

# Energiatehnoloogia instituudi 2022. aasta teadus- ja arendustegevuse ülevaade

## 2022. a olulisemad edulood

### **Põlevkivitehnoloogiate professor sai rahvusvaheliselt komisjonilt kõrge hinnangu**

Professor Alar Konisti poolt juhitud riiklik põlevkivitehnoloogiate tehnikateaduste professor läbis edukalt ETAg-i poolt läbi viidud rahvusvahelise sihtevalveerimise. Avalikes huvides tegutseva tehnikaprofessori oluliseks panuseks ühiskonna heaks on eestikeelse taseme- ja täiendusõppe jätkusuutlikkuse tagamine, osalemine valdkonna arengukavade väljatöötamisel, panustamine kutsestandardite komisjonides ning põlevkivitehnoloogiate teemades eestkõnelejaks olemine.

### **Valmis kõrgkooliõpik „Jätkusuutlik kaugküte“**

Instituudi teadlased Eduard Latõšov, Vladislav Mašatin, Igor Krupenski, Andres Siirde, Kertu Lepiksaar ja Sulev Soosaar professor Anna Volkova juhtimisel avaldasid eestikeelse digitaalse kõrgkooliõpiku „Jätkusuutlik kaugküte“ ning löid Balti riikide madalatemperatuurilise soojuste allikate kaardi.

### **Teadusuuringud tuhatranspordi vees lahustunud kroomi sisalduse vähendamiseks**

Vanemteadur Oliver Järviku juhtimisel viidi läbi Balti elektrijaama tuhavälja liigveest kroomi vähendamise meetmete teadusuuringud ning Balti elektrijaama väliskeskonda juhitava tuha transpordivee kroomisisalduse alandamise lahenduste leidmise teadusuuringud. Teadusuuringute lõpptulemusena töötati välja ja valideeriti laboratoorsel skaalal keemilisel taandamisel põhinev tehnoloogia tuhatranspordi vees kroomi sisalduse viimiseks ligi 10 korda allapoole seadusandluses sätestatud piirväärtust (50 mikrogrammi/l).

### **Eesti energia jätke jätke jätke võtmeteemasid käsitlev interdistsiplinaarne teadusuuring**

Professor Alar Konist, vanemteadurid Dmitri Nešumajev ja Oliver Järvik koostöös Majandusanalüüsi ja rahanduse instituudi teadlastega avaldasid teadusartikli „Techno-economic assessment of CO2 capture possibilities for oil shale power plants“ (doi: 10.1016/j.rser.2022.112938) kõrgelt hinnatud teadusajakirjas „Renewable and Sustainable Energy Reviews“ (WoS Impact Factor 16.8, Scopus Top 3% ajakiri). Tegemist on ühiskondlikult väärtusliku uuringuga Eesti energia jätke jätke jätke ja julgeoleku seisukohalt, mis annab ühtaegu tehnoloogilise ja majandusliku hinnangu põlevkivielektritootmises CO2 püüdmise võimaluste rakendatavuse kohta.

## **Overview of the Department of Energy Technology research and development activities in 2022**

### **The most important success stories of the department in 2022**

#### **The professorship in oil shale technologies received a high rating from the international commission**

The national professorship of technical sciences in oil shale technologies, led by Professor Alar Konist, successfully passed the international target evaluation conducted by Estonian Research Council. The important contribution of the technical professorship acting in the public interest to society is ensuring the sustainability of level and continuing education in the Estonian language, participating in the development of development plans for the field, contributing to professional standards committees, and being a key speaker on the topics of oil shale technologies.

#### **The university textbook "Sustainable district heating" was published**

Our researchers Eduard Latõšov, Vladislav Mašatin, Igor Krupenski, Andres Siirde, Kertu Lepiksaar and Sulev Soosaar under the leadership of Professor Anna Volkova published a digital university textbook in Estonian "Sustainable District Heating" and created a map of low-temperature heat sources in the Baltic States.

#### **Research to reduce dissolved chromium content in ash transport water**

Under the leadership of senior researcher Oliver Järvik, research was conducted on measures to reduce chromium from excess water in the ash field of the Baltic Power Plant, and research on finding solutions to reduce the chromium content of ash transport water discharged to the external environment of the Baltic Power

Plant. As a final result of research, a technology based on chemical reduction was developed and validated on a laboratory scale to bring the chromium content in ash transport water nearly 10 times below the legal limit (50 micrograms/l).

