

# Thomas Johann Seebecki elektroonikainstituut

## Instituudi 2025. aasta teadus- ja arendustegevuse ülevaade

### **Instituudi 2025. aasta kuni 3 kõige olulisemat edulugu**

2025. aastal jätkusid T. J. Seebecki elektroonikainstituudis mitmed mahukad teadusarendusprojektid, mille rahaline kogumaht ületas miljoni euro piiri. Olulisimaks sündmuseks võib pidada instituudi poolt koordineeritud Euroopa horisondi projekti 5G-TIMBER „Turvaline 5G-toega kaksiküleminek Euroopa puidutööstusele“ lõpukonverentsi Tallinnas Kultuurikatlas, mis tõi kokku puidu-, muu tööstuse ja mobiilside valdkonna rahvusvahelisi eksperte.

Mobiilside ja laiemalt kogu sidevaldkonna teadusarendustegevused 2025. aastal keskendusid erinevatele turvalisusega seotud lahendustele. Algasid mahuka projekti „5G-BALTICS, Katkematu 5G leviala kogu Via Baltica koridoris“ tegevused. Koostöös Levira aktsiaseltsi, Siseministeeriumi, Päästeameti ja teiste partneritega testiti Taskusireeni projektis 5G ringhäälingutehnoloogiat, mis võimaldab tulevikus edastada audiovisuaalseid hädaohuteavitusi samaaegselt kõigile mobiiltelefonidele suurel territooriumil. Lisaks tehnilistele testidele viidi läbi ka kaks kasutajate tagasiside uuringut.

2025. aasta oli Elektroonikainstituudile väga edukas doktorantuuriaasta. Öpingud lõpetas seitse doktoranti, kellest enamik jätkab tööd Eestis. Kaheksa uut doktoranti alustasid oma uurimistöid instituudi tegevustega seotud teemadel.

### **TA valdkonna väljakutsed 2026. aastaks**

Teadus ja kõrgharidus on muutumises sarnaselt muude globaalsete arengutega. Ühelt poolt on tarvis õppida reageerima plahvatusliku kasvuga – näiteks droonivaldkonna – arendus- ja koolitusvajadusele, samas üles ehitades pika perspektiivi vaadet ja strateegiat. Instituudil on lõppemas mitmed mahukad arendusprojektid, mis tekitab 2026. aastal vajaduse ja võimaluse pühenduda strateegilise visiooni loomisele. Üheks võimalikuks eesmärgiks on pöörata senisest rohkem tähelepanu süvatehnoloogiatele, otsida suure riski ja väärtusega teadusarendusteemasid, sealhulgas näiteks turvalisuse ja kaitse valdkondades. Üheks organisatoorseks eesmärgiks on kokku panna analoogkiibidisaini meeskond, kes võiks tulevikus arendada elektroonikakomponente süvatehnoloogiliste rakenduste jaoks.

### **TA valdkonna 2025. aasta väljakutsed ja nende tulemused**

#### *Väljakutse*

2025. aastal on oluline edukalt jätkata alustatud TA projektide ellu viimist. Eesmärgiks on veelgi tihendada koostööd ettevõtetega, seda eeskätt Eesti Elektroonikatööstuse Liidu kaasabil, pakkudes tehnoloogiaseret ja tehnoloogiate

piloteerimist. Endiselt on fookuses jätkusuutliku elektroonika temaatika eesmärgiga leida ühishuviseid Eesti ettevõtetele. Varasemast rohkem tähelepanu on plaanis pöörata hetkel üliolulisele kaitsevaldkonnale.

### *Täitmine/tulemused*

2025. aastal oli seatud eesmärgiks tihendada koostööd ettevõtetele, Tartu Ülikooliga ja panustada tegevustesse kaitsevaldkonnas. Kõiki eesmärke adresseeriti, mida näitab osalemine Eesti Elektrotehnika Liidu tegevustes, õpinguid alustanud ühine doktorant Tartu Ülikooliga ja kolme kaitsevaldkonna teadusarendusprojekti algatamine. Loodetust mõneti väiksem oli panus jätkusuutliku elektroonika valdkonna arendamisse, mida olulisel määral on mõjutanud temaatika liikumine tahaplaanile seoses globaalsete trendidega.

### **Olulisemad soetatud seadmed**

Suurimad investeeringud on tehtud sidetehnoloogiate teadus- ja õppetariistusse, mille hulka kuulub TalTechi akadeemiline mitmesageduslik 5G mobiilsidevõrk, optilise side teaduslabor ja WiFi õppelabor. Investeeringu kogumaht on umbes miljon eurot, millest 2025. aastal investeeriti umbes 100000 eurot. Osa sidevõrkude seadmetest lähevad ühiskasutusse TalTechi Virumaa kolledžiga. Elektrotehnika instituut haldab ka elektromagnetkiirgusele varjestatud kambrit raadioside uuringuteks. Kambrit maksumusega üle 150000 euro kasutatakse koos inseneriteaduskonna teaduritega, samuti on seal katseid läbi viinud Lennuakadeemia teadurid ja üliõpilased.

### **Koond hinnang instituudis kasutusel oleva taristu seisundi kohta**

hea

### **Selgitus instituudis kasutusel oleva taristu seisundi kohta**

Olemasolev sidetehnoloogiate teadustaristu, mille hulka kuuluvad WiFi, 5G raadio- ja fiibervõrgu seadmed on modernsed. Samas süsteemid vajavad tehnoloogiaga kaasas käimiseks pidevalt uuendamist. 2025. aastal soetati mobiilside seadmeid, mille abil demonstreerida ettevõtetele neile sobivaid privaatsidevõrkude lahendusi. Instituudis kasutusel olevate elektrimõõteriistade keskmine vanus võib juba ületada kümme aastat, kuid kvaliteetne tehnika on endiselt töökorras ja kasutatav. Kiirelt, st kahe-kolme aastaga, vananevad õppetöös kasutatavad esemevõrgu (IoT) seadmed, side- ja juhtarvutid ning protsessorid, eriti masinõppe rakendustes kasutatavad seadmed. Õnneks on vastav riistvara suhteliselt soodne ja seadme parki uuendatakse jooksvalt. Instituudil ei ole suuremahulisi andmekogud. Bio- ja tervisetehnoloogiatega seotud projektides kogutakse vähesel määral mõõteandmeid, näiteks isikustamata biomeditsiinilisi andmeid, aga ka meditsiiniliste nanomaterjalide arendamisega seotud andmeid.

# 1 Mõõteelektronika uurimisrühm

## Uurimisrühma juht

Margus Metshein, vanemteadur, [margus.metshein@taltech.ee](mailto:margus.metshein@taltech.ee)

## Uurimisrühma liikmed

Olev Märten, Doktor, vanemteadur  
Paul Annus, Doktor, vanemteadur  
Raul Land, Doktor, vanemteadur  
Andrei Krivošei, Doktor, vanemteadur  
Mart Min, Teaduste kandidaat, vanemteadur  
Anar Abdullayev, Doktor, nooremteadur  
Margus Metshein, Doktor, vanemteadur  
Maria Jürimaa, Magister, doktorant-nooremteadur

## Võtmesõnad

### Eesti keeles

impedants-spektroskoopia; impedants-tomograafia; pöörivool; reaal-ajaline mõõtmine; mõõteriistad

### Inglise keeles

impedance spectroscopy; impedance tomography; eddy current; real-time; measurement; instrumentation

## Uurimisrühma kompetentside tutvustus

### Rühma ülevaade eesti keeles

Uurimisrühma teadus- ja arendustegevus on suunatud elektrilise, peamiselt impedants-spektroskoopia (kuid mitte ainult) mõõtmislahendustele. See hõlmab vastavate instrumentide, signaalide ja signaalitötluse arendamist ja uurimist erinevate rakenduste jaoks (mh testiks ja diagnostikaks, nt bio-, tervise- ja meditsiinitehnoloogiates, mikrofluidikas, metalli- ja elektroonikatööstustes ja mujal).

