

Energiatehnoloogia instituut, 2019. aasta teadus- ja arendustegevuse aruanne

Direktor: professor ANDRES SIIRDE, andres.siirde@taltech.ee, +372 620 3902

Uurimisrühmade ülevaated 2019

1. JÄTKUSUUTLIKU ENERGEETIKA JA KÜTUSTE UURIMISGRUPP

Uurimisrühma juht: Alar Konist, Energiatehnoloogia instituudi professor ja ka kütuse ja õhuemissioonide analüüsi teadus- ja katselabori juht, tel. 6203907, alar.konist@taltech.ee.

Uurimisrühma liikmed: Tõnu Pihu, Oliver Järvik, Dmitri Nešumajev, Birgit Maaten, Heidi Lees
Doktorandid: Heliis Pikkor, Mari Sulg

Mitteakadeemiline töötaja: Zachariah Steven Baird, PhD. Äsja naasnud järel doktorantuurist.

Võtmesõnad – kütused, põlemine, pürolüüs, gaasistamine, tuhad, aktivatsioonenergia, CO₂ heitmed, CCS ja CCU (sh. oxyfuel)

Ülevaade:

Energia tootmise üks põhieesmärk on protsesside efektiivistamine ja heitmete, sh. süsinikdioksiidi heitkoguste vähendamine. Ühe võimalusena uurib uurimisrühm põlevkivi ja biomassi koospõletamise võimalusi nt. tsirkuleeriva keevkihi (CFB) katlas. Kavandatud protsess võimaldab vähendada lisaks heitmetele ka ohtlike jäätmete tuhaprodukte, mida on senini igal aastal tekkinud ligikaudu kuus miljonit tonni.

Ühe olulisema teemana tegeleb uurimisrühm süsiniku püüdmise ja ladustamise või kasutamise ehk nn. CCUS tehnoloogiate kasutusvõimaluste uurimisega. Põhiliseks eesmärgiks on uurida kas hapniku ja CO₂ põlemise tingimuste rakendamisel on võimalik saavutada piisava puhtusega CO₂ voog, mida saaks energiatootmise ringlusest välja juhtida, saavutamaks kliimaneutraalsust. Lisaks uuritakse moodustunud tuhale tõhusamat kasutamist. Selleks uuritakse tuhade sorptsioonilisi omadusi ja käitumist anorgaanilise aine tuhade proovidest. Uuringuteks on kasutada tänapäevane infrastruktuur: 60kW CFB katseseade, TGA / DSC-MS, LA-ICP-MS, WD-röntgenanalüsaator, gaasi adsorptsioon analüsaator, osakeste eripinna ja poorsuse määramise seade (Quantachrome Autosorb IQ-C), elementanalüsaatorid (CHNS ja O), jne.

Teadusrühma käsutuses on akrediteeritud teaduslaboratoorium, mis võimaldab välja anda sertifitseeritud analüüsitulemusi erinevate kliente toodud erinevate iseloomudega proovidele. Samuti on labor akrediteeritud statsionaarsete saasteallikate õhuemissioonide määramise valdkonnas.

Tulemused: 2019 aasta suurimaks töövõiduks on, et uurimisrühma 2018-2019 a. teadustöö tulemusena on alates 01.01.2020 põlevkivitöötuses tekkivad tuhajäätmed mitteohtlikud, mis võimaldab tuha taaskasutamisele otsida erinevaid võimalusi.

Olulisemad projektid:

- PSG266 - Aktiveerimistingimuste mõju poorse süsiniku valmistamisel põlevkivist (2019-2022)
- RITA1/02-20 - Kliimamuutuste leevendamine läbi CCS ja CCU tehnoloogiate (2019 – 2021)
- LEP17084 - Biomassi termokeemiliste protsesside alased teadusuuringud OÜ Utilitas Tallinna Elektriijaamas (2017 – 2020)
- LEP19011 - Põlevkivitehnoloogiate alased teadusuuringud Enefit Energiatootmise AS (2019)
- LMIN18074 - Põlevkivituhkade ohtlikkuse uuring (2018 – 2019)

Suurepärased artiklid:

- Konist, A.; Jarvik, O.; Pikkor, H.; Neshumayev, D.; Pihu, T. (2019). Utilization of pyrolytic wastewater in oil shale fired CFBC boiler. *Journal of Cleaner Production*, 234, 487–493. [10.1016/j.jclepro.2019.06.213](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.213).
- Maaten, B.; Konist, A.; Siirde, A. (2019). High-speed thermogravimetric analysis of the combustion of wood and Ca-rich fuel. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. [10.1007/s10973-019-08785-6](https://doi.org/10.1007/s10973-019-08785-6).
- Neshumayev, D.; Pihu, T.; Siirde, A.; Jarvik, O.; Konist, A. (2019). Solid heat carrier oil shale retorting technology with integrated CFB technology. *Oil Shale*, 36 (2), 99–113. [10.3176/oil.2019.2S.02](https://doi.org/10.3176/oil.2019.2S.02).

