

## Energiatehnoloogia instituut, 2018. aasta teadus- ja arendustegevuse aruanne

Direktor: professor ANDRES SIIRDE, [andres.siirde@taltech.ee](mailto:andres.siirde@taltech.ee), +372 620 3902

Instituudis tegutsevad järgmised uurimisrühmad:

- Keemiatehnika teadus- ja arenduskeskus. Juht: professor VAHUR OJA, [vahur.oja@taltech.ee](mailto:vahur.oja@taltech.ee)
- Kütuse ja õhuhemissioonide analüüsi teadus- ja katselabor. Juht: dotsent ALAR KONIST, [alar.konist@taltech.ee](mailto:alar.konist@taltech.ee)
- Nutikad kaugkütelahendused ja kasvuhoonegaaside emissioonide keskkonnamõju integreeritud hindamine. Juht: professor ANDRES SIIRDE, [andres.siirde@taltech.ee](mailto:andres.siirde@taltech.ee)
- Põlemisprotsesside teadusuuringute laboratoorium. Juht: professor TÕNU PIHU, [tonu.pihu@taltech.ee](mailto:tonu.pihu@taltech.ee)

### Kütuse ja õhuhemissioonide analüüsi teadus- ja katselabor



- uurimisrühma nimetus:  
Kütuse ja õhuhemissioonide analüüsi teadus- ja katselabor
- 2. uurimisrühma juhi nimi, ametikoht ja kontaktandmed  
Alar Konist, professor,  
[Alar.konist@taltech.ee](mailto:Alar.konist@taltech.ee)

Laboratory of Fuel and Air emission analyses

Alar Konist, professor,  
[Alar.konist@taltech.ee](mailto:Alar.konist@taltech.ee)

3. Akadeemilisel ametikohal töötavate uurimisrühma liikmete loetelu (nimeliselt)

Birgit Maaten  
Oliver Järvik  
Teet Parve

*Doktorandid:*

Mari Sulg  
Aleksandr Valtsev

Mitteakadeemilised:

Kristiina Veldemann  
Kertu Lepiksaar  
Gert Kuldma  
Maaris Nuutre

Magistrid:

Alejandro Lyons Ceron  
Pau Cascante  
Aleks Mark

4. Võtmesõnad

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

5. Uurimisrühma kompetentside tutvustus

Antud teadusgrupi 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.

Energia tootmise üks põhieesmärk on süsinikdioksiidi heitkoguste vähendamine. Rühm kavatseb probleemi lahendada, uurides põlevkivi (OS) ja biomassi koospõletamise võimalusi tsirkuleeriva keevkihi (CFB) katlas.

Samuti tegeleb rühm lendtuha parema iseloomustamisega, et võimaldada tuha, mis on moodustunud hapniku ja CO<sub>2</sub> põlemise tingimustest. Eesmärgina leida tuhale tõhusamat kasutamist. NN "orgaanilised ja anorgaanilised" (süsinik) osa tuhast on edu võti, mis aitaks leida palju uusi kasutamise skeeme.

Uuritakse tuhade sorptsioonilisi omadusi ja käitumist an/orgaanilise aine tuhade proovidest, et aidata leida uusi kasutusvõimalusi. Uuringutesse on rakendatud tänapäevane infrastruktuur: 60kW CFB katseseade, TGA / DSC-MS, LA-ICP-MS, WD-röntgenanalüsaatoril, gaasi adsorptsioon analüsaatori (Chemi ja physisorption mikro- ja mesopoorsete), elementanalüsaatoreid (CHNS ja O), jne.

6. Uurimisrühma viimaste aastate rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Birgit Maaten  
Oliver Järvik  
Teet Parve

*PhD students:*

Mari Sulg  
Aleksandr Valtsev

Non-academic:

Kristiina Veldemann  
Kertu Lepiksaar  
Gert Kuldma  
Maaris Nuutre

Master Students:

Alejandro Lyons Ceron  
Pau Cascante  
Aleks Mark

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

The laboratory has accreditation in fuel sample analyses. Laboratory provides sample analyses for various customers and for various sample types.