### Rühma ülevaade inglise keeles

The group performs R&D of electrical impedance spectroscopy measurement solutions. This covers the developing and investigation of related instrumentation, signals and signal processing for several applications (including test and diagnostics e.g. in bio-, healthcare, medical and microfluidics areas, for metal, electronics and other industries).

### Viimaste aastate olulisemad projektid:

PRG1483 Innovatiivne impedants-spektroskoopia: lahendused ja rakendused 2022 - 2026  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/20b4b90e-32cc-4470-a45c-f0cacd3edcef>

TEM-TA43 Uudsed lahendused pehmete kudede kliiniliseks jälgimiseks 2024 - 2028  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/d431b624-3eed-451c-8542-429ab33a8b5e>

(MOB3PRT12) 2025 - 2028 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/363ed931-f0e3-40da-936a-acdf056f35a0>

TFA25101 Uudse elektrilise impedantsimõõtja arendus 2025 - 2026  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/c4c7c7d2-f3ac-4597-9461-e60d4d699a88>

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

Abdullayev, A.; Rist, M.; Martens, O.; Metshein, M.; Larras, B.; Frappe, A.; Gautier, A.; Min, M.; John, D.; Cardiff, B.; Krivosei, A.; Annus, P. (2023). A DSP-based EBI, ECG and PPG Measurement Platform. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 72, 1–8. DOI: 10.1109/TIM.2023.3320771.  
<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/32865229-68a2-4613-887b-ae3598f7d40a>

Abdullayev, Anar; Rist, Marek; Metshein, Margus; Märtens, Olev (2025). DSP-based Electrical Impedance Tomography Device: Implementation and Experiments. 2025 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC): Chemnitz, Germany, 19-22 May 2025. IEEE, 1–6 [ilmumas]. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/bbd02b8e-6752-42dc-b06a-576514ba59ca>

Abdullayev, A.; Annus, P.; Krivošei, A.; Metshein, M.; Märtens, O.; Rist, M.; (2023). Improved PWM-Based Sinewave Generation: Example of the Impedance Measurement. Automatic Control and Computer Sciences, 57, 449–458. DOI: 10.3103/S0146411623050024.  
<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/554424b0-96be-4a3c-b66e-7b2743c9f465>

Min, M.; Annus, P.; Rist, M.; Land, R.; Krivosei, A.; Ruusalepp, A.; Ruusalepp, K.A.; Martens, O. (2025). Bioimpedance monitoring of arrested myocardium during open-chest surgery: from coronary artery occlusion to cardiac resuscitation. <i>2025 47th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC): Proceedings, 2025.</i> IEEE, 1–4. DOI: 10.1109/EMBC58623.2025.11253380. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/22dd58d6-9950-4574-93fe-a30fdaa06355>

Abdullayev, Anar; Rist, Marek; Krivošei, Andrei; Metshein, Margus; Land, Raul; Märtens, Olev (2024). A DSP-based Multichannel EBI Measurement Device. 2024 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC): Glasgow, Scotland, 20–23 May 2024. IEEE, 1–6. DOI: 10.1109/I2MTC60896.2024.10560714. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/10fb5850-8d5d-40a9-bf13-388426aec2ac>

## Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

### **Eesti keeles**

Aastal 2025 algas projekt 2021-2027.1.01.25-1170 (Uudse elektrilise impedantsimõõtja arendus), mis eeldatavalt viib uurimisrühma tegevuse impedantsi riistvara arendamisel sammu võrra edasi. Projekt toob tähelepanu ka piiri taga, seda läbi teavitamise ja sisendi küsimise võimalikelt klientidelt (põhiliselt teadusuuringute valdkonnast) kliendivalmisoleku tõstmiseks. Loodavad lahendused tuginevad uurimisrühma varasemale innovatsioonile, mille tulemusena tekivad uude riistvara saab eeldatavalt aluseks paljudele tehnikatset ületavatele arendustele.

Aktiivselt on käimas projekt Tem-TA43 ja selle kaudu põnev koostöö TÜ ja TÜ

Kliinikumi tohtritega, südamekirurgiaga seotud tehnoloogiate arendamiseks. Detsembris viidi eetikaloa alusel koostöös Eesti Maaülikooli, Tartu Ülikooli ja Tartu Ülikooli kliinikumiga läbi esimene loomkatse paljulubavate tulemustega. Projekti käigus on juba loodud põnev leiutuslik lahendus: Elektroodide süsteem elektrilise bioimpedantsi mõõtmiseks, Min, M. ja Rist, M. EE patenditaotlus P202500026 prioriteediga 10.7.2025 ja artikkel ilmunud (+ esitatud).

2025 aastal läks käima ka Euroopa partnerluse projekti MOB3PRT12 töö, mis on loonud juba tiheda teaduskoostöö ja läbikäimise partnerite Institute of Endocrinology of Lithuanian University of Health Sciences, Associação Protectora dos Diabéticos de Portugal ja Universidade Lusíada vahel. Eestis on toonud see tähelepanu näiteks haiglate endokrinoloogia osakondadelt ja diabeediseadmete edasimüüjatelt, kellelt on tulnud positiivset tagasisidet ja toetust. Patsiendi tehnoloogialase käitumise uurimise tööülesanne on käimas, ka Eestis.

Jätkame panustamist Eesti majandusse läbi koostöö ettevõtetega - tegevus mis 2025. aastal realiseerub lepinguna Eesti Raudteega raudteeohutuse parendamise eesmärkide toetamiseks. Täpsemalt tegeleb uurimisrühm andmeanalüüsi meetodika väljatöötamisega.

### **Inglise keeles**

In 2025, the project 2021-2027.1.01.25-1170 (Development of a novel electrical impedance meter) began, which is expected to take the research group's activities in the development of impedance hardware a step further. The project will also bring attention beyond the border, through informing and asking for input from potential customers (mainly from the field of research) to increase customer readiness. The expected solutions are based on the research group's previous innovation, as a result of which the novel hardware that will emerge is expected to become the basis for many state-of-the-art developments.

The Tem-TA43 project is actively ongoing and through it an exciting collaboration with doctors from the University of Tartu and the University of Tartu Clinic to develop technologies related to cardiac surgery. In December, the first animal study was conducted in cooperation with the Estonian University of Life Sciences, the University of Tartu, and the University of Tartu Clinic with promising results. During the project, an exciting inventive solution has already been created: Electrode system for measuring electrical bioimpedance, Min, M. and Rist, M. EE patent application P202500026 with priority 10.7.2025 and article published (+ submitted).

In 2025, the work of the European partnership project MOB3PRT12 also started, which has already created close scientific cooperation and interaction between the partners Institute of Endocrinology of Lithuanian University of Health Sciences, Associação Protectora dos Diabéticos de Portugal and Universidade Lusíada. In Estonia, this has attracted attention, for example, from hospital endocrinology departments and diabetes equipment dealers, from whom positive feedback and support has been received. The task of studying the behavior of a patient technologist is ongoing, also in Estonia.

