


# TEADUSRIKAS EESTI

Grandiprojektide tulemuste kogumik

# 2023





**Väljaandja:** Eesti Teadusagentuur, Tartu 2024  
**Toimetanud:** Eva Kinkar

## Hea lugeja!

Teadlane teab, et probleeme kui lahendamist vajavaid olukordi on erinevaid. Ühest küljest töötavad teadlased selle nimel, et leida vastuseid küsimustele, mis ühiskonnale parasjagu muret valmistavad. Teisalt võib probleem teadlase töölaual tähendada, et otsitakse juba teadaolevale infole või seni toimunud lahendustele veelgi tõhusamaid alternatiive. Teadlasi iseloomustab oma valdkonnas kaaslastest mitme sammu jagu ees liikumine ning julgus ja tarkus kahelda, vajadusel probleeme välja mõelda. Probleem võib ju viia tähendusliku küsimuse, mingi huvitava leiu või tänase ja homse vahelise olulise lünga täitmiseni. Kui probleem on sõnastatud, mis on juba töövõit, saab omakorda püstitada teadustöö uurimisküsimused ning hakata välja töötama uuenduslikke tehnoloogiaid või koguma infot, mille abil leida vastused ühiskonna huve ja vajadusi teenivatele küsimustele. Näiteks, kas sina, hea lugeja, tead, missugused tegurid mõjutavad laste tulevasi elukohavalikuid? Või seda, kuidas pikaajaline atmosfääri CO<sub>2</sub> tõus samblaid mõjutab? Võib-olla tead. Aga kas sinu sõbrad, sugulased ja naabrid ka teavad? Kui ei, siis jaga nendega kindlasti järjekordset kogumikku "Teadusrikas Eesti", sest sellest leiab selged ja kompaktsed vastused nii neile kui ka paljudele teistele küsimustele. Teadmised on rikkus. Võiks isegi öelda, et teadmised on võrdlemisi maksuvaba tulu, sest kõik teadmised, mis me "teenime", jäävad meile puhtalt kätte ning vastastikku vahetades on võimalik seda tulu lausa mitmekordistada.

Sinu avatud "Teadusrikas Eesti" kogumikku on koondatud ühtekokku 55 postrit, mis annavad ülevaate 2023. aastal edukalt lõppenud ja Eesti Teadusagentuuri rahastatud tagasipöörduva teadlase, sissetuleva järeldoktori, stardi- ja rühmaprojektidest. Kogu Eesti teadusrikkusest esindavad need mitmed kümned projektid vaid üsna väikest osa, sest ainuüksi Eesti Teadusagentuur toetab lisaks mainitud granditüüpidele Eesti teadlasi igal aastal veel mitmete teiste rahastusinstrumentidega. Kogu riiklikust teadusrahastusest moodustavad teadusagentuuri toetused ligikaudu neljandiku. Kuigi kogu sellest teadusrikkusest tervikliku ülevaate saamine nõuab põhjalikumat süvenemist ja omal käel edasi uurimist, on käesolev kogumik loodetavasti sel teekonnal isutekitajaks. Kogumikus esitletud projektid katavad ühtekokku seitset laiemat uurimisvaldkonda, lugeda saate haruldastest kaasasündinud lihashaigustest, hoonete tervikrenoveerimisest, Maa hapnikulise atmosfääri kujunemisest ja paljust muust.

Eesti Teadusagentuur tänab ja tunnustab kogumikuga "Teadusrikas Eesti" kõiki toetatud projektide juhte ning meeskonnaliikmeid, nende asutusi, koostööpartnereid ja taustajõude, tänu kellele need teadustulemused võimalikuks on saanud. Eesti Teadusagentuuril on suur rõõm ja au Eesti teadust toetada.

Käesolevas laiemale publikule mõeldud kogumikus kirjeldab iga projektijuht võimalikult lihtsalt oma projekti eesmärgi, lisatud on ka kokkuvõtte projekti olulisematest tulemustest ja nende tähtsusest ühiskonnale. Keeruliste asjade selgitamine lihtsas keeles on aga paras väljakutse, mistõttu on postritel siin-seal vajalike põhimõistete ning lühendite selgitused. Lisalugemiseks võite leida veebilinke ja QR-koode, mis juhatavad mitmete projekti teemal ilmunud populaarteaduslike publikatsioonideni.



**Head lugemislusti ja avastamisrõõmu soovides**

**Eveli Laats**

Riiklike uurimistoetuste valdkonna juht  
SA Eesti Teadusagentuur

**ARSTI- JA TERVISETEADUSED**

ALEKSANDR PEET <b>Pideva glükoosi monitoorimise kliiniliste rakenduste profiili laiendamine .....</b>	<b>8</b>
ALLEN KAASIK <b>Mitokondrite düsfunktsioon aksonaalse kahjustuse korral .....</b>	<b>9</b>
JAAN EHA <b>Arterite ateroskleroosi funktsionaalne, metabooliline ja geneetiline profileerimine. Uudsete riski hindamise algoritmide juurutamine kliinilises praktikas.....</b>	<b>10</b>
JANEK VILISAAR <b>Reetina periflebiit kui polüskleroosi subfenotüübi ja prognostiline marker .....</b>	<b>11</b>
KATRIN ÕUNAP <b>Haruldaste kaasasündinud lihashaiguste ja neurometaboolsete haiguste diagnostika ja levimus.....</b>	<b>12</b>
NEEME TÕNISSON <b>Geenivariantide funktsionaalne tähendus sekkumist võimaldavate pärilike terviseriskide hindamisel.....</b>	<b>13</b>
PÄRT PETERSON <b>Tsentraalne immuuntolerantsus.....</b>	<b>14</b>

**BIO- JA KESKKONNATEADUSED**

AURELE TOUSSAINT <b>Mageveekalade funktsionaalse mitmekesisuse optimeerimine: ajaloolised mustrid ja inimtegevuse mõju.....</b>	<b>16</b>
CARLOS PEREZ CARMONA <b>Adaptiivse maastiku kaardistamine globaalsel skaalal: funktsionaalsete tunnuste ja funktsionaalse samaväärsuse roll liikide kohastumisel ja ökosüsteemide funktsioneerimisel.....</b>	<b>17</b>
HANNES KOLLIST <b>Sulgrakkude CO2 signalisatsiooni selgitamine põuakindlate taimede disainimiseks .....</b>	<b>18</b>
JAAK TRUU <b>Nafta biolagunemisega seotud mikrobiom Läänemeres .....</b>	<b>19</b>
KALLE KIRSIMÄE <b>Fosfori roll Maa hapnikulise atmosfääri tekkimisel.....</b>	<b>20</b>
KASPAR VALGEPEA <b>Suureskaalaline gaasi-fermenteerivate atsetogeenide genotüüpfenotüüp seoste süsteemide bioloogiline kvantifitseerimine .....</b>	<b>21</b>
MART LOOG <b>Sünteesiliste multifosforüülitavate signaalivõrgustike kasutamine rakuvabrikutes.....</b>	<b>22</b>
SIIM VESKI <b>Keskkonnategurite mõju pärastjääaegse taimkatte levikule. Paleoökoloogiline rekonstruktsioon ja modelleerimine (TrackLag) .....</b>	<b>23</b>
STEN ANSLAN <b>Optimeeritud molekulaarsed identifitseerimismeetodid kiireks ja suuremahuliseks mullafauna määramiseks.....</b>	<b>24</b>
TANEL TENSON <b>Valgusünteesiga seotud protsessid vaadatuna bakteripopulatsioonide heterogeensuse seisukohalt .....</b>	<b>25</b>
TIIT KUTSER <b>Mikroskaalast globaalprobleemideni. Kaugseire meetodite rakendamine teadusuuringutes .....</b>	<b>26</b>
ÜLO MANDER <b>Kasvuhoonegaaside vood märgalades lokaalsest globaalseni – kliima soojenemise ja maakasutuse mõju.....</b>	<b>27</b>
ÜLO NIINEMETS <b>Krüptogaamide kasvav roll ökosüsteemide produktiivsuses soojenevas ja niiskenevas kliimas .....</b>	<b>28</b>

**HUMANITAARTEADUSED JA KUNSTID**

HELLE METSLANG <b>Pragmaatika grammatika kohal: subjektiivsus ja intersubjektiivsus eesti keele registrites ja tekstiliikides.....</b>	<b>30</b>
KALEVI KULL <b>Semiootiline sobivus kui biokultuurilise diversiteedi mehhanism: ebastabiilsus ja kestlikkus uutes keskkondades .....</b>	<b>31</b>
MARI VALDUR <b>Sooline afektiivsus. Kategoriad, kapitalism ja etnograafia Mongoolias .....</b>	<b>32</b>
MARTEN SEPPEL <b>Ümberkorraldustele aluste loomine. Muutuste poliitilised ja majanduslikud argumendid Läänemere ruumis varauusajal .....</b>	<b>33</b>
UKU TOOMING <b>Järjepidevus ja katkestus soovides ja väärtustes.....</b>	<b>34</b>

**PÖLLUMAJANDUS- JA VETERINAARITEADUSED**

KERLI MÖTUS <b>Piimalehmade praakimine ja hukkumine kaasaegsetes kõrgetoodangulistes piimakarjades.....</b>	<b>36</b>
TANEL KAART <b>Eesti piimaveisetõugude geneetiline struktuur ja selle dünaamika viimastel aastakümnetel .....</b>	<b>37</b>

**SOTSIAALTEADUSED**

AGE POOM <b>Kergliikleja kokkupuude linnalooduse ja müraga. Võimalusi linnade jätkusuutlikkuse tagamiseks .....</b>	<b>39</b>
AIRE RAIDVEE <b>Intuiitvused tõenäosuslikud järeldused nägemistajus .....</b>	<b>40</b>
ANNELI KAASA <b>Ajakohased kultuuri mõõdikud riigi ja regiooni tasandil.....</b>	<b>41</b>
HANNES PALANG <b>Maastikuline lähenemine rurbaansusele .....</b>	<b>42</b>
KARMEN TOROS <b>Tõhus osalusdiskursus. Osalejate kogemused kaasatusest lastekaitse hindamispraktikas.....</b>	<b>43</b>
MARGIT KELLER <b>Eesti energia-, transpordi- ja telekommunikatsioonisüsteemide ümberkujundamine Teise Suure Siirde lävel.....</b>	<b>44</b>
PIA TIKKA <b>Koos-kehastumine narratiivses virtuaalreaalsuses. Kolmese interaktsiooni mudel .....</b>	<b>45</b>
TIIT TAMMARU <b>Ruumilise eraldatuse nõiaringi geograafiline analüüs.....</b>	<b>46</b>

**TÄPPISTEADUSED**

AHMED MAHMOUD HANY ALY AWAD <b>Tervikliku suurandmete analüütikateenuse raamistik.....</b>	<b>48</b>
ARTUR TAMM <b>Elektronide ja foononite vahelise interaktsiooni mõju tahkiste sulamise dünaamikale.....</b>	<b>49</b>

## TÄPPISTEADUSED

ASKO URI	
<b>Uudsete bioloogiliste ja luminescentsomadustega orgaaniliste materjalide moodulkonstrueerimine .....</b>	<b>50</b>
CHRISTIAN VEELKEN	
<b>Higgsi bosoni uurimine tau leptoni lagunemiskanalis .....</b>	<b>51</b>
GUNNAR NURK	
<b>Uudsed väävlit taluvad elektroodid pööratava funktsionaalsusega tahkeoksiidelemendile.....</b>	<b>52</b>
IOANNIS GIALAMAS	
<b>Kosmoloogia ja osakestefüüsika testimine gravitatsioonilainete abil .....</b>	<b>53</b>
JAN WILLEMSON	
<b>Uued tehnoloogiad hääletamises .....</b>	<b>54</b>
KRISTJAN KANNIKE	
<b>Uue füüsika otsingud mitmekanalilises astronoomias .....</b>	<b>55</b>
MARTA BERHOLTS	
<b>Jodeeritud nitroimidiasoolide fotofragmentatsioon: paremate raadiosensibilisaatorite otsing.....</b>	<b>56</b>
MONIKA MORTIMER	
<b>Nanosuuruses metallorgaaniliste võrgustike rakendamine metalliliste nanomaterjalide toksilisuse vähendamiseks .....</b>	<b>57</b>
PEETER BURK	
<b>Süntees laetud tilkades.....</b>	<b>58</b>
RIINA AAV	
<b>Supramolekulaarsed kohandatavad kiraalsuse sensorid.....</b>	<b>59</b>
SIIM PIKKER	
<b>Foononite ja eksitonreservuaari roll eksitoonsetel tugevsidestatud süsteemidel baseeruvate madala lävendiga laserisarnaste valgusallikate energiaülekande protsessides .....</b>	<b>60</b>
TOMI SEBASTIAN KOIVISTO	
<b>Gravitatsiooni kalibratsiooniteooria: ühendamine, laiendused ja fenomenoloogia .....</b>	<b>61</b>
YURY ORLOVSKIY	
<b>Haruldaste muldmetallide lisandioonide klastrite põimolekute spektroskoopia kvantarvutite jaoks .....</b>	<b>62</b>

## TEHNIKA JA TEHNOLOOGIA

ALKA PAREEK	
<b>NiOx õhukeste kilede kui elektroodmaterjalide väljatöötamine poolläbipaistvate päikesepatareide jaoks .....</b>	<b>64</b>
ERGO PIKAS	
<b>Ehitusprojekti digitaalksiku rakendamine puidupõhises industrialiseeritud rekonstrueerimise ehitusprojektides .....</b>	<b>65</b>
MUHAMMAD MAHTAB ALAM	
<b>Tagasisidestatav andmevahetussüsteem kõrge reaktiivsusega abistava neuromuskulaarse stimulatsiooni võimaldamiseks.....</b>	<b>66</b>
TARGO KALAMEES	
<b>Seespoolse lisasoojustuse, ehitusniiskuse ja efektiivsete piirdetarindite niiskusturvalisus .....</b>	<b>67</b>
VITALI SÖRITSKI	
<b>Sensormaterjalid molekulaarselt jäljendatud polümeeridest meditsiiniliseks diagnostikaks ja keskkonnaseireks.....</b>	<b>68</b>

# ARSTI- JA TERVISETEADUSED

- ALEKSANDR PEET
- ALLEN KAASIK
- JAAN EHA
- JANEK VILISAAR
- KATRIN ÕUNAP
- NEEME TÕNISSON
- PÄRT PETERSON



Foto: Evelin Elmest

TARTU ÜLIKOOL

## Pideva glükoosi monitoorimise kliiniliste rakenduste profiili laiendamine

ALEKSANDR PEET (aleksandr.peet@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PSG287 rahastatud uurimisprojekt,  
kokku 244 750 eurot  
2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Uurisime pideva glükoosimonitoorimise (PGM) kasutusvõimaluste laiendamist erinevates meditsiinilistes olukordades.

Eesmärk oli uurida vastsündinuid, kellel on suurenenud risk hüpoglükeemia ehk madala veresuhkru episoodide tekkeks. PGM-i abil planeerisime analüüsida toitumise efektiivsust esmase ravimeetodina.

PGM-i abil planeerisime uurida kõrge veresuhkru ehk hüperglükeemia episoodide profiili lastel, kes erinevatel põhjustel saavad süsteemset glükokortikoidravi (SGK), mille sagedaseks kõrvaltoimeks on hüperglükeemia teke.

Lisaks analüüsisime PGM-seadmete andmeid, et optimeerida 1. tüüpi diabeeti (T1D) põdevate laste ravi.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**PGM** – peenike nõelasarnane sensor, mis on paigaldatud naha alla, kust ta pidevalt mõõdab glükoosi taset ja edastab selle läbi nahale kinnitatud saatja nutitelefoni rakendusse või muusse seadmesse.

### Projekti olulisemad tulemused

- SGK ravi saavatel laste hüperglükeemia episoodide profiil varieerub suurtes piirides sõltuvalt nii põhihaigusest kui ka konkreetsest SGK ravi režiimist.
- T1D-d põdevate ja insuliinpumpravi saavate laste veresuhkru kontroll sõltub olulisel määral sellest, millisel viisil söögiinsuliini manustatakse. Näitasime eri viiside eeliseid ja puudujääke.

### Miks on need tulemused olulised?

- T1D-ga lastel tehtud uuring täiendab teaduslikku baasi optimaalsete raviskeemide leidmiseks.
- Tulemused näitasid selgelt SGK ravi saavate laste veresuhkru jälgimise vajadust.
- Täpsem teave veresuhkru dünaamika kohta T1D-ga ja SGK-d saavatel lastel võib parandada patsientide ravitulemusi.
- Tulemused annavad aluse innovatiivsete lahenduste väljatöötamiseks ning rakendusele meditsiini-seadmete valdkonnas.



Foto: Andres Tennus

TARTU ÜLIKOOL

## Mitokondrite düsfunktsioon aksonaalse kahjustuse korral

ALLEN KAASIK (allen.kaasik@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG400 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 241 375 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Raku „jõujaamade“ ehk mitokondritega seotud probleemid viivad tihti närvirakkude ning närvijätkete kahjustuse ning nendega seotud ajuhaiguste tekkeni.

Projekti peamine eesmärk oli selgitada mitokondrite rolli aksonaalse kahjustuse tekkes ja taastumisel ning leida võimalusi soodustada neuronite taastumist.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Mitokondrid** – raku „jõujaam“, kus toodetakse enamik rakule vajaminevast energiast ehk ATP-st.

**Aksoni kahjustus** – närviraku peamise jätke kahjustus, mis ei võimalda närvirakul enam signaale edastada.

**Ravimimärklauad** – valgud ja protsessid, mida saab ravimitega mõjutada, pidurdamaks haiguse kulgu.

### Projekti olulisemad tulemused

- Jõuti paremale arusaamisele sellest, kuidas osalevad mitokondrid närviraku ja selle jätkete kahjustuses.
- Tuvastati uued ravimimärklauad, mida mõjutades on võimalik närviraku jätke kahjustust pidurdada.

### Miks on need tulemused olulised?

Projekti tulemused võimaldavad paremini aru saada mitmete ajuhaiguste tekkepõhjustest ning on olulised edasises ravimiarenduses.



Foto:  
Eesti Teaduste Akadeemia

## TARTU ÜLIKOOL

# Arterite ateroskleroosi funktsionaalne, metabooliline ja geneetiline profileerimine. Uudsete riski hindamise algoritmide juurutamine kliinilises praktikas

**JAAN EHA** (jaan.eha@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG435 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 241 375 eurot 2019–2023

## Probleem ja eesmärk

**Südame-veresoonkonnahaigused (SVH) on juhtivaks surmapõhjuseks kogu arenenud maailmas ja seetõttu on võtmeküsimus olemasolevate preventiooni- ja ravistrateegiate parandamine.**

Uuringu peamine eesmärk oli määrata SVH metaboolne ja geneetiline profiil ja siduda see varajase vaskulaarkahjustusega, mis võimaldab töötada välja uued riskiskoorid ning need kliinilisse praktikas rakendada.

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Ateroskleroos ja südamelihase infarkt** – ateroskleroos on haigus, mille tulemusel ladestub arteriseinadele rasvataolisi aineid, põhjustades südamelihase infarkti.

**Endoteel** – lümfi- ja veresoonte ning õõneselundite sisepinda kattev kude.

**Veresoonte funktsiooni hindamine** – südamehaiguse tekke riski hindamine veresoonte seiramise kaudu haiguse varajases faasis.

## Projekti olulisemad tulemused

- Endoteeli uurimiskeskuses on käivitatud laiaulatuslik südame- ja veresoonkonnahaiguste biopank.
- On välja töötatud kaugisheelilise eelkohastuse organeid kaitsev meetodika, millel on tugev potentsiaal leida tee kliinilisse praktikas.
- Kaardistatud on tiptasemel sportlaste geenandmed.
- Aastatepikkuste registripõhiste uuringute alusel oleme näidanud, et südame infarktiris on 13 aasta jooksul oluliselt rohkem hakatud kasutama ravijuhistes soovitatud ravimeid ja meetodeid ning seetõttu on suremus langenud. Siiani esineb jätkuvalt puudujääke eakate ja naiste ravikäsitluses.
- Alustatud on infarktihaige üheaastase raviteekonna väljatöötamist.
- Hinnatud on eri haiguste (rütmihäired, südameinfarkt) ravikvaliteedi näitajaid ja leitud personaalseid lahendusi ravikvaliteedi parandamiseks.

## Miks on need tulemused olulised?

Edaspidi on võimalik võrrelda Eesti müokardiinfarktahaigete riskiprofiili, ravikäsitlust ja -tulemust muu maailmaga, mis aitab selgitada, kus me oleme ja mida on vaja nende haigete käsitluses parandada. Oluline on tegeleda nii primaarse preventiooniga (Eesti haigetel on palju modifitseeritavaid riskitegureid) kui ka ravikvaliteeti parandades vähendada kõrge riskiga haigete suremust.



▲ FOTO 1

Tehisintellekti kujutatud illustratsioon meie tulemuste teemal.

Autor: ChatGPT Image Generator DALL-E / Karl Kuusik



▲ FOTO 2

Endoteeli uurimiskeskuse teadusgruppi traditsiooniline suvine rattamatk 2023.

Foto: Erakogu



Foto: erakogu

TARTU ÜLIKOOL

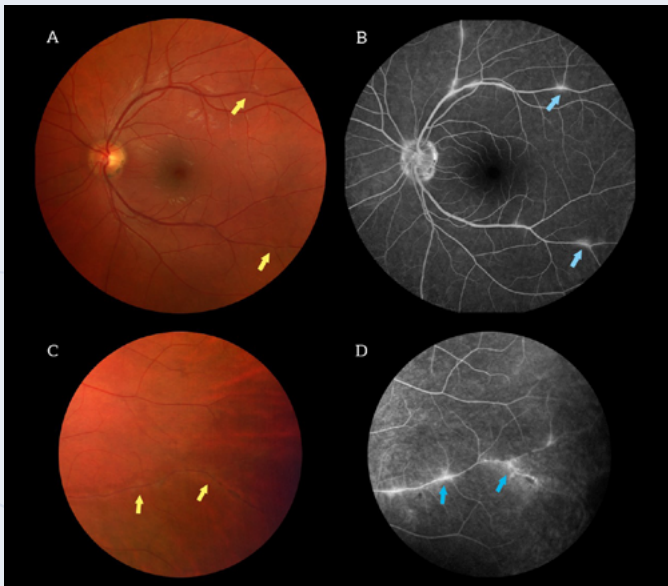
## Reetina periflebiit kui polüskleroosi subfenotüübi ja prognostiline marker

JANEK VILISAAR (janek.vilisaar@kliinikum.ee)

Personaalse uurimistoetusega PSG257 rahastatud uurimisprojekt, kokku 394 750 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

*Sclerosis multiplex*'i (MS) korral võivad aju valge- ja hallainet haaravad põletikulised mehhanismid olla erinevad. Lisaks ajukolletele esineb osal MS-i patsientidest põletikulisi koldeid ka silmapõhja veresoontes reetina periflebiidina (RP), mille seosed MS-iga on ebaselged. RP-ga sarnasel protsendil MS-i patsientidest esineb ka aju ümbritsevate kelmete veresoonte ümber põletikukoldeid pea MRT leiu alusel. MS-i haiguskulgu mõjutava ravi aspektist on praegu kasutusel väga vähe kliinilisi markereid, mis aitaks kaasa erineva toimemehhanismiga ravimite valikul individuaalsetel juhtudel.



Projekti eesmärk oli selgitada RP esinemissagedust ja haigustunnuseid MS-i patsientidel; uurida, kas RP on MS-i puhul seotud erinevate haigusmehhanismidega; selgitada ajukelmete veresoonte ümber paiknevate kollete esinemist RP-ga haigetel.

#### JOONIS

Näide 33-aastase MS-iga naise silmapõhjust, kus on reetina veenide ümber näha valkjad põletikurakkude kogumikud (joonised A ja C, tähistatud kollaste nooltega) ja veenisisesest kontrastaine süstimise järel samades piirkondades kontrastaine leke (joonised B ja D, tähistatud siniste nooltega).

Silmapõhja foto: Reili Rebane ja Kaarel Kree

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Sclerosis multiplex** – aju valge- ja hallainet haarav autoimmuunne põletikuline haigus, mida iseloomustavad muuhulgas pea- ja seljaajus tekkivad kolded.

**Reetina periflebiit** – silmapõhja veene ja nende ümber olevat kude haarav põletik.

### Projekti olulisemad tulemused

- Leiti, et RP võib peegeldada MS-i põletikulist aktiivsust silmapõhjas ja olla haiguse kliiniliseks markeriks ühel MS-i patsientide alagrupil.
- Sel RP-ga patsientide alagrupil võib MS-i süsteemse avaldusena esineda veresooni haarav põletik ka muudes paikmetes.
- Uudse tulemina võis leida RP-ga MS-i patsientidel enam ajukooset ehk aju hallaines ja ajukelmetel paiknevaid põletikulisi koldeid.
- Antud haigusmehhanismid võivad enam haarata aju hallainet ja olla seotud haiguse aktiivsuse ja progressiooniga.

### Miks on need tulemused olulised?

Uuringu tulemused võimaldavad mõista MS-i kui heterogeense haiguse iseärasusi ja klassifitseerida selles osalevaid haigusmehhanisme neile viitavate väliste kliiniliste tunnuste põhjal. Viimaste abil saab patsientide ravis teha individuaalselt sobivamaid valikuid.



