Ülikoolide teadus majanduse teenistusse: RITA MAARE projekt

Leho Ainsaar

Partnerid:

Tartu Ülikool

Tallinna Tehnikaülikool

Eesti Geoloogiateenistus

RITA

- „Valdkondliku teadus-ja arendustegevuse tugevdamine“ ehk **RIigi Teadus-ja Arendustegevuse toetamine**
- RITA on Euroopa Regionaalarengu Fondist toetatav programm, mille eesmärk on suurendada riigi rolli teaduse strateegilisel suunamisel ning teadus- ja arendusasutuste võimekust ühiskondlikult oluliste uuringute läbiviimisel. Programmi kaudu rahastab SA Eesti Teadusagentuur Eesti riigi vajadustest lähtuvaid sotsiaal-majanduslike eesmärkidega rakendusuuringuid.
- RITA tegevus 1: Strateegilise TA tegevuse toetamine, mille eesmärk on rakenduslike uuringute kaudu lahendada riigi ees seisvaid suuri interdistsiplinaarseid, mitme ministeeriumi haldusalasse kuuluvaid ühiskondlikke probleeme.

RITA1/01-01 MAARE

- Eesti prioriteetsete maapõueressursside (põlevkivi, fosforiit, turvas, metallide toore) väärindamise kriitilised tehnoloogilised, geoloogilised, keskkonna- ja sotsiaal-majanduslikud küsimused ning nende lahendamise võimalused.
- Tellijad: Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Keskkonnaministeerium
- Korraldaja: Eesti Teadusagentuur
- Läbiviijad: TÜ, TalTech, EGT

RITA MAARE

- Interdistsiplinaarsete uuringute kogum, kuhu on kaasatud kogu Eesti vastav teaduspotentsiaal:
  - TÜ Ökoloogia- ja Maateaduste Instituut
  - TÜ Keemia Instituut
  - TÜ Molekulaar- ja Rakubioloogia Instituut
  - TÜ Majandusteaduskond
  - TTÜ Materjali- ja Keskkonnatehnoloogia Instituut
  - TTÜ Geoloogia Instituut
  - Eesti Geoloogiateenistus
- 2017-2020, 3 aastat, 1,25 MEUR

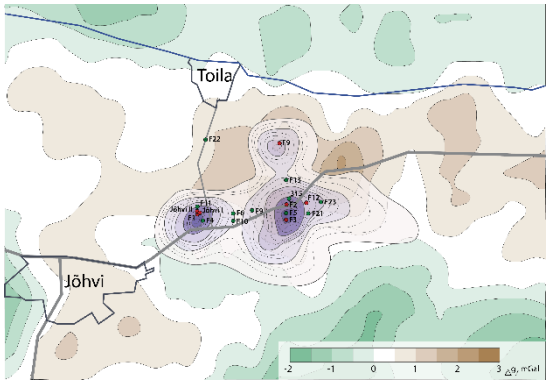
RITA MAARE

- **Maavarade väärindamine:**
  - Kirde-Eesti magnetanomaalia metallide geneesi põhijooned
  - Eesti fosforiidi säästlik väärindamine
  - Bioleostumise kasutusvõimalused metallide eraldamiseks Eesti graptoliitargiliidist
  - Turbast suure eripinnaga aktiveeritud söe tootmine
- **Tööstusjäätmete kasutus,** „ringmajandus“**:**
  - Uute põlevkivienergeetika tehnoloogiate mõju tahkete jäätmete omadustele ja taaskasutusele
- **Rajatiste geotehnilised probleemid:**
  - Ediacara liivakivide-aleuroliitide ja kristalse aluskorra murenemiskooriku kivimite füüsikalis-mehhaanilised, geotehnilised, seismoakustilised ning hüdrogeoloogilised omadused lähtudes Tallinn-Helsingi tunneli rajamisest
- **Mõjude analüüs:**
  - Eesti peamiste maapõueressursside sotsiaalmajanduslik analüüs: metoodika, olemasoleva informatsiooni kaardistamine ja operatisonaliseerimine

