

# TERVISETEHNOLOOGIATE INSTITUUT, 2020. a uurimisrühmade ülevaated

Instituudi direktor: Kalju Meigas, [kalju.meigas@taltech.ee](mailto:kalju.meigas@taltech.ee)

## Aju bioelektriliste signaalide uurimisgrupp

Uurimisrühma juht: Maie Bachmann, professor, [maie.bachmann@taltech.ee](mailto:maie.bachmann@taltech.ee)

Liikmed:

Hiie Hinrikus, vanemteadur, emeriitprofessor;

Jaanus Lass, vanemteadur;

Laura Päeske, nooremteadur-doktorant;

Tuuli Uudeberg, nooremteadur-doktorant;

Toomas Pöld, doktorant.

**Võtmesõnad:** signaalitöötlus, elektroentsefalograafia, aju häired

### Kompetentsid

Uurimisgrupp omab kompetentsi interdistsiplinaarsel infotehnoloogia ja aju füsioloogia puutealal. Uuringud on suunatud aju elektroentsefalograafilises (EEG) signaalis mentaalsete häirete, tööstressi või keskkonna (mikrolaineikiirgus) poolt tingitud muutuste avastamisele ja tõlgendamisele. Uurimisgrupi poolt väljatöötatud EEG spektraalse asümmeeria indeks (SASI) on tõestanud end kui perspektiivne meetod erinevates rakendustes.

### Osalemise projektides

- TAR16013 (EXCITE) "IT Tippkeskus EXCITE (1.09.2016–1.03.2023)", PI M. Kruusmaa, Tallinna Tehnikaülikool, Infotehnoloogia teaduskond, Biorobootika keskus, Cybernetica AS;
- COST Action CA19127 *Cognitive decline in Nephro-Neurology: European Cooperative Target* (2020-2024);
- COST Action CA18106 *The neural architecture of consciousness* (2019-2023).

### Teaduspublikatsioonid (valik)

- Päeske, L.; Hinrikus, H.; Lass, J.; Raik, J.; Bachmann, M. (2020). Negative Correlation Between Functional Connectivity and Small-Worldness in the Alpha Frequency Band of a Healthy Brain. *Frontiers in Physiology*, 11 (910). DOI: 10.3389/fphys.2020.00910.
- Uudeberg, T.; Päeske, L.; Pöld, T.; Lass, J.; Hinrikus, H.; Bachmann, M. (2020). Long-Term Stability of EEG Spectral Asymmetry Index – Preliminary Study. In: XV Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing – MEDICON 2019 (276–281). Springer. (IFMBE Proceedings; 76). DOI: 10.1007/978-3-030-31635-8\_33.

### Tähtsamad tulemused

- Objektiveid EEG signaalil põhinevaid mõõdikuid näitavad depressiooni varaseid sümptomeid;
- vähenenud väikse maailma organiseeritus kompenseeritakse ajus suurenenud alfa ühenduste tugevusega;
- pikaajaline SASI muutlikkus ühel inimesel on palju väiksem kui inimestevaheline muutlikkus, mis võimaldab rakendada SASI personaalseks depressiooni sümptomite hindamiseks.

### AAK prioriteetsed suunad:

- Usaldusväärsed IT lahendused
- Tulevikku vaatav riigivalitsemine

### Teadusvaldkond

1. Loodusteadused
- 1.2 Arvutiteadus ja informaatika
2. Tehnika ja tehnoloogia
- 2.6 Meditsiinitehnika

## Brain bioelectrical signals research group

Group leader: Maie Bachmann, Professor, [maie.bachmann@taltech.ee](mailto:maie.bachmann@taltech.ee)

Members:

Hiie Hinrikus, Senior Research Scientist, Professor Emeritus;

Jaanus Lass, Senior Research Scientist;

Laura Päeske, Early Stage Researcher, PhD student;

Tuuli Uudeberg, Early Stage Researcher, PhD student;

Toomas Pöld, PhD student.

**Key words:** signal processing, electroencephalography, brain disorders

### Competency

The research group is experienced in the interdisciplinary area of information technology and brain physiology. The studies are aimed to detect and interpret the features in the brain electroencephalography (EEG) signal characteristic for mental disorder, occupational and/or environmental stressors comprising the advanced methods of signal analysis and the knowledge about brain neuronal activity. An original Spectral Asymmetry Index (SASI) has been developed and proved as a promising method in various applications.

### Participation in the following significant projects

- TAR16013 (EXCITE) (TK148) "Estonian Centre of Excellence in ICT Research (1.09.2016–1.03.2023)", Maarja Kruusmaa, Tallinna Tehnikaülikool, Infotehnoloogia teaduskond, Biorobotika keskus, Cybernetica AS, (PI TTI I. Fridolin),
- COST Action CA19127 Cognitive decline in Nephro-Neurology: European Cooperative Target (2020-2024)
- COST Action CA18106 The neural architecture of consciousness (2019-2023)

### Selected publications

- Päeske, L.; Hinrikus, H.; Lass, J.; Raik, J.; Bachmann, M. (2020). Negative Correlation Between Functional Connectivity and Small-Worldness in the Alpha Frequency Band of a Healthy Brain. *Frontiers in Physiology*, 11 (910). DOI: 10.3389/fphys.2020.00910.
- Uudeberg, T.; Päeske, L.; Pöld, T.; Lass, J.; Hinrikus, H.; Bachmann, M. (2020). Long-Term Stability of EEG Spectral Asymmetry Index – Preliminary Study. In: *XV Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing – MEDICON 2019* (276–281). Springer. (IFMBE Proceedings; 76). DOI: 10.1007/978-3-030-31635-8\_33

### Main results

- by applying EEG-based objective measures it is feasible to indicate early symptoms of depression;
- decreased small-world organization of a brain network is compensated with increased alpha connectivity;
- long-term temporal variability of SASI for a person is much lower than inter-individual variability, supporting the possibility of using SASI for evaluation of depression symptoms for an individual.