We continue to contribute to the Estonian economy through cooperation with companies - an activity that in 2025 was realized as an agreement with Estonian Railways to support the goals of improving railway safety. More specifically, the research group is working on developing a data analysis methodology.

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

### Eesti keeles

Teadusgrupil on pidev ja viljakas suhtlus nii Eesti tervishoiuasutustega (näiteks TÜ Kliinikum, Ida-Tallinna Keskhaigla) kui ka erinevate tööstusettevõtete praktiliste koostöövõimaluste otsimiseks ja ühiskonnale olulisteks arendusteks. Uurimisrühm on konsulteerinud näiteks startup-i Ormia nende bio-inspireeritud droonituvastamise seadme konstruktsiooni teemal. Uurimisrühmal on, läbi käimasoleva TemTA projekti, südamelihase operatsiooniaegase seisundi hindamise jaoks meetoodika ja seadmete väljatöötamises oluline roll, mõjutades potentsiaalselt oluliselt valdkonna arenguid.

### Inglise keeles

The research group has continuous and fruitful communication with Estonian healthcare institutions (e.g. Tartu University Hospital, East Tallinn Central Hospital) as well as with various industrial companies to seek practical cooperation opportunities and socially important developments. The research group has consulted, for example, the startup Ormia on the design of their bio-inspired drone detection device. The research group, through the ongoing TemTA project, plays an important role in the development of methodologies and devices for the assessment of the state of the heart muscle during surgery,

potentially significantly influencing developments in the field.

## Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

### **Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas**

1. Koostöö TÜ Kliinikumiga, mh Tem-TA43 projekti raames, konkreetse meditsiinitehnoloogia loomiseks

2. Koostöö Eesti Raudtee ja Elroniga uudse šunteerimise seiresüsteemi jaoks andmeanalüüsi lahenduse välja töötamiseks ning kasutusvõimaluste selgitamiseks raudteeohutuse parandamise eesmärgil. Koostöö on realiseerunud ettevõtluslepinguna

(<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/669cc1af-18a0-4604-9994-e1b5725f7368>).

3. Koostöö Ida-Tallinna Keskhaigla lahenduste ja meetodite väljatöötamiseks arteriaalse hüpertoonia mitteinvasiivseks määramiseks ja kliiniliseks kasutamiseks.

4. Koostöö Tallinna Tehnikakõrgkooli Tehnoloogia ja ringmajanduse instituudiga uudsete tekstiilist käepaelade väljatöötamiseks pulsilaine ülesvõtmiseks inimese randmelt.

### **Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöök**

1. Mõõte- ja testlahenduste väljatöötamine ja vastavate teenuste pakkumine (pool- ja täisautomaatsed mõõtesüsteemid; materjalide, komponentide, seadmete elektriline testimine; katsed kliimakambris; mõõteseadmete väljatöötamine ja rakendamine).

2. Innovatiivsete keerukate elektroonikalahenduste väljatöötamine.

**Ettevõtluskoostöö eesmärk**

1. Olemasolevate leiutise ja veel patentimata lahenduste kommercialiseerimine.
2. Liitumine mõne Horisoni konsortsiumiga.
3. Laboriteenuste mahu suurendamine (kui on võimalik oluline maht leida).
4. Võimalikud sektorid: tervishoid, töötlev tööstus, keskkonna seire ametkonnad, elektroonikatööstus, teaduslaborid (aparatuur).

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

- 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad
- 5. Tervisetehnoloogiad

**Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni 2 alamvaldkonda Frascati Manuaali klassifikaatori alusel ja kuni 3 teaduseriala CERCSi klassifikaatori alusel.**

Frascati Manuaali teadusvaldkonnad:

- 2.2 Elektrotehnika, elektroonika, infotehnika

CERCSi teaduserialad:

- T170 Elektroonika
- T115 Meditsiinitehnika
- T121 Signaalitöötlus

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

Hinnang seisundile:

Seisundi selgitus:

TA taristu on asjakohane

**Uurimisrühma liikmete osalus oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal**  
Aktiivne osalemine IEEE, mh selle Eesti sektsiooni töös ja allühingu IM09/ED15/EMB18 juhtimisel.

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

- Läti Arvutiteaduse ja Elektroonika instituut (EDI)
- Tampere Ülikool
- Kaunase Tehnikaülikool

**Eesti partnerid:**

- Tartu Ülikooli Kliinikum
- Ida-Tallinna Keskhaigla
- Põhja-Eesti Regionaalhaigla

**Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused**

On populariseeritud bio-impedantsil põhinevaid tervishoiu mõõteseadmete võimalusi (PERH, ITK, TÜ Kliinikum), samuti tutvustatud mõõte- ja testlahenduste tehnoloogiaid ettevõtetele.

Osalesime uurimisrühma lauaga TalTech Innovatsioonifestivalil 2025, tutvustades meie võimekusi demonstreerides meie v DSP-l põhinevat impedantstomograafia lahendust. 2025. aastal pöörasime tähelepanu uurimisrühma tegevuste tutvustamisele tudengitele - eriti just uue, uurimisrühma juhti poolt arendatava õppeaine Elektroonikaseadmete arendus ja sertifitseerimine käigus.

Kirjatükid elektroonika ajaloost Eestis on käsil, samuti võimalikult eestikeelsed populaarteaduslikud artiklid uurimisrühma teemadest.

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

Olev Märten, inseneeria tänuürituse nominent kategoorias Inseneeria õppejõud  
2025

Mart Min, inseneeria tänusündmuse nominent kategoorias Inseneeria elutöö tunnustus 2025

**Rahvusvahelised:**

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

Formaalseid liikmelisusi pole. Mitmesuguseid arutelusid ja võimaluste kaardistamisi on olnud haiglate (ITK (Mart Min, Paul Annus, Andrei Krivosei, Marek Rist), TÜ Kliinikum (Mart Min, Olev Märten), PERH (Margus Metshein, Olev Märten, Paul Annus)), tööstusettevõtete (nt Raitwood (Olev Märten), Elron (Olev Märten, Paul Annus, Raul Land, Margus Metshein), Eesti Raudtee (Olev Märten, Paul Annus, Raul Land, Margus Metshein)), start-up-ide (Ormia) (Margus Metshein, Raul Land) ja Keskkonnaagentuuriga.

**Uurimisrühma veebilehe aadress**

**Eesti keeles**

<https://taltech.ee/elektroonikainstituut/uurimisruhmad>

**Inglise keeles**

<https://taltech.ee/en/me>

## 2 Kommunikatsioonisüsteemide uurimisrühm

### Uurimisrühma juht

Muhammad Mahtab Alam, täisprofessor tenuuris, [muhammad.alam@taltech.ee](mailto:muhammad.alam@taltech.ee)

### Uurimisrühma liikmed

Muhammad Mahtab Alam, Doktor, täisprofessor tenuuris

Ivo Müürsepp, Doktor, vanemlektor

Alar Kuusik, Doktor, vanemteadur

Osama Mohamed Mostafa Elgarhy, Doktor, telekommunikatsiooni lahenduste insener

Marika Kulmar, Doktor, lektor

Jakob Rostovski, Magister, doktorant-nooremteadur

Mihkel Tommingas, Magister, doktorant-nooremteadur

Aleksei Fjodorov, Magister, doktorant-nooremteadur

Priit Roosipuu, Magister, sidelahenduste arendaja

Aamir Latif, Magister, doktorant-nooremteadur

Anum Umer, Magister, doktorant-nooremteadur

Indur Ait, Rakenduskõrgharidus, tarkvaraarendaja

Margus Rohtla, Kõrgharidus, 3GPP sidevõrkude ekspert

Anet Tammets, Kõrgharidus, projektihaldur

Tõnis Kärginen, Magister, doktorant-nooremteadur

Junaid Sajid, Magister, doktorant-nooremteadur

### Võtmesõnad

#### Eesti keeles

Raadiovõrgu ressursside ja interferentsi haldus; masinalt masinale side; madala võimsustarbega kommunikatsioonitehnoloogiad tervishoius; 5G (5. põlvkonna) ja 5G-järgne mobiilside; mobiilne positsioneerimine, NB-IoT (asjade interneti kitsaribaline mobiilsidetehnoloogia); BAN (kehalähedased sidevõrgud).

