

# Energiatehnoloogia instituut

## Instituudi 2024. aasta teadus- ja arendustegevuse ülevaade

### Instituudi 2024. aasta kuni 3 kõige olulisemat edulugu

\* Eesti kasvuhoonegaaside eelarve koostamise uurimistöö

[<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/f09cf0f6-5b96-473c-80e2-80db52c6aa20>]

-

<https://kliimaministeerium.ee/sites/default/files/documents/2024-06/Eesti%20KHG%20eelarve%2C%20TalTech.pdf>

[<https://kliimaministeerium.ee/sites/default/files/documents/2024-06/Eesti%20KHG%20eelarve%2c%20TalTech.pdf>]

Uurimistöö käigus arvatati välja KHG eelarved Eesti kohta, võttes arvesse nii olemasolevaid parimaid praktikaid, meetodikaid, mudeleid ja arvutusi üleilmse süsinikueelarve ja Euroopa Liidu (EL) KHG eelarve kohta kui ka töö käigus kogutud tagasisidet Tellijalt (Kliimaministeerium) ja kaasatavatelt huvirühmadelt.

Töö tulemusena koostati Eesti jaoks kaks erinevat versiooni teaduspõhise KHG eelarve kohta: 1) KHG eelarve, mis võtab arvesse Eesti õiglase panuse piirata üleilmset soojenemist 1,5°C juures; 2) KHG eelarve, mis võtab arvesse Eesti õiglase panuse piirata üleilmset soojenemist 2,0°C juures.

Selleks, et mahtuda KHG eelarve piiresse, mis täidaks kas 1,5°C või 2,0°C temperatuurieesmärgi, tuleb Eestil märkimisväärselt ja kiiremas tempos kui näevad ette prognoosid, vähendada KHG heidet energeetikas, transpordis ja tööstuses. Energeetikas ja tööstuses on lisaks taastuvenergiaallikatele üleminekule ja ulatuslikule KHG heite vähendamisele vajalik arendada ja kasutusele võtta süsinikusidumise tehnoloogiaid.

\* Kestliku biogaasi/biometaani tootmise ja kasutuselevõtu suurendamise võimaluste ja selleks vajalike tegevuste analüüsi tellimine

[<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/6c80c28b-9a35-457e-8d64-f5708d0fc9ac>]

leitav ka ministeeriumi lehelt: <https://kliimaministeerium.ee/biogaas>

Kliimaministeerium tellis uuringu, milles selgitati välja vajalikud regulatiivsed, organisatsioonilised ja rahalised sekkumised, mis tuleb alkatada ja ellu viia, et suurendada kestliku biogaasi ja kestliku biometaani tootmist ja kasutamist. Uuringus esitati hinnang maagaasi, biogaasi ja biometaani tarbimise varasemate ja praeguste mahtude kohta ning teekaart tulevase nõudluse kohta, et näidata kestliku biogaasi ja biometaani tootmise potentsiaali maagaasi asendajana aja jooksul. Uuring on seotud REPowerEU eesmärkidega: (b) kestliku biometaani kasutuselevõtu suurendamine kooskõlas taastuvenergiadirektiiviga (RED II/REDIII), (e) taastuvenergia võrku integreerimise kiirendamine.

\* U06 hoone katusel hakkas alates 1.novembrist 2024 töötama kaasaegne meteoroloogiajaam, mis annab võimaluse koguda ja kasutada kõrge kvaliteeti ilmastiku- sh päikeseandmeid Tallinna Tehnikaülikooli linnakus.

**TA valdkonna väljakutsed 2025. aastaks**

**TA valdkonna 2024. aasta väljakutsed ja nende tulemused**

*Väljakutse*

*Täitmine/tulemused*

**Olulisemad soetatud seadmed**

**Koondhinnang instituudis kasutusel oleva taristu seisundi kohta**

**Selgitus instituudis kasutusel oleva taristu seisundi kohta**

# 1 Kütuse ja õhuemissioonide analüüsi teadus- ja katselabor

## Uurimisrühma juht

Oliver Järvik, kaasprofessor tenuuris, [oliver.jarvik@taltech.ee](mailto:oliver.jarvik@taltech.ee)

