

Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut, 2020. aasta teadus- ja arendustegevuse aruanne

Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut
Department of Materials and Environmental Technology
Malle Krunks, malle.krunks@taltech.ee, +372 620 3363

Instituudis tegutsevad järgmised uurimisrühmad:

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

The Department conducts research within 8 research groups:

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

Anorgaaniliste materjalide teaduslaboratoorium
Laboratory of Inorganic Materials

Juht/Head: professor **Andres Trikkel**

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

Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/academic staff

- Andres Trikkel –professor
- Tiit Kaljuvee – vanemteadur
- Rein Kuusik –vanemteadur
- Kaia Tõnsuaadu – vanemteadur
- Mai Uibu – vanemteadur
- Siim Link – teadur
- Kadriann Tamm - teadur
- Can Rüstü Yörük - teadur

Järeldoktorid/Postdoctoral students

- Kadriann Tamm- kuni veebruar 2020

Doktorandid/Doctoral students

- Hakan Berber – kaitstud 30.04.2020
- Ana Jurkevicate
- Mustafa Cem Usta
- Gizem Hacialioglu

Mitteakadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/Non-academic staff

- Marve Einard – keemiainsener

Võtmesõnad/keywords

Põlevkivituhk, sadestatud kaltsiumkarbonaat, kasvuhoonegaasid, fosforiit, graptoliit-argilliit, termiline analüüs

Oil shale ash, precipitated calcium carbonate, CCUS, phosphorite, graptolite-argillite, thermal analysis

Uurimisrühma kompetentsid/Competences

Laboratooriumi teadustöö on käesoleval perioodil suunatud põlevkiviga seotud jäätmete käitlusele – põlevkivituha uuskasutamisele ja kasvuhoonegaaside emissiooni piiramisele eesmärgiga selgitada keemilis-tehnoloogilised alusteadmised sellega seotud protsessidest. Uurimissuunad on seotud mineraalse karboniseerimisega, sadestatud kaltsiumkarbonaadi jt. karbonaatsete materjalide saamisega, apatiitide keemiaga, Eesti fosforiidi ja kaasneva graptoliit-argilliidi uute töötlemistehnoloogiate väljatöötamisega, põlevkivi hapnikus-põletamisega jt. termiliste protsessidega, mis võimaldaksid jõuda teostatavate, keskkonnasõbralike, optimeeritud rakendusteni nii eksperimentaalsel teel kui matemaatilise modelleerimise abil.

The research work of the laboratory in the current period is focused on the processing of wastes related to oil shale - the reuse of oil shale ash and the abatement of greenhouse gas emissions with the aim to clarify the basic chemical and technological knowledge of the related processes. Research directions are related to mineral carbonation, obtaining of precipitated calcium carbonate and other carbonate materials, apatite chemistry, development of new processing technologies for Estonian phosphorite and accompanying graptolite-argillite, oxy-fuel combustion of oil shale and other thermal processes to achieve feasible, environmentally friendly, optimized applications both experimentally and through mathematical modeling.

Olulised projektid

- IUT3319 – Multikomponentsete mineraal-orgaaniliste süsteemide käitlemise alused: keemia, modelleerimine ja kestlik kasutus; Fundamentals of multicomponent mineral-organic systems: Chemistry, modeling and sustainable processing (1.01.2015-31.12.2020). A. Trikkel
- VA17086 – Lendtuhk väärtuslikuks toormeks; FLY Ash to valuable MinErals – FLAME (1.04.2017-31.03.2020). A. Trikkel
- VFP17114EK – Kaltsiumi ringsükli kasutamine CO₂-vaba tsemendiklinkri tootmiseks; CLEAN clinker production by Calcium looping process – CLEANKER (1.10.2017-30.09.2021). M. Uibu.
- 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 rare earth elements and its complex processing technologies (1.09.2020–31.03.2023)", A. Trikkel, K. Tõnsuaadu.

Olulised publikatsioonid

- Berber, H.; Tamm, K.; Leinus, M-L.; Kuusik, R.; Tõnsuaadu, K.; Paaver, P.; Uibu, M. (2020). Accelerated carbonation technology granulation of industrial waste: Effects of mixture composition on product properties. *Waste, Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 38 (2), 142–155. DOI: 10.1177/0734242X19886646.
- Yörük, C. R.; Uibu, M.; Usta, M. C.; T.; Trikkel, A. (2020). CO₂ mineralization by burnt oil shale and cement bypass dust: effect of operating temperature and pre-treatment. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. DOI: 10.1007/s10973-020-09349-9.
- Usta, Mustafa Cem; Yörük, Can Rüstü; Hain, Tiina; Paaver, Peeter; Snellings, Ruben; Rozov, Eduard; Gregor, Andre; Kuusik, Rein; Trikkel, Andres; Uibu, Mai (2020). Evaluation of New Applications of Oil Shale Ashes in Building Materials. *Minerals*, 10 (9), 765. DOI: 10.3390/min10090765.

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Anorgaaniliste materjalide teaduslabor osales mitmes rahvusvahelises projektis, k.a. Horizon2020 ja EIT-KIC, ning sai finantseerimise kahest uuest ResTA programmist (ResTA23 ja ResTA18).

Laboratory of Inorganic Materials participated in several international projects incl. Horizon2020 and EIT-KIC, and obtained financing for two new ResTA programs (ResTA23 and ResTA18).

Täiendav info

- Seotus AAK prioriteetse suunaga
Keskonnaressursside vääristamine (valorisation of natural resources) – uued lahendused Eesti maapõue-, loodus- ja tehisressursside säästvaks ja jätkusuutlikuks kasutamiseks.
- Teadusvaldkond
2. Tehnika ja tehnoloogia 2.4 Keemiatehnika
2. Tehnika ja tehnoloogia 2.7 Keskkonnatehnika

Uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevus

Senised rakendused ettevõtluses, majanduses (viited projektidele, lepingutele vms)

- KIK 17083 "Uuring tööstusjäätmetest ehituslike täitematerjalide saamiseks koos CO₂ sidumisega" (2016–2018), M. Uibu
- LEP17096 "Maapõueressursside efektiivsemate, keskkonnasõbralikumate ja säästvamate kasutusvõimaluste väljatöötamine" (2017–2020), A. Trikkel, M. Uibu, K. Tõnsuaadu
- LEP19098 "Põlevkivituha väärimise ja ringluse suunamise võimaluste rakendusuuring" (2019–2021), M. Uibu

Käimasolevate projektide rakendamine

- Mitmed projektid on suunatud jäätmete käitlusele põlevkiviga seotud tööstuses – põlevkivituha kasutamisele ja kasvuhoonegaaside emissiooni piiramisele, samuti kliimamuutuste leevendamisele läbi CCS ja CCU tehnoloogiate. Nende projektide tulemused on rakendatavad nii Eesti Energia kui VKG süsteemis. Sadestatud kaltsiumkarbonaadi tootmist planeerib RagnSells.
- Tulevikku suunatud uuring (ResTA) käsitleb Eesti fosforiidi ja kaasnevate mineraalide uusi töötlemistehnoloogiaid, mis võimaldaksid kasulike komponentide (sh HMM) eraldamist.