### **Interdisciplinary study on the future perspectives of the Estonian energy sector**

Professor Alar Konist, Senior Researchers Dmitri Nešumajev and Oliver Järvik, in cooperation with researchers from the Department of Economics and Finance, published their research paper "Techno-economic assessment of CO<sub>2</sub> capture possibilities for oil shale power plants" (doi: 10.1016/j.rser.2022.112938) in the highly regarded scientific journal "Renewable and Sustainable Energy Reviews" (WoS Impact Factor 16.8, Scopus Top 3% journals). The paper gives societally valuable insights into the future perspectives of Estonian energy sector by providing an integrated technological and economic assessment of CO<sub>2</sub> capture possibilities in oil shale power plants.

## **2022. a uurimisrühmade ülevaade Overview of the research groups 2022**

### **Jätkusuutliku energeetika ja kütuste uurimisrühm**

*Uurimisrühma juht:* **Alar Konist**, professor, tel. 6203901, alar.konist@taltech.ee

*Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed:*

Birgit Maaten, Dmitri Nešumajev, Tõnu Pihu;

doktorandid: Alejandro Lyons Cerón, Liisa-Maria Kaljusmaa, Mari Sinisalu, Mais Hanna Suleiman Baqain, Mari-Liis Ummik.

*Võtmesõnad:*

kütused, põlemine, pürolüüs, gaasistamine, tuhad, aktivatsioonienergia, CO<sub>2</sub> heitmed, CCS ja CCU (sh. oxyfuel)

*Uurimisrühma tutvustus ja kompetentsid:*

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 CO<sub>2</sub> põlemise tingimuste rakendamisel on võimalik saavutada piisava puhtusega CO<sub>2</sub> voog, mida saaks energiatootmise ringlusest välja juhtida, saavutamaks kliimanetraalsust. 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.

*Parimad artiklid:*

Pikkor, H., Lees, H., Konist, A., Järvik, O., Maaten, B. Steam Activation of Oil Shale to Enhance the Porosity of Produced Semicoke (2022) Energy Sources Part A Recovery Utilization and Environmental Effects, 44 (4), 9064–9073. DOI: 10.1080/15567036.2022.2128471.

Lees, H., Järvik, O., Konist, A., Siirde, A., Maaten, B. Comparison of the ecotoxic properties of oil shale industry by-products to those of coal ash (2022) Oil Shale, 39 (1), 1–19. DOI: 10.3176/oil.2022.1.01.

Baqain, M., Neshumayev, D., Konist, A. NO<sub>x</sub> Emissions from Ca-rich Fuel Conversion in Oxy-fuel Circulating Fluidized Bed Combustion. (2022) 25th Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction PRES22, 5 – 8 September 2022. Bol, Croatia: De Gruyter.

Baqain, M., Yörük, C. R.; Nešumajev, D., Järvik, O., Konist, A. Characterisation of Ashes Formed at CFB Oxy-fuel Combustion of Ca-rich Fuel. (2022) Fluidized Bed Conversion Conference, 8-11 May 2022. Gothenburg, Sweden: Chalmers University of Technology.

Baqain, M., Neshumayev, D., Konist, A. Oxyfuel Conversion of Ca-rich fuel in a 60 kWth Circulating Fluidized Bed (2022) Proceedings of the 16th Greenhouse Gas Control Technologies Conference (GHGT-16) 23-24 Oct 2022. GHGT. DOI: 10.2139/ssrn.4276982.

Klüh, D., Baqain, M., Lyons C., A., Novak, O., Bily, T., Konist, A., Gaderer, M. Remote Energy Lab – Experience and Improvements of European Cooperation in Remote Labs. (2022) 50th Annual Conference of The European Society for Engineering Education : proceedings: SEFI 50th Annual Conference, Barcelona, 19-22 September 2022. Cornellà de Llobregat, 2012–2017.

Saia, Artjom; Neshumayev, Dmitri; Hazak, Aaro; Sander, Priit; Jarvik, Oliver; Konist, Alar (2022). Techno-economic assessment of CO<sub>2</sub> capture possibilities for oil shale power plants. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 169, ARTN 112938. DOI: 10.1016/j.rser.2022.112938.