#### Inglise keeles

Radio resource and interference management; device to device communications; low-power communication technologies for healthcare; 5G and beyond; mobile positioning; Narrowband Internet of Things (NB-IoT); Body Area Networks (BAN).

### Uurimisrühma kompetentside tutvustus

#### Rühma ülevaade eesti keeles

Uurimisrühma teadus- ja arendustegevus on suunatud raadiovõrgu interferentsi haldusele traadita sides: tehnikad ja algoritmid võimaldamaks 5G raadiosidet, 5G testikeskkonna arendamine, mh suure arvu masinate vahelise lairiba-mobiilside teenused ja kõrge usaldusväärsuse ja lühikese latentsusajaga sideteenused ning digiühiskonna (tark tervishoid, tark linn, tööstus 4.0) vertikaalsete teenuste arendamine, sh ühenduvus, mobiilsus, lõppkasutajad.

#### Rühma ülevaade inglise keeles

The group performs R&D of interference control in wireless communication: techniques and algorithms for enabling 5G new radio, but also development of 5G

testbed including support to realize massive machine type communication enhanced mobile broadband services and ultra-reliable and low latency communication services and digitalization of society (i.e., smart healthcare, smart city, Industry 4.0 automation), development of vertical applications and services including connectivity, mobility, end-user community.

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

LIEEE25024 Taskusireen - 5G meediaedastus ohuteavituses 2025 - 2026

<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/bc4dea0a-3da7-4066-9a26-e5c7551b9b23>

VEU24064 Katkematu 5G leviala kogu Via Baltica koridoris 2025 - 2027

<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/92aedd3-a2d9-456e-a87c-a723667608dc>

VNT24078 Mehitamata õhusõidukite passiivne radarvaatlus ja tuvastamine mobiilsidevõrkudega

2024 - 2027 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/72295046-9627-4892-98bc-20c9f225773f>

ÕÜF11 AIoT\*5G - Tehisintellekt, andmete servtöötlus ja IoT lahendused hajussüsteemides 2023 -

2029 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/463da0fc-ac48-4d5c-82e4-9250cad6f243>

TEM-TA138 Jätkusuutlik nutikas asjade internet (SAIoT) 2024 - 2028

<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/ab65871a-a651-4561-baa8-a3e146139cd7>

VHE25042 Elektrilise päikesepurje doktorandid 2025 - 2029

<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/18386c78-35d1-4223-821d-d7646cb3659d>

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

Umer, Anum; Mürsepp, Ivo; Alam, Muhammad Mahtab; Wymeersch, Henk (2025). Reconfigurable Intelligent Surfaces in 6G Radio Localization: A Survey of Recent Developments, Opportunities, and Challenges. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 1–1. DOI: 10.1109/COMST.2025.3536517.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/e45c643d-3b37-4d01-890c-e671fc0559e0>

Khurshid, Tayyaba; Ahmed, Waqas; Rehan, Muhammad; Ahmad, Rizwan; Alam, Muhammad Mahtab; Radwan, Ayman (2023). A DRL Strategy for Optimal Resource Allocation Along With 3D Trajectory Dynamics in UAV-MEC Network. IEEE Access, 11, 54664–54678. DOI:

10.1109/ACCESS.2023.3278591. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/370e2d6a-8a38-4989-8eff-0c726971fa46>

Roosipuu, Priit; Annus, Ivar; Kuusik, Alar; Kändler, Nils; Alam, Muhammad Mahtab (2025). Large-Scale IoT Sensor Network Planning Based on Empirical NB-IoT and LTE CAT-M Measurements for Underground Water System. IEEE Open Journal of the Communications Society, 1–13. DOI:

10.1109/OJCOMS.2025.3636292. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/7abe437c-4ec9-4d65-a2eb-6172d2b9682a>

Tommingas, Mihkel; Laadung, Taavi; Varbla, Sander; Mürsepp, Ivo; Alam, Muhammad Mahtab (2025). UWB and GNSS Sensor Fusion Using ML-Based Positioning Uncertainty Estimation. IEEE Open Journal of the Communications Society [ilmumas].

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/443506f4-fa76-4fbb-9e1a-3b7d232ced19>

Aleksei Fjodorov; Sander Ulp; Taavi Laadung; Alar Kuusik; Muhammad Mahtab Alam (2025).

Accurate Indirect 3D localization of Markerless Industrial Products. IEEE Sensors Journal. DOI:

10.1109/JSEN.2025.3614998. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/f432c4ea-c9b6-4370-adad-29fd7f4a35f7>

## Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

### Eesti keeles

Sidesüsteemide uurimisrühm on saavutanud märkimisväärseid saavutusi doktorikraadi lõpetajate ja väga suure mõjuga publikatsioonide osas. Samuti on nad võitnud auhindu ja osalenud konkurssidel. Täpsemalt:

3 doktorikraadi lõpetanud nominaalajaga (sealhulgas 2 tööstusvaldkonna lõpetanut):

Jakob Rostovski

Pealkiri: Meetodite väljatöötamine reaajas sammusise anomaalia tuvastamiseks kõnnialalüüsis

<https://www.etis.ee/Portal/Mentorships/Display/66f142ed-5183-42b9-987d-c61bb721b2c9>

Mihkel Tommingas

Pealkiri: Ultralairiba ja mitme anduriga positsioneerimise täiustamine masinõppel põhineva määramatuse hindamise abil

<https://www.etis.ee/Portal/Mentorships/Display/f78107f4-3033-40d0-bede-f1a18646ff74>

Aleksei Fjodorov

Pealkiri: Edusammud andurite fusioonil põhinevas kaudes positsioneerimises  
Meetodid

<https://www.etis.ee/Portal/Mentorships/Display/90013757-ed7c-42db-a528-cfdef3c6ec58>

6 suure mõjuga teaduspublikatsiooni Q1 ja valitud ajakirjades (IEEE COMST; IEEE OJCOMS; IEEE Sensors, Vehicular Communications):

Reconfigurable Intelligent Surveys in 6G Radio Localization: A Survey of Recent Developments, Opportunities, and Challenges, Autorid: Umer, Anum; Mürsepp, Ivo; Alam, Muhammad Mahtab; Wymeersch, Henk (IEEE Communications Surveys & Tutorials):

<http://doi.org/10.1109/COMST.2025.3536517>

Parima artikli põhjused 2025. aastal: Üks keerulisemaid avaldamiskohti telekommunikatsiooni valdkonnas (eelnevad 3 korda ebaõnnestunud avaldamine); Kõrgeima reitinguga ajakiri kommunikatsioonivaldkonnas: mõjutegur = 46,7 (<https://wos-journal.info/journalid/84>). Kuigi tegemist on ülevaateartikliga, on

selle artikli panus, kvaliteet ja teaduslik mõju üks kõrgemaid, mida olen avaldanud.