Foto: Andres Tennus

TARTU ÜLIKOOL

## Haruldaste kaasasündinud lihashaiguste ja neuro-metaboolsete haiguste diagnostika ja levimus

KATRIN ÕUNAP (katrin.ounap@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG471 rahastatud uurimisprojekt, kokku 788 450 eurot  
2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Et tõsta uute harvaesinevate haiguste diagnostilist edukust, tuleb kombineerida erinevaid diagnostika-meetodeid ja uurida harvikaiguste levimust.

Projekti eesmärk oli avastada uusi harvaesinevaid pärilikke lihas- ja neurometaboolseid haigusi, kombineerides genoomi, RNA sekveneerimise, lihase biopsia uuringute ja metaboliitide tulemusi, samuti võrrelda omavahel kliiniliste, lihase biopsia ja genoomi uuringute tulemusi.

Lisaks hinnati erinevaid diagnostilisi lähenemisi pärilike lihashaiguste diagnostikas, et välja selgitada parim töövoog kliinilises praktikas.

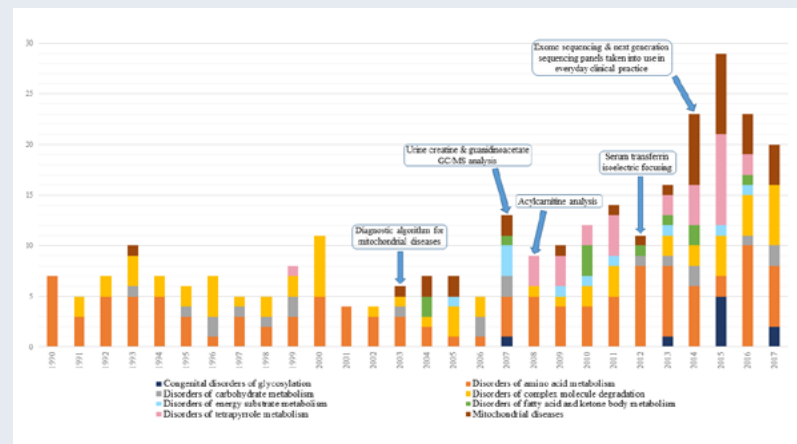
Uuriti ka pärilike harvikaiguste levimust.

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Genoom** – inimese organismi rakus olev täielik DNA järjestus.

**RNA** – makromolekul, mis sünteesitakse DNA järjestuse alusel ja mis on aluseks valkude sünteesile.

**Metaboliit** – organismis ainevahetuse tagajärjel tekkinud aine.



### JOONIS

Ajavahemikul 1990 kuni 2015 Eestis diagnoositud pärilikud metaboolsed haigused ja juurutatud diagnoosimeetodid. Iga uue diagnoosimeetodi juures näitab nool, mis aastal on see uuring juurutatud. Joonisel on näha diagnoositud juhtude kasvu uuringuperioodi jooksul ( $p = 0,00001$ ). Autor: Tiivoja jt (2022)

### Projekti olulisemad tulemused

- 28%-l uuritud patsientidest leiti üles haiguse etioloogiline põhjus, mis varasemas kliinilises töös ei olnud selgunud.
- Me kirjeldasime 35 uut neurometaboolset haigust.
- Genoomi sekveneerimine tõstab diagnostilist efektiivsust 29,3%.
- Uurisime erinevate harvikaiguste levimust Eestis, nagu pärilikud ainevahetushaigused, spinaalne lihaskatroofia, vermimishäired ja Lynch'i sündroom.

### Miks on need tulemused olulised?

- Täpne etioloogiline diagnoos on oluline harvikaigustega peredele, kelle peamiseks küsimuseks arsti vastuvõtul on haiguse täpne tekkepõhjus ning diagnoosipõhine ravi ja jälgimise plaan.
- Projekti tulemusena juurutati kogu keha lihaste radioloogilise kuvamise protokoll.
- Pärilike haiguste levimuse uuringud on aidanud oluliselt tõsta teadlikkust pärilikest haigustest ja tõsta nende diagnostilist edukust.
- 2022. aasta maist alates sõeltestitakse Eestis kõiki vastsündinuid spinaalse lihaskatroofia suhtes.



Foto: Andres Tennus

TARTU ÜLIKOOL

## Geenivariantide funktsionaalne tähendus sekkumist võimaldavate pärilike terviseriskide hindamisel

NEEME TÕNISSON (neeme.tonisson@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG555 rahastatud uurimisprojekt,  
kokku 971 375 eurot  
2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Geenivaramu andmekogu võimaldab uurida haiguste geneetilist tausta rahvastikus. Kliinilises kontekstis uuritakse genee vaid siis, kui isikul või perel on selleks põhjust – lähtepunktiks on inimese ja pere tervise-lugu. Lähtudes geenidest, ei peaks aga piirduma isikute ja peredega, kes on arstide juurde jõudnud, ning on võimalik uurida, kas ennetust võimaldavad geneetilised riskid on alakaardistatud ja alakäsitletud. Pakkudes geneetilist informatsiooni ka isikutele, kes pole ise otseselt arsti poole pöördunud, on samuti oluline teada, kuidas ootamatu riskiinformatsioon vastu võetakse. Kas riskiinfo tekitab stressi ning kas riskiinfo teadmine mõjutab edasist käsitlust tervishoiusüsteemis?

Meie uurimisprojekt püüdis kaardistada sekkumistõhusate geneetiliste riskide sagedust ja senist käsitlust, geneetiliste riskide kooskõla kliiniliste juhustega ning geneetilise riski teadmise mõju uuritavatele.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Geneetiline risk** – geneetiline eelsoodumus haiguse tekkeks, mis võib põhineda üksikul geenileiul või paljude geenileidude summeeritud riskiarvutusel.

**Sekumistõhusad geneetilised riskid** – geenileiud haiguste suhtes, kus annab midagi ette võtta kas ennetuse, varajase diagnoosimise vms teel.

**Geneetilisest riskist lähtuv käsitlus** – lähenemisviis, kus lisaks klassikalistele sihtrühma määravatele tunnustele arvestatakse geneetikat.

### Projekti olulisemad tulemused

- Tõdeti, et sekkumist võimaldavad geneetilised riskid on alatu vastatud ja alakäsitletud.
- Jõuti järeldusele, et kliinilistes juhendites võiks sihtrühmi pigem laiendada.
- Leiti, et uuritavad taluvad geneetilist riskiinfot hästi ja see ei põhjusta neile liigset stressi.

### Miks on need tulemused olulised?

Uuring andis hea sisendi personaalmeditsiini rahvastikupõhiseks rakendamiseks. Tulemused tõid esile praeguse kliinilise käsitluse kitsaskohad (kõrge riskiga isikud jäid tähelepanuta) ja riskipõhise käsitluse potentsiaali (geneetilise riski arvestamine sõeluuringute sihtrühma määramisel). Kogutud tagasiside ja pikaajase jälgimise tulemused julgustavad lähenemisviisi laiendada teistele haigustele ja kompleksmodelitele.



Foto: Aldo Luud

TARTU ÜLIKOOL

## Tsentraalne immuuntolerantsus

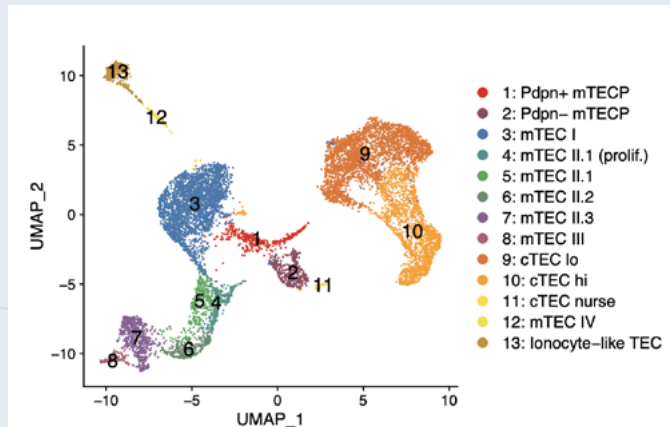
PÄRT PETERSON (part.peterson@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG377 rahastatud uurimisprojekt,  
kokku 1 241 375 eurot  
2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Immuunsüsteem suudab vahet teha enda kudede ja haigustekitajate vahel, aga teame vähe sellest, kuidas immuuntolerantsus omaenda kudede suhtes tekib.

Projekti eesmärk oli mõista T-rakulise immuuntolerantsuse kujunemist tüümuses ja autoimmuunse regulaatori (AIRE) geeni rolli selles.



#### JOONIS

Tüümuse epiteelirakkude analüüs üherakulise transkriptoomi analüüsis, kasutades 10x Genomicsi tehnoloogiat. Joonisel on näha eri värvidega värvitud rakupopulatsioonide pilvesid. Iga punkt vastab ühele rakule.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Immuuntolerantsus** – immuunsüsteemi võime säästa omaenda rakke ja kudesid, suutes samal ajal ära tunda ja rünnata patogeene.

**Tüümus** – organ, kus arenevad T-rakud ja kus kujuneb organismi immuuntolerantsus.

**AIRE (autoimmuunne regulaator)** – geen, mis omab kesksel funktsiooni immuuntolerantsuse kujunemises.

### Projekti olulisemad tulemused

- Kasutades uudset üherakulise transkriptoomi analüüsi, leidsime tüümuses uued rakutüübid.
- Tuvastasime immuunsüsteemi mõjutavad modulaatorid, mis mõjutavad AIRE rolli immuuntolerantsuse kujunemisel tüümuses.
- Näitasime vananemise käigus toimuvaid muutusi inimese T-rakkudes.
- Uurisime immuunvastust COVID-19 vastu vaksineeritud inimestes.

### Miks on need tulemused olulised?

Tulemused selgitasid uudseid mehhanisme ja immuunmodulaatoreid, mis kujundavad immuuntolerantsuse teket tüümuses.

Saadud tulemustel on potentsiaal aidata kaasa autoimmuunhaiguste ravile ja vältida vananemisega kaasnevat immuunsüsteemi võimekuse langust.

# BIO- JA KESKKONNATEADUSED

- AURELE TOUSSAINT
- CARLOS PEREZ CARMONA
- HANNES KOLLIST
- JAAK TRUU
- KALLE KIRISMÄE
- KASPAR VALGEPEA
- MART LOOG

- SIIM VESKI
- STEN ANSLAN
- TANEL TENSION
- TIIT KUTSER
- ÜLO MANDER
- ÜLO NIINEMETS



Foto: Peeter Paaver

## TARTU ÜLIKOOL

### Mageveekalade funktsionaalse mitmekesisuse optimeerimine: ajaloolised mustrid ja inimtegevuse mõju

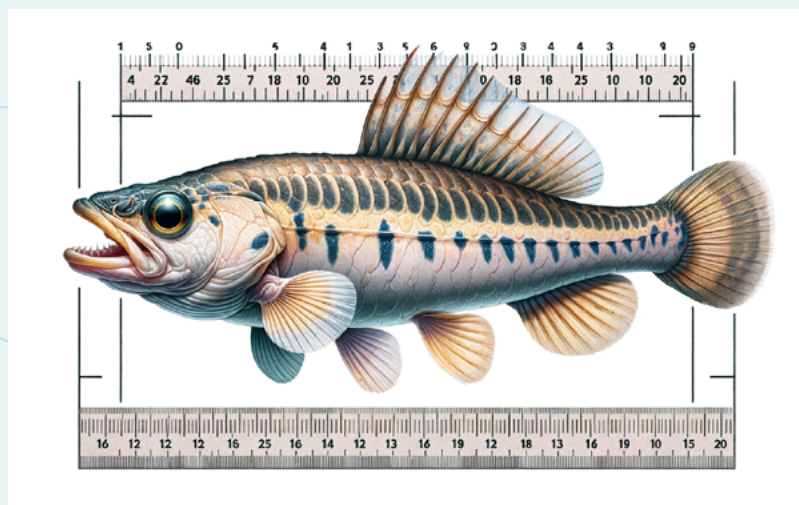
#### AURELE TOUSSAINT

Personaalse uurimistoetusega PSG505 rahastatud uurimisprojekt, kokku 260 500 eurot 2020–2023

## Probleem ja eesmärk

Mageveekalade koosluste funktsionaalse mitmekesisuse (funktsionaalsete tunnuste varieeruvus, FM) mõõdikute areng globaalsel skaalal näitab selle aspekti arvestamise vajalikkust, mõistmaks paremini bioloogilise mitmekesisuse mustreid ja inimtegevuse põhjustatud muutusi. Seni kasutatav ümbrispolügooni meetod (*convex hull*) vajab aga täiendavaid lähenemisviise, kuna FM-i kontseptsiooni keerukuse tõttu võiks see varjata FM-i mõningaid võtmeaspekte.

Projekti raames on meie eesmärk rakendada mageveekalade kooslustele uut lähenemisviisi, tunnuste tõenäosuste jaotust, kasutades ära mõlema lähenemise vahelist sünergia. Ülemaailmsete muutuste kontekstis määratleme iga liigi funktsionaalse panuse ja kvantifitseerime koosluste funktsionaalse haavatavuse, mida mõjutavad sisse toodud ja väljasurnud liigid. Lisaks kvantifitseerime Eesti kalakoosluste FM-i ja selle muutused mõlema lähenemisviisi abil, et mõista sisse toodud liikide ökoloogilisi tagajärgi tugevalt invadeeritud ökosüsteemides.



Projekti eesmärk oli iseloomustada selgroogsete funktsionaalset mitmekesisust tunnuspõhise lähenemise abil.

#### FOTO

Kalade funktsionaalsed tunnused.  
Autor: Aurele Toussaint

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Funktsionaalne mitmekesisus** – organismide vormide ja funktsioonide mitmekesisus kogukonnas.

**Tunnuspõhine lähenemisviis** – selle asemel, et keskenduda organismi liigilisusele, keskendutakse organismi tunnustele, mis esindavad selle füsioloogilisi, morfoloogilisi või eluloolisi omadusi.

## Projekti olulisemad tulemused

- Jõuti paremale arusaamisele tunnuste valikust ning ohustatud liikide funktsionaalsetest tunnustest.
- Saadi põhjalikud teadmised ohustatud liikide omadustest.
- Metoodilised väljundid on kasulikud mitteekspertidele, kes kasutavad tunnuspõhist lähenemist, et paremini mõõta ühenduse funktsionaalset mitmekesisust.

## Miks on need tulemused olulised?

Projekti tulemustest on kasu funktsionaalsele ökoloogiale ja looduskaitsebioloogiale, et paremini keskenduda väljasuremisohus liikidele ja nende ainulaadsele funktsionaalsele rollile ökosüsteemis.



Foto: Andres Tennus

## TARTU ÜLIKOOL

**Adaptiivse maastiku kaardistamine globaalsel skaalal: funktsionaalsete tunnuste ja funktsionaalse samaväärsuse roll liikide kohastumisel ja ökosüsteemide funktsioneerimisel**

**CARLOS PEREZ CARMONA** (carlos.perez.carmona@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG293 rahastatud uurimisprojekt, kokku 394 750 eurot  
2019–2023

## Probleem ja eesmärk



**Soovisime mõista, kuidas mõjutavad taimede erinevad omadused (taimetunnused) eri keskkondades bioloogilist mitmekesisust ja ökosüsteemide vastupanuvõimet keskkonnamuutustele.**

Projekti eesmärk oli esiteks koostada ülemaailmne taimetunnuste andmebaas variatsioonide uurimiseks, teiseks analüüsida, kuidas need omadused mõjutavad taimede ellujäämist ja ökosüsteeme, kolmandaks uuendada funktsionaalse mitmekesisuse hindamise meetodeid.

### JOONIS

Illustratsioon ajakirja *Nature* nr 597 kaanel (30.09.2021). Peenjuurte tunnused globaalses vaates.

Illustratsioon: Luis Gustavo Barretto Rodrigues

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Funktsionaalsed omadused** – organismi ellujäämist ja paljunemist mõjutavad mitmed omadused (näiteks lehesuurus).

**Funktsionaalne redundantsus** – ökosüsteemi vastupanuvõime tagamisel, aga eriti kliimamuutuste vastu võitlemisel, on kriitilise tähtsusega lähtekoht, mille järgi võivad eri liigid täita sarnaseid ökoloogilisi rolle.

## Projekti olulisemad tulemused

- Projekti omaduste andmebaasid on hädavajalikud, et tagada bioloogiline mitmekesisus ja juhendada ökosüsteemi teenuste säilitamist.
- Taimetunnuste rolli mõistmine liikide omavahelises sobivuses ja jaotuses aitab prognoosida ökosüsteemide vastuseid kliimamuutustele, toetades sealjuures leevendusstrateegiate rakendamist.
- Funktsionaalne redundantsus rõhutab liikide mitmekesisuse säilitamise tähtsust ökosüsteemi stabiilsusele ja teenustele kliimamuutuste tingimustes.

## Miks on need tulemused olulised?

Projekti tulemused on tulevikku vaatavalt olulised, pakkudes nii looduskaitsetele kui ka poliitikakujundajatele teadmisi ja tööriistu ökosüsteemide säilitamiseks ning taastamiseks muutuva kliima kontekstis. Ülemaailmse taimetunnuste andmebaasi ja prognoosimudelite kasutamine seevastu on tugevdanud läbimõeldud, tulevikku vaatavaid tegutsemisviise bioloogilise mitmekesisuse ja ökosüsteemi vastupanuvõime säilitamiseks.



TARTU ÜLIKOOL

## Sulgrakkude CO<sub>2</sub> signalisatsiooni selgitamine põuakindlate taimede disainimiseks

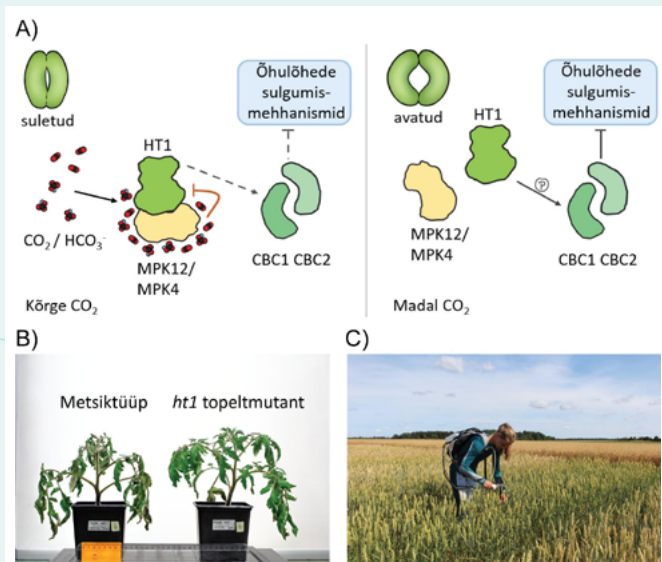
HANNES KOLLIST (hannes.kollist@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG433 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 241 375 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Põllumajandus vajab tõhusalt CO<sub>2</sub> omastavaid ja vett säästlikult kasutavaid sorte.

Eesmärk oli viia läbi sõeluuring, mis aitaks selgitada taimede veevahetust kontrollivaid geneetilisi komponente; teha kindlaks süsihappegaasi (CO<sub>2</sub>) tajumise mehhanismi taime sulgrakkudes ja rakendada mudelorganismidel saadud teadmisi kultuurtaimede veekasutuse reguleerimiseks.



#### JOONIS

Autor: Triinu Arjus, Hannes Kollist

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Öhulõhed** – kahest sulgrakust moodustuvad mikroskoopilised poorid taimede lehtedel; reguleerivad taimede gaasivahetust ümbritseva keskkonnaga.

**Transpiratsioon** – vee aurumine taimedest. Enamik vihmamaal alla sadavast veest on atmosfääri transpireerunud läbi taimede õhulõhede. Transpiratsioon paneb taimel 'mahlad' liikuma ja see tagab toitainete transportimise mullast taimel.

**Fotosüntees** – protsess, mille käigus taimed moodustavad atmosfääri CO<sub>2</sub>-st orgaanilist ainet ja mille käigus eraldub atmosfääri hapnik.

### Projekti olulisemad tulemused

- Tegime kindlaks peamise molekulaarse lüliti, mille abil taimed reguleerivad õhulõhede avatust sõltuvalt CO<sub>2</sub> kontsentratsioonist. Selle lüliti abil reguleerivad taimed vee kaotamist transpiratsiooni teel ja CO<sub>2</sub> sissepääsu fotosünteesiks (vt A).
- Rakendasime mudelorganismil *Arabidopsis thaliana* (müürlook) saadud teadmisi ja CRISPR/Cas tehnoloogiat, et luua vett säästlikumalt kasutavad, põuakindlamad tomatitaimed (vt B).
- Töötasime välja portatiivse instrumendi, millega saab põllutingimustes kiiresti mõõta taimede fotosünteesi ja transpiratsiooni. Rakendasime instrumenti Maaelu Teadmuskeskuse põldudel, et selgitada, milline on erinevate odra- ja nisusortide aretuspotentsiaal antud parameetrite suhtes (vt C).

### Miks on need tulemused olulised?

- Näitasime, et kirjeldatud molekulaarseid lüliteid saab kasutada aretustöös, mille eesmärk on taimede veekasutuse optimeerimine erinevates tingimustes.
- Sõeluuringutes kindlaks tehtud mutatsioone saab rakendada erinevate taimede/sortide veekasutuse parameetrite ennustamiseks.



Foto: Andres Tennus

TARTU ÜLIKOOL

## Nafta biolagunemisega seotud mikroobioom Läänemeres

JAAK TRUU (jaak.truu@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG548 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 241 375 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Naftareostuse likvideerimine külma kliimaga meredes on suur väljakutse, mille puhul nafta komponente lagundavatel mikroobidel võib olla oluline roll reostuse likvideerimisel.

Projekti eesmärk oli uurida nafta ja naftasaaduste biolagundamisega seotud mikroobioomi struktuuri ja nafta komponentide lagundamise võimekust Läänemere avavees, setetes ja rannikupiirkonnas, võrreldes teiste külmade piirkondade merekeskkondadega. Lisaks oli eesmärk hinnata erinevate reostustõrje meetodite rakendamise potentsiaali ja tõhusust külmas kliimas merekeskkonna eri osades.



#### JOONIS

Naftaga reostunud sette biotervendamine, kasutades bioelektrokeemilisel süsteemil põhinevat lahendust.

Autor: Jaak Truu

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Biolagundamine** – orgaaniliste ainete muundamine lihtsaiks aineteks (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NH<sub>4</sub>) mikroorganismide toimele.

**Biotervendamine** – bioloogiliste meetodite ja protsesside rakendamine reostunud keskkonna puhastamisel.

**Mikroobioom** – keskkonda asustavate mikroobide kogum.

### Projekti olulisemad tulemused

- Projekti tulemusena leiti, et Läänemere vees ja setetes on kujunenud mitmekesine mikroobikoosus, millel on võimekus lagundada veekeskkonda sattunud nafta ühendeid.
- Katsete tulemused näitasid, et sünteetiliste dispergantide kasutamine ei soodusta nafta biolagundamist külmas merevees ja jääs, kuid bioelektrokeemilistel süsteemidel võiks olla perspektiivi reostunud setete biotervendamisel Läänemeres.
- Projekti käigus loodi andmebaas meres naftaühendite lagundamisel osalevatest mikroobide rühmadest, mida saab kasutada võrdlusmaterjalina edaspidiste uuringute andmeanalüüsis.

### Miks on need tulemused olulised?

Projekti tulemused annavad olulist infot Läänemere ja Atlandi ookeani merekeskkonna võimekusest nafta ja naftaproduktide biolagundamisel. Eksperimentidest saadud tulemused näitavad bioelektrokeemiliste süsteemide potentsiaali setetest õlireostuse eemaldamisel ning viitavad sünteetiliste dispergantide ebatõhususele õlireostuse likvideerimisel Läänemeres ja teistes külma kliimaga merekeskkondades.



Foto: Peeter Paaver

TARTU ÜLIKOOL

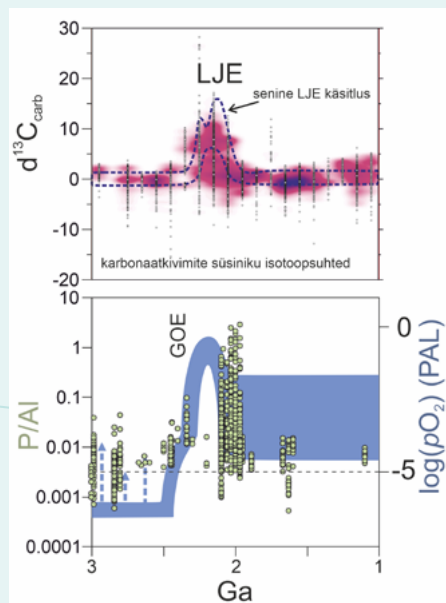
## Fosfori roll Maa hapnikulise atmosfääri tekkimisel

KALLE KIRSIMÄE (kalle.kirsimae@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG447 rahastatud uurimisprojekt, kokku 875 500 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Maa arenguloo sõlmküsimuseks on hapnikulise atmosfääri kujunemine 2,4 miljardit aastat tagasi, mis tõi kaasa suured muutused Maa aineriingetes, kuid mida kontrollinud tegurid ei ole siiani selged.



Projekti eesmärk oli selgitada olulise toiteaine fosfori aineriinget kontrollinud protsessid nn Suure Hapnikusündmuse (GOE) järel, kui käivitus hapnikuline murenemine ja toimus teadaolevalt suurima amplituudiga ja pikim süsiniku aineriinge häiring – Lomagundi-Jatuli Sündmus (LJE) –, mille lõppu on arvatud tähistavat hapnikulise atmosfääri kokkuvarisemine enam kui miljardiks aastaks.