## Uurimisrühma liikmed

Oliver Järvik, Doktor, kaasprofessor tenuuris  
Inna Kamenev, Doktor, vanemlektor  
Sven Kamenev, Magister, juhtivinsener  
Jelena Veressinina, Magister, lektor  
Kati Roosalu, Teadusmagister, doktorant-nooremteadur  
Kristel Tanilas, Doktor, teadur  
Liisi Blank, Magister, analüüsikeemik  
Mihkel Koel, Teaduste kandidaat, juhtivteadur  
Nouman Rafique, Magister, doktorant-nooremteadur  
Kadriann Tamm, Doktor, teadur  
Laura Kiolein, Magister, doktorant-nooremteadur  
Sargam Madanlal Rajput, Doktor, järeldoktor-teadur

## Võtmesõnad

### Eesti keeles

termodünaamilised omadused; multikomponentsed segud; korrelatsioonid; pürolüüs; masinõpe; kütuste ja tuhmade analüüsid; keskkonnatehnoloogiad

### Inglise keeles

thermodynamic properties; multicomponent mixtures; vapor pressure; correlations; pyrolysis; machine learning; fuel and ash analyses; environmental technologies

## Uurimisrühma kompetentside tutvustus

### Rühma ülevaade eesti keeles

Uurimisrühm tegeleb pürolüüsi protsesside uurimisega ning pürolüüsi protsessi sisend- ja väljundvoogude karakteriseerimisega. See hõlmab koostise ja termodünaamiliste omaduste mõõtmist. Samuti tegeletakse tahkete ja vedelate ainete termilise käitumise alaste uuringutega (kalorimeetria ja termogravimeetriline analüüs) ja erinevate orgaanilistest ainetest koosnevate segude (õlid, vaigud, polümeerid) parameetrite (molaarmassi jaotus, reoloogilised omadused) ja termilise stabiilsuse uuringutega. Uurimisrühm tegeleb ka veepuhastustehnoloogiatega. Rühma tegevus on tihedalt põimunud jätkusuutliku energeetika ja kütuste uurimisrühma tööga. Koostööd tehakse ka ülikooli Virumaa Kolledžiga. Rühma viimase aja teadustöö 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.

### Rühma ülevaade inglise keeles

The group's work is focused 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 of pure organic compounds, mixtures, and pyrolysis oils (shale oil and bio-oil). Additionally, there is a strong expertise in the studies of thermal behavior of solids and liquids (calorimetry and thermogravimetry) and the parameters (molar mass distribution, rheological properties) and thermal stability of various mixtures of organic substances (oils, resins, polymers). 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. The group's recent research activities are related to the following topics: • Studies on CO<sub>2</sub> utilization; • Studies on improving the quality of wastewater; • 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

#### **Viimaste aastate olulisemad projektid:**

PRG1784 Säästvad ja tõhusad amiini põhised ioonsed vedelikud sulamissoojust rakendavatele soojusenergia salvestitele 2023 - 2027 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/fd7a06c0-25a1-455a-b7a1-f7d85b601ef1>

TEM-TA73 Põlevkivi väärimine tooraineteks tööstustele 2024 - 2028 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/ce284eb9-0437-4af5-a4ec-1cf6ab9695ab>

LEIEE23071 Iru elektrijaamas põletatavate jäätmete liigilise koostise ja omaduste ning CO<sub>2</sub> heitkoguse määramine 2023 - 2024 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/e1707afd-8fd2-4abd-8907-a1b79cb34452>

LEIEE23037 Enefit Power AS-i territooriumil asuvate tootmisüksuste objektidel välisõhu emissioonide mõõtmised 2023 - 2025 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/bfac32f0-5031-4355-9ea3-cde3ed10e3db>

LEIEE23026 Erinevate poolkokside põletamise mõju emissioonidele katsetamine 60 kW<sub>th</sub> CFB seadmel 2023 - 2023 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/eb2e15ac-54c8-4c5d-82d2-83ddd99f1e21>

#### **Viimaste aastate olulisemad artiklid:**

Ummik, M.L.; Järvik, O.; Konist, A. (2024). Dioxin concentrations and congener distribution in biomass ash from small to large scale biomass combustion plants. Environmental Science and Pollution Research, 31 (49), 58946–58956. DOI: 10.1007/s11356-024-35141-5. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/30428e38-54f0-4608-a15a-1eb10d267fe4>