The laboratory has accreditation also in the determination of air emissions from stationary emission sources.

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.

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 inorganic" (carbon) portion of the ash is key to success in many new utilization schemes.

A broad-based scientific investigation is taken of the form, sorptive properties and behavior of the in/organic material in ash samples in order to help identify new commercial opportunities. Modern infrastructure is applied: 60kW CFB test facility, TGA/DSC-MS, LA-ICP-MS, WD-XRF, Gas Adsorption Analyser (chemi and physisorption with micro- and mesopore), Elemental Analyzer (CHNS and O), etc.

<p>Grupi viimase aja teadustöö on seotud järgmiste teemadega:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kliimamuutuste leevendamine läbi CCS ja CCU tehnoloogiate</li> <li>- Aktiveerimistingimuste mõju poorse süsiniku valmistamisel põlevkivist.</li> <li>- Põlevkivituhkade ohtlikkuse uuring</li> <li>- Lisandväärtuse tõstmine ja toorme tõhusam kasutamine Eesti biomajanduses ja selle sektorites</li> <li>- Biomassi termokeemiliste protsesside alased teadusuuringud OÜ Utilitas Tallinna Elektrijaamas</li> </ul> <p>2018. aasta olulisemad publikatsioonid on</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ash and Flue Gas from Oil Shale Oxy-Fuel Circulating Fluidized Bed Combustion. Loo, L.; Konist, A.; Nešumajev, D.; Pihu, T.; Maaten, B.; Siirde, A.;</li> <li>- Characterization of the pyrolytic water from shale oil industry. Maaten, B.; Järvik, O.; Loo, L.; Konist, A.; Siirde, A.;</li> <li>- Combustion as a possible solution to pyrolytic wastewater utilization. Konist, A.; Järvik, O.; Pihu, T.; Neshumayev, D.;</li> <li>- Determination of the Total Sulphur Content of Oil Shale by Using Different Analytical Methods. Maaten, B.; Pikkor, H.; Konist, A. Siirde, A.;</li> <li>- Mineral matter effect on the decomposition of Ca-rich oil shale Maaten, B.; Loo, L.; Konist, A.; Siirde, A.;</li> </ul> <p>7. Uurimisrühma liikmete riiklikul ja rahvusvahelisel tasemel olulised tunnustused 2018. aastal; uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA&amp;I-ga seotud välisorganisatsioonide töös 2018. aastal.</p> <p><i>Alar Konist on ajakirja „Oil Shale“ toimetuskolleegiumi liige</i></p> <p><i>Alar Konist on Eesti Soojustehnika Inseneride Seltsi juhatuse liige ja Eesti Soojustehnika Inseneride Seltsi volikogu liige</i></p> <p>uurimisrühma tegevusvaldkond 2.7 Keskkonnatehnika 2.9 Tööstuslik biotehnoloogia</p>	<p>Group recent research activities are connected with the analysis of :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Climate change mitigation with CCS and CCU technologies</li> <li>- Effects of activation conditions on preparation of porous carbon from oil shale.</li> <li>- Potential hazardousness of Estonian oil shale ashes</li> <li>- Maximising added value and efficient use of raw materials in bioeconomy and its sectors in Estonia</li> <li>- Fundamental Research studies on thermochemical conversion of local biomass in Utilitas Tallinn powerplant</li> </ul> <p>In 2018 the most significant papers are</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ash and Flue Gas from Oil Shale Oxy-Fuel Circulating Fluidized Bed Combustion. Loo, L.; Konist, A.; Nešumajev, D.; Pihu, T.; Maaten, B.; Siirde, A.;</li> <li>- Characterization of the pyrolytic water from shale oil industry. Maaten, B.; Järvik, O.; Loo, L.; Konist, A.; Siirde, A.;</li> <li>- Combustion as a possible solution to pyrolytic wastewater utilization. Konist, A.; Järvik, O.; Pihu, T.; Neshumayev, D.;</li> <li>- Determination of the Total Sulphur Content of Oil Shale by Using Different Analytical Methods. Maaten, B.; Pikkor, H.; Konist, A. Siirde, A.;</li> <li>- Mineral matter effect on the decomposition of Ca-rich oil shale Maaten, B.; Loo, L.; Konist, A.; Siirde, A.;</li> </ul> <p><i>Alar Konist is member of editorial board of journal “Oil Shale”</i></p> <p><i>Alar Konist is Management member of Estonian Association for Heat Engineers</i> <i>Alar Konist is Council member of Estonian Association for Heat Engineers</i></p> <p>2.7 Environmental engineering 2.9 Industrial biotechnology</p>
--	--