#### JOONIS

Atmosfääri hapniku, karbonaatkivimite süsinikisotopide ja fosfori dünaamika.

Autor: Kalle Kirsimäe

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**GOE (Great Oxygenation Event) ehk Suur Hapnikusündmus** – u 2,4 miljardi aasta eest tekkis esmakordselt püsivalt hapnikuline atmosfäär.

**LJE (Lomagundi-Jatuli Event) ehk Lomagundi-Jatuli Sündmus** – Maa pikim ja suurim süsiniku aineriinge häiring, mis avaldub karbonaatsete settekivimite anomaalselt positiivsetes stabiilsete süsinikisotopide suhetes, mis on tavaliselt u 0%, kuid olid LJE ajal 10% ja kõrgemad.

### Projekti olulisemad tulemused

Projekti tulemusena näitasime, et

- hapnikulised tingimused ja fosfogenees jäid aktiivseks veel ligikaudu 100 miljoniks aastaks peale arvatavat LJE lõppu;
- GOE tulemusena intensiivistunud murenemisel vabanenud fosfori transporti meredesse vahendasid savimineraalid;
- autigeensete fosforiidide moodustumine ei kattu ajaliselt GOE järel alanud LJE anomaaliga ja ilmub alles järgnevatel orgaanilise ainese rikastes settekompleksides;
- LJE ei olnud globaalne ja ühesuunaline süsiniku aineriinge häiring ning et see esineb vaid madalmerelistes settekeskkondades ja puudub avamerelistes setendites.

### Miks on need tulemused olulised?

Projekti tulemused vaidlustavad senise arusaama GOE-ga kaasnenud aineriingete käitumisest ning näitavad, et põhjus-tagajärg seosed hapnikulise atmosfääri tekkimise, keemilise murenemise, fosfori vabanemise-transporti-settete ning süsinikuaineringete häiringute vahel on arvatust palju komplekssemad.



Foto: erakogu

## TARTU ÜLIKOOL

### Suureskaalaline gaasi-fermenteerivate atsetogeenide genotüüpfenotüüp seoste süsteemide bioloogiline kvantifitseerimine

**KASPAR VALGEPEA** (kaspar.valgepea@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG298 rahastatud uurimisprojekt, kokku 394 750 eurot  
2019–2023

## Probleem ja eesmärk

Atsetogeensed bakterid omavad märgatavat võimekust jätkusuutlikuks kemikaalide ja kütuste tootmiseks heitgaasidest gaasfermentatsiooni tulemusena, kuid nende potentsiaali realiseerimiseks on vajalik panna arusaama nende rakkude ainevahetusest.

Projekti eesmärk oli erinevate atsetogeensete bakteritüvede kasvu ja ainevahetuse kirjeldamine kvantitatiivsete analüüsides samaaegselt mitmetel tasemetel, nt geenide ja valkude ekspressioon, ainevahetuse reaktsioonide voogude kiirused.



### FOTO

Gaasfermentatsiooni labor.

Foto: erakogu

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Atsetogeenne bakter** – bakter, kes kasutab süsiniku fikseerimiseks Wood-Ljungdahli ainevahetusrada.

**Gaasfermentatsioon** – biotehnoloogiline protsess, kus mikroob kasutab kasvuks gaasilist süsinikku (nt CO<sub>2</sub>).

## Projekti olulisemad tulemused

- Projekti kaasabil loodi maailmas üksikute selliste sekka kuuluv gaasfermentatsiooni labor nii töögrupi, seadmete kui ka protokollide kujul.
- Kirjeldati transkriptsioonilise regulatsiooni rolli eri kasvutingimustega kohanemiseks ning kasvuerikiiruse mõju ainevahetusvoogudele.
- Laboratoorse evolutsiooni järgi arendati sünteetilise bioloogia meetoditega paremate omadustega bakteritüved.

## Miks on need tulemused olulised?

- Projektist tekkinud uued arusaamad atsetogeensetest bakteritest on olulised nii nende mikroobide ainevahetuse regulatsiooni ja kasvupiiride mõistmiseks kui ka gaasfermentatsiooni protsessi optimaalsemaks opereerimiseks.
- Tulemused laiendavad arusaamist geenide-valkude-voogude tasemete regulatsioonist mikroobides ning viitavad mitmetele uudsetele sihtmärk-geenidele rakkude ainevahetuse optimeerimiseks.
- Tulemused omavad rakenduspotentsiaali tööstuslikus gaasfermentatsioonis protsessi jaoks paremate rakuvabrikute arendamise toel.



Foto: erakogu

TARTU ÜLIKOOL

## Sünteetiliste multifosforülitavate signaali- võrgustike kasutamine rakuvabrikutes

MART LOOG (mart.loog@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG550 rahastatud uurimisprojekt,  
kokku 1 241 375 eurot  
2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Valkude fosforüülimine on kõige laiemalt kasutatav lülitus- ja signaaliprotsessimise mehhanism rakkudes. Igas rakus toimub igas sekundis sadu tuhandeid lülitusi. See võrgustik on inimhõistuse jaoks veel raskesti hoomatav.

Projekti eesmärk oli selgitada välja, kas selliseid mehhanisme on võimalik ratsionaalselt ja modulaarselt disainida ning sünteetilistes rakkudes kasutada. Loodetavasti toob meie töö kunagi kasu ka inimkonnale ja parandab planeedi biosfääri tervist.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Rakk** – elu algühik, mis kannab geneetilist informatsiooni ja on võimeline poolduma, luues iseenese koopia. Kogu elu maailmas algas ühest rakust.

**Fosforüülimine** – fosfaatrühmade lisamine valkudele ensüümide (kinaaside) poolt.

**Proteiinkinaasid** – ensüümid, mis lisavad lülituse eesmärgil fosfaate valkudele, vahel nimetatakse neid ka molekulaarlülititeks. Fosfaataasid on ensüümid, mis jälle võtavad fosfaadid valkudelt ära.

### Projekti olulisemad tulemused

MPToolboxi abil suudame nüüd luua

- süsteeme, mis reguleerivad valkude lokalisatsiooni ja transpordi dünaamikat tuuma ja tsütoplasma vahel;
- süsteeme, mis reguleerivad transkriptsiooni regulaatoreid;
- süsteeme, mis reguleerivad valkude degradatsiooni tsütoplasmas;
- süsteeme, mis reguleerivad valkude degradatsiooni tuumas;
- mitme sisendiga süsteeme, mis võivad moduleerida eelmistes punktides nimetatud süsteeme vastavalt raku välis- või sisesignaale (näiteks erinevad stressid, feromoonid, toitained, metaboliidid jne).

### Miks on need tulemused olulised?

Et mõista elu, peame õppima seda ise disainima ja ehitama. Me astusime sellele teadmisele sammukese lähemale ja loodame, et meie töö toob kunagi midagi head inimesele ja planeedile, millel elame.



Foto: TalTech

## TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

### Keskkonnategurite mõju pärastjääaegse taimkatte levikule. Paleoökoloogiline rekonstruktsioon ja modelleerimine (TrackLag)

SIIM VESKI (siim.veski@taltech.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG323 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 241 375 eurot 2019–2023

## Probleem ja eesmärk

**Projekt lähtus küsimusest, kas taimeliigid levisid pärast viimast jääaega Eestisse sarnase tempoga. Kui ei, siis mis on levikukiiruse ja -musteri mõjutajad.**

Uuring tegeles maismaataimestiku rolliga vanades ökosüsteemides: selle dünaamika ja elupaikadega, taimestiku järgnevusega ja reageeringutega kliima- ja üldistele keskkonnamuutustele, taimestiku võimaliku hilinemistega ning sellega kaasnevate mitmekesisuse muutustega. Kasutasime laia bio-, geo- ja kemomeetodite spektrit, et taastuletada paleokliima parameetreid ning muistse maakatte modelleerimist ja selgitada selliste protsesside nagu ränne (suktsessioon) ja konkurents, aga ka kliima, toiteainete, epideemiade ja häiringute hulga ja muistse inimtegevuse (põllundus, karjakasvatuse, metsakasutus) mõju taimestiku dünaamikale hilis- ja pärastjääajal Põhja-Euroopas. Seda ultralokaalses, lokaalses, regionaalses ja kontinentaalses ulatuses.

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Vana ökosüsteem** – ökosüsteemid tuhandete aastate tagusest ajast, mis taastuletatakse eri andmete abil, nagu õietolm, vetikad, taimsed suurjäänused, faunajäänused.

**Paleokliima** – kliimaparameetrid (suvetemperatuur, talvetemperatuur jne), mis taastuletatakse eri andmete abil, nagu õietolm, vetikad, taimsed suurjäänused, faunajäänused.

## Projekti olulisemad tulemused

Mineviku andmestik aitab ennustada käimasolevate kiirete kliimamuutuste võimalikke tagajärgi.

## Miks on need tulemused olulised?

Geoloogilises ajas on paljud meid huvitavad sündmused toimunud juba mitmeid kordi ja meil on võimalik neist õppida.

### FOTO 1

Tallinna tehnikaülikooli magistrandid uurivad järvesetetes talletunud teavet Rummu järvel Harjumaal. Fotol on järve jää peale laotatud kogu setteläbilõige, mis hõlmab umbes 12 000 aastat. Paremalt on hallikas savi, mis on settinud hilisjääajal ja kajastab tundrakooslusi. Keskosa sete pärineb Holotseeni alguse ja keskaega loodusmaastikust. Vasaku osa setetes leidub juba inimkaaslejate ja kultuurtaimede õietolmu.

Foto: Siim Veski



### FOTO 2

Järvesette kõige ülemine osa külmutuspuuris. Sete külmutatakse „kuiva jää“ (tahke süsihappegaasi) abil puuri külge. Näha on parasvöötme järvedele iseloomulik rütmiline settimine Pikajärves. Selline aastakihiline struktuur säilib ainult sügavates ja hapnikuvaese põhjaga järvedes

Foto: Siim Veski



Foto: erakogu

## TARTU ÜLIKOOL

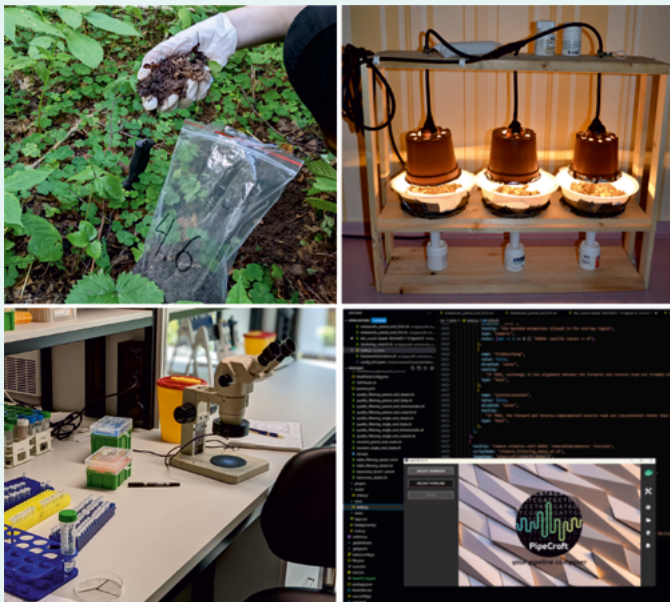
### Optimeeritud molekulaarsed identifitseerimismeetodid kiireks ja suuremahuliseks mullafauna määramiseks

STEN ANSLAN (sten.anslan@ut.ee)

Mobilitas Pluss tagasipöörduva teadlase toetusega MOBTP198 rahastatud uurimisprojekt, kokku 113 500 eurot  
2021–2023

## Probleem ja eesmärk

Molekulaarsete identifitseerimismeetodite areng on jõudsalt kaasa aidanud mullaorganismide tuvastamisele, kuid võrreldes mikroobidega on selles valdkonnas mullafaunale vähem tähelepanu pööratud.



Projekti eesmärk oli molekulaarsete (DNA) markerite väljatöötamine ja valideerimine mullaloomade tuvastamiseks mullaproovidest.

#### FOTOD

**Mullaloomade määramise etapid DNA mass-triipkoodistamise meetodil:** mullaproovide kogumine, mullast loomade eraldamine, laboritöö (sh DNA eraldamine), DNA järjestuste bioinformaatiline analüüs.

Fotod: Sten Anslan

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**DNA mass-triipkoodistamine (DNA metabarcoding)** – DNA-põhisel meetodil liikide tuvastamine keskkonnaproovidest (näiteks mullaproovist eraldatud DNA põhjal).

**Teise ja kolmanda põlvkonna mass-sekveneerimine** – DNA mass-sekveneerimise tehnoloogiad, kus teise põlvkonna masinad on võimelised sekveneerima lühikesi (kuni  $2 \times 300$  aluspaari) ja kolmanda põlvkonna masinad pikemaid (siin projektis  $> 1000$  aluspaari) DNA fragmente.

## Projekti olulisemad tulemused

- Selgus, et hea kvaliteediga lühikesi DNA markerjärjestusi saab sekveneerida ~ 3 korda odavamalt.
- Nii teise kui ka kolmanda põlvkonna sekveneerimise tehnoloogiad on kasutatavad mullaloomade tuvastamiseks otse mullaproovide DNA-st (teise põlvkonna tehnoloogia on odavam, kuid kolmanda põlvkonna tehnoloogiaga on valepositiivsete taksonoomiliste üksuste tuvastamise määr väiksem).
- Valmis mahukas ülevaateartikkel olemasolevatest bioinformaatika tarkvaradest DNA markerjärjestuste analüüsimiseks.
- Kasjutajasõbraliku graafilise liidesega bioinformaatika tarkvara (PipeCraft2) täiendati; see võimaldab analüüsida ka (mulla)loomadepõhiseid DNA markereid.

## Miks on need tulemused olulised?

Võimaldab kuluefektiivset bioseiret, samuti lihtsasti kättesaadavaid ja asjakohaseid DNA järjestuste analüüsimismeetodeid mitmetele markeritele.



Foto: erakogu

TARTU ÜLIKOOL

## Valgusünteesiga seotud protsessid vaadatuna bakteripopulatsioonide heterogeensuse seisukohalt

TANEL TENSON (tanel.tenson@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG335 rahastatud uurimisprojekt,  
kokku 1 241 375 eurot  
2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Bakterite põhjustatud nakkuste uurimisel on standardseks meetodiks nakkustekitaja isoleerimine ning iseloomustamine laboris. Praeguseks on saanud selgeks, et nakkuse käigus tekivad erinevad bakterite alam-populatsioonid. Sellise heterogeensuse taga on bakterite muteerumine, kuid ka fenotüübilise varieeruvuse teke. Uurisime projektis valgusünteesi, antibiootikumide toime ja bakteripopulatsioonide heterogeensuse seoseid.

Projekti eesmärk oli paremini mõista bakterinakkuste molekulaarseid mehhanisme ja antibiootikumide toimet.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Mutatsioon** – muutus bakteri pärilikkusaines, DNA-s.

**Fenotüübiline varieeruvus** – organismid on üksteisest erinevad ilma selleta, et erinevust põhjustaks muutus pärilikkusaines.

### Projekti olulisemad tulemused

- Tuvastasime, et imetajaraku sees nakkust põhjustades võivad bakterid olla uinunud olekus ja antibiootikumidele tundetud.
- Leidsime uudseid mehhanisme selle kohta, kuidas bakterid ennast neid nakatavate viiruste, bakteriofaagide vastu kaitsevad. Nendel tulemustel võib olla edaspidi mõju biotehnoloogia arengule.

### Miks on need tulemused olulised?

Tulemused on teaduslikult uudsed, mis võimaldab meil paremini end ümbritsevat mõista. Parem arusaam nakkushaigustest ja antibiootikumide toimest võimaldab haigustega efektiivsemalt võidelda.



Foto: Külli Kutser

TARTU ÜLIKOOL

## Mikroskaalast globaalprobleemideni. Kaugseire meetodite rakendamine teadusuuringutes

TIIT KUTSER (tiit.kutser@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG302 rahastatud uurimisprojekt,  
kokku 1 241 375 eurot  
2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Maailmaookeani rannajoone pikkus on üle 1,6 miljoni kilomeetri ning maailmas on 117 miljonit järve. On ilmselge, et ainuke võimalik meetod uurida ja seirata muutusi neis veekogudes nii regionaalses kui globaalses skaalas on kasutada kaugseiret.



Projekti eesmärk oli töötada välja kaugseire meetodeid, mida saab kasutada järvede ja rannikumere eri parameetrite uurimiseks, ning seejärel rakendada neid meetodeid teadusprobleemide ja praktiliste ülesannete lahendamisel.

#### FOTO

Kaugseire osakond.

Autor: Joanna Jõhvikas

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

Valgala – maa-ala, millelt veekogu saab oma vee.

### Projekti olulisemad tulemused

- Töötati välja meetodid paljude vee omaduste (üldlämmastik ja -fosfor; fosfaadid; bioloogiline ja keemiline hapnikutarve; klorofüll-a; lahustunud orgaaniline aine; hõljum; pH; läbipaistvus; vee hapnikusisaldus, CO<sub>2</sub>, troofsus) ning põhjataimestiku ja selle biomassi katvuse suureskaalaliseks uurimiseks järvedes ja meredes.
- Uurides kõiki maailma üle 0,1 km<sup>2</sup> pindalaga järvi, leidsime, millised valgala omadused mõjutavad kõige rohkem lahustunud orgaanika hulka järvedes. Leidsime, kuidas mõjutavad erinevad kliimamuutustest ja inimtegevusest tingitud nihked järvede ökosüsteeme maailma eri piirkondades.
- Töötasime välja meetodid süsiniku hulga hindamiseks veekogude põhjataimestikus. Need on olulised nii süsinikuringe uurimisel, riikide süsinikubilansi arvutamisel kui ka näiteks süsinikukvootide kaubanduses.

### Miks on need tulemused olulised?

Välja töötatud kaugseire meetodid võimaldavad uurida vee ökosüsteeme ja nende muutusi ajas, täiendada meie arusaama kliimamuutustest ja selle tagajärgedest ning parandada merekeskkonna ja järvede säästvat kasutamist ning majandamist.



Foto: Andres Tennus

## TARTU ÜLIKOOL

# Kasvuhonegaaside vood märgalades lokaalsest globaalseni – kliima soojenemise ja maakasutuse mõju

ÜLO MANDER (ulo.mander@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG352 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 241 375 eurot 2019–2023

## Probleem ja eesmärk

Märgalade hääbumine kuivendamise ja põudade tõttu suurendab kliima soojenemist põhjustavate kasvuhonegaaside (KHG) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O lendumist, kuid selle ulatust ja dünaamikat on veel vähe uuritud.



Lõppenud uurimisprojekti peamine eesmärk oli süvendada teadmisi peamiste KHG voogude dünaamikast märgaladel sõltuvalt kliima ja maakasutuse muutustest ning prognoosida trende kohanemisstrategiate tarvis.

### FOTOD

Agali I uurimisala.

Mander *et al.* 2021, npj Clim Atmos Sci Suppl. Fig. 3

Autor: Ülo Mander

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

Süsihappegaas (CO<sub>2</sub>), metaan (CH<sub>4</sub>) ja naerugaas (N<sub>2</sub>O) – kolm peamist kliimat soojendavat inimtekkelist kasvuhonegaasi.

IPCC – Valitsustevaheline Kliimamuutuste Nõukogu, mis uurib ja analüüsib kliimamuutuse tagajärgi ja leevendamist.

## Projekti olulisemad tulemused

- Tehti esmakordne globaalne soomuldade lämmastikuringe mikroobiomi ja keskkonnatingimuste üldistus: kõik uuritud sood, ka „looduslikud“, on või on olnud mõjutatud kuivendusest/põudadest.
- Tuvastati, et N<sub>2</sub>O intensiivne voog metsamullast seotakse puuvõrades, selle fenomeni põhjused vajavad selgitust.
- Jõuti järeldusele, et selleks et tagada soode taastamisel süsiniku sidumine mullas, on möödapääsmatu eeldus veetaseme tõstmine, kuivendatud turbast süsinik lendub või kantakse välja veega.

## Miks on need tulemused olulised?

- Märgalade KHG bilansihinnangud vajavad olulist muutmist, eeskätt globaalse bilansi koostamisel.
- Looduslikud märgalad, mida IPCC aruanded veel ei käsitle, on kujunemas oluliseks KHG allikaks.



Foto: Teaduste Akadeemia

EESTI MAAÜLIKOOL

## Krüptogaamide kasvav roll ökosüsteemide produktiivsuses soojenevas ja niiskenevas kliimas

ÜLO NIINEMETS (ylo.niinemets@emu.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG537 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 241 375 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

**Kas tulevikukliima soosib sammalde, samblike ja vabalt elavate vetikate levikut ja süsiniku sidumist?**

Globaalne kliimamuutus tähendab põhjalaiuskraadidele tulevikus soojemaid lühema lumikatte kestusega talvi, pikemat kasvuperioodi ja suuremat niiskuse kättesaadavust. Projekti peamine eesmärk oli mõista, mis rolli mängivad krüptogaamid talvise „rohenemises“ ja ökosüsteemide süsinikuringes.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Krüptogaamid** – eostega paljunevad taimed (nt samblad, maksasamblad, selaginellid, sõnajalad, kollad) ja taimelaadsed organismid (samblikud, tsüanobakterite koorikud).

**Taaselustuv krüptogaam** – stressirohketes paikades kasvav fotosünteesiline organism, mille elutegevus jaguneb aktiivseks ja mitteaktiivseks perioodiks. Läbikuivanud krüptogaamide elutegevus on sisuliselt peatunud. Taasveetustamisel taastub krüptogaamide elutegevus stressieelsele tasemele.

#### Projekti olulisemad tulemused

- Taaselustuvate krüptogaamide taaselistumise (stressitundlikkuse) määr varieerub suurtes piirides.
- Pikaajaline atmosfääri CO<sub>2</sub> tõus mõjutab eri krüptogaame erinevalt ja kohanemise määr sõltub toitainete kättesaadavusest.
- Taaselustumise määr kahanes vähe või ei muutunud kõrgel CO<sub>2</sub> kontsentratsioonil kasvanud krüptogaamidel.
- Sõltumata CO<sub>2</sub> kontsentratsioonist, kasvab eeldatavalt tuleviku soojemate ja niiskemate talvede korral krüptogaamide talvine fotosüntees ja levik (näiteks talvine „katuste haljendamine“).

#### Miks on need tulemused olulised?

Uurimus täiendab oluliselt arusaama taimestiku rollist biosfääris ja näitab, et senini vähetahtsaks peetud organismidel on oluline osa maa süsinikubilansis, eriti talvel põhjalaiuskraadidel. Krüptogaamide osakaal eeldatavalt kasvab, kuna ainult need organismid on võimelised kiiresti n-ö üles ärkama ja talviseid sulaperioode fotosünteesiks kasutama.



#### FOTOD

Näited krüptogaamide levikust erineva stressitasemega kooslustes.

Autor: Ülo Niinemets

# HUMANITAARTEADUSED JA KUNSTID

- HELLE METSLANG
- KALEVI KULL
- MARI VALDUR
- MARTEN SEPPEL
- UKU TOOMING





Foto: Peeter Laurits

## TARTU ÜLIKOOL

### Semiootiline sobivus kui biokultuurilise diversiteedi mehhanism: ebastabiilsus ja kestlikkus uutes keskkondades

KALEVI KULL (kalevi.kull@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG314 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 148 375 eurot 2019–2023

## Probleem ja eesmärk

Uuriti, milline on semiootilise sobitumise roll bioloogilise ja kultuurilise mitmekesisuse kujunemisel ja püsimisel.

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Semiootiline sobitumine** – kommunikatiivse või kognitiivse koosolemise tasakaalustumine.

**Biosemiootika** – elussüsteemide tähendusloomet, tähenduslikku kommunikatsiooni ja omailmu uuriv teadusharu.

**Omailm** – organismi subjektiivne maailm, mis seisneb organismi enda tehtavate eristuste kogumis.

### PROJEKTI EESMÄRK:

- Välja töötada semiootilise sobitumise mõiste ja see üldsemiootika teooriaga siduda.
- Uurida semiootika võimalusi linna biokultuurilise pärismaise mitmekesisuse rikastamisel ja stabiliseerimisel.
- Arendada õppevahendeid, lähtudes multimeediaalsest semiootilisest sobitumisest.
- Rakendada semiootilise tõlke vahendeid destabiliseeriva tähendusloome vastustamiseks.

## Projekti olulisemad tulemused

- Täiendasime semiootika teooriat mitme uue mõistega (sh semiootiline sobitumine, omailmavõrk, semiootiline aken).
- Töötasime välja omailma semiootilise analüüsi aluspõhimõtted.
- Põhjendasime, kuidas on esteetikal biosemiootiline alus.
- Näitasime, et nii bioloogiliste koosluste kui ka kohaliku kultuuri harmoonilisel mitmekesisustumisel on semiootilisel sobitumisel oluline roll.

## Miks on need tulemused olulised?

- Saavutatud arusaamad võimaldavad paremini korraldada pärismaise elurikkuse kaitset. Selleks tuleb pöörata tähelepanu omailma-põhisele esteetikale.
- Projekt toob esile mitmed tähendusloome erijuhud, mis võivad harmoonilist mitmekesisust destabiliseerida.
- Siit saab õppida, kuidas teha olulist teadust suhteliselt väikese negatiivse (ja pigem positiivse) keskkonnamõjuga.



