

Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut, 2021. aasta teadus- ja arendustegevuse aruanne

Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut
Department of Materials and Environmental Technology
Maarja Grossberg, maarja.grossberg@taltech.ee, +372 620 3210

Instituudis tegutsevad järgmised uurimisrühmad:

- Anorgaaniliste materjalide teaduslabor
- Biofunktsionaalsete materjalide teaduslabor
- Keemiliste kiletehnoloogiate teaduslaboratoorium
- Keskkonnatehnoloogia teaduslabori uurimisrühm
- Polümeeride ja tekstiilitehnoloogia labor
- Puidutehnoloogia labor
- Päikeseenergeetika materjalide teaduslabor

The Department conducts research within 7 research groups:

- Laboratory of Inorganic Materials
- Laboratory of Biofunctional Materials
- Laboratory of Thin Film Chemical Technologies
- Laboratory of Environmental Technology
- Laboratory of Polymers and Textile Technology
- Laboratory of Wood Technology
- Laboratory of Photovoltaic Materials

Uurimisrühmade ülevaated

1. Anorgaaniliste materjalide teaduslaboratoorium

Laboratory of Inorganic Materials

Juht/ Head: täisprofessor tenuuris **Andres Trikkel**

Tel.: +372 620 2872, e-mail: andres.trikkel@taltech.ee

Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/academic staff

- Andres Trikkel – täisprofessor tenuuris
- Tiit Kaljuvee – vanemteadur
- Rein Kuusik –vanemteadur
- Kaia Tõnsuaadu – vanemteadur
- Mai Uibu – vanemteadur
- Siim Link – teadur, kuni 31.08.2021
- Kadriann Tamm - teadur
- Can Rüstü Yörük - teadur

Doktorandid/Doctoral students

- Ana Jurkevicate
- Mustafa Cem Usta
- Gizem Hacialioglu-Erlenheim

Mitteakadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/Non-academic staff

- Marve Einard – keemiainsener

Võtmesõnad/keywords

Fosforiit, graptoliitargilliit, põlevkivituhk, sadestatud kaltsiumkarbonaat, kasvuhoonegaasid, termiline analüüs

Phosphorite, graptolite-argillite, oil shale ash, precipitated calcium carbonate, GHG, thermal analysis

Uurimisrühma kompetentsid/Competences

Labor tegutseb kolmel prioriteetsel suunal nii globaalselt kui Eesti riigi võtmes:

- Kriitiliste toormete ressursibaasi laiendamine alus- ja rakendusuuringutega Eesti fosforiidi ja kaasnevate mineraalide (graptoliitargilliit) väärdamise uute jätkusuutlike meetodite väljatöötamiseks - väärtuslike komponentide nagu fosfori, vanaadiumi ja haruldaste muldmetallide eraldamiseks;
- Kasvuhoonegaaside emissiooni vähendamine kui rohepöörde üks oluline eesmärk, mis hõlmab aluseliste tööstusjäätmete (põlevkivituhk, klinkritolm) kiirendatud karboniseerimise protsesside ning kütuste hapnikus põletamise kui sobiva CO₂ püüdumistehnoloogia keemilis-tehnoloogiliste aluste väljatöötamise. Võimalikud rakendused on ehitusmaterjalide saamine koos samaaegse CO₂ sidumisega;
- Põlevkivituha taaskasutamise rakendusuuringud väärtusliku produkti - sadestatud kaltsiumkarbonaadi - tootmiseks tööstuslikus mastaabis koos tekkivate jäätmete võimalikult kompleksse ärakasutamisega.

The activities of the laboratory are focused on three priority directions both globally and in the key of Estonian future:

- Expanding the resource base of critical raw materials with basic and applied research for the development of new sustainable methods for the valorisation of Estonian phosphorite and associated minerals (graptoliteargillite) - for the selective separation of valuable components such as phosphorus, vanadium and rare earths;
- Reducing greenhouse gas emissions which is one of the key objectives of the green turn, including development of chemical-technological bases of accelerated carbonation processes for alkaline industrial wastes (oil shale ash, clinker dust) as well as oxy-fuel combustion of fuels as a promising method for CO₂ capture. The possible applications are aimed to make construction materials together with simultaneous binding of CO₂;

Applied research to reuse oil shale ash for the production of a valuable product - precipitated calcium carbonate - on an industrial scale with the possibly complete utilization of the generated residues.

Olulised projektid

- RESTA23 – Eesti karbifosforiidi kvaliteet ja omadused potentsiaalse fosfori ning haruldaste muldmetallide toormena ja selle kompleksed ümbertöötlemistehnoloogiad; Quality and properties of Estonian shelly phosphorite as a potential source for phosphorus and REEs and its complex processing technologies (2020–2023), A. Trikkel.
- VFP17114EK – Kaltsiumi ringtsükli kasutamine CO₂-vaba tsemendiklinkri tootmiseks; Clean clinker production by calcium looping process — CLEANKER (2017-2022). A. Trikkel, M. Uibu.

Olulised publikatsioonid

- Tõnsuaadu, K.; et. al. (2021). A New Perspective on Fluorapatite Dissolution in Hydrochloric Acid: Thermodynamic Calculations and Experimental Study. *Inorganics*, 9 (8), 65–76. DOI: 103390/inorganics9080065.
- Uibu, M.; et. al. (2021). The composition and properties of ash in the context of the modernisation of oil shale industry. *Oil Shale*, 38 (2), 155–176. DOI: 10.123456789.

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

- Labori rahvusvaheline tunnustamine konverentsi ACEME 2021 korraldamisõiguse ja eesistumise andmine meile;
- Osalemine rahvusvahelises projektis Horizon2020 (CLEANKER) ja rahastuse saamine ResTA programmist (ResTA23 ja ResTA18);

- Firma Ragn-Sells AS tellimisel tehtud rakendusuuring (Lep19098) oli positiivsete tulemustega, mis andis firmale aluse otsuse tegemiseks tööstuslikus mastaabis tehase ehitamiseks.
- International recognition of the laboratory, giving us the right to host and chair the ACEME 2021 conference;
- Laboratory of Inorganic Materials participates in international project Horizon2020 (CLEANKER), and obtained financing for a new ResTA program (ResTA23 and ResTA18);
- The applied research (Lep19098) commissioned by the company Ragn-Sells AS had positive results, which gave the company a basis for making a decision to build an industrial scale plant.

Täiendav info

- Tegevusvaldkond
 - 2. Tehnika ja tehnoloogia 2.4 Keemiatehnika
 - 2. Tehnika ja tehnoloogia 2.7 Keskkonnatehnika
- 5. TEHNIKATEADUSED, T350 Keemiatehnoloogia ja -masinaehitus
5. TECHNOLOGICAL SCIENCES Chemical technology and engineering
- 5. TEHNIKATEADUSED, T150 Materjalitehnoloogia
5. TECHNOLOGICAL SCIENCES Material technology
- 5. TEHNIKATEADUSED, T440 Mittemetalliliste mineraalide tehnoloogia
5. TECHNOLOGICAL SCIENCES Non-metallic mineral technology
- uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga
Keskkonnaressursside väärimine (valorisation of natural resources) – uued lahendused Eesti maapõue-, loodus- ja tehisressursside säästvaks ja jätkusuutlikuks kasutamiseks.
- Uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA & I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal.

Andres Trikkel, professor

Rahvusvahelise konverentsi ACEME2021 eesistuja;

Mitmete rahvusvaheliste termilise analüüsi konverentside teaduskomitee liige;

IGIP (International Society for Engineering Education and Modern Engineering Pedagogy) liige;

Tiit Kaljuvee, vanemteadur

Ajakirja JTAC piirkondlik toimetaja;

Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry organiseerimiskomitee liige;

Shota Rustaveli (Georgia) Rahvusliku Teadusfondi grandiprojektide hindamiskspert;

ICTAC (International Confederation for Thermal Analysis and Calorimetry) liige;

Mai Uibu, vanemteadur

Rumeenia Rahvusliku Teadusfondi (UEFISCDI - The Executive Agency for Higher Education, Research, Development and Innovation Funding) grandiprojekti hindamiskspert;

Siim Link, teadur

United States Department of Agriculture. National Institute of Food and Agriculture, SBIR program retsensent.

- Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta:

Selgitatud on põllumajanduse ja teiste tööstusharude heitmete ning madala-kvaliteetsete toormaterjalide kasutusvõimalusi mullaviljakuse parendajatena, on töötatud välja tingimused ja soovitused põlevkivituha granuleerimiseks.

- Lep12116 "Granuleeritud põlevkivituhk lubiväetisena - saamine ja iseloomustamine 1 ja 2 (1.08.2012–31.12.2016)", Tiit Kaljuvee.

Samuti on selgitatud põlevkivitööstuse jäätmaterjali – hüdratiseeritud põlevkivituha kasutusvõimalusi lahustunud fosfaatide aktiivfiltrina märgalapuhastites.

- SLOOM12093T "Fosforiärastustehnoloogiad märgalapuhastites: põlevkivituhasette filtersüsteemide omadused ja pikaajaline toimimine (1.01.2012–31.08.2015)", Kalle Kirsimäe, Kaia Tõnsuaadu.

On näidatud, et kasutades klinkritolmu ning põlevkivituha granuleeritud täitematerjalide valmistamiseks vähenevad CO₂ heitmed, sest osa emiteeritud CO₂ kogusest seotakse graanulite valmistamise käigus põlevkivituha.

- KIK17083 – "Uuring tööstusjäätmetest ehituslike täitematerjalide saamiseks koos CO₂ sidumisega (21.12.2016-1.06.2018)". Mai Uibu

On välja pakutud lahendused CO₂ emissioonide vähendamiseks põlevkivienergeetikas, analüüsitud kõige sobivamaid CO₂ püüdmise tehnoloogiaid ning antud vastavad soovitused.

- Lep19010EK – "Kliimamuutuste leevendamine läbi CCS ja CCU tehnoloogiate (2019-2021, ETAG)". A. Konist, ..., M.Uibu, A.Trikkel.

On välja töötatud soovitused Eesti fosforiidimaagi flotatsioonrikastamiseks ja põlevkivituha kasutamiseks erinevates valdkondades.

- RITA1 – Kaks alateemat projektis "Maapõueressursside efektiivsemate, keskkonnasõbralikumate ja säästvamate kasutusvõimaluste väljatöötamine (2017-2020, ETAG)". K.Tõnsuaadu, M.Uibu, A.Trikkel.

- käimasolevate projektide/lepingute tulemuste (väljatöötamisel olevad tooted/ tehnoloogiad, uudsed lahendused ja kompetentsid) rakendusvõimalused
 - Uuritakse uute tehnoloogiate (nn soolhappelise töötlemise) rakendamise võimalusi Eesti fosforiidist fosforväetiste ja/või fosforhappe saamiseks, mis võimaldaks eraldada nii fosfori kui kasulikud haruldased muldmetallid. See on tulevikku suunatud uuring, mis selgitab paremaid ja keskkonnasõbralikumaid tehnoloogilisi võimalusi fosfaattoorme ja kaasnevate mineraalide (graptoliitargillit) töötlemiseks (ResTA23, ResTA18). Huvitatud ettevõtted selgitamisel.
 - Valitud lokaalsete ja regionaalsete CCUS (süsiniku püüdmine kasutamine ja ladustamine) stsenaariumite tehnoloogia- ja majanduslik modelleerimine Vernasca, Kunda ja Slantsõ tsemenditehaste baasil võimaldab demonstreerida betooni tootmist tsemenditehase heitmaterjalidest ja võib olla huvipakkuv Kunda Nordic Tsemendile (CLEANKER).
 - Põlevkivituha sadestatud kaltsiumkarbonaadi saamine (Lep19098) on eksperimentaalselt põhjalikult läbi töötatud ning jõudnud ülesskaleerimise staadiumisse algul demotehase, siis tööstusliku rakenduse näol. Edasine töö jätkulepingute näol seisneb kogu tuha võimalikult komplekses ja keskkonnaohutus ärakasutuses.

2. Biofunktsionaalsete materjalide teaduslabor

Laboratory of Biofunctional materials

Juht/Head: juhtivteadur **Vitali Sõritski**

Tel.: +372 620 2820, e-mail: vitali.syritski@taltech.ee

Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/academic staff

- Andres Öpik -emeritprofessor, vanemteadur
- Jekaterina Reut -vanemlektor
- Akinrinade George Ayankojo -teadur
- Roman Boroznjak -teadur
- Anna Kidakova -teadur
- Illar Pata -teadur

Järeldoktorid/Postdoctoral students

- Mariia Antipchik -kuni 02.2022

Doktorandid/Doctoral students

- Vu Bao Chau Nguyen
- Enayat Mohsenzadeh
- Vyacheslav Bolkvadze

Võtmesõnad/keywords

Molekulaarselt jäljendatud polümeerid, sünteetilised retseptorid, sensorid, meditsiiniline diagnostika, PoCT, keskkonnaseire, covid-19 kiirtest.

Molecularly Imprinted Polymers, synthetic receptors, sensors, medical diagnostics, PoCT, environmental monitoring, covid-19 express test.

Uurimisrühma kompetentsid/Competences

Uurimisrühm tegeleb nutikate funktsionaalsete sensormaterjalide väljatöötamisega tehnoloogiliste lahenduste tarbeks inimese elu olulistes valdkondades, nagu näiteks keskkonnakaitstes ja meditsiinilises diagnostikas. Teadustöö on suunatud molekulaarse jäljendamise tehnoloogia abil biotundlike funktsionaalsete sensormaterjalide nn molekulaarselt jäljendatud polümeeride (MIP) väljatöötamisele. MIP sensormaterjale, erinevalt looduslikest retseptoritest, iseloomustab nende hea keemiline ja termiline stabiilsus, omaduste reprodutseeritavus ja valmistamise tehnoloogia odavus. MIP-de integreerimine piesogravimeetrilise, optilise või elektrokeemilise sensoriga võimaldab uuritava analüüti kvantitatiivset määramist märgisevabalt ja piisava tundlikkusega. Uurimisrühmal on välja töötatud lahendused MIP-sensorite valmistamiseks, mis on võimelised määrama nii keskkonna saasteaineid nagu antibiootikumid (sulfametisool, amoksitsilliin, erütromütsiin) kui ka kliiniliselt olulisi valke nagu IgG, neurotroofsed faktorid (BDNF, CDNF), viirusvalgud (SARS-CoV-2 nukleokapsiid- ja ogavalgud).

The group develops smart sensing functional materials to propose solutions with considerable potential impact on essential areas of human life such as environmental protection and medical diagnostics. Employing the molecular imprinting technology, the group designs and synthesizes polymeric materials so called Molecularly Imprinted Polymer (MIP). The main benefit of use MIPs is related to their synthetic nature, i.e., excellent chemical and thermal stability associated with reproducible, cost-effective fabrication. MIPs can be easily integrated with a variety of sensor platforms including piezogravimetric, optical and electrochemical transducers and allowing label-free detection of a target analyte with high sensitivity and selectivity. The group succeeded in developing the MIP-based sensors capable of determining sulfamethizole, amoxicillin, erythromycin as well as immunoglobulin G, neurotrophic factors (BDNF, CDNF) and viral proteins (SARS-Cov-2 nucleocapsid and spike proteins).

Olulised projektid

- ETAGi grant PGR307 (1.01.2019–31.12.2023), vastutav täitja: V. Sõritski.
- ETAGi sihtgrant COVSG34 (1.09.2020–31.12.2021), vastutav täitja: V. Sõritski.

Olulised publikatsioonid

- Raziq, A.; Kidakova, A.; Boroznjak, R.; Reut, J.; Öpik, A.; Syritski, V. (2021). Development of a portable MIP-based electrochemical sensor for detection of SARS-CoV-2 antigen. *Biosensors & Bioelectronics*, 178, #113029. DOI: 10.1016/j.bios.2021.113029.
- Antipchik, M.; Korzhikova-Vlakh, E.; Polyakov, D.; Tarasenko, I.; Reut, J.; Öpik, A.; Syritski, V. (2021). An electrochemical biosensor for direct detection of hepatitis C virus. *Analytical Biochemistry*, 624, #114196. DOI: 10.1016/j.ab.2021.114196.