## Nutikad kaugkütelahendused ja kasvuhoonegaaside emissioonide keskkonnamõju integreeritud hindamine

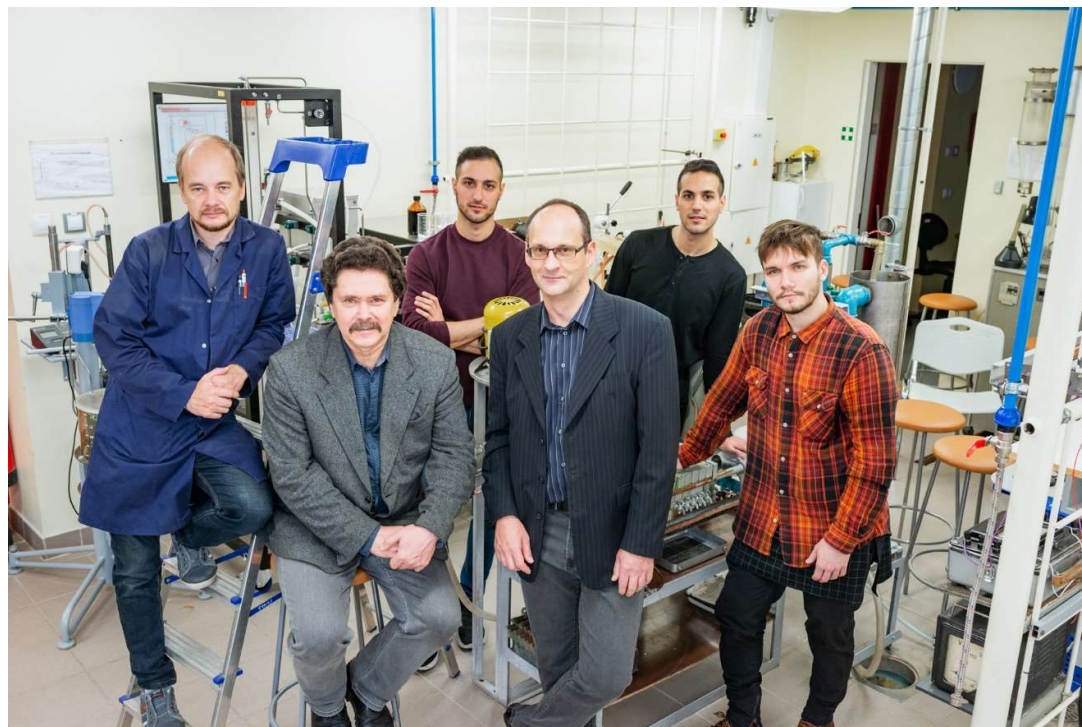


<p>1. uurimisrühma nimetus</p>	<p>Nutikad kaugkütelahendused ja kasvuhoonegaaside emissioonide keskkonnamõju integreeritud hindamine</p>	<p>Smart District Heating systems and Integrated Assessment Analysis of Greenhouse Gases Emissions</p>
<p>2. uurimisrühma juhi nimi, ametikoht ja kontaktandmed</p>	<p>Anna Volkova, vanemteadur, anna.volkova@taltech.ee</p>	<p>Anna Volkova, vanemteadur, anna.volkova@taltech.ee</p>
<p>3. Akadeemilisel ametikohal töötavate uurimisrühma liikmete loetelu (nimeliselt)</p>	<p>Andres Siirde Eduard Latõšov Igor Krupenski</p> <p><i>Doktorandid:</i></p> <p>Heliis Pikkor Meelis Elderman Olga Pihl Mihail Fomitshev</p> <p><i>Mitteakadeemilised:</i></p> <p>Sulev Soosar Inge Roos Vladislav Mašatin Kertu Lepiksaar</p>	<p>Andres Siirde Eduard Latõšov Igor Krupenski</p> <p><i>PhD students:</i></p> <p>Heliis Pikkor Meelis Elderman Olga Pihl Mihail Fomitshev</p> <p><i>Non-academic:</i></p> <p>Sulev Soosar Inge Roos Vladislav Mašatin Kertu Lepiksaar</p>
<p>4. Võtmesõnad</p>	<p>4. põlvkonna kaugküte, primaarenergia tegurid, CO2 heitmed, soojusenergia salvestamine, koostootmine, soojuspumbad</p>	<p>4th generation district heating, primary energy factors, CO2 emissions, thermal energy storage, CHP</p>

<p>5. Uurimisrühma kompetentside tutvustus</p>	<p>Grupp tegeleb uute tehniliste lahenduste väljatöötamisega kaugküttesüsteemide üleminekuks intelligentsele, kõrge efektiivsusega ja regeneratiivsele energiavarustuse kontseptsioonile ja kasvuhoonegaaside emissioonide mõju integreeritud hindamisega. Peamised uurimisteemad on seotud ülemineku- ja arendusmeetmetega olemasolevate kaugküttevõrkude jaoks ning tehniliste lahendustega planeeritavate võrkude puhul.</p> <p>Grupi viimase aja teadustöö on seotud järgmiste teemadega:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Olemasolevate suureulatuslike kaugküttesüsteemide üleviimine 4. põlvkonna kaugküttele;</li> <li>-Soojusenergia salvestamise ühendamine biomassil põhineva CHP-ga;</li> <li>-Madalatemperatuurilised kaugküttevõrgud;</li> <li>-Suurte soojuspumpade integreerimine kaugküttesüsteemidega;</li> <li>-Elektrijaama käitamisstrateegia akumulatsioonipaagi integreerimisel;</li> <li>-Kaugküttepiirkondade arengukavad;</li> <li>-GIS-põhine kaugküttevõrkude optimeerimine;</li> <li>-Jätkusuutlikku kaugkütet tutvustav mobiilirakendus;</li> <li>-Paralleeltarbimise mõju kaugküttele;</li> <li>-Kaugküttevõrkude optimeerimine;</li> <li>-Kaugkütte ja jahutuse primaarenergia tegurite arvutamine.