Biofunktsionaalsete materjalide teaduslabor

Laboratory of Biofunctional Materials

Juht/ Head: vanemteadur **Vitali Sõritski**

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

Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/ academic staff

- Andres Öpik, PhD, professor
- Jekaterina Reut, PhD, vanemlektor
- Akinrinade George Ayankajo, PhD, teadur
- Roman Boroznjak, PhD, teadur
- Mariia Antipchik, PhD, teadur
- Anna Kidakova, PhD, teadur

Doktorandid/ Doctoral students

- Abdul Raziq

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 materjalide väljatöötamisega tehnoloogiliste lahenduste tarbeks inimese elu olulistes valdkondades, nagu näiteks keskkonnakaitstes, meditsiinilises diagnostikas ja ravis. Teadustöö on suunatud molekulaarse jäljendamise tehnoloogia abil biotundlike funktsionaalsete materjalide väljatöötamisele, mis on võimelised selektiivselt kinni püüdma ja määrama nii väikesed (erinevad ravimijäägid jt.) kui ka biomakromolekule (eeskätt valgumolekule kui antikehi ja neurotroofseid tegureid). Antud tehnoloogia aluseks on molekulaarse jäljendamise meetod, mille kohaselt sünteesitakse etteantud omadustega polümeerimaterjale erinevate haiguste suhtes relevantsete proteiinide või keskkonna saasteainete määramiseks, mis võimaldavad integreerituna mitmekanaliliste sensoritega kvantitatiivselt hinnata uuritavate sihtmolekulide sidumise efektiivsust märgisevabalt, usaldusväärselt, odavalt, reaajas ja piisava tundlikkusega. Tehnoloogia koos kaasaegse nutilahendusega avab täiesti uued võimalused odavamate, töökindlamate portatiivsete sensorite valmistamiseks meditsiiniliste või keskkonna ekspress analüüside teostamiseks vahetult sündmuskohal (point-of-care testing, PoCT). Tehnoloogia üheks eeldatavaks väljundiks on kõrgselektiivsed ja töökindlad MJP-mikrokiibid, mis võimaldavad tulevikus muuta tunduvalt efektiivsemaks praeguse meditsiinilise diagnostika, paljud laborianalüüsid saab selle abil muuta mugavamaks ja kiiremaks ka kodustes tingimustes. Väljund personaalmeditsiini diagnostikasse on lähitulevikus nii Eestis kui maailma mastaabis väga oluline. MJP-d osutuvad perspektiivseks materjalideks ka keskkonnaanalüütikas keemiliste sensoritena, mis võimaldavad madalatel kontsentratsioonidel ohtlike saasteainete reaajas tuvastamist olles alternatiiviks kallitele ja töömahukatele kromatograafilistele meetoditele. Praegu arendab uurimisgrupp uue koronaviiruse (SAR-CoV-2) kiirtesti prototüübi, mis võimaldab antigeenide otsest tuvastamist patsiendi proovist haiguse akuutses faasis.

The group develops smart sensing functional materials to propose solutions with considerable potential impact on essential areas of human life such as environmental protection, medical diagnostics and cure. Employing the molecular imprinting technology, the group designs and synthesizes polymeric materials capable of selective capturing of small- (traces of different antibiotics) and biomacromolecules (proteins e.g. antibodies, antigens and neurotrophic factors). The main benefits of these materials, so called Molecularly Imprinted Polymer (MIP), are 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 allowing label-free detection of a target analyte with high sensitivity and selectivity offering thus solutions for design of multianalyte chemosensors at low cost. The promising practical applications of such sensors could be found in clinical diagnostics, where MIP-based sensors could be implemented in devices for point-of-care testing (PoCT). It is expected that the PoCT market segment will continue to grow at a rapid rate and thus will have immense importance in the healthcare systems in both Estonia and the world. MIPs could be also attractive materials for cost effective fabrication of chemosensors for real-time monitoring of hazardous pollutants in aquatic environments as an alternative for traditional costly and lengthy chromatography-based methods. Currently the group is developing a prototype sensing system allowing express detection of the new coronavirus (SAR-CoV-2). The system is portable and can be employed in e.g. at primary health care centers and hospitals for preliminary screening of patients.

Olulised projektid

- ETAGi sihtgrant COVSG34 (1.09.2020–31.12.2021). Vastutav täitja: V. Sõritski (Estonian Research Council personal grant PGR307 (1.01.2019–31.12.2023), PI: V. Sõritski)
- ETAGi grant PGR307 (1.01.2019–31.12.2023), vastutav täitja: V.Sõritski (Estonian Research Council personal grant PGR307, PI: V. Sõritski)

Olulised publikatsioonid

- A. Kidakova et al, Sensors and Actuators B: Chemical. 308 (2020) 127708. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2020.127708>.
- A.G. Ayankojo et al, Sensors and Actuators B: Chemical. 320 (2020) 128600. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2020.128600>.
- A.G. Ayankojo et al, Talanta. 209 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2019.120502>.