Kirde-Eesti magnetanomaalia metallide geneesi põhijooned

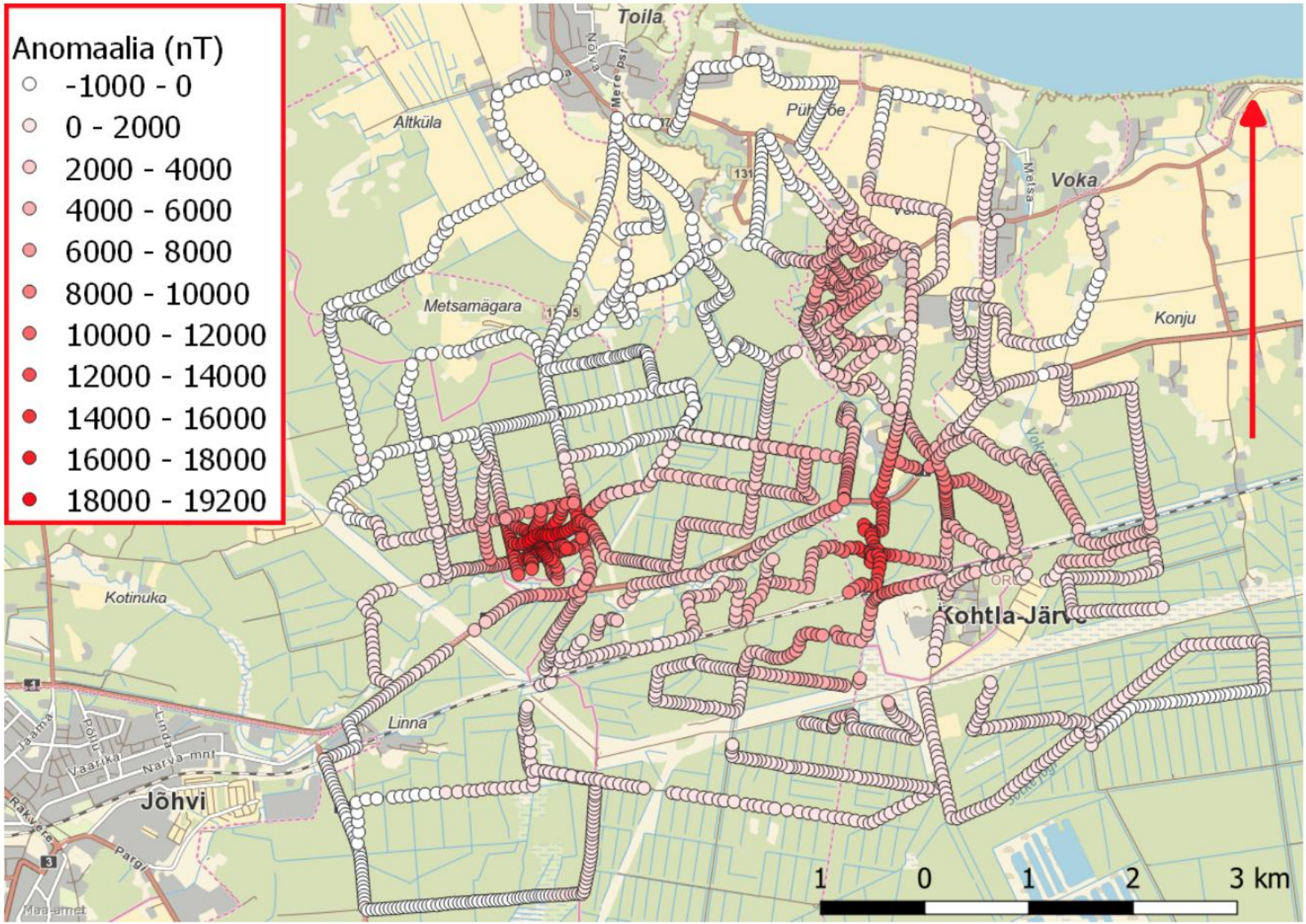
(A. Soesoo jt)