Teaduserialad: 2.7.; 2.11

Research Group of Sustainable energy and fuels

Head of the research group: Alar Konist, Professor in Department of Energy Technology, Head of Laboratory of Fuel and Air emission analyses, tel. 6203907, alar.konist@taltech.ee.

Members: Oliver Järvik, Dmitri Nešumajev, Birgit Maaten, Tõnu Pihu, Heidi Lees

Doctoral students: Heliis Pikkor, Mari Sulg

Staff: Zachariah Steven Baird, PhD. Recently returned from PostDoc.

Keywords – fuels, combustion, pyrolysis, gasification, ash, activation energies, CO₂ emissions, CCS and CCU (inc. Oxyfuel)

Topics and Competences

Moving toward zero carbon emissions is an ultimate goal for energy technology. The group intends to tackle the problem by studying the possibilities of oxy-fuel co-combustion of oil shale (OS) and biomass in circulating fluidized bed (CFB) boiler. Further, utilization of the remaining Ca-rich ash as a bed material for binding CO₂ (also SO_x and NO_x) in fluidized bed combustion of biomass for achieving negative carbon emissions in biomass combustion will be studied. Lab-scale up to semi- industrial scale experiments will be carried out to investigate the combustion process parameters to achieve this.

Also, the group deals with better characterization of the fly ash, in order to enable more effective use of the ash that is formed under oxyfuel combustion conditions. The "organic and in-organic" (carbon) portion of the ash is the key to success in many new utilization schemes.

A broad-based scientific investigation of the form, sorptive properties and behaviour of the in/organic material in ash samples is carried out in order to help identify new commercial opportunities.

The accredited laboratory group provides accredited sample analyses for various customers.

Results: Based on the results of the research group, oil shale ashes are considered as non-hazardous waste materials since 01.01.2020.

Selected projects:

- PSG266 - Effects of activation conditions on preparation of porous carbon from oil shale (2019-2022)
 - RITA1/02-20 - Climate change mitigation with CCS and CCU technologies (2019 – 2021)
 - LEP17084 - Fundamental Research studies on thermochemical conversion of local biomass in Utilitas Tallinn powerplant (2017 – 2020)
 - LEP19011 Fundamental Research studies on Oil Shale Technologies at Enefit Energiatootmise AS (2019)
 - LMIN18074 - Potential hazardousness of Estonian oil shale ashes (2018 – 2019)

Selected articles:

- Konist, A.; Jarvik, O.; Pikkor, H.; Neshumayev, D.; Pihu, T. (2019). Utilization of pyrolytic wastewater in oil shale fired CFBC boiler. *Journal of Cleaner Production*, 234, 487–493.10.1016/j.jclepro.2019.06.213.
 - Maaten, B.; Konist, A.; Siirde, A. (2019). High-speed thermogravimetric analysis of the combustion of wood and Ca-rich fuel. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*.10.1007/s10973-019-08785-6.
 - Neshumayev, D.; Pihu, T.; Siirde, A.; Jarvik, O.; Konist, A. (2019). Solid heat carrier oil shale retorting technology with integrated CFB technology. *Oil Shale*, 36 (2), 99–113.10.3176/oil.2019.2S.02.
-

