

# Geoloogia instituut

## Instituudi 2024. aasta teadus- ja arendustegevuse ülevaade

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

(1) Geoloogia instituudi 2024. a kõige olulisemaks edulooks on mitmete uute TA projektide käivitamine, mille hulka kuuluvad kaks Eesti riiklikku teaduse tippkeskust, temaatilised kohalikele toormetele suunatud TEMTA programmi projektid, uus PRG rühmagrant ning mitmed uued Horizon Europe projektid, mis on seotud maavarade ning toormete väärdamisega. Lisaks käivitusid sisulised tegevused ÕÜFi haruldaste muldmetallide projekti raames, sh uue, dekrepitatsiooni teaduslabori käivitamine U04 keldrikorrusel.

(2) Avaldatud teadustulemuste osas leidis enim kajastamist kvaternaargeoloogia uurimisrühma teadusartikkel, mille põhifookuses olid kliima- ja keskkonnamuutused 20-30 tuhat aastat tagasi ning mammutite väljasuremine ja selle põhjused. Artikli põhiautoriteks olid doktorant Ivan Krivokorin ning värske nooremprofessor Leeli Amon. Postimehe aasta teadusuudiste kokkuvõttes mainiti just seda tööd TalTechi all esimesena ning teemat käisid autorid mitmel korral tutvustamas nii raadios kui TVs:

\* <https://www.youtube.com/watch?v=FYG-eZOZB-I>

\* <https://kuku.pleier.ee/podcast/kuku-parastlouna/188541>

\* <https://jupiterpluss.err.ee/1609496383/uchenye-taltech-sdelali-otkrytie-o-vymiranii-mamontov>

(3) Instituudi elulooks on erinevate maapõue-alaste täienduskoolituste läbiviimine plaanitust oluliselt suuremas mahus: 2024. a osales täienduskoolitustel 230 inimest, mis on läbi aegade suurim arv, ning täienduskoolituse tulu ületas prognoosi enam kui kahekordselt. Täienduskoolituste alla käib ka mikroraadikava „Sustainable exploration, mining and circular economy of mineral resources“ edukas käivitamine 2024 aastal.

### **TA valdkonna väljakutsed 2025. aastaks**

(1) Publitseerimise taseme taastamine – 2024. a osutus publitseerimisaktiivsusest oodatust tagasihoidlikumaks. Varasema taseme taastamine on kriitilise tähtsusega, et vältida instituudi teaduspotsiaali taandarengut ning tagada alanud teadusprojektide tulemuslikkus.

(2) Doktoritööde edukas kaitsmine on 2025. a oluliseks tegevuseks, oodatav on minimaalselt kuue (parimal juhul kuni kaheksa) doktorandi lõpetamine. Väljakutseks on tagada sobivate oponentide leidmine, ajagraafikute kooskõlastamine ja kaitsmiste nõuetekohane läbiviimine arvestades lõpetajate

nominaalperioodi.

(3) Oluline väljakutse on uute töötajate värbamine, sh lõpetavate doktorantide asendamine uutega ning maavarade ja rakendusgeoloogia professori ametikoha täitmine konkursiga; samuti instituudi üldvahenditest rahastatud järeldoktori koha täitmine ning tulemuslik tegevus 2025. aastal.

(4) Väikese- kuni keskmisemahulise aparatuuri täiendamine: portatiivse skaneeriva elektronmikroskoobi ning välitööde transpordivahendi hankimine. Eeltöök on vajalik läbi viia turu-uuringud ja avatud hankeprotsess.

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

### *Väljakutse*

Geoloogia instituudi peamisteks väljakutseteks 2024. a on:

- (1) Uute TA projektide käivitamine ning meeskondade täiendamine uute doktorantide, teadlaste ja spetsialistidega. Selleks on esitatud või esitamisel mitmeid projektitaotlusi, sh üks uus PRG, kaks teaduse tippkeskust, ÖÜF, TemTA, Teadustaristu teekaart, Horizon Europe jt, ning arvestatud täiendavate tulude ja kuludega instituudi eelarves.
- (2) Õpingute lõpufaasi jõudnud doktorantide jõudmine töö vormistamise ja kaitsmiseni; vähemalt 2 doktoritöö kaitsmist. Selleks on käivitatud täiendavad meetmed ning vastavate doktorantide progressi süvendatud monitoorimine ning välja töötatud motivatsioonipaketid.
- (3) Mäenduse valdkonna teadus- ja õppetöö taseme tõstmine. Selleks on 2024. a alguses tööle võetud uusi spetsialiste ning käivitatud läbirääkimised täiendavate rahvusvahelise kogemusega teadlaste kutsumiseks TalTechi meeskonda; instituudi eelarves on planeeritud täiendavad vahendid.
- (4) Ettevõtluskoostöö ning vastava eelarveosa suurendamine. Selleks osaleb instituut aktiivselt Ringmajanduse tuumiklabori tegevuses ning uute TalTechi fookuskeskuste käivitamisel energeetika ja mereuuringute valdkonnas.
- (5) Instituudi teadustaristu ning aparatuurse baasi käigushoidmine ja täiendamine. Selleks on ette nähtud täiendavad eelarvelised vahendid ning loodud keskselt finantseeritav osakoormusega roll laboritevahelise koostöö arendamiseks ning instituudi esindamine teaduskonna ja ülikooli tasandil.
- (6) TA asutuste korralisel evalveerimisel geoloogia ja mäenduse valdkonna väärikas esindamine teaduskonna ja ülikooli tasandil.
- (7) Kahe konverentsi korraldamine: Eesti geoloogide iga-aastane Aprillikonverents, mis toimub sel aastal TalTechis; ning 11. Balti Stratigraafia Konverents, mida kaaskorraldavad Eesti Stratigraafia Komisjoni TalTechis

töötavad liikmed.

### *Täitmine/tulemused*

Seatud väljakutsete täitmine kulges järgmiselt: (1) Edukalt käivitusid mitmed uued projektid, sh kaks teaduse tippkeskust, üks PRG projekti, kaks temaatilist teadus- ja arendustegevuse programmi (TEMTA) projekti ning kaks uut Horizon Europe projekti. Osa oodatud projektide ja tegevuste käivitamine ei alanud seoses rahastaja (ETAG) poolsete tähtaegade nihkumisega. Sellega on tagatud eelarveline kindlus järgnevatel aastatel. (2) Õpingute lõpufaasi jõudnud doktorantide väitekirjade valmimine kulges plaanipäraselt, kuid kuna mitmete artiklite vastuvõtmine võttis planeeritust rohkem aega lükkusid kaitsmised 2025. aastasse. Edukaks kaitsmiseks rakendati motivatsioonipakette, mis jätkub 2025. a. (3) Mäenduse valdkonna teadus- ja õppetöö taseme tõstmiseks sõlmiti leping doktorikraadi ja rahvusvahelise kogemusega mäeinseneri kaasamiseks meeskonda järeldoktorina, algusega 02.2025. (4) Ettevõtluskoostöö arenes oluliselt läbi alanud TEMTA projekti, mis keskendub ehitusmaavarade ja sekundaartoormete väärdamisele Eestis. Samuti arenes koostöö tänu ÖUFI ja HE projektidele, sh haruldaste muldmetallide väärdamise ja magnetite taaskasutuse suunal. Ühiste projekti läbi suurenes koostöö inseneriteaduskonna, majandusteaduskonna ning loodusteaduskonna teiste instituutide uurimisrühmadega. (5) Instituudi teadustaristu uuendamiseks soetati mitmed uued seadmed mäendustingimuste laborisse, taristu haldamine paranes tänu üldvahenditest toetatud laborite koordinaatori määramisele. (6) TA asutuste korralisel evalveerimisel osalesid paneelides mitmed instituudi töötajad; loodus- ja täppisteaduste valdkonda hinnati positiivselt. (7) Instituudi korraldatud Eesti geoloogide iga-aastane Aprillikonverents „Geoloogia: kliimast ringmajanduseni“ oli läbi aegade suurima osalejate arvuga – 215 osalejat ülikoolidest, organisatsioonidest ja erasektorist. Konverentsi avas rektor Tiit Land, ettekandega esines ettevõtlusprorektor Erik Puura. Lisaks kaaskorraldati 11. Balti Stratigraafia Konverents. Konverentsidega seoses ilmus kaks kogumikku. Kokkuvõttes võib nentida, et väljakutsetega tuldi 2024. a üldiselt hästi toime ning puudujäägid doktorikaitsmistega leiavad lahenduse 2025. aastal.

### **Olulisemad soetatud seadmed**

2024. aastal täiendati olulisel määral mäendustingimuste labori varustust. Soetati portatiivne LIDAR X120GO SLAM kaeveõõnte jm objektide mõõdistamiseks ja modelleerimiseks ning vahendid kivimite ja muude mineraalmaterjalide mehaanilise omaduste määramiseks: üheteljelise survetugevuse mõõtesead AUMAX 3000 ja punktkoormuse katseseade; mõlemad seadmed võimaldavad läbi viia survekatseid vastavalt rahvusvahelistele standarditele. Investeeringute kogumaksumus ulatus 50 tuhande euroni.

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

vajab uuendamist

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

Instituudi laboriruumid on üldiselt heas seisukorras, kuid väljavahetamist vajavad mitmed geokeemia-mineraloogia labori baasseadmed (XRF, XRD, SEM), mille vanus on üle 15 aasta; vajaliku investeeringu kogusuurus algab 0.5 mln eurost. 2023 aastal vahetati välja instituudi ICP-MS uuema, kuid kasutatud seadme vastu. Lähiaastatel on vajalik ka selle seadme uuendamine. Oluline puudus Eestis, TalTechis ja geoloogia instituudis on maavarade jt mineraaltoormete väärindamise katselaborist, mille sisseseade hinnanguline maksumus algab 3 mln eurost. 2025. aastaks on planeeritud skaneeriva elektronmikroskoopia meetodika arendus. Väljakutseks on suurenenud tudengite arv ja teadusele orienteeritud laboriruumide kasutamine õppetöökuna eraldi õppelaborid instituudis puuduvad. Instituut vastutab TalTechi ulatuslike ja unikaalsete geoloogiliste kollektsioonide ja andmekogude eest, mida kasutavad teadlased üle maailma. Kolleksioonide haldamist on seni toetanud HTMi teaduskollektsioonide rahastusmeede; investeeringuid hoidlate taristu ja infosüsteemide arendusse on tehtud riikliku teadustaristu teekaardi NATARC raames alates 2012 aastast. Seni puudub instituudis valmidus suuremamahuliste tehnoloogiliste proovide ja materjalinäidiste pikaajaliseks säilitamiseks. Infosüsteem kasutab TalTech pilve (HPC keskuse) teenuseid. Edasine teaduskollektsioonide finantseerimine HTMi poolt on muutumas; teadustaristu teekaardi jätkuv finantseerimine selgub 2025. a esimeses pooles.