Uurimisrühma viimaste aastate rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

COVID-19 portatiivse kiirtesti prototüübi arendus. Meediakajastused: Novaator, ERR, ERR raadio, YLE

COVID-19 portable express test prototype development. Media coverage: Novaator, ERR, ERR raadio, YLE

Täiendav info

- Tegevusvaldkond
1.4 Loodusteadused. Keemiateadused ja 2.11 Tehnika ja tehnoloogia. Teised tehnika- ja tehnoloogiateadused
- AAK prioriteetsed suunad
1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad
3. Keskkonnaressursside vääristamine
- Tunnustused
TalTechi ja Synlab Eesti OÜ vahel on sõlmitud koostööleping uute diagnostikameetodite ja seadmete väljatöötamiseks.
- Rakenduslik väljund
COVSG34 projekti eeldatav tulemus on COVID-19 portatiivne kiirtest, mida saaks kasutada esmatasandi testina - näiteks perearstikeskustes, erakorralises meditsiinis jm.

Keemiliste kiletehnoloogiate teaduslaboratoorium**Laboratory of Thin Film Chemical Technologies**

Juht/ Head: professor **Ilona Oja Acik**

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

Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/ academic staff

- Malle Krunkis professor
- Ilona Oja Acik, professor
- Tatjana Dedova, vanemteadur
- Atanas Katerski, teadur
- Merike Kriisa, teadur
- Erki Kärber, teadur
- Nicolae Spalatu, teadur
- Arvo Mere, dotsent

Doktorandid/ PhD students:

- Jako Siim Eensalu, doktorant-nooremteadur
- Ibrahim DüNDAR, doktorant-nooremteadur
- Abayomi Titilope Oluwabi, doktorant-nooremteadur
- Jekaterina Spiridonova, doktorant-nooremteadur
- Zengjun Chen, doktorant-nooremteadur
- Robert Krautmann, doktorant-nooremteadur
- Nimish Juneja, doktorant-nooremteadur

Võtmesõnad/ keywords

päikeseelemendid, fotokatalüütilised pinnakatted, õhukesekilelised transistorid
solar cells, photocatalytic coatings, thin film transistors

Uurimisrühma kompetentsid/ Competences

Teaduslabori peamine kompetents on multifunktsionaalsete metalloksiid ja -kalkogeniid õhukeste tahkiskilede ja nanostruktuursete kihtide väljatöötamine keemiliste vedeliksadestuse- ning vaakummeetoditega. Laboris arendatavad tehnoloogiad on lihtsad ja odavad ning tööstuses kergesti rakendatavad. Uurimisrühma põhikompetentsid on:

- poolläbipaistvad päikesepatareid energiatõhusates majades,
- õhukesekilelised materjalid elektroonikaseadistele, gaasi sensoritele ja isepuhastuvatele pinnakatetele,

- õhukesekilelised ja nanostruktuursed pinnakatted õhu ja vee fotokatalüütiliseks puhastamiseks saasteainetest ning kasutamiseks antibakteriaalsete pinnakatenditena.

The key competences of the research group are:

The main research topic of the Laboratory of Thin film Chemical Technologies is the development of multifunctional metal oxide and chalcogenide thin films and nanostructures by chemical technologies and vacuum based technologies. The setup for the technologies is simple, inexpensive and easily transferrable to industrial scale.

- Semi-transparent solar cells for smart renewable energy solutions in future buildings.
- Thin films for electronic devices, gas sensor and self-cleaning coatings.
- Thin films and nanostructured materials for clean and healthy environment, including antibacterial coatings and materials for air- and water purification.

Olulised projektid

- PRG627 "Antimon-kalkogeniid õhukesed kiled järgmise põlvkonna pool-läbipaistvatele päikeseelementidele kasutamiseks elektrit tootvates akendes" (01.01.2020-31.12.2024), I. Oja Acik
- VFP20035 (H2020) "ERA CHAIR OF EMERGING NEXT-GENERATION PHOTOVOLTAICS" (1.09.2020–31.08.2026), I. Oja Acik
- TAR16016EK (TK141) „Uudsed materjalid ja kõrgtehnoloogilised seadmed energia salvestamise ja muundamise süsteemidele" (1.01.2015–1.03.2023), M. Krunks
- LEP19036KK "Päikeseelektrit tootvate teekatendite arendamine ja kasutuselevõtt (24.04.2019–31.12.2020), I. Oja Acik

Olulised publikatsioonid

- A.T. Oluwabi, A. Katerski, E. Carlos, R. Branquinho, A. Mere, M. Krunks, E. Fortunato, L. Pereira, I. Oja Acik, (2020). Application of ultrasonic sprayed zirconium oxide dielectric in zinc tin oxide-based thin film transistor. Journal of Materials Chemistry C. DOI: 10.1039/C9TC05127A.
- J. Spiridonova, A. Mere, M. Krunks, M. Rosenberg, A. Kahru, M. Danilson, M. Krichevskaya, I. Oja Acik, (2020). Enhanced Visible and Ultraviolet Light-Induced Gas-Phase Photocatalytic Activity of TiO₂ Thin Films Modified by Increased Amount of Acetylacetone in Precursor Solution for Spray Pyrolysis. Catalysts, DOI: 10.3390/catal10091011.

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

TiO₂ pinnakatted on efektiivsed puhastamaks õhku lenduvatest orgaanilistest ühenditest nagu heptaan, atsetaldehyüd, atsetoon ja lagundamaks baktereid, seega rakendatavad siseruumide õhku puhastavates seadistes.

Madalatemperatuurne sadestusprotsess ZrOx õhukeste kilede saamiseks, mis võimaldab nende kasutamist painduvates ja kantavates elektroonikaseadistes.

Sb₂Se₃ õhukeste kilede kasvu kontrolliti aknakihi järeltöötamise tingimustega ja saavutati päikeseelement efektiivsusega 5.3%.

TiO₂ thin films are effective to degrade volatile organic carbons such as acetone, acetaldehyde and heptane in air and inactivate bacteria, and thus applicable in indoor air cleaning devices. Low temperature deposition route for ZrOx thin films enabling application in flexible and wearable electronics.

The growth of Sb₂Se₃ thin films was controlled by the window layer post-deposition treatment and solar cell efficiency of 5.3% was achieved.

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

- AAK prioriteetsed suunad
 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad
 3. Keskkonnaressursside väärastamine
- Uurimisrühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal;

Abayomi Titilope Oluwabi, Üliõpilaste teadustööde 2020.a. riiklik konkurss, tehnika ja tehnoloogia valdkond, doktoritööde astmes 2. preemia konkursitöö „Metallioksiidi õhukesed kiled keemilise pihustuspürolüüsi meetodil: materjali omaduste optimeerimine ja rakendamine õhukesekilelistes transistorides” eest.

- Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta:

Rakenduslik arendustöö on suunatud päikeseelementidel põhinevate nutikate elektrit tootvate teekatendite väljatöötamisele, mille tootmisega on alustanud 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 in the research group.

Keskkonnatehnoloogia teaduslabori uurimisrühm **Laboratory of Environmental Technology**

Juht/ Head: professor **Sergei Preis**

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

Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/ academic staff

- Sergei Preis - professor
- Marina Trapido - professor
- Niina Dulova - vanemteadur
- Marina Kritševskaja - vanemlektor
- Juri Bolobajev - teadur, PhD
- Eneliis Kattel – teadur, PhD

Järeldoktorid/ Postdoctoral students

- Vladimir Derevshchikov

Doktorandid/ Doctoral students

- nooremteadur-doktorandid Maarja Kask, Balpreet Kaur, Liina Onga, Priit Tikker ja Dmitri Nikitin

Võtmesõnad/ keywords

keskkonnatehnoloogia, vee- ja reoveepuhastus, saasteained, siseõhupuhastus, süvaoksüdatsiooniprotsessid, koroona 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

koroona 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 rahvusvahelises rakendusprojekti, mis on suunatud lahenduse leidmisele käesoleva aja ühele väljakutsuvaimale veega seonduvale probleemile – loodusliku radioaktiivsuse eemaldamisele joogiveest.

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 project addressing one of the current challenges for drinking water supply such as the abatement of natural radioactivity.

Olulised projektid

- PRG776 „Ohtlike vee ja õhu saasteainete lagundamine innovatiivse energiatõhusa kombineeritud impulss-koroona elektrilahenduse ja katalüüsi/fotokatalüüsiga“(2020), S. Preis

Olulised publikatsioonid

- Kask, M.; Bolobajev, J.; Krichevskaya, M. (2020). Gas-phase photocatalytic degradation of acetone and toluene, and their mixture in the presence of ozone in continuous multi-section reactor as possible air post-treatment for exhaust from pulsed corona discharge. *Chemical Engineering Journal*, 399, 125815. DOI: 10.1016/j.cej.2020.125815.
- Balpreet Kaur; Dulova, N. (2020). UV-assisted chemical oxidation of antihypertensive losartan in water. *Journal of Environmental Management*, 261, 110170. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110170.
- Onga, L.; Kornev, I.; Preis, S. (2020). Oxidation of reactive azo-dyes with pulsed corona discharge: surface reaction enhancement. *Journal of Electrostatics*, 103, 103420. DOI: 10.1016/j.elstat.2020.103420.

Täiendav info

- Tegevusvaldkond
2. tehnika ja tehnoloogia: 2.7 Keskkonnatehnika ja 2.4 Keemiatehnika
- Uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga
3. Keskkonnaressursside väärastamine
- uurimisrühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal;
Eesti Vabariigi teaduspreemia 2020 (Marina Trapido (kollektiivijuht), Niina Dulova, Marina Kritševskaja, Sergei Preis)
Balpreet Kaur 2020 üliõpilaste teadustööde riikliku konkursi tehnika valdkonna doktoriõppe kategooria III preemia.

Uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevus

- Projekti „Hajaasustusala reostuskoormuse vähendamine - Läänemere piirkonna külad pilootobjektidena“ käigus loodi interaktiivne eestikeelne veebipõhine valikutööriist mahuka andmebaasiga, mis lihtsustab edaspidist üksikute majapidamiste ning väikeste külade sobiva ja

ökonomse reoveepuhastussüsteemi valikut ning aitab neil rakendada uusi piirkonna tingimustele kohandatud puhastustehnoloogiad (<https://www.villagewaters.eu/est>)

- Levitatud teadusuudis „TalTechi keskkonnateadlaste uus osoonimismeetod puhastab vett antibiootikumijääkidest“ on avaldatud lisaks ülikooli kodulehele <https://www.taltech.ee/uudised/taltech-i-keskkonnateadlaste-uus-osoonimismeetod-puhastab-vett-antibiootikumijaakidest> veel mitmes portaalis, sh ETIS <https://www.etis.ee/Portal/News/Index/?IsLandingPage=true&lang=ENG#Novaator> <https://novaator.err.ee/1160333/eesti-teadlaste-loodud-meetod-aitab-puhastada-vett-antibiootikumijaakidest> Keskkonnatehnika <https://keskkonnatehnika.ee/taltech-i-teadlaste-osoonimismeetod-puhastab-vett-antibiootikumijaakidest/> jt
- Töö tulemusi tutvustati avalikkusele ERR saates ETV+ Suvestuudio, <https://rus.err.ee/1115004/uchenye-taltech-izobreli-novyj-sposob-ochistki-pitevoj-vody>

Käimasolevate projektide/lepingute tulemuste (väljatöötatud tehnoloogiat, uudseid lahendusi ja kompetentse) rakendamise võimalused

- „EU LIFE “Environmental and Resource Efficiency“ programmi raames teostatav projekt ALCHEMIA “Toward a Smart & Integral Treatment of Natural Radioactivity in Water Provision Services” on suunatud lahenduse leidmisele käesoleva aja ühele väljakutsuvaimale veega seonduvale probleemile – loodusliku radioaktiivsuse eemaldamisele joogiveest. Projekti raames arendatud tehnoloogiat rakendatakse Viimsi veepuhastusjaamas. Leping AS Chemi-Pharm’iga (töövõtulepingu nr EE200100) on suunatud efektiivse desinfitseerimisvahendi väljatöötamisele.

Optoelektronsete materjalide füüsika labor **Laboratory of Optoelectronic Materials Physics**

Juht/ Head: professor **Maarja Grossberg**

Tel.: +372 620 3210, +372 528 1730, e-mail maarja.grossberg@taltech.ee

Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/ academic staff

- Maarja Grossberg – professor
- Jüri Krustok - professor
- Sergei Bereznev - dotsent
- Valdek Mikli - vanemteadur
- Olga Volobujeva - vanemteadur
- Dieter Meissner – vanemteadur
- Mati Danilson - teadur
- Taavi Raadik – teadur
- Souhaib Oueslati – teadur
- Peter Robert Walke – teadur

Doktorandid/ Doctoral students

- Reelika Kaupmees, doktorant –nooremteadur
- Aleksei Penezko, doktorant- nooremteadur
- Akram Abdalla Mohammed Ibrahim, doktorant- nooremteadur
- Mehmet Ender Uslu, doktorant- nooremteadur
- Elizaveta Shmagina, doktorant- nooremteadur

Võtmesõnad/ keywords

2D materjalid, materjalide optoelektronised omadused, päikeseelemendid, juhtivad oksiidid, defektide füüsika

2D materials, optoelectronic properties of materials, solar cells, conductive oxides, defect physics.