5G-TIMBER ja POCKET Siren projektide elluviimine on olnud edulugu: mõlemat projekti juhtis TalTechi ComSysi grupp. Samuti on edukalt ellu viidud mitu teist riiklikku ja rahvusvahelist projekti. Lisaks omandati 2 uut projekti, sealhulgas E-SAILOR (MSCA-doktorivõrgustik).

Meeskonna lisasaavutused:

- Ustus Aguri ITL auhinna võitja
- Eesti esimese droonihäkatonit „Fly or Die“ võitja (meeskonnaauhind).

Pealkiri: "Raadioühenduse teostatavusanalüüs droonioperaatoritele"

Meeskond: Jonatan Raudsepp (bakalaureuseõppe üliõpilane); Junaid.sajid; Lauri.anton

- Pälvis TalTechi tehisintellekti sügisseminaril (oktoober 2025) parima teadusliku panuse auhinna.
- Kahe Horizon Europe'i taotluse koordineerimine

### **Inglise keeles**

Communication systems research group has obtained significant achievements in terms of PhD graduates and very high impact publications. Also has won awards and competition. Details are as follows:

1. 3 PhD graduates within nominal time (including 2 industrial graduates):

1. Jakob Rostovski

Title: Development of Methods for Real-time In-step Anomaly Detection in Gait Analysis

<https://www.etis.ee/Portal/Mentorships/Display/66f142ed-5183-42b9-987d-c61bb721b2c9>

2. Mihkel Tommingas

Title: Enhancing UWB and Multi-Sensor Positioning with ML-based Uncertainty Estimation

<https://www.etis.ee/Portal/Mentorships/Display/f78107f4-3033-40d0-bede-f1a18646ff74>

3. Aleksei Fjodorov

Title: Advancements in Sensor Fusion Enabled Indirect Positioning

## Methods

<https://www.etis.ee/Portal/Mentorships/Display/90013757-ed7c-42db-a528-cfdef3c6ec58>

2. 6 High Impact scientific publications in Q1 and selective Journals (IEEE COMST; IEEE OJCOMS; IEEE Sensors, Vehicular Communications):  
Reconfigurable Intelligent Surfaces in 6G Radio Localization: A Survey of Recent Developments, Opportunities, and Challenges, Authors: Umer, Anum; Mürsepp, Ivo; Alam, Muhammad Mahtab; Wymeersch, Henk (IEEE Communications Surveys & Tutorials):

<http://doi.org/10.1109/COMST.2025.3536517>

Reasons for the best paper in 2025: One of the most difficult venues to publish in the field of Telecommunications (failed publishing there prior 3 times); The highest ranked Journal in the field of communications: Impact factor=46.7 (<https://wos-journal.info/journalid/84>). Even though it is a review paper, but the contributions, quality and scientific impact of this paper is one of the highest I published.

3. Implementation of 5G-TIMBER and POCKET Siren projects as a success stories: both projects Led by ComSys group from TalTech. Also, successful implementation of several other national and international projects. In addition, 2 new projects were also acquired including E-SAILOR (MSCA-Doctoral Network)

4. Additional team accomplishments:

- Winner of Ustus Agur ITL award
- Winner of Estonia's First Drone Hackathon 'Fly or Die' - (Team Award).  
Title: "Radio Link Feasibility Analysis for Drone Operators"  
Team: Jonatan Raudsepp (Bachelor's student); Junaid.sajid; Lauri.anton
- Awarded the Best Scientific Contribution Award at the TalTech AI Autumn Seminar (October 2025).
- Coordination of 2 Horizon Europe applications

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

### Eesti keeles

Uurimisgrupp tegeleb erinevate mobiilside tehnoloogiate nagu 4G, 5G ja 6G, samuti IoT, kehalähedaste ja andurvõrkude uurimis- ja arendustegevusega. Meie uurimistöö on seotud mainitud tehnoloogiate täiustamise ja rakendamisega erinevates olulistest valdkondades nagu näiteks tark tervishoid, nutikas linn, tööstus 4.0. Täpsemalt arendame uusi tehnikaid ja algoritme 5G side, mobiilpositsioneerimise võimaldamiseks, aga ka 5G võrke, testsüsteeme ja

rakendusi parendamiseks raadioside võtmeparametreid nagu andmemaht ja -edastuskiirus, energiakulu, latentsus ning muuta võimalikuks kõrge täpsusega positsioneerimine ülalmainitud rakendustes.

### **Inglise keeles**

The group performs R&D on wide range of communication technologies such as 4G, 5G and 6G, as well as IoT, Body Area Networks and sensor networks. Our research is related to the enhancement as well as applying them in various important application domains (i.e., smart healthcare, smart city, Industry 4.0). In specific, we develop new techniques and algorithms for enabling 5G new radio, mobile positioning, but also development of 5G networks, testbed and applications to improve KPIs such as data rates, speed, energy consumption, latency, and enable high precision positioning for a broad range of abovementioned applications.

### **Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta**

#### **Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas**

1. Side ühenduvuse arengu tuleviktrendid, uute tehnoloogiate ülevaade ja võimalused ning kasutuspotentsiaal Eesti vaates
2. Mobiilside 4G ja 5G levi mõõtmiste teostamine drooniga
3. Tehniline tugi operatiivraadioside keskjaamade tarkvara CD paranduspakettide installeerimisel

#### **Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöök**

1. 5G Network (Core network and radio access network): a) evaluate 5G KPIs (mmWave coverage, latency, data rates) as network measurement tests, b) We have necessary devices/scanner and ofcourse 5G SA mmWave network already in

place and operational (we have our mmWave frequency license and network codes as well as own sim cards).

2. Mobile Positioning: a) 5G integrated hybrid GNSS-RTK 5G precise positioning (up to cm-level) accuracy, b) mmWave and Beam-based 5G positioning.

3. Actual development and consultations related to cellular networking, IoT devices.

### **Ettevõtluskoostöö eesmärk**

Joint development and advanced utilization of 5G and IoT technologies. Projects with 50000€ or larger budget are in focus.

### **Täiendav info:**

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

- 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad
- 2. Usaldusväärsed IT lahendused

**Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni 2 alamvaldkonda Frascati Manuaali klassifikaatori alusel ja kuni 3 teaduseriala CERCSi klassifikaatori alusel.**

Frascati Manuaali teadusvaldkonnad:

2.2 Elektrotehnika, elektroonika, infotehnika

CERCSi teaduserialad:

T170 Elektroonika

T180 Telekommunikatsioonitehnoloogia

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

Hinnang seisundile:

väga hea

Seisundi selgitus:

1. mmWave 5G Standalone Network with unique features
2. 5G Open Core and Open RAN networks soft- and hardware

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

1. Several research group members are active in volunteering activities of IEEE at national and international levels:

- Alar Kuusik, IEEE Computer Society Region 8 vice chair of MGA activities;
- Muhammad Mahtab Alam, Contributions to IEEE Sandardization Association.