</li> </ul>	<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. The main research topics are related to transition and improvement measures for existing and technical solutions for planned district heating systems.</p> <p>Group recent research activities are connected with the analysis of :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Existing large-scale DH system transition towards 4th generation DH;</li> <li>-Thermal energy storage coupling with biomass CHP;</li> <li>-Low temperature DH networks</li> <li>-Large heat pumps integration into DH systems;</li> <li>-Power plant operation strategy integrating accumulator tank;</li> <li>-Development plans for DH regions;</li> <li>- GIS based optimisation of district heating networks;</li> <li>-Sustainable district heating promotion mobile app;</li> <li>-Parallel consumption impact on district heating;</li> <li>-Optimisation of district heating networks</li> <li>-Calculation of primary energy factors for district heating and cooling</li> </ul>
<p>6. Uurimisrühma viimaste aastate rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused</p>	<p>2018. aasta olulisemad publikatsioonid on</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 (2018. aastal tsiteeritud Scopuses 11 korda)</p> <p>ja</p> <p>Latõšov, E.; Volkova, A.; Hlebnikov, A.; Siirde, A. (2018). Technical improvement potential of large district heating network: application to the Case of Tallinn, Estonia. Energy Procedia, 149, 337–344. (auhind suurepärase uurimistöö eest kaugkütte ja kaugjahutuse vallas, mille andis välja International Energy Agency tehnoloogilise koostöö programm kaugkütte, kaugjahutuse ja koostootmise vallas)</p>	<p>In 2018 the most significant papers are</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 (in 2018 was cited by Scopus 11 times) and</p> <p>Latõšov, E.; Volkova, A.; Hlebnikov, A.; Siirde, A. (2018). Technical improvement potential of large district heating network: application to the Case of Tallinn, Estonia. Energy Procedia, 149,</p>