# 1 Kvaternaarigeoloogia osakond

## Uurimisrühma juht

Siim Veski, täisprofessor tenuuris, [siim.veski@taltech.ee](mailto:siim.veski@taltech.ee)

## Uurimisrühma liikmed

Siim Veski, Doktor, täisprofessor tenuuris

Leeli Amon, Doktor, nooremprofessor

Tiiu Alliksaar, Doktor, vanemteadur

Varvara Bakumenko, Magister, doktorant-nooremteadur

Ansis Blaus, Doktor, tehnik

Atko Heinsalu, Doktor, vanemteadur

Anna Lanka, Magister, doktorant-nooremteadur

Merlin Liiv, Doktor, juhtivinsener

Anneli Poska, Doktor, vanemteadur

Triin Reitalu, Doktor, vanemteadur

Normunds Stivrins, Doktor, kvaternaarigeoloogia peaspetsialist

Jüri Vassiljev, Doktor, vanemteadur

Vladimir Karpin, Magister, doktorant

Ivan Krivokorin, Magister, doktorant-nooremteadur

Rein Vaikmäe, Teaduste kandidaat, nõunik

Eliise Kara, Magister, doktorant-nooremteadur

Mark Top, Magister, Doktorant-nooremteadur

## Võtmesõnad

### Eesti keeles

geöökoloogia; keskkonna ja kliima areng; paleomitmekesisus; Läänemeri; kronoloogia

### Inglise keeles

geocology; paleoclimate and environment; paleodiversity; Baltic Sea; chronology

## Uurimisrühma kompetentside tutvustus

### Rühma ülevaade eesti keeles

Uurimisrühma peamiste uurimissuundade hulka kuuluvad: • Pärastjääaegse kliima rekonstrueerimine eri analüüsimeetoditega; • Maakatte ja taimestiku rekonstrueerimine, kiired muutused; • Õietolmuandmete-põhised ökoloogilised seosed ja paleo-elurikkus; • Mineviku maakasutus ning ökosüsteemide kohanemine sellega; • Jäätanda kronoloogia ja paleogeograafia; • Läänemere areng ning keskkonnaseisundi muutused, merelised maavarad. Uurimisrühma arendustöö on avardanud võimalusi koostööks teiste teadusharudega nagu klimatoloogia, ökoloogia ja arheoloogia.

### Rühma ülevaade inglise keeles

The main research aim of the Quaternary group is reconstruction of past ecosystems, vegetation history, climate and environmental change, both natural and manmade, at high temporal resolution during the last 15,000 years through multidisciplinary and multiproxy studies of natural archives such as lake, bog

and marine sediments. The group focuses on better understanding the interactions between Quaternary geo- and biosphere processes, in particular, addressing the following: • Paleoclimate variation using multi-proxy analyses (such as pollen and chironomid based inference models) • Paleo-biodiversity (terrestrial and aquatic), functional and phylogenetic diversity dynamics and relationships with climate and environmental changes • Past human impact upon landscapes, waterbodies, vegetation structure and land-cover • Postglacial retreat of the ice sheet • Shoreline displacement of the Baltic Sea The group holds a leading position in Quaternary and palaeoecological studies in the Baltic realm. The main strengths of the group's work are related to the high-resolution paleo-datasets of the geographically and climatically constrained area. The group hosts several labs of biostratigraphy, dating, geochemistry, granulometry, and takes use of the mass spectrometry lab for stable isotope geochemistry.

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

PRG1993 Paleoökosüsteemi reageering pärastjääaja kiiretele kliimamuutustele 2024 - 2028  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/979f4874-8d6e-4182-b70a-8a808cd6c326>

TK215 Eesti juured: rahvastiku ja kultuuri kujunemise transdistsiplinaarsete uuringute tippkeskus 2024 - 2030 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/ebe25f4c-1134-49e7-a208-682dc763b536>

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

Lanka, Anna; Poska, Anneli; Bakumenko, Varvara; Dimante-Deimantovica, Inta; Liiv, Merlin; Stivrins, Normunds; Zagars, Matiss; Veski, Siim (2024). Subfossil Cladocera as indicators of pH, trophic state and conductivity: Separate and combined effects in hemi boreal freshwater lakes. *Ecological Indicators*, 167, 112592. DOI: 10.1016/j.ecolind.2024.112592.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/8a270144-78f6-4603-9b40-e22bd9942646>

Bakumenko, Varvara; Poska, Anneli; Plociennik, Mateusz; Gasteviciene, Neringa; Kotrys, Bartosz; Luoto, Tomi P.; Belle, Simon; Veski, Siim (2024). Chironomidae-based inference model for mean July air temperature reconstructions in the eastern Baltic area. *Boreas*, 1–14. DOI: 10.1111/bor.12655.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/cd9c002c-42c3-425e-9e3e-e45ae63eec42>

Strandberg, Gustav; Chen, Jie; Fyfe, Ralph; Kjellstrom, Erik; Lindstrom, Johan; Poska, Anneli; Zhang, Qiong; Gaillard, Marie-Jose (2023). Did the Bronze Age deforestation of Europe affect its climate? A regional climate model study using pollen-based land cover reconstructions. *Climate of the Past*, 19 (7), 1507–1530. DOI: 10.5194/cp-19-1507-2023.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/77db5a96-d99c-499c-9d44-0778a979cb22>

Krivokorin, Ivan; Amon, Leeli; V. Leshchinskiy, Sergey; Arppe, Laura (2024). Oxygen isotope studies of the largest West Siberian mammoth sites and implications for last glacial maximum climate reconstruction. *Quaternary Science Reviews*, 343, ARTN 108938. DOI:

10.1016/j.quascirev.2024.108938. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/43d05462-f8cb-44c2-a42a-2f062f1a0215>

## Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

### Eesti keeles

Kvaternaarigeoloogia osakonna töö põhifookus on olnud taimkatte, kliima ja inimtegevuse omavaheliste seoste uurimine Euroopas viimase 15000 aasta jooksul, põhinedes tänapäevastel paleoökoloogistel andmetel põhinevad mineviku taimestiku- ja kliimamuutuste rekonstruktsioonidel ja taimestiku (keskkonna) modelleerimisel, et selgitada bioloogiliste ja abioloogiliste protsesside ja tegurite mõju taimestiku ja üldisemalt keskkonna dünaamikale hilis- ja pärastjääajal Põhja-Euroopas. Töögrupi uurimused teeb unikaalseks multi- ja interdistsiplinaarne lähenemine, sh õietolmu, ränivetikate, järvede põhjaloomastiku ja inimtegevuse andmestiku liitmine ühtsesse teabekogumisse, mis aitab välja selgitada käimasolevate kiirete kliima- ja keskkonnamuutuste ulatuse ning ennustada võimalike tagajärgi. 2024 aastal algasid kaks uut sellesuunalist projekti, PRG 1993 Paleoökosüsteemi reageering pärastjääaja kiiretele kliimamuutustele ja TK215 Eesti juured: rahvastiku ja kultuuri kujunemise transdistsiplinaarsete uuringute tippkeskus, mis määravad kindlaks paleoökosüsteemide reageerimismustrid kliimastressile ja inimõjule, keskendudes võimalikele vastureaktsioonidele nagu säilenõtkus, degradeerumine ja taastumine ning režiimimuutus. Olulisemad tulemused seni seostuvad surusääskede ja vesikirpude jäänustel põhinevate kliima ja keskkonnaparameetrite rekonstrueerimismudelite väljatöötamisel, samuti kliima ja keskkonna omavahelisel seosel mammutite väljasuremise perioodil. Samuti multidistsiplinaarne lähenemine inimasustuse ajaloo rekonstrueerimisele mis võimaldab õietolmupõhise maakatte taastuletamise kaudu määrata kindlaks seose arheoloogiliste leidudega.

### Inglise keeles

The main focus of the workgroup of the Department of Quaternary Geology has been the study of the interrelationships of vegetation, climate and human activity in Europe during the last 15,000 years, based on modern palaeoecological data, reconstructions of past vegetation and climate changes and vegetation (environmental) modeling to explain the influence of biological and abiological processes and factors on vegetation and more generally to the dynamics of the environment in the late and postglacial period in Northern Europe. The research of the working group is made unique by its multi- and interdisciplinary approach, including the merging of pollen, diatoms, benthic fauna of lakes and human activity data into a single collection of information, which helps to find out the extent of ongoing rapid climate and environmental changes and to predict possible consequences. In 2024, two new projects started in this direction, PRG 1993 Postglacial Ecosystem Response to Episodes of Rapid Climate Change and TK215 Estonian Roots: Centre of Excellence for transdisciplinary studies on ethnogenesis and cultural diversity, which determine the response patterns of paleoecosystems to climate stress and human impact, focusing on possible counter-reactions such as conservation resilience, degradation and recovery, and regime change. The most important results so far are related to the development

of reconstruction models of climate and environmental parameters based on the remains of chironomids and water fleas, as well as the relationship between climate and environment during the mammoth extinction period. Also, a multidisciplinary approach to the reconstruction of the history of human habitation, which allows determining the connection with archaeological findings through pollen-based land cover reconstruction.

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

### Eesti keeles

Töögrupi vanemteadurit Atko Heinsalu tunnustati TalTechi teenetemedaliga "Mente et Manu".

Fermi Energia tellitud uuring: Eesti aluskorra sobivus kasutatud tuumakütuse geoloogiliseks lõpladustamiseks

Doktorant Ivan Krivokorin meedias: Uuring: mammutite kadumiseni võis viia kliimamuutuse kõrval kehv

toit <https://novaator.err.ee/1609501033/uuring-mammutite-kadumiseni-vois-viia-kliimamuutuse-korval-kehv-toit>

<https://jupiterpluss.err.ee/1609496383/uchenye-taltech-sdelali-otkrytie-o-vymiranii-mamontov>

Radio 4: <https://r4.err.ee/1609505512/ot-chego-vse-taki-vymerli-mamonty>

[<https://jupiterpluss.err.ee/1609496383/uchenye-taltech-sdelali-otkrytie-o-vymiranii-mamontov>]

Varvara Bakumenko

meedias: <https://jupiterpluss.err.ee/1609520452/izuchenie-komarov-daet-predstavlenie-o-pogode-za-14-000-let>

Leeli Amon Kanal-2 saates Telehommik

mammutitest: <https://www.youtube.com/watch?v=FYG-eZOZB-I> ja sarnasel teemal Kuku

raadios: <https://kuku.pleier.ee/podcast/kuku-parastlouna/188541> ja

Postimehes: <https://arvamus.postimees.ee/7957794/kliimateadlane-leeli-amon-valmiv-kliimaseadus-ahvardab-pidurdada-majanduse-arengut>

Anneli Poska Novaatoris soodesse ja järvedesse ladestunud õietolmu uuringute tulemustest

<https://novaator.err.ee/1609259775/inimeste-kohalolu-pegeldus-karula-korgustiku-taimkattes-juba-kiviajal>

polaarkonverents: <https://www.youtube.com/live/Uf9Nwm6EmRM>

[<https://novaator.err.ee/1609259775/inimeste-kohalolu-pegeldus-karula-korgustiku-taimkattes-juba-kiviajal>]

Eliise Kara Vikerraadio saates Labor Euroopas kunagi laiunud vihmametsadest

<https://vikerraadio.err.ee/1609292441/labor-teadvuse-uhendteooria-euroopa-vihmamets/6b0ce9686e60e22d338d6123a8295d0f>



Siim Veski teadussaates

TeadusEST: <https://jupiter.err.ee/1609452217/teadusest?t=3> 01.10.2024

Tallinna Tehnikaülikooli parim õppejõud Siim Veski

loodusteaduskonnast: <https://taltech.ee/uudised/tehnikaulikool-kiidab-tudengid-hindavad-oppejoud-kes-uhendavad-teooria-paris-eluga>

Siim Veski Terevisioon: Õietolm

kliimauuringutel <https://jupiter.err.ee/1608884135/oietolm-kliimauuringutel>

## Inglise keeles

Atko Heinsalu TalTechi medal "Mente et Manu".