*Olulisemad projektid:*

PSG266 „Aktiveerimistingimuste mõju poorse süsiniku valmistamisel põlevkivist“ (2019-2022), Sihtasutus Eesti Teadusagentuur

LEIEE20068 „Põlevkiviõli tootmise CO<sub>2</sub> jalajälje vähendamise rakendusuring“ (2020 – 2022)

LEIEE20078 „Konsultatsiooniteenuse osutamine Enefit280-2 õlitehase tehniliste lahenduste hindamiseks“, (2020 – 2022)

LEIEE21038 „Põlevkivitehnoloogiate alased teadusuuringud Enefit Energiatootmine AS-s“ (2021 – 2022)

LEIEE22018 „Välisõhu emissioonide mõõtmised Enefit Power AS territooriumil“ (2022)

LEIAE22071 „Biomassi tuhkades sisalduvate dioksiinide ja furaanide uuring“ (2022)

VNF22025 „Experimental and Modeling Investigation of Bio and Thermochemical Conversion of Biomass to Electricity“ (2022-2024), Nordic Energy Research

*Seotus AAK prioriteetse suunaga:*

Keskkonnaressursside vääristamine

*Alamvaldkonnad Frascati Manuali teadusvaldkondade ja -erialade klassifikaatori alusel:*

4. Loodusteadused ja tehnika

4.17. Energeetikaalased uuringud

*Teaduserialad CERCS klasifikaatori alusel:*

5. TEHNIKATEADUSED

T140 Energeetika

T200 Soojustehnika, rakenduslik termodünaamika

T270 Keskkonnatehnoloogia, reostuskontroll

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

Eesti esindaja Rahvusvahelise Energiaagentuuri (IEA) tehnoloogiakoostöö programmi (TCP) keevkihi muundamise (FBC) valdkonnas

*Kõige olulisemat Eesti koostööpartnerid:*

Enefit Power AS

Eesti Energia AS

Keskkonnaministeerium

## **Research Group of Sustainable energy and fuels**

*Research group leader:* **Alar Konist**, professor, tel. (+372) 6203901, alar.konist@taltech.ee

*Members of the research group holding an academic position:*

Birgit Maaten, Dmitri Nešumajev, Tõnu Pihu;

doctoral students: Alejandro Cerón, Liisa-Maria Kaljusmaa, Mari Sinisalu, Mais Hanna Suleiman Baqain, Mari-Liis Ummik.

*Keywords:*

fuels, combustion, pyrolysis, gasification, ash, activation energies, CO<sub>2</sub> emissions, CCS and CCU (inc. Oxyfuel)

*Topics and competences of the research group:*

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 CO<sub>2</sub> (also SO<sub>x</sub> and NO<sub>x</sub>) 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.

*Selected papers:*

Pikkor, H., Lees, H., Konist, A., Järvi, O., Maaten, B. Steam Activation of Oil Shale to Enhance the Porosity of Produced Semicoke (2022) Energy Sources Part A Recovery Utilization and Environmental Effects, 44 (4), 9064–9073. DOI: 10.1080/15567036.2022.2128471.

Lees, H., Järvi, O., Konist, A., Siirde, A., Maaten, B. Comparison of the ecotoxic properties of oil shale industry by-products to those of coal ash (2022) Oil Shale, 39 (1), 1–19. DOI: 10.3176/oil.2022.1.01.

Baqain, M., Neshumayev, D., Konist, A. NO<sub>x</sub> Emissions from Ca-rich Fuel Conversion in Oxy-fuel Circulating Fluidized Bed Combustion. (2022) 25th Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction PRES22, 5 – 8 September 2022. Bol, Croatia: De Gruyter.

Baqain, M., Yörük, C. R.; Nešumajev, D., Järvi, O., Konist, A. Characterisation of Ashes Formed at CFB Oxy-fuel Combustion of Ca-rich Fuel. (2022) Fluidized Bed Conversion Conference, 8-11 May 2022. Gothenburg, Sweden: Chalmers University of Technology.

Baqain, M., Neshumayev, D., Konist, A. Oxyfuel Conversion of Ca-rich fuel in a 60 kW<sub>th</sub> Circulating Fluidized Bed (2022) Proceedings of the 16th Greenhouse Gas Control Technologies Conference (GHGT-16) 23-24 Oct 2022. GHGT. DOI: 10.2139/ssrn.4276982.