<p>7. Uurimisrühma liikmete riiklikul ja rahvusvahelisel tasemel olulised tunnustused 2018. aastal; uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA&amp;I-ga seotud välisorganisatsioonide töös 2018. aastal.</p> <p>uurimisrühma tegevusvaldkond</p>	<p>2018. aastast <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</p> <p><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</p> <p><i>Andres Siirde</i> on Eesti Teaduste Akadeemia energeetikanõukogu liige</p> <p>2. Tehnika ja tehnoloogia 2.11. Teised tehnika- ja tehnoloogiateadused</p>	<p>337–344 , which received award for research excellence in district heating and cooling, by International Energy Agency technology collaboration programme on District Heating and Cooling including CHP</p> <p>In 2018 <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 main editor of journal “Oil Shale”</p> <p><i>Andres Siirde</i> is Member of Board of Estonian National Committee of World Energy Council</p> <p><i>Andres Siirde</i> is Member of the Energy Council of the Academy of Sciences of Estonia</p> <p>2. . Engineering and technology 2.11. Other engineering and technologies</p>
--	---	--

## Keemiatehnika teadus ja arenduskeskus



**Uurimisrühma juhi nimi, ametikoht ja kontaktandmed:** Vahur Oja, professor, [vahur.oja@ttu.ee](mailto:vahur.oja@ttu.ee); 620 2852

### **Uurimisrühma liikmete loetelu:**

Akadeemilisel ametikohal töötavad: Vahur Oja (professor), Madis Listak (teadur), Jelena Veressinina (lektor), Inna Kamenev (vanemlektor)

Doktorandid: Sepher Mozaffari (nooremteadur/doktorant), Nooremteadus/doktorant Parsa Mozaffari (nooremteadur/doktorant); Seidy Salundi (TTÜ-s mittetöötav doktorant, ekstern)

Mitteakadeemilisel ametikohal töötavad: Sven Kamenev (juhtiv insener)

**Uurimisrühma tegevust iseloomustavad võtmesõnad(key words):** termodünaamika, vedelkütused, keskkond, riskiohtus; thermodynamics, liquid fuels, environment, risk assessment

### **Uurimisrühma kompetentside tutvustus:**

Keemiatehnika uurimisgrupi teadustööd on vaadeldavad kui rakendusliku keemiatehnilise termodünaamika põhised protsessi- ja tootearenduslikud uuringud. Need on mõeldud toetama teaduspõhiste insenerlike lähenduste abil keemiatehnoloogiate ja keemiatoodete parendamist ja 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) põhiste uuringutega. Uurimisgrupi eksperimentaalne võimekus hõlmab nii termodünaamiliste andmete mõõtmist kui ka ainesüsteemide termilise käitumise kirjeldamist.