Doktorant Ivan Krivokorin

media: <https://novaator.err.ee/1609501033/uuring-mammutite-kadumiseni-vois-viia-kliimamuutuse-korval-kehv-toit>

<https://jupiterpluss.err.ee/1609496383/uchenye-taltech-sdelali-otkrytie-o-vymiranii-mamontov>

Radio 4: <https://r4.err.ee/1609505512/ot-chego-vse-taki-vymerli-mamonty>

[<https://jupiterpluss.err.ee/1609496383/uchenye-taltech-sdelali-otkrytie-o-vymiranii-mamontov>]

Varvara Bakumenko

media: <https://jupiterpluss.err.ee/1609520452/izuchenie-komarov-daet-predstavlenie-o-pogode-za-14-000-let>

Leeli Amon media: <https://www.youtube.com/watch?v=FYG-eZOZB-I>

and <https://kuku.pleier.ee/podcast/kuku-parastlouna/188541> and

Postimehes: <https://arvamus.postimees.ee/7957794/kliimateadlane-leeli-amon-valmiv-kliimaseadus-ahvardab-pidurdada-majanduse-arengut>

Anneli Poska Novaator

<https://novaator.err.ee/1609259775/inimeste-kohalolu-pegeldus-karula-korgustiku-taimkattes-juba-kiviajal>

Eliise Kara Vikerraadio

<https://vikerraadio.err.ee/1609292441/labor-teadvuse-uhendteooria-euroopa-vihmamets/6b0ce9686e60e22d338d6123a8295d0f>

Siim Veski TeadusEST: <https://jupiter.err.ee/1609452217/teadusest?t=3> 01.10.2024

TalTech best lecturer Siim Veski

loodusteaduskonnast: <https://taltech.ee/uudised/tehnikaulikool-kiidab-tudengid-hindavad-oppejoude-kes-uhendavad-teooria-paris-eluga>

Siim Veski Terevisioon:

<https://jupiter.err.ee/1608884135/oietolm-kliimauuringutel>

## Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

### Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas

LLMAE23073 Sekundaarne reostumine mere põhjasetetest ja mere sisekoormuse osakaalu hindamine toitainete kogukoormuses ning rannikuveekogumite maksimaalsete lubatud reostuskoormuste määratlemine 22.06.2023–10.06.2025

TemTA 100 Iron-manganese concretions of the Estonian marine area: distribution, formation mechanisms and economic potential

Mere-RITA projekti (RITA1/02-60-01 "Eesti mereala keskkonna ja loodusväärtuste hindamise ja

seire innovaatilised lahendused" alamprojekt "Merepõhja geoakustiline kaugseire ja keskkonnageoloogia") uurimistulemustele toetudes tehti konkreetseid mereseire täiendustepanekud, mis kliimaministeeriumi pilootprojektiga saavad ka ellu viidud.

### Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöök

Setete granulomeetriline analüüs

setete isotoopanalüüs

biostratigraafilised analüüsid

## Ettevõtluskoostöö eesmärk

### Täiendav info:

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

- 3. Keskkonnaressursside vääristamine
- Muud olulised teadusuuringud

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

##### Frascati Manuaali teadusvaldkonnad:

1.5 Maateadused ja nendega seotud keskkonnateadused

##### CERCSi teaduserialad:

P510 Füüsiline geograafia, geomorfoloogia, mullateadus, kartograafia, klimatoloogia

P460 Sedimentoloogia

B300 Paleobotaanika, fülogenees, palünoloogia

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

##### Hinnang seisundile:

##### Seisundi selgitus:

Töörühmal on uurimistööks vajalik uurimiskeskond: puurimisvarustus, setteproovide külmhoidla, ettevalmistuslaborid proovide eeltöötlemiseks ning biogeokeemiline teadusaparatuurikompleks.

Uuendada võiks isotooplaborit, spetsiifilist optikat jmt.

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

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

- Leedu, Migle Stancikaite
- Poola, Mariusz Lamentowicz
- Holland, Friederike Wagner-Cremer; NormundsStivrins (Läti); Simone Belle (Rootsi); Oliver Heiri (Sveits); Inta Dimante-Deimantovica (Läti)

**Eesti partnerid:**

- Tartu Ülikool, Triin Reitalu (andmeanalüüs)
- Tartu Ülikool, Kristiina Tambets, Aivar Kriiska, Valter Lang, Heikki Valk (TÜ), Ester Oras, Mari Tõrv, Kristiina Johanson
- Sten Suuroja (EGT)

**Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused**

Maateaduste olümpiaad, esinemised TVs ja raadios, kirjutavas meedias, loengud koolides.

**Rühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal**  
**Riiklikud:****Rahvusvahelised:****Rühma liikmete osalemine TA tegevusega seonduvalt ettevõtete nõustamistes****Uurimisrühma veebilehe aadress****Eesti keeles**

<https://taltech.ee/geoloogia-instituut/kvaternaarigeoloogia-osakond>

**Inglise keeles**

<https://taltech.ee/en/department-geology/division-of-quadernary-geology>

## 2 Aluspõhjageoloogia ja teaduskollektsioonide osakond

### Uurimisrühma juht

Olle Hints, kaasprofessor tenuuris, [olle.hints@taltech.ee](mailto:olle.hints@taltech.ee)

### Uurimisrühma liikmed

Olle Hints, Doktor, kaasprofessor tenuuris  
Aivo Lepland, Doktor, kaasatud professor  
Peep Männik, Doktor, vanemteadur  
Jaak Nõlvak, Doktor, spetsialist  
Ursula Toom, Doktor, järeldoktor-teadur  
Linda Hints, teaduste kandidaat,  
Erik Dzotsenidze, Magister, tarkvaraarendaja  
Tiiu Märss, teaduste kandidaat,  
Helje Pärnaste, Doktor, kuraator  
Thibaud Cyril Olivier Liefroy, Magister, doktorant-nooremteadur  
Ogechukwu Ann Moghalu, Magister, doktorant-nooremteadur  
Sonja Kõrvits, Kesk, tehnik  
Reet Männik, Kõrgharidus, tehnik

### Võtmesõnad

#### Eesti keeles

aluspõhi; Eesti geoloogia; settekivimid; paekivi; paleokeskkond; paleokliima; paleontoloogia; geokeemia; stratigraafia; sedimentoloogia; Paleosoikum; Vanaaegkond; Baltoskandia; Baltika; Ordoviitsium; Silur; elurikkuse areng; väljasuremine; jääaeg; mikrofossiilid; kivistised; kivimikollektsioonid; geoloogilised andmebaasid; e-teenused

#### Inglise keeles

bedrock; geology of Estonia; sedimentary rocks; limestone; paleoenvironment; paleoclimate; paleontology; geochemistry; stratigraphy; sedimentology; Paleozoic; Baltoscandia; Baltica; Ordovician; Silurian; paleobiodiversity; mass extinction; ice age; microfossils; fossils; geological collections; geological databases and e-services

### Uurimisrühma kompetentside tutvustus

#### Rühma ülevaade eesti keeles

Uurimisrühma põhikompetentside hulka kuulub Eesti geoloogilise ehituse, erinevate kivimite, kivististe ja geoloogilise arenguloo põhjalik tundmine. Sellised baasteadmised on vajalikud praktilises geoloogias, kuid uurimisrühma põhiliseks tegevusvaldkonnaks on alusuuringud, enamasti tihedas rahvusvahelises koostöös. Rühma peamisteks uurimissuundadeks on: • paleokeskkonna ja paleokliima modelleerimine kasutades geokeemilisi ja sedimentoloogilisi indikaatoreid, sh süsiniku ja hapniku isotoopkoostist; • paleoelurikkuse dünaamika modelleerimine ja selle seosed kliima ja keskkonnamuutustega; • erinevate organismirühmade evolutsioon ja paleobiogeograafilise leviku analüüs; • mikropaleontoloogia ja kõrglahutusega biostratigraafia; Oluline osa uurimisrühma tegevusest baseerub instituudi geoloogilistel teaduskollektsioonidel, mis on unikaalseks arhiiviks planeedi kauge mineviku uurimisel. Selle arhiivi haldamist, arendust ja teadlastele avamist korraldab uurimisrühm riikliku teadustaristu programmi ning

rahvusvaheliste koostööprojektide raames.

### **Rühma ülevaade inglise keeles**

The research group of bedrock geology holds competences on regional geology, sedimentary rocks, stratigraphy and paleontology of Estonia and beyond. Such expertise is needed in applied geosciences, but the main work of the group is aiming at better understanding of the interactions between geo- and biosphere processes in deep time. The group holds leading paleontological competence in Estonia, and for some fossil groups, leading expertise worldwide (notably for conodonts, chitinozoans and scolecodonts). The group's main research directions are: • Paleoenvironment and paleoclimate reconstructions using multiple proxy indicators such as carbon and oxygen isotopes, sedimentology etc. • Paleobiodiversity dynamics including mass extinction and their links with climate and environmental changes. • Paleobiology and evolution of various groups of organisms during the Paleozoic. • High-resolution bio- and chemostratigraphy that provides regional spatio-temporal framework and global time correlations. The group is using the large geological collections at the department that constitute a globally unique archive of deep time Earth environments, climate and biodiversity. The group is responsible for the development and opening up this archive for researchers worldwide as part of national and pan-European research infrastructure.