Klüh, D., Baqain, M., Lyons C., A., Novak, O., Bily, T., Konist, A., Gaderer, M. Remote Energy Lab – Experience and Improvements of European Cooperation in Remote Labs. (2022) 50th Annual Conference of The European Society for Engineering Education proceedings: SEFI 50th Annual Conference, Barcelona, 19-22 September 2022. Cornellà de Llobregat, 2012–2017.

Saia, Artjom; Neshumayev, Dmitri; Hazak, Aaro; Sander, Priit; Jarvik, Oliver; Konist, Alar (2022). Techno-economic assessment of CO<sub>2</sub> capture possibilities for oil shale power plants. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 169, ARTN 112938. DOI: 10.1016/j.rser.2022.112938.

*Selected projects:*

PSG266 „Effects of activation conditions on preparation of porous carbon from oil shale” (2019-2022), Sihtasutus Eesti Teadusagentuur

LEIEE20068 „Applied research for reducing the CO<sub>2</sub> footprint of shale oil production” (2020 – 2022)

LEIEE20078 "Consulting services Enefit280-2 oil plant to evaluate the technical solutions” (2020 – 2022)

LEIEE21038 „Fundamental Research studies on Oil Shale Technologies at Enefit Energiatootmise AS” (2021 – 2022)

LEIEE22018 „Measurements of ambient air and stack emissions in the territory of Enefit Power AS” (2022)

LEIAE22071 „Study of dioxins and furans in biomass ashes” (2022)

VNF22025 „Experimental and Modeling Investigation of Bio and Thermochemical Conversion of Biomass to Electricity” (2022-2024), Nordic Energy Research

*TalTech Academic Strategic Plan priority areas:*

Valorisation of Natural resources

*Frascati Manual's classification of scientific fields and disciplines:*

4. Natural Sciences and Engineering  
4.17. Energetic Research

*Sub-fields according to CERCS classification:*

5. TECHNOLOGICAL SCIENCES  
T140 Energy Research  
T200 Thermal engineering, applied thermodynamics  
T270 Environmental technology, pollution control

*Participation of the research group members in the activities of international R&D organizations, membership of foreign academies in 2022:*

Participation as representative of Estonia in the International Energy Agency (IEA) Technology Collaboration Programme (TCP) in the field of Fluidized Bed Conversion (FBC)

*Most important Estonian cooperation partners:*

Enefit Power AS  
Eesti Energia AS  
Keskkonnaministeerium

---

## **Nutikad kaugkütelahendused ja kasvuhoonegaaside emissioonide keskkonnamõju integreeritud hindamine**

<https://www.linkedin.com/company/taltech-research-group-smart-district-heating-systems>

*Uurimisrühma juht: Anna Volkova*, professor, tel. 6203905, anna.volkova@taltech.ee

*Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed:*

Eduard Latõšov, Igor Krupenski, Aleksandr Hlebnikov, Andrei Dedov, Andres Siirde;  
järeldoktor: Sreenath Sukumaran;  
doktorant: Kertu Lepiksaar.

Mitteakadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed: Vladislav Mašatin.

*Võtmesõnad:*

4. põlvkonna kaugküte, kaugjahutus, madalatemperatuurilised kaugküttevõrgud, primaarenergia tegurid, CO<sub>2</sub> heitmed, soojusenergia salvestamine, soojus- ja elektrienergia koostootmine (CHP), suured soojuspumbad

*Uurimisrühma kompetentside tutvustus:*

Uurimisrühm tegeleb uute tehniliste lahenduste väljatöötamisega, et muuta kaugküte- ja kaugjahutussüsteemid intelligentseks, ülitõhusaks ja jätkusuutlikuks ning kasvuhoonegaaside emissioonide mõju integreeritud hindamisega.

*Uurimisrühma viimased teadustööd on seotud järgmiste teemadega:*

- Madalatemperatuurilise kaugküttevõrgu soojusvarustus kõrgetemperatuurilise kaugküttesüsteemi tagasivoolu osast;
- Tagasivoolu temperatuuri alandamise mõju kõrge temperatuuriga kaugküttesüsteemile;
- Olemasolevate kaugküttesüsteemide üleviimine 4. põlvkonna kaugküttele;
- 5.põlvkonna kaugküte ja kaugjahutus;
- Merevee kasutamine kaugjahutuses;
- Heitsoojuse kasutamine kaugküttes ja kaugjahutuses;
- Päikese energia kasutamine soojusvarustuses;
- Energiatõhususe seire kliimaneutraalsuse saavutamiseks;
- Suurte soojuspumpade integreerimine kaugküttesüsteemidesse;
- Energosüsteemide süsiniku jalajälg.