### ASP priority areas:

- Dependable IT solutions;
- Future governance

### Field of research

1. Natural Sciences
- 1.2 Computer and information sciences
2. Engineering and technology
- 2.6 Medical engineering

## Sensortehnoloogiad meditsiinitehnikas

Uurimisrühma juht: Ivo Fridolin, professor, [Ivo.Fridolin@taltech.ee](mailto:Ivo.Fridolin@taltech.ee)

Liikmed:

Jana Holmar, vanemteadur/Post-doc;

Kristjan Pilt, vanemteadur/Post-doc;

Jürgen Arund, vanemteadur;

Merike Luman, vanemteadur;

Risto Tanner, vanemteadur;

Nils Fredrik Arne Uhlin, vanemteadur;

Moonika Viigimäe, teadur;

Ardo Allik, doktorant-nooremteadur;

Sigrid Kalle, lektor;

Andrus Paats, doktorant;

Joosep Paats, labori spetsialist, doktorant;

Deniss Karai, tehnik;

Rain Kattai, tehnik.

### Võtmesõnad:

Sensorid, algoritmid, sensorite integratsioon, biovedelike optika, ureemilised toksiinid, dialüüsravi, reaajas monitooring, spektrofotomeetria, spectrofluorimeetria, signaalitöötlus, tark tööriivas, füüsilise aktiivsuse monitooring, energiakulu, väsimuse monitooring, kõnetuvastus

### Kompetents

Uurimisgrupi teadustöö eesmärgiks on välja töötada paindlikke ja uudseid sensortehnoloogiaid ja algoritme:

1. ureemiliste toksiinide eemaldamise jälgimiseks reaajas. Mõõdetud parameetrid võimaldavad hinnata erinevate ureemiliste toksiinide kontsentratsioone reaajas ilma vereproove võtmata ning seega aitab saada paremini tagasisidet ravi (n neeruasendusravi) kohta ning kohandada raviviise vastavalt patsientide vajadustega.
2. isikustatud ja targa tööriiva loomiseks, mis tööriivasse integreeritud sensorite ja uudsete algoritmide abil looks väärtuslikke andmeid tööliste asukohast, kõnnimustritest, füüsilisest aktiivsusest, energiakulust ja füsioloogilisest seisundist ning parandaks tehnoloogiliste lahenduste ja teenuste abil teadlikkust ja ohutust nõudlikes ja ohtlikes töökeskkondades.
3. kõnetuvastuse rakendusteks meditsiinis ja tööstuses.

### Osalemine projektides

- TAR16013 (EXCITE) "IT Tippkeskus EXCITE (1.09.2016–1.03.2023)", Maarja Kruusmaa, Tallinna Tehnikaülikool, Infotehnoloogia teaduskond, Biorobotika keskus, Cybernetica AS, (PI TTI I. Fridolin),
- IUT19-2 "Biooptilised ja bioelektrilised signaalid meditsiinitehnikas" (PI I. Fridolin);
- "Ragnarok2.0 targa ülikonna edasiarendus ja piloteerimine Protex AS ja Tallinna Sadama näitel", Tallinna Tehnikaülikool, Infotehnoloogia teaduskond, Tervisetehnoloogiate instituut. Rahastaja EAS läbi ESTRONICS klatri, (TalTech PI I. Fridolin);
- European Union through the European Regional Development Fund H2020-SMEINST-2-2017, OLDIAS2—Online Dialysis Sensor Phase2 project, Grant Agreement nr 767572.

### Teaduspublikatsioonid (valik)

- Allik, Ardo; Pilt, Kristjan; Karai, Deniss; Fridolin, Ivo; Leier, Mairo; Jervan, Gert (2019). Optimization of Physical Activity Recognition for Real-Time Wearable Systems: Effect of Window Length, Sampling Frequency and Number of Features. Applied Sciences, 9 (22).10.3390/app9224833.

- Lauri, K., J. Arund, J. Holmar, R. Tanner, S. Kalle, M. Luman and I. Fridolin (2020). "Removal of Urea,  $\beta$ 2-Microglobulin, and Indoxyl Sulfate Assessed by Absorbance and Fluorescence in the Spent Dialysate During Hemodialysis." *ASAIO Journal*, Vol. 66, No. 6, pp 698-705, DOI: 10.1097/MAT.0000000000001058
- Paats, J., A. Adoberg, J. Arund, A. Dhondt, A. Fernström, I. Fridolin, G. Glorieux, L. Leis, M. Luman, E. Gonzalez-Parra, V. M. Perez-Gomez, K. Pilt, D. Sanchez-Ospina, M. Segelmark, F. Uhlin and A. Arduan Ortiz (2020). "Serum Levels and Removal by Haemodialysis and Haemodiafiltration of Tryptophan-Derived Uremic Toxins in ESKD Patients." *International Journal of Molecular Sciences* 21(4): 1522. <https://www.mdpi.com/1422-0067/21/4/1522>

### Patendid ja patenditaotlused

Patentne leiutis: Meetod ja seade füüsilise väsimuse hindamiseks reaajas füsioloogiliste signaalide ja parameetrite põhjal; Owners: Tallinn University of Technology ; Authors: Ardo Allik, Ivo Fridolin, Gert Jervan, Kristjan Pilt, Moonika Viigimäe; Priority number: P201900024; Priority date: 26.09.2019.