-

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

#### **Välispartnerid:**

- Politecnico Di Milano, Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria
- National University of Science and Technology, Pakistan, Department of Electrical Engineering
- University of Glasgow, James Watt School of Engineering, Autonomous Systems & Connectivity research division

#### **Eesti partnerid:**

- Ericsson Eesti AS
- Telia Eesti AS
- OÜ Harmet

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

Priit Ennet, Vikerraadio, Labor. Täispurjes Kuu juurest pagema. <https://vikerraadio.err.ee/1609846207/labor-taispurjes-kuu-juurest-pagema/>, 16.11.25

Päikesepuri liigutab kosmoses satelliite, Imeline Teadus Nr 12 2025 lk

20 Päikesepuri liigutab kosmoses satelliite

[<https://www.imelineteadus.ee/lood/2025/12/02/paikesepuri-liigutab-kosmoses-satelliite>]

REPLIIK | Ivo Mürsepp: droonid pole vaid taparelv. Nendega võiks Järvevana ummikusse saata näiteks...

[<https://forte.delfi.ee/artikkel/120402893/repliik-ivo-muursepp-droonid-pole-vaid-taparelv-nendega-voiks-jarvevana-ummikusse-saata-naiteks-ka-defibrillaatori>],

11.09.25

Delfi Forte. REPLIIK | Ivo Mürsepp: droonid pole vaid taparelv. Nendega võiks Järvevana ummikusse saata näiteks...

[[https://forte.delfi.ee/artikkel/120402893/repliik-ivo-muursepp-droonid-pole-vaid-taparelv-nendega-voiks-jarvevana-ummikusse-saata-naiteks-ka-defibrillaatori?fbclid=IwY2xjawPKBGBleHRuA2FlbQlXMQBzcnRjBmFwcF9pZBAyMjIwMzIxNzg4MjAwODkyAAEeWrXAB25xs3iP3Kk1ETJWinMllw3roySkOX3oXaz5S6tRQXcbs8\\_nqTcF4\\_4\\_aem\\_aDxibmDIs3e8vzKhUotP\\_w](https://forte.delfi.ee/artikkel/120402893/repliik-ivo-muursepp-droonid-pole-vaid-taparelv-nendega-voiks-jarvevana-ummikusse-saata-naiteks-ka-defibrillaatori?fbclid=IwY2xjawPKBGBleHRuA2FlbQlXMQBzcnRjBmFwcF9pZBAyMjIwMzIxNzg4MjAwODkyAAEeWrXAB25xs3iP3Kk1ETJWinMllw3roySkOX3oXaz5S6tRQXcbs8_nqTcF4_4_aem_aDxibmDIs3e8vzKhUotP_w)],

defibrillaatori?fbclid=IwY2xjawPKBGBleHRuA2FlbQlXMQBzcnRjBmFwcF9pZBAyMjIwMzIxNzg4MjAwODkyAAEeWrXAB25xs3iP3Kk1ETJWinMllw3roySkOX3oXaz5S6tRQXcbs8\_nqTcF4\_4\_aem\_aDxibmDIs3e8vzKhUotP\_w],

26.12.2025

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

Priit Ennet, Vikerraadio, Labor. Täispurjes Kuu juurest

pagema. <https://vikerraadio.err.ee/1609846207/labor-taispurjes-kuu-juurest-pagema/>,

16.11.25

Päikesepuri liigutab kosmoses satelliite, Imeline Teadus Nr 12 2025 lk

20 Päikesepuri liigutab kosmoses satelliite

[<https://www.imelineteadus.ee/lood/2025/12/02/paikesepuri-liigutab-kosmoses-satelliite>]

REPLIIK | Ivo Mürsepp: droonid pole vaid taparelv. Nendega võiks Järvevana ummikusse saata näiteks...

[<https://forte.delfi.ee/artikkel/120402893/repliik-ivo-muursepp-droonid-pole-vaid-taparelv-nendega-voiks-jarvevana-ummikusse-saata-naiteks-ka-defibrillaatori>],

11.09.25

Delfi Forte. REPLIIK | Ivo Mürsepp: droonid pole vaid taparelv. Nendega võiks Järvevana ummikusse saata näiteks...

[[https://forte.delfi.ee/artikkel/120402893/repliik-ivo-muursepp-droonid-pole-vaid-taparelv-nendega-voiks-jarvevana-ummikusse-saata-naiteks-ka-defibrillaatori?fbclid=IwY2xjawPKBGBleHRuA2FlbQlXMQBzcnRjBmFwcF9pZBAyMjIwMzIxNzg4MjAwODkyAAEeWrXAB25xs3iP3Kk1ETJWinMllw3roySkOX3oXaz5S6tRQXcbs8\\_nqTcF4\\_4\\_aem\\_aDxibmDIs3e8vzKhUotP\\_w](https://forte.delfi.ee/artikkel/120402893/repliik-ivo-muursepp-droonid-pole-vaid-taparelv-nendega-voiks-jarvevana-ummikusse-saata-naiteks-ka-defibrillaatori?fbclid=IwY2xjawPKBGBleHRuA2FlbQlXMQBzcnRjBmFwcF9pZBAyMjIwMzIxNzg4MjAwODkyAAEeWrXAB25xs3iP3Kk1ETJWinMllw3roySkOX3oXaz5S6tRQXcbs8_nqTcF4_4_aem_aDxibmDIs3e8vzKhUotP_w)],

defibrillaatori?fbclid=IwY2xjawPKBGBleHRuA2FlbQlXMQBzcnRjBmFwcF9pZBAyMjIwMzIxNzg4MjAwODkyAAEeWrXAB25xs3iP3Kk1ETJWinMllw3roySkOX3oXaz5S6tRQXcbs8\_nqTcF4\_4\_aem\_aDxibmDIs3e8vzKhUotP\_w],

26.12.2025

## Rahvusvahelised:

### Rühma liikmete osalemine TA tegevusega seonduvalt ettevõtete nõustamistes

1. Muhammad Mahtab Alam, Horizon Europe project 'Zero-Swarm'-  
<https://zero-swarm.eu/>, [<https://zero-swarm.eu/%2c>] advisory board member
2. Alar Kuusik, Estonian Business and Innovation Agency,  
<https://ws.lib.ttu.ee/publikatsioonid/et/publ/item/501bf63b-6d84-4254-986c-d38526a8fa6a>  
and  
<https://arenguseire.ee/raportid/suvatehnoloogiate-alternatiivsed-arengutrajektorid-ja-nende-tahendus-eestile/>,  
[<https://arenguseire.ee/raportid/suvatehnoloogiate-alternatiivsed-arengutrajektorid-ja-nende-tahendus-eestile/%2c>]  
technology assessment and roadmap planning

## Uurimisrühma veebilehe aadress

### Eesti keeles

<https://taltech.ee/elektroonikainstituut/uurimisruhmad>

### Inglise keeles

## 3 Kognitroonika teaduslabor

### Uurimisrühma juht

Yannick Le Moullec, täisprofessor tenuuris, [yannick.lemoullec@taltech.ee](mailto:yannick.lemoullec@taltech.ee)

### Uurimisrühma liikmed

Yannick Le Moullec, Doktor, täisprofessor tenuuris

Kaiser Pärnamets, Doktor, lektor

Fariha Afrin, Magister,

Henri Vennikas, Magister,

Alejandro Noé Díaz Vargas, Magister, doktorant-nooremteadur

Ferenc Ender, Doktor, teadur

Marko Koort, Doktor, teadur

Mehrab Mahdian, Magister, doktorant-nooremteadur

Rauno Jõemaa, Doktor, teadur

Tamas Pardy, Doktor, nooremprofessor

Anum Afroz, Magister, doktorant-nooremteadur

### Võtmesõnad

#### Eesti keeles

Energiatõhus tööstuslik asjade internet; bioanalüütilised mõõteriistad ja kiilaborid.

#### Inglise keeles

Energy-efficient Industrial Internet of Things (IIoT); Bioanalytical Instrumentation and Lab-on-Chip.