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Töötati välja COVID-19 kiirtesti prototüüp, mis põhineb kaasaskantava elektrokeemilise sensorplatvormiga integreeritud molekulaarselt jäljendatud polümeeri (MIP) retseptoril. Sensor on võimeline 15-20 minutiga tuvastama viirusvalku patsiendi ninaneeluproovides ning määrata ka selle kontsentratsiooni proovis, mis on eeliseks nii klassikalise PCR meetodi kui ka külgvoolu immunokromatograafiliste kiirtestide suhtes. Tulemused on avaldatud kõrge mõjufaktoriga ajakirjas *Biosensors and Bioelectronics* (impact factor 10.618).

The group has developed a prototype sensing system allowing express detection and quantification of the SAR-CoV-2 antigen. The system is portable and capable of determine rapidly (15-20 min) concentration of the viral protein in patient's nasopharyngeal samples demonstration thus the advantage over classical PCR and available antigen testing assays. The results are published as a research paper in Biosensors and Bioelectronics – a top interdisciplinary journal devoted to biosensors (JIF in 2021 - 10.618).

Täiendav info

- Tegevusvaldkond
 - 1.4 Loodusteadused. Keemiateadused ja 2.11 Tehnika ja tehnoloogia. Teised tehnika- ja tehnoloogiategadused
 5. TEHNİKATEADUSED, T150 Materjalitehnoloogia
 5. TECHNOLOGICAL SCIENCES Material technology
 3. REAALTEADUSED, P300 Analüütiline keemia
 3. PHYSICAL SCIENCES Analytical chemistry
 3. REAALTEADUSED, P401 Elektrokeemia
 3. PHYSICAL SCIENCES Electrochemistry
- uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga
 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad
 3. Keskkonnaressursside väärastamine
- Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta: käimasolevate projektide/lepingute tulemuste (väljatöötamisel olevad tooted/tehnoloogiad, uudsed lahendused ja kompetentsid) rakendusvõimalused
 Kõrgselektiivsed ja töökindlad MIP-sensorkiibid integreeritud kaasaegsete nutilahendusega avavad uued võimalused odavamate, portatiivsete sensorite valmistamiseks meditsiiniliste või keskkonna ekspress analüüside teostamiseks vahetult sündmuskohal (point-of-care testing, PoCT).

3. Keemiliste kiletehnoloogiate teaduslaboratoorium

Laboratory of Thin Film Chemical Technologies

Juht/Head: kaasprofessor teneuris **Ilona Oja Acik**

Tel.: +372 620 3369, e-mail: ilona.oja@taltech.ee

Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/academic staff

- Malle Krunk, täisprofessor teneuris
- Ilona Oja Acik, kaasprofessor teneuris
- Matteo Chiesa, sihtrahastusega professor
- Tatjana Dedova, vanemteadur
- Nicolae Spalatu, vanemteadur
- Atanas Katerski, teadur
- Merike Kriisa, teadur
- Erki Kärber, teadur (kuni nov 2021)

Järeldoktorid/Postdoctoral students

- Sreekanth Mandati, järeldoktor-teadur

Nooremteadur-doktorandid / Early Stage Researchers -PhD students:

- Jako Siim Eensalu
- Ibrahim Dünder
- Jekaterina Spiridonova
- Zengjun Chen
- Robert Krautmann
- Nimish Juneja
- Robert Beglaryan

- Sajeesh Vadakkedath Gopi
- Mykhailo Koltsov

Mitteakadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/Non-academic staff

- Abayomi Titilope Oluwabi – peaspetsialist
- Arvo Mere - peaspetsialist

Võtmesõnad/keywords

Päikesepatareid, õhukesed kiled, fotokatalüütilised pinnakatted
Solar cells, thin films, photocatalytic coatings

Uurimisrühma kompetentsid/Competences

Uurimisrühma põhikompetentsid on:

- metalloksiid ja -kalkogeniid õhukeste kilede ja nanostruktuursete kihtide väljatöötamine tööstuses rakendatavate keemiliste- ning vaakummeetoditega
- päikesepatareid, sh poolläbipaistvad, ehitis-, seadis-, siseruumide- ja IoT rakenduste jaoks
- pinnakatted õhu ja vee fotokatalüütiliseks puhastamiseks saasteainetest; antimikroobsete, elektroonikaseadiste ja gaasi sensorite rakendustele

The key competences of the research group are:

- metal oxide and chalcogenide thin films and nanostructures by cost- effective chemical and vacuum based technologies.
- solar cells, incl. semi-transparent, for building-, product integrated, indoor and IoT applications
- surface coatings for air- and water purification; antimicrobial, electronic devices, gas sensors applications

Olulised projektid

- PRG627, Antimon-kalkogeniid õhukesed kiled järgmise põlvkonna poolläbipaistvatele päikeseelementidele kasutamiseks elektrit tootvates akendes
- VFP20035, ERA CHAIR 5GSOLAR
- TAR16016EK, Uudsed materjalid ja kõrgtehnoloogilised seadmed energia salvestamise ja muundamise süsteemidele
- ETAG21014, Poolläbipaistvate kahepoolsete õhukesekileliste päikesepatareide arendus uuenduslikeks rakendusteks
- PSG689, Õhukesekilelised vismutkalkogeniidid murrangulisele tulevase põlvkonna päikeseenergiatehnoloogiale

Olulised publikatsioonid

- N. Spalatu, et al., 2021, Screening and optimization of processing temperature for Sb₂Se₃ thin film growth protocol: Interrelation between grain structure, interface intermixing and solar cell performance. Solar Energy Materials and Solar Cells, DOI: 10.1016/j.solmat.2021.111045
- J.S. Eensalu, et al., 2021, Thermal decomposition of tris(O-ethylthiocarbonato)-antimony(III) — a single source precursor for antimony sulfide thin films. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. DOI: 10.1007/s10973-021-10885-1

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Termoanalüütika uuringutele tuginedes tõestasime, et uus prekursoraine, tris(O-ethylthiocarbonato)-antimony(III), on sobilik Sb₂Se₃ õhukese kilede sadestamiseks madalatel temperatuuridel ja omab perspektiivi kasutamiseks päikesepatareides.

Lähidistants sublimatsiooni meetodil sadestatud Sb₂Se₃ põhinevate päikesepatareide efektiivsuseks saavutati 5.3%; kirjeldasime Sb₂Se₃ kristalliterade orientatsiooni ja sügavaid kristalldefekte.

Selgitasime saasteainete fotokatalüütilise lagundamise mehhanismi ZnO/NiO ja ZnO/CuxO heterostruktuurides, mis võrreldes ZnO'ga päädis fotokatalüütilise efektiivsuse kuni 50%

suurenemisega. Tulemused on olulised efektiivsemate fotokatalüütiliste materjalide väljatöötamisel.

Based on thermoanalytical studies, we proved that the new precursor, tris (O-ethylthiocarbonato) -antimony (III), is suitable for deposition of Sb₂S₃ thin film at low temperatures and can be used in different types of solar cells.

Solar cells based on Sb₂Se₃ thin films deposited by close spaced sublimation method resulted in efficiency of 5.3%; we described the crystallite orientation and deep defects in the Sb₂Se₃ crystals.

We described the mechanism of photocatalytic degradation of pollutants on ZnO/NiO and ZnO/Cu_xO heterostructures, demonstrating up to 50% higher photocatalytic degradation efficiency compared to ZnO. The results pave the way for more efficient photocatalytic materials.

Täiendav info

- Tegevusvaldkond
 - 2. Tehnika ja tehnoloogia, 2.10 Nanotehnoloogia/ 2. Engineering and technology, 2.10 Nanotechnology
 - 2. Tehnika ja tehnoloogia, 2.5 Materjalitehnika/ 2. Engineering and technology, 2.5 Materials engineering
- 5. TEHNIKATEADUSED, T150 Materjalitehnoloogia
- 5. TECHNOLOGICAL SCIENCEST; 150 Material technology
- 5. TEHNIKATEADUSED; T155 Pinded ja pinnatehnoloogia
- 5. TECHNOLOGICAL SCIENCES; T155 Coatings and surface treatment
- 5. TEHNIKATEADUSED; T140 Energeetika
- 5. TECHNOLOGICAL SCIENCES; T140 Energy research
- uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga
 - Targad ja energiatõhusad keskkonnad
 - Keskkonnaressursside vääristamine
- Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta: uurimisrühma senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas (kirjeldus ning viited projektidele, lepingutele, uudistele vms)

Rakenduslik arendustöö on suunatud päikeseelementidel põhinevate nutikate elektrit tootvate teekatendite väljatöötamisele, mille tootmisega tegeleb ülikooli spin-off ettevõtte E-Pavement.