Uurimisrühma kompetentsid/ Competences

Optoelektronsete materjalide füüsika labor tegeleb pooljuhtmaterjalide sünteesi, nende materjalide ning neil baseeruvate optoelektronsete seadiste (päikesepatareid, laserid,

valgusdiodid, sensorid jne.) fundamentaalsete füüsikaliste omaduste uurimisega. Materjalide sünteesiks kasutatakse füüsikalisi sadestusmeetodeid. Taristu võimaldab uurida nii materjalide elektronstruktuuri, defektstruktuuri, faasi- ja elementkoostist, kristallstruktuuri, morfoloogiat, elektrilisi ning optilisi omadusi. Teadustöö põhisuundadeks on erinevate uudsete päikesepatarei absorbermaterjalide, näiteks $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S,Se})_4$, $\text{CuSb}(\text{S,Se})_2$, Sb_2Se_3 jt. ning kahedimensionaalsete materjalide alus- ja rakendusuringud, näiteks WS_2 , MoSe_2 jt. Viimased leiavad rakendamist lisaks päikeseenergeetikale ka fotoonikas, sensorites jne. Lisaks anorgaanilistel pooljuhtmaterjalidel põhinevatele pooljuhtstruktuuridele, uuritakse ka hübriidseid struktuure, milles on kombineeritud orgaaniliste ning anorgaaniliste pooljuhtmaterjalide parimad omadused.

Mõned olulisemad teadustulemused 2020. aastal:

- Koostöös teadlastega Duisburgi ülikoolist uurisime järgmise põlvkonna optoelektronika materjalide - WS_2 monokihtide degradeerumist kõrgetel temperatuuridel kasutades fotoluminestsentsi ning aatomjõu mikroskoopiat. Näitasime, et inertgaasi keskkonnas alates temperatuurist 573 K leiavad monokihis aset mittepööratavad degradeerumisprotsessid, madalamatel temperatuuridel toimuvad muutused materjali omadustes osutusid pööratavateks. Viimane on materjalide rakendamise seisukohalt väga oluline teadmine.
- Uurisime üheseinaliste süsinik nanotorudest (SWCNT) koosneva õhukese kile adhesiooni enimkasutatavatega alusmaterjalidega nagu klaasiga (SiO_2), indium-tinaoksiidiga (ITO), kristalse räniga (C-Si), amorfse räniga (aSi:H), tsirkoonium oksiidiga (ZrO_2), platinaga (Pt), polümetüülsiloksaaniga (PDMS) kasutades aatomjõu mikroskoopiat. Leidsime, et SWCNT õhukeste kilede adhesioon on tugevam inertses atmosfääris ning seda saab täiendavalt parandada fluorinatsiooni protsessi abil.

The laboratory of optoelectronic materials physics focuses on the synthesis and studies of fundamental physical properties of semiconductors for optoelectronic applications such as solar cells, lasers, diodes, sensors etc. Physical deposition techniques are used for the materials synthesis. Research infrastructure enables to explore the band structure, crystal and defect structure, phase and elemental composition, morphology, electrical and optical properties of the materials and devices.

Current research is focused on the fundamental and applied studies of different novel absorber materials for solar cells, for example $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S,Se})_4$, $\text{CuSb}(\text{S,Se})_2$, Sb_2Se_3 etc, and 2D materials such as WS_2 , MoSe_2 etc. The last mentioned have versatile applications in addition to photovoltaics, namely photonics, sensors etc. In addition to the inorganic semiconductor based structures, hybrid structures combining the advantages of inorganic and organic semiconductors are being developed and studied.

Some of the important research results from 2020:

- In collaboration with a research group from University of Duisburg, the high-temperature degradation of next generation optoelectronic material, WS_2 monolayers, was studied by photoluminescence and atomic force microscopy. We demonstrated that the center of the WS_2 monolayer flake starts to undergo irreversible degradation at a temperature of 573 K in an inert environment. Changes in the monolayer properties taking place at lower temperatures were found to be reversible. This an important finding for the application of these materials in optoelectronics.
- We investigated the adhesion properties of SWCNT thin films with commonly used substrates such as glass (SiO_2), indium tin oxide (ITO), crystalline silicon (C-Si), amorphous silicon (a-Si:H), zirconium oxide (ZrO_2), platinum (Pt), polydimethylsiloxane (PDMS), and SWCNTs for self-adhesion using atomic force microscopy. We found that the SWCNT thin films have stronger adhesion in an inert atmosphere and it can be further improved by a fluorination process.

Olulised projektid

- TAR16016 (TK141) "Uudsed materjalid ja kõrgtehnoloogilised seadmed energia salvestamise ja muundamise süsteemidele (1.01.2015–1.03.2023)", M. Grossberg

- LEKEE20041 (Nutikas spetsialiseerumine, koostöö ettevõttega Roofit Solar Energy) "Päikesepaneelide vastupidavuse suurendamine keskkonna mõjudele läbi polümeerse hermeetiku parendamise (1.05.2020–31.08.2022)", M. Grossberg
- VFP20034 (H2020 innovatsiooniprojekt) "Innovaatiliste kesteriitidel põhinevate õhukesekileliste tehnoloogiate kohandamine erilahendusega arhitektuuri ja linnamööbli rakendusteks (1.09.2020–28.02.2024)", M. Grossberg
- PUT1495 "SnS ja SnSe õhuked kiled päikeseenergeetikale (1.01.2017–31.12.2020)", O. Volobujeva
- PSG441 "Kesteriitsed CZTSSe monoterapulbrid fotoelektrokeemiliseks vee lagundamiseks ja päikeseplatariides kasutamiseks (1.01.2020–31.03.2021)", Souhaib Oueslati
- MOBTP131 "Monoterakiht päikeseplatari valmistamine in situ kuu regoliidist (1.01.2020–31.12.2021)", T. Raadik