Foto: Peeter Laurits

TARTU ÜLIKOOL

## Sooline afektiivsus. Kategooriad, kapitalism ja etnograafia Mongoolias

MARI VALDUR (mari.valdur@ut.ee)

Sissetuleva järeldoktoritoetusega SJD45 rahastatud uurimisprojekt, kokku 59 460 eurot  
2022–2023

### Probleem ja eesmärk

Kapitalismi ja soo suhestuse mõtestamine on alles tärkav uurimissuund. Uudse lähenemisena on projektis toodud kokku afekti- ja soouuringud, mõistmaks, miks teatud soostruktuurid on muutustele vastupidavad, samas kui teistel on võime käiku lükata sotsiaalseid muutusi laiemaltki.

Projekti eesmärk oli avaldada etnograafiline monograafia („Gender Affects: Social Movements and Capitalist Ethnography in Ulaanbaatar”) ja hulk teadusartikleid.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Afekt** – seoses termini *afekt* käestlibiseva ja ulatusliku kasutusega tugineb minu definitsioon terminist vastavalt töö metodoloogilisele lähenemisele raamatu algul esitatud anekdoodile. Seejärel avan terminit juba teiste teoreetikutega dialoogis.

**Sotsiaalne sugu** – mõiste esineb töös peamiselt sotsiaal-kultuuriliste kategooriate, elatud kogemusel ja (poliitilise) subjektiivsuse vastastikustes mõjudes.

### Projekti olulisemad tulemused

Projekti tulemusena valmis monograafia „Gender Affects: Social Movements and Capitalist Ethnography in Ulaanbaatar“ käsikiri. Üks teadusartikkel on esitatud teadusajakirjale ja mitu teist on arenenud edasi esitamise suunal.

### Miks on need tulemused olulised?

Projekt arendab arusaamu sellest, kuidas muutus saab tekkida. Ühelt poolt avalduvad kehalised, verbaliseerimata ja eelverbaalsed aspektid, mis on jagatud, kuid individuaalselt tunnetatud ning mis omavad potentsiaali innustada ühist, aga ka eraldavat tegevust. Teisalt kerkivad need esile läbi jäikade (soo)kategooriate, neile omistatud omaduste ja subjektiivsuste. Kultuurideüleselt on mu eesmärk on juhtida tähelepanu „tundmuste“ politiseerimisele, omistades nende eripäradele vajalikku sotsiaal-kultuurilist ja ajaloolist tähelepanu.



Foto: Andres Tennus

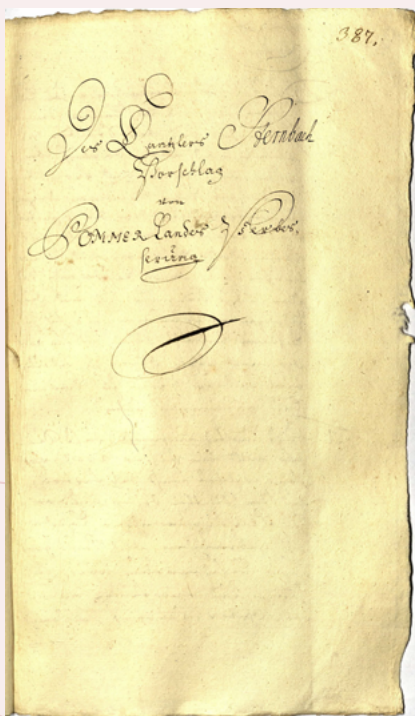
TARTU ÜLIKOOL

## Ümberkorraldustele aluste loomine. Muutuste poliitilised ja majanduslikud argumendid Läänemere ruumis varauusajal

MARTEN SEPPEL (marten.seppel@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG318 rahastatud uurimisprojekt, kokku 814 700 eurot  
2019–2023

### Probleem ja eesmärk



Elame reformide ja uuenduste ajastul. Selline pidev muutuste ja parenduste ootus sündis Euroopas varauusajal, kuid kuidas, miks ja millal selline murrang mõttelaadis ja poliitikas toimus, on veel jätkuv paljude tahkudega uurimisprobleem.

Projekti eesmärk oli uurida ideid ja sõnavara 16.–18. sajandil, mis kõnelesid uuendustest. Selgitasime, kust ja kuidas tekkis varauusajal vajadus muutuste järele, keskendudes Läänemere regioonile. Soovisime vaadata teadmussiiret nii praktikast teooriasse kui ka teooriast praktikasse.

#### FOTO

H.C.v.Sternbachi Rootsi Pommeri parendamise ettepanekud (1661), Landesarchiv Greifswald Rep. 40 VI Nr. 26

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Reform** – tänapäeval edasiviiv ümberkorraldus avalikus halduses. Enne 19. sajandit mõisteti selle all aga hoopis tagasipöördumist vana hea korra juurde.

**Parendamine** (*improvement, Verbesserung*) – varauusajal üha laiemalt levinud mõiste millegi paremaks ja tulusamaks muutmiseks.

**Varauusaeg** – Euroopa ajaloo periood, mis hõlmab 16.–18. sajandit.

### Projekti olulisemad tulemused

- Näitasime mõiste „parendamine“ esinemise suurt tõusu 17.–18. sajandil ning mõiste „reform“ vähest kasutust enne 19. sajandit.
- Senine arusaam, et üksnes Inglismaal kujunes varauusajal välja talle ainuomane parendamise kultuur (*culture of improvement*), pole ei Rootsi, Saksa ega isegi Vene poliitiliste ja majanduslike diskursuste valguses põhjendatud.
- Varauusaja periood Balti provintssides on kirjeldatav muutuste ja ümberkorralduste perioodina, kuid selle ajajärgu periodiseerimine on väga kompleksne.
- Eesti- ja Liivimaa kaasused tõendavad, et kuigi poliitilisi ümberkorraldusi omistatakse valitsejatele (nt Gustav Adolf või Peeter I), siis uuenduslikud muudatusettepanekud ja nende rakendamine oli kaugel ainult ülalt alla korraldamisest.

### Miks on need tulemused olulised?

Elame kiirete muutuste ajal. Ühiskonda ja majandust on alati lihtsam juhtida siis, kui mõistetakse paremini ajalooliselt kujunenud keerulisi poliitilisi, sotsiaalseid ja majanduslikke protsesse.



Foto: erakogu

TARTU ÜLIKOOL

## Järjepidevus ja katkestus soovides ja väärtustes

UKU TOOMING (uku.tooming@gmail.com)

Mobilitas Pluss tagasipöörduva teadlase toetusega MOBTP1004 rahastatud uurimisprojekt, kokku 107 500 eurot 2021–2023

### Probleem ja eesmärk

Inimeste soovid ja väärtushoiakud muutuvad läbi aja ning teatud juhtudel sellisel määral, et uutel hoiakutel paistab puuduvat järjepidevus eelnevatega ning isiku varasem mina jääb talle võõraks. Kuidas selliseid olukordi filosoofiliselt mõista ning mis on soovide ja väärtushoiakute järjepidevuse või katkestuse tingimused?

Projekti eesmärk oli uurida isiku väärtushoiakute järjepidevuse ja katkestuse tingimusi ning seda, mis ulatuses on võimalik mõista oma tuleviku ja mineviku mina tahtmisi ja väärtusi.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Afekttiivne dispoitsioon** – kalduvus mingile sündmusele või situatsioonile afekttiivselt reageerida (reaktsioonid hõlmavad emotsioone, naudingut ja valu).

**Propositsiooniline õigustus** – kui kellelgi on propositsiooniline õigustus mingi väite suhtes, siis saab ta seda väidet mõistlikul viisil uskuda (st tal on alus selle uskumiseks).

**Episteemiline generatiivsus** – psühholoogiline protsess on episteemiliselt generatiivne, kui ta annab isikule propositsioonilise õigustuse, mida mingi muu eelnev protsess ei andnud.

### Projekti olulisemad tulemused

- Loodi teoreetiline raamistik väärtushoiakute järjepidevuse ja katkestuse mõistmiseks afekttiivsete dispoitsioonide kaudu.
- Pandi alus kujutlusvõime epistemoloogia käsitusele, mille järgi on kujutus õigustuse generatiivne allikas, lisaks mälu epistemoloogia käsitusele, mille järgi on mälu õigustuse generatiivne allikas.
- Seati kahtluse alla populaarne eeldus, mille kohaselt nauding oma loomu poolest motiveerib selle kogemise jätkamist.

### Miks on need tulemused olulised?

- Väärtushoiakute järjepidevuse ja katkestuse mõistmise raamistik võimaldab täpsustada seda, millised käitumis- ja otsustuselused isikul eri olukordades on.
- Välja töötatud kujutluse episteemilise generatiivsuse teooria teeb algupärase panuse tänapäevasesse debatti kujutluse episteemilise staatuse üle.
- Välja töötatud mälu episteemilise generatiivsuse teooria näitab, kuidas mälu saab olla generatiivne isegi siis, kui eeldada väga nõudlikku episteemilise generatiivsuse kontseptsiooni.
- Naudingu enesesäilitamiseelduse kriitika avab võimaluse töötada välja naudingukäsituse, mille järgi naudingul on ajalisel indekseeritud motivatsiooniline struktuur.

# PÕLLUMAJANDUS- JA VETERINAARITEADUSED



-  KERLI MÕTUS
-  TANEL KAART



Foto:  
Eesti Rahvusringhääling

EESTI MAAÜLIKOOL

## Piimalehmade praakimine ja hukkumine kaas- aegsetes kõrgetoodangulistes piimakarjades

KERLI MÕTUS (kerli.motus@emu.ee)

Personaalse uurimistoetusega PSG268 rahastatud uurimisprojekt, kokku 394 750 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Piimalehmade lühike eluiga on lehmade halva tervise indikaatoriks, vähendab tootmise tasuvust ning toob kaasa ebasoodsa keskkonnamõju.

Projekti eesmärk oli analüüsida loomapidajate suhtumise, hoiakute ja isikuomaduste mõju lehmade praakimisele ja suremusele; uurida, milline mõju on karja nakkuste levikul lehmade praakimis- ja suremuskordajale ning eluea pikkusele; tuvastada lehmade karjaspüsivuse farmipõhised riskitegurid ning riskitegurirühmad.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Lehmade praakimine** – lehmade karjast väljaminek lihaks realiseerimise, farmis hukkumise või müümise tõttu.

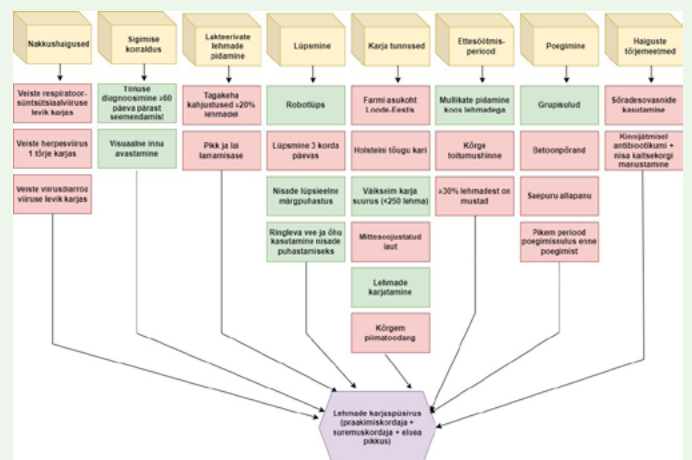
**Lehmade hukkumine** – lehma abistamata surm või eutanaasia farmis.

### Projekti olulisemad tulemused

- Lehmade karjaspüsivuse parendamiseks tuleb enim tähelepanu pöörata karja nakkushaiguste tõrjele ning lehmade sigivuse, pidamiskeskonna ja lüpsrutiinide parandamisele. Kriitilisteks kohtadeks on ka lehmade poegimiseelne ja -aegne pidamine ning üldiste haiguste ennetusmeetmete rakendamine.
- Farmijuhtide rahulolematuse karja praakimisnäitajatega ning kõrge piimatoodangu eelistamine lehmade pikemale karjaspüsimisele olid iseloomulikud tunnused nende farmide juhtidele, kus lehma praagiti rohkem ja nende eluiga oli lühem.
- Tuvastasime, et veiste viirusdiarröa viiruse, veiste respiratoor-süntsütaalviiruse, *Salmonella* Dublini ning paratuberkuloosi esinemisel karjas on oluline mõju lehmade karjaspüsivusele ning eluea pikkusele.

### Miks on need tulemused olulised?

Uuringute tulemused on olulised eelkõige loomapidajatele ja loomaarstidele, andes juhiseid lehmade pidamistingimuste ja rutiinide parendamiseks, mis kokkuvõttes soosib lehmade karjaspüsivust. Meie töö annab sisendi kogu piimatootmiselisele sektorile, aga ka riigile, rõhutades vajadust ühiste pingutuste järele nakkushaiguste tõrjel ning tootmisperspektiivi ja -eesmärkide määratlemisel.



#### JOONIS

Lehmade karjaspüsivust mõjutavad valdkonnad ja tegurid. Punase värviga on tähistatud riskitegurid, rohelisega kaitsva mõjuga faktorid.

Autor: Kerli Mõtus



Foto: Andres Tennus

## EESTI MAAÜLIKOOL

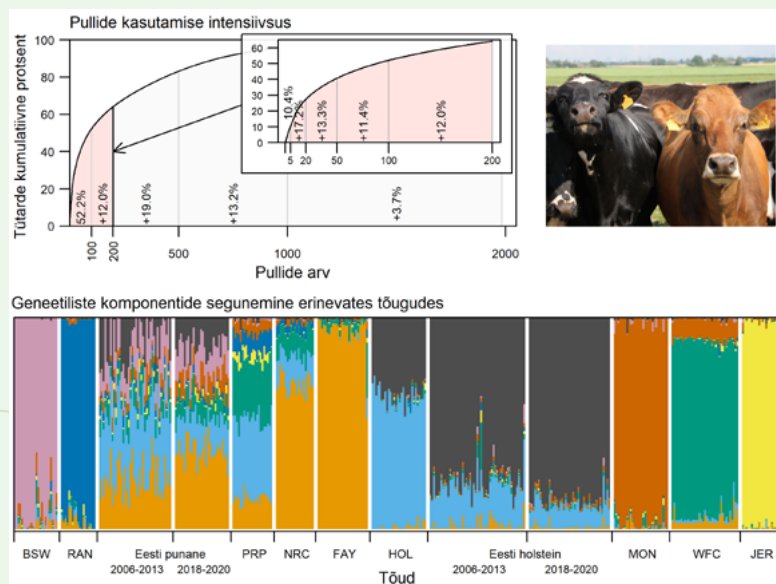
# Eesti piimaveisetõugude geneetiline struktuur ja selle dünaamika viimastel aastakümnetel

TANEL KAART (tanel.kaart@emu.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG554 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 241 375 eurot 2019–2023

## Probleem ja eesmärk

Eesti piimalehmad on piimatoodangult Euroopa tippu jõudnud, aga millised muutused on sellega kaasnenud populatsiooni geneetilises struktuuris, on ebaselge.



Projekti eesmärk oli luua Eesti piimaveisetõugude genoomsete profiilide andmebaas ning hinnata eri tõugude geneetilist varieeruvust, efektiivset populatsioonimahtu, isade päritolu, geneetilist potentsiaali jne.

### JOONIS

**Pullide kasutamise intensiivsus Eesti piimaveistel ja geneetiliste komponentide segunemine tõugudes.**

Autor: Tanel Kaart

Foto: Haldja Viinalass

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Inbriidingukoefitsient** – kordaja, mis mõõdab isendite ja/või populatsiooni suhtelist homosügootsust.

**Efektiivne populatsioonimaht** – indiviidide hüpotetiline arv idealistlikus populatsioonis, mille geneetiline struktuur on identne vaatlusaluse populatsiooniga.

## Projekti olulisemad tulemused

- Pullide valik on olnud ülimalt intensiivne ja aasta-aastalt on vähenenud Eestis sündinud pullide kasutamine.
- Enamik DNA andmete alusel hinnatud genoomaretusväärtustest on nii eesti holsteini kui ka eesti punase tõu puhul madalaimad Eestis sündinud pullide järglastel, genoomne inbriiding on seevastu kõrgem just välismaiste, eelkõige USA ja Kanada päritolu pullide järglastel.
- Hoolimata populatsiooni väiksusest on eesti punase tõugu veiste geneetiline varieeruvus ja efektiivne populatsioonimaht suurem ja inbriidingu tase madalam kui eesti holsteini tõugu veistel.
- Eesti punase tõu genofondis on paljude erinevate Euroopa piimaveisetõugude geene, samas kui eesti holsteini tõug on suhteliselt homogeenne. Aja jooksul on eesti punane tõug muutunud geneetiliselt mitmekesisemaks ja eesti holsteini tõu geneetiline mitmekesisus on vähenenud.

## Miks on need tulemused olulised?

- Eesti piimakarjakasvatuse edulugu ei ole tingitud kodumaiste loomade ülikõrgest geneetilisest potentsiaalist, vaid pigem oskusest sellest potentsiaalist võimalikult palju välja pigistada.
- Sarnaselt muu maailmaga on ka eesti holsteini tõu geneetiline varieeruvus kiirelt vähenenud, mis samas ei ole senini kajastunud jõudluse vähenemises.

# SOTSIAALTEADUSED

- AGE POOM
- AIRE RAIDVEE
- ANNELI KAASA
- HANNES PALANG

- KARMEN TOROS
- MARGIT KELLER
- PIA TIKKA
- TIIT TAMMARU



Foto: Andres Tennus

TARTU ÜLIKOOL

## Kergliikleja kokkupuude linnalooduse ja müraga. Võimalusi linnade jätkusuutlikkuse tagamiseks

AGE POOM (age.poom@ut.ee)

Mobilitas Pluss tagasipöörduva teadlase toetusega MOBTP1003 rahastatud uurimisprojekt, kokku 113 500 eurot 2021–2023

### Probleem ja eesmärk

Tänavaruumi kvaliteet mõjutab liikujate tervist, heaolu ja liikumisviisi valikut. Kestlike liikumisviiside kasutuse soodustamiseks ja linnalise liikuvuse keskkonnakoormuse vähendamiseks on oluline, et liikumiskeskond on jalakäijale ja ratturile ohutu, meeldiv ja tervislik.

Projekti eesmärk oli selgitada, kuidas jalakäijad ja ratturid tajuvad eri aastaegadel liikumiskeskkonnas olevat haljastust ja müra ning kuidas see kogemus võib mõjutada nende liikumisviisi valikut.



FOTO

Vaade Jaama tänavale Tartus. Foto: Age Poom

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Keskkonnatingimustega kokkupuude tänavaruumis** – eksponeeritus helidele, õhukvaliteedile, haljastusele või temperatuurile.

**Tänavaruumi keskkonnatingimuste taj** – kuidas inimesed märkavad keskkonnatingimusi ja reageerivad neile kas objektiivsetelt mõõdetud näitajate (nt tähelepanu, emotsioonide teke) või subjektiivsete hinnangute alusel.

### Projekti olulisemad tulemused

- Tänavaruumi haljastus mõjub hästi jalakäija enesetundele ja heaolule, kuid mitte igat tüüpi haljastusel ei ole samaväärne mõju.
- Helimaastikel on inimese heaolule suurem mõju kui haljastusel. Loodushelid parandavad jalakäija enesetunnet, juhivad tähelepanu tänavaruumis olevale haljastusele ja leevendavad liiklusest tulenevat koormust. Seevastu liiklusemüra vähendab heaolu oluliselt, kuid suunab samas inimeste tähelepanu liiklusohtudele.
- Aastaegade vaheldumine ei mõju jalakäija heaolule mitte niivõrd visuaalselt (rohelise või sügisevärvides haljastuse või talviste tingimuste nägemine), kuivõrd valgus- ja liikumistingimuste muutumise tõttu. Vegetatsiooniperiood avaldab samas mõju sellele, kui põnevana või meeldivana inimesed tänavaruumi tajuvad.
- Keskkonnatingimustega kokkupuute uurimisvaldkond vajab selliseid ruumiandmeid, mis peegeldavad haljastuse ja helimaastike sisulist mitmekesisust täiendusena haljastuse olemasolu või liiklusemüra valjuse infole.

### Miks on need tulemused olulised?

Tulemused toetavad linnu oma roheinfrastruktuuri ja tänavaruumi ülesehituse planeerimisel ning tingimuste loomisel kestlike liikumisviiside aastaringseks kasutuseks. Parema planeerimisega saab parandada tervisliku ja meeldiva liikumiskeskonna kättesaadavust kõigi sotsiaal-ruumiliste rahvastikurühmade jaoks. Tervislikul tänavaruumil on mitmekülgne positiivne mõju rahvatervisele



Foto: erakogu

TARTU ÜLIKOOL

## Intuiiivsed tõenäosuslikud järeldused nägemistajus

AIRE RAIDVEE (aire.raidvee@ut.ee)

Mobilitas Pluss tagasipöörduva teadlase toetusega MOBTP91 rahastatud uuring, kokku 90 499, 84 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Subjektiiivselt terviklikule tajumuljele vaatamata teevad inimesed visuaalse info põhjal otsuseid langetades vigu. Sellised vead tulenevad tajusüsteemis vältimatult tekkivast müra, aga ka nn tähelepanematus pimedusest, ning võivad erinevates olukordades (nt liikluses) olla väga oluliste tagajärgedega. Siiani ei ole üheselt kontrollitud, milline on erinevate tegurite suhteline roll vigaste tajutsustuste tekkel. Otsustusvigade põhjuste hindamist on raskendanud asjaolu, et objektide ansamblitele hinnangute andmisel võivad vastustõenäosuste jaotused olla identsed nii siis, kui visuaalselt sisendit töödeldakse hea täpsusega, kuid vaid osaliselt (s.t osa sisendist jääb tähelepanuta), kui juhul, kui võetakse arvesse kõik objektid, kuid madalama täpsusega (suure tajumüraga).

Projekti keskmes olid faktorid, mis mõjutavad tõenäosuslikke visuaalseid hinnanguid objektide ansamblitele. Peamised uurimisküsimused olid 1. kuidas mõjutavad ansambli komponendid ansamblile antavat summaarset hinnangut – kas elemente võetakse arvesse erinevate kaaludega või ignoreeritakse mõnesid täiesti; 2. milliseid algoritme rakendatakse koondhinnangu moodustamisel; ja 3. kas meie nägemissüsteem on teatud taju-tunnuste töötlemiseks paremini kohandunud.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Tähelepanematus pimedus** – olukord, kus objektide ansamblis ei märgata objekti, mis üksikuna esinevana oleks silmatorkav.

**Tajumüra** – tajusüsteemis tekkiv müra, mis moonutab (visuaalset) sisendit.

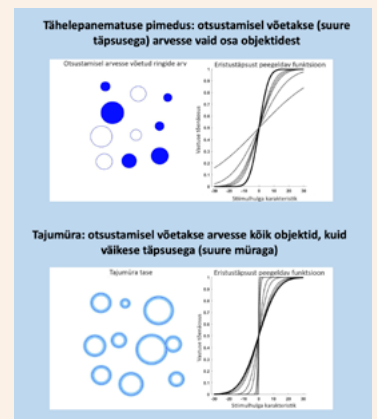
**Psühhomeetiline funktsioon** – matemaatiline funktsioon, mis seostab korrektse vastuse tõenäosuse ja stiimuli intensiivsuse taseme.

### Projekti olulisemad tulemused

- Pakkusime välja uue meetodi, mis tuvastab, kas tajuvead tulenevad tajumürast või tähelepanematus pimedusest.
- Näitasime üheselt, et teatud vead tulenevad tähelepanematus pimedusest, mille esinemine sõltub visuaalse tunnuse tüübist.
- Leidsime, et ringide keskmise suuruse hindamisel on taju kohastunud hindama keskmist diameetrit oluliselt täpsemini võrreldes keskmise pindala hindamisega (antud tulemus on eriti relevantne andmete visualiseerimisel).

### Miks on need tulemused olulised?

- Tähelepanematus pimeduse ja tajumüra mõjude eraldi hindamine pole siiani õnnestunud, sest traditsiooniliste analüüsimeetodite puhul esineb nende kahe efekti vahel lõivseos (ühe efekti hinnangu kasvades teise efekti hinnang kahaneb, ja vastupidi, vt illustratsioon).
- Mitmed senised nägemistaju alased tulemused põhinevad (seni eksperimentaalselt kontrollimata) eeldusel, et nägemistaju töötleb kahemõtmeliste objektide pindalasi kiiresti ja täpselt. Meie tulemused räägivad sellele eeldusele vastu. Lisaks teaduslikule panusele on sel teadmisel ka otsene praktiline väärtus kõikides olukordades, kus info graafilisel edastamisel kasutatakse objektide pindala (nt mull- ja sektordiagrammi puhul).



#### JOONIS

Tõenäosuslike hinnangute ilmnemine tähelepanematus pimeduse (üleval) ja tajumüra (all) tulemusena.

