarsed lained, solitonid, mittepurustav testimine, laine protsessid aksonites, heliteke keelpillides, numbrilised eksperimentid.

Uurimisrühma kompetentside tutvustus:

Tegevus on fokusseeritud komplekssetes keskkondades toimuva lainelevi seaduspärasuste selgitamisele. Otseülesannete korral selgitatakse kuidas erinevat tüüpi lained formeeruvad, levivad ja interakteeruvad teadaolevate omadustega materjalides. Pöördülesannete korral määratakse materjali omadusi, defektide olemasolu või pingeseisundit füüsikalistes eksperimentides mõõdetavate suuruste põhjal.

Peamised uurimissuunad

- *Pideva keskkonna mehaanika ja sisemuutujate teooria.* Loodavad matemaatilised mudelid võtavad arvesse mittelineaarseid, dispersiivseid ning temperatuuri efekte, k.a. erineva skaalaga mikrostruktuuride koosmõju lainete levile.
- *Solitonide ja üksiklainete analüüs.* Selgitatakse millistel tingimustel saavad komplekssetes keskkondades formeeruda solitoni tüüpi lained.
- *Mittelineaarse lainelevi numbriline analüüs.* Keerukate lainestruktuuride käitumise uurimiseks luuakse Fourier' teisendusel ja Haari lainikutel põhinevaid numbrilisi meetodeid.
- *Materjalide mittepurustav testimine.* Töötatakse välja meetodeid komplekssete materjalide omaduste määramiseks ja defektide tuvastamiseks.
- *Metamaterjalide modelleerimine.* Luuakse teoreetilist baasi uute tehismaterjalide loomiseks.
- *Laine protsessid aksonites.* Loodavad mudelid võtavad arvesse närvisignaali levikuga kaasnevaid mehaanilisi ja termilisi efekte.
- *Muusika akustika.* Luuakse mittelineaarseid mudeleid selgitamiseks helitekke mehhanisme erinevates keelpillides.

Hiljutisi tulemusi (2021)

- Springeri kirjastuses ilmus monograafia „Modelling of Complex Signals in Nerves“, autorid J. Engelbrecht, K. Tamm, T. Peets
- Selgitati tahkise mikrostruktuuri mõju soojusjuhtivusele. DOI: [10.1007/s00161-021-01032-0](https://doi.org/10.1007/s00161-021-01032-0)
- On loodud Haari lainikutel põhinevaid algoritme mittelineaarsete diferentsiaalvõrrandite numbriliseks lahendamiseks. E.g. DOI: [10.3390/math9212809](https://doi.org/10.3390/math9212809).
- Keelpillide helitekke mittelineaarsete fenomenide selgitamiseks uuriti katseliselt poognaga ergastatud viiulikeele võnkumist ning loodi seda simuleeriv mittelineaarne hüstereetiline mudel.
- Materjalide mittepurustava testimise vallas (koostöö PRG737-ga) on jõutud praktiliste rakenduste väljatöötamiseni.

Projektid

- PRG1227 Mittelineaarsete laine protsesside modelleerimine ebakonventsionaalsetes materjalides.

Täiendav info**AAK prioriteetsed suunad:**

Targad ja energiatõhusad keskkonnad

Frascati valdkond:

1.1 Matemaatika;

2.5 Materjalitehnika

CERCS

T150 Materjalitehnoloogia

P130 Funktsioonid, diferentsiaalvõrrandid

P190 Matemaatiline ja üldine teoreetiline füüsika, klassikaline mehaanika, kvantmehaanika, relatiivsus, gravitatsioon, statistiline füüsika, termodünaamika

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

Andrus Salupere on Rahvusvahelise Teoreetilise ja Rakendusmehaanika Ühingu (IUTAM)peaassamblee liige.

Tanel Peets on Põhjamaade Arvutusmehaanika Assotsiatsiooni täitevkomitee liige

Jüri Engelbrecht on mitme välismaise akadeemia välisliige, vt.

<https://www.akadeemia.ee/member/engelbrecht/>

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta:

PRG1227 tulemused on rakendatavad materjalide mittepurustaval testimisel ja vastavate seadmete väljatöötamisel, müratõrjel, muusikainstrumentide ja helisüntesaatorite tootmisel, meditsiinis, uute kunstmaterjalide väljatöötamisel jne.

Nonlinear Wave Dynamics Research Group

The Head: Prof Andrus Salupere, andrus.salupere@taltech.ee

Members:

Arkadi Berezovski, Tanel Peets, Kert Tamm, Dmitri Kartofelev, Martin Lints, Mart Ratas, Jüri Engelbrecht

Keywords:

Continuum mechanics, internal variables, nonlinear waves, solitons, nondestructive testing, wave processes in axons, sound generation in string instruments, numerical experiments

Overview of the competencies

Activities are focused on wave propagation in complex media and corresponding applications. In case of direct problems, the goal is to analyse how waves of different types propagate and interact in materials which properties are known. In case of inverse problems, the aim is to determine properties of materials, existence of defects, residual stresses, etc making use of quantities measured from physical experiments.