### Uurimisrühma kompetentside tutvustus

#### Rühma ülevaade eesti keeles

Uurimisrühm arendab meetodeid ja lahendusi järgmistes valdkondades:

- rohe- ja jätkusuutlik elektroonika, tööstuslik asjade internet, bioanalüütilised mõõteriistad ja kiilaborid;

- madala võimsustarbega traadita side tehnoloogiad;

- rakenduslik sardmasinõpe otsustamiseks ja juhtimiseks.

#### Rühma ülevaade inglise keeles

The research group develops methods and techniques for:

- sustainable and green electronics, including for IIoT applications and bioanalytical instrumentation;

- resource-constrained implementation of wireless connectivity technologies;

- applied embedded machine learning for decision-making and actuation.

**Viimaste aastate olulisemad projektid:**

VHE22018 Turvaline 5G-toega kaksiküleminek Euroopa PUIDU tööstusele 2022 - 2025  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/c8115b3d-1ccf-4d1e-beb1-3bb6e8562e28>

TEM-TA138 Jätksuutlik nutikas asjade internet (SAIoT) 2024 - 2028  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/ab65871a-a651-4561-baa8-a3e146139cd7>

PSG897 Cogni-E-Spin: Kognitiivne E-spinnimine Nanofiibrite Automaatseks Kvaliteedikontrolliks 2024 - 2028  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/9d616ea3-92cd-4ef1-bbe9-e4d63fa628c8>

VHE24050 3D biotöödeldud suure jõudlusega DNA-süsinik-nanotoru digitaalne elektroonikasüsteem 2023 - 2026  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/c408cde1-98f3-49f8-adf0-8c05a6e5769b>

VHE23042 Automaatne kiraalse lahutamise analüüsi platvorm 2022 - 2026  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/8e931a9c-d20c-4ad6-a4f6-46e0b09e29e6>

**Viimaste aastate olulisemad artiklid:**

Afrin, Fariha; Ndubuisi Ezechukwu, Dismas; Le Moullec, Yannick; Pardy, Tamas; Rang, Toomas; Koel, Ants (2025). CNN-Transformer Hybrid Model Towards Automated Droplet Image Quality Assessment of Portable Imaging Flow Cytometer. <i>IEEE EUROCON 2025 - 21st International Conference on Smart Technologies: Gdynia, Poland, June 4-6, 2025.</i> IEEE, 1–6. DOI: 10.1109/EUROCON64445.2025.11073334.  
<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/74b87d9c-3983-47ec-8d21-f71fbffccf32>

Khan, Sikandar; Alam, Muhammad Mahtab; Le Moullec, Yannick; Kuusik, Alar; Parand, Sven; Verikoukis, Christos (2021). An Empirical Modelling for the Baseline Energy Consumption of an NB-IoT Radio Transceiver. IEEE Internet of Things Journal, 8 (19), 14756–14772. DOI: 10.1109/JIOT.2021.3072769. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/543bf200-56b6-4bf3-84bd-e7a5e951d7ec>

Latif, Aamir; Alam, Muhammad Mahtab; Elgarhy, Osama; Le Moullec, Yannick (2024). Energy Consumption Evaluation of NOMA-based Sustainable Scheduling in 6G O-RAN. 2024 International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC): 20th International Wireless Communications & Mobile Computing Conference 2024 (IWCMC 2024), Ayia Napa, Cyprus, May 27-31, 2024. Ayia Napa, Cyprus: IEEE, 484–485. DOI: 10.1109/IWCMC61514.2024.10592553.  
<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/6283c673-86d5-4753-85ea-9c5cd0245430>

Szomor, Zsombor; Gyimah, Nafisat; Pardy, Tamás; Fürjes, Péter (2025). Three-dimensional finite element modelling of chemical environment in droplet-based microfluidic systems for drug therapy applications. Physics of Fluids, 37 (7), #072045. DOI: 10.1063/5.0275809.  
<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/ed435a1b-5c93-40ce-b362-f87410947e14>

Jõemaa, R.; Gyimah, N.; Ashraf, K.; Pärnamets, K.; Zaft, A.; Scheler, O.; Rang, T.; Pardy, T. (2023). CogniFlow-Drop: Integrated modular system for automated generation of droplets in microfluidic applications. IEEE Access, 11, 104905–104929. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3316726.  
<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/b3dadd89-2f2d-45ad-93d7-54558549dde3>

## Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

### Eesti keeles

Uurimisrühm andis oma panuse ELi rahastatud innovatsioonimeetme projekti "5G-TIMBER" lõplikku elluviimise, eelkõige tulemusnäitajate (KPIde) ja tööstuslike pilootvälitestide tulemuste kooskõlastamisse ja aruandlusse, lõppkonverentsi korraldamisse ning lõpliku tehnilise aruande koostamisse. See töö toetas 5G ja teiste digitehnoloogiate kiiret kasutuselevõttu tööstuslike VKEde poolt ELi puidutööstuses kogu puidu väärtusahela ulatuses.

Rühm jätkas ka panustamist Eesti rahastatud projekti TEM-TA138 "SAIoT", viies läbi uuringuid kestlike ja ringmajandust toetavate elektroonikalahenduste kohta, ning projekti TF230561E1 "AIoT\*5G", mille raames määratleti uus doktoriõppe teema "Resilient Edge AI for Industrial and Harsh Environments" ning 2025. aasta detsembris võeti tööle uus doktorant.

Uurimisrühm jätkas edukalt ka Eesti rahastatud projekti PSG897 "Cogni-E-spin" juhtimist, mille raames töötati välja uus avatud andmestik elektrokiudude valmistamise (electrospinning) parameetrite konfiguratsioonidest ja saadud nanokiudude morfoloogiast pealkirjaga "Cogni-e-SpinDB 1.0".

Rühm jätkas ka panustamist ELi rahastatud Pathfinder Open projekti "3D-BRICKS", mille raames panustati mikro ja nanovedelikutehnoloogiate arendamisse ning nende rakendamise eksperimentaalsesse valideerimisse DNA origami ja nanomaterjalide süsteemides.

Rühm jätkas ka panustamist ELi rahastatud Pathfinder Open projekti "CHIRALFORCE", mille raames panustati automaatse, reaajas protsessiga integreeritud platvormi arendamisse kiraalse lahutuse analüüsiks CHIRALFORCE'i fotonkiibil.

Lõpetuseks toimus rühmal varasemalt lõppenud projektide tulemusel kolm edukat doktorikraadi kaitsmist (Vahur Kampus, Fariha Afrin ja Udayan Sunil Patankar).

### Inglise keeles

The research group contributed to finalizing the EU-funded Innovation Action project "5G-TIMBER", in particular towards the alignment and reporting of KPIs and field trials results, final conference organization, and final technical reporting. The work supported the rapid uptake of 5G and other digital technologies by industrial SMEs in the EU timber industry over the wood value chain.

The group also continued contributing to Estonian-funded TEM-TA138 "SAIoT" project in the form of studies on sustainable and circular electronics, and to TF230561E1 "AIoT\*5G" project for which a new PhD topic "Resilient Edge AI for Industrial and Harsh Environments" has been defined and a new PhD student hired in December 2025).

The research group also successfully continued leading the Estonian-funded PSG897 "Cogni-E-spin" for which it developed a new open dataset of electrospinning parameter configurations and resultant nanofiber morphologies "Cogni-e-SpinDB 1.0".