Kuvatõmmis: Aire Raidvee



Foto: Rein Toom

TARTU ÜLIKOOL

## Ajakohased kultuuri mõõdikud riigi ja regiooni tasandil

ANNELI KAASA (anneli.kaasa@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG380 rahastatud uurimisprojekt, kokku 637 500 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

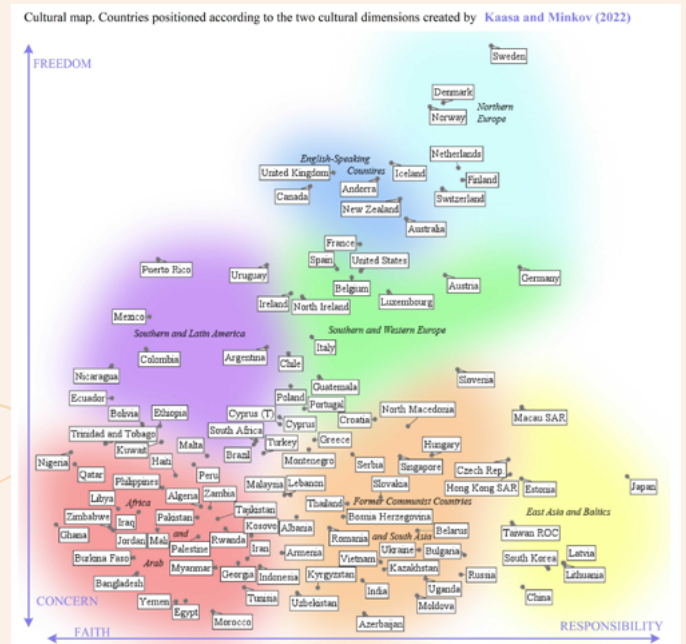
Projekti kestel süstematiseeriti kultuuri mõõtmist ja töötati välja ajakohased näitajad kirjeldamaks peamisi kultuurierinevusi 115 riigis.

Peaesmärk oli luua ajakohased kultuuri mõõdikud, mis on kättesaadavad võimalikult paljude riikide ja eri ajaperioodide kohta. Selleks tuli kaardistada seni kultuuri mõõtmiseks tehtu ja rahvusvahelistest uuringutest kättesaadavad andmed; töötada varasemate mudelite sünteesi ja parima kättesaadavusega andmete põhjal välja eeltoodud nõuetele vastavad kultuuri mõõdikud; testida neid kultuuri mõõdikuid, uurides, kui hästi nad seletavad kõikvõimalikke ühiskonnaähtusi.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Kultuur** – väärtuste, hoiakute, uskumuste ja normide (nn kultuuri elementide) muster, mis eristab üht inimgruppi (nt riik, regioon) teisest.

**Kultuuridimensioon** – selle järgi, millised kultuuri elemendid tavaliselt koos esinevad, koondatakse need gruppideks ehk kultuuridimensioonideks; iga riiki või regiooni võib vaadelda kui punkti mitmemõõtmelises kultuuriruumis.



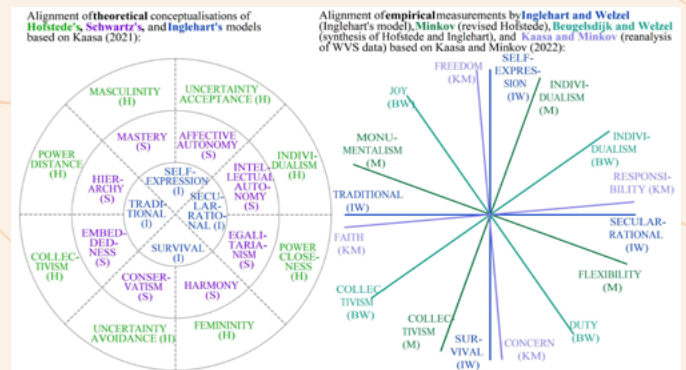
Joonis 1 Kultuurikaart. Anneli Kaasa

### Projekti olulisemad tulemused

- Põhitulemuseks on eesmärgile vastavad kultuuri mõõdikud ehk kultuuridimensioonide skoorid 115 riigi (Euroopas ka riigisiseste regioonide) kohta.
- Neile mõõdikutele tugineb riikide kultuurikaugusi illustreeriv kultuurikaart.
- Projekti tulemusena loodi kultuuri mõõtmiseks kasutatud mudeleid ühendav süsteem.

### Miks on need tulemused olulised?

- Välja töötatud mõõdikud võimaldavad neil, kel vajadus või huvi teha riikideülest koostööd, saada esmane ettekujutus eri riikide kultuurist.
- Kultuurikaart võimaldab hinnata, millised kultuurid on lähedasemad ja millistega tuleb rohkem kohanduda.
- Projektis loodud ja varasemate mudelite kultuuridimensioone seostav süsteem võimaldab võrrelda varasemate uuringute tulemusi, kus kultuuri mõju mõnele teisele nähtusele on uuritud eri kultuurimudelite abil.



Joonis 2 Kultuurimudelite skeem. Anneli Kaasa



Foto: erakogu

TALLINNA ÜLIKOOL

## Maastikuline lähenemine rurbaansusele

HANNES PALANG (palang@tlu.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG398 rahastatud uurimisprojekt,  
kokku 1 148 375 eurot  
2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Rurbaansus vastustab ruraalse ja urbaanse väljakujunenud dihhotoomiat. Rurbaansust uuritakse kolmest vaatenurgast: mobiilsus, piiritlemine ja minevikukäsitlus. Maastikuna mõistetakse nii maa-ala kui ka seda kujundavat tegevuspraktikat ja seda, kuidas tajuvad konkreetset maa-ala inimesed. Liikuvuspraktika näitab arusaama suhtest maailmaga, kus stabiilsuse asemel on keskmes liikumised ja potentsiaalsed liikumised. Uurime, kuidas tulevad kolmanda põlve linlased toime ruraalse pärandiga, nii mentaalses kui materiaalses mõttes, nii linnas kui maal. Kolm alateemat on hajakogukondade maastikud, kõndimine maastikus ja maastik kui mängumaa ning institutsionaalsete piiritlemistest ruumilisus.

Projekti eesmärk on kasutada maastikulise lähenemise võimalusi rurbaansuse uurimiseks ning maastikulist lähenemist edasi arendada.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Maastik** – maa-ala, selle tajumine inimeste poolt ja seda kujundav tegevuspraktika.

### Projekti olulisemad tulemused

- Maastiku taju ja mõistmise muutuste selgitamine.
- Maastikulise lähenemise võimaluste selgitamine.
- Liikumispraktika ja kogukondlikkuse seoste selgitamine.

### Miks on need tulemused olulised?

- Kasu teadusele: edendasime kultuuri-geograafial põhinevat maastiku-uurimist mõne konkreetse uurimisuuna kaudu (planetaarne urbanism, ajapiirid ja semiootika, mobiilsused).
- Kasu eesti kultuurile: aitasime selgitada maastiku taju ja mõistmise muutusi ning aitasime seeläbi loodetavasti kaasa Eesti identiteedi tugevdamisele.
- Kasu ühiskonnale: üritasime panustada planeerimissüsteemi.
- Panus haridusse: viime oma tulemused ülikoolide õppekavadesse ja valmistasime ette terve hulga uusi doktoreid ja magistreid.



Foto: Piret Rääni

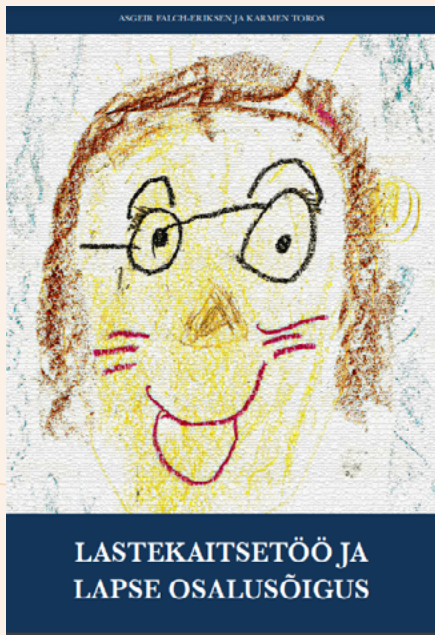
TALLINNA ÜLIKOOL

## Tõhus osalusdiskursus. Osalejate kogemused kaasatusest lastekaitse hindamispraktikas

KARMEN TOROS (karmen.lai@tlu.ee)

Personaalse uurimistoetusega PSG305 rahastatud uurimisprojekt, kokku 222 375 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk



**Kuigi viimasel aastakümnel on lapse osalusõigusele rahvusvaheliselt palju tähelepanu pööratud, on see lastekaitsetöös endiselt suur väljakutse, sh lastekaitse hindamis- ja otsustusprotsessis Eestis.**

Uurimisprojekti eesmärk on analüüsida lapse ja pere aktiivset osalust toetavaid tegureid lastekaitse süsteemis, et tugevdada lastega töötavate spetsialistide pädevust kaasava praktika rakendamisel.

#### FOTO

Raamatu „Lastekaitsetöö ja lapse osalusõigus“ esikaas.

Autor: Andreas Toros

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Mõtestatud osalus** – protsess, mis hõlmab lapse aktiivset kaasamist tegevustesse ja otsustamisse, mis on seotud tema elu puudutavate küsimustega.

**Lapsekeskus** – laps kui aktiivne osaleja; tema vaatenurk ja vajadused on kesksel kohal kõigis tegevustes ja otsustusprotsessides.

**Kaitsev lähenemisviis** – mõtteviis, mille kohaselt kaitstakse last võimalike kahjulike mõjude eest, sealhulgas raskete vestluste ja valusate mälestuste eest, mis osalemise käigus tekkida võivad.

### Projekti olulisemad tulemused

- Selgitati, et laps on praktikas jätkuvalt passiivne kõrvaltvaataja, tema võimalus oma elu puudutavates otsustusprotsessides mõtestatult osaleda ja arvamust avaldada on piiratud, samuti informatsiooni kättesaadavus ning otsustusprotsesside mõistmine. Ka kriisid mõjutavad oluliselt lastekaitsetöö praktikat, põhjustades lapse ja pere toetusmeetmete katkemist, ohustades seeläbi abivajavate laste õigusi ja heaolu.
- Projekti tulemusena määratleti mitmed lapse mõtestatud osalust toetavad lapsekesksed lähenemised ja võimalik hindamismudel, mida saab rakendada Eesti lastekaitse süsteemis süsteemse, eesmärgipärase ja kaasava praktika edendamiseks.

### Miks on need tulemused olulised?

Projekti tulemused võimaldavad leida tõhusamaid viise laste ja perede kaasamiseks ja osalemiseks hindamis- ja otsustusprotsessis, edendades sellega kvaliteetsema hindamissüsteemi arengut Eesti lastekaitse süsteemis ning tagades seeläbi laste ja perede kõrgema heaolu.

#### VAATA KA:

Falch-Eriksen, A., & Toros, K. (2022). Lastekaitsetöö ja lapse osalusõigus. Tallinn: CIRIC.

Toros, Karmen (2022). Kuidas mõista lapse osalusõigust lastekaitsetöös? Sotsiaaltöö, 4, 94–96.

Toros, Karmen (2022). Mõtestatud osalus – iga lapse õigus. Õnnelik laps – kuulatud, kaasatud ja mõistetud. Lastekaitse Liidu konverents, 18.11.2022.

Toros, Karmen; Falch-Eriksen, Asgeir (2020). Lastekaitsetöö COVID-19 pandeemia ajal Eestis. Sotsiaaltöö, 3, 82–87.

LAE ALLA >



Foto: Andres Tennus

TARTU ÜLIKOOL

## Eesti energia-, transpordi- ja telekommunikatsiooni-süsteemide ümberkujundamine Teise Suure Siirde lävel

MARGIT KELLER (margit.keller@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG346 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 148 375 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Uurisime, kas ja kuidas tööstusühiskondasid nii ökoloogiliselt kui sotsiaalselt kestlikule rajale suunata.

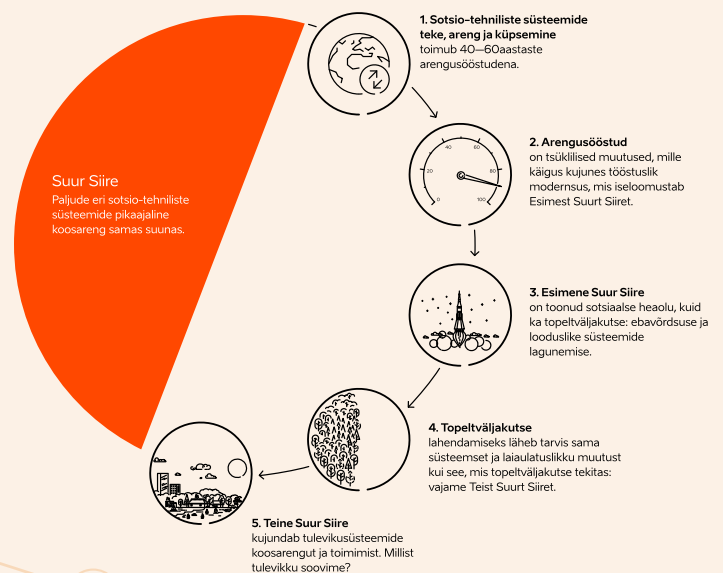
Analüüsisime tööstusühiskondade arengut kolme sotsio-tehnilise süsteemi kaudu: IKT, energia- ja transpordisüsteem. Esimesena keskendusime nende kujunemisele Eestis, et mõista süsteemide ajaloolisi rajasõltuvusi. Veel mõõtsime üleilmselt tööstusühiskondade arenguga seotud seaduspärasid, et selgitada, kas need on riigiti olnud ühetaolised ning kas senises toimimises võib märgata nihkeid. Samuti küsisime, milliste sekkumiste abil kolmes süsteemis muutusi kiirendada.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Sotsio-tehnilised süsteemid** – tehnoloogiliste ja sotsiaalsete komponentide kooslused, mis täidavad mingit ühiskondlikku vajadust.

**Esimene Suur Siire** – 18. sajandi teisel poolel alanud sotsio-tehniliste süsteemide samasuunaline areng eesmärgiga leevendada vaesust ja energiaressursside puudust.

**Teine Suur Siire** – põhimõtteline ümberkorraldus tänaste sotsio-tehniliste süsteemide arengus, mis tooks suunavahetuse ökoloogilise ja sotsiaalse kestlikkuse poole.



#### JOONIS

Suured siirded. Joonis: Anna-Kati Pakher

### Projekti olulisemad tulemused

- Teine Suur Siire sai tõenäoliselt alguse juba 1960-ndatel, mil hakkasime keskkonnale tehtud kahju probleemina nägema. 1980-ndatel tulid muutused ka regulatsioonides, kuid energia- ja materjalitarbimine kasvab jätkuvalt. Proovikiviks on keskkonnapraktika ning teaduse ja tehnoloogiaga seotud vananenud uskumused ja tegevused.
- Eesti ekspertide toetus põhimõttelistele muutustele energia- ja transpordisüsteemis on väike, kuid siiski olemas. Töötasime välja kuuest sekkumispunktist koosneva rakendusliku raamistiku siirete suunamiseks.

### Miks on need tulemused olulised?

Terviklik ülevaade tööstusühiskondade kujunemisest näitab, kust süsteeme kangutada, et nad kestlikule rajale liiguks. Teise Suure Siirde jaoks peavad otsused ja teod olema julgemad ning kiiremad. Tehtud uurimistööga ning selle tõlkimisega praktikute keelde näitame poliitikakujundajatele selleks võimalusi.



Foto: Andres Tennus

TARTU ÜLIKOOL

## Koos-kehastumine narratiivses virtuaal- reaalsuses. Kolmese interaktsiooni mudel

PIA TIKKA (piatika@tlu.ee)

Mobilitas Pluss tippteadlase toetusega MOBTT90 rahastatud uurimisprojekt, kokku 662 049,50 eurot 2017–2023

### Probleem ja eesmärk

Üle maailma arendatakse tehislিকে virtuaalseid sotsiaalseid roboteid, kuid väga vähesed arendajad on mõistnud, kui viljakaid keskkondi pakuvad väljamõeldud narratiivid nende tehislিকে tegelaste käitumise uurimiseks inimestega suhtlemisel. See MOB-projekt keskendus taoliste kohtumiste tekitatud kaaskohaloleku mõistmisele, aidates seega kaasa tuleviku teadmusühiskonnale.

Uurimise eesmärgid olid:

- töötada välja kontseptuaalne raamistik enaktiivse meedia jaoks narratiivses VR-is;
- rakendada triaadilise interaktsiooni mudelit narratiivisüsteemi kolme mooduli käitumise kontrollimise vahendina VR-is;
- anda uusi teadmisi VR-is aktiivse kaaskohaloleku kogemuse kujundamiseks mitme teadusharu ja meetodika vaatepunktist;
- toetada tulevasi meediauuendusi, et tuua kasu nii akadeemilisele ringkonnale kui ka Eesti filmitööstusele.



▲ FOTO

**Virtuaalne tegelane VR-installsioonist „The State of Darkness 2.0“.** Idee, seade, kontseptsioon – Pia Tikka; tegelaskuju disain – Ats Kurvet. Projekti ja kogu koosseisu kohta leiab lisainfot projekti kodulehelt <http://enactivevirtuality.tlu.ee>.

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Enaktiivne** – viitab terviklikule viisile, kuidas inimesed suhtlevad maailma ja teiste inimestega maailmas. Põhiargument on see, et aju ja keha funktsioone ei saa üksteisest ega ümbritsevast maailmast eraldada.

**Triaadi interaktsioon** – viitab süsteemile, kus triaadi mis tahes kahe elemendi vahelist interaktsiooni saab seletada kolmanda elemendi abil.

**Virtuaalne reaalsus** – viitab digitaalselt toodetud maailmale, mida kogev inimene võib hetkeks tajuda kui reaalsust.

### Projekti olulisemad tulemused

- Selle narratiivse konteksti eksperimentaalsed tõendid määratlevad vaataja ja välja mõeldud tegelaste vahelise kooskohaloleku olemuse. Narratiivikonteksti võib pidada vahendiks kohtumise kogemust määravate sotsiaalsete, emotsionaalsete ja moraalsete tingimuste kodeerimiseks ja kontrollimiseks.
- Loodi uued vahendid narratiivsete kontekstide kirjeldamiseks ja modelleerimiseks.
- Avastati masinõppe mudelid ja signaalianalüüsi meetodid, mis võimaldavad analüüsida kontekstuaalselt määratud inimeste käitumist, kui nad omavahel suhtlevad.
- Leiti kaks virtuaalse reaalsuse narratiivi, mis ilmestavad inimosaleja ja virtuaalse tegelase kooskohaloleku süsteemsust narratiivi kontekstis.

### Miks on need tulemused olulised?

- Täiustatud multidistsiplinaarset teadmistevahetust narratiivse filmi ja meedia kohta saab rakendada uudsete narratiivisüsteemide, mängude ja VR-maailmade loomiseks.
- Parem arusaam sellest, kuidas inimesed audiovisuaalseid narratiive mõistavad, tõstab konteksti tähtsust meediumi tehnoloogilisest arengust, mis on oluline uurimistöö.



Foto: Mihkel Maripuu

TARTU ÜLIKOOL

## Ruumilise eraldatuse nõiaringi geograafiline analüüs

TIIT TAMMARU (tiit.tammaru@ut.ee)

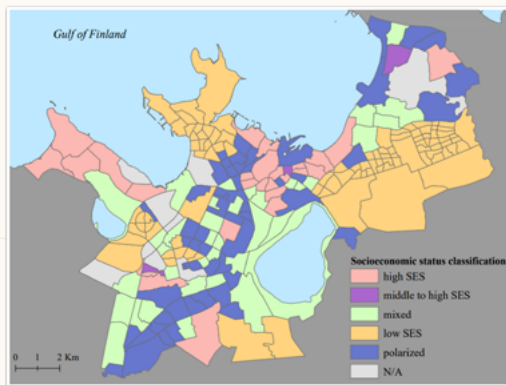
Personaalse uurimistoetusega PRG306 rahastatud uurimisprojekt,  
kokku 1 148 375 eurot  
2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Ruumiline ebavõrdsus linnades on kasvanud. Kohalikud ja sisserändajad ning jõukamad ja vaesemad pered elavad linna eri piirkondades.

Projekti eesmärk oli Tallinna näitel mõista ruumilise eraldatuse tekkemehhanisme eri tegevuskohtades ning seda, kuidas ruumiline eraldatus kandub esiteks ühest tegevuskohast teise ja teiseks vanemate põlvkonnalt lastele. Nende ülekandumiste seletamiseks arendasime ruumilise eraldatuse nõiaringi teooriat.

#### Asumite ametialane profiil



#### JOONIS

Tallinna ametialane jaotus

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Tegevusruum** – ruum, mis koosneb inimeste igapäevastest tegevuskohtadest, milleks on kodu, kool, töökoht ja vaba aja veetmise kohad. Elukohavalik viitab pere tasandil tehtavatele kaalutlustele, kuhu elama asuda. Need kaalutlused põhinevad nii pere eluase-mevajadustel kui iga pereliikme vajadusel jõuda kodust kõikidesse olulistesse tegevuskohtadesse.

**Ruumiline eraldatus ehk segregatsioon** – eri rahvastikurühmade ruumilise paiknemise erinevus tegevuskohade lõikes. Näiteks elukohaerinevus mõõdab seda, kuidas on erineva emakeele ja sissetulekuga inimesed jaotunud linnaosade vahel.

### Projekti olulisemad tulemused

Tulemustest selgus, et sissetulekute ja sellega seotud võimaluste erinevused mõjutavad oluliselt elukohaerinevusi. Elukohaerinevused avalduva mitmeaastase ajalise nihkega ning seda mõlemas suunas: sissetulekute erinevuse kasv viib aegviitega elukohaerinevuste kasvule ja vastupidi. Ruumiline ebavõrdsus kandub vanemate põlvkonnalt üle lastele, mõjutades laste haridust, edenemist tööturul ning täiskasvanuea elukohavalikuid. Nii tekib ruumilise eraldatuse nõiaring.

### Miks on need tulemused olulised?

Erinevate sekkumistega on võimalik muuta nõiaringi toimimist. Näiteks elukohaerinevusi tasandab suurem igapäevane liikumine linnaruumis. See asetab uude valgusesse mõned laialt kasutuses olevad linnaplaneerimise põhimõtted. Näiteks 15 minuti linna idee kohaselt peaksid teised olulised tegevuskohad paiknema kodu lähedal. Kui aga elukohaerinevused on suured ja muud tegevused tuua kodu lähedale, suurendab see ruumilist ebavõrdsust kogu tegevusruumis ja annab hoogu nõiaringile.

#### VAATA KA:

[ANIMATSIOON PRIISLE JA KALAMAJA ELANIKE LIIKUMISTEEDEST](#) | [ARVAMUS.POSTIMEES](#) | [ARVAMUS.POSTIMEES](#) | [ARVAMUS.POSTIMEES](#) | [EESTI EKSPRESS](#) | [EESTI EKSPRESS](#) | [NOVAATOR](#) | [NOVAATOR](#) | [NOVAATOR](#) | [NOVAATOR](#) | [STATISTIKAAMET](#) | [TIIT TAMMARU PODCAST](#) | [VIKERRADIO](#)

LAE ALLA >

# TÄPISTEADUSED

- AHMED MAHMOUD HANY ALY AWAD
- ARTUR TAMM
- ASKO URI
- CHRISTIAN VEELKEN
- GUNNAR NURK
- IOANNIS GIALAMAS
- JAN WILLEMSON
- KRISTJAN KANNIKE

- MARTA BERHOLTS
- MONIKA MORTIMER
- PEETER BURK
- RIINA AAV
- SIIM PIKKER
- TOMI SEBASTIAN KOIVISTO
- YURY ORLOVSKIY



Foto: erakogu

**TARTU ÜLIKOOL**

## Tervikliku suurandmete analüütikateenuse raamistik

**AHMED MAHMOUD HANY ALY AWAD** (ahmed.awad@ut.ee)

Mobilitas Pluss tippteadlase uurimistoetusega MOBTT75 rahastatud uurimisprojekt, kokku 747 404,33 eurot 2018–2023

### Probleem ja eesmärk

Vaatamata paljude avatud lähtekoodiga suurandmete lahendustele, on need valdavalt suunatud vaid teatud alamosale suurandmete väljakutsetest, milleks on andmete maht (*volume*), kiirus (*velocity*) ja mitmekesisus (*variety*). Puudu on lahendustest, mis suudaks neid probleeme hallata ühes keskses süsteemis. Samuti on murekohaks inimfaktor, kuna aina suureneva keerukuse tõttu on raske hinnata süsteemide jõudlust ning ka üleüldiselt neid süsteeme käsitleda. Seda eriti süsteemides, mis on hajusad ning vajavad põhjalikku kasutajapoolset sisendit korrektseks käitamiseks.

Projekti eesmärk:

- Arendada arusaamist suurte andmetötlussüsteemide toimivusnäitajatest.
- Luua hübriidne ja agnostiline täitmismootor suurandmete analüüsiks, mis toetab paindlikkust ja genereerib suurandmete analüüsiplatvormide jaoks täitmisplaane.
- Rakendada täielikud abstraktsioonid, mis võimaldavad lõppkasutajatel ühendada erinevaid andmeanalüütilisi nõudeid ühes töös ilma aluseks olevate süsteemide tehnilistele üksikasjadele keskendumata.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Hajusate andmevoogude analüütika (*distributed stream analytics*)** – meil pole luksust andmeid esmalt salvestada ja hiljem analüüsida; andmepäring toimub pidevalt. Andmevoogude analüüs on suuremad andmehaldus- ja tehnilised väljakutsed kui traditsioonilises pakipõhises analüüsis.

**Automatiseeritud masinõpe (*AutoML*)** – eesmärk on vähendada inimese rolli masinõppe töövoos. Antud teema saab jagada automatiseeritud funktsioonide projekteerimiseks ja automatiseeritud hüperparameetrite häälestamiseks.

**Suurte graafide analüütika (*big graph analytics*)** – eesmärk on rakendada olemasolevaid graafialgoritme suuremahulistel ja hajutatud graafidel. Graafide eelis on paindlikkus ning andmemudeli rikkus võrreldes tavapärasemate struktureeritud andmetega.