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

PRG1701 Kasvuhoonekliimast jääaega: Ordoviitsiumi kliimamuutuste rekonstruktsioon ja mõju elustikule Baltika kontinendil 2023 - 2027 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/83380f89-74e5-4030-bbda-3da47ded55a2>

PUTJD1106 Bioerosiooni sünd ja areng Baltika kontinendil vara-Paleosoikumis 2022 - 2024 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/07ae07b2-a846-43eb-8b8c-14c3f9b3955e>

TEM-TA143 Ehitusmaavarad ja mineraalsed jäätmed: kestliku kaevandamise ning ringse väärimise võimalused Eestis 2024 - 2028 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/50ec8643-8743-414e-973e-f8fb69b892ed>

AR20022 Eesti osalus Euroopa loodusteaduslike kollektsioonide võrgustikus (DiSSCo Eesti) 2020 - 2023 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/2166867c-df49-452a-b522-8df81aceb468>

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

Thiagarajan, Nivedita; Lepland, Aivo; Ryb, Uri; Torsvik, Trond H.; Ainsaar, Leho; Hints, Olle; Eiler, John (2024). Reconstruction of Phanerozoic climate using carbonate clumped isotopes and implications for the oxygen isotopic composition of seawater. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121 (36), e2400434121. DOI: 10.1073/pnas.2400434121. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/6c844da4-aca6-4625-b06a-a1e46615fc9b>

Hints, Olle; Ainsaar, Leho; Lepland, Aivo; Liiv, Merlin; Männik, Peep; Meidla, Tõnu; Nõlvak, Jaak; Radzevičius, Sigitas (2023). Paired carbon isotope chemostratigraphy across the Ordovician–Silurian

boundary in central East Baltic: Regional and global signatures. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 111640. DOI: 10.1016/j.palaeo.2023.111640.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/5eae4b50-7450-4af8-80d6-80a92632d81f>

Meidla, T.; Ainsaar, L.; Hints, O.; Radzevičius, S. (2023). Ordovician of the eastern Baltic Palaeobasin and the Tornquist Sea Margin of Baltica. *Geological Society London Special Publications*, 532 (1), 317–343. DOI: 10.1144/SP532-2022-141.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/26711c3e-1d30-4202-8781-b13c028ba26f>

Müller, Johann; Joachimski, Michael M.; Lehnert, Oliver; Männik, Peep; Sun, Yadong (2024). Phosphorus cycling during the Hirnantian glaciation. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 634, ARTN 111906. DOI: 10.1016/j.palaeo.2023.111906.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/fcd89630-62ed-4f3a-9188-faed91e76b67>

Vinn, O.; Wilson, M.A.; Ernst, A.; Toom, U. (2023). The Ordovician bioclaustration revolution. *Geobios*, 81, 145–151. DOI: 10.1016/j.geobios.2022.10.007.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/d739fbf0-e325-4222-8914-e7b545de8e8f>

## Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

### Eesti keeles

Uurimisrühm tegutseb 2023. a alanud teadusprojekti „From Greenhouse to Icehouse: Reconstructing Ordovician Climate Transitions and Biotic Responses in Baltica“ raames,

mille eesmärgiks on selgitada, kuidas toimus Ordoviitsiumi ajastul (443-487 mln a tagasi) üleminek kuumast kasvuhuonekliimast jääaega ja kuidas see mõjutas keskkonda ja

elurikkuse arengut Baltika paleokontinendil ning üleilmselt. Olulised tulemused saadi karbonaatkivimite isotoopkoostise analüüsimisel nn kobardunud isotoopide meetodil, mis näitavad, et Ordoviitsiumi merevee hapniku isotoopkoostis oli tänapäevast erinev ning varasemad paleokliima rekonstruktsioonid võivad vajada ümberhindamist. Jõuti järeldusele, et Ordoviitsiumi ajastu kliima võis olla märgatavalt jahedam ja sarnasem tänapäevasele, kui seni arvatud. Kobardunud isotoopide andmestik koos suure hulga karbonaatkivimi hapniku isotoopkoostise tulemustega viitab pikaajalisele kliima jahenemisele läbi Ordoviitsiumi, mille otseseks põhjustajaks võis olla süsinikdioksiidi hulga vähenemine atmosfääris. Eraldi tähelepanu pöörati Ordoviitsiumilõpu kihtide rööbistamisele kasutades bio- ja kemostratigraafilisi kriteeriume ning pakuti välja hüpotees hapnikuvaeguse selgitamiseks läbi fosfori aineriinge muutuste, mis tulenesid globaalsest meretaseme langusest Hirnantia jääajal. Kirjeldati mitmeid teadusele uusi fossiile okasnahksete, käsnade, polüheetide jt hulgast Eestist, Hiinast, Siberist ja Himaalajast.

Lisaks on uurimisrühm seotud 2024. a alanud projektiga „Ehitusmaavarad ja mineraalsed jäätmed: kestliku kaevandamise ning ringse väärindamise võimalused Eestis“, mille raames alustati aluspõhjaliste ehitusmaavarade (karbonaatkivimid, savi) omaduste uuringuid.

Uurimisrühma liikmete osalusel korraldati 2024. a augustis rahvusvaheline 11. Balti Stratigraafia Konverents, kus osales delegaate 7-st riigist. Uurimisrühma teadlaste poolt avaldati 16 kõrgetasemelist artiklit ning hulgaliselt muid publikatsioone.

### **Inglise keeles**

The research group operates mostly within the framework of the scientific project "From Greenhouse to Icehouse: Reconstructing Ordovician Climate Transitions and Biotic Responses in Baltica," which began in 2023. The aim of the project is to clarify how the transition from a hot greenhouse climate to an icehouse climate occurred during the Ordovician period (443–487 million years ago) and how this transition impacted the environment and the development of biodiversity on the Baltica paleocontinent and globally. In 2024, Significant results were obtained through the analysis of the isotopic composition of carbonate rocks using the clumped isotope method, which revealed that the oxygen isotopic composition of Ordovician seawater was different from the present day, suggesting that previous paleoclimate reconstructions may require reassessment. It was concluded that the Ordovician climate might have been significantly cooler and more similar to the modern climate than previously thought. Clumped isotope data, combined with a large dataset on the oxygen isotopic composition of carbonate rocks, indicate a long-term cooling trend throughout the Ordovician, likely driven by a decrease in atmospheric carbon dioxide levels. Special attention was given to the correlation of end-Ordovician strata using biostratigraphic and chemostratigraphic criteria, and a hypothesis was proposed to explain hypoxia through changes in the phosphorus cycle caused by a global sea-level drawdown during the Hirnantian glaciation. Several new fossil species among echinoderms, sponges, polychaetes, and others, were described from Estonia, China, Siberia, and the Himalayas. Additionally, the research group was involved in a project that started in 2024, titled "Construction Minerals and Mineral Waste: Possibilities for Sustainable Extraction and Circular Processing in Estonia." Within this framework, studies of the properties of bedrock construction materials (carbonate rocks, clay) were initiated. In August 2024, members of the research group helped organize the 11th Baltic Stratigraphy Conference, which brought together delegates from seven countries. The researchers from the group published 16 high-level articles and numerous other publications in 2024.

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

### **Eesti keeles**

Aluspõhjageoloogia uurimisrühm esindab TalTechis Eesti maapõue geoloogilise ehituse üldkompetentse ning teadmisi planeedi kliima, keskkonna ja elurikkuse arengust läbi geoloogilise aja. Uurimisrühma spetsiifiliseks pädevuseks on mitmete kivimite vanuse määramise meetodikate valdamine, samuti oskus tuvastada



Eestis levinud fossiile, sh neid mille kogumist ja millega tehinguid reguleerivad seadused. Uurimisrühma hallata on Eesti suurimad geoloogilised kollektsioonid ning maapõue infosüsteem, mida kasutavad teadlased jt huvigrupid nii Eestis kui välismaal. Uurimisrühma mõjukusele aitab kaasa lai Eesti-sisene ning rahvusvaheline koostöö.

### **Inglise keeles**

The Bedrock Geology research group at TalTech represents comprehensive expertise in the geological structure of Estonia's subsurface and knowledge of the planet's climate, environment, and biodiversity development throughout geological time. The specific competence of the research group includes proficiency in various methods for determining the age of rocks and the ability to identify fossils commonly found in Estonia, including those governed by laws regulating their collection and transactions. The research group manages Estonia's largest geological collections and the geoscience information system, utilized by scientists and other interest groups both in Estonia and abroad. The group's impact is further enhanced by extensive collaboration within Estonia and on an international level.

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

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

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

Aluspõhja settekivimite vanuse, päritolu ja omaduste tuvastamine mikropaleontoloogilise ja kemostratigraafiliste meetoditega.

Settekivimite läbilõigete kirjeldamine ja stratigraafilise liigestuse määramine.

Geoloogiliste loodusväärtuste iseloomustamine ja tutvustamine.

Geoteaduslike infosüsteemide, andmebaaside ja kasutajaliideste loomine.

Geoloogiliste objektide jm geoloogilise informatsiooni digiteerimine.

Kaitsealuste loodusobjektide iseloomustamine ning kivististe (sh kaitsealuste liikide) identifitseerimine.

### **Ettevõtluskoostöö eesmärk**

Toetada ettevõtteid ja asutusi aluspõhjakevime stratigraafilise liigestuse küsimustes; pakkuda geoloogiliste objektide kirjeldamise, iseloomustamise jne alast kompetentsi; aidata kaasa Eesti geoloogiliste loodusväärtuste tutvustamisele ning seeläbi toetada kohalikku majandust; Arendada geoloogia, maapõue ja maavarade valdkonna infosüsteeme Eestis ja rahvusvaheliselt.

### **Täiendav info:**

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

- 3. Keskkonnaressursside väärastamine
- 2. Usaldusväärsed IT lahendused

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

Frascati Manuaali teadusvaldkonnad:

1.5 Maateadused ja nendega seotud keskkonnateadused

CERCSi teaduserialad:

P420 Petroloogia, mineraloogia, geokeemia

P450 Stratigraafia

B330 Paleozoologia, fülogenees

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

Hinnang seisundile:

vajab uuendamist

Seisundi selgitus:

Uurimisrühma kasutuses on mikropaleontoloogia labor ning mitmed instituudi ühiskasutuses laborid, millest enim rakendust leiavad isotoop-hüdrogeokeemia ning geokeemia ja mineraloogia labor. Uurimisrühm vasutab Eesti suurimate geoloogiliste teaduskolleksioonide säilimise, haldamise ning uurijatele kättesaadavaks tegemise eest, seda nii füüsiliselt kui virtuaalselt, olles osaks Eesti loodusteaduslike kolleksioonide konsortsiumist ja riiklikust teaduseristu objektist NATARC (Loodusteaduslikud arhiivid ja andmevõrgustik; <https://natarc.ut.ee>). Kolleksioonidel põhinev teadustöö toimub tihedas rahvusvahelises koostöös. Uurimisrühm arendab Eestis maapõue infosüsteemi, mille avalikuks liideseks on eMaapõue portaal (<https://geoloogia.info>).