### Uurimisrühma viimaste aastate rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

- Loodi uudne miniatuurne dialüüsi reaajas jälgimise prototüüp (MCM sensor), mida testiti kliinilistes katsetes erinevates Euroopa kliinikutes;
- Pakuti välja uus meetod ja seade füüsilise väsimuse hindamiseks reaajas füsioloogiliste signaalide ja parameetrite põhjal.

### Tegevusvaldkond

- |                           |                                  |
|---------------------------|----------------------------------|
| 1. Loodusteadused         | 1.2 Arvutiteadus ja informaatika |
| 2. Tehnika ja tehnoloogia | 2.6 Meditsiinitehnika            |

### Tunnustused

- Doktorant Ardo Allik (juh Ivo Fridolin, Gert Jervan ja Kristjan Pilt) pälvis Eesti Infotehnoloogia ja Telekommunikatsiooni Liidu (ITL) ning Haridus- ja Noorteameti (Harno) koostöisel konkursil Ustus Aguri nimelise stipendiumi. Seda stipendiumit saab pidada IKT valdkonna kõrgeimaks tunnustuseks Eestis.
- J. Paatsi magistritöö "Trüptofaani ja trüptofaani metaboliitide tasemed ja eemaldamine kroonilise neerupuudulikkusega patsientidel hemodialüüsravi käigus" (juh J. Arund, kaasjuh. I. Fridolin), saavutas Haridus- ja Teadusministeeriumi 2020. a üliõpilaste teadustööde riikliku konkursil arsti- ja terviseteaduste valdkonna I preemia magistriõppe astmes.

### Osalus oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös:

I. Fridolin on rahvusvahelise European Uremic Toxin Work Group (EUTox WG) liige.

### Uurimisrühma senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas

- European Union through the European Regional Development Fund H2020-SMEINST-2-2017, OLDIAS2—Online Dialysis Sensor Phase2 project, Grant Agreement nr 767572. (2017-2019)

### Käimasolevate projektide/lepingute tulemusi saab rakendada:

- Tervishoius
- Tööohutuses

## Sensor technologies in biomedical engineering (SensorTechBME) research group

Group leader: Ivo Fridolin, Professor, [ivo.fridolin@taltech.ee](mailto:ivo.fridolin@taltech.ee)

Members:

Jana Holmar, Senior Research Scientist, **Post-doc**;

Kristjan Pilt, Senior Research Scientist, **Post-doc**;

Jürgen Arund, Senior Research Scientist;

Merike Luman, Senior Research Scientist;

Risto Tanner, Senior Research Scientist;

Nils Fredrik Arne Uhlín, Senior Research Scientist;

Moonika Viigimäe, Research Scientist;

Ardo Allik, Early Stage Researcher, PhD student;

Sigrid Kalle, Lecturer;

Joosep Paats, Laboratory Specialist, **PhD student**;

Deniss Karai, Technician;

Rain Kattai, Technician;

Andrus Paats, PhD student.

**Key words:** Sensors, algorithms, sensor fusion, biofluid optics, uremic toxins, dialysis, on-line monitoring, spectrophotometry, spectrofluorimetry, signal processing, smart work wear, physical activity monitoring, energy consumption, fatigue monitoring, automatic speech recognition, speech-to-text applications.

### Competency

The main research field of the SensorTechBME team is to develop flexible and novel sensor technologies and algorithms in biomedical engineering applications:

1. to estimate dialysis adequacy and quality securing end stage renal disease (ESRD) patients' care quality. The research is exploring spectrophotometrical and spectrofluorimetrical characteristics-signatures of the biofluids and performing various signal processing and analysis on those signals.
2. to develop beyond the state-of-the-art applications incorporated into a smart wearable multi-sensor fusion system for generating valuable data about the workers' location, locomotion, physical activity, energy consumption and physiological status;
3. for speech-to-text usage in healthcare and industry.

### Participation in the following significant projects

- Estonian Centre of Excellence in ICT Research EXCITE (PI for Dept. of Healthcare Tech I. Fridolin),
- IUT19-2 "Biooptical and bioelectrical signals in Biomedical Engineering" (PI I. Fridolin);
- "Further development and piloting of smart suit Ragnarok2.0 using Protex AS and AS Tallinna Sadam as test-fields", one partner Tallinn University of Technology, Dept of Comp Systems and Dept. of Healthcare Tech, CBE. Enterprise Estonia via Estonian Smart Electronics Cluster ESTRONICS (TalTech PI I. Fridolin);
- European Union through the European Regional Development Fund H2020-SMEINST-2-2017, OLDIAS2—Online Dialysis Sensor Phase2 project, Grant Agreement nr 767572.

### Selected Publications

- Allik, Ardo; Pilt, Kristjan; Karai, Deniss; Fridolin, Ivo; Leier, Mairo; Jervan, Gert (2019). Optimization of Physical Activity Recognition for Real-Time Wearable Systems: Effect of Window Length, Sampling Frequency and Number of Features. Applied Sciences, 9 (22).10.3390/app9224833.
- Lauri, K., J. Arund, J. Holmar, R. Tanner, S. Kalle, M. Luman and I. Fridolin (2020). "Removal of Urea,  $\beta$ 2-Microglobulin, and Indoxyl Sulfate Assessed by Absorbance and Fluorescence in the Spent Dialysate During Hemodialysis." ASAIO Journal, Vol. 66, No. 6, pp 698-705, DOI: 10.1097/MAT.0000000000001058