### Projekti olulisemad tulemused

- D2IA on DSL, mis võimaldab peaaegu deklaratiivsel viisil väljendada kõrgetasemelisi andmepõhiseid aknaid voogandmetel.
- DSmart ML on teek, mis soovib parimat klassifikaatorit, mille hüperparameetrid on häälestatud sisendandmete kogumi põhjal. Antud teek kasutab metafunktsioonide ekstraheerimist, erinevate mudelite paralleelset treenimist ja tulemuste salvestamist. Uue andmekogu saamisel tehakse parima mudeli soovitamiseks metaotsing.
- *Big-feat* on skaleeritav ja tõlgendatav automatiseeritud tunnuste loomise raamistik, mis optimeerib tunnuste kvaliteeti, et maksimeerida ennustuse täpsust vastavalt kasutaja määratud mõõdikutele.
- PAPyA pakub ettekirjutavat analüüsi keeruka lahendusruumi jaoks, mis tekib suurte RDF-graafikute pärin-gute tegemisel relatsiooniliste suurandmete (*big data*) süsteemides.

### Miks on need tulemused olulised?

Loodavad lahendused laiendavad seda, kuidas demokratiseerida suurandmete töötlemist ja masinõpet suurte andmekogude puhul ning muuta need tegevused praktikutele kättesaadavamaks.



Foto: erakogu

TARTU ÜLIKOOL

## Elektronide ja foononite vahelise interaktsiooni mõju tahkiste sulamise dünaamikale

ARTUR TAMM (artur.tamm@ut.ee)

Mobilitas Pluss tagasipöörduva teadlase toetusega MOBTP170 rahastatud uurimisprojekt, kokku 107 500 eurot 2021–2023

### Probleem ja eesmärk

Materjalide kiire sulatamine ning rekristalliseerumine on olulisel kohal mitmetes tööstuslikes rakendustes. Näiteks materjalide tootmisel printimise teel rakendatakse tugevat laserit, et sulatada lokaalselt pinnal paiknev uus kiht, mis seejärel tahkestub, kasvatades materjali sedamoodi sammhaaval. Sarnaselt läbib materjal tuumaenergeetikas lokaalse sulamise, kui energaetiline neutron põrkab mõne aatomiga materjalis. Pärast kiiret sulamist taastub korrapära materjal. Nende protsesside puhul on oluliseks aspektiks mittetasakaalulise seisundi tekkimine. Kuna tegemist on ülikiirete protsessidega, tuleb nende mõistmiseks võtta kasutusele arvutisimulatsioonid. Senised modelleerimismeetodid ei ole sobivad mittetasakaalulise protsessi uurimiseks ning käesolev projekt kõrvaldab selle puuduse. Selle tulemusel saavad uurimisasutused ning tööstused võtta kasutusele arvutisimulatsioonid ning sellega protsesse tõhustada.

Projekti põhieesmärk oli luua arvutusliku modelleerimise võimekus, mida saaks kasutada mittetasakaaluliste protsesside uurimiseks laseriga ergastatud metallides. Mudeli valideerimiseks korraldasime maailmatasemel eksperimentaalsed ning arvutuslikud uuringud koostöös rahvusvaheliste partneritega. Uurimistöö käigus analüüsiti foononite mittetasakaalulist dünaamikat laserergastatud volframis.

Simulatsioonide tulemusena loodi vaba ligipääsuga andmebaas, mis kirjeldab põhilisi metalle ning nende omadusi. Loodud mudelit saab kasutada uudsete protsesside uurimiseks, mis on põhjustatud laserergastatud mittetasakaalulisest dünaamikast.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Võrevõnked e foononid** – aatomite korrapära tahkistes võimaldab kirjeldada nende asukohti ja perioodilist liikumist kollektiivse ergastuse kaudu, mida kutsutakse foononiteks. Nende omadusi on võimalik määrata eksperimentaalselt.

**Laserergastus** – laserkiirgus neeldub metallis ning ergastab esmalt elektronid mittetasakaalulisse seisundisse.

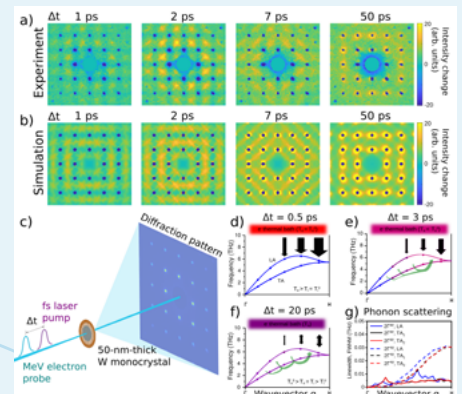
**Mittetasakaaluline dünaamika** – protsesside kulg materjalis olukorras, kus süsteem ei ole termodünaamilises tasakaalus.

### Projekti olulisemad tulemused

- Olulisimaks tulemuseks on erakordselt hea kooskõla loodud mudeli ning eksperimendi tulemuste vahel. See annab kindlust mudeli kasutamisel edasistes rakendustes, mis põhinevad materjalide käitumisel välise ergastuse mõjul.
- Samuti avastati protsesse, mis mõjutavad mittetasakaalulise dünaamika kulgu. Nimelt määrab nii foononite endi kui ka foononite ja elektronide vaheline interaktsioon ära, kuidas materjal saavutab tasakaaluoleku.
- Projektis loodud vaba juurdepääsuga materjalide parameetrite andmebaas võimaldab saadud tulemusi rakendada.

### Miks on need tulemused olulised?

Protsesside modelleerimine võimaldab luua ja testida materjale kiirelt ja väiksema kuluga. Tulemuste usaldusväärsus sõltub mudelite täpsusest kirjeldada füüsikalisi protsesse. Loodud eksperimentaalselt valideeritud modelleerimisvõimekust saavad kasutada nii akadeemilised asutused kui ka ettevõtted oma TA tegevuses.



#### JOONIS

- Eksperimentis mõõdetud võrevõnkumiste evolutsioon pärast volframi ergastamist laseriga. Mõõtmisteks kasutati elektrondifraktsiooni.
  - Modelleerimisel mõõdetud võrevõnkumiste evolutsioon pärast materjali ergastamist.
  - Tehtud eksperimendi lihtsustatud skeem. Esmalt ergastatakse materjali kiire laseriga. Sellele järgneb hiline misega elektronide kiir, millega luuakse detektorile difraktsioonipilt.
  - f) Skemaatiline illustratsioon materjalis toimuva protsessi kohta. d) Laseriga ergastatud kuumad elektronid mõjutavad esmalt kõrge sagedusega võrevõnkumisi. e) Mõne aja möödudes algab energiahetus foononite vahel, mille tulemusena ergastuvad madalama sagedusega võrevõnkumised. f) Lõpuks saavutab materjal tasakaalu seisundi ning toimub energia fluktuatsioon võrevõnkumiste endi ning elektronide vahel samaväärselt.
  - Elektronide ja foononite ning foononite omavaheline hajumine. Hajumise suurus viitab sellele, kui kiiresti energia vastavate süsteemide vahel liigub.
- Illustratsioon: M. Mo, A. Tamm, *et al. Sci. Adv.* 2024 *adk9051*



Foto: Tartu Ülikool

TARTU ÜLIKOOL

## Uudsete bioloogiliste ja luminescentsomadustega orgaaniliste materjalide moodulkonstrueerimine

ASKO URI (asko.uri@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG454 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 241 375 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Konstrueerisime uudse struktuuriga bioaktiivsed ained (ARC-inhibiitorid ja ARC-sondid) ning luminesceeruvad materjalid (ARC-Lum(Fluo)-luminofoorid) haiguste diagnostikaplatvormide ja orgaaniliste valgust emiteerivate diodide arendamiseks.

Projekti eesmärk oli arendada vähivastaseid toimeaineid ja vähidiagnostika meetodeid, uurida rakkude paljunemise ja rakutsükliga seotud biokeemilisi radu vähi- ja tervetes rakkudes ning arendada luminesceeruvaid materjale.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

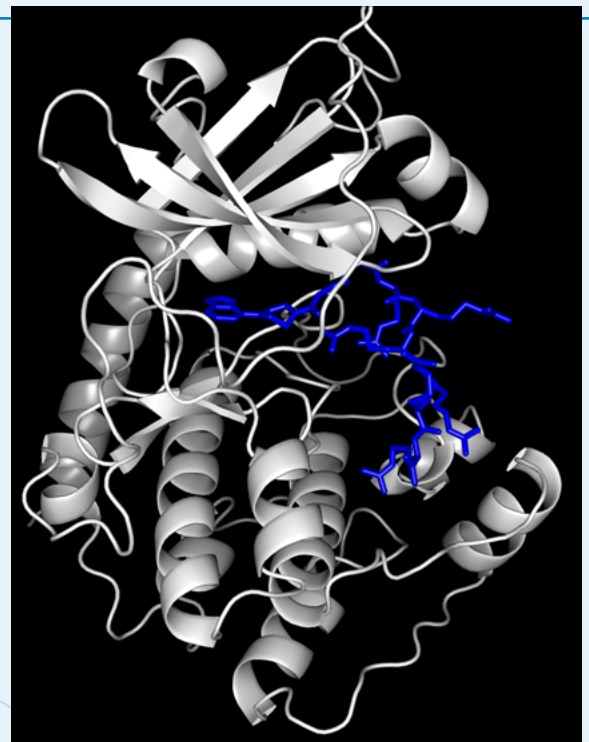
**ARC-sond** – Tartu Ülikoolis arendatud fotoluminesceeruv ühend, mille fotoluminescentsi omadused muutuvad ensüümiga seondumisel ning mida on seetõttu võimalik kasutada selle ensüümi uurimiseks.

### Projekti olulisemad tulemused

- Konstrueerisime proteiinkinaasi külge seonduvad ühendid, mis reageerivad proteiinkinaasi välispinna aminohappejääkidega.
- ARC-sondid on kasutatavad reproduktiivmeditsiini alastes uuringutes nii tervete naiste emakat voorderdava endomeetriumi muutuste hindamiseks menstruaaltsükli käigus kui ka polütsüstiliste munasarjade sündroomiga patsientide endomeetriumis patoloogiliste muutuste hindamiseks.
- Pika fotoluminescentsi elueaga ARC-Lum(Fluo)-luminofoorides on võimalik saavutada ligi 100%-line energiaülekanne doonori tripletsest olekust aktseptori singletsesse olekusse.

### Miks on need tulemused olulised?

- ARC-sondidel on perspektiivi haiguste diagnostikameetodite arendamisel. Paljud kasutuses olevad diagnostikameetodid põhinevad selektiivsetel antikehadel. ARC-sondid on antikehadega võrreldes palju odavamad ja stabiilsemad.
- Unikaalsete fotoluminescentsomadustega ARC-Lum(Fluo)-ained võivad olla kasutatavad orgaaniliste luminofooridena valgusallikate arendamisel.



▲ FOTO 1

Uurimisrühmas arendatud inhibiitori (sinine) ja proteiinkinaasi (valge) kompleksi struktuur analüüsitud valgust kristalli röntgendifraktsioonanalüüsi meetodiga. Pilt: Kaido Viht



▲ FOTO 2

ARC-sondidel põhinevad fotoluminesceeruvad materjalid. Pilt: Erki Enkvist



Foto: erakogu

KEEMILISE JA BIOLOOGILISE FÜSIKA INSTITUUT

## Higgsi bosoni uurimine tau leptoni lagunemiskanalis

CHRISTIAN VEELKEN

Personaalse uurimistoetusega PRG445 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 241 375 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Higgsi bosoni avastus Suures Hadronite Põrgutis (CERN LHC) kümmekond aastat tagasi kuulutas ühtlasi osakestefüüsika standardmudeli valmimist. Ehkki tegu on seni kõige täpsema ja laiahaardelisema füüsika alusteooriaga, ei suuda standardmudel seletada teisi fundamentaalseid nähtuseid, nagu gravitatsioon, ega põhjendada tumeaine olemasolu.

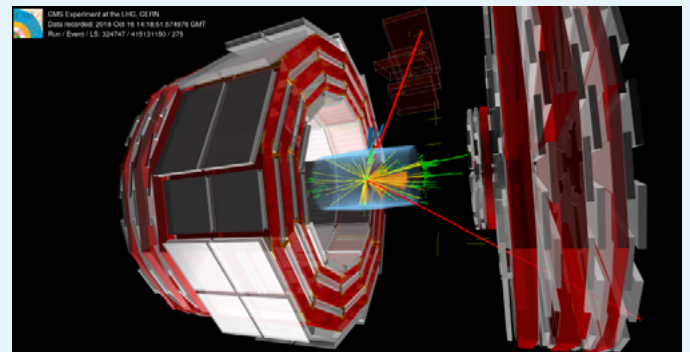
Projekti eesmärk oli määrata Higgsi bosoni ja tipukvargi vaheline vastastikmõju ning Higgsi bosoni eneseinteraktsiooni tugevus, mida väljendatakse numbriliselt seoseparameetrite kaudu. Selleks kasutati 2016.–2018. aastal CMS eksperimendi kogutud andmeid protonite põrgetest.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Osakestefüüsika standardmudel** – füüsika alusmudel, mis kirjeldab kvantitatiivselt elementaarosakesi ja nendevahelisi interaktsioone.

**Tipukvark** – seni teadaolevalt kõige suurema massiga elementaarne aineosake.

**Higgsi boson** – neutraalse laenguga spinnita elementaarosake, mis interakteerub ainult massiivsete elementaarosakestega, sh iseendaga, andes seeläbi neile massi.



#### ▲ JOONIS

Rekonstruktsioon ühest võimalikust Higgsi bosoni tekkesündmusest tipukvarkide paariga CMS detektoris.

Autor: CMS kollaboratsioon

### Projekti olulisemad tulemused

- Mõõdeti Higgsi bosoni tekke sagedust koos tipukvarkide paariga seni enneolematu täpsusega.
- Parandati varem saadud Higgsi bosoni seoseparameetrite mõõtetulemusi.
- Olulise tähtsusega kõrvalekaldeid standardmudeli ennustusest ei tuvastatud.

### Miks on need tulemused olulised?

- Higgsi bosoni vastastikmõju tipukvargiga ja Higgsi bosoni eneseinteraktsioon on tähtsad universumi stabiilsuse väljaselgitamiseks.
- Osakestefüüsika standardmudel vajab järjepidevat testimist, et leida uusi alusteaduse põhitõdesid ja nendest õppida. Alusteaduste uurimiseks välja töötatud ja kasutusele võetud tehnoloogia leiab sageli rakendust väljaspool uurimisvaldkonda.
- Eesti on saamas CERN-i täisliikmeks ning sellest johtuvalt on Eesti panust kõrge energia füüsikasse nähtavamale toodud.



Foto: erakogu

TARTU ÜLIKOOL

## Uudsed väävlit taluvad elektrodid pööratava funktsionaalsusega tahkeoksiidelemendile

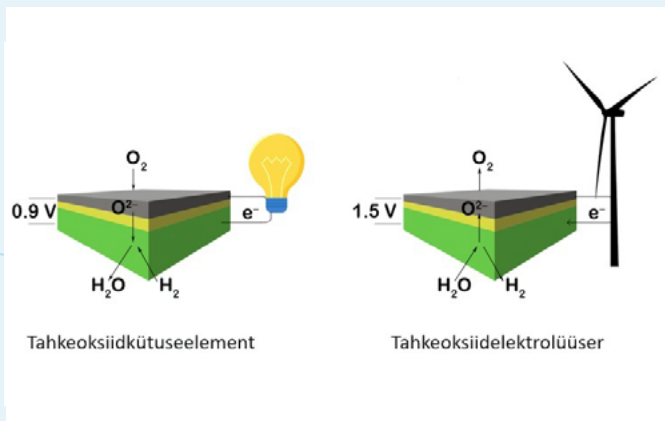
GUNNAR NURK (gunnar.nurk@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG551 rahastatud uurimisprojekt, kokku 884 650 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Tuule- ja päikeseenergia suuremahulise kasutuselevõtu eelduseks on efektiivsete, töökindlate ja odavate energiamuundamistehnoloogiate olemasolu. Et selliste tehnoloogiateni jõuda, on vaja uusi aktiivsemaid ja stabiilsemaid elektrodimaterjale.

Projekti põhieesmärk oli kõrgendatud väävlitaluvuse ja hea redoksstabiilsusega uudsete kompleksoksiidsete kõrgtemperatuurse kütuseelemendi vesinikelektroodide arendamine ja nendel elektroodidel toimuvate pindprotsesside uurimine.



#### JOONIS

Kõrgtemperatuurse kütuseelemendi ja elektrolüüseri üldskeem. Autor: Ove Korjus

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Pööratava funktsionaalsusega kõrgtemperatuurne kütuseelement** – elektrokeemiline seade, mis võib töötada nii kütuseelemendina (tootes elektrit) kui ka elektrolüüserina (muundades elektrienergiat keemiliseks energiaks, nt vesinikuks). Selline seade töötab temperatuuridel 600–900 °C.

**Dopeerimine** – kristallvõre põhiaatomite osaline asendamine lisandiatomitega eesmärgiga muuta kristalli omadusi.

**Kompleksoksiid** – oksiid, mis koosneb hapnikust ja veel vähemalt kahest eri elemendist.

### Projekti olulisemad tulemused

- Projekti raames töötati välja mitu kõrge aktiivsusega strontsiumtitaanaadi põhivõrel baseeruvat oksiidset vesinikelektroodi materjali. Kõige silmapaistvama aktiivsusega olid  $\text{La}_{0,25}\text{Sr}_{0,25}\text{Ca}_{0,4}\text{Ti}_{0,95}\text{Ni}_{0,05}\text{O}_{3-5}$  ja  $\text{La}_{0,2}\text{Sr}_{0,35}\text{Ca}_{0,35}\text{Ti}_{0,95}\text{Fe}_{0,05}\text{O}_{3-5}$  koostistega elektrodid.
- Näidati, et väävliga mürgitatud katalüsaatoriga materjali on võimalik suurel määral regenerereida, kasutades redokstsükli e materjali viimist vesiniku atmosfäärist hapniku atmosfääri ja sealt tagasi vesinikku.
- Töötati välja ja rakendati kõrgtemperatuurset in situ röntgenfotoelektron-spektroskoopilist meetodit materjalide keemiliste omaduste karakteriseerimiseks töötingimuste lähedastel tingimustel.

### Miks on need tulemused olulised?

Projekti tulemused aitavad luua süsteemset arusaama keraamilise vesinikelektroodi koostise ja elektrokeemiliste omaduste omavahelisest sõltuvusest. Parem arusaam nendest protsessidest on samm lähemale suuremahulisele roheenergia kasutuselevõtule.



Foto: erakogu

KEEMILISE JA BIOLOOGILISE FÜÜSIKA INSTITUUT

## Kosmoloogia ja osakestefüüsika testimine gravitatsioonilainete abil

IOANNIS GIALAMAS (ioannis.gialamas@kbfi.ee)

Sissetuleva järeldoktoritoetusega SJD18 rahastatud uurimisprojekt,  
kokku 69 370 eurot  
2022–2023

### Probleem ja eesmärk

Viimastel aastatel on uued katse- ja vaatlusandmed, nagu tõendid gravitatsioonilainetest, suunanud teadlasi pidevalt pingutama selle nimel, et jõuda teoreetiliste mudeliteni, mis neid andmeid kinnitaks. Projekt adresseeris mitmeid teoreetilise füüsika objekte (nagu nt tumeaine ja kosmiline inflatsioon), arendades välja uudseid teooriaid, mis oleks kooskõlas uute katse- ja vaatlusandmete pideva vooga.

Projekti eesmärk oli uurida tumeainet bimeetrilistes gravitatsiooniteooriates, gravitatsiooni panust Higgsi vaakumi lagunemisele, kosmilist inflatsiooni modifitseeritud gravitatsiooniteooriates.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Tumeaine** – tundmatu aine universumis, mis ei interakteeru valgusega ja moodustab enamuse universumi massist.

**Bimeetriline gravitatsioon** – gravitatsiooniteooria, milles on kaks meetrikat gravitatsiooni kirjeldamiseks.

**Higgsi vaakumi lagunemine** – protsess, milles Higgsi väli liigub kõrgema energia vaakumist madalama energiaga olekusse.

**Kosmiline inflatsioon** – kosmoloogia kontseptsioon, mille käigus toimub universumi eksponentsiaalne paisumine kohe peale suurt pauku.

**Modifitseeritud gravitatsioon** – gravitatsiooniteooriad, mis arendavad edasi Einsteini üldrelatiivsusteooriat.

### Projekti olulisemad tulemused

Projekti peamise tulemusena avaldati eeltoodud teemadel kuus teadusartiklit. Nendeks on tumeaine uuringud bimeetrilises gravitatsioonis, gravitatsiooni panuste uurimine Higgsi vaakumi lagunemisele ja inflatsiooni mudelite konstrueerimine vastavalt uusimatele vaatlusandmetele.

### Miks on need tulemused olulised?

Saadud tulemuste peamine tähtsus avaldub selles, et need annavad uut informatsiooni universumi ehituse kohta. Spin-2 osakeste identifitseerimine tumeainena võimaldab seletada tumeaine, seni tundmatu ainekomponendi omadusi. Gravitatsiooni panuste uurimine Higgsi vaakumi lagunemisele ühendab osakestefüüsikat ja gravitatsiooni. Inflatsioonimudelite uurimine annab informatsiooni varase universumi dünaamika kohta.



Foto: Paul Meiesaar

CYBERNETICA AS

## Uued tehnoloogiad hääletamises

JAN WILLEMSON (jan.willemson@cyber.ee)

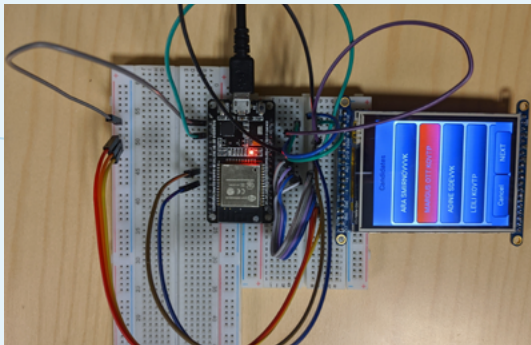
Personaalse uurimistoetusega PRG920 rahastatud uurimisprojekt,  
kokku 963 375 eurot  
2020–2023

### Probleem ja eesmärk

Keskond on pidevas muutumises ja see tähendab, et kriitiliste IT-süsteemide (mille hulka e-hääletamine kahtlemata kuulub) kvaliteetseks toimimiseks tuleb muutustega kursis olla ning vajadusel süsteeme täiendada.

Projekt oli neli peamist eesmärki:

- uurida personaalseid hääletamiskeskondi (sealhulgas mobiilseadmetega hääletamist),
- analüüsida erinevate hääletamismeetodite privaatsuse ja mõjutuskindluse omadusi,
- pakkuda välja võimalusi e-hääletamise kaitsmiseks kvantarvutite ajastul,
- muuta elektrooniline hääletamine lihtsamini auditeeritavaks.



#### FOTO

Selle seadmega andis grandiprojekti juht 2021. aasta kohalike omavalitsuste valimistel oma e-hääle.

Foto: Jan Willemson

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Mõjutuskindlus** – hääletamismeetodi võime pakkuda valijatele vahendeid selleks, et seista vastu ebaseaduslikule mõjutamisele (näiteks hääle ostmisele või valijate ähvardamisele).

**Postkvantkrüptograafia** – krüptograafia haru, mis töötab välja niisuguseid krüptoalgoritme, mida ei saaks kvantarvuti abil murda.

### Projekti olulisemad tulemused

- Lõime Eesti e-hääletamissüsteemile esimese avaliku sõltumatu valijarakenduse. Selle arenduse käigus valideerisime muuhulgas Eesti e-hääletamise protokollid ja selle dokumentatsiooni.
- Lõime kvantarvutikindla mikservõrgu, mida saab kasutada e-hääle privaatsust säilitavaks auditeerimiseks.
- Kirjeldasime formaalselt hääle privaatsusomaduste ning valimiste verifitseeritavuse vahelisi vastuolusid.
- Lõime esimese sõltumatu rakenduse Eesti e-hääle dekrüpteerimistõestuste kontrolliks.

### Miks on need tulemused olulised?

- Sõltumatu auditeeritavus on oluline eeldus hääletamissüsteemi läbipaistvuse ja usaldusvääruse tagamiseks.
- Kvantarvutikindlatele krüptoalgoritmidele üleminek seisab lähema kümnendi jooksul ees kõigil kriitilistel IT-rakendustel, sealhulgas ka e-hääletamisel.
- Hääle privaatsuse ja hääletamissüsteemi verifitseeritavuse vahelise vastuolu selgem väljatoomine aitab paremini mõista, et pole põhimõtteliselt võimalik luua hääletamissüsteemi, mis oleks turvaline absoluutselt igas mõeldavas mõttes.