Applied research is devoted to the development of solar cell integrated smart pavement for electricity production. Company E- Pavement implement the technology developed by the research group.

4. Keskkonnatehnoloogia teaduslabor

Laboratory of Environmental Technology

Juht/Head: täisprofessor tenuuris **Sergei Preis**

Tel.: +372 620 3365, e-mail: sergei.preis@taltech.ee

Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/academic staff

- Marina Trapido – professor, KAKM magistri õppekava juhataja – kuni 31.08.2021/Professor, Head of the KAKM Master's Curriculum – until August 31, 2021
- Marina Kritševskaja – vanemlektor, KAKM magistri õppekava juhataja/ Senior Lecturer, Head of the KAKM Master's Curriculum
- Niina Dulova – vanemteadur/Senior Researcher
- Juri Bolobajev – teadur (PhD) – kuni 31.08.2021, vanemlektor – alates 1.09.2021/ Researcher (PhD) - until August 31, 2021, Senior Lecturer - from September 1, 2021

- Eneliis Kattel-Salusoo – teadur (PhD), lapsehoolduspuhkusel alates 1.09.2021/ Researcher (PhD), on parental leave from September, 2021

Järeldoktorid/Postdoctoral students

- Jayachandrapal Balachandramohan - kuni 31.01.2022

Doktorandid/Doctoral students

- Maarja Kask – kuni 31.08.2021
- Liina Onga
- Priit Tikker
- Dmitri Nikitin
- Kristen Altof

Võtmesõnad/keywords

Keskkonnatehnoloogia, vee- ja reoveepuhastus, saasteained, siseõhupuhastus, süvaoksüdatsiooniprotsessid, koroon impulss-elektrilahenduse protsessid
Environmental technology, water and wastewater treatment, pollutants, indoor air purification, advanced oxidation processes, pulsed corona discharge plasma technology

Uurimisrühma kompetentsid/Competences

Teaduslaboril on pikaajaline kogemus vee, õhu ja pinnase puhastehnoloogiate valdkonnas, põhirõhuga süvaoksüdatsiooniprotsessidel. Viimane mõiste hõlmab mitut erinevat oksüdatiivset tehnoloogiat, mille ühiseks jooneks on nende käigus võimsa oksüdeerija tekkimine. Siia kuuluvad sellised protsessid nagu osoonimine ja selle katalüütiline modifikatsioon, Fentoni reaktiiv ja selle modifikatsioonid, fotolüütilised ning fotokatalüütilised protsessid, oksüdeerimine persulfaat- ja peroksü-ühenditega, töötlemine ultraheliga ning impulss-elektrilahenduse plasmaga töötlemine.

Uuritavad protsessid omavad suurt potentsiaali püsivate saasteainete ja mikroasaasteainete eemaldamiseks veest/reovest, saastatud pinnastest ning heitgaasidest. Õhu töötlemist koroon impulss-elektrilahenduse plasmaga kui kõrge energiaefektiivsusega puhastusprotsessiga rakendatakse mikroorganismide, k.a viiruste hävitamiseks ning lenduvate orgaaniliste ühendite lagundamiseks. Arendatavad rohelised tehnoloogiad leiavad rakendust ressursside jätkusuutlikul kasutamisel ringmajanduses.

Labori töötajad osalevad rahvusvahelistes projektides, mis on suunatud lahenduste leidmisele veega seonduvatele probleemidele – loodusliku radioaktiivsuse eemaldamisele joogiveest ja alumiiniumi jääkide kasutamisele ringmajanduses.

The Laboratory has a long-term experience in water, air and soil treatment technologies, with the main emphasis on the implementation of the Advanced Oxidation Processes (AOPs). The latter encompasses several oxidative technologies commonly recruiting highly powerful oxidants. Such technologies include ozonation and its catalytic modification, Fenton and Fenton-like reagents, photolytic and photocatalytic processes, oxidation with persulphate and peroxy compounds, ultrasonication, and pulsed electric discharge plasma treatment.

The processes under study have great potential for the removal of persistent and micro-contaminants from water/wastewater, contaminated soils and exhaust gases. Treatment of air with pulsed corona electrical discharge plasma as a high energy efficiency purification process is used to destroy microorganisms, including viruses, and to decompose volatile organic compounds. These green technologies are being applied to the sustainable use of resources in the circular economy. The laboratory personnel participate in international projects addressing the current challenges in water treatment, the abatement of natural radioactivity and aluminium waste recycling.

Olulised projektid

- PRG776 „Ohtlike vee ja õhu saasteainete lagundamine innovatiivse energiatõhusa kombineeritud impulss-koroon elektrilahenduse ja katalüüsi/fotokatalüüsiga/Innovative energy-efficient abatement of aqueous and airborne hazardous pollutants combining pulsed corona discharge plasma with catalysis/photocatalysis“(2020-21)

- VEU17119 "Parima veetööstustehnoloogia rakendamine põhjavee kõrgeenenud loodusliku radioaktiivsuse korral / Toward a smart and integral treatment of natural radioactivity in water provision services" (2017–2021)

Olulised publikatsioonid

- Tikker, P., Dulova, N., Kornev, I., Preis, S. (2021) Effects of persulfate and hydrogen peroxide on oxidation of oxalate by pulsed corona discharge, Chem. Eng. J., 411, article number 128586, DOI: 10.1016/j.cej.2021.128586
- Kask, M., Krichevskaya, K., Preis, S., Bolobajev, J. (2021) Oxidation of aqueous N-nitrosodiethylamine: experimental comparison of pulsed corona discharge with H₂O₂-assisted ozonation, J. Environ. Chem. Eng., 9, article number 105102, DOI: 10.1016/j.jece.2021.105102
- Kask, M., Krichevskaya, M., Preis, S., Bolobajev, J. (2021) Oxidation of aqueous toluene by gas-phase pulsed corona discharge in air-water mixtures followed by photocatalytic exhaust air cleaning. Catalysts, 11, article number 549, DOI: 10.3390/catal11050549

Täiendav info

- Tegevusvaldkond
2. tehnika ja tehnoloogia: 2.7 Keskkonnatehnika ja 2.4 Keemiatehnika

3. REAALTEADUSED, P305 Keskkonnakeemia
3. PHYSICAL SCIENCES Environmental chemistry

5. TEHNIKATEADUSED, T270 Keskkonnatehnoloogia, reostuskontroll
5. TECHNOLOGICAL SCIENCES Environmental technology, pollution control

5. TEHNIKATEADUSED, T350 Keemiatehnoloogia ja -masinaehitus
5. TECHNOLOGICAL SCIENCES Chemical technology and engineering
- uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga
3. Keskkonnaressursside vääristamine
- Uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA & I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal.
S. Preis: 8th Euro-Asian Pulsed Power Conference, 29.08-02.09.2021, Biarritz, France, suuline ettekanne
N. Dulova: Rumeenia teadusnõukogu (Executive Agency for Higher Education Research Development and Innovation Funding) ekspert, Poola teadusnõukogu (National Science Centre) ekspert, Expert for the European Commission Research Executive Agency (REA) under scheme of the Horizon Europe
Itaalia haridus-, ülikooli- ja teadusministeeriumi (MIUR) "PRIN (Research Projects of National Interest)" programmi retsensent
- Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta:
On väljatöötatud ja aprobeeritud vesinikperoksiidi sisaldavate desinfitseerijate valemid (projekt EE200100 "Aktiveeritud vesinikperoksiidi sisaldavate desinfitseerijate arendus, 2020–2021 - AS Chemi-Pharm).
Populaarteaduslikud esinemised meedias:
J. Bolobajev, seletused joogivee ohutuse ja kvaliteedi kohta ETV+ TV-kanalis:
<https://etvpluss.err.ee/1608377018/partija-zelenye-jestonii-obratila-vnimanie-na-temu-hlorirovaniya-vody-v-tallinne>
S. Preis, seletused joogivee Tartu linna kvaliteedi (kareduse) kohta Raadio4 ja Vikerraadio saadetes:
<https://www.err.ee/1608360543/tartu-veevark-hakkab-vett-pehmemaks-filtreerima>
<https://rus.err.ee/1608360609/tartuskij-vodokanal-nachnet-smjagchat-vodu>