- Paats, J., A. Adoberg, J. Arund, A. Dhondt, A. Fernström, I. Fridolin, G. Glorieux, L. Leis, M. Luman, E. Gonzalez-Parra, V. M. Perez-Gomez, K. Pilt, D. Sanchez-Ospina, M. Segelmark, F. Uhlin and A. Arduan Ortiz (2020). "Serum Levels and Removal by Haemodialysis and Haemodiafiltration of Tryptophan-Derived Uremic Toxins in ESKD Patients." International Journal of Molecular Sciences 21(4): 1522. <https://www.mdpi.com/1422-0067/21/4/1522>

### **Patents and patent applications**

Patent application: Meetod ja seade füüsilise väsimuse hindamiseks reaalajas füsioloogiliste signaalide ja parameetrite põhjal; Owners: Tallinn University of Technology; Authors: Ardo Allik, Ivo Fridolin, Gert Jervan, Kristjan Pilt, Moonika Viigimäe; Priority number: P201900024; Priority date: 26.09.2019.

### **Outstanding research results**

- A new a novel on-line multicomponent miniaturized optical sensor for monitoring removal of uremic toxins in the spent dialysate during hemodialysis was designed and validated in an European multicenter clinical study;
- A new method and device were developed for real-time physical fatigue estimation based on physiological signals and parameters.

### **Affiliation of the research team to the TalTech Academic Development Plan priority areas**

- 1. Health
- 2. Computer and information sciences
- 3. Natural Sciences

### **Field of research**

1. Natural Sciences
  2. Engineering and technology
- 1.2 Computer and information sciences
  - 2.6 Medical engineering

### **Honours/awards of the research group members at national/international level for the past year.**

- Doctoral student Ardo Allik (supervisor Ivo Fridolin, Gert Jervan and Kristjan Pilt) was awarded a Ustus Aguri scholarship by the Estonian Information Technology and Telecommunications Association (ITL) and the Education and Youth Board (Harno). This scholarship can be considered the highest recognition in the field of ICT in Estonia.
- J. Paats' master's thesis „Levels and removal of tryptophan and tryptophan derivatives in chronic kidney failure patients, effect of dialysis machine settings.“ (supervisor Jürgen Arund, co-supervisor Ivo Fridolin), won the 1st prize in the field of medical and health sciences in The Ministry of Education and Research national competition for student research in 2020.

### **Organizational activity**

I. Fridolin is a member of the international European Uremic Toxin Work Group (EUTox WG).

### **Information of applications in business, economics, society**

- European Union through the European Regional Development Fund H2020-SMEINST-2-2017, OLDIAS2—Online Dialysis Sensor Phase2 project, Grant Agreement nr 767572. (2017-2019)

### **The results of ongoing projects/contracts can be applied.**

- Healthcare
- Work safety

## Hüpertensiooni ja ateroskleroosi diagnostika ning ravi tehnoloogiate uurimisgrupp

Uurimisrühma juht: Margus Viigimaa, professor, [margus.viigimaa@taltech.ee](mailto:margus.viigimaa@taltech.ee)

Liikmed:

Kalju Meigas, professor;  
Sergei Nazarenko, kaasatud professor;  
Kristjan Pilt, vanemteadur, Post-doc;  
Sandra Einstein, doktorant;  
Juhan Reimand, doktorant;  
Grete Talviste, doktorant.

**Võtmesõnad:** hüpertensioon, ateroskleroos, tehnoloogiad, diagnoosimine, ravi.

### Kompetents

- Südame- ja veresoonte haiguste diagnostika ja ravi tehnoloogiate uurimine ja rakendamine;
- südame - veresoonekonna haigustega seotud teaduslikes uuringutes kasutatavate insenerilahenduste juurutamine meditsiini;
- uute kardiovaskulaarmeditsiini tehnoloogiate väljatöötamine ja kliiniline rakendamine;
- varajase ateroskleroosi määramise uuringud ja seadmete juurutamine;
- resistentse hüpertensiooni hemodünaamika uuringud ja innovatiivsete ravijuhtimise meetodite väljatöötamine;
- kardiovaskulaarse riski (koos geeniriskiga) määramise ja langetamise uuringud;
- perekondliku hüperkolesteroleemia diagnoosimise ja ravi uuringud.

### Osalemine projektides

Uurimisrühm osaleb TalTechi ning SA Põhja-Eesti Regionaalhaigla vahel sõlmitud projektis „Perekondliku hüperkolesteroleemia diagnoosimise ja ravi uute tehnoloogiate väljatöötamine“ (2017-2020). Uurimistöö on suunatud perekondliku hüperkolesteroleemia patsientide arterite aterosklerootiliste muutuste mitteinvasiivsele diagnoosimisele ja uute ravimeetodite kliiniline rakendamisele.

Personaarmeditsiini kliinilises juhtprojektis südame-veresoonekonna haiguste täppisennetuses (RITA1/01-42) uuritakse personaalmeditsiini rakendatavust südame-veresoonekonna haiguste preventsionis. Projekti juht on professor M. Viigimaa.

### Teaduspublikatsioonid (valik)

- Nilsson PM, Viigimaa M, Giwercman A, Cifkova R. Hypertension and Reproduction. *Curr Hypertens Rep.* 2020 Mar 13;22(4):29.
- Viigimaa M et al. Update of the position paper on arterial hypertension and erectile dysfunction. *J Hypertens.* 2020 Jul;38(7):1220-1234.
- Lotman EM, Viigimaa M. Digital Health in Cardiology: The Estonian Perspective. *Cardiology.* 2020;145(1):21-26.
- Zemtsovskaja G, Pilt K, Samarin A, Abina J, Meigas K, Viigimaa M. Construction of gender-specific regression models for aortic length estimation based on computed tomography images. *Health and Technology* 2020; 10 (3), 679–687.
- Pikta M, Viigimaa M, Pilt K, Kõots K, Meigas K. Association between Optical Signal Derived Aortic Augmentation Index and Cardiovascular Risk Factors in Healthy Volunteers. *Reports on global health research* 2020; 3: 119.
- Mach F, Viigimaa M et al. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. *Eur Heart J.* 2020 Jan 1;41(1):111-188.

### Rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Rahvusvahelises uuringus BEAUTY (*Better control of BP in hypertensive patients monitored Using the*

*HOTMANsYstem*) on uurimisrühm üheks viiest keskusest. On leitud, et hemodünaamiline monitoorimine aitab muuta hüpertensioonipatsientide ravi efektiivsust ja samas vähendada kõrvaltoimete esinemist. Kõrgetasemeliste publikatsioonide (1.1.) arv on 12 aastal 2020 ja 36 viimase 3 aasta jooksul.

## **Tegevusvaldkond**

3.2. Kliiniline meditsiin

3.3. Terviseteadused

## **Uurimisrühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused**

- Tallinna Tehnikaülikool, Infotehnoloogia teaduskond, prima teadusartikli autasu
- Eesti Kardioloogide Selts – parim teadusartikkel (M. Viigimaa)
- Eesti Hüpertensiooni Ühing – M. Viigimaa auliige (2020)

## **Research group on diagnostics and treatment technologies of hypertension and atherosclerosis**

Group leader: Margus Viigimaa, Professor, [margus.viigimaa@taltech.ee](mailto:margus.viigimaa@taltech.ee)

Members:

Kalju Meigas, Professor;

Sergei Nazarenko, Adjunct Professor;

Kristjan Pilt, Senior Research Scientist, Post-doc;

Sandra Einstein, PhD student;

Juhan Reimand, PhD student;

Grete Talviste, PhD student.

**Key words:** hypertension, atherosclerosis, technologies, diagnosis, treatment

### **Competency**

- Research and development of novel technologies in cardiovascular medicine
- Development of the cardiovascular medical engineering
- Clinical application of novel technologies in the field of cardiovascular medicine
- Early atherosclerosis and development of novel technologies and devices
- Hemodynamics of resistant hypertension and development of novel methods in guiding of drug treatment
- Cardiovascular risk assessment (including polygenic risk score) and management
- Diagnosis and treatment of familial hypercholesterolemia

### **Participation in the following significant projects**

The group members participate in the joint research project with the North Estonia Medical Centre “Novel technologies in the diagnostics and treatment of familial hypercholesterolemia” (2017-2020).

In the RITA1/01-42-02 "Clinical pilot projects of personalised medicine in the precise prevention of breast cancer and cardiovascular diseases (2018–2020)" personalised medicine in cardiovascular primary prevention is studied.

### **Selected publications**

1. Nilsson PM, Viigimaa M, Giwercman A, Cifkova R. Hypertension and Reproduction. *Curr Hypertens Rep.* 2020 Mar 13;22(4):29.
2. Viigimaa M et al. Update of the position paper on arterial hypertension and erectile dysfunction. *J Hypertens.* 2020 Jul;38(7):1220-1234.
3. Lotman EM, Viigimaa M. Digital Health in Cardiology: The Estonian Perspective. *Cardiology.* 2020;145(1):21-26.



4. Zemtsovskaja G, Pilt K, Samarin A, Abina J, Meigas K, Viigimaa M. Construction of gender-specific regression models for aortic length estimation based on computed tomography images. *Health and Technology* 2020; 10 (3), 679–687.
5. Pikta M, Viigimaa M, Pilt K, Kõõts K, Meigas K. Association between Optical Signal Derived Aortic Augmentation Index and Cardiovascular Risk Factors in Healthy Volunteers. *Reports on global health research* 2020; 3: 119.
6. Mach F, Viigimaa M et al. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. *Eur Heart J.* 2020 Jan 1;41(1):111-188.

### **Internationally recognised research results**

The group is one of the five centres in the international study BEAUTY (Better control of BP in hypertensive patients monitored Using the HOTMANsYstem). Noninvasive hemodynamic monitoring associated with a drug selection algorithm induced bigger reductions in home blood pressure compared with conventional drug selection in uncontrolled hypertensive patients.

The number of 1.1. publications in 2020 is 12 (total number 36 during last 3 years).

### **Fields of research**

3.2 Clinical medicine

3.3 Health sciences

### **Honours/awards of the research group members at national/international level for the past year**

- School of Information Technologies - best research paper
- Estonian Society of Cardiology - best research paper (M. Viigimaa)
- Estonian Society of Hypertension - honorary member M. Viigimaa

## E-tervise rakenduste ja teenuste uurimisgrupp

Uurimisrühma juht: Peeter Ross, professor, [peeter.ross@taltech.ee](mailto:peeter.ross@taltech.ee)

Liikmed:

Katrin Gross-Paju, dotsent;  
Madis Tiik, vanemlektor;  
Riina Hallik, lektor;  
Priit Kruus, lektor;  
Hany Gergis Moawad Mina, lektor;  
Kristian Juha Ismo Kankiainen, doktorant-nooremteadur;  
Toomas Klementi, doktorant-nooremteadur;  
Olga Vovk, doktorant-nooremteadur;  
Janek Metsallik, e-tervise spetsialist, doktorant;  
Maarja Kuslapuu, projekti assistent;  
Mall Maasik, projektijuht;  
Kerli Metsla, projektijuht;  
Helen Staak, õppekava kommunikatsiooni spetsialist;  
Markus Bertl, doktorant;  
Riin Ehin, doktorant.