2. NUTIKAD KAUGKÜTTELAHENDUSED JA KASVUHOONEGAASIDE EMISSIOONIDE
KESKKONNAMÕJU INTEGREERITUD HINDAMINE

Anna Volkova, vanemteadur, anna.volkova@taltech.ee, 620 3905



1. uurimisrühma nimetus	Nutikad kaugküttelehendused ja kasvuhoonegaaside emissioonide keskkonnamõju integreeritud hindamine	Smart District Heating systems and Integrated Assessment Analysis of Greenhouse Gases Emissions
2. uurimisrühma juhi nimi, ametikoht ja kontaktandmed	Anna Volkova, vanemteadur, anna.volkova@taltech.ee, 620 3905	Anna Volkova, vanemteadur, anna.volkova@taltech.ee, 620 3905
3. Akadeemilisel ametikohal töötavate uurimisrühma liikmete loetelu (nimeliselt)	<p style="text-align: center;">Andres Siirde Eduard Latõšov Igor Krupenski Jülija Gušča</p> <p><i>Doktorandid:</i> Meelis Elderman</p> <p>Mitteakadeemilised: Vladislav Mašatin Kertu Lepiksaar</p>	<p style="text-align: center;">Andres Siirde Eduard Latõšov Igor Krupenski Jülija Gušča</p>
4. põlvkonna kaugküte, madalatemperatuurilised kaugküttevõrgud, primaarenergia		<p><i>PhD students:</i> Meelis Elderman</p> <p><i>Non-academic:</i> Vladislav Mašatin Kertu Lepiksaar</p> <p>4th generation district heating, low temperature district heating, primary energy factors, CO₂ emissions, thermal energy storage, CHP</p>

4. Võtmesõnad	tegurid, CO ₂ heitmed, soojusenergia salvestamine, koostootmine, soojuspumbad	
5. Uurimisrühma kompetentside tutvustus	<p>Grupp tegeleb uute tehniliste lahenduste väljatöötamisega kaugküttesüsteemide üleminekuks intelligentsele, kõrge efektiivsusega ja regeneratiivsele energiavarustuse kontseptsioonile ja kasvuhoonegaaside emissioonide mõju integreeritud hindamisega.</p> <p>Grupi viimase aja teadustöö on seotud järgmiste teemadega:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Madalatemperatuurilise kaugküttevõrgu soojusvarustus kõrgetemperatuurilise kaugküttesüsteemi tagasivoolu osast; -Tagasivoolu temperatuuri vähendamise mõju kaugküttevõrgule; -Eesti kaugküttepiirkondade arendamise stsenaariumid -Olemasolevate suureulatuslike kaugküttesüsteemide üleviimine 4. põlvkonna kaugküttele; -Madalatemperatuurilised kaugküttevõrgud; -Suurte soojuspumpade integreerimine kaugküttesüsteemidega; -Jätkusuutlikku kaugkütet tutvustav mobiilirakendus Nutisoojus; -Paralleeltarbimise mõju kaugküttele; -Kaugkütte ja jahutuse primaarenergia tegurite arvutamine. <p>Olulisemad publikatsioonid on</p>	<p>Group deals with developing new technical solutions for the transition of district heating (DH) systems towards an intelligent, highly efficient and regenerative energy supply concept and with integrated assessment analysis of greenhouse gases emissions. Group recent research activities are connected with the analysis of :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Low temperature district heating network's heat supply option from the return line of a well-established high temperature district heating system -Return temperature reduction impact on high temperature district heating system -Planning of Estonian district heating regions -Existing large-scale DH system transition towards 4th generation DH; -Low temperature DH networks -Large heat pumps integration into DH systems; -Sustainable district heating promotion mobile app Nutisoojus; -Parallel consumption impact on district heating; -Calculation of primary energy factors for district heating and cooling
6. Uurimisrühma viimaste aastate rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused	<p>Volkova, A.; Latõšov, E.; Mašatin, V; Siirde, A. (2019). Development of a user-friendly mobile app for the national level promotion of the 4th generation district heating. International Journal of Sustainable Energy Planning and</p>	<p>The most significant papers are</p> <p>Volkova, A.; Latõšov, E.; Mašatin, V; Siirde, A. (2019). Development of a user-friendly mobile app for the national level promotion of the 4th generation district heating. International Journal of Sustainable Energy Planning and Management, 19, 21–35.10.5278/ijsepm.2019.20.3 .</p>