*Parimad artiklid:*

A. Volkova, I. Pakere, L. Murauskaite, P. Huang, K. Lepiksaar, X. Zhang 5th generation district heating and cooling (5GDHC) implementation potential in urban areas with existing district heating systems, Energy Reports, 2022, 8, pp. 10037–10047

Latõšov, E., Umbleja, S., Volkova, A., Promoting efficient district heating in Estonia, Utilities Policy, 2022, 75, 101332

K. Lepiksaar, V. Mašatin, E. Latõšov, A. Siirde, A. Volkova (2021) Improving CHP flexibility by integrating thermal energy storage and power-to-heat technologies into the energy system Smart Energy, 100022

*Olulisemad projektid:*

VNF22012 “Heitsoojus tarkades energiasüsteemides” (2022 - 2024), Nordic Energy Research  
VNF22014 “Raskesti ligipääsetavate tarbijate roll Balti- ja põhjamaade energia- ja kliimaeesmärkide täitmisel - interdistsiplinaarne analüüs” (2022 - 2024), Nordic Energy Research  
LEIEV20114 “Põhjalik tööriistakomplekt madalatemperatuuriliste alamvõrkude integreerimiseks olemasolevatesse kaugküttevõrkudesse” (2020 – 2022)  
VNF20075 “5GDHC tehnoloogia tehnöökonomiline toimivus ja teostatavusuuring agendipõhise modelleerimise ja GISi abil” (2020 – 2022), Nordic Energy Research

*Seotus AAK prioriteetse suunaga:*

Targad ja energiatõhusad keskkonnad

*Alamvaldkonnad Frascati Manuali teadusvaldkondade ja -erialade klassifikaatori alusel:*

2. Tehnika ja tehnoloogia  
2.3 Mehaanika / masinaehitus  
2.11. Teised tehnika- ja tehnoloogiateadused

*Teaduserialad CERCS klasifikaatori alusel:*

5. TEHNIKATEADUSED  
T140 Energeetika  
T200 Soojustehnika, rakenduslik termodünaamika

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

Anna Volkova on Euroheat and Power DHC+ Platform liige  
Igor Krupenski on Eesti Inseneeride Liidu president

*Kõige olulisemad välised koostööpartnerid:*

Riia Tehnikaülikool (Department of Energy systems and Environment), Latvia  
Energieinstitut an der JKU Linz, Austria  
Dalarna University (School of Information and Engineering), Sweden

*Kõige olulisemat Eesti koostööpartnerid:*

Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühing  
Narva Soojusvõrk  
Utilitas

## **Smart District Heating systems and Integrated Assessment Analysis of Greenhouse Gases Emissions**

<https://www.linkedin.com/company/taltech-research-group-smart-district-heating-systems>

*Research group leader:* Anna Volkova, professor, tel. (+372) 6203905, [anna.volkova@taltech.ee](mailto:anna.volkova@taltech.ee)

*Members of the research group holding an academic position:*

Eduard Latõšov, Igor Krupenski, Aleksandr Hlebnikov, Andrei Dedov, Andres Siirde;  
postdoctoral fellow: Sreenath Sukumaran;  
doctoral student: Kertu Lepiksaar.

Non-academic member: Vladislav Mašatin.

*Keywords:*

4th generation district heating, district cooling, low temperature district heating, primary energy factors, CO<sub>2</sub> emissions, thermal energy storage, CHP (cogeneration of heat and power), large heat pumps

*Overview of the competences of the research group:*

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:*

- 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;
- Monitoring the Energy Efficiency Pillar for Climate Neutrality
- Existing large-scale DH system transition towards 4th generation DH;
- 5th generation district heating and cooling;
- Seawater based district cooling
- Solar energy use in district heating
- Large heat pumps integration into DH systems;
- Waste heat utilisation in district heating and cooling
- CO<sub>2</sub> emissions from energy systems.