**Võtmesõnad:** Tervishoiu digitaliseerimine, digitervis, muutuste juhtimine tervishoius, e-tervis.

### Kompetents

Uurimisrühma põhikompetentsideks on tervishoiu digitaliseerimisega (e-tervis) seotud infotehnoloogiliste lahenduste arendamine ning nende rakendamiseks vajalike koosvõimet tagavate tegurite uurimine. Uuritavate tegurite alla kuuluvad suurte (riigi- või piirkonnatasandi) e-tervise süsteemide puhul kasutatavad strateegiad, standardid, infotehnoloogiline arhitektuur, andmekoosseisud ja andmebaasid. 2020. aastal oli uurimisrühma spetsiifilise tegevus seotud meditsiinis ja tervishoius kasutatavate digitaalsete andmete kvaliteedi, arhitektuuri ja andmemudelitega, digitaalsete tervisetehnoloogiate hindamise ja kasutusvaldkondadega ning digitervise lahenduste tasustamise raamistiku koostamisega. Samuti jätkus personaalmeditsiiniga seonduvate infotehnoloogiliste lahenduste uurimine.

### Keskuse põhitegevused

Uurimistöö tegemine valdkondades, mis käsitlevad kliinilisi otsustustugesid, digitaalsete tervisetehnoloogiate hindamist, inimese terviseandmetega seonduvat käitumist veebis ja tervishoiu digitaliseerimise komponente ja tegureid. Osalemine ja ettekanded erinevates rahvusvahelistes teadus- ja arendusprojektides. Health Care Technology magistriprogrammi õppe läbiviimine.

### Osalemine projektides

Projektide ja tellimustööde teostamine ning projektitaotluste ja pakkumuste kirjutamine 2020. aastal toimus keskuse teadustöö järgmiste projektide või tellimustööde raames:

- BaltCityPrevention (Interreg Baltic Sea Region);
- Kliiniliste juhtprojektide uuring (RITA);
- Euroopa Liidu e-tervise teemalise ühismeetme „eHAction“ projekt;
- Digitervise lahenduste tasustamist toetav raamistik ja ettepanekud (Eesti Haigekassa);
- Ülevaade 3D printimise võimalustest ja tõendus põhise ülevaade kasutusvaldkondadest meditsiinis (Eesti Haigekassa);
- „Katkematu raviteekonna loomine insuldi läbi teinud inimestele“ (Eesti Haigekassa);
- Perearstide digitaalse kirjaoskuse tõstmise koolitus; Perearstide digitaalse kirjaoskuse koolitus;
- Uute projektidena lisandusid 4 doktorandi uurimisteemad digitervise erinevates valdkondades.

Magistriprogrammi planeerimine ja koordineerimine ning magistritööde juhendamine kulges rahuldavalt. Programmi juhhib Priit Kruus. Endiselt on õppesse soovijate hulk suurem, kui planeeritud 25 kohta, mis tähendab, et huvi tervishoiutehnoloogiaga õppida on noortel olemas.

E-mediitsiini keskus tegeles oma teadustööga 2020. aastal doktorant Janek Metsallik ja lisandus doktorant Markus Bertl.

### **Uurimisrühma viimaste aastate rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused**

Meie keskuse töötajad olid rahvusvaheliselt väga aktiivsed: erinevates maades ja üritustel tehti ligi paarsada ettekannet. Meil on koostöö Kyoto Ülikooliga ja Keio Ülikooliga Jaapanist, mitme Soome teadus- ja arendusasutusega, Flensburgi ja Regensburgi rakenduskõrgkooliga ning paljude teistega. Samuti on meil tihe koostöö Eesti e-tervise valdkonna iduettevõtetega, ITK, LTKH, PERH-i, Haigekassa, TEHIK-u, Geenivaramu ja IT ettevõtetega.

E-mediitsiini keskusesse lisandus 2020. aastal 4 doktoranti ja mitu akadeemilist töötajat ning sisuliselt on akadeemilisel tööil 20 inimest. Lisaks oli meie vastutusel oleva 12 õppeaine läbi viimiseks käsunduslepingud paljude (ligi 20) spetsialistidega.

Keskuse õppe- ja teadustöö toimub väga huvitavas valdkonnas – digitervis/e-tervis – mis on käesoleval ajal aktuaalne valdkond kogu maailmas. See annab positiivse tausta meie keskuse töötajatele.

E-mediitsiini keskuse eelarve on 200-250 tuhande euro vahel, millest ligikaudu pool laekub õppetöök mõeldud eraldisest ja teine pool erinevatest projektidest. Üksnes õppejõudude kulu on ligi 150 tuhat eurot aastas. Õppetööga paralleelselt valdkonna ettevõtetes töötamine annab väga palju juurde õpetamise sisule ja võimaldab õpetada reaalselt elus vaja minevaid oskusi. Keskuse jätkusuutlikkuse tagamiseks tuleb mõelda järgmiste tegevuste peale:

- Õppetöö optimeerimine (vähem oma aineid, rohkem koostööd teiste õppekavadega, vähem üliõpilasi meie õppeainele, rohkem fokuseeritud teemadega magistritöid tagamaks keskuse töötajate kõige optimaalsema kaasatuse);
- Tihedam koostöö Eesti e-tervise valdkonnaga tegelevate organisatsioonidega, et leida rahastust konkreetselt oma valdkonna arendus- ja teadustööle (SoM, TEHIK, Haigekassa, TÜ Eesti Geenivaramu, võib-olla ka mõned e-tervise tegelevad firmad);
- Rahvusvaheliste projektitaotluste täpsem selekteerimine, et mitte raisata keskuse töötajate aega väikse rahastustõenäosusega taotluste kirjutamisele.