2018 aastal teostati keemiatehnika uurimisgrupis fundamentaaluuringuid peamiselt kahes omavahel seotud valdkonnas: (1) orgaaniliste ainete põhiste süsteemide termodünaamiliste omaduste uuringud; (2) põlevkivi utmise modelleerimine. Samuti teostati rakendusliku kallakuga teadustööd teemal põlevkivi utteõli muutused ja vananemine temperatuuridel 400-500 °C. Esimeses alamvaldkonnas uuriti peamiselt hüdroksüülühmi sisaldavaid orgaanilisi ühendite ja kukersiitsest põlevkivist toodetud hüdroksüülühmi sisaldava utteõlide termodünaamilisi omadusi. Töö tulemusena on mõõdetud uusi katseandmeid ja on

tegeletud neid katseandmeid kirjeldavate rakenduslike empiiriliste määramiskorrelatsioonede arendamisega, põhinedes nii omaduste vahelistel kui ka FTIR spektri põhistel regressioonidel. Saadavad teadmised on kasutatavad kukersiitse põlevkivi ja biomassi põhiste energiatehnoloogiate projekteerimisel, keskkonnakaitseliste tehnoloogiate arendamisel ja keskkonnariskide hindamisel ning riskihinnangute läbiviimisel. Teises alamvaldkonnas tegeleti põlevkivi pürolüüsi uuringutega erinevatel pürolüüsi tingimustel. Selle eesmärgiks oli saada sisendandmeid kaasaegsete pürolüüsimudelite rakendamiseks põlevkivi pürolüüsi käitumise kvantitatiivseks kirjeldamiseks. Seda uurimissuunda viiakse läbi toetudes nii olemasolevatele mudelitele, peamiselt kivisüte jaoks loodud pürolüüsi FG-DVC mudelile (Functional Group-Depolymerization Vaporization Crosslinking), kui ka eksperimentaalsetele uuringutele. Kolmandas rakenduslikus uuringus uuriti põlevkivi utteõli muutusi ning sellest koksi (sadestise) tekkimise põhjust ja kineetikat temperatuuridel 400-500 °C. Aastal 2018 uurimisgrupi liikmete juhendamisel kaitsti kaks doktoritööd.

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: 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); 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 (thermochemical conversion) behaviour of substances. The group has developed several non-conventional experimental techniques compatible with small amounts of materials. Particular attention is devoted to complex and ill-defined multicomponent systems such as oils and tars from various materials (oil shale, biomass).

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 2018 the research team has been actively engaged in two main interrelated fundamental research areas : (1) thermodynamic and transport properties of pure compounds and complex mixtures; (2) oil shale pyrolysis modelling. The research group was also involved in an application oriented research on modelling oil shale oil aging at temperatures 400-500 °C. In the first sub-field, the activities were directed towards developing thermodynamic property estimation techniques based on bulk properties and FTIR spectra. In the second sub-field pyrolysis of oil shales under various pyrolysis conditions were investigated to provide input information to advanced pyrolysis models. The research has been performed in the relation to the coal pyrolysis Functional Group Depolymerization Vaporization Crosslinking Model (FG-DVC Model by Advanced Fuel Research, Inc), which is suitable for softening materials, such as Estonian oils-shale kerogen. To support the development of sustainable and environmentally friendly products and processes has been a major underlying objective of the research. In 2018 two Ph.D. thesis were defended, supervised by the research team members.

***Olulisemad projektid:***

LEP18004 "Raskeõli laboriuuring (1.01.2018–31.12.2018)", "Heavy oil research (1.01.2018–31.12.2018)", Vahur Oja

VA17085 "Materjalide taaskasutamine: teadlikkuse arendamine ja koolitamine (1.04.2017–31.03.2019)", "Great Adventures with Materials: Education for a Recycling Society (1.04.2017–31.03.2019)", Vahur Oja



### **Olulisemad publikatsioonid:**

Baird, Z. S.; Uusi-Kyyny, P.; Jarvik, O.; Oja, V.; Alopaeus, V. (2018). Temperature and Pressure Dependence of Density of a Shale Oil and Derived Thermodynamic Properties. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 57 (14), 5128–5135.10.1021/acs.iecr.7b05018.