**Uurimisrühma liikmete osalus oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal**  
Olle Hints, CETAF Earth Sciences Group, development of common information networks and standards related to geological archives and heritage

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

- Nanjingi Geoloogia ja Paleontoloogia Instituut
- Helsingi Ülikool
- Erlangeni Ülikool; Soome Geoloogiateenistus; Helmholtzi Geoteaduste Keskus Potsdamis; Tšehhi Geoloogiateenistus; Lundi Ülikool; Florida Ülikool; Norra Geoloogiateenistus; Vilniuse Ülikool; Krakovi Ülikool; Woosteri Kolledž

**Eesti partnerid:**

- Tartu Ülikool, geoloogia osakond
- Tartu Ülikool, loodusmuuseum
- Eesti Geoloogiateenistus

**Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused**

Mineviku arhiividest ja paleokliima rekonstrueerimisest räägiti enam kui 200-le Eesti geoloogia aastakonverentsil „Geoloogia – kliimast ringmajanduseni“ osalejale (<https://taltech.ee/aprillikonverents>). Avalikkusele tutvustati kauggeoloogilise mineviku kliima ja elurikkuse uuringuid ning projekti tulemusi 2024. a telesaates „TeadusEST“ (O. Hints, 29.09.2024) ning raadiosaates „Labor“ (O. Hints, 22.09.2024). Lisaks selgitati Eesti televaatajatele Pakri panga geoloogilist ehitust ja varisemise põhjuseid Aktuaalses Kaameras (18.01.2024) ja Ringvaates (19.01.2024). Eesti aluspõhja stratigraafia minevikku ja tänapäeva tutvustati laiale huviliste ringile XX Geoloogia Sügiskoolis. Valdkonda aitasid populariseerida mitmed osakonna poolt loodud maapõue infoportaalid, nt fossiilid.info ja geoloogia.info, mida 2024. a külastati üle 150 tuhande korra. Uurimisrühma liikmed olid aktiivsed ka sotsiaalmeedias jm infovahetuses, aidates vastata loodushuviliste mitmesugustele küsimustele kivimite ja mineraalide kohta.

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

## **Rahvusvahelised:**

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

Kliimaministeeriumi maapõueseaduse VTK töörühmas osalemine,

Haridus- ja teadusministeeriumi teaduskollektsioonide ekspertnõukogus osalemine,

Eesti Geoloogiateenistuse nõustamine geoloogiliste infosüsteemide teemal.

### **Uurimisrühma veebilehe aadress**

#### **Eesti keeles**

<https://taltech.ee/geoloogia-instituut/aluspohjageoloogia-ja-teaduskollektsioonide-osakond>

#### **Inglise keeles**

<https://taltech.ee/en/department-geology/division-of-bedrock-geology-and-collections>

## 3 Mäenduse ja maavaratehnoloogia osakond

### Uurimisrühma juht

Erik Väli, vanemlektor, [erik.vali@taltech.ee](mailto:erik.vali@taltech.ee)

### Uurimisrühma liikmed

Veiko Karu, Doktor, EIT vanemprojektijuht

Michael William Hitch, Doktor, kaasatud professor

Sander Kanter, Magister, lektor

Tõnu Tomberg, Teadusmagister, lektor

Erik Väli, Doktor, vanemlektor

Nthathi Lillian Monei, Doktor, Jätkusuutliku kaevandamise peaspetsialist

Andrus Paat, Magister, projekti koordinaator/doktorant

Karin Robam, Magister, Peaspetsialist

Tony Hand, Doktor, jätkusuutliku kaevandamise projektijuht

Peeter Talviste, Doktor, praktik-professor

Vesta Kaljuste, Magister,

Martin Nurme, magister, lektor

Carl-Richard Saks, magister, mäenduse spetsialist

### Võtmesõnad

#### Eesti keeles

mäendus; maavarad; kaevandamine; väärindamine; maavaramajandus; ringmajandus; toormed; fosforiit; põlevkivi; kaevandusjätmed; kaevandused; karjäärid; tehnoloogia

#### Inglise keeles

mining science; CO2 mineral carbonation; circular economy; phosphorite; phytoremediation; entrepreneurship; ESG

### Uurimisrühma kompetentside tutvustus

#### Rühma ülevaade eesti keeles

Mäenduse ja maavaratehnoloogia osakonna õppejõud annavad panuse mäeinseneride ettevalmistusse vastava kutsestandardi järgi. Osakonna teadustöö toimub nii läbi riiklike kui ka ettevõtete rahastatud rakendusuringute projektide. Mäeosakonna kompetentsideks on: • kaevanduste ja maavarade töötlemise tehnoloogiate projekteerimine; • ressursitõhususe meetmete ja tehniliste lahenduste leidmine ning hindamine; • ringmajandusega seotud ettevõtlussuundade ja -mudelite arendamine. Uurimisrühma teadusvaldkond on mitmekesine ja katab erinevaid maapõue inseneeria valdkonna teemasid nagu tehnoloogia optimeerimine, kaevandamise keskkonnamõjude vähendamine, tootlikkuse tõstmine jpm.

#### Rühma ülevaade inglise keeles

The Mining and Mineral Resources Research group is responsible for research and development activities in the fields of mining science and engineering at TalTech. The mission of the group is to help young engineers and geoscientists to develop necessary skills for sustainable and safe development, extraction and

closure of Estonia's mineral resources. The research and development activities of the group take place through both public and private sector funded projects. The research field of the research group is diverse, starting with the usual mining engineering related challenges such as optimizing mining technology, reducing environmental impacts, increasing productivity, etc. The core competencies of the group include mining engineering and design, mineral economics, mining environmental impact and remediation, mine waste management, circular economic and social sustainability, quantitative resource evaluation, ESG management and mining geochemistry.

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

VHE23004 ADMA3 Suve/Talvekoolid - Täiustatud materjalide doktorikooli programm koostöös tööstusega 2023 - 2025 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/53024aaa-e919-4f92-be0b-2a0c7b113867>

TEM-TA143 Ehitusmaavarad ja mineraalsed jäätmed: kestliku kaevandamise ning ringse väärimise võimalused Eestis 2024 - 2028  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/50ec8643-8743-414e-973e-f8fb69b892ed>

VHE23003 PhD BalticTeach: Teadusuuringu rakendamine äris 2023 - 2025  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/c4b5bc36-a295-481b-a525-e8494c6a4d9d>

VHE23087 Materjalide elütsükli õppeplatvorm: EPICENTRE 2024 - 2026  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/ef05f991-902f-4039-9e36-2b20c4e3d896>

VHE24051 Euroopa potentsiaali tunnustamine esmase sügava maasisese CRM-i paigaldamiseks, kombineerides uusi mineraalide mudelid ning täiustatud uurimis- ja visualiseerimistehnikaid. 2024 - 2027 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/c80fea9a-29fd-4d36-b72c-49d47a753e0a>

VFP20064 Euroopa kaevandustööstuse jätkusuutlikkuse raamistiku loomine 2020 - 2023  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/01859f95-95c6-4063-9e2d-b445c6d2a063>

VFP20009 Vastutustundlik toormaterjalide hankimise ülemaailmne platvorm 2019 - 2023  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/192a6e9d-f675-4ce3-91ba-5b914c3d6102>

VHE22024 2022 - 2025 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/294d6797-8e0c-4646-8682-f0d32c3fc8bc>

VIR23025 Sademevee puhastamine ehitus- ja lammutusjäätmetega 2023 - 2026  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/4d4b3ed6-176e-4357-917b-7796d862e326>

LLGEE23125 Pakri poolsaarele rajatava vesisalvesti alumiste reservuaaride ehitamise käigus välja kaevandatavate gneisside teedeehituses kasutamise tehnilise teostatavuse ning majandusliku ja sotsiaalmajandusliku mõju hindamine (LG) 2024 - 2024  
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/f67ed9d3-9a03-47e6-861b-efbac4193132>

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

Paat, A.; Majak, J.; Karu, V.; Hitch, M. (2024). Fuzzy analytical hierarchy process based environmental, social and governance risks assessment for the future phosphorite mining in Estonia. The Extractive Industries and Society, 17 (101438), 1–8. DOI: 10.1016/j.exis.2024.101438.  
<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/27fbc4f2-9eb8-4129-ac67-f67839c8703f>

Wiche, Oliver; Dittrich, Christine; Pourret, Olivier; Monei, Nthati; Heim, Juliane; Lambers, Hans (2023). Relationships between carboxylate-based nutrient-acquisition strategies, phosphorus-nutritional status and rare earth element accumulation in plants. *Plant and Soil*, 489 (1-2), 645–666. DOI: 10.1007/s11104-023-06049-9. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/e0b4459c-beaa-4b62-9cbb-ad85744b3297>

Robam, Karin; Hand, Tony; Karu, Veiko (2023). WHY T-SHAPED ENGINEERS IN THE MINING SECTOR ARE VITAL FOR PROGRESS. *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, 2, 193–195. DOI: 10.17770/etr2023vol2.7269. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/f9780776-c99a-4ef2-bb14-c42ad889e97b>

Ellmann, A.; Kütimets, K.; Varbla, S.; Väli, E.; Kanter, S. (2022). Advancements in underground mine surveys by using SLAM-enabled handheld laser scanners. *Survey Review*, 54 (385), 363–374. DOI: 10.1080/00396265.2021.1944545. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/f98ee48b-6901-40b3-b7a2-651a81e45194>

Reinsalu, Enno; Luutre, Enn; Pöldema, Tauri; Vali, Erik (2022). Long-term stability of pillars in an underground oil shale mine. *Oil Shale*, 39 (2), 142–149. DOI: 10.3176/oil.2022.2.04. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/80752b8b-2f11-4927-b134-83212ae0f172>

## Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

### Eesti keeles

Mäenduse ja maavaratehnoloogia uurimisrühma peamised teadus- ja arendustegevused keskenduvad maavarade kaevandamise, rikastamise ja väärindamise tehnoloogiate optimeerimisele või arendamisele, samuti jäätmete ringmajandusliku taaskasutuse meetmete väljatöötamisele, et vähendada keskkonnamõjusid, tõsta protsesside tootlikkust ja suurendada kaevandamise ressursitõhusust.

Silmapaistvamad saavutused 2024. aastal:

\* Osalemine teadus- ja arendusprojektis "Pakri poolsaarele rajatava vesisalvesti alumiste reservuaaride ehitamise käigus välja kaevandatavate gneisside teedeehituses kasutamise tehnilise teostatavuse ning majandusliku ja sotsiaalmajandusliku mõju hindamine (LG)" (04.01.2024–04.11.2024)

\* Katse- ja arendustöö läbiviimine "Altkaevandatud alade ja jäätmete taaskasutuse võimaluste laiendamine" (01.09.2022–16.06.2024)

\* Rahvusvahelise mikrokraadikava "Sustainable Exploration, Mining and Circular Economy of Mineral Resources" väljatöötamine ja rakendamine. Mikrokraadi koostamisel töötati välja aine „Mining in a Global Environment“ ja uuendati õppeaine "Circular Economy for Materials Processing". Veebiõppe formaadis (Moodle) kursused tagavad lihtsa ligipääsu ja paindlikkuse, võimaldades käsitleda toormaterjalide töötlemise, ringmajanduse ja ressursside efektiivsuse teemasid.

Sügissemestril 2024 väljastati 11 mikrokraadi.

\* Kaasaegne mäetööstus vajab mitmekülgseid insenere, kellel on nii sügav erialane spetsialiseerumine kui ka lai silmaring. Selle vajaduse täitmiseks

on mäendusosakond võtnud suuna koolitada T-kujulise profiiliga insenere.

2024. aastal viidi läbi kuus täiendkoolitust:

- \* LGC0023 – Maapõuepoliitika: maavarade teemaplaneeringud, kokkulepped ja koostöö
- \* LGC0024 – Mäetehniku maapõuealane täienduskoolitus
- \* LGC0025 – Innovaatilised väljakutsed ja lahendused kaevandussektorile
- \* LGC0031 – Kestlikud ja efektiivsed tehnoloogiad mineraalsete maavarade kaevandamisel
- \* LGC0030 – Keskkonnamõjude hindamine mäendussektoris: EIA (Environmental Impact Assessment) põhimõtted ja EL-i regulatsioonid
- \* LGC0032 – Lõhkematerjalid ja lõhketööd: ohutus, seadusandlus ja tehnilised aspektid

Kokku osales nendel täiendkoolitustel 230 mäetehnikut ja mäeinseneri.