<p>7. Uurimisrühma liikmete riiklikul ja rahvusvahelisel tasemel olulised tunnustused 2018. aastal; uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös 2018. aastal.</p>	<p>Management, 19, 21–35.10.5278/ijsepm.2019.20.3 .</p> <p>Krupenski, I.; Volkova, A.; Pieper, H.; Ledvanov, A.; Latõšov, E.; Siirde, A. (2019). Small low-temperature district heating network development prospects. Energy, 714–722.10.1016/j.energy.2019.04.083.</p> <p>Volkova, A.; Siirde, A.; Mašatin, V. (2018). Methodology for evaluating the transition process dynamics towards 4th generation district heating systems. Energy, 150, 253–261.10.1016/j.energy.2018.02.123</p> <p><i>Eduard Latõšov</i> on Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühingu „Tõhusa kaugkütte“ märgise väljastamise komisjoni esimees</p> <p><i>Andres Siirde</i> ja <i>Anna Volkova</i> on ajakirja " Environmental and Climate Technologies" rahvusvahelise toimetuskolleegiumi liikmed <i>Andres Siirde</i> on ajakirja „Oil Shale“ peatoimetaja</p> <p><i>Andres Siirde</i> on Maailma Energeetikanõukogu Eesti Rahvuskomitee juhatuse liige ja Eesti Soojustehnika Inseneride Seltsi volikogu liige <i>Andres Siirde</i> on Eesti Teaduste Akadeemia energeetikanõukogu liige <i>Igor Krupenski</i> on Soojusenergeetikainseneria kutsekomisjoni esimees</p>	<p>Krupenski, I.; Volkova, A.; Pieper, H.; Ledvanov, A.; Latõšov, E.; Siirde, A. (2019). Small low-temperature district heating network development prospects. Energy, 714–722.10.1016/j.energy.2019.04.083.</p> <p>Volkova, A.; Siirde, A.; Mašatin, V. (2018). Methodology for evaluating the transition process dynamics towards 4th generation district heating systems. Energy, 150, 253–261</p> <p><i>Eduard Latõšov</i> was elected as the head of „Efficient district heating label“ expert committee formed by the Estonian Power and Heat Association</p> <p><i>Andres Siirde</i> and <i>Anna Volkova</i> are members of International Editorial Board of Scientific journal “Environmental and Climate technologies”</p> <p><i>Andres Siirde</i> is Editor-in-Chief of journal “Oil Shale”</p> <p><i>Andres Siirde</i> is Member of Board of Estonian National Committee of World Energy Council <i>Andres Siirde</i> is Member of the Energy Council of the Academy of Sciences of Estonia</p> <p><i>Igor Krupenski</i> is the head of Thermal engineering professional qualifications committee</p>
<p>Uurimisrühma tegevusvaldkond</p>	<p>2. Tehnika ja tehnoloogia 2.11. Teised tehnika- ja tehnoloogiateadused</p>	<p>2. Engineering and technology 2.11. Other engineering and technologies</p>

Keemiatehnika uurimisgrupp

1.1. uurimisrühma juhi nimi, ametikoht ja kontaktandmed (telefon, e-posti aadress)

Vahur Oja, professor, vahur.oja@taltech.ee; 620 2852

1.2. akadeemilisel ametikohal töötavate uurimisrühma liikmete loetelu (nimeliselt)¹, sh eraldi:

Akadeemilisel ametikohal töötavad: Vahur Oja (professor), Madis Listak (teadur)

Doktorandid: Sepehr Mozaffari (nooremteadur/doktorant), Parsa Mozaffari (nooremteadur/doktorant),

Mitteakadeemilisel ametikohal töötavad: Sven Kamenev (juhtiv insener)

1.3. Uurimisrühma tegevust iseloomustavad võtmesõnad (keywords), minimaalselt kolm.

keemiainseneri termodünaamika, õlid, keemiatehniline projekteerimine, pürolüüs, termokeemiline muundamine, keskkond, riskiohtus

1.4. Uurimisrühma kompetentside tutvustus :

Keemiatehnika uurimisrühma teadustööd on rakendusliku keemiatehnilise termodünaamika põhised protsessi- ja tootearenduslikud uuringud. Need on mõeldud toetama teaduspõhiste insenerlike lähenduste abil keemiatehnoloogiate (ning teiste keemiatehnika seadmeid kasutavate tehnoloogiate) ja toodete parendamist, uute väljatöötamist ning nende tegevustega kaasnevate keskkonnaohtude ja riskide vähendamist. Samuti hõlmavad need tootmise ja toodete käitlemisega seonduvate riskihinnangute, ohustsenaariumite analüüsi ja kahjude likvideerimise strateegiate kujundamise toetamist.

Keemiatehnika uurimisgrupis tegeletakse nii eksperimentaalsete uuringutega kui ka arvutuste (modelleerimise/digitaliseerimise) põhiste uuringutega. Uurimisgrupi eksperimentaalne võimekus hõlmab nii termodünaamiliste andmete mõõtmist kui ka ainesüsteemide termilise käitumise kirjeldamist. Uurimisrühm on välja töötanud mitmeid uudseid eksperimentaalseid meetodeid.