Ummik, M.L.; Järvik, O.; Reinik, J.; Konist, A. (2024). Ecotoxicity assessment of ashes from calcium-rich fuel combustion: contrasting results and regulatory implications. Environmental Science and Pollution Research, 31, 35, 48523–48533. DOI: 10.1007/s11356-024-34387-3. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/72706add-d0bf-45b3-856c-29951db7a107>

Sinialu, M.; Järvik, O.; Mets, B.; Konist, A. (2024). Co-gasification of biomass and oil shale under CO<sub>2</sub> atmosphere: Comparative analysis of fixed-bed reactor, gas chromatography and thermogravimetric

analysis coupled with mass spectroscopy (TGA-MS). Bioresource Technology, 393, #130086. DOI: 10.1016/j.biortech.2023.130086. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/8792fdad-1cdb-43ac-91cb-b5b592c5b123>

Lyons Ceron, Alejandro; Ochieng, Richard; Sarker, Shiplu; Järvik, Oliver; Konist, Alar (2024). Co-Pyrolysis of Woody Biomass and Oil Shale—A Kinetics and Modelling Study. Energies, 17 (5), #1055. DOI: 10.3390/en17051055. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/9a8595ed-28bf-4e84-86ff-c0435d6bc55d>

Lees, H.; Jõul, P.; Pikkor, H.; Järvik, O.; Mets, B.; Konist, A. (2023). Characterization of oil shale kerogen semi-coke and its application to remove chemical pollutants from aqueous solutions. Oil Shale, 40 (2), 115–132. DOI: 10.3176/oil.2023.2.02. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/d2d93e0c-cd1e-4806-9579-e1672ba3d71b>

## Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

**Eesti keeles**

**Inglise keeles**

## Rühma TA seotus ühiskonnas aktuaalsete probleemidega ning neile lahenduste pakkumisega

**Eesti keeles**

**Inglise keeles**

## Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

**Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas**

### Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöös

Uurimisrühm tegeleb pürolüüsi protsesside uurimisega ning pürolüüsi protsessi sisend- ja väljundvoogude karakteriseerimisega. See hõlmab koostise ja termodünaamiliste omaduste mõõtmist. Samuti tegeletakse tahkete ja vedelate ainete termilise käitumise alaste uuringutega (kalorimeetria ja termogravimeetriline analüüs) ja erinevate orgaanilistest ainetest koosnevate segude (õlid, vaigud, polümeerid) parameetrite (molaarmassi jaotus, reoloogilised omadused) ja termilise stabiilsuse uuringutega. Uurimisrühm tegeleb ka veepuhastustehnoloogiatega. 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.

### **Ettevõtluskoostöö eesmärk**

### **Täiendav info:**

**Uurimisrühma seotus TalTech TA prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda):**

- 3. Keskkonnaressursside vääristamine
- 

**Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni 2 alamvaldkonda Frascati Manuali klassifikaatori alusel ja kuni 3 teaduseriala CERCS klasifikaatori alusel.**

Frascati Manuali teadusvaldkonnad:

2.4 Keemiatehnika

2.7 Keskkonnatehnika

CERCSi teaduserialad:

T270 Keskkonnatehnoloogia, reostuskontroll

T350 Keemiatehnoloogia ja -masinaehitus

T370 Süsinikukeemia, naftakeemia, kütuste ja lõhkeainete tehnoloogia

**Hinnang rühma kasutuses olevale TA taristule (sh kollektsioonid ja andmekogud), piisavus ja seisund**

Hinnang seisundile:

vajab uuendamist

Seisundi selgitus:

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

**Kolm kõige olulisemat välis- ja kolm kõige olulisemat Eesti koostööpartnerit**

**Välispartnerid:**

- 
- 
- 

**Eesti partnerid:**

- Eesti Energia
- Enefit Power
- Kliimaministeerium

**Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused**

**Rühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal**  
**Riiklikud:**

**Rahvusvahelised:**

**Rühma liikmete osalemine TA tegevusega seonduvalt ettevõtete nõustamistes**

[Uurimisrühma veebilehe aadress](#)