### **Inglise keeles**

The key R&D activities of the Mining and Mineral Technology Research Group focus on optimizing or developing technologies related to mineral extraction, beneficiation, and valorization, as well as developing circular economy measures for waste reuse to minimize environmental impacts, improve process productivity, and enhance resource efficiency in mining operations.

Outstanding achievements in 2024:

\* Participation in the research and development project "Assessment of the technical feasibility, economic, and socio-economic impact of using gneisses in road construction excavated during the construction of the lower reservoirs of the pumped-storage hydroelectricity facility being built by Energiasalv Pakri OÜ on the Pakri Peninsula (LG)"

\* Conducting experimental and development work "Expanding Opportunities for Reutilization of Mined Areas and Mining Wastes"

\* Development and implementation of the international micro-degree program "Sustainable Exploration, Mining and Circular Economy of Mineral Resources". The subject "Mining in a Global Environment" was developed and the subject "Circular Economy for Materials Processing" was updated during the preparation of the micro-degree. Courses in the online learning format (Moodle) ensure easy access and flexibility, allowing to address the topics of raw material processing, circular economy and resource efficiency.



In the fall semester of 2024, 11 microdegrees were awarded.

\* Modern mining requires versatile engineers with both deep specialization and broad interdisciplinary knowledge. To address this need, the Department of Mining has adopted an approach to train T-Shape engineers. In 2024, six professional training courses were conducted:

\* LGC0023 – Subsurface Policy: Mineral Resource Planning, Agreements, and Cooperation

\* LGC0024 – Advanced Training in Subsurface Engineering for Mining Technicians

\* LGC0025 – Innovative Challenges and Solutions for the Mining Sector

\* LGC0031 – Sustainable and Efficient Technologies for Mineral Resource Extraction

\* LGC0030 – Environmental Impact Assessment in Mining: EIA Principles and EU Regulations

\* LGC0032 – Explosives and Blasting Operations: Safety, Legislation, and Technical Aspects

A total of 230 mining technicians and mining engineers participated in these courses.

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

### Eesti keeles

Mäenduse ja maavaratehnoloogia osakonna akadeemiline personal osaleb mäeinseneride järelkasvu ettevalmistamisel ülikoolis. Osakonna töötajad kuuluvad MTÜ Eesti Mäeseltsi juhatusse, kus muu kõrval korraldavad mäeinseneridele täiendkoolitusi vastavalt kutse andmise korrale ja osalevad komisjonides, mis väljastavad mäetehniku ja mäeinseneride kutseid.

Osakonna töötajad osalevad riigi poolt rahastatud teadus-arendusprojektides ja valdkondlike asutuste poolt tellitud rakendusliku iseloomuga TA projektides.

Osakonna liikmed on aktiivsed eestkõnelejad maavarade kaevandamist puudutavatel teemadel. Nad kuuluvad paljudesse erialaorganisatsioonidesse nii Eestis kui ka välismaal.

On aktiivsed akadeemiliste ja teaduspublikatsioonide avaldamisel rahvusvahelistes teadusajakirjades nagu Oil Shale jt. Osalevad ettekannetega konverentsidel ja seminaridel.

Jagavad oma töid ja tegemisi sotsiaalmeedias nagu LinkedIn, Facebook ja teadusvõrgustikes nagu ResearchGate, rahvusvahelistes ja kohalikes meediaväljaannetes, ülikooli veebilehtedel ja blogides. Osalevad edukalt

innovatsiooni ja start-up üritustel.

Osakonna töötajad panustavad aktiivselt valdkonna populariseerimisse läbi erinevate loengute pidamise, töötubade läbiviimise erivanuses kooliõpilastele ning üldhariduskooli õpetajatele.

### **Inglise keeles**

The academic staff of the Division of Mining and Mineral Technology is involved in training future mining engineers at the university. Division members also serve on the board of the Estonian Mining Society (MTÜ Eesti Mäeselts), where, among other activities, they organize continuing education courses for mining engineers in accordance with professional certification procedures and participate in committees that issue mining technician and mining engineer certifications.

The division's members take part in state-funded research and development projects as well as applied R&D projects commissioned by industry institutions.

Division members actively advocate for issues related to mineral resource extraction. They belong to numerous professional organizations both in Estonia and abroad.

They are also actively engaged in publishing academic and scientific articles in international journals such as Oil Shale and others. They participate in conferences and seminars as speakers.

They share their work and activities on social media platforms such as LinkedIn and Facebook, as well as on research networks like ResearchGate. Their contributions appear in international and local media outlets, university websites, and blogs. They also successfully participate in innovation and start-up events.

The members of the division actively contribute to the popularization of the field by holding various lectures, holding workshops for school students of special ages and general education school teachers.

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

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

Enamik uurimisrühma tegevusi on rakendusliku iseloomuga. Prioriteediks on saanud tehnoloogiate optimeerimine, keskkonnamõjude vähendamine, tootlikkuse ja ressursitõhususe tõstmine, kaevandamisega kaasnevate keskkonnamõjude vähendamine, maavarade kaevandamisjäätmete ja toorme töötlemisjäätmete koguste vähendamine ning nende kasutamine sekundaartoormena uute toodete valmistamiseks

ja muuks.

Peamised teemad on jätkuvalt:

- \* Maavarade kaevandamise kestlikkuse suurendamine,
- \* Ehitusmaavarade varustuskindluse tagamine Eestis,
- \* Jäätmete teisene kasutamine,
- \* CO<sub>2</sub> sidumise ja energiasäästlikkusega seotud teemad mäetööstuse jalajälje vähendamiseks.

Tööjõu arendamine:

Mäetööstus vajab mitmekülgsete teadmiste ja oskustega töötajaid, mistõttu on üheks suunaks T-Shape inseneride koolitamine.

Ettevõtlustegevused:

2023. aastal viidi Namiibias edukalt ellu ESTDEV projekt "Future Business Leaders".

Alates 2023. aastast teostatakse veeseiret EMG Karjäärid Kamali liivakarjääris.

2024. aastal viidi läbi Energiasalve gneisskillustiku analüüs.

2024.aastal esitasime temaatiliste teadus- ja arendusprogrammide (TemTA) konkursi programmi „Kohalike ressursside väärindamine: maapõueressursid“ uurimisteema ettepaneku, mis sai 4.5 aastase projektina riikliku rahastuse.

2024.aastal viisime edukalt lõpule Projekti „Pääsküla prügilä vajumisreeperite rajamine“ juhtimine.

Doktoritöö kaitsmine:

Nthati Monei kaitses edukalt oma rakendusliku doktoritöö 2023. aastal:

"Haruldaste muldmetallide fütoekstraheerimine: risosfääriprotsesside dünaamika ja elementide vastastikmõjud mullas."

Horizon Europe projektid:

- \* DEXPLORE (2024-2027): Euroopa potentsiaali ärakasutamine sügava maasisese kriitilise tooraine kaevandamiseks, kombineerides uusi mineraalimudeleid ja täiustatud uurimis- ning visualiseerimistehnikaid.
- \* IRMHUB (Algus 2025): Piirkondlikud ringmajanduse ja rohelise toormega seotud innovatsioonikeskused, et suurendada EL-i vastupanuvõimet vähem arenenud ja üleminekupiirkondades, mis on spetsialiseerunud kriitilistele tööstuslikele väärtusahelatele.

\* AGEMERA (2022-2025): Paindlik uurimine ja geotöötlus Euroopa kriitiliste toorainete jaoks.

\* EPICENTRE (2024-2026): Materjalide elutsükli õppeplatvorm.

EIT Raw Materials projektid:

\* RawMaterials@Schools4.0: Raw Matters saadikud koolides 4.0.

\* ADMA3 (2023-2025): Suve-/talvekool – täiustatud materjalide doktoriprogramm tööstusega koostöös.

\* BalticTeach (2023-2025): Doktorikoolid jätkusuutlike materjalide kohta RIS regioonis.

\* EPICENTER (2024-2026): Materjalide elutsükli õppeplatvorm

Interreg projektid:

\* StoPWa (2023-2026): Sademevee puhastamine ehitus- ja lammutusjäätmetega.

Eesti Teadusagentuuri (ETAG) projektid:

\* Ehitusmaavarad ja mineraalsed jäätmed: kestliku kaevandamise ning ringse väärimise võimalused Eestis (2024-2028).

Siseriiklikud projektid:

\* Osalemine projektis "Pakri poolsaarele rajatava vesialvesti alumiste reservuaaride ehitamise käigus välja kaevandatavate gneisside kasutamise tehniline teostatavus ning majanduslik ja sotsiaalmajanduslik mõju teedeehituses (2024)".

\* Katse- ja arendustöö "Altkaevandatud alade ja jäätmete taaskasutuse võimaluste laiendamine"

### **Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöök**

Enamik uurimisrühma tegevusi on rakendusliku iseloomuga. Prioriteediks on saanud tehnoloogiate optimeerimine, keskkonnamõjude vähendamine, tootlikkuse ja ressursitõhususe tõstmine, kaevandamisega kaasnevate keskkonnamõjude vähendamine, maavarade kaevandamisjäakide ja toorme töötlemisjäätmete koguste vähendamine ning nende kasutamine sekundaartoormena uute toodete valmistamiseks

ja muuks.

Peamised teemad on jätkuvalt:

- \* Maavarade kaevandamise kestlikkuse suurendamine,
- \* Ehitusmaavarade varustuskindluse tagamine Eestis.
- \* Jäätmete teisene kasutamine, CO<sub>2</sub> sidumise ja energiasäästlikkusega seotud teemad mäetööstuse jalajälje vähendamiseks.

Tööjõu arendamine:

- \* Mäetööstus vajab mitmekülgsete teadmiste ja oskustega töötajaid, mistõttu on üheks suunaks T-Shape inseneride koolitamine.