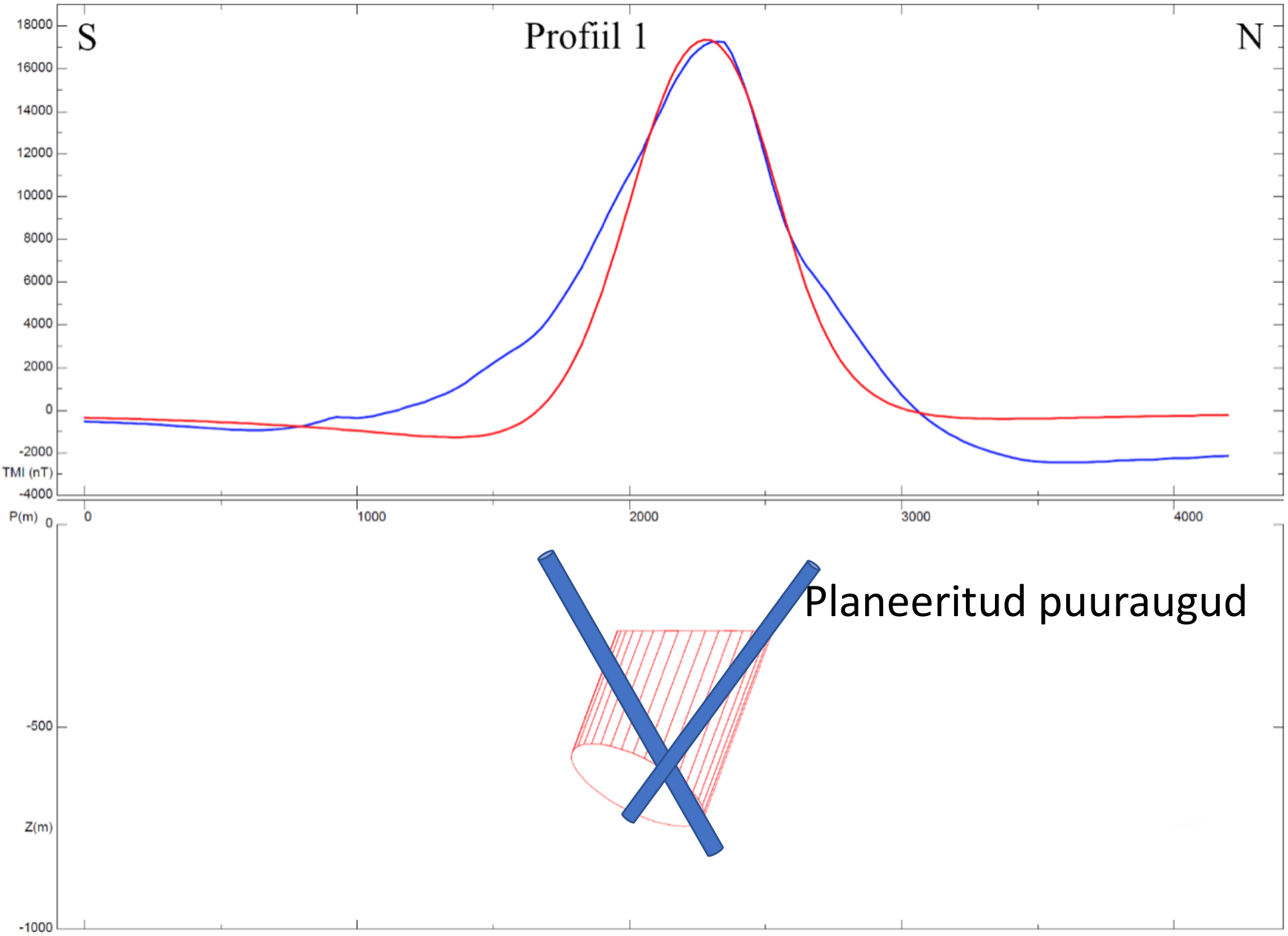


Tegevus
Sample collection and preparation
Petrography
Whole-rock geochemistry laboratory
Mineral geochemistry
Ore microscopy
Interim report writing
3D modelling of the anomaly
Petrophysical measurement
Geochemical data interpretation
Geochron sample preparation
Isotope geochemistry
Overseas correlations
Final report writing

Mis olemas oli ja mis ülesanded tuli lahendada



Joonis 2. Maapealsete magnetvälja mõõtmiste punktid ja anomaalia väärtused. Taustaks Maa-ameti baaskaart (2019).



Joonis 4. Profiil 1 Lääneanomaaliat ületav S-N suunaline profiil. Sinine joon kujutab mõõdetud andmetel interpoleertud magnetvälja, punane joon on mudeli poolt toodetud magnetväli. Profiili asukoht Joonisel 3.

Tulemusi

- Magnetiit-kvartsiitidega haakuvad mitmete teiste oluliste akumetallide kõrgenenud sisaldused, sh mangaani ja koobalti
- Anomaaliate fookused on nihkes varasemate uuringute tulemustest
- Magnetiidi uuringud on andnud selged viited (raua)maagistumise geneetilise tüübi suunas (skarn), mis suurendab polümetallsete maakide leidmise tõenäosust.

Eesti fosforiidi säästlik väärindamine
(K. Tõnsuaadu jt.)