Intervjuu plasma tehnoloogiast vee töötlemisel: <https://novaator.err.ee/1608414128/uus-tehnoloogia-voimaldab-tohusamalt-saasteaineid-lagundada>
<https://taltech.ee/uudised/uus-tehnoloogia-eemaldab-vees-ja-ohus-olevaid-saasteaineid-palju-tohusamalt>

S. Preis, esinemine kohtumisel Ida-Virumaa ettevõtetega:

<https://www.youtube.com/watch?v=8PLdr9P1TdU>

5. Polümeeride ja tekstiilitehnoloogia labor

Laboratory of Polymers and Textile Technology

Juht/ Head: kaasprofessor tenuuris **Andres Krumme**

Tel.: +372 620 2907, +372 527 5143, e-mail: andres.krumme@taltech.ee

Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/ academic staff

- Andres Krumme - kaasprofessor tenuuris
- Elvira Tarasova – vanemlektor
- Viktoria Gudkova - vanemlektor
- Illia Krasnou - teadur
- Natalja Savest - teadur
- Tiia Plamus – vanemlektor
- Kersti Merimaa - lektor

Doktorandid/ Doctoral students

- Nutan Bharat Savale
- Merit Rikko
- Siret Malmberg
- Nele Mandre

Võtmesõnad/ keywords

Polümeerid, biopolümeerid, tselluloosi derivaadid, polümeeride tehnoloogia, polümeerkomposiidid, reaktiivne ekstrusioon, tekstiil, elektroketrus, nanokiud, superkondendensaatorid, filtermaterjalid

Polymers, biopolymers, derivatives of cellulose, polymer technology, polymeric composites, reactive extrusion, textile, electrospinning, nanofibres, conductive polymers, supercapacitors, filtering materials

Uurimisrühma kompetentsid/ Competences

Labori teadustöö peamine fookus on keskkonnaressursside väärimdamine ja uute energiasalvestusvõimaluste arendamine energiatõhusate keskkondade jaoks. Eesmärgiks on jätkusuutlike alternatiivide leidmine fossiilsete maavarade põhiste polümeerimaterjalidele ning selleks biopõhiste keskkonnaressursside ning taaskasutatavate materjalide rakendamine nii laiatarbetoodetes aga ka spetsiifilistes valdkondades.

Otsitakse uudseid võimalusi tselluloosi jätkusuutlikuks väärimdamiseks, rakendades uusi, taaskasutatavaid lahustikeskkondi, biopõhiseid keemilise modifitseerimise reagente ja energiasäästlike tehnoloogiaid. Lahustitena kasutatakse uusi, destilleeritavaid ioonseid vedelikke. Uuritakse looduslike õlide kasutamist tselluloosi esterdamiseks ja sünteesikeskkonnana arendatakse reaktiivse ekstrusiooni tehnoloogiat.

Laboril on ainsana Eestis elektroketruse piloottootmise võimekus. Elektrienergia salvestuseks arendab labor elektroketruse teel vastupidavaid ja painduvaid superkondensaatoreid nõudlikeks rakendusteks, ennekõike kosmosetööstuses. Selleks kasutatakse nanokiulisi komposiite, mis sisaldavad erinevaid polümeere, süsiniku vorme ja ioonseid vedelikke.

Elektroketrusmeetodil arendatakse ka tselluloosi derivaatidel põhinevaid ja viirusevastaseid toimeaineid sisaldavaid filtermaterjale, mis pikendavad nende eluiga ja muudavad need süsinikuneutraalseks.

Laboril on Eestis unikaalne piloottootmise võimekus sellistes olulistes polümeeride/plastide tehnoloogia valdkondades nagu kuumsegamine, ekstrusioon ja survevalu. Arendatakse termoplastsete ja termoreaktiivsete polümeeride komposiite anorgaaniliste või biopõhiste lisanditega sekundaarse toorme efektiivseks kasutuseks ringmajanduses. Paljudel juhtudel vajab plast mineraalsete lisandite kasutamist, et mõjutada komposiitmaterjali omadusi

(jäikus, soojusjuhtivus, tulekindlus jne.) ning vähendada plasti osakaalu ja seega ka maksumust. Selgitatakse, kas ja kuidas suudavad erinevad mineraalsed jäätmed, nagu elektri- ja õlitootmises tekkivad tuhaliigid komposiitides asendada kaevandatavaid maavarasid nagu lubjakivi. Samuti otsitakse lahendusi tekstiilijäätmete ja lignotselluloosete kiudude suuremamahuliseks ringlussevõtuks plastkomposiitide tugevdava täiteainena. Laboris uuritakse erinevate meetoditega ümber töödeldud tekstiilijäätmetest saadud kiudude omadusi ning nende sobivust eritüübiliste uute (tekstiil)materjalide valmistamiseks. Põhiliste meetoditena on seni kasutatud ümbertöödeldud tekstiilkiudude ja termoplastsete lisakiududega lausmaterjalide valmistamist. Samuti tegeletakse laboris vastupidavate tekstiili- ja rõivamaterjalide välja töötamisega.

The main focus of the laboratory's research is the valorisation of environmental resources and the development of new energy storage options for energy-efficient environments. The aim is to find sustainable alternatives to fossil-based polymeric materials and, to this end, to apply bio-based environmental resources and recyclable materials in both consumer products and specific areas.

Innovative options for the sustainable recovery of cellulose are being sought through the use of new, reusable solvent media, bio-based chemical modification reagents and energy-saving technologies. New, distillable ionic liquids are used as solvents. The use of plant oils for cellulose esterification is being studied and reactive extrusion technology is being developed. The laboratory is the only one in Estonia capable of pilot production by electrospinning technology. To store electrical energy, the laboratory develops durable and flexible supercapacitors for demanding applications, primarily in the space industry. Nanofiber composites containing various polymers, carbon allotropes and ionic liquids are used for this purpose.

The electrospinning technology is also applied for developing filter materials based on cellulose derivatives and containing antiviral agents, which prolong their life and make them carbon neutral.

The laboratory has a unique pilot production capability in Estonia in such important areas of polymer / plastics technology as compounding, extrusion and injection molding. Composites of thermoplastic and thermosetting polymers with inorganic or bio-based additives are being developed for the efficient use of secondary raw materials in the circular economy. In many cases, plastics require the use of mineral additives to affect the properties of the composite material (stiffness, thermal conductivity, fire resistance, etc.) and to reduce the proportion of plastic and thus the cost. It is clarified whether and how different mineral wastes, such as ash from electricity and oil production, can replace mined minerals such as limestone in composites. Solutions are also being sought for large-scale recycling of textile waste and lignocellulosic fibers as a reinforcing filler for plastic composites.

Properties of textile fibres obtained by different recycling methods are being explored and their suitability for manufacturing different types of (textile) materials is being studied. Producing nonwoven materials with recycled textile fibres and thermoplastic virgin fibres is the main method explored. The laboratory also develops durable and sustainable textile and clothing materials.

Olulised projektid

- RESTA10 Tselluloosi keemiline väärimine ioonsete vedelike keskkonnas / RESTA10 Chemical valorization of cellulose in environment of ionic liquids
- RESTA7 Lignotselluloosse biomassi keemiline konverteerimine monomeerideks ja polümeeriseerimine kõrgtehnoloogilisteks polümeerideks / RESTA7 Conversion of lignocellulose into monomers and polymerization into high-performance polymers

Olulised publikatsioonid

- Malmberg, Siret; Arulepp, Mati; Laanemets, Krista; Käärik, Maike; Laheäär, Ann; Tarasova, Elvira; Vassiljeva, Viktoria; Krasnou, Illia; Krumme, Andres (2021). The Performance of Fibrous CDC Electrodes in Aqueous and Non-Aqueous Electrolytes. *C – Journal of Carbon Research*, 7 (2), 46. DOI: 10.3390/c7020046.
- Krasnou, I.; Nadeem, F.; Gregor, A.; Yörük, C. R.; Krumme, A. (2021). Physical-mechanical properties and morphology of filled low-density polypropylene: Comparative study on calcium carbonate with oil shale and coal ashes. *Journal of Vinyl and Additive Technology*, 1–10. DOI: 10.1002/vnl.21869.