Rannaveski, R.; Listak, M.; Oja, V. (2018). ASTM D86 distillation in the context of average boiling points as thermodynamic property of narrow boiling range oil fractions. *Oil Shale Volume 35, Issue 3, Pages 254-265*

Rannaveski, R.; Listak M. (2018). Flash Points of Gasoline from Kukersite Oil Shale: Prediction from Vapor Pressure. *Agronomy Research*, 16: Biosystems Engineering 9-11.05.2018. Ed. T. Kikas. Tartu: Agronomy Research, Vol. 16, Special Issue 1, pages 1218-1227. 10.15159/AR.18.025,

### **Uurimisrühma tegevusvaldkond – kuni kaks [alamvaldkonda Frascati Manuali teadusvaldkondade ja -erialade klassifikaator](#)<sup>1</sup> alusel;**

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

### **Uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös 2018. aastal:**

Vahur Oja Töögrupp „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 toimetuskolleegiumi liige, teadusajakiri Oil Shale ; member of the editorial board, scientific journal Oil Shale

---

## **Põlemisprotsesside teadusuuringute laboratoorium**

**Research laboratory of combustion processes**

**Juht:** Tõnu Pihu, professor, [tonu.pihu@taltech.ee](mailto:tonu.pihu@taltech.ee)

### **Liikmed:**

Dmitri Nešumajev, vanemteadur

Oliver Järvik, vanemteadur

Teet Parve, teadur

Leo Rummel, doktorant

---

<sup>1</sup> <https://www.etis.ee/Portal/Classifiers/Details/ac88df15-7410-4edb-807b-4766f6702074>

## **Teadustöö lühikirjeldus:**

Labor tegeleb uute põlevkivi ja teiste kohalike kütuste tõhusa ja keskkonnasõbraliku kasutamise uurimisega, kasutades nii labori sisseaset kui ka lepingupartnerite tööstusseadmeid. Teemad hõlmavad järgmisi alus- ja rakendusuringuid:

- Keskkonnavalaselt ja majanduslikult konkurentsivõimeline uute tehnoloogiate madala kvaliteediga kütuse põhinev energia tootmine - Clean Eesti Põlevkivi;
- Kohalikel kütustel töötavate jõuallikate ohutus, usaldusväärsus ja keskkonnaprobleemid;
- Kombineeritud kasutamine (gaasistamine) põlevkivi ja biomassi energia tootmiseks.

Uurimistöö olulisemad eesmärgid on:

- Tagada Eesti elektri- ja soojuse tootmise usaldusväärsus, konkurentsivõime tõus, ökoloogilise jalajälje vähendamine;
- Efektiivsuse suurendamine energiaseadmete konvektiivküttepindade suurendamisega;
- Alused põlevkiviõli ja elektrienergia tootmise optimeerimisest;
- Põhiteadmised kohalike biokütuste gaasistamise ja pürolüüsi kaudu;
- Järjepidevuse tagamine professionaalsele teaduse personalile.

Peamised tulemused on - tehnoloogia alusteadmised põlevkivi põletamisel hapniku rikkas keskkonnas.

Uuringute teostamiseks on laboril kasutada: Batch reaktor, unikaalne 60 kW soojusvõimsusega katsestend, kolme katlaga väikekatelde testimise stend.

**Võtmesõnad:** põlevkivi, biokütus, efektiivsus, ökoloogiline jalajalg

**Uurimisrühma tegevusvaldkonnad:** 2.7 Keskkonnatehnika; 2.4 Keemiatehnika

## **Teadustöö lühikirjeldus (ingl. keeles):**

The Laboratory is engaged in researching the efficient and environmentally friendly use of oil shale and other local fuels, using both laboratory equipment and industrial equipment from contract partners. The topics involve following basic and applied research:

- Environmentally and economically competitive new technologies of low grade fuel based energy production – Clean Estonian Oil Shale;
- Local fuels fired power units safety, reliability and environmental problems;
- Combined utilization (gasification) of oil shale and biomass for energy production.