2019 aasta alusuuringud hõlmasid peamiselt hüdroksüülrühmi sisaldavaid orgaaniliste ühendite ja hüdroksüülrühmi sisaldavate õlide (utteõlide, taimsete õlide/rasvade) termodünaamilisi omadusi ja faasitasakaale. Samuti tegeleti ainete termilise stabiilsuse ja termokeemilise muundamise uuringutega erinevatel tingimustel, sealhulgas pürolüüsiõlides kõrgetel temperatuuridel toimuvate muutuste kirjeldamisega.

Olulisemad projektid:

VA17085 "Materjalide taaskasutamine: teadlikkuse arendamine ja koolitamine", PI: Vahur Oja
LEP18004 „Raskeõli uuringud“, PI: Vahur Oja

Olulisemad publikatsioonid:

Astra, H.-L.; Oja, V. (2019). Vapour pressure data for 2-n-propylresorcinol, 4-ethylresorcinol and 4-hexylresorcinol near their normal boiling points measured by differential scanning calorimetry. The Journal of Chemical Thermodynamics, 134, 119–126.10.1016/j.jct.2019.03.008.

Akalin, E.; Kim, Y-M.; Alper K.; Oja, V.; Tekin, K.; Durukan, I.; Siddiqui, M. Z.; Karagöz, S. (2019). Co-hydrothermal Liquefaction of Lignocellulosic Biomass with Kukersite Oil Shale. Energy & Fuels, 33 (8), 119–126.10.1021/acs.energyfuels.9b01473.

¹ Parandused teha ka meilile lisatud Exceli faili

Rannaveksi, R.; Oja, V. (2019) A new thermogravimetric application for determination of vapour pressure curve corresponding to average boiling points of oil fractions with narrow boiling ranges. Thermochemica Acta <https://doi.org/10.1016/j.tca.2019.178468>

1.5. Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused.

Uudne termogravimeetria põhinev rakendus (eksperimentaalne meetod) kitsaste keemispriiridega õlifraktsioonide keskmiste keemispunktide rõhusõltuvuse eksperimentaalseks määramiseks (publitseeritud: Rannaveski, R.; Oja, V. A new thermogravimetric application for determination of vapour pressure curve corresponding to average boiling points of oil fractions with narrow boiling ranges. Thermochemica Acta <https://doi.org/10.1016/j.tca.2019.178468>)

2.1. uurimisrühma nimetus:

Chemical Engineering research group

2.2. uurimisrühma juhi nimi, ametikoht ja kontaktandmed (telefon, e-posti aadress):

Vahur Oja, professor, vahur.oja@taltech.ee; 620 2852

2.3. akadeemilisel ametikohal töötavate uurimisrühma liikmete loetelu (nimeliselt)², sh eraldi:

Academic positions: Vahur Oja (professor), Madis Listak (scientist)

Ph.D. students: Sepehr Mozaffari, Parsa Mozaffari,

Non-academic positions: Sven Kamenev (engineer)

2.4. Uurimisrühma tegevust iseloomustavad võtmesõnad (keywords), minimaalselt kolm.

chemical engineering thermodynamics, oils, chemical engineering design, pyrolysis, thermochemical conversion, environment, risk assessment

2.5. Uurimisrühma kompetentside tutvustus :

The chemical engineering research group aims at performing research for the development of improved chemical products by applying tools of applied chemical engineering thermodynamics. The research covers range of topics from process design to product design. The research has been carried out keeping in mind a dual aimed impact: (1) from scientific point of view the aim has been to create fundamental knowledge on how to characterize and model complex ill-defined and as well as well-defined systems (expanding both the boundaries of knowledge and experimental techniques); (2) from practical engineering point of view the aim has been to provide conveniently useable information and knowledge to support design of new technologies/products or improvement of existing ones. The general research approach combines laboratory experiments and computational modelling. The research group possesses experimental capabilities suitable for experimental determination/evaluation of thermodynamic and phase equilibria data, and thermal behavior of substances. The group has developed several non-conventional experimental techniques compatible

² Parandused teha ka meilile lisatud Exceli faili

with small amounts of materials. In last decade the focuses of the research has been on the application of applied chemical engineering thermodynamics in two areas of world-wide importance: sustainable energy technologies covering both fossil fuel and renewable biofeedstocks, and corresponding health, safety, and environmental risk assessment issues.