Foto: Luca Marzola

KEEMILISE JA BIOLOOGILISE FÜÜSIKA INSTITUUT

## Uue füüsika otsingud mitmekanalilises astronoomias

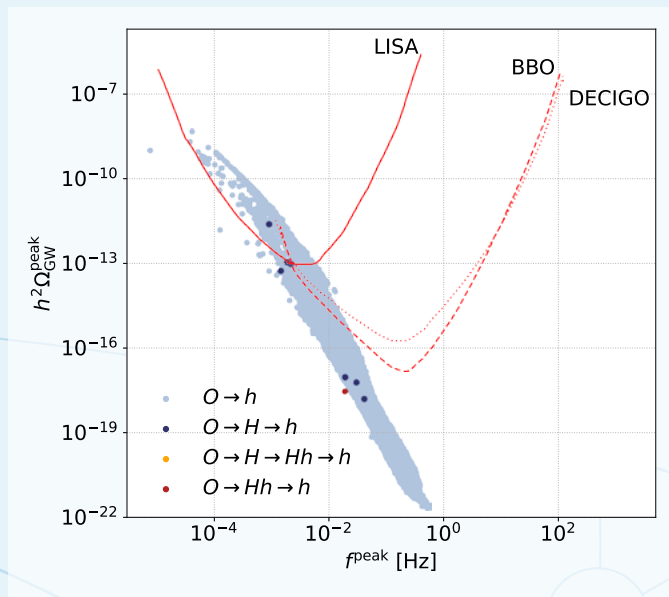
KRISTJAN KANNIKE (kannike@cern.ch)

Personaalse uurimistoetusega PRG434 rahastatud uurimisprojekt, kokku 814 700 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Üritati mõista tumeaine olemust võimalikult mitmekesiste signaalide kaudu, mis pärinevad kiirenditest, tumeaine detektoritest ja gravitatsioonilainete detektoritest.

Projekti peamine eesmärk oli uute vaatlusandmete kombineeritud analüüs, mille abil loodi uue osakeste-füüsika mudeleid tumeaine ja Higgsi bosoni olemuse mõistmiseks.



#### JOONIS

Gravitatsioonilainete signaal inertse dubleti tumeainest [arXiv:2205.06669]. Joonis: Nico Benincasa

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Tumeaine** – seni teadmata osakestest koosnev elektriliselt neutraalne aine, mida on universumis viis korda rohkem kui tavalist ainet; tumeaine ei kiirga ega neela valgust, mistõttu on selle olemasolu seni teada kaudsel moel.

**Tumeaine otsene detekteerimine** – tumeainet üritatakse „näha“ detektorites, näiteks Xenon10T, kus vedela vääriskaasi ksenooni ja täidetud mahutis oodatakse tumeaine osakeste väga harva esinevaid kokkupõrkeid ksenooni aatomituumadega, mille abil saaks määrata tumeaine osakese massi ja vastastikmõju tugevust tavalise ainega.

**Gravitatsioonilained** – aegruumi lainelised häiritused, mis meist läbi minnes meid perioodiliselt välja venitavad ja kokku suruvad (mõistagi ülivähesel määral), mis võivad tekkida näiteks varajase universumi „keemisel“ kosmilistes faasisiiretes; avastati alles 2016. a.

### Projekti olulisemad tulemused

- Tumeainega võivad olla seotud mitmeastmelised kosmilised faasisiirded (sarnaselt veeauru veeldumise ja vee külmumisega temperatuuri langedes).
- Kui tumeainet pole detektoris näha, võib teda olla näha gravitatsioonilainetes. Nii on tumeainel vähem võimalusi ennast n-ö peita.
- Tumeaine võib olla seotud Higgsi bosoniga, mis annab kõigile osakestele massi. Sellisel tumeainel on väga kindlad omadused, mis aitab seda kergemini otsida.

### Miks on need tulemused olulised?

Gravitatsioonilained on väga uus viis varase universumi nägemiseks. Kuna tumeaine end muude vaatluste eest siia maani n-ö peidab, on võimalik, et ta end gravitatsioonilainetes siiski näitab.



Foto: erakogu

TARTU ÜLIKOOL

## Jodeeritud nitroimidasoolide fotofragmentatsioon: paremate radiosensibilisaatorite otsing

MARTA BERHOLTS (marta.berholts@gmail.com)

Tagasipöörduva teadlase toetusega MOBTP1013 rahastatud uurimisprojekt, kokku 113 500 eurot 2021–2023

### Probleem ja eesmärk

Kiiritusravis kasutatakse ioniseerivat kiirgust, et lõhkuda keemilisi sidemeid pahaloomuliste kasvajate rakkudes. See kahjustab kasvajate DNA-d, takistades nende edasist paljunemist. Radiosensibilisaatorid muudavad vähirakud kiiritusravile tundlikumaks. Sensibiliseeriva efekti tekkimiseks peaks neid ühendeid aktiveerima kiirguse toime. Täpset aktiveerimismehhanismi ei ole aga siiani hästi mõistetud. See omakorda põhjustab arusaamatusi selle kohta, miks mõned radiosensibilisaatorid on teistest paremad.

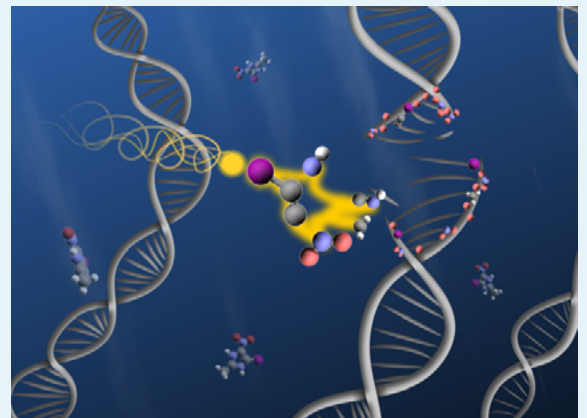
Projekti põhieesmärk oli uurida röntgenkiirguse poolt esile kutsutud fotofragmentatsiooni (keemiliste sidemete katkemise) fundamentaalset mehhanismi orgaanilistes radiosensibilisaatorites, et luua seoseid radiosensibilisaatorite struktuuri ja nende omaduste vahel.

### Projekti olulisemad tulemused

Uurimisprojekti analüüsi massispektromeetria meetodite ja molekulaardünaamika arvutuste abil halogeensete ja mittehalogeensete radiosensibilisaatorite fotofragmenteerumise dünaamikat. Oluline järeldus on, et halogeeni aatomite (jood, broom) olemasolu molekulis soodustab energeetiliste atomaarsete fragmentide teket röntgenkiirguse mõjul. Nende fragmentide suur reaktsioonivõime võib segada DNA parandusprotsesse, mis võib omakorda kaasa aidata halogeensete radiosensibilisaatorite kõrgemale efektiivsusele.

### Miks on need tulemused olulised?

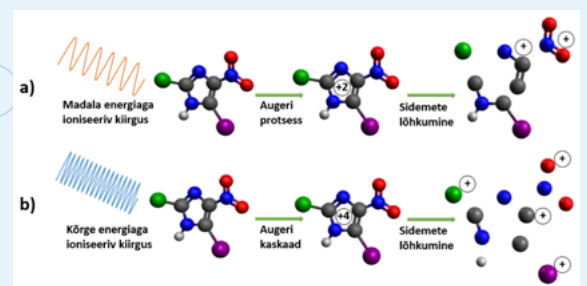
Projekti tulemused näitavad, kuidas halogeensed radiosensibilisaatorid toimivad kiiritusravi käigus esimestes etappides. See on oluline uute tõhusamate radiosensibilisaatorite väljatöötamiseks. Pikemas perspektiivis võib projekti tulemusi kasutada, et arendada arvutisimulatsioonide abil paremaid radiosensibilisaatoreid, vältides aeganõudvaid katse-eksituse meetodeid. Kiirem üleminek efektiivsematele radiosensibilisaatoritele kliinilises praktikas võib viia paremate tulemusteni kiiritusravi saavate patsientide jaoks.



▲ JOONIS 1

Molekulaarse radiosensibilisaatori toimimise mehhanismi skemaatiline esitus.

Pilt: Pamela H. W. Svensson



▲ JOONIS 2

Joodiga nitroimidasoolil põhineva radiosensibilisaatori fotofragmenteerumise dünaamika, mis on tingitud a) madala ja b) kõrge energiaga ioniseeriva kiirgusega.

Pilt: Marta Berholts

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Fotofragmenteerumine** – keemiliste sidemete lõhkumine molekulis kiirguse mõjul.

**Radiosensibilisaator** – ühend, mida kasutatakse kiiritusravis, et suurendada vähirakkude tundlikkust kiirguse suhtes.



Foto: Hanna Mortimer

## KEEMILISE JA BIOLOOGILISE FÜÜSIKA INSTITUUT

### Nanosuuruses metallorgaaniliste võrgustike rakendamine metalliliste nanomaterjalide toksilisuse vähendamiseks

**MONIKA MORTIMER** (monika.mortimer@kbfi.ee)

Tagasipöörduva teadlase toetusega STP28 rahastatud uurimisprojekt, kokku 68 055 eurot 2022–2023

## Probleem ja eesmärk

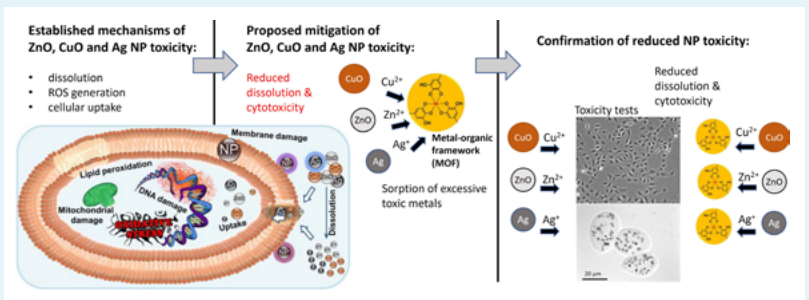
Mikroobivastaste nanomaterjalide (nt Ag, CuO ja ZnO) kasutamine kogu maailmas on hüppeliselt kasvanud, mistõttu on mürgiste metallide ja nanomaterjalide keskkonnareostus tõusutrendis. Üks võimalik lahendus on siduda metallid keskkonnast uute sorbentidega.

Projekti eesmärk oli sünteesida keskkonnasõbralik nanosuuruses metallorgaaniline võrgustik (sorbent), määrata uudse materjali metallide sorbeerimisvõime ja näidata, et sünteesitud materjal vähendab CuO, ZnO ja Ag nanoosakeste kahjulikku mõju metalliioonide sidumise teel.

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Metallorgaanilised võrgustikud** – uudsed poorsed, kõrge sorbeerimisvõimega materjalid, mis koosnevad metalliioonidest ja orgaanilise aine molekulidest moodustunud võrgustikest.

**Metalsed ja metalloksiidsed nanomaterjalid** – nanosuuruses (1–100 nm) osakestest koosnevad monometalsed (nt Ag) või metalloksiididest (nt CuO ja ZnO) materjalid, mis on oma suure eripinna tõttu reaktiivsed; nende antimikroobsed ja mürgised omadused on peamiselt tingitud lahustunud metalliioonidest.



▲ **JOONIS** CuO, ZnO ja Ag nanoosakeste toksilisuse vähendamine metallorgaaniliste võrgustike abil. Joonis: Monika Mortimer

## Projekti olulisemad tulemused

- Sünteesiti metallorgaaniline poorne võrgustik mittetoksilistest komponentidest – tanniinhappesest ja rauasoolast.
- Testid magevee ripsloomadega näitasid, et sünteesitud materjal ei olnud keskkonnale ohtlik.
- Metallorgaaniline võrgustik sidus efektiivselt vaseioone ja alandas samaaegselt reaktiivsete hapnikuühendite taset rakkudes (toimis antioksidandina).
- Sünteesitud metallorgaaniline võrgustik vähendas efektiivselt CuO nanoosakeste mürgisust ripsloomale. See tõestas, et uudset poortset materjali oli võimalik kasutada soovitud eesmärgil, st lahustuvate metalliliste nanomaterjalide ohutuse suurendamiseks.

## Miks on need tulemused olulised?

- Projekti alusuuringute tulemused on kasutatavad rakendusuuringutes, et välja arendada sobiv uus ja taskukohane tehnoloogia veepuhastuseks või metallide jätkusuutlikuks taaskasutuseks.
- Uudsete materjalide ja tehnoloogiate kasutuselevõtt metallide sorbeerimiseks keskkonnast on oluline edukaks üleminekuks ringmajandusele.



Foto: Glänel Tirrand

TARTU ÜLIKOOL

## Süntees laetud tilkades

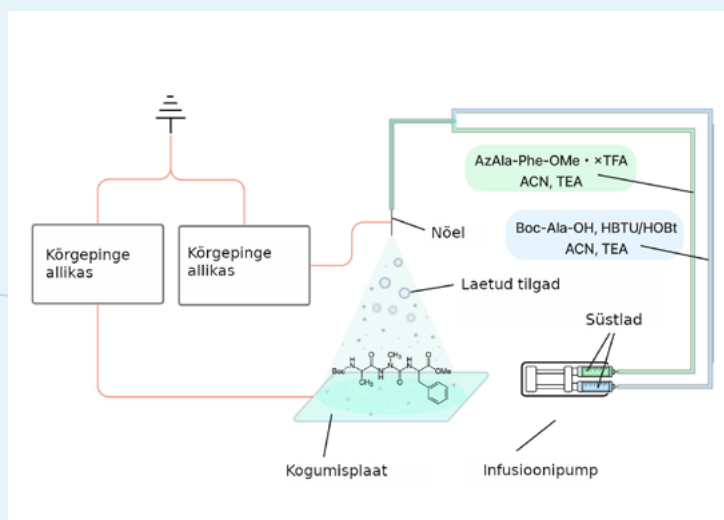
PEETER BURK (peeter.burk@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG300 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 228 500 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Kuidas saaks orgaaniliste ainete sünteesi kiirendada ja efektiivsemaks muuta, kasutades reaktsioonikeskkonnana laetud tilkasid (pihust)?

Projekti eesmärk oli viia uudses reaktsioonikeskkonnas – laetud üliväikestes ja pideva aurustumise tõttu vähenevates tilkades (pihuses) – reaktsioone läbi kiiremini ja suurema saagisega ning modelleerida kvantkeemiliste arvutustega seal toimuvaid protsesse.



#### JOONIS

Asapeptiidi süntees laetud tilgas. Joonis: Peeter Burk

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Pihus** – segu, kus üks aine on väikeste osakestena ühtlase pihustunud teises aines. Antud töös elektrilaenguga väikeste laengutilkade gaasifaasi pihustamise tulemusena saadud segu.

**Asapeptiid** – valgusarnane ühend, kus vähemalt üks aminohape on asendatud asaaminohappega (st -NH-C(R)H-CO- rühma asemel on -NH-N(R)-CO-). Selline asendus võib oluliselt muuta aine keemilisi ja ka bioloogilisi omadusi. Näiteks AIDS-i ravim Atazanavir on asapeptiid.

**Kvantkeemilised arvutused** – kvantmehaanikal (nt Schrödingeri võrrandi lahendamisel) põhinev modelleerimismeetod keemiliste ainete omaduste ennustamiseks ainult füüsikaseadustest lähtudes.

### Projekti olulisemad tulemused

- Näitasime, et pihuses saab sünteesida peptiide ja asapeptiide kiiremini ja suurema saagisega kui tavakeskkonnas, lahuses.
- Pakkusime välja seletuse, miks mõned reaktsioonid kiirenevad pihuses kuni miljoneid kordi.

### Miks on need tulemused olulised?

- Tulemused aitavad paremini aru saada tilgas toimuvate reaktsioonide mehhanismidest ja neid seega edaspidi lihtsamini soovitud saadusteni juhtida.
- Asapeptiidide süntees on senini olnud suhteliselt aeganõudev ja madala saagisega. Meie välja pakutud süntees laetud tilkades võimaldab seda oluliselt kiirendada ja efektiivsemaks muuta ning seeläbi saab nende uurimine oluliselt kiiremini edasi minna.



Foto: TalTech

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

## Supramolekulaarsed kohandatavad kiraalsuse sensorid

RIINA AAV (riina.aav@taltech.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG399 rahastatud uurimisprojekt,  
kokku 1 241 375 eurot  
2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Käelised ehk kiraalsed molekulid metaboliseeruvad, imenduvad ja erituvad stereoselektiivselt ja nende bioloogiline toime võib oluliselt varieeruda. Seetõttu võib erinevate stereoisomeeride mõju keskkonnale olla radikaalselt erinev. Standardsete analüüsimeetoditega, mis ei erista molekulide käelisust, võidakse nende ühendite mõju alahinnata.

Projekti eesmärk oli disainida ja valmistada uusi käelisi supramolekulaarseid retseptoreid, mis võimaldaksid käelisuse ülekannet teistele materjalidele, uurida nende materjalide omadusi ja signaali tekke ja võimendamise mehhanisme ning detekteerida välja töötatud sensoritega käelisi molekule.

#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Supramolekulaarne ühend** – molekuliülelene, mitme molekuli koosmõjus tekkiv uus ühend.

**Mehhanokeemiline reaktsioon** – mehhaanilise jõu abil toimuv keemiline reaktsioon.

### Projekti olulisemad tulemused

- Disainiti ja valmistati mitmed käelised supramolekulaarsed retseptormolekulid.
- Töötati välja keskkonnasõbralikke ja efektiivseid mehhanokeemial põhinevaid sünteesimeetodeid orgaaniliste ühendite saamiseks.
- Tõestati, et käeliste uureapõhiste hemikukurbituriilide ja silmapaistvate optiliste omadustega porfüriinide koosmõjul tekivad uued ja efektiivsed käelisi molekule eristavad sensormolekulid.
- Näidati, et uute projektis loodud materjalidega saab luua enantioselektiivseid elektroonseid ninasid käelisuse tuvastamiseks lenduvatel orgaanilistel ainetel.

### Miks on need tulemused olulised?

- Uute käeliste supramolekulaarsete retseptorite loomisega laiendati tehismaterjalide maastikku ning see võimaldab paremini nii keskkonnas kui toidu-, ravimi- kui põllumajandussektoriga seotud tegevuste tulemusena tekkivaid keskkonnamuutusi ja saasteainete olemasolu jälgida. See on oluline meie elukvaliteedi tõstmiseks.
- Uute keskkonnasõbralikumate sünteesimeetodite väljatöötamine ehk mehhanokeemia kasutuselevõtt on oluline, sest see võimaldab keemiatööstusel vältida orgaaniliste jääkide teket ning seeläbi muutuda jätkusuutlikumaks. See peaks vähendama nii keskkonnale tekkivat jalajälge kui ka võimaldama alandada lõpp-produktide hinda.
- Nii uute supramolekulaarsete süsteemide omaduste kui ka uute mehhanokeemiliste sünteesimeetodite toimemehhanismide uurimine aitab avardada meie teadmisi keemiast.



Foto: Kai Kuusik-Greenbaum

TARTU ÜLIKOOL

Foononite ja eksitonreservuaari roll eksitioonsetel tugevsidestatud süsteemidel baseeruvate madala lävendiga laserisarnaste valgusallikate energiaülekanne protsessides

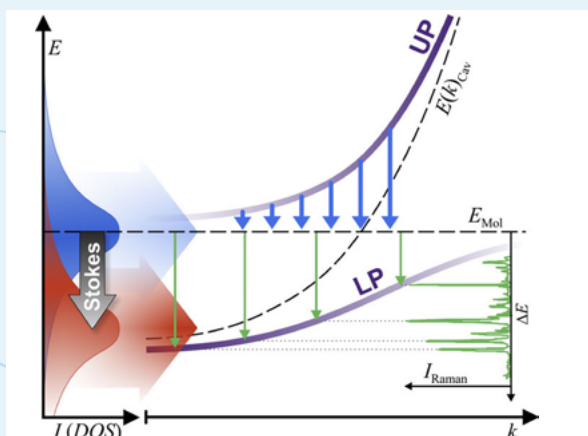
SIIM PIKKER (siim.pikker@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PSG406 rahastatud uurimisprojekt, kokku 430 500 eurot 2020–2023

## Probleem ja eesmärk

Hiljuti avastati toatemperatuurised tugevseotud süsteemid, mis tekivad aine ergastuste (nt eksitoniid ja foononid) ja resonantsete elektromagnetvälja ergastuste (nt plasmonid, footonid resonaatorites) segunemisel. Nendes süsteemides tekivad uudsed seguseisundid, nn polaritonid, mis sisaldavad nii aine ergastuste kui ka elektromagnetvälja omadusi. Polaritonid omavad hulgaliselt potentsiaalseid rakendusi. Üheks selliseks on uudsed ja madala energialävendiga laserisarnased valgusallikad, mis põhinevad Fabry-Pérot' tüüpi resonaatoris paiknevatel fluorestseeruvatel molekulidel. Et selliseid uusi rakendusi arendada, on vaja mõista tugevseotud süsteemides toimuvaid energiaülekandeprotsesse.

Projekti peamine eesmärk oli luua Eestis võimekus uurida optilisi tugevseotud süsteeme ja nende rakendusi, uurida fluorestseeruvatel molekulidel põhinevates tugevseotud süsteemides toimuvaid energiaülekandeprotsesse ning uurida Stokesi nihke mõju tugevseotud süsteemide energiaülekandeprotsessidele.



### JOONIS

Tugevseotud süsteemide osaline energiaülekanne protsesside skeem. Joonis: Jussi Toppari

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Eksiton** – aine ergastus, mis sisuliselt on aines tekkinud elektroni-augu paar.

**Plasmonid** – juhtivuselektronide lained metallide pinnal, mis võivad olla nähtavas piirkonnas valgusega resonantsis, võimendades lokaalset elektriväljatugevust ja sellega seotud nähtusi.

**Stokesi nihe** – fluorestseeruva molekuli neeldumisspektri ja kiirgusspektri maksimumide vahe.

## Projekti olulisemad tulemused

- Lõime uudsed mõttesüsteemid polaritioonsete süsteemide uurimiseks.
- Näitasime, et Stokesi nihe mängib olulist rolli tugevseotud süsteemide energiaülekandeprotsessides.
- Selgitasime, et Stokesi nihe võib põhjustada kahte eri tüüpi energiaülekanne mehhanismi: nn optiline pumpamine ja foononite kaudu vahendatud kiirgumine.

## Miks on need tulemused olulised?

Meie tulemused aitavad mõista uudsete tugevseotud süsteemide füüsikat ja seeläbi aitavad projekti tulemusi kaasa uudsete polaritonidel põhinevate rakenduste arendamisse.



Foto: erakogu

TARTU ÜLIKOOL

## Gravitatsiooni kalibratsiooniteooria: ühendamine, laiendused ja fenomenoloogia

TOMI SEBASTIAN KOIVISTO (tomi.koivisto@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG356 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 148 375 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Moodsa alusfüüsika kaks põhiteooriat – gravitatsiooni kirjeldav Einsteini üldrelatiivsusteooria ning osakeste vahel ilmnevaid teisi jõude kirjeldavad kalibratsiooniteooriad – ei sobi omavahel kokku.

Strateegia oli rünnata eelnimetatud põhiprobleemi eri aspekte kahel peamisel rindel.

Osas „Gravitatsiooni ühendamine kalibratsiooni-teooriaga“ olid peamised eesmärgid töötada välja gravitatsiooni kalibratsiooniteooria, kaasata osakestefüüsika sellesse teoriasse ja püüda julgelt sõnastada kogu universumi terviklik kirjeldus.

Osas „Laiendatud Gravitatsioonimudelid“ oli eesmärk Einsteini üldrelatiivsusteooriat modifitseerivaid võimalikke gravitatsioonimudeleid süstematiseerida, kaardistada nende mudelite kosmoloogilised omadused ja teha nende vaatluslike ennustuste analüüs, eelkõige mitte-Riemanni geomeetria uuest vaatenurgast.

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Kalibratsiooniteooria** – matemaatiliselt täpne võrdlusraamistik füüsikaliste süsteemide kirjeldamiseks sümmeetriate abil.

**Mitte-Riemanni geomeetria** – matemaatika teooria, mis laiendab üldrelatiivsusteooria aluseks olevat Riemanni geomeetriat, nii et aegruumi ei iseloomustata ainult kõveruse vaid ka väände ja nn mitte-meetrisuse abil.

**Tumeaine** – tundmatu tegur, mis mõjutab galaktikaid ainult gravitatsiooni kaudu nagu nähtamatu aine.

### Projekti olulisemad tulemused

- Loodi fundamentaalne aegruumi ja gravitatsiooni kalibratsiooniteooria.
- Kujunes füüsikaliste suuruste jõuline määratlus relatiivsusteoorias, põhinäitena energia.
- Pandi alus uuele kosmoloogilisele paradigmale, mis ennustab universumi teket ja pakub tumeaine selgituse.
- Loodi täpne ja põhjalik kaart alternatiivsete gravitatsioonimudelite sisemise teoreetilise kooskõla ja vaatlusandmetega ühilduvuse kohta.

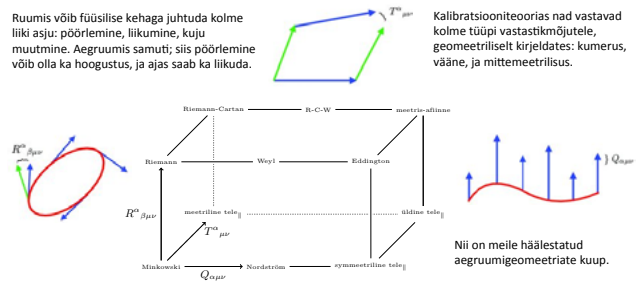
### Miks on need tulemused olulised?

Need tulemused annavad sügavama arusaamise relatiivsusteooriast ning tõhusamad meetodid selle ilmingute uurimiseks. Näitasime, et isegi sada aastat peale üldrelatiivsusteooria ja kalibratsiooniteooriate sündi on tõepoolest võimalik saavutada edusamme ja pakkuda uut vaatenurka teoreetilise füüsika põhiprobleemide lahendamisel: relatiivsuse ja kvantmehaanika ning kogu alusfüüsika ühendamist.