**Eesti keeles**

**Inglise keeles**

## 2 Jätkusuutliku energeetika ja kütuste uurimisgrupp

### Uurimisrühma juht

Alar Konist, täisprofessor tenuuris, [alar.konist@taltech.ee](mailto:alar.konist@taltech.ee)

### Uurimisrühma liikmed

Alar Konist, Doktor, täisprofessor tenuuris  
Tõnu Pihu, Teaduste kandidaat, juhtivteadur  
Dmitri Nešumajev, Doktor, vanemteadur  
Mari Sinisalu -Sulg, Magister, doktorant-nooremteadur  
Alejandro Lyons Cerón, PhD, teadur  
Mais Hanna Suleiman Baqain, PhD, teadur  
Mari-Liis Ummik, Magister, doktorant-nooremteadur  
Liisa-Maria Kaljusmaa, Magister, doktorant-nooremteadur  
Janek Reinik, Doktor, teadur  
Fanfan Xu, Magister, doktorant-nooremteadur  
Hannela Artus, Magister, doktorant-nooremteadur  
Dan Yang, Magister, doktorant-nooremteadur

### Võtmesõnad

#### Eesti keeles

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

#### Inglise keeles

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

### Uurimisrühma kompetentside tutvustus

#### Rühma ülevaade eesti keeles

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 tuhaprojekte, 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 kliimaneutraalsust. Lisaks uuritakse võimalusi moodustunud tuha tõhusamaks kasutamiseks. 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. Uurimisrühma 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.

### **Rühma ülevaade inglise keeles**

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. In addition, the group deals with better characterization of 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 inorganic/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.

### **Viimaste aastate olulisemad projektid:**

TEM-TA73 Põlevkivi väärimine tooraineteks tööstustele 2024 - 2028

<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/ce284eb9-0437-4af5-a4ec-1cf6ab9695ab>

LEIAE24010 Kestliku biogaasi/biometaani tootmise ja kasutuselevõtu suurendamise võimaluste ja selleks vajalike tegevuste analüüsi tellimine 2024 - 2024

<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/6c80c28b-9a35-457e-8d64-f5708d0fc9ac>

LEIEE23037 Enefit Power AS-i territooriumil asuvate tootmisüksuste objektidel välisõhu emissioonide mõõtmised 2023 - 2025 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/bfac32f0-5031-4355-9ea3-cde3ed10e3db>

LEIAE24084 Põlevkivituhkades sisalduvate dioksiinide ja furaanide uuring 2024 - 2024

<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/ea900fdb-18dc-4e20-97c3-ea938048046a>

VEU23060 Küberfüüsikalised süsteemid ja digitaalsed kaksikud energiamahukate tööstusharude süsinikdioksiidi vähendamiseks 2023 - 2027

<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/eea787c4-10ce-40be-a281-758704623879>

LEIAE24754 CO<sub>2</sub> püüdmise tehnoloogia kasutuselevõtu teekaart 2024 - 2025

<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/9dfe2eca-b89a-4836-b6e7-e56db2f62012>

### **Viimaste aastate olulisemad artiklid:**

Baqain, Mais; Neshumayev, Dmitri; Konist, Alar (2024). SO<sub>2</sub> Emissions from Oil Shale Oxyfuel Combustion in a 60 kWth Circulating Fluidized Bed. *Energies*, 17, 18, #4567. DOI: 10.3390/en17184567. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/1da6170d-154c-40f7-97cb-a88f4a34f9bf>

Lyons Ceron, Alejandro; Pihu, Tõnu; Konist, Alar (2024). Co-pyrolysis of biomass woodchips with Ca-rich oil shale fuel in a continuous feed reactor. *Oil Shale*, 41 (3), 208–235. DOI: 10.3176/oil.2024.3.04. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/6dba9fd6-fe11-4c46-9124-167532252ae4>

Lyons Ceron, Alejandro; Ochieng, Richard; Sarker, Shiplu; Järvik, Oliver; Konist, Alar (2024). Co-Pyrolysis of Woody Biomass and Oil Shale—A Kinetics and Modelling Study. *Energies*, 17 (5), #1055. DOI: 10.3390/en17051055. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/9a8595ed-28bf-4e84-86ff-c0435d6bc55d>