Mäeosakonna kompetentsi kuulub:

- \* maavarade kaevandamise ja töötlemise tehnoloogiate projekteerimine;
- \* ressursitõhususe meetmete ja tehniliste lahenduste leidmine ning hindamine;
- \* ringmajandusega seotud ettevõtlussuundade arendamine;
- \* kriitiliste toormetega seotud uuringud;
- \* maavarade kaevandamisega kaasnevate keskkonnamõjude määratlemine ja vähendamismeetmed;
- \* UN SDG ja ESG raamdokumentatsioonis orienteerumine ning ettevõtete abistamine selles valdkonnas.
- \* mäeinseneride ja mäetehnikute kutsestandardi nõuetele kohase kvalifikatsiooni tõstmine läbi täiendkoolituste korraldamise
- \* rahvusvaheliste õppeprogrammide väljatöötamine ja läbiviimine

## **Ettevõtluskoostöö eesmärk**

1. Innovatiivsete tehnoloogiate arendamine: Arendada uusi ja tõhusaid kaevandamis- ning maavarade töötlemistehnoloogiaid, mis vastavad tööstuse vajadustele ja on kooskõlas säästva arengu põhimõtetega.
2. Ringmajanduse lahenduste väljatöötamine: Koostöös ettevõtetega luua ja juurutada lahendusi, mis võimaldavad maavarade maksimaalset kasutust, jäätmete vähendamist ja materjalide taaskasutust.
3. Keskkonnamõjude vähendamine: Aidata ettevõtetel vähendada oma tegevuse keskkonnamõjusid, sealhulgas CO2 jalajälge ja jäätmete, läbi teaduspõhiste lahenduste ja tehnoloogiate.
4. Ressursitõhususe parandamine: Töötada välja meetodid ja lahendused, mis võimaldavad ettevõtetel tõhusamalt kasutada maavarasid ja energiat, vähendades samal ajal tootmiskulusid.
5. Teaduspõhiste otsuste toetamine: Pakkuda ettevõtetele ekspertnõustamist ja andmepõhiseid analüüse, et toetada strateegiliste otsuste tegemist, näiteks uute kaevanduste avamisel või olemasolevate optimeerimisel.
6. Tööstussektori koolitamine ja kompetentsi tõstmine: Koostöös ettevõtetega pakkuda täienduskoolitusi ja töötubasid, et tõsta tööstuse töötajate oskuste taset ja viia nad kurssi kaasaegsete tehnoloogiatega.
7. Tööstuse ja teadusasutuste vahelise sideme tugevdamine: Luua tihe koostöö teadusasutuste ja ettevõtete vahel, et rakendada ülikoolis loodud teadmisi ja tehnoloogiaid reaalsetes tööstusprojektides.
8. Rahvusvaheliste projektide algatamine: Osaleda rahvusvahelistes koostööprojektides, et tuua Eestisse uusimaid tehnoloogiaid ja teadmisi ning aidata Eesti ettevõtetel siseneda välisurgudele.
9. Mäendustingimuste laboriteenuse mahu suurendamine läbi investeringute kaasaegsetesse laboriseadmetesse.
10. Suurendada koostööd maavarade valdkonna erialaorganisatsioonidega.
11. Sõlmida partnerluslepingud mäevaldkonna ettevõtetega: Eesti Killustik, Harku karjäär, Heidelberg Materials Kunda AS, Väo Paas AS, Merko Kaevandused OÜ, Nordkalk AS, Limestone Factories of Estonia OÜ, TREV-2 Grupp AS

## **Täiendav info:**

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

- 3. Keskkonnaressursside vääristamine
- 2. Usaldusväärsed IT lahendused

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

Frascati Manuaali teadusvaldkonnad:

1.5 Maateadused ja nendega seotud keskkonnateadused

2.1 Ehitusteadused

CERCSi teaduserialad:

T340 Kaevandamine/mäendus

P430 Maavarad, majandusgeoloogia

P470 Hüdrogeoloogia, geoplaneering ja ehitusgeoloogia

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

Hinnang seisundile:

Seisundi selgitus:

Mäenduse ja maavaretehnoloogia osakond on teinud olulisi investeeringuid, et suurendada Mäendustingimuste labori teenuse mahtu ja täiustada uurimistööd. 2024. aastal soetatud kaasaegsed laboriseadmed pakuvad täpsemat ja usaldusväärsemat teavet kivimite ja mineraalmaterjalide omaduste kohta. Siin on mõned tooted ja seadmed, mille soetamine suurendab labori töövõimekust:

1. Portatiivne LIDAR X120GO SLAM - See seade on ideaalne kaeveõõnte ja teiste objektide mõõdistamiseks ja modelleerimiseks. LIDAR tehnoloogia võimaldab kiirelt ja täpselt koguda geomeetrilist teavet, mis on eriti oluline maavarade uuringutes ja geotehnilistes analüüsid.
2. AUTOMAX 3000 - Üheteljeline survekatse masin, mis võimaldab mõõta kivimite ja mineraalmaterjalide survetugevust rahvusvaheliste standardite järgi. See seade on oluline survekatsete läbiviimisel, et määrata materjalide mehhaanilisi omadusi.
3. Point Load Test (PLT) - Punktkoormuse katseseade, mis võimaldab mõõta kivimite ja betooni punktkoormust. Seade võimaldab katseid läbi viia vastavalt ASTM D5731-95 standardile, mis on rahvusvaheline määрус punktkoormuse testimise kohta.

Kõik need seadmed aitavad tagada laboriteenuse kvaliteedi ja usaldusväärsuse, pakkudes väärtuslikku teavet geotehniliste uuringute ja maavarade kaevandamise valdkonnas.

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

\* EIT Raw Materials: Veiko Karu, Karin Käär

\* Green Deal Academia: Veiko Karu, Karin Käär

\* Panel of Experts, Geoscience Ireland: Tony Hand

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

### **Välispartnerid:**

- EIT Raw Materials
- University of Oulu, Oulu Mining School
- Kerttu Saalasti Institute, Soome; University of Lorraine: Mines Nancy, Prantsusmaa; NUST, Namibia University of Science and Technology, Namiibia; Basecamp Business Incubator, Namiibia

### **Eesti partnerid:**

- Viru Keemia Grupp
- Energiasalv
- Trisektor; Teaduspark Tehnopol

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

Mäenduse ja maavaratehnoloogia osakond tegeleb mäenduse ja maavara kaevandamise populariseerimisega. Korraldatakse erinevaid töötubasid gümnaasiumite õpilastele, õpetajatele ja teistele huvilistele.

Osakonna liikmed Karin Käär ja Karin Robam osalesid 2023.aasta kevadel Tallinna Reaalkooli projektis "Tallinna Reaalkooli rohetehnoloogia õppelaagrid", kus viidi läbi erinevaid töötubasid, sh "Toormete ringmajandus ehk Kahvel", kolleeg Särghaua õppekeskusest, Maris Rattas, tegi töötoa "Rohepöördega seotud kriitiliste maavarade geoloogiline uuring".

Mektory hoones on maavarasid, geoloogiat ning kaevandamist populaarteaduslikult tutvustav GreenRockLab, kus viiakse läbi töötubasid, tutvustatakse Eesti mäendust ning kriitiliste toormete temaatikat nii Eestis kui ka Euroopa Liidus.

Alates september 2023 viib Karin Käär Gustav Adolfi Gümnaasiumis läbi valikainet "Rohelised tehnoloogiad ja jätkusuutlik ettevõtlus".

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

### **Riiklikud:**

\* 2024.aastal valiti Erik Väli Tallinna Tehnikaülikooli esindajaks tehnilises komitees EVS/TK57 „Põlevkivi ja põlevkiviproduktide töötlemine“



## **Rahvusvahelised:**

\* Veiko Karu nimetati Maailma mäeprofessorite ühingu (Society of Mining Professors) sisemise töörühma Research, Development, Industry Committee juhiks 2023/2024.

\* 2024. aastal valiti Tony Hand Geoscience Irelandi ekspertide paneeli liikmeks.

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

\* Erik Väli - Eesti Maavarade Komisjon

\* Karin Robam - Eesti Mäeselts, Kutsekomisjon

\* Veiko Karu - Teaduspark Tehnopol mentorite kogu liige

\* Veiko Karu - Tartu Teaduspark mentorite kogu liige

## **Uurimisrühma veebilehe aadress**

### **Eesti keeles**

<https://taltech.ee/geoloogia-instituut/maenduse-ja-maavaratehnoloogia-osakond>

### **Inglise keeles**

<https://taltech.ee/en/department-geology/division-of-mining-and-mineral-technology>

## 4 Maavarade ja rakendusgeoloogia osakond

### Uurimisrühma juht

Rutt Hints, vanemteadur, [rutt.hints@taltech.ee](mailto:rutt.hints@taltech.ee)

### Uurimisrühma liikmed

Rutt Hints, Doktor, vanemteadur  
Sophie Graul, Magister, doktorant-nooremteadur  
Toivo Kallaste, Doktor, geoloogiaspetsialist  
Alvar Soesoo, Doktor, kaasatud professor  
Heidi Elisabet Soosalu, Doktor, vanemlektor  
Kristjan Urtson, Doktor, geoloogiaspetsialist  
Juan David Solano Acosta, Magister, doktorant-nooremteadur  
Mawo Ndiaye, Magister, doktorant-nooremteadur  
Alla Šogenova, Teaduste kandidaat, vanemteadur  
Kazbulat Šogenov, Doktor, teadur  
Andre Gregor, Doktor, teadur  
Ragnar Kauril, magister,  
Nata-Ly Pantšenko, magister, doktorant-nooremteadur  
Tarmo All, Magister, Doktorant-nooremteadur  
, Magister, lektor

### Võtmesõnad

#### Eesti keeles

haruldased muldmetallid; maagistumine; maakoore geofüüsikalised süvauuringud; CO<sub>2</sub> ja vesiniku geoloogiline ladustamine; püsimagnetite ringsed tehnoloogiad, kriitiliste toormete tarneahelad

#### Inglise keeles

mineral resources; geochemistry; mineralogy; rare earth elements; ore genesis; geophysics; CCUS; hydrogen storage; circularity of permanent magnets

### Uurimisrühma kompetentside tutvustus

#### Rühma ülevaade eesti keeles

Uurimisrühma teadustegevuse üheks põhi fookuses kõrgtehnoloogilises tootmises kriitiliste toormete maakide geneesi ja karakteristikute alased uuringud. Rühma tuumikkompetentsid on seotud setteliste maavarade sh metallirikaste mustade kiltade, fosforiidide ning põlevkivide geoloogiaga aga ka maagipotentsiaali kompleksuuringutega magma- ja moondekivimi kompleksides. Iseseisvaks uurimissuunaks on CO<sub>2</sub> sidumise ning CO<sub>2</sub> ja vesiniku

ladustamise alased uuringud. Interdistsiplinaarse koostöö valdkondades nagu ressursside väärimine ja kaevandusjäätmete taaskasutamine, toetub uurimisrühm pikaajalisele teadustööle röntgenstruktuuranalüüsi vallas.

Uurimisrühm haldab geokeemia-mineraloogia laborikompleksi, mis on varustatud ICP-MS, XRF ja XRD analüsaatoritega ning proovide ettevalmistus liinidega ning võimaldab läbi viia kompleksseid geokeemilisi, mineraloogilisi ja petrooloogilisi laboriuuringuid. Rühma kõige uuemaks uurimissuunaks on püsimagnetite taaskasutuse alased uuringud, mille tarbeks alustati 2024. a

dekrepitatsioonilabori väljaarendamist.