### **Uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga**

- Usaldusväärsed IT-lahendused
- Tulevikku vaatava riigivalitsemine

### **Tegevusvaldkond**

3. Arsti- ja terviseteadused 3.3 Terviseteadused

3. Arsti- ja terviseteadused 3.4 Meditsiiniline biotehnoloogia

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

Kaks keskuse töötajat on Maailmapanga ja üks Aasia Arengupanga konsultandid e-tervise valdkonnas.

### **Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuses**

E-mediitsiini keskus on saanud rahastuse järgmiseks 3 aastaks kahele rahvusvahelisele projektile:

- HealthSense. In cooperation with Health and Welfare Information System Center and Software Technology and Applications Competence Centre (STACC).
- Nordic eHealth for Patients: Benchmarking and Developing for the Future (NordForsk). The consortium includes 4 universities from Sweden and 1 university from Finland, Norway and USA.

## Digital health applications and services

Group leader: Peeter Ross, Professor, [peeter.ross@taltech.ee](mailto:peeter.ross@taltech.ee)

Members:

Katrin Gross-Paju, Associate Professor;

Madis Tiik, Senior Lecturer;

Riina Hallik, Lecturer;

Priit Kruus, Lecturer;

Hany Gergis Moawad Mina Lecturer;

Kristian Juha Ismo Kankiainen, Early Stage Researcher;

Toomas Klementi, Early Stage Researcher;

Olga Vovk, Early Stage Researcher;

Janek Metsallik, Expert of E-Health, Phd student;

Maarja Kuslapuu, Project Assistant;

Mall Maasik, Project Manager;

Kerli Metsla, Project Manager;

Tanel Ross, Specialist;

Helen Staak, Study Programme Communication Officer;

Markus Bertl, PhD student;

Riin Ehin, PhD student.

**Key words:** Digital health, eHealth, change management in health care.

### Competency

The core competencies of the research group are the development of IT solutions related to digitalization of health care (e-health) and research of the interoperability factors necessary for their implementation. Factors to be studied include strategies, standards, IT architecture, data statuses and databases used for large (national or regional) e-health systems. In 2020, the research team's more specific activities were related to the medical and health care digital data quality, architecture and models, evaluation and use of digital health technologies and the development of a framework for reimbursement of digital health solutions. Also, the development and research of IT solutions related to personal medicine.

### Main Activities of the eMed Lab in 2020

Conducting research in areas of clinical decision support systems, evaluation of digital health technologies, user behavior concerning web-based health and medical data access, and components and factors for digitizing healthcare. Participation and presentations in various international research and development projects. Conducting a Master's Program in Health Care Technology and *Projects' management and writing new projects applications and tenders proposals*.

### Participation in the following significant projects

*In 2020, the Center carried out research on the following projects and contracts:*

- BaltCityPrevention (Interreg Baltic Sea Region);
- Clinical Survey of Personalized Medicine Project (RITA);
- International Foundation for Integrated Care (IFIC) project;
- The EU eHealth Joint Action "eHAction" project;
- Framework and proposals supporting the reimbursement of digital health solutions (Estonian Health Insurance Fund);
- Overview of 3D printing use in medicine and evidence-based applications in medicine (Estonian Health Insurance Fund);
- Creating a seamless care pathway for people with a stroke (Estonian Health Insurance Fund);
- Digital literacy training for GPs (Ministry of Economic Affairs and Communications);
- New projects started in 2020: Opening of research topics of 4 doctoral students in the field of digital health.

Planning and coordinating the Master's program and supervising Master's theses were satisfactory. The team leader of the program is Priit Kruus. The number of people wishing to study is still higher than planned 25 students, which means that young people have an interest in learning about health care technology. In 2020, PhD students Janek Metsallik and Markus Bertl worked in the eMedLab.

### **Outstanding research results**

The staff of our center were very active internationally: in several countries and events, a couple of hundred presentations were made. We have cooperation with Kyoto University and Keio University from Japan, with several Finnish research and development institutions, with the University of Applied Sciences in Flensburg and in Regensburg and many others. We also have close co-operation with Estonian start-ups in the field of e-health, as well as with leading hospitals – East Tallinn Central Hospital, North Estonia Medical Center, and Health Insurance Fund, TEHIK, Genome Center and several IT companies.

In 2020, 4 doctoral students and some academic staff started working at the eMedLab, and in essence there are 20 people in academic work. In addition, eMedLab had contracts with several specialists (nearly 20) to carry out our master's program 12 subjects.

The eMedLab teaching, development and research work is in a very interesting area – digital health/e-Health – which is currently a hot topic worldwide. This gives a positive background to our center staff. The budget of the eMedLab is between EUR 200-250 thousand, of which about half is earmarked for training and the other half for different projects. Only the teaching staff costs are about 150 thousand euros a year. Working in the field of e-health in parallel with the teaching work gives a lot to the content of teaching and allows to teach the skills needed in real life. To ensure the eMedLab's sustainability, we need to think about the following:

- Optimizing teaching (less of own subjects, more collaboration with other curricula, fewer students in our subject area, more focused topics with master's theses to ensure the best involvement of the eMedLab's staff;
- Closer co-operation with organizations working in the field of e-health in Estonia to find funding specifically for development and research in their field (Ministry of Social Affairs, TEHIK, Health Insurance Fund, UT Estonian Genome Bank, maybe also some e-health companies);
- More precise selection of international project applications in order to avoid wasting time for the eMedLab's staff to write applications with a low probability of funding.