Baqain, Mais; Neshumayev, Dmitri; Konist, Alar (2024). TG-MS analysis and kinetic study of co-combustion of ca-rich oil shale with biomass in air and oxy-like conditions. *Carbon Capture Science & Technology*, 10, #100162. DOI: 10.1016/j.ccst.2023.100162. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/b6317928-e868-4af1-a413-92f019bd2515>

Neshumayev, Dmitri; Baqain, Mais; Konist, Alar (2024). The emissions of NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO and decomposition of carbonates during oxyfuel combustion of low heating value semicoke in CFB pilot facility. *Fuel*, 375, #132563. DOI: 10.1016/j.fuel.2024.132563. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/b6dd2ed7-ba3a-48bb-855c-b1bd7d4f2968>

## Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

**Eesti keeles**

**Inglise keeles**

## Rühma TA seotus ühiskonnas aktuaalsete probleemidega ning neile lahenduste pakkumisega

**Eesti keeles**

**Inglise keeles**

## Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

**Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas**

## Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöös

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 tuhaprojekte, 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 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.

## **Ettevõtluskoostöö eesmärk**

### **Täiendav info:**

**Uurimisrühma seotus TalTech TA prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda):**

- 3. Keskkonnaressursside vääristamine
- 

**Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni 2 alamvaldkonda Frascati Manuali klassifikaatori alusel ja kuni 3 teaduseriala CERCS klasifikaatori alusel.**

Frascati Manuali teadusvaldkonnad:

- 1.4 Keemiateadused
- 2.4 Keemiatehnika

CERCSi teaduserialad:

- T140 Energeetika
- T350 Keemiatehnoloogia ja -masinaehitus
- T370 Süsinikukeemia, naftakeemia, kütuste ja lõhkeainete tehnoloogia

**Hinnang rühma kasutuses olevale TA taristule (sh kollektsioonid ja andmekogud), piisavus ja seisund**

Hinnang seisundile:

vajab uuendamist

Seisundi selgitus:

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

**Kolm kõige olulisemat välis- ja kolm kõige olulisemat Eesti koostööpartnerit**

**Välispartnerid:**

- 
- 
- 

**Eesti partnerid:**

- Eesti Energia
- Enefit Power
- Kliimaministeerium

**Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused**

**Rühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal**

**Riiklikud:**

**Rahvusvahelised:**

**Rühma liikmete osalemine TA tegevusega seonduvalt ettevõtete nõustamistes**

[Uurimisrühma veebilehe aadress](#)

**Eesti keeles**

**Inglise keeles**

### 3 Nutikad kaugküttelahendused ja kasvuhoonegaaside emissioonide keskkonnamõju integreeritud hindamise uurimisrühm

#### Uurimisrühma juht

Anna Volkova, kaasprofessor teneuris, [anna.volkova@taltech.ee](mailto:anna.volkova@taltech.ee)

#### Uurimisrühma liikmed

Anna Volkova, Doktor, kaasprofessor teneuris  
Andrei Dedov, Doktor, vanemlektor  
Aleksandr Hlebnikov, Doktor, teadur  
Srenath Sukumaran, Doktor, teadur  
Eduard Latõšov, Doktor, dotsent  
Kertu Lepiksaar, PhD, teadur  
Igor Krupenski, Doktor, vanemlektor  
Hesham Abed Al-Same Jamil Ali, Magister, doktorant-nooremteadur  
Janika Laht, Magister, doktorant-nooremteadur  
Inge Roos, Doktor, insener  
Sylvester Ikenna Ofili, PhD, järeldoktor-teadur  
Mohd Basit Wani, Magister, doktorant-nooremteadur  
Siim Erik Pugal, Magister, doktorant-nooremteadur  
Dabrel Prits, magister,  
Tanel Kirs, magister,  
Janita Andrijevskaia, Magister, doktorant-nooremteadur

#### Võtmesõnad

##### Eesti keeles

neljanda põlvkonna kaugküte; kaugjahutus; madalatemperatuurilised kaugküttevõrgud; primaarenergia tegurid; CO<sub>2</sub> heitmed; soojusenergia salvestamine; soojus- ja elektrienergia koostootmine (CHP); suured soojuspumbad, olulusringi analüüs, süsinikujalajalg, külmasalvestus