Main research directions

- *Theory of continua and internal variables.* Developed mathematical models take into account nonlinear, dispersive and temperature effects, and multiscale of a microstructure.
- *Solitons and solitary waves.* Conditions for formation of solitonic waves are determined.
- *Numerical analysis of nonlinear wave propagation.* Fourier transform and Haar wavelets related numerical methods are elaborated.
- *Nondestructive testing of materials.* Methods for determining of properties of materials and for detection of defects are worked out.
- *Modelling of metamaterials.* Theoretical basis for creating of advanced materials is developed.
- *Wave processes in axons.* The models to be developed, take into account the mechanical and thermal effects that accompany the propagation of the nerve signal.
- *Musical acoustics.* Nonlinear models that explain the mechanisms of sound generation in different string instruments are created.

Some recent results (2021)

- A monograph entitled “Modelling of Complex Signals in Nerves” by J. Engelbrecht, K. Tamm, T. Peets was published by Springer.
- The influence of the microstructure of the material on the heat conduction was explained. DOI: [10.1007/s00161-021-01032-0](https://doi.org/10.1007/s00161-021-01032-0)
- Haar wavelet based algorithms were developed for solving nonlinear ODEs and PDEs numerically. E.g. DOI: [10.3390/math9212809](https://doi.org/10.3390/math9212809).
- In order to elucidate nonlinear phenomena of sound generation in string instruments, oscillations of bow excited violin string were studied experimentally and corresponding nonlinear hysterical model for simulating oscillations of violin strings was worked out.
- Activities in the field of non-destructive testing of materials (collaboration with PRG 737) have led to the development of practical applications.

Projects

- PRG1227 Modelling of nonlinear wave processes in advanced materials.

Spin design laboratoorium

Uurimisgrupi juht: Ago Samoson, juhtivteadur, ago.samoson@ttu.ee

Liikmed:

Ats Kaldma, üliõpilane;

Kalju Vanatalu, insener;

Mai-Liis Org, insener, magistrand;

Andres Reinhold, insener;

Meelis Rohtmäe, tehnik;

Liisi Karlep, doktorant.

Võtmesõnad: Mikromehhanika, raadioelektroonika, tehniline keraamika, CAD, metaboolomika, alzheimer, NMR, MAS

2020 teadustöö aruanne:

Töötasime nii NMR tehnoloogia, metaboolse diagnostika kui ka amüloidide fibrillatsiooni inhibeerimisega, mida peetakse oluliseks Alzheimeri ravil.

Tähtsamad tulemused:

Tänu meie NMR tehnoloogia arendusele registreerisime esmakordselt vesinku ja süsiniku keemiliste nihete korreleeritud dispersiooni tahkes kehas, see võimaldas otseselt lahutada tselluloosi amorfse ja kristallfaasi

Valitud publikatsioon:

Faster magic angle spinning reveals cellulose conformations in woods

Eric Chung-Yueh Yuan, Shing-Jong Huang, Hung-Chia Huang, Jari Sinkkonen, Andres Oss, Mai-Liis Org, Ago Samoson, Hwan-Ching Tai and Jerry Chun Chung Chan

Chem. Commun., **2021**,57, **4110-4113** <https://doi.org/10.1039/D1CC01149A>

See artikkel oli illustreeritud Briti Kuningliku Keemiaühingu ajakirja kaanel.

Täiendav info

Frascati valdkonnad: 1.3, 2.3

CERSi valdkonnad: P300, B725, T110

Spin Design Laboratory

Group leader: Ago Samoson, Lead Research Scientist, ago.samoson@ttu.ee

Members:

Ats Kaldma, student;

Kalju Vanatalu, insener;

Mai-Liis Org, engineer, masters student;

Andres Reinhold, engineer;

Meelis Rohtmäe, technician;

Liisi Karlep, PhD student.

Key words: Micromechanics, radio engineering, technical ceramics, CAD, Alzheimer, NMR, MAS, metabolomics

Most important results in 2021:

Due to our development of MAS NMR Technology we succeeded for the first time to record correlated dispersions of the chemical shifts of ^1H and ^{13}C in solids. This enabled resolution of crystalline and amorphous fractions of the wood cellulose.

Selected recent publication:

Faster magic angle spinning reveals cellulose conformations in woods

Eric Chung-Yueh Yuan, Shing-Jong Huang, Hung-Chia Huang, Jari Sinkkonen, Andres Oss, Mai-Liis Org, Ago Samoson, Hwan-Ching Tai and Jerry Chun Chung Chan

Chem. Commun., 2021,57, 4110-4113 <https://doi.org/10.1039/D1CC01149A>

The publication was illustrated at the cover of the journal.