### **ASP priority areas:**

- Dependable IT solutions;
- Future governance.

### **Field of research**

3. Medical and health sciences - 3.3 Health sciences

3. Medical and health sciences - 3.4 Medical biotechnology

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

Two of the Labs employees are World Bank and one Asian Development Bank consultants in the field of eHealth.

### **Information on applied research and development activities of the research group**

eMedLab has got funding of the following international projects for the next 3 years:

HealthSense. In cooperation with Health and Welfare Information System Center and Software Technology and Applications Competence Centre (STACC):

- HealthSense. In cooperation with Health and Welfare Information System Center and Software Technology and Applications Competence Centre (STACC).
- Nordic eHealth for Patients: Benchmarking and Developing for the Future (NordForsk). The consortium includes 4 universities from Sweden and 1 university from Finland, Norway and USA.

## E-NMR teaduslabor

Uurimisgrupi juht: Ago Samoson, juhtivteadur, [ago.samoson@ttu.ee](mailto:ago.samoson@ttu.ee)

Liikmed:

Tiina Titma, teadur;

Kalju Vanatalu, insener;

Andres Oss, insener;

Andres Reinhold, insener;

Meelis Rohtmäe, tehnik.

**Võtmesõnad:** Mikromehhaanika, raadioelektronika, tehniline keraamika, CAD, metaboolomika, alzheimer, NMR, MAS

### 2020 teadustöö aruanne:

Töötasime nii NMR tehnoloogia, metaboolse diagnostika kui ka amüloidide fibrillatsiooni inhibeerimisega, mida peetakse oluliseks Alzheimeri ravil.

### Tähtsamad tulemused:

Joonelaiuse rotatsioonist sõltuvuse analüüs.

### Valdkond:

1. Loodusteadused

1.2 Arvutiteadus ja informaatika

2. Tehnika ja tehnoloogia

### Valitud publikatsioonid

- Malar, AA., Smith-Penzel, S., Camenisch, GM., Wiegand, T., Samoson, A., Bockmann, A., Ernst, M., Meier, BH. (2019). Quantifying proton NMR coherent linewidth in proteins under fast MAS conditions: a second moment approach. *Journal of Physical Chemistry Chemical Physics*. Vol. 21, Issue: 35. 18850-18865. DOI: 10.1039/c9cp03414e.
- Samoson, A. (2019). H-MAS. *Journal of Magnetic Resonance*. Vol. 306, 167-172. DOI: 10.1016/j.jmr.2019.07.010.
- Penzel, S., Oss, A., Org, ML., Samoson, A., Bockmann, A., Ernst, M., Meier, BH. (2019). Spinning faster: protein NMR at MAS frequencies up to 126kHz. *Journal of Biomolecular NMR*. Vol. 73, Issue 1-2, 19-29. DOI: 10.1007/s10858-018-0219-9.
- Titma, T., Shin, MJ., Ludwig, C., Gunther, UL., Pikta, M., Zemtsovskaja, G., Viigimaa, M., Tanner, R., Samoson, A. (2019). The Metabolic Profile of Stable Ischemic Heart Disease by Serum H-1 NMR. *Applied Magnetic Resonance*. Vol. 50, Issue 4, 527-539. DOI: 10.1007/s00723-018-1084-0.

## Research group of e-NMR

Group leader: Ago Samoson, Lead Research Scientist, [ago.samoson@ttu.ee](mailto:ago.samoson@ttu.ee)

Members:

Tiina Titma, Research Scientist;

Kalju Vanatalu, Engineer;

Andres Oss, Engineer;

Andres Reinhold, Engineer;

Meelis Rohtmäe, Technician.

**Key words:** Micromechanics, radio engineering, technical ceramics, CAD, Alzheimer, NMR, MAS, metabolomics

### 2020 report:

We worked on development of NMR technologies and inhibition of amyloid fibril formation, related to preventing Alzheimer disease.

## Recent results

Quantitative analyses of linewidth dependency on sample spinning speed.

## Field of research

1. Natural Sciences
- 1.2 Computer and information sciences
2. Engineering and technology

## Selected recent publications

- Malar, AA., Smith-Penzel, S., Camenisch, GM., Wiegand, T., Samoson, A., Bockmann, A., Ernst, M., Meier, BH. (2019). Quantifying proton NMR coherent linewidth in proteins under fast MAS conditions: a second moment approach. *Journal of Physical Chemistry Chemical Physics*. Vol. 21, Issue: 35, 18850-18865. DOI: 10.1039/c9cp03414e.
- Samoson, A. (2019). H-MAS. *Journal of Magnetic Resonance*. Vol. 306, 167-172. DOI: 10.1016/j.jmr.2019.07.010.
- Penzel, S., Oss, A., Org, ML., Samoson, A., Bockmann, A., Ernst, M., Meier, BH. (2019). Spinning faster: protein NMR at MAS frequencies up to 126kHz. *Journal of Biomolecular NMR*. Vol. 73, Issue 1-2, 19-29. DOI: 10.1007/s10858-018-0219-9.
- Titma, T., Shin, MJ., Ludwig, C., Gunther, UL., Pikta, M., Zemtsovskaja, G., Viigimaa, M., Tanner, R., Samoson, A. (2019). The Metabolic Profile of Stable Ischemic Heart Disease by Serum H-1 NMR. *Applied Magnetic Resonance*. Vol. 50, Issue 4, 527-539. DOI: 10.1007/s00723-018-1084-0.