*Selected papers:*

A. Volkova, I. Pakere, L. Murauskaite, P. Huang, K. Lepiksaar, X. Zhang 5th generation district heating and cooling (5GDHC) implementation potential in urban areas with existing district heating systems, *Energy Reports*, 2022, 8, pp. 10037–10047

Latõšov, E., Umbleja, S., Volkova, A., Promoting efficient district heating in Estonia, *Utilities Policy*, 2022, 75, 101332

K. Lepiksaar, V. Mašatin, E. Latõšov, A. Siirde, A. Volkova (2021) Improving CHP flexibility by integrating thermal energy storage and power-to-heat technologies into the energy system *Smart Energy*, 100022

*Selected projects:*

VNF22012 “Waste heat in smart energy systems” (2022 - 2024), Nordic Energy Research

VNF22014 “The role of hard to reach eNergy Users in reaching BAItics+Nordics ClimatE targets- a multidisciplinary analysis” (2022 - 2024), Nordic Energy Research

LEIEV20114 “A comprehensive toolbox for integrating low-temperature sub-networks in existing district heating networks (2020 – 2022)”

VNF20075 “Techno-economic performance and feasibility study of the 5GDHC technology using agent based modelling and GIS” (2020 – 2022), Nordic Energy Research

*TalTech Academic Strategic Plan priority areas:*

Smart and energy efficient environments

*Frascati Manual's classification of scientific fields and disciplines:*

2. Engineering and technology

2.3. Mechanical engineering

2.11. Other engineering and technologies

*Sub-fields according to CERCS classification:*

5. TECHNOLOGICAL SCIENCES

T140 Energy Research

T200 Thermal engineering, applied thermodynamics

*Participation of the research group members in the activities of international R&D organizations, membership of foreign academies in 2022:*

Anna Volkova is member of Euroheat and Power DHC+ platform

Igor Krupenski is the president of Estonian Association of Engineers

*Most important foreign cooperation partners:*

Riga Technical University (Department of Energy systems and Environment), Latvia

Energieinstitut an der JKU Linz, Austria

Dalarna University (School of Information and Engineering), Sweden

*Most important Estonian cooperation partners:*

## **Kütuse ja õhuemissioonide analüüsi teadus- ja katselabor (alates 1. september 2022)**

### **Keemiatehnika teadus- ja arenduskeskus (kuni 31. august 2022)**

*Uurimisrühma juht:* **Oliver Järvik**, vanemteadur, tel. 620 3909, oliver.jarvik@taltech.ee

*Akadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed:*

Zachariah Steven Baird, Inna Kamenev, Heidi Lees, Jelena Veressinina.

doktorandid: Jennie-Ry Lootus, Sepehr Mozaffari, Parsa Mozaffari, Heliis Pikkor, Kati Roosalu.

*Mitteakadeemilisel ametikohal töötavad uurimisrühma liikmed:* Sven Kamenev, Tiina Ailt, Erki Leht, Iige Brempel, Liisi Blank

*Võtmesõnad:*

Termodünaamilised omadused, multikomponentsed segud, korrelatsioonid, pürolüüs, masinõpe, kütuste ja tuhade analüüsid, keskkonnatehnoloogiad

*Uurimisrühma kompetentside tutvustus:*

Uurimisrühm tegeleb pürolüüsiprotsesside uurimisega ning pürolüüsiprotsessi sisend- ja väljundvoogude karakteriseerimisega. See hõlmab koostise ja termodünaamiliste omaduste mõõtmist. Samuti tegeletakse tahkete ja vedelate ainete termilise käitumise alaste uuringutega (kalorimeetria ja termogravimeetria analüüs) ja erinevate orgaanilistest ainetest koosnevate segude (õlid, vaigud, polümeerid) parameetrite (molaarmassi jaotus, reoloogilised omadused) ja termilise stabiilsuse uuringutega. Uurimisrühm tegeleb ka vee puhastustehnoloogiatega. Grupi tegevus on tihedalt põimunud jätkusuutliku energeetika ja kütuste uurimisrühma tööga. Koostööd tehakse ka Tallinna Tehnikaülikooli Virumaa Kolledžiga.

*Uurimisrühma viimased teadustööd on seotud järgmiste teemadega:*

- CO<sub>2</sub> kasutamise alased uuringud
- Heitvee kvaliteedi parandamise alased uuringud
- Põlevkiviõlide fraktsioonide aururõhkude määramine;
- Fenoolsete ühendite aururõhkude määramine;
- Segude aururõhkude mudeldamine;
- Pürolüüsi ja koospürolüüsi alased uuringud.