##### Inglise keeles

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, LCA, carbon footprint, cold storage

#### Uurimisrühma kompetentside tutvustus

##### Rühma ülevaade eesti keeles

Teadusrühm tegeleb uute tehniliste lahenduste väljatöötamisega kaugkütte ja -jahutuse süsteemide üleminekuks intelligentsse, kõrge efektiivsusega, regeneratiivsele ja jätkusuutlikule energiavarustuse kontseptsioonile ja kasvuhoonegaaside emissioonide mõju integreeritud hindamisega. Rühma viimase aja teadustöö on seotud järgmiste teemadega: • Madalatemperatuurilise kaugküttevõrgu soojusvarustus kõrgetemperatuurilise kaugküttesüsteemi tagasisivoolu osast; • Tagasisivoolu 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.

### **Rühma ülevaade inglise keeles**

The group deals with: (1) the development of new technical solutions for the transition of district heating (DH) and district cooling (DC) systems towards an intelligent, highly efficient and regenerative energy supply concept and (2) integrated assessment analysis of greenhouse gas emissions. The group's recent research activities are connected with the analysis of: • The heat supply option of a low temperature district heating network from the return line of a well-established high temperature district heating system. • The impact of return temperature reduction on a 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. • Seawater based district cooling. • Use of solar energy in district heating. • Integration of large heat pumps into DH systems. • Use of residual heat in district heating and cooling. • CO<sub>2</sub> emissions from district heating.

### **Viimaste aastate olulisemad projektid:**

VA23059 Elektrolüüsi heitsoojuse kasutamine kaugküttevõrkudes 2023 - 2025  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/04d75d24-76a8-4bff-9a67-361d62ac60ca>

VEU22042 Odyssee-MURE – Energiatõhususe seire kliimaneutraalsuse saavutamiseks 2022 - 2025  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/68c4291a-ec9e-4245-9024-20272bafcf84>

VIR23005 Taastuvenergiele üleminek ja kliimaneutraalsus Läänemere piirkonna kohalikes omavalitsustes 2023 - 2025 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/ee38b742-1059-4e52-93cf-539ba1ba2b6b>

VA23062 Kuidas tagada kaugküttevõrkude tippkoormuse soojusvajadus, kasutades taastuvenergiat? 2023 - 2024 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/c1b098a8-e194-474e-a10c-15f9674e0041>

### **Viimaste aastate olulisemad artiklid:**

Ali, Hesham; Hlebnikov, Aleksandr; Pakere, Ieva; Volkova, Anna (2024). An evaluation and innovative coupling of seawater heat pumps in district heating networks. Energy, 312, #133461. DOI: 10.1016/j.energy.2024.133461. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/2b03c3ca-340c-4c12-b2d8-847b0c404f8c>

Lepiksaar, K.; Kajandi, G.-M.; Sukumaran, S.; Krupenski, I.; Kirs, T.; Volkova, A. (2024). Optimizing Solar Energy Integration in Tallinn's District Heating and Cooling Systems. Smart Energy, #100166. DOI: 10.1016/j.segy.2024.100166. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/0fb151d2-3228-42d4-be1b-49488854e394>

Sreenath, S.; Kirs, Tanel; Kirs, Kristian; Volkova, Anna (2024). Photovoltaic-powered seasonal snow storage-assisted district cooling system: Site suitability analysis and performance assessment. Energy, 312, ARTN 133586. DOI: 10.1016/j.energy.2024.133586.  
<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/3db5422e-0e68-4279-a0b5-37d504a6d09a>

## Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

**Eesti keeles**

**Inglise keeles**

## Rühma TA seotus ühiskonnas aktuaalsete probleemidega ning neile lahenduste pakkumisega

**Eesti keeles**

**Inglise keeles**

## Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

**Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas**

### Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöös

- \* 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
- \* CO2 emissions from energy systems;
- \* life cycle assessment of energy systems