In 2019 the research group has been actively engaged in two main fundamental research areas: (1) thermodynamic properties and phase equilibria of hydroxyl groups containing pure compounds and complex mixtures; (2) various aspects of thermochemical conversion (or thermal decomposition and stability of materials), including the pyrolysis oil aging at higher temperatures. Particular attention was devoted to complex and ill-defined multicomponent systems such as oils/fats/tars from various materials (such as from oil shales and plants).

Major projects:

VA17085 "Great Adventures with Materials: Education for a Recycling Society", PI: Vahur Oja

LEP18004 "Heavy oil research", PI: Vahur Oja

Major publications:

Astra, H.-L.; Oja, V. (2019). Vapour pressure data for 2-n-propylresorcinol, 4-ethylresorcinol and 4-hexylresorcinol near their normal boiling points measured by differential scanning calorimetry. The Journal of Chemical Thermodynamics, 134, 119–126.10.1016/j.jct.2019.03.008.

Akalin, E.; Kim, Y-M.; Alper K.; Oja, V.; Tekin, K.; Durukan, I.; Siddiqui, M. Z.; Karagöz, S. (2019). Co-hydrothermal Liquefaction of Lignocellulosic Biomass with Kukersite Oil Shale. Energy & Fuels, 33 (8), 119–126.10.1021/acs.energyfuels.9b01473.

Rannaveksi, R.; Oja, V. (2019) A new thermogravimetric application for determination of vapour pressure curve corresponding to average boiling points of oil fractions with narrow boiling ranges. Thermochemica Acta <https://doi.org/10.1016/j.tca.2019.178468>

2.6. Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused.

Development of a new thermogravimetric application for determination of pressure dependence of average boiling points of narrow boiling range fractions (published in Rannaveksi, R.; Oja, V. A new thermogravimetric application for determination of vapour pressure curve corresponding to average boiling points of oil fractions with narrow boiling ranges. Thermochemica Acta <https://doi.org/10.1016/j.tca.2019.178468>)

3. Uurimisrühma kohta lisatakse täiendava infona:

3.1. uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda);

Keskkonnaressursside vääristamine (valorisation of natural resources)

Innovaatilised väike- ja keskmise suurusega ettevõtted ja digitaalne majandus (innovative SME-s and digital economy)

3.2. uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni kaks **alamvaldkonna** koodi Frascati Manuaali teadusvaldkondade ja -erialade klassifikaatori³ alusel;

³ <https://www.etis.ee/Portal/Classifiers/Details/ac88df15-7410-4edb-807b-4766f6702074>

2. Tehnika ja tehnoloogia; 2.4 Keemiatehnika / 2. Engineering and technology, 2.4 Chemical engineering

2. Tehnika ja tehnoloogia; 2.7 Keskkonnatehnika / 2. Engineering and technology, 2.7 Environmental engineering

3.3. uurimisrühma liikmete riiklikul ja rahvusvahelisel tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal;

Vahur Oja, Autasu "Väljapaistev termilise analüüsi ja kalorimeetria valdkonna teadlane, Kesk- ja Ida-Euroopa piirkonnas" (väljastas Central and Eastern European Committee for Thermal Analysis and Calorimetry); Üle antud konverentside 5th Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry & 14th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis ühiskonverentsil, Rooma, Itaalia, August 2019.

Comenius-EduMedia autasuga auhinnatud ringmajanduse alaseid teadmisi arendav arvutimäng CosmiCleani. CosmiClean'i arendas EIT Raw Materials projekti "Great Adventures with Materials: Education for a Recycling Society" raames LuGus Studios koostöös KULeuven ülikooliga, Arkema'ga, Newcastle'i ülikooliga, BASF'ga ja Tallinna Tehnikaülikooliga (Tallinna Tehnikaülikooli poolne projektijuht Vahur Oja).

3.4. uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal.

Vahur Oja Töögrup „ Working Party on Thermodynamics and Transport Properties“, European Federation of Chemical Engineering / Working Party on Thermodynamics and Transport Properties, European Federation of Chemical Engineering

Vahur Oja Töögrupp „Working Party on Education“, European Federation of Chemical Engineering“ / Working Party on Education, European Federation of Chemical Engineering

Vahur Oja Sektsiooni "Energia", European Federation of Chemical Engineering / section "Energy", European Federation of Chemical Engineering

Vahur Oja toimetus-kolleegiumi liige, teadusajakiri Oil Shale / member of the editorial board, scientific journal Oil Shale

Vahur Oja rahvusvahelise teaduskomitee liige, konverents RCCT-2019 / member of the International Committee, conference RCCT-2019