*Parimad artiklid:*

Mozaffari, P., Baird, Z.S., Järvik, O. A Predictive Approach towards Using PC-SAFT for Modeling the Properties of Shale Oil (2022), 15 (12), #4221. DOI: 10.3390/ma15124221.

Mozaffari, S., Baird, Z. S., Järvik, O. Sulfur in kukersite shale oil: its distribution in shale oil fractions and the effect of gaseous environment. (2022) Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. DOI: 10.1007/s10973-022-11359-8.

Pikkor, H., Lees, H., Konist, A., Järvik, O., Maaten, B. Steam Activation of Oil Shale to Enhance the Porosity of Produced Semicoke. (2022) Energy Sources Part A Recovery Utilization and Environmental Effects, 44 (4), 9064–9073. DOI: 10.1080/15567036.2022.2128471.

Lees, H., Järvik, O., Konist, A., Siirde, A., Maaten, B. Comparison of the ecotoxic properties of oil shale industry by-products to those of coal ash. (2022) Oil Shale, 39 (1), 1–19. DOI: 10.3176/oil.2022.1.01.

Baird, Z. S., Oja, V. Multivariate models based on infrared spectra as a substitute for oil property correlations to predict thermodynamic properties: evaluated on the basis of the narrow-boiling fractions of Kukersite retort oil. (2022) Oil Shale, 39 (1), 20–36. DOI: 10.3176/oil.2022.1.02.

Saia, Artjom; Neshumayev, Dmitri; Hazak, Aaro; Sander, Priit; Jarvik, Oliver; Konist, Alar (2022). Techno-economic assessment of CO<sub>2</sub> capture possibilities for oil shale power plants. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 169, ARTN 112938. DOI: 10.1016/j.rser.2022.112938.

*Olulisemad projektid:*

LEIEE22021 “Lahendused Enefit-280 tehastest kinni püütava CO<sub>2</sub> kui tooraine kasutamiseks” (2022)



LEIEE22052 “Balti elektriijaama tuhavälja liigveest kroomi vähendamise meetmete I ja II etapi uuringud” (2022)  
LEIEE21099 “Balti elektriijaama keskkonda juhitava tuha transpordivee Cr-sisalduse alandamise lahendused” (2021 – 2022)  
LEIEE20068 „Põlevkiviõli tootmise CO<sub>2</sub> jalajälje vähendamise rakendusuring“ (2020 – 2022)  
LEVEE20069 „Rakendusuring väävliühendite vähendamiseks põlevkiviõli toodetes“ (2020 – 2022)  
LEIEE22013 “Plastjätmetest ja orgaanikat sisaldavatest jäätmetest õli tootmine” (2022)

*Seotus AAK prioriteetse suunaga:*

Keskkonnaressursside vääristamine

*Alamvaldkonnad Frascati Manuali teadusvaldkondade ja -erialade klassifikaatori alusel:*

4. Loodusteadused ja tehnika  
4.11. Keemia ja keemiatehnika  
4.17. Energeetikaalased uuringud

2. Tehnika ja tehnoloogia  
2.4 Keemiatehnika  
2.7 Keskkonnatehnika  
2.11 Teised tehnika- ja tehnoloogiateadused

*Teaduserialad CERCS klasifikaatori alusel:*

5. TEHNIKATEADUSED  
T270 Keskkonnatehnoloogia, reostuskontroll  
T350 Keemiatehnoloogia ja -masinaehitus  
T370 Süsinikukeemia, naftakeemia, kütuste ja lõhkeainete tehnoloogia

*Kõige olulisemat Eesti koostööpartnerid:*

Eesti Energia AS  
Enefit Power AS  
Viru Keemia Grupp AS

## **Laboratory of Fuel and Air Emission Analysis (starting from September 1, 2022) Chemical Engineering Research and Development Centre (until August 31, 2022)**

*Research group leader:* **Oliver Järvik**, Senior Researcher, tel. (+372) 620 3909, oliver.jarvik@taltech.ee

*Members of the research group holding an academic position:*

Zachariah Steven Baird, Inna Kamenev, Heidi Lees, Jelena Veressinina.

doctoral students: Jennie-Ry Lootus, Sepehr Mozaffari, Parsa Mozaffari, Heliis Pikkor, Kati Roosalu.