Täiendav info

- Tegevusvaldkond
 - 4. Loodusteadused ja tehnika / 4. Natural Sciences and Engineering
 - 4.12. Protsessitehnoloogia ja materjaliteadus / 4.12. Process Technology and materials science

- 5. TEHNIKATEADUSED, T150 Materjalitehnoloogia
5. TECHNOLOGICAL SCIENCES Material technology

- 5. TEHNIKATEADUSED, T390 Polümeeride tehnoloogia, biopolümeerid
5. TECHNOLOGICAL SCIENCES Polymer technology, biopolymers

- 5. TEHNIKATEADUSED, T460 Puidu-, tselluloosi- ja paberitehnoloogia
5. TECHNOLOGICAL SCIENCES Wood, pulp and paper technology

- uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga
 - 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad
 - 3. Keskkonnaressursside väärastamine

- uurimisrühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal
Andres Krumme Eesti teaduse populariseerimise riikliku konkursi auhind kategoorias „Parim teaduse ja tehnoloogia populariseerija“ / Andres Krumme Award of the Estonian National Competition for Popularization of Science in the category "Best Popularizer of Science and Technology"

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

Saksamaa Haridus- ja Teadusministeeriumi toetatud võrgustumistegevus EU-TEXNet/
German Ministry of Education and Research supported networking activity EU-TEXNet

COST action CA19124 „Rethinking packaging for circular and sustainable food supply chains of the future“

COST action CA15107 "Multi-Functional Nano-Carbon Composite Materials Network"

- Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta:
uurimisrühma senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas (kirjeldus ning viited projektidele, lepingutele, uudistele vms)

EST:

Termoplastse tselluloosi sünteesi meetodite väljatöötamine ja piloottehnoloogia arendamine. Rahastav projekt: RESTA10 „Tselluloosi keemiline väärindamine ioonsete vedelike keskkonnas.“ Huvitunud ettevõtted: VKG, Fibenol, UPM. Uudsi: <https://etv.err.ee/1608385511/teadusest>

Elektroketrusmeetodil valmistatud, tselluloosi derivaatidel põhinevad viirusevastaseid toimeaineid sisaldavad filtermaterjalid. Uuringu rahastaja: COVSG16 „Uudsed nanoosakestel põhinevad filtermaterjalid ja näomaskid SARS-CoV-2 inaktiveerimiseks“. Tulemuste rakendaja: Esfil Tehno AS. Uudis: <https://vikerraadio.err.ee/1608222634/labor-teateid-nanomaailmast/1297227>

Tekstiiljäätmete kasutamine termoplastsete komposiitide armeeringuna survevalu ja kuumpressimistehnoloogias. Ümbertöödeldud tekstiilkiudude kasutamine erinevate tekstiilmaterjalide (lausmaterjalid, lõngad jm) valmistamiseks. Uuringu rahastaja: KIK19019 "Tekstiiljäätmete purustamistehnoloogia ja uudsete materjalide arendamine tekstiiljäätmete väärindamiseks ning ringmajanduse toetamiseks. Tulemuste võimalik rakendaja: plastijäätmel ümbertöötlev ettevõtte, tehniliste

tekstiilide tootja. Uudis: <https://vikerraadio.err.ee/1608413075/andres-krumme-tuleviku-ehitusmaterjal-voiks-olla-tuhast-ja-tekstiilist>

Metoodika geosüntetide pikaajalise vastupidavuse kiirendatud hindamiseks Eesti oludes. Uuringu rahastaja: LEP19061 „Maanteeameti töövõtuleping nr 1-12/19/1733-1 Geosüntetika kvaliteedikontrolli arendamine etapp 2“. Tulemuste rakendaja: Transpordiamet, Tallinna Tehnikaülikooli baasil asutatav katselabor.

Mineraalsete jäätmete rakendused koos jäätmeplastiga teekonstruktsioonides. Uuringu rahastaja: Plastteed OÜ.

ENG:

Development of thermoplastic cellulose synthesis methods and pilot technology. Funding project: RESTA10 "Chemical valorization of cellulose in environment of ionic liquids". Interested companies: VKG, Fibenol, UPM. News: <https://etv.err.ee/1608385511/teadusest>

Filter materials containing antiviral agents based on cellulose derivatives, obtained by the electrospinning method. Funding project: COVSG16 " Novel nanoparticle-based filter materials and face masks for SARS-CoV-2 inactivation". Implementer of the results: Esfil Tehno AS. News: <https://vikerraadio.err.ee/1608222634/labor-teateid-nanomaailmast/1297227>

Use of textile waste as reinforcement of thermoplastic composites in injection molding and hot pressing technology. Funding of the study: KIK19019 "Developing of textile waste shredding technology and innovative materials to adding value to textile waste and support the circular economy". Possible application of the results: a plastic waste recycling company. News: <https://vikerraadio.err.ee/1608413075/andres-krumme-tuleviku-ehitusmaterjal-voiks-olla-tuhast-ja-tekstiilist>

Methodology for accelerated assessment of the long - term durability of geosynthetics in Estonian conditions. Funding project: LEP19061 "Road Administration Contract No. 1-12 / 19 / 1733-1 Methodology for accelerated evaluation of long-term durability of geosynthetics in specific conditions of Estonia". Implementer of the results: Transport Administration, test laboratory established on the basis of Tallinn University of Technology.

Mineral waste applications with waste plastic in road constructions. Funding of the study: Plastteed OÜ.

6. Puidutehnoloogia labor

Laboratory of Wood Technology

Juht/ Head: professor **Jaan Kers**

Tel.: +372 620 2910, e-mail jaan.kers@taltech.ee

Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/ academic staff

- Jaan Kers – professor
- Triinu Poltimäe – vanemlektor
- Heikko Kallakas, teadur
- Anti Rohumaa, teadur
- Karmo Kiiman, lektor
- Silvi Treial, lektor

Doktorandid/ Doctoral students

- Percy Festus Alao, doktorant-nooremteadur
- Tolgay Akkurt, doktorant-nooremteadur
- Umair Qasim, doktorant-nooremteadur
- Villu Kuk, doktorant

Mitteakadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/ Non-academic staff

- Catherine Kilumets – insener
- Kärt Kängsepp – insener
- Margus Kangur - tehnik

Võtmesõnad/ keywords

Spoon, vineer, puitpolümeerkomposiidid, puitplastkomposiidid, looduslikud komposiidid, mööbel

Veneer, plywood, wood-polymer composites, wood and natural fibre composites, furniture

Uurimisrühma kompetentsid/ Competences

TalTech Puidutehnoloogia labor tegeleb kasespooni pinnaomaduste, kvaliteedi ja liimliite kvaliteedi uurimisega. Selleks on puidutehnoloogia laboris olemas spetsiaalne spooni ja veeri tootmise liin, millel saab teha täpse kvaliteediga spooni ja vineeri. Laboris tegeletakse ja puidust ja teistest looduslikest kiududest polümeerkomposiitide arendamisega. Välist kompetentsi tõi dr. Christopher G. Hunt (USDA Forest Products Laboratory), kes töötas TalTech puidutehnoloogia laboris Fulbright stipendiaadina 6 kuud 2021. a. Laboris arendatakse välja uudseid termoplastsest tselluloosist laiatarbeplaste. Uuritakse veel kiukanepi kasutamist looduslike ehitusmaterjalide ja isolatsiooni materjalide valmistamisel. Puidutehnoloogia laboris ja ligi-0 energiahoone katsemajas uuritakse kuidas mõjutab niiskuse ja temperatuuri muutused pragude tekkimist ristkihtpuitpaneelides.