The main targets of research work:

- Ensuring Estonian electricity and heat production reliability, increase in competitiveness, environmental footprint reduction.
- Increase of effectiveness of energy equipment by augmentation of convective heat transfer.
- Fundamentals for Shale oil and power production optimization.
- Basic knowledge of local biofuels enhancement through gasification and pyrolysis.
- Consistency of professional science personnel.

The main results will be - technology basis for oil shale combustion in oxygen rich environment. To carry out the research, the laboratory has: Batch reactor, unique test facility with 60 kW heat capacity, boiler testing bench with three installed boilers.

**Keywords:** Oil Shale, Biofuels, Effectiveness, Environmental Footprint

**Fields of research:** 2.7 Environmental engineering; 2.4 Chemical engineering

## Aruandeaastal juhitud olulisemad projektid/lepingud

- Põlevkivitehnoloogiate alased teadusuuringud Enefit Energiatootmise AS-ile Lep 17006 (01.01.2017-31.12.2018), vastutavad täitjad Tõnu Pihu, Alar Konist

## Olulisemad ilmunud artiklid (2018):

- Loo, L.; Konist, A.; Nešumajev, D.; Pihu, T.; Maaten, B.; Siirde, A. (2018). Ash and Flue Gas from Oil Shale Oxy-Fuel Circulating Fluidized Bed Combustion. *Energies*, 11 (5).10.3390/en11051218.
- Konist, A.; Järvik, O.; Pihu, T.; Nešumajev, D. (2018). Combustion as a possible solution to pyrolytic wastewater utilization. *Chemical Engineering Transactions*, 70, 859–864.10.3303/CET1870144.
- Neshumayev, D.; Rummel, L.; Konist, A.; Ots, A.; Parve, T. (2018). Power plant fuel consumption rate during load cycling. *Applied Energy*, 224, pp. 124–135.
- Rummel, L.; Neshumayev, D.; Konist, A. (2018) Power plant ash composition transformations during load cycling. *Chemical Engineering Transactions*, 70, pp. 655–660.

## Konverentsid (2018):

- *Second International Oil Shale Conference, AL-SALT, JORDAN, October 9 – 11, 2018.*

### Ettekanded:

A. Konist, H. Pikkor, D. Neshumayev, L Loo, O Järvik, A Siirde, T Pihu „*Co-combustion of coal and oil shale blends in circulating fluidized bed boilers*“

L Loo, A Konist, D Neshumayev, A Siirde, O Järvik, T Pihu „*Co-firing of biomass, peat, coal and retort in oil shale fired circulating fluidized bed and pulverized combustion boilers*“

D Neshumayev, A Konist, T Pihu, A Siirde „*Solid heat carrier oil shale retorting technology with integrated CFB technology*“

T. Pihu, A. Konist<sup>1</sup>, E. Puura, M. Liira, K. Kirsimäe „*Properties and environmental impact of oil shale ash landfills*“

- *International Heat Transfer Conference 16, 2018, 10-15 August, Beijing, China*

### Ettekanne:

D. Neshumayev, T. Pihu, A. Konist, A. Siirde. *Large-scale experimental investigation of heat transfer augmentation technique in gas-heated channels.*

pages 5619-5626. DOI: 10.1615/IHTC16.hte.024075

- *23rd International Conference on Fluidized Bed Conversion, May 13 (Sun.) ~ 17 (Thu.), 2018, Seoul, Republic of Korea*

### Stendiettekanne:

Dmitri Neshumayev, Tõnu Pihu, Alar Konist, Andres Siirde. „*The oil-shale 1.5D combustion model for circulating fluidized bed (CFB) boilers*“