Olulised publikatsioonid

- R. Kaupmees, P. Walke, L. Madauß, A. Maas, E. Pollmann, M. Schleberger, M. Grossberg, J. Krustok. The effect of elevated temperatures on excitonic emission and degradation processes of WS₂ monolayers. Phys. Chem. Chem. Phys. 22 (2020) 22609.
- M. Rajanna, P.; Luchkin, S.; Larionov, K. V.; Grebenko, A.; Popov, Z. I.; Sorokin, P. B.; Danilson, M.; Bereznev, S.; Lund, P. D.; Nasibulin, A. G. (2020). Adhesion of Single-Walled Carbon Nanotube Thin Films with Different Materials. The Journal of Physical Chemistry Letters, 504.
- S. Oueslati, M. Kauk-Kuusik, C. Neubauer, V. Mikli, D. Meissner, G. Brammertz, B. Vermang, J. Krustok, M. Grossberg. Study of (Ag_xCu_{1-x})₂ZnSn(S,Se)₄ monograins synthesized by molten salt method for solar cell applications. Solar Energy 198 (2020) 586.

Täiendav info

- Tegevusvaldkond
2. Tehnika ja tehnoloogia, 2.5 Materjalitehnika/ 2. Engineering and technology, 2.5 Materials engineering
1. Loodusteadused 1.3 Füüsikateadused/1. Natural sciences 1.3 Physical sciences
2. Tehnika ja tehnoloogia, 2.10 Nanotehnoloogia/ 2. Engineering and technology, 2.10 Nanotechnology
- Uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga
Targad ja energiatõhused keskkonnad
Muud olulised teadusuuringud - uute tehnoloogiate arendamine tuleviku optoelektronika jaoks
- Uurimisrühma liikmete riiklikul ja rahvusvahelisel tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal
Uurimisrühma juhti prof. Maarja Grossbergi tunnustati L'Oréal Baltic - UNESCO programmi „Naised teaduses“ auhinnaga
- Uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA & I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal.
M. Grossberg on Taltech esindaja European Energy Research Alliance (EERA) koostöövõrgustiku päikeseenergeetika alamprogrammis (EERA-PV).

Polümeeride ja tekstiilitehnoloogia labor **Laboratory of Polymers and Textile Technology**

Juht/ Head: professor **Andres Krumme**

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

Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/ academic staff

- Andres Krumme - professor

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

Doktorandid/ Doctoral students

- Merit Rikko
- Siret Malmberg
- Nele Mandre

Mitteakadeemilised liikmed

- Mihkel Viirsalu

Võtmesõnad/ keywords

Polümeerid, biopolümeerid, tselluloosi derivaadid, polümeeride tehnoloogia, polümeerkomposiidid, tekstiil, elektroketrus, nanokiud, juhtivad polümeerid, superkondenssaatorid, filtermaterjalid

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

Uurimisrühma kompetentsid/ Competences

Labori teadustöö peamine fookus on keskkonnaressursside väärimdamne 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.

Laboris arendatakse termoplastseid tselluloosi derivaate, uusi meetodeid nende sünteesiks uudetes, taaskasutatavates lahustuskeskkondades. Antud tselluloosi derivaadid sobivad nii laiatarbetoplastide asendamiseks pakendite valdkonnas aga ka mitmeteks erirakendusteks energia salvestuse ja peenosakeste filtreerimise valdkonnas.

Elektrienergia salvestuseks arendab labor elektroketruse teel vastupidavaid ja painduvaid superkondenssaatoreid nõudlikeks rakendusteks, ennekõike kosmosetööstuses. Selleks kasutatakse nanokiulisi komposiite, mis sisaldavad modifitseeritud biopolümeere, juhtivaid polümeere, erinevaid süsiniku vorme ja ioonvedelikke. Elektroketrusmeetodil arendatakse biopõhistel polümeeridel põhinevaid ja viirusevastaseid toimeaineid sisaldavaid filtermaterjale, mis pikendavad kaitsemaskide eluiga ja muudavad need süsinikuneutraalseks.

Lisaks elektroketruse kõrgtehnoloogilisele valdkonnale on laboril ainsana Eestis piloottootmise võimekus sellistes olulistes polümeeride tehnoloogia valdkondades nagu kuumsegamine, ekstrusioon ja survevalu. Arendatakse termoplastsete ja termoreaktiivsete polümeeride komposiite anorgaaniliste või biopõhiste lisanditega sekundaarse toorme efektiivseks kasutuseks ringmajanduses.

Main focus of research of the laboratory is valorization of environmental resources and development of new energy storage methods for energy efficient environments. The goal is to find sustainable alternatives for fossil resources based polymeric materials by more efficient utilisation of biopolymers and recycled materials in commodity products and in specific fields. Thermoplastc derivatives of cellulose are developed in the laboratory by novel synthesis methods and resucable dissolution environments. The derivatives can replace commodity plastics in the field of packaging and also in several specific applications as energy storage and filtering of fine particles.

The laboratory is developing durable and flexible supercapacitors by electrospinning technology for for demanding areas as space industry. Nanofibrous composites, containing modified biopolymers, conductive polymers, several allotropes of carbon and ionic liquids are used for this.

Filtering materials containing antiviral components are developed by electrospinning method. The novel materials can prolongate useful lifetime of filtering masks and turn them carbon neutral.

Hi tech field of electrospinning is not the only technology available in the laboratory. Pilot production capacity in the most of important fields of polymer technology, including compounding, extrusion and injection moulding exists. Composites of thermoplastic or thermosetting polymers with inorganic or bio-based fillers are developed for efficient utilisation of secondary resources in circular economy.

Olulised projektid

RESTA10 Tselluloosi keemiline väärimine ionsete vedelike keskkonnas / RESTA10 Chemical valorization of cellulose in environment of ionic liquids, Andres Krumme

Olulised publikatsioonid

- Malmberg, S.; Arulepp, M.; Savest, N.; Tarasova, E.; Vassiljeva, V.; Krasnou, I.; Käärrik, M.; Mikli, V.; Krumme, A. (2020). Directly electrospun electrodes for electrical double-layer capacitors from carbide-derived carbon. Journal of Electrostatics, 103, 103396. DOI: 10.1016/j.elstat.2019.103396.