The group also continued contributing to the EU-funded Pathfinder Open "3D-BRICKS" project for which it contributed to the development and demonstration the application of micro and nanofluidics for DNA origami and nanomaterials systems.

The group also continued contributing to the EU-funded Pathfinder Open "CHIRALFORCE" for which it contributed to the development of an automated in-line platform for the analysis of chiral separation for the CHIRALFORCE photonic chip.

Finally, the group had 3 successful PhD defences (Vahur Kampus, Fariha Afrin, and Udayan Sunil Patankar) as a result of other projects finalized earlier.

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

### Eesti keeles

Teadusgrupi uurimis- ja arendustegevus on suunatud jätkusuutliku ja elujõulise arengu toetamisele käsitledes mõningaid inimkonna globaalseid väljakutseid: kliimamuutused, jätkusuutlikkus, urbaniseerumine, tervis ja heaolu. Uurimisgrupp arendab uudeid lahendusi, mis põhinevad jätkusuutliku roheelektroonika süsteemide meetoditel ja tehnikatel, õpivad andmetest ja kohanduvad keskkonnaga kasutades selleks minimaalselt ressursse ning leiavad rakendamist ga tööstusliku asjade interneti (IIoT) ja bioanalüütiliste instrumentide valdkonnas ning tootmisautomaatika toe valdkonnas. Need lahendused sisaldavad energiatõhusaid meetodeid ja algoritme andmete töötlemiseks, sideks, juhtimiseks ning rakenduslikuks sardmasinõppeks otsustusprotsessi osana. Samuti nende realiseerimist piiratud ressursiga platvormidel, sealhulgas mikrokontrollerites, andurites, täiturites ja tarkvararaadiotes. Teadustegevus adresseerib järgnevaid probleeme ühiskonnas: 1) energiasäästlike algoritmide ja ressursisäästlike realiseerimise arendus vähendab elektroonikaseadmete süsinikujälge ja toetab pingutusi kliimamuutuste mõju leevendamisel; 2) bioanalüütiliste seadmete loomine parendab tervishoiu kättesaadavust, sealhulgas portatiivsete ja kuluefektiivsete meditsiinivahendite kasutamisel kaugpiirkondades, ja kriisiolukordades; 3) elektrokiudude valmistamise (electrospinning) tehnikate parem juhtimine nanokiudude tootmiseks, mille rakendused ulatuvad biomeditsiinitehnikast energiasalvestuseni.

## Inglise keeles

The research group's research and development activities aim to contribute to creating a sustainable and resilient world by addressing some of the global challenges that humanity is facing: climate change, sustainability, urbanization, health and well-being. The research group develops novel solutions based on methods and techniques for sustainable and green electronic systems that can learn from data and adjust to their environment, using minimal resources, with applications in the industrial internet of things (IIoT), bioanalytical instrumentation and manufacturing automation support. These solutions include energy-efficient methods and algorithms for data processing, communication, control, and applied embedded machine learning for decision-making, as well as their implementation on resource-constrained platforms, including micro-controllers, sensors, actuators, and software defined radios. This research addresses societal challenges: 1) the development of energy-efficient algorithms and resource-optimized implementations, reducing electronic devices' carbon footprint and supporting climate change mitigation efforts, 2) the creation of bioanalytical devices enhancing healthcare accessibility, including portable, cost-effective medical tools for remote areas and crisis situations, and 3) improved control of electrospinning techniques for producing nanofibers with applications ranging from biomedical engineering to energy storage.

## Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

### **Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas**

Continuation of SEKMO cooperation with TTK University of Applied Sciences (Tallinna

Tehnikakõrgkool) and the Measurement Electronics Research Group of T.J. Seebeck Department of Electronics (joint industrial doctoral candidate Henri Vennikas).

## **Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöök**

**EXPERTISE:** Electronics system design; Methods and techniques for miniaturized actuators and sensor technologies; Resource-constrained implementation of wireless technologies; Methods for sensors' data processing, decision-making, and actuation; design and implementation of bioanalytical instrumentation.

**PROBLEMS WE CAN SOLVE:** Defining and analysing electronics systems specifications and requirements; Surveying, selecting or defining state-of-the-art architectures, methods, technologies, and tools for the design and implementation of electronics systems.

**CONSULTANCY OFFER:** Consultations related to the analysis of applications and use-cases that already rely on or can potentially benefit from cognitive Electronics, including IIoT, bioanalytical instrumentation, and control for electrospinning . Consultations related to the research and development of methods, algorithms, and technologies. Development of cognitive electronics lab prototypes and testbeds.

### **Ettevõtluskoostöö eesmärk**

Tamas Pardy funded COGNIFLOW OÜ company to transfer research results into lower entry barrier to droplet biotechnology via affordable instrumentation.

The research group is open to participate in or lead Horizon Europe consortia for green-digital transformation, e.g. electronics for sustainable systems/sustainable electronic systems with environmental, communication, bioanalytical instrumentation, and electrospinning control. Indicative minimum budget share: 50 000 EUR.

## Täiendav info:

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

- 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad
- 5. Tervisetehnoloogiad

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

Frascati Manuaali teadusvaldkonnad:

- 2.2 Elektrotehnika, elektroonika, infotehnika
- 2.10 Nanotehnoloogia

CERCSi teaduserialad:

- T170 Elektroonika
- T115 Meditsiinitehnika

### Hinnang rühma kasutuses olevale TA taristule (sh kolleksioonid ja andmekogud), piisavus ja seisund

Hinnang seisundile:

Seisundi selgitus:

The research group has access to electronics development and prototyping tools, professional measurement equipment, high power computing, open-source hardware and software (software defined radios, 5G core, 3D-printers, etc.). The R&D infrastructure and equipment is sufficient and up-to date for carrying out the top-level competitive research.

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

Yannick Le Moullec, Vice-Chair, IEEE Estonia Section

Yannick Le Moullec, Senior Member, IEEE

Tamas Pardy, Member, IEEE

1. Yannick Le Moullec, Invited to serve on 2 research project calls' expert panels

--Generic call for proposals (Appel à Projet Générique), Agence Nationale de la Recherche (ANR), France, 2025

--Multidisciplinary Institute in Artificial intelligence (MIAI) Cluster Chairs, France, 202

2. Yannick Le Moullec, Elected as Vice-Chair, IEEE Estonia Section

3. Tamas Pardy, Elected as Chair, IEEE Estonia Section Jt Chapter, IM09/ED15/EMB18

4. Mehrab Mahdian, Elected as Chapter Secretary, IEEE Estonia Section Jt Chapter, IM09/ED15/EMB18

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

#### **Välispartnerid:**

- Université de Bretagne Sud, Lorient, France, ARCAD Team, Lab-STICC
- Politecnico di Milano, Italy, Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria
- Budapest University of Technology and Economics, Hungary

#### **Eesti partnerid:**

- Tallinna Tehnikakõrgkool
- OÜ Harmet
- 

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

"Overview of Sustainable and Circular Electronics". Presentation on 10 June 2025

as part of the Energetic summer school "AI, Battery & Sustainability" organized

by TalTech, June 9-11, 2025

<https://actualites.insa-strasbourg.fr/article/recherche/formation-a-la-transition-energetique-lecole-de-energetic-met-lia-et-linnovation-batterie-a-lhonneur-a-tallinn-fren/>

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

#### **Riiklikud:**

#### **Rahvusvahelised:**

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

N/A

Uurimisrühma veebilehe aadress

**Eesti keeles**

<https://taltech.ee/elektroonikainstituut/uurimisruhmad>

**Inglise keeles**