### **Rühma ülevaade inglise keeles**

One of the research group's main focuses is the study of the genesis and characteristics of critical raw material ores. The core competencies of the group are related to sedimentary mineral resources, including metal-rich black shales, phosphorites, and oil shales, as well as deciphering the ore potential of deep-seated magmatic and metamorphic complexes. An independent research avenue is related to studies of CO<sub>2</sub> sequestration and the storage of CO<sub>2</sub> and hydrogen. The research group relies on long-term scientific work in the fields of X-ray structural analysis and interdisciplinary research related to the valorization and recycling of mineral wastes. The research group manages a laboratory of geochemistry and mineralogy equipped with ICP-MS, XRF, and XRD analyzers and sample preparation lines, enabling complex geochemical, mineralogical, and petrological laboratory studies. The newest research direction of the group is the investigation of the recycling of permanent magnets, for which the development of a decrepitation laboratory was started in 2024.

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

TEM-TA100 Fosforiidi kaastormete omaduste varieeruvus ja väärimise võimalused 2024 - 2028 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/93da0d5a-b74e-4ef4-8b34-0b2c11b58987>

VHE24040 Haruldaste muldmetallide ja magnetite keskus kestliku Euroopa jaoks 2024 - 2028 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/f42cda76-fd57-4370-a906-a9bd13be232c>

RESTA18 Vanaadiumi levik ja esinemisvormid graptoliitargilliidis ning eraldamise tehnoloogiad 2020 - 2023 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/01ce0ae7-decb-43a9-a55a-49a7c75654bd>

VHE24051 Euroopa potentsiaali tunnustamine esmase sügava maasisese CRM-i paigaldamiseks, kombineerides uusi mineraalide mudelid ning täiustatud uurimis- ja visualiseerimistehnikaid. 2024 - 2027 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/c80fea9a-29fd-4d36-b72c-49d47a753e0a>

TF24021 Strateegilise mineraalse ja süsiniku-põhise ressursi ringmajanduse tippkeskus 2024 - 2030 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/06f7ec43-b7d8-4b0c-8321-7c8eb1de7b47>

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

Graul, Sophie; Kallaste, Toivo; Pajusaar, Siim; Urston, Kriksjan; Gregor, Andre; Moilanen, Marko; Ndiaye, Mawo; Hints, Rutt (2023). REE + Y distribution in Tremadocian shelly phosphorites (Toole, Estonia): Multi-stages enrichment in shallow marine sediments during early diagenesis. *Journal of Geochemical Exploration*, 254, 107311. DOI: 10.1016/j.gexplo.2023.107311. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/9e06bbe3-02bb-4e35-b366-212461d99579>

Solano-Acosta, Juan David; Soesoo, Alvar; Hints, Rutt (2023). New insights of the crustal structure across Estonia using satellite potential fields derived from WGM-2012 gravity data and EMAG2v3 magnetic data. *Tectonophysics*, 846, 229656. DOI: 10.1016/j.tecto.2022.229656. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/3f0964f9-ee80-4e1a-ab23-8168defbe021>

Ndiaye, Mawo; Pajusaar, Siim; Liiv, Merlin; Graul, Sophie; Kallaste, Toivo; Hints, Rutt (2023). Fine clay shuttle as a key mechanism for V hyper-enrichment in shallow water Tremadocian black shale from Baltica. *Chemical Geology*, 634, 121583. DOI: 10.1016/j.chemgeo.2023.121583.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/9f7c37ac-44b9-4ddc-b015-c7a1b6666d51>

Kaljuvee, T.; Tonsuaadu, K.; Einard, M.; Mikli, V.; Kivimae, E.-K.; Kallaste, T.; Trikkel, A. (2022). Thermal Behavior of Estonian Graptolite-Argillite from Different Deposits. *Processes*, 10 (10), #19866. DOI: 10.3390/pr10101986. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/1c73dbd9-c4bd-406c-abcb-32cfa623d1d1>

Francovschi, I.; Shumlyansky, L.; Soesoo, A.; Tarasko, I.; Melnychuk, V.; Hoffmann, A.; Kovalick, A.; Love, G.; Bekker, A. (2023). U–Pb geochronology of detrital zircon from the Ediacaran and Cambrian sedimentary successions of NE Estonia and Volyn region of Ukraine: Implications for the provenance and comparison with other areas within Baltica. *Precambrian Research*, 392, 1–23. DOI: 10.1016/j.precamres.2023.107087. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/b75553b4-f15e-4ca2-8abf-6eb805d28d35>

## Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

### Eesti keeles

2024. aastal osalesid rühma liikmed tulemuslikult mitmete kõrgetasemeliste Horisont Euroopa teadusprojektide taotlemisel laiendades oluliselt senist rahvusvahelist teaduskoostöövõrgustikku kriitiliste toormete uuringuteks, keskendudes uudsete mikroanalüütiliste meetodite arendamisele haruldaste muldmetallide maakide ning väärindamise produktide karakteriseerimiseks ning süvaressursside uuringutele. Samuti oldi edukad TAIE-Maapõue fookusvaldkonna uuringuprojektide taotlemisel, toetudes varasematele Eesti fosforiidi ning kaasnevate ressursside interdistsiplinaarsetele uuringutele mille tulemusel publitseeriti eelmisel aastal koos Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituudi Anorgaaniliste materjalide teaduslabori rühmaga üks teadusartikkel ning esitati publitseerimiseks kõrgetasemelistesse ajakirjadesse veel kahe artikli käsikirjad. Lisaks esitati publitseerimiseks käsikiri Kirde-Eesti aluskorra genesist ja kemismi põhijoontest käsitlev maapõueressursside teket. Teaduse tippkeskuste „Sources“ konsortsiumi raames alustati uue uuringusuunana interdistsiplinaarset koostööd strateegiliste toormete ning seotud tarneahelate analüüsiks.

### Inglise keeles

In 2024, the group members successfully participated in several high-level Horizon Europe research project applications, significantly expanding the existing international research collaboration network for critical raw materials

studies. The group research in these projects focuses on developing novel microanalytical methods for characterising rare earth element-rich ores and deep-seated mineral resources studies. The group also successfully applied for nationally funded TAIE-mineral resource focus area projects, building on previous interdisciplinary research of Estonian phosphorite and associated resources. Based on this collaboration with the Inorganic Materials Research Group of the Institute of Materials and Environmental Technology, one research article was published last year in cooperation, and two more article manuscripts were submitted to high-level journals. Additionally, a manuscript on the genesis and main features of the chemistry of the basement of Northeast Estonia was submitted for publication. Within the consortium of Center of Excellence in Science "Sources" a new collaborative research direction was initiated for strategic raw materials and criticalities of the related supply chains.

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

### **Eesti keeles**

Mineraalressursside kättesaadavusest on saanud aktuaalne teema nii Eesti ühiskonnas kui ka laiemalt Euroopas, seda tingituna strateegilisest materjalivajadusest ja mitmete kriitiliste toormete tarneaahelate ebapiisavast kerksusest.

Rühma töö on suunatud esmajoones ebakonventsionaalsete ressursside uuringutele aga ka uute konventsionaalsete sügaval paiknevate maagiilmingute otsingutele innovatiivseid uuringumeetodeid ning andmefusiooni rakendades. Interdistsiplinaarses koostöös otsitakse senisest tõhusamaid meetodeid primaarsete mineraalressursside väärindamiseks. Ka tegeletakse uudsete geotehnoloogiliste lahenduste otsimisega CO<sub>2</sub> sidumiseks.

### **Inglise keeles**

The availability of mineral resources has become a highly topical issue both in Estonian society and more broadly in Europe, due to the strategic material needs and the insufficient robustness of supply chains for several

critical raw materials.

The group's work is primarily focused on the study of unconventional resources, as well as the discovery of new conventional deep-lying deposits using innovative research methods and data fusion. In interdisciplinary collaboration, more efficient methods are sought for the valorisation of primary mineral resources. The team is also exploring novel geotechnological solutions for carbon dioxide sequestration.

## Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

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

Ettevõtluskoostöö tegevused viimasel paaril aastal on olnud seotud ettevõtetega Energiasalv Pakri OÜ ja Trisector OÜ. Samuti on Eesti-siseselt uurimisrühmal tihe ning mitmekülgne TA koostöö Eesti Geoloogiateenistusega.

### **Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostööks**

Mineraalainese element- ja faasikoostise kvantitatiivsed ja kvalitatiivsed analüüsid.

Mineraalressursside geoloogia (sh maagid ja ehitusmaavarad) ning maapõue kui ehituskeskkonna alane kompetents.

### **Ettevõtluskoostöö eesmärk**

Ettevõtluskoostöö eesmärgid on laboriteenuste pakkumine ettevõtetele ning mineraaltoormete alased TA konsultatsioonid.

## Täiendav info:

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

- 3. Keskkonnaressursside vääristamine
- 2. Usaldusväärsed IT lahendused

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

Frascati Manuaali teadusvaldkonnad:

1.5 Maateadused ja nendega seotud keskkonnateadused

CERCSi teaduserialad:

P430 Maavarad, majandusgeoloogia

P420 Petroloogia, mineraloogia, geokeemia

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

Hinnang seisundile:

vajab uuendamist

Seisundi selgitus:

Rühm haldab ja arendab geokeemia ja mineraloogia laborit, mis tegeleb peamiselt kivimite, aga ka muude materjalide elementkoostise ja struktuuri uuringutega ning kivimite petrograafiliste uuringutega. 2024. a alustati uue püsomagnetite dekrepitatsioonilabori rajamist koostöös prof. Riina Aava uurimisrühmaga. Uute suundade efektiivseks arendamiseks ning tippasemel analüüsivõimekuse tagamiseks on vajalikud täiendavad investeeringud labori teadusaparatuuri lähiaastatel.

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

Töörühm on aktiivselt kaasatud Tallinna Tehnikaülikooli Ringmajanduse Tuumiklabori töös, sh viimase initsiatiivil kävitunud Baltic Circular Hotspoti loomise algatusse 2024. a

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

- University of Oulu, Oulu Mining School
- University of Dublin, Trinity College Dublin
- Helmholtz Centre Potsdam

**Eesti partnerid:**

- Eesti Geoloogiateenistus
- Tartu Ülikool, ökoloogia- ja maateaduste instituudi geoloogia osakond
- Eesti Energia

**Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused**

Rühma liikmed on olnud aktiivsed erinevates TA populariseerimistegevustes, sealhulga sagedased esinemised meedias ja sotsiaalmeedias. Prof. Alvar Soesoo ja Rutt Hints on Eesti maateaduste olümpiaadi žürii liikmed. Alla Šogenova, Kazbulat Šogenov ja Rutt Hints on osalenud erinevatele sihtgruppidele suunatud täienduskoolituste läbiviimisel.

Uurimisrühma liikmed tutvustasid 2023. aasta oma valdkondlike teadustulemusi ja seonduvat temaatikat arvukatel Eesti-sisestel ja rahvusvahelistel erialakonverentsidel.

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

**Rahvusvahelised:**

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

Rutt Hints osales maapõueseaduse muutmise eelaruteludel ning kliimaseaduse koostamise ekspertrühmade töös.



Uurimisrühma veebilehe aadress

**Eesti keeles**

<https://taltech.ee/geoloogia-instituut/maavarade-ja-rakendusgeoloogia-osakond>

**Inglise keeles**

<https://taltech.ee/en/department-geology/division-of-mineral-resources-and-applied-geology>