Täiendav info

- Tegevusvaldkond
2.5 Materjalitehnika/ 2.5 Materials engineering
4.12. Protsessitehnoloogia ja materjaliteadus / 4.12. Process Technology and materials science
- Uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga
1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad
3. Keskkonnaressursside vääristamine
- uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude 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"
- uurimisrühma senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas
COVSG16 „Uudsed nanoosakestel põhinevad filtermaterjalid ja näomaskid SARS-CoV-2 inaktiveerimiseks“
KIK19019 "Tekstiilijäätmete purustamistechnoloogia ja uudsete materjalide arendamine tekstiilijäätmete väärimiseks ning ringmajanduse toetamiseks (1.07.2019–21.06.2021)
LEP19061 „Maanteeameti töövõtuleping nr 1-12/19/1733-1 Geosüntetika kvaliteedikontrolli arendamine etapp 2 (09.07.2019 – 31.12.2021)“
COVSG16 „Novel nanoparticle-based filter materials and face masks for SARS-CoV-2 inactivation“
KIK19019 "Developing of textile waste shredding technology and innovative materials to adding value to textile waste and support the circular economy (1.07.2019–21.06.2021)"
LEP19061 „Road Administration contract nr 1-12/19/1733-1 Development of quality control of geosynthetics, stage 2 (09.07.2019 – 31.12.2021)“
- Käimasolevate projektide rakendamine

Uudsed nanoosakestel põhinevad filtermaterjalid ja näomaskid SARS-CoV-2 inaktiveerimiseks Uuringu rahastaja: Etag; tulemuste võimalik rakendaja: Esfil Tehno AS.

Tekstiilijäätmete kasutamine termoplastsete komposiitide armeeringuna survevalu ja kuumpressimistechnoloogias. Uuringu rahastaja: Keskkonnainvesteeringute Keskus; tulemuste võimalik rakendaja: plastijäätmeid ümbertöötlev ettevõtte.

Metoodika geosünteeside pikaajalise vastupidavuse kiirendatud hindamiseks Eesti oludes. Uuringu rahastaja: Maanteeamet; tulemuste võimalik rakendaja: Maanteeamet, Tallinna Tehnikaülikooli baasil asutatav katselabor.

Novel nanoparticle-based filter materials and face masks for SARS-CoV-2 inactivation. Funding organization: Etag; potential implementation by Esfil Tehno AS.

Utilisation of textile waste as reinforcement of thermoplastic composites in injection moulding and hot pressing. Funding organization: Environmental Investment Centre; potential implementation by a plastics recycling company.

Methodology for accelerated evaluation of long-term durability of geosynthetics in specific conditions of Estonia. Funding organization: Road Administration; potential implementation by Road Administration, testing laboratory of Tallinn University of Technology.

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

Doktorandid/ Doctoral students

- Percy Festus Alao, doktorant-nooremteadur

Mitteakadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/ Non-academic staff

- Silvi Treial – 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. Laboris arendatakse välja uudseid termoplastsest tselluloosist laiatarbeplaste. Uuritakse veel kiukanepi kasutamist looduslike ehitusmaterjalide ja isolatsiooni materjalide valmistamiseks. Üheks uurimisteemaks on ka ristkihtpuitpaneelide kasutamine elamute ehitamiseks. Puidutehnoloogia laboris ja TalTech ligi-0 energiahooone 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. 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. One of our research topics is also cross-laminated timber (CLT) panels which are used for building the houses. 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
- Lep19096 Estonian Plywood AS – töötajate koolitus ja Nutika spetsialiseerumise rakendusuring „Madalakvaliteediliste puiduliikide väärimine uudseteks puitpolümeerkomposiitmaterjalideks“ (01.09.2019-30.03.2022), Jaan Kers
- Lep19028 Sutu OÜ – Nutika spetsialiseerumise rakendusuring „Rakendusuring pilliroogbiokomposiit-materjalide kasutamiseks biolagunevates toidunõudes“ (01.04.2019-31.03.2022), Jaan Kers
- RESTA10 "Tselluloosi keemiline väärimine ionsete vedelike keskkonnas (1.09.2020–31.08.2023), Jaan Kers
- PRG820 "Puit-bioadhesiiv süsteemide disain parima materjalide koostoime saavutamiseks kestlikes vähekasutatud puiduliikidest valmistatud spoonipõhistes toodetes (1.01.2020–31.03.2021), Jaan Kers

Olulised publikatsioonid

- Kallakas, H.; Rohumaa, A.; Vahermets, H.; Kers, J. (2020). Effect of Different Hardwood Species and Lay-Up Schemes on the Mechanical Properties of Plywood. Forests, #649. DOI: 10.3390/f11060649.
- Alao, P.; Visnapuu, K.; Kallakas, H.; Poltimäe, T.; Kers, J. (2020). Natural Weathering of Bio-Based Façade Materials. Forests, #642. DOI: 10.3390/f11060642.
- Kukk, V.; Kers, J.; Kalamees, T. (2020). Field measurements and simulation of an massive wood panel envelope with ETICS. Wood Material Science and Engineering, 1–8. DOI: 10.1080/17480272.2020.1712738.

Täiendav info

- uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga
 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad
 3. Keskkonnaressursside vääristamine
- Tegevusvaldkond
 - 2.5 Materjalitehnika
- 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 TSENTER – koostööprojektid
 - Estonian Plywood AS – Vineeri katsetused ja arendustööd, töötajate koolitused.
 - Alpek FL OÜ – pehmemööblitehnoloogia õppeaines tootearendusprojekti juhendamine
 - Chemifix Oy – Puitpolümeerkomposiitide liimide ja liimühenduste arendamine

Päikeseenergeetika materjalide teaduslabor **Laboratory of Photovoltaic Materials Research**

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

Tel.: +372 620 3360, +372 55 688 092, e-mail: marit.kauk-kuusik@taltech.ee

Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/ academic staff

- Marit Kauk Kuusik – vanemteadur
- Kristi Timmo – vanemteadur
- Maris Pilvet - teadur
- Jelena Maricheva – teadur
- Katri Muska - teadur

Doktorandid/ Doctoral students

- Xiofeng Li – doktorant-nooremteadur
- Fairouz Ghisani - doktorant-nooremteadur
- Xenia Filippova

Mitteakadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed/ Non-academic staff

- Mare Altosaar – juhtivspetsialist
- Tiit Varema – insener
- Jaan Raudoja – insener

Võtmesõnad/ keywords

Monoterakiht-päikesepatarei, absorbermaterjal, pooljuhtmaterjalide süntees
Monograin layer solar cell, absorber material, synthesis of semiconductor materials.