The Laboratory of Wood Technology is investigating the birch veneer surface properties, quality, and bonding quality. Another main research area is wood and natural fiber polymer composites, where we investigate how it is possible use birch veneer residues in the wood-plastic composites. External competence was brought by dr. Christopher G. Hunt (USDA Forest Products Laboratory), who worked in TalTech as Fulbright scholar for six months in 2021. We develop novel thermoplastic cellulose materials for further commodity applications. We also investigate how industrial hemp can be used to make building materials and insulation materials. Impact of moisture content and temperature to crack formation in cross-laminated timber (CLT) panels are investigated in TalTech 0-energy building.

Olulised projektid

- RITA1/01-18-15 "Biomajanduse väärtusahelad (1.03.2018–28.02.2021)", Jaan Kers, Tallinna Tehnikaülikool, Inseneriteaduskond, Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut.
- Estonian Plywood AS – Nutika spetsialiseerumise rakendusuring „Madalakvaliteediliste puiduliikide väärdamine uudseteks puitpolümeerkomposiitmaterjalideks“ (01.09.2019-30.03.2022).
- Sutu OÜ – Nutika spetsialiseerumise rakendusuring „Rakendusuring pilliroogbiokomposiit-materjalide kasutamiseks biolagunevates toidunõudes“ (01.04.2019-31.03.2022)
- RESTA10 "Tselluloosi keemiline väärdamine ionsete vedelike keskkonnas (1.09.2020–31.08.2023)
- PRG820 "Puit-bioadhesiiv süsteemide disain parima materjalide koostoime saavutamiseks kestlikes vähekasutatud puiduliikidest valmistatud spoonipõhistes toodetes (1.01.2020–31.03.2021).
- MOBTP123 „Disainitud süsteemid puidu ja adhesiivi vahelise koostoime ja liite kvaliteedi parandamiseks“ Anti Rohumaa (1.08.2019-31.07.2021)

Olulised publikatsioonid

Rohumaa, A.; Kallakas, H.; Mäetalu, M.; Savest, N.; Kers, J. (2021). The Effect of Surface Properties on Bond Strength of Birch, Black Alder, Grey Alder and Aspen Veneers. International Journal of Adhesion and Adhesives, #102945. DOI: [10.1016/j.ijadhadh.2021.102945](https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2021.102945).

Marrot, L.; Alao, P. F.; Mikli, V.; Kers, J. (2021). Properties of frost-retted hemp fibres for the reinforcement of composites. Journal of Natural Fibers. DOI: [10.1080/15440478.2021.1904474](https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1904474).

Alao, P. F.; Marrot, L.; Burnard, M, D.; Lavrič, G.; Saarna, M.; Kers, J. (2021). Impact of Alkali and Silane Treatment on Hemp/PLA Composites' Performance: from Micro to Macro Scale. *Polymers*, 13 (6), #851. DOI: 10.3390/polym13060851.

Alao, P. F.; Marrot, L.; Kallakas, H.; Just, A.; Poltimae, T.; Kers, J. (2021). Effect of Hemp Fiber Surface Treatment on the Moisture/Water Resistance and Reaction to Fire of Reinforced PLA Composites. *Materials*, 14 (15), #4332. DOI: 10.3390/ma14154332.

Lohmus, Rynno; Kallakas, Heikko; Tuhkanen, Eero; Gulik, Volodymyr; Kiisk, Madis; Saal, Kristjan; Kalamees, Targo (2021). The Effect of Prestressing and Temperature on Tensile Strength of Basalt Fiber-Reinforced Plywood. *Materials*, 14 (16), ARTN 4701. DOI: 10.3390/ma14164701.

Qasim, U.; Rafiq, S.; Jamil, F.; Ahmed, A.; Ali, T.; Kers, J.; Khurram, M. S.; Hussain, M.; Inayat, A.; Park, Y.-K. (2021). Processing of lignocellulose in ionic liquids: A cleaner and sustainable approach. *Journal of Cleaner Production*, 129189. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.129189.

Täiendav info

- Tegevusvaldkond
2.5 Materjalitehnika
 - 5. TEHNİKATEADUSED, T150 Materjalitehnoloogia
 - 5. TECHNOLOGICAL SCIENCES Material technology
 - 5. TEHNİKATEADUSED, T460 Puidu-, tselluloosi- ja paberitehnoloogia
 - 5. TECHNOLOGICAL SCIENCES Wood, pulp and paper technology
 - 5. TEHNİKATEADUSED, T152 Komposiitmaterjalid
 - 5. TECHNOLOGICAL SCIENCES Composite materials
- uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga
 - 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad
 - 3. Keskkonnaressursside vääristamine
- Uurimisrühma liikmete koostöö teiste T&A asutuste ja ettevõtetega
 - Jaan Kers on rahvuslik koordinaator koostöövõrgustikus Northern European Network for Wood Science and Engineering (WSE).
 - Jaan Kers on Eesti Metsa- ja Puidutööstuse Liidu juhatuse liige
 - Jaan Kers on Eesti Mööblitootjate Liidu juhatuse liige
 - Puidutöötlemise ja mööblitootmise kompetentsikeskus TSENER – koostööprojektid
 - Estonian Plywood AS – Vineeri katsetused ja arendustööd, töötajate koolitused.
 - Alpek FL OÜ – pehmemööblitehnoloogia õppeaines tootearendusprojekti juhendamine
 - Chemifix Oy – Puitpolümeerkomposiitide liimide ja liimühenduste arendamine
 - Palonot Oy – Vineeride tulekindluse arendamine
 - South-Eastern Finland University of Applied Sciences (Xamk) – Spooni katsete koostööprojektid
 - USDA Forest Products Laboratory, dr. Christopher G. Hunt töötas TalTech puidutehnoloogia laboris Fulbright stipendiaadina 01.02-31.08.2021. Koostöö sisuks on läbi teadlastevahetuste puidukeemia ja puiduadhesiooni alaste kompetentside arendamine ja ühised teaduskoostöö projektid.

7. Päikeseenergeetika materjalide teaduslabor

Laboratory of Photovoltaic Materials

Juht/Head: vanemteadur **Marit Kauk-Kuusik**

Tel.: +372 620 3360, e-mail: marit.kauk.kuusik@taltech.ee

Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/academic staff

- Bereznev, Sergej- dotsent

- Danilson, Mati- teadur
- Grossberg, Maarja-tenuuri täisprofessor
- Kauk-Kuusik, Marit-vanemteadur
- Kaupmees, Reelika- teadur
- Krustok, Jüri- professor
- Maricheva, Jelena- teadur
- Mikli, Valdek- vanemteadur
- Muska, Katri- teadur
- Oueslati, Souhaib – teadur (kuni nov 2021)
- Pilvet, Maris- teadur
- Polivtseva, Svetlana - teadur
- Raadik, Taavi- teadur
- Timmo, Kristi- vanemteadur
- Volobujeva, Olga- vanemteadur

Järeldoktorid/Postdoctoral students

- Walke, Peter Robert

Doktorandid/Doctoral students

- Filippova, Xenia
- Ghisani, Fairouz
- Ibrahim, Akram Abdalla Mohammed
- Kristmann, Katriin
- Li, Xiaofeng
- Mengü, Idil
- Penežko, Aleksei
- Shmagina, Elizaveta
- Uslu, Mehmet Ender

Mitteakadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/Non-academic staff

- Altosaar, Mare- juhtivspetsialist
- Raudoja, Jaan- insener

Võtmesõnad/keywords

Päikesepatareid, pooljuhtmaterjalide süntees, 2D materjalid, defekt struktuur, optoelektronsed omadused, PEC struktuur

Photovoltaics, semiconductor material synthesis, 2D materials, defect structure, optoelectronic properties, PEC structure

Uurimisrühma kompetentsid/Competences

Päikeseneergeetika materjalide teaduslabori peamiseks uurimisvaldkonnaks on pooljuhtmaterjalide süntees ja optoelektronsete omaduste uuringud eesmärgiga kasutada neid päikeseneergeetika rakendustes. 2021 aastal olid peamiseks uurimisteemadeks:

- Kesteriitsetes monoterakiht- päikeseelementides abraber/puhverkihi piirpinna modifitseerimine eesmärgiga vähendada pinnarekombinatsiooni. Samuti katsetati kesteriite PEC rakendustes vee lõhustamiseks.
- Ühefaasilise FeS₂ monokristallide kasvatamise tingimuste väljatöötamine eesmärgiga tulevikus rakendada seda tehnoloogiat elektrienergia tagamiseks ESA Kuu lõunapoolusele rajatavale baasile.
- Tetrahedriidsete pulbrite süntees CdI₂ ja LiI sulas faasis ja fotoelektrokeemilised mõõtmised.
- Zn(O,Se) kilede sadestamine PLD meetodil eesmärgiga rakendada neid puhverkihina CIGSe õhukesekilelistes päikeseelementides. Ga₂Te₃ õhukeste kilede sadestamine PLD meetodil struktuursete, optiliste ja faasimuutuse uuringuteks.
- Sb₂Se₃ mikrokristallide üksikasjalik uuring vabade eksitonide ja bieksitonide kiirgusest. Valentstsooni kristallvälja lõhenemise tõttu täheldati T = 3 K juures kahte erinevat vaba eksitoni ja kahte erinevat bieksitoni piiki.