## Ettevõtluskoostöö eesmärk

### Täiendav info:

**Uurimisrühma seotus TalTech TA prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda):**

- 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad
- 

**Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni 2 alamvaldkonda Frascati Manuali klassifikaatori alusel ja kuni 3 teaduseriala CERCS klasifikaatori alusel.**

Frascati Manuali teadusvaldkonnad:

2.3 Mehaanika / masinaehitus

2.11 Teised tehnika- ja tehnoloogiateadused

CERCSi teaduserialad:

T140 Energeetika

T200 Soojustehnika, rakenduslik termodünaamika

**Hinnang rühma kasutuses olevale TA taristule (sh kollektsioonid ja andmekogud), piisavus ja seisund**

Hinnang seisundile:

vajab uuendamist

Seisundi selgitus:

[www.nutisoojus.ee](http://www.nutisoojus.ee) [<http://www.nutisoojus.ee>]

digiõpik: <https://kaugkute.taltech.ee/>

kaart <https://ttugis.maps.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=5db84d09f1724ff4a05f404a54d59b1b>

**Uurimisrühma liikmete osalus oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal**  
Anna Volkova is member of Euroheat and Power DHC+ platform

Anna Volkova is IEA DHC ExCo member

## **Kolm kõige olulisemat välis- ja kolm kõige olulisemat Eesti koostööpartnerit**

### **Välispartnerid:**

- Riia Tehnikaülikool, Department of Energy systems and Environment, Latvia
- Energieinstitut an der JKU Linz, Austria
- NTNU

### **Eesti partnerid:**

- Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühing
- Kliimaministeerium
- Utilitas OÜ

## **Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused**

### **Artiklid meedias:**

A.Volkova:

<https://www.ohtuleht.ee/rahatarkus/1092562/teadurid-tegutsevad-energiakavasid-saab-peagi-luua-suurema-vaevata>

<https://digi.geenius.ee/blogi/teadus-ja-tulevik/taltech-toob-paikeselise-tuleviku/>

<https://digi.geenius.ee/blogi/teadus-ja-tulevik/uhe-prugi-on-teise-varandus-mis-on-energiakaskaadid-ja-kuidas-liikuda-nende-abil-tohusama-energiasüsteemi-poole/>

<https://novaator.err.ee/1609040294/eesti-energeetika-voib-2040-aastaks-saada-peaaegus-susinikuneutraalseks>

<https://epl.delfi.ee/artikkel/120159376/anna-volkova-siim-umbleja-olge-valmis-renoveerimislaine-harjal-tuleb-kaugkutte-korvale-ka-kaugjahutus>

I.Krupenski:

<https://www.rup.ee/uudised/majandus-ja-ari/energeetik-eesti-v-iks-aktiivsemalt-kasutada-lund>

<https://www.toostusuudised.ee/uudised/2024/01/30/energeetik-lumi-on-kasulik-looduslik-ressurss>

[<https://www.rup.ee/uudised/majandus-ja-ari/energeetik-eesti-v-iks-aktiivsemalt-kasutada-lund>]

<https://novaator.err.ee/1608791677/uuring-Ing-aitab-kesk-euroopal-vabaneda-vene-gaasist-vaid-lisaraha-toel>

K.Lepiksaar

<https://digi.geenius.ee/blogi/teadus-ja-tulevik/eesti-teadlased-loovad-kaasa-ponevas-projektis-mis-aitab-taastuvenergiat-laialdasemalt-kasutusele-votta-ja-suurendada-energiatohusust/>

<https://www.ohtuleht.ee/rahatarkus/1081396/osale-teadusprojektis-eesti-teadlased-uurivad-mis-takistab-inimestel-energiat-saastmast>

<https://digi.geenius.ee/blogi/teadus-ja-tulevik/kaugjahutus-tundub-lounamaades-oluline-aga-miks-vajab-seda-eesti/>

<https://teadus.postimees.ee/7542600/eesti-teadlased-pakkusid-valja-kaugkutte-taaskasutuse-soojuse-saab-saata-ueele-ringile>

**Rühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal**  
**Riiklikud:**

**Rahvusvahelised:**

**Rühma liikmete osalemine TA tegevusega seonduvalt ettevõtete nõustamistes**

**Uurimisrühma veebilehe aadress**

**Eesti keeles**

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

**Inglise keeles**