▲ FOTO

Arutelu pärast Euroopa Füüsika Seltsi presidendi prof Mairi Sakellariadou avalikku loengut 20. juunil 2023 Tartu Vanas Observatooriumis, juhatab Laur Järv. Foto: erakogu



Gravitatsiooni mõistetakse tavaliselt ainult ülemises vasakus nurgas, Riemanni geomeetrias, aga relatiivsusteooria viimistlemine õnnestus lõpuks kuubi alusruudus. Osakestefüüsika vastastikmõjud toimuvad samal põhimõttel, kuid abstraktsemas "aegruumis". Meie *metageomeetria* teooria ei eelda need ruumid, kuid ennustab nende tekkimist.

▲ JOONIS

Aegruumigeomeetria kuup. Joonis: Tomi Koivisto



Foto: Elena Orlovskaya

TARTU ÜLIKOOL

## Haruldaste muldmetallide lisandioonide klastrite põimolekute spektroskoopia kvantarvutite jaoks

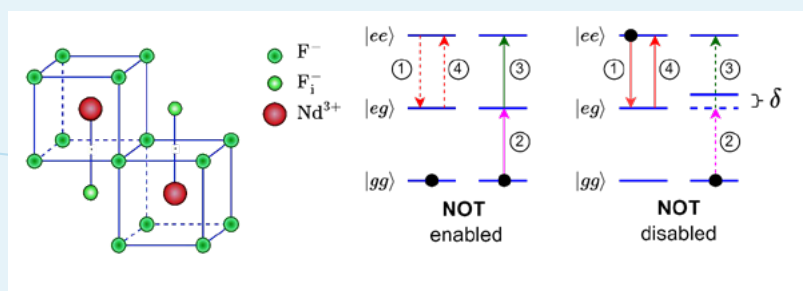
YURY ORLOVSKIY (yury.orlovskiy@ut.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG347 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 241 375 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Projekti põhiväljakutse oli välja selgitada, kas ja kuidas saaks haruldaste muldmetallide lisandioonide klastrite nn põimseisundeid kasutada ülikiireteks kvantarvutusteks. Oli vaja kindlaks teha selle ülesande lahendamiseks sobivad lisandioonid ja kristallmaatriksid ning kavandada vajalikud eksperimendid. Üldisem eesmärk oli leida meetod, mis võimaldaks luua kvantarvuti, mille toimimiseks ei ole enam vaja ülimaldalaid temperatuure.

Projekti põhieesmärk oli optiliselt ergastatud haruldaste muldmetallide ionide rakendamine ülikiirete (GHz ja kõrgema sagedusega) kvantbittidena. Oli vaja leida usaldusväärne lahendus ülikiire kvantvärava realiseerimiseks, mis võimaldab kontrollitud NOT (CNOT) toimimist.



#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Kvantarvutamine** – kvantfüüsika seadustel põhinev infotöötlus kvantarvutil.

**Kvantbitt (qubit)** – informatsiooni baasühik kvantarvutustes. Erinevalt tavalistes arvutites kasutatavatest klassikalistest bittidest on võimalik kvantbiti kahe seisundi superpositsioon.

**Starki blokaad** – kontrollitava iooni energianivoode nihkumine teise iooniga kaasneva staatilise elektrivälja tõttu.

#### JOONIS

Ülikiire CNOT kvantvärav, mis põhineb  $Nd^{3+}$  ioonipaari lisanditsentril  $CaF_2$  kristallis.

Joonis: Yury Orlovskiy, Vladimir Hižnjakov

### Projekti olulisemad tulemused

- Välja on pakutud lahendus ülimaldalaid temperatuure mittevajava ülikiire kvantarvuti loomiseks.
- Kvantarvuti realiseerimiseks on välja pakutud haruldaste muldmetallide ionid ja fluoriit-tüüpi struktuuriga kristallimaatriksid. Suur energiateg erinevus nivoode vahel, mis määravad kvantbiti, võimaldab kiiret kvantarvutust.
- CNOT kvantvärava teostamiseks on välja pakutud Starki blokaadi efekt ja selle rakenduskeemid.

### Miks on need tulemused olulised?

- Projekti tulemused võivad tulevikus viia oluliste läbimurreteni kvantarvutite loomisel.
- Tänu sellele projektile saavutab Eesti arenenud riikidega võrdväärse taseme kaasaegse kiirelt areneva kvanttehnoloogia valdkonnas.
- Järgmine samm on mitme kvantbitiga kvantarvuti väljatöötamine.

# TEHNIKA JA TEHNOLOOGIA

- ALKA PAREEK
- ERGO PIKAS
- MUHAMMAD MAHTAB ALAM
- TARGO KALAMEES
- VITALI SÕRITSKI



Foto: erakogu

## TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

### NiOx õhukeste kilede kui elektroodmaterjalide välja- töötamine poolläbipaistvate päikesepatareide jaoks

ALKA PAREEK (alka.pareek@taltech.ee)

Sissetuleva järeldoktoritoetusega SJD78 rahastatud uurimisprojekt,  
kokku 41 880 eurot  
2022–2023

## Probleem ja eesmärk

Aknad, mis toodavad elektrit, olles samas poolläbipaistvad, omavad suurt turupotentsiaali. Väljaarendamisel olevates uutes Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-l põhinevates poolläbipaistvates päikesepatareides on aukjuhina kasutusel enamasti orgaanilised materjalid. Orgaanilised materjalid on aga kallid ja tundlikud õhuniiskuse suhtes ning võivad limiteerida päikesepatarei läbipaistvust.

Projekti eesmärk on sünteesida uudne anorgaaniline aukjuhtmaterjal poolläbipaistvates päikesepatareides kasutamiseks. Aukjuhtmaterjalide sünteesil kasutame kuluefektiivseid ja masstootmises rakendatavaid keemilisi meetodeid. Uurimistöö tulemusena loome sadestusprotokollid anorgaaniliste aukjuhtmaterjalide sünteesiks ja rakendame saadud materjale poolläbipaistvates päikesepatareides.

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Aukjuhtmaterjal** (ingl *hole transport material*, HTM) – õhukesekilelise päikesepatarei oluline komponent, mille ülesanne on fotogenereritud aukude ekstraktsioon absorberkihist ja transport välisele kontaktile, sh absorberkihi pinnadefektide passiveerimine. Aukjuhtkihist võib oleneda seadise stabiilsus, ta võib mõjutada seadise hinda.

**Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> päikesepatarei** – õhukesekileline seadis, mille kasutuseelised on määratud materjali omadustega, nagu ühendi stabiilsus, koosnevamine mittemürgistest ja kättesaadavatest elementidest, keelutsooni laius ja kõrge valguse neeldumise võime spektri nähtavas osas.

**Nanoosakesed** – väikesed osakesed, mille mõõtmed on vahemikus 1 nm kuni 100 nm. Keemiline sadestamine – keemiline lahusest sadestamise meetod, mida kasutatakse laialdaselt eri materjalide nanoosakeste valmistamiseks, millel on erinev kuju ja dimensioonid.

## Projekti olulisemad tulemused

Selles töös välja töötatud optimeeritud omadustega NiOx nanoosakeste kihti saab kasutada esiteks poolläbipaistva Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> päikesepatarei aukjuhtkihi ning teiseks Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> kihiga tandempäikesepatareis.

## Miks on need tulemused olulised?

- Saadud tulemused on olulised NiOx nanoosakestest koosneva efektiivse aukjuhtkihi valmistamiseks poolläbipaistva Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> päikesepatarei kui elektrit tootva akna arenduseks.
- Välja töötatud NiOx nanoosakestel baseeruva aukjuhtkihi edasine arendus võib leida kasutust
  - aukjuhtkihi perovskiit/CIGS ja perovskiit/Si tandemstruktuuriga päikesepatareides;
  - fotokatalüütilise materjalina, kui kombineerida NiOx sobiva n-tüüpi materjaliga;
  - aukjuhtkihi perovskiit- või orgaaniliste päikesepatareide struktuurides.
- Tulemused loovad võimaluse koostööks selle valdkonna uurimisrühmadega.



Foto: erakogu

## TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO

### Ehitusprojekti digitaalksiku rakendamine puidupõhises industrialiseeritud rekonstrueerimise ehitusprojektides

ERGO PIKAS (ergo.pikas@taltech.ee)

Mobilitas Pluss tagasipöörduva teadlase toetusega MOBTP1026 rahastatud uurimisprojekt, kokku 115 500 eurot 2021–2023

## Probleem ja eesmärk

Nõukogude ajal ehitatud eluhoonete planeeritud kasutusea lõpp läheneb kiiresti ning seisame silmitsi vajadusega uuendada ja renoveerida Eesti hoonefondi. Praegused ehitusmeetodid ja -võtted ei vasta EL-i uuenenud energiatõhususe direktiivi nõuetele, mis kohustavad renoveerima hooned kõigis liikmesriikides.

Projekti eesmärk oli arendada ja testida rekonstrueerimisprotsesside haldamise ja ehitiste digitaalksiku infosüsteemi kontseptsiooni, et tõhustada elukaare ehitusprotsesse, ehitusteabe haldamist ja infovoogu.

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Terviklik renoveerimine** – hõlmab ulatuslikke muudatusi olemasolevates hoonetes eesmärgiga saavutada jätkusuutlik, energiatõhus ja kvaliteetne ehitatud elukeskkond.

**Renoveerimise digikaksiku süsteem** – süsteem, mis integreerib digitaalse kaksiku tehnoloogia renoveerimisprotsessidesse, pakkudes andmepõhist mudelit renoveerimise hindamiseks, plaanimiseks ja projektlahenduste väljatöötamiseks.

### Projekti olulisemad tulemused

- Loodi digitaalne viimase plaanija koostöötahvel, mis toetab renoveerimise kavandamisprotsesside kaugplaneerimist ja -juhtimist.
- Arendati Eesti korterelamute hoonete tüpoloogiat, et parandada ja rikastada andmeid riiklikes registrites.
- Töötati välja andmekvaliteedi hindamise ja parandamise meetodid.
- Loodi digitaalsed prototüüplahendused hoonete energiatõhususe hindamiseks hoonefondi tasemel.

### Miks on need tulemused olulised?

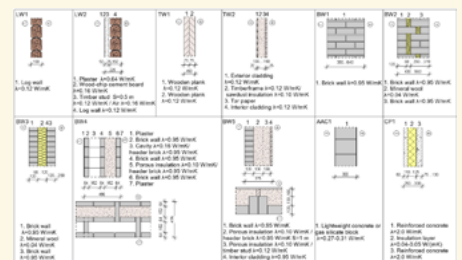
- Vastus jätkusuutlikkuse väljakutsetele: projekti tulemused aitavad kaasa pakiliste jätkusuutlikkuse väljakutsetega tegelemisele ehitatud elukeskkonna kontekstis, pakkudes lahendusi energiatõhusaks renoveerimiseks ja keskkonnamõjude vähendamiseks.
- Euroopa renoveerimise eesmärkide täitmine: arvestades Euroopa vajadust kolmekordistada iga-aastast renoveerimismahut, on projekti tulemused olulised Eestile ja eurooplastele, aidates täita ambitsioone renoveerimise eesmärke ja soodustades majanduskasvu.
- Elukvaliteedi parandamine: projekti mõju ulatub kaugemale majandusküsimustest, avaldades positiivset mõju ehitatud keskkonna kvaliteedile. Energiasäästlik ja jätkusuutlik hoonete renoveerimine aitab luua hooned, millel on parem sisekliima ning mis seeläbi edendavad Eesti kodanike tervist ja heaolu.

Table 1. Specification of geometry information needs.

Ai	Envelope area (m <sup>2</sup> )	Representation
A <sub>ew</sub>	External wall (blue)	
A <sub>win</sub>	Window (transparent)	
A <sub>f</sub>	Roof (cyan)	
A <sub>bc</sub>	Basement ceiling (yellow)	
Ij	Linear thermal bridge (m)	Representation
l <sub>ew-ew</sub>	EW-EW (red)	
l <sub>ew-win</sub>	EW-Window (white)	
l <sub>ew-roof</sub>	EW-Roof (blue)	
l <sub>ew-bc</sub>	EW-Basement ceiling (orange)	

### TABEL

Geomeetria andmevajaduste spetsifikatsioon. Tabel: E.-R. Parts, E. Pikas jt



### JOONIS 1

Tüüpilised korterelamute välisseina konstruktsioonid, mis on ehitatud enne 1995. aastat. (LW – palksein, TW – puitsein, BW – tellissein, AAC – gaasbetoon, CP – raudbetoonpaneel).

Joonis: E. Iliste, S. Lomp, E. Pikas jt

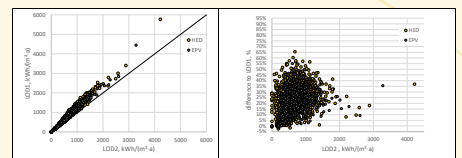
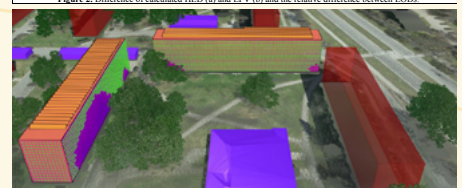


Figure 2. Difference of calculated HED (a) and EPV (b) and the relative difference between LODs.



### JOONIS 2

Näide kahest lähestikku ehitatud sarnasest elumest, nende paigaldatud PV-paneelidest ja päikesekiirguse analüüsi tulemustest. Joonis: E. Pikas



Foto: erakogu

## TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Tagasisidestatav andmevahetussüsteem kõrge reaktiivsusega abistava neuromuskulaarse stimulatsiooni võimaldamiseks

**MUHAMMAD MAHTAB ALAM** (muhammad.alam@ttu.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG424 rahastatud uurimisprojekt, kokku 884 650 eurot  
2019–2023

## Probleem ja eesmärk

Olemasolevate funktsionaalse elektrilise lihasstimulatsiooni seadmete töö, millega püütakse vähendada neuromuskulaarsete haiguste mõju patsientide igapäevastele toimetustele, näiteks turvalisele kõnnile, ei kohastu keskkonna ja patsiendi seisundi muutustele ning seadmed on seega piiravad ja ebamugavad.

Projekti eesmärk oli töötada välja usaldusväärseid ja viitevabu infotehnoloogilisi lahendusi olukorratundlikele funktsionaalse elektrilise lihasstimulatsiooni seadmetele, mis tulevikus parandavad neuromuskulaarsete patsientide elukvaliteeti, näiteks kõnniohutust.

Käsitletavate teemade hulka kuulusid meditsiinisensorite raadioside töökindluse parendamine ning kiirete masinõppemeetodite arendamine kõrvalekallete tuvastamiseks sensorandmetes.

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Neuromuskulaarsed haigused** – närvi-lihashaigused, mis on tingitud aju või perifeersetest närvide kahjustustest.

**Funktsionaalne elektriline stimulatsioon** – meetod aju- ja närvikahjustuste mõju kompenseerimiseks lihaste aktiveerimisega välise elektrimpulsside abil.

## Projekti olulisemad tulemused

- Projektis täiustati SmartBAN-i meditsiiniraadiosidetehnoloogiat, mis tagab töökindla ja lühikese viiteajaga side ning sobib seetõttu kriitilistesse patsiendiabi süsteemidesse.
- Kahekümne vabatahtliku osalusel koguti simuleeritud tüüpiliste kõnnidefektide salvestusi kehal kantavate mikromehaaniliste liikumisanduritega.
- Töötati välja ja täiustati olemasolevaid masinõppealgoritme, mille abil on võimalik sekundi murdosa jooksul tuvastada kõrvalekaldeid inimese kehale kinnitatud liikumisandurite voost.
- Projekti raames valmis 23 teadusartiklit ja 2 patenditaotlust.

## Miks on need tulemused olulised?

- Levinud tüüphairetega kõnnimustrite sensorsalvestisi saab edaspidi kasutada kliinilistes ja meditsiini-tehnoloogilistes tegevustes.
- Loodud lühikese viiteajaga side- ja masinõppelahendused võimaldavad patsientidele realiseerida tagasisidestatud ja seega adaptiivseid funktsionaalse elektrilise stimulatsiooni seadmeid.
- Loodud masinõppealgoritmidele on võimalik leida praktilisi rakendusi meditsiinis ja ka laiemalt.



Foto: erakogu

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

## Seespoolse lisasoojustuse, ehitusniiskuse ja efektiivsete piirdetarindite niiskusturvalisus

TARGO KALAMEES (targo.kalamees@taltech.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG483 rahastatud uurimisprojekt, kokku 884 650 eurot 2019–2023

### Probleem ja eesmärk

Euroopas on umbes 35% hoonetest üle 50 aasta vanad ja vajavad renoveerimist. Uudne meetod hoonete tervikrenoveerimiseks on tehases eeltoodetud lisasoojustuselementide kasutamine, mis võib vähendada kulusid, renoveerimisega ja elanike häirimist ning samal ajal parandada renoveerimise kvaliteeti, energiatõhusust ja niiskusturvalisust.

Projekti üks põhieesmärke oli arendada tervikrenoveerimiseks tehases eeltoodetud lisasoojustuselemente hoone energiatõhususe erinevale tasemele.

### Projekti olulisemad tulemused

- Piirdetarindi soojuslähivuse vähendamine ilma muid omadusi muutmata võib suurenda niiskusturvalisuse riskide realiseerumist.
- Raudbetoonfassaadi võimalik niiskussisaldus enne renoveerimist sõltub kaldvihmast, fassaadi orientatsioonist ja aastaajast. Niiskussisaldus on maksimaalselt 137 kg/m<sup>3</sup>, 90% kvantiili tasemel 110 kg/m<sup>3</sup> ja keskmiselt 90 kg/m<sup>3</sup>. Ehitusniiskuse väljakuivamise aeg on pikk, võttes aastaid.
- Põhjaliku projekteerimise, kvaliteetse ehituse ja hoolika järelevalvega on võimalik saavutada niiskusturvalisuses häid tulemusi ning kasutada lisasoojustuselemente nii olulise rekonstrueerimise kui ka liginullenergia hoone tasemete juures.

### Miks on need tulemused olulised?

- Lisasoojustuselemendid aitavad kiirendada renoveerimisprotsessi, tõsta kvaliteeti ja niiskusturvalisust ning vähendada elanike elu häirimist renoveerimistöde ajal.
- Lisasoojustuselementide tootmine ja eksport võimaldab Eesti ehitustööstusel eksportida, mille võimalus ehitusvaldkonnas on muidu väga väike.
- Tööstusliku lähenemise toomine renoveerimisprotsessi võimaldab realselt hakkama saada Euroopat ees ootava renoveerimislainega.
- Materjalivaliku valgusfoor aitab sobivale valikule lähemale juba projekteerimise algstaadiumis.

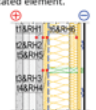
Table 4.2 Mould index (M) for wall constructions with MW at the IMC of the original PCLP wall w = 85 kg/m<sup>3</sup> (u = 3.7%), w = 95 kg/m<sup>3</sup> (u = 4.1%), w = 110 kg/m<sup>3</sup> (u = 4.7%).

Wind barrier layer	Air and vapour barrier	Mould index M [green, yellow, red] with different frame thicknesses at the most critical points (4 or 6) *								
		120 mm			145 mm			195 mm		
		IMC of the PCLP wall (kg/m <sup>3</sup> )								
		85	95	110	85	95	110	85	95	110
D1	B1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
D2		4	4	4	4	4	4	4	4	4
D3	0.2 m ≤ S <sub>a</sub>	4	4	4	4	4	4	4	4	4
D4		4	4	4	4	4	4	4	4	4
D5	≤ 5 m	4	4	4	4	4	4	4	4	4
D1	B2	6	6	6	6	6	6	6	6	6
D2		6	6	6	6	6	6	6	6	6
D3	Without vapour barrier	4	4	4	4	4	4	4	4	4
D4		6	6	6	6	6	6	6	6	6
D5		4	4	4	4	4	4	4	4	4
D1	B3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
D2		4	4	4	4	4	4	4	4	4
D3		4	4	4	4	4	4	4	4	4
D4	S <sub>a</sub> ≥ 50 m	4	4	4	4	4	4	4	4	4
D5		4	4	4	4	4	4	4	4	4

\* Numbers 4 and 6 indicate the most critical points (see Figure 3.16):

- Point 4 – between original wall and air and vapour barrier layer.
- Point 6 – between wind barrier and insulation layer of prefabricated element.

no mould growth risk, M < 1  
minor mould growth risk, 1 ≤ M < 2  
high mould growth risk, M ≥ 2



### JOONIS

Niiskuse valgusfoor. Joonis osutab, millise materjalide kombinatsiooniga saab tagada niiskusturvalisuse ja kus on oht hallituse kasvaks. Joonis: Targo Kalamees



### FOTO

Lisasoojustuselemendi paigaldus. Tehaselise renoveerimise protsess on kiirem, ilma tellingu-teta ja elanikud saavad vähem häiritud. Foto: Targo Kalamees

### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Tehaseline renoveerimine** – eeltoodetud lisasoojustuselementide kasutamine renoveerimisel. Elementid sisaldavad juba tuule-, auru- ja õhutõket, soojustust, aknaid ja ventilatsioonitorustikke.

**Kriitiline niiskuse** – niiskustase, mille ületamine võib põhjustada niiskuskahjustusi, sh pinnaseisundi halvenemist, mikroorganismide kasvu või materjali lagunemist.

**Ehitusniiskuse** – niiskuse ehitusmaterjalides hoone ehitusfaasis või vahetult pärast seda, mille tõttu on materjali niiskussisaldus suurem tasakaalu-olukorrast. Selle väljakuivamine võib põhjustada probleeme, nagu hallituse kasv, materjalide lagunemine või soojuslähivuse suurenemine.



Foto: SeeSee Stuudio

## TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

### Sensormaterjalid molekulaarselt jäljendatud polümeeridest meditsiiniliseks diagnostikaks ja keskkonnaseireks

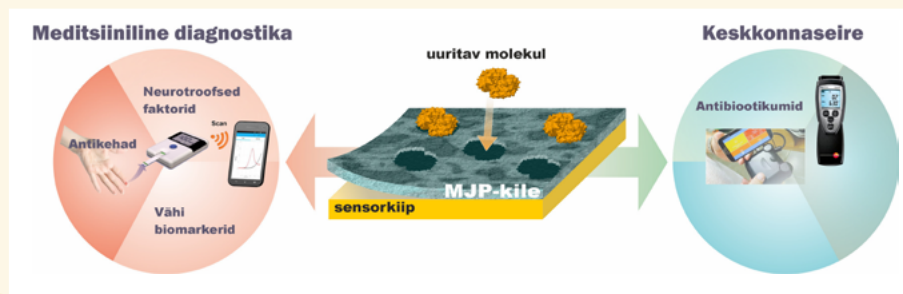
VITALI SÕRITSKI (vitali.syritski@taltech.ee)

Personaalse uurimistoetusega PRG307 rahastatud uurimisprojekt, kokku 1 241 375 eurot 2019–2023

## Probleem ja eesmärk

Tervishoius ja keskkonnaseires on kasvav vajadus kiirete, usaldusväärsete ja kõrge selektiivsusega sensorite järele, mis võimaldavad teha kiiranalüüse vahetult sündmuskohal ja mille hind on taskukohane.

Eesmärk oli välja töötada odavatel ja stabiilsetel sünteetilistel retseptoritel – nagu molekulaarselt jäljendatud polümeerid (MJP) – põhinevad keemilised sensorid, mis võimaldavad kliiniliselt olulisi valke või keskkonna saateaineid kiirelt ja usaldusväärsetl kvantitatiivselt määrata.



#### TEADUSMÕISTETE SELETUSED

**Keemiline sensor-analüütiline seade** – seade proovis oleva aine või komponendi määramiseks, mis muudab keemilise reaktsiooni signaali elektriliseks või mõneks muuks mõõdetavaks signaaliks.

**MJP** – polümeer, mille struktuuri tekitatakse uuritava molekuli „mälupesad“. Kasutatakse keemilise sensori tundlikku elemendina, mis tagab sensori selektiivsuse.

#### ▲ JOONIS 2

MJP sensori kasutamise võimalused meditsiinilises diagnostikas ja keskkonnaseires  
Joonis: Vitali Sõritski

## Projekti olulisemad tulemused

Töötati välja stabiilsetel MJP-retseptoritel põhinevad kaasaskantavad sensorid, mis on võimelised kvantitatiivselt järgmisi aineid määrama:

- neuroloogilistele haigustele karakterseid markerid, nagu neurotroopsed tegurid;
- koroonaviiruse antigeenid, nagu SARS-CoV-2 nukleokapsiid- ja ogavalgud;
- C-hepatiidi viiruse antigeen, nagu HCV E2-pinnavalk;
- antibiootikumid, nagu sulfametisool ja makroliidid.

## Miks on need tulemused olulised?

- Arendatud sensorid põhinevad stabiilsel sünteetilisel retseptoril ning odaval kaasaskantaval elektrokeemilisel anduril, pakkudes alternatiivi kallitele ja töömahukatele laborianalüüsi meetoditele.
- Eduka elluviimise korral võib nendest saada kasulik diagnostiline tööriist nii esmatasandi tervishoiuasutustele kui ka haiglatele.
- Kuna MJP tehnoloogia sobib põhimõtteliselt iga patogeeni tuvastamiseks, aitavad need uuringud kaasa võitlusele uute pandeemiatega vastu.
- Arendatud sensorid on perspektiivsed keskkonnaseireks, luues eeldused valmistada välimõõtmisteks sobivaid keskkonnasensoreid.