Uurimisrühma kompetentsid/ Competences

Päikeseenergeetika materjalide teaduslabori peamiseks uurimisvaldkonnaks on pulbriliste pooljuhtmaterjalide süntees ja omaduste kujundamine eesmärgiga välja töötada keskkonnasõbralikel anorgaanilistel materjalidel põhinev ehitisintegreeritavate päikesepaneelide tehnoloogia, mille uudsus seisneb paneelide poolläbipaistvuses, heas painduvuses ja kerguses. Tegemist on ainulaadse kontseptsiooniga, mis on kaitstud mitmete patentidega. Materjalid, mida struktuuris kasutame on keerulised ühendpooljuhtmaterjalid, neid ühendavaks omaduseks on keskkonnasõbralikkus ja odavus, et viia päikeseenergia hind konkurentsivõimelisemaks teiste energiaallikate suhtes.

2020 aastal olid peamiseks uurimisteemadeks:

- $\text{Cu}_2\text{CdGe}(\text{S}_x\text{Se}_{1-x})_4$ absorbermaterjali optoelektronsetele omaduste uurimine, mille fookuses oli väevli ja seleeni omavahelise suhte mõju analüüs. Peamise tulemusena leidsime, et 20% väevli sisaldust ühendis parandas päikesepatarei kasutegurit 12%.^[1,2]
- Töötati välja sünteesiparameetrid uute mitmik-pooljuhtühendite valmistamiseks süsteemides $\text{FeS}_2\text{-S}$, $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}\text{-CdI}_2$ ja $\text{Cu}_{10}\text{Cd}_2\text{Sb}_4\text{S}_{13}\text{-CdI}_2$ monoterapulber tehnoloogiaga, eesmärgiga rakendada neid materjale päikesepatarei absorbermaterjalidena^[3]
- Töötati välja ka Sb_2O_3 koos Sb_2S_3 -ga samaaegne elektrokeemiline sadestusmeetod fotokatalüütiliste rakenduste jaoks. Näidati, et L-tsüsteiini võib kasutada nii kompleksimoodustajana kui ka väevliallikana. Sadestatud kiled olid fotokatalüütiliselt aktiivsed ja näiteks MO fotokatalüütiline lagunemine on kuni 40%.

The main field of research for Laboratory of Photovoltaic Materials Research is the synthesis and the design of the properties of semiconductor powders as absorber materials for next-generation environmentally friendly inorganic building integrated photovoltaics. This is a unique concept that is protected by several patents. Developed materials are complex semiconductor compounds, but they contain mainly earth abundant and low cost chemical elements, providing environmental friendly solutions with versatile applications.

In 2020 the research was focused on the following:

- A continuous $\text{Cu}_2\text{CdGe}(\text{S}_x\text{Se}_{1-x})_4$ solid solution series of microcrystalline powders have been synthesized by molten salt method for different photovoltaic applications. Introducing 20% of sulfur into the $\text{Cu}_2\text{CdGeSe}_4$ improved the PCE of the monograin layer solar cells about 12%.
- Synthesis process parameters for new multinary compounds in the systems $\text{FeS}_2\text{-S}$, $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}\text{-CdI}_2$ ja $\text{Cu}_{10}\text{Cd}_2\text{Sb}_4\text{S}_{13}\text{-CdI}_2$ by monograin powder technology were developed. Results showed the potential of these absorbers to achieve optoelectronic properties suitable for PV applications.
- A technique for simultaneous electrodeposition of Sb_2O_3 coupled with Sb_2S_3 was developed for photocatalytic applications. It was showed that L-cysteine can be used as both complexing agent and sulphur source. Deposited films showed photocatalytic activity with methyl orange photocatalytic degradation up to 40%.

Olulised projektid

- TAR16016 (TK141) "Uudsed materjalid ja kõrgtehnoloogilised seadmed energia salvestamise ja muundamise süsteemidele (1.01.2015–1.03.2023)", Maarja Grossberg

- AR17092 "Nanomaterjalide tehnoloogiate ja uuringute keskus (NAMUR+) (1.01.2017–31.12.2021)", Marit Kauk-Kuusik
- VFP20034 "Innovaatiliste kesteriitidel põhinevate õhukesekileliste tehnoloogiate kohandamine erilahendusega arhitektuuri ja linnamööbli rakendusteks (1.09.2020–28.02.2024)" Maarja Grossberg

Olulised publikatsioonid

- X. Li *et al.*, *Solar Energy*, Vol 209, 2020, 646-652, doi.org/10.1016/j.solener.2020.09.045.
- X. Li *et al.*, *Thin Solid Films*, Vol 697, 2020, 137822, doi.org/10.1016/j.tsf.2020.137822.
- F. Ghisani *et al.*, *Materials Science in Semiconductor Processing*, Vol 110, 2020, 104973, doi.org/10.1016/j.mssp.2020.104973.

Täiendav info

- Tegevusvaldkond
2. Tehnika ja tehnoloogia, 2.5 Materjalitehnika
- 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
2020: Tehnikaülikooli 2019. aasta parima teadusartikkel tehnika ja tehnoloogia valdkonnas: Timmo *et al.* *Journal of Materials Chemistry A*, 2019, 7, 24281-24291
DOI:10.1039/C9TA07768E
- Uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA & I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal.
Research group is a partner of the European cooperation network in kesterite materials (EUKENE).
- Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta:
Monoterapulber-tehnoloogiat arendab ja rakendab ka päikesepaneelide väljatöötamiseks TalTech-i spinn-off firma crystalsol GmbH. Ettevõtte on ka üheks tööstuspartneriks H2020 projektis (VFP20034).

LEKEE20074 "Vaakum nanoelektronikal toimiva püroelektrilise röntgengeneraatori väljatöötamine ja valideerimine põlemisprotsessi optimeerimisel ja kahjulike suitsugaaside lagundamisel (1.07.2020–30.06.2022)", Marit Kauk-Kuusik.