Non-academic members: Sven Kamenev, Tiina Ailt, Erki Leht, Iige Brempele, Liisi Blank

*Keywords:*

Thermodynamic properties, multicomponent mixtures, vapor pressure, correlations, pyrolysis, machine learning, fuel and ash analyses, environmental technologies

*Overview of the competences of the research group:*

Group work is focusing on the studies of pyrolysis processes and the characterization of pyrolysis process inlet and outlet streams. This includes the measurement of composition and thermodynamic properties. Additionally, there is a strong expertise in the studies of thermal behaviour (calorimetry and thermogravimetry), parameters like molar mass distribution and rheological properties, and thermal stability of various solid and liquid substances (oils, resins, polymers etc). The research group is also working on water treatment technologies. The group's activities are closely intertwined with the work of the Sustainable Energy and Fuels Research Group. There is also a strong collaboration with Virumaa College of Tallinn University of Technology.

*Group recent research activities are connected with the analysis of:*

- Studies on the CO<sub>2</sub> utilization
- Studies on improving the quality of waste water

- Measurements of vapor pressures of shale oil fractions;
- Measurement of vapor pressures of phenolic compounds;
- Modelling of vapor pressures of mixtures;
- Studies of pyrolysis and co-pyrolysis.

*Selected papers:*

Mozaffari, P., Baird, Z.S., Järvik, O. A Predictive Approach towards Using PC-SAFT for Modeling the Properties of Shale Oil (2022), 15 (12), #4221. DOI: 10.3390/ma15124221.

Mozaffari, S., Baird, Z. S., Järvik, O. Sulfur in kukersite shale oil: its distribution in shale oil fractions and the effect of gaseous environment. (2022) Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. DOI: 10.1007/s10973-022-11359-8.

Pikkor, H., Lees, H., Konist, A., Järvik, O., Maaten, B. Steam Activation of Oil Shale to Enhance the Porosity of Produced Semicoke. (2022) Energy Sources Part A Recovery Utilization and Environmental Effects, 44 (4), 9064–9073. DOI: 10.1080/15567036.2022.2128471.

Lees, H., Järvik, O., Konist, A., Siirde, A., Maaten, B. Comparison of the ecotoxic properties of oil shale industry by-products to those of coal ash. (2022) Oil Shale, 39 (1), 1–19. DOI: 10.3176/oil.2022.1.01.

Baird, Z. S., Oja, V. Multivariate models based on infrared spectra as a substitute for oil property correlations to predict thermodynamic properties: evaluated on the basis of the narrow-boiling fractions of Kukersite retort oil. (2022) Oil Shale, 39 (1), 20–36. DOI: 10.3176/oil.2022.1.02.

Saia, Artjom; Neshumayev, Dmitri; Hazak, Aaro; Sander, Priit; Jarvik, Oliver; Konist, Alar (2022). Techno-economic assessment of CO<sub>2</sub> capture possibilities for oil shale power plants. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 169, ARTN 112938. DOI: 10.1016/j.rser.2022.112938.

*Selected projects:*

LEIEE22021 “Find more cost-effective solutions to use CO<sub>2</sub> captured from Enefit-280 plants as a raw material” (2022)

LEIEE22052 “Phase I and II studies of measures to reduce chromium from excess water in the ash field of the Baltic Power Plant” (2022)

LEIEE21099 “Solutions for reducing the Cr content of ash transport water discharged into the environment of the Baltic power plant” (2021 – 2022)

LEIEE20068 „Applied research for reducing the CO<sub>2</sub> footprint of shale oil production” (2020 – 2022)

LEVEE20069 „Applied research in reduction of sulfur containing compounds in shale oil products” (2020 – 2022)

LEIEE22013 “Study on production of oil from plastic waste and organic waste” (2022)

*TalTech Academic Strategic Plan priority areas:*

Valorisation of natural resources

*Frascati Manual's classification of scientific fields and disciplines:*

4. Natural Sciences and Engineering

4.11. Chemistry and Chemical Technology

4.17. Energetic Research

2. Engineering and technology

2.4 Chemical engineering

2.7 Environmental engineering

2.11 Other engineering and technologies

*Sub-fields according to CERCS classification:*

5. TECHNOLOGICAL SCIENCES

T270 Environmental technology, pollution control

T350 Chemical technology and engineering

T370 Carbochemistry, petrochemistry, fuels and explosives technology

*Most important Estonian cooperation partners:*

Eesti Energia

Enefit Power

Viru Keemia Grupp