The main field of research for Laboratory of Photovoltaic Materials Research is the synthesis and the design of the electrical, optical properties and defect structure of semiconductor materials for next-generation solar cells.

In 2021 the research was focused on the following:

- Modification of the CZTS/CdS interface in order to reduce surface recombination. Kesterite compounds were also tested for water splitting applications.
- Development of synthesis conditions for single-phase pyrite microcrystals with the scope to implement this technology in the future European Space Agency's lunar settlement.
- Development of tetrahedrite micro-crystals synthesized by molten salt method in CdI₂ and LiI and photo-electrochemical characterization.
- Development of Zn(O,Se) functional layers by PLD technique as buffer layer for CIGSe solar cell structures. Vitreous Ga₂Te₃ thin films obtained by PLD for structural, optical and phase-change studies.
- Detailed study of free exciton and biexciton emissions in Sb₂Se₃ microcrystals.

Olulised projektid

- VFP20034 "Innovaatiliste kesteriididel põhinevate õhukesekileliste tehnoloogiate kohandamine erilahendusega arhitektuuri ja linnamööbli rakendusteks (1.09.2020–28.02.2024)"
- PRG1023 "Mitmik-kalkogeniididel põhinevad jätkusuutlikud, kuluefektiivsed, kerged, painduvad ja poolläbipaistvad ehtisintegreeritavad päikeseplatariidid (1.01.2021–31.12.2025)"
- TAR16016 "Uudsed materjalid ja kõrgtehnoloogilised seadmed energia salvestamise ja muundamise süsteemidele (1.01.2015–1.03.2023)"
- PSG441 "Kesteriitsed CZTSSe monoterapulbrid fotoelektrokeemiliseks vee lagundamiseks ja päikeseplatariidides kasutamiseks (1.01.2020–31.03.2021)"

Olulised publikatsioonid

- Kauk-Kuusik, M. *et al.*, *ACS Applied Energy Materials*, (2021) 12374–12382. DOI: 10.1021/acsaem.1c02186.
- Krustok, J., *et al.*, *Adv. Optical Mater.* 9 (2021), 2100107. <https://doi.org/10.1002/adom.202100107>.
- Oueslati, S.; *et al.* *Thin Solid Films*, (2021) 138981. DOI: 10.1016/j.tsf.2021.138981.
- Ghisani, F., *et al.* *Thin Solid Films*, (2021) 138980. DOI: 10.1016/j.tsf.2021.138980.

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Süsteemaatilised läbiviidud arendustöö tulemusel kesteriitsete monoterapulbritega saavutati esmakordselt poolläbipaistva, painduva monoterakiht-päikeseplatariidi efektiivsus 11.7%.

Uurimistöö tulemusi esitleti kahel rahvusvahelisel konverentsidel kutsutud ettekannetena:

- E-MRS Spring Meeting 2021, „*Defect engineering and interface modifications for enhancement of kesterite monograin layer solar cell performance*“;
- PVSEC-31/4th Asian Pacific Kesterite Workshop 2021, „*Detailed Insight into the CZTS/CdS Interface Modification in the Monograin Layer Solar Cells*“

Systematic development work resulted in the PCE of 11.7% by a semi-transparent, flexible kesterite based monograin layer solar cell. Research results were presented as invited talks in the international conferences:

- E-MRS Spring Meeting 2021, „*Defect engineering and interface modifications for enhancement of kesterite monograin layer solar cell performance*“;
- PVSEC-31/4th Asian Pacific Kesterite Workshop, „*Detailed Insight into the CZTS/CdS Interface Modification in the Monograin Layer Solar Cells*“

Täiendav info

- Tegevusvaldkond
2. Tehnika ja tehnoloogia, 2.5 Materjalitehnika/ 2. Engineering and technology, 2.5 Materials engineering
1. Loodusteadused, 1.4 Keemiateadused/ 1. Natural Sciences, Chemical sciences

3. REAALTEADUSED, P265 Pooljuhtide füüsika
3. PHYSICAL SCIENCES Semiconductory physics

5. TEHNIKATEADUSED, T150 Materjalitehnoloogia

5. TECHNOLOGICAL SCIENCES Material technology

5. TEHNİKATEADUSED, T140 Energeetika

5. TECHNOLOGICAL SCIENCES Energy research

- uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga
Targad ja energiatõhusad keskkonnad ja Keskkonnaressursside vääristamine
Uute tehnoloogiate arendamine ja eelduste loomine nende kasutuselevõtuks
- uurimisrühma liikmete tunnustused lõppenud aastal
 - 2021 Eesti Vabariigi teaduspreemia tehnikateaduste alal, Maarja Grossberg, Jüri Krustok tööde tsükli „Uute 2D ja 3D mitmikpooljuhtide optiline spektroskoopia“ eest;
 - Maarja Grossberg valiti Eesti Noorte Teaduste Akadeemia presidendiks;
 - Tehnikaülikooli 2020. aasta parim teadusartikkel tehnika ja tehnoloogia valdkonnas: „Rational design of highly efficient flexible and transparent p-type composite electrode based on single-walled carbon nanotubes“, P. M. Rajanna, H. Meddeb, O. Sergeev, A. P. Tsapenko, S. Bereznev, M. Vehse, O. Volobujeva, M. Danilson, P. D. Lund, A.G. Nasibulin.
- Uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA & I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal.
Maarja Grossberg- TalTechi esindaja European Energy Research Alliance - Joint Programme in Photovoltaics (EERA PV-s)
- Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta:
uurimisrühma senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas (kirjeldus ning viited projektidele, lepingutele, uudistele vms);
Monoterapulber-tehnoloogiat arendab ja rakendab päikesepaneelide väljatöötamiseks TalTech-i spinn-off firma crystalsol GmbH. <https://www.crystalsol.com/>
käimasolevate projektide/lepingute tulemuste (väljatöötamisel olevad tooted/tehnoloogiad, uudsed lahendused ja kompetentsid) rakendusvõimalused.
 - TA programm nutika spetsialiseerumise kasvuvaldkonnades LEKEE20041 „Päikesepaneelide vastupidavuse suurendamine keskkonna mõjudele läbi polümeerse hermeetiku parendamise“. Rakendusuringu eesmärgiks on ehitisintegreeritud päikesepaneelide vastupidavuse suurendamine keskkonna mõjudele läbi polümeerse hermeetiku parendamise. Projekti tulemusel välja töötatud parendatud omadustega polümeerset hermeetikut rakendatakse Roofit Solar Energy OÜ ehitisintegreeritud päikesepaneelides.
 - TA programm nutika spetsialiseerumise kasvuvaldkonnades LEKEE20074 „Vaakum nanoelektronikal toimiva püroelektrilise röntgengeneraatori väljatöötamine ja valideerimine põlemisprotsessi optimeerimisel ja kahjulike suitsugaaside lagundamisel“. Antud rakendusuringu tulemus on süsteemselt läbitöötatud teadmised optimaalse tehnoloogilise lahenduse osas HERC plasma püroelektrilise plasma generaatori osas siirdumaks järgnevasse tootearenduse faasi. Uuringuid teostatakse koostöös ettevõtte Efenco OÜ-ga.