I etapp Maagi töötlemise keemilis-tehnoloogilised uuringud

1. Rikastamine flotatsioonmeetodil *Koostöös Soome Geoloogiakeskusega*

2. Fosforiidi kontsentraadist fosforhappe saamine väävelhappelise lagundamisega TTU AML

3. Termilise töötlemise mõju Eesti fosforiidile TTU AML

4. Teiste kasulike (HMM, Th, F), ohtlike (Cd, U, jt raskmetallid) või segavate (Mg, Fe) elementide jagunemise ja olekuvormi määramine rikastus ja töötlemisprotsessides. TU GI, TTU AML

5. HMM eraldusmeetodite/tehnoloogiate väljatöötamine TU KI

II etapp Majandushinnang

D. Eerma, majanduspoliitika dotsent, TÜ majandusteaduskond

Rikastamine

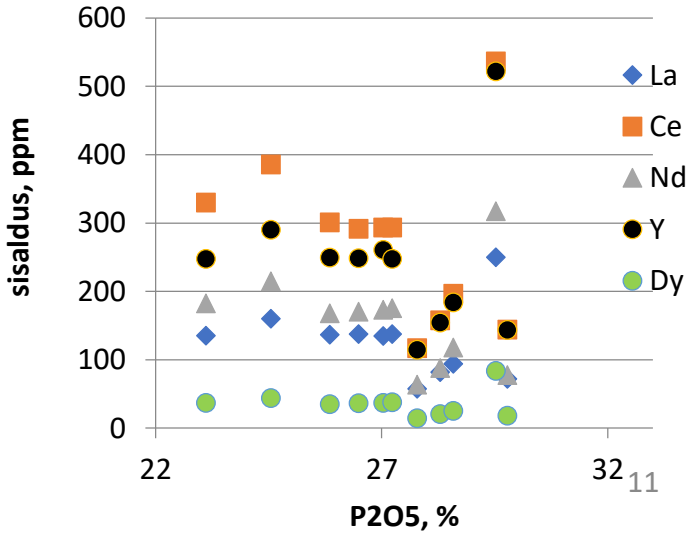
Eesti fosfaatmaagi rikastamisel flotatsiooniga on võimalik saada fosforhappe tootmiseks vajaliku P_2O_5 sisaldusega kontsentraati.

MgO ja Fe_2O_3 sisaldust on keeruline vähendada, sest need elemendid on seotud fosfaatse mineraaliga (karbikesega).

Ohtlikud elemendid Cd, As ja Pb ei ole seotud ainult fosfaatse mineraaliga vaid tulevad ka sulfiidsetest lisandmineraalidest.

Ka HMM ei ole seotud ainult karbikestega, mida näitab nende kontsentreerumine peenfraktsiooni (šlammi).

P_2O_5 kaod aherainega 10-15%.
HMM kaod aherainega 5-20 %.



Kokkuvõte

1. Eesti fosforiidi maagist saab rikastamisel happe tootmise nõuetele vastavat kontsentraati.
Efektiivsus e saagis sõltub maagi mineraloogilisest koostisest ja võib kõikuda 85-90%ni.

2. Saadud kontsentraadist on võimalik valmistada ekstraktsioonfosforhapet P_2O_5 saagisega kuni 95%.
Oluline jääde on **fosfokips**, mille hoiustamine või ümbertöötamine nõuab tähelepanu.

3. HMM sisaldus varieerub leiukohtade vahel.
HMM põhimass (70-90%) läheb rikastamisel kontsentraati.
Väävelhappelisel lagundamisel jagunevad HMM happe ja fosfokipsi vahel.
HMM 100% kättesaamine eeldab nende maagist eraldamist enne fosforhappe tootmist.

4. Ohtlike elementide sisaldus maagis, kontsentraadis ja H_3PO_4-s ei ületa esitatud nõudeid.

RITA projekti graptoliitargilliidi alateema (A. Menert jt.)

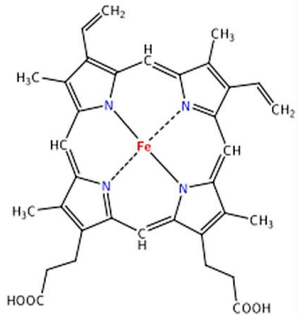
Mis? **Orgaanilise aine olemasolu** on peamine takistus metallide efektiivsel bioleostamisel graptoliitargilliidist

Kuidas?
- **metallide kompleksid argilliidis;**
- **mikroorganismide osa** argilliidi lagundamisel ja metallide leostumisel argilliidist (aeroobsed ja anaeroobsed katsed)

Eesmärk –
- saada uut teaduslikku teavet Eesti GA-st metallide bioleostamise võimaluste kohta.
- Alus edaspidisteks põhjalikumateks uuringuteks.



http://kivid.blogspot.com/2011_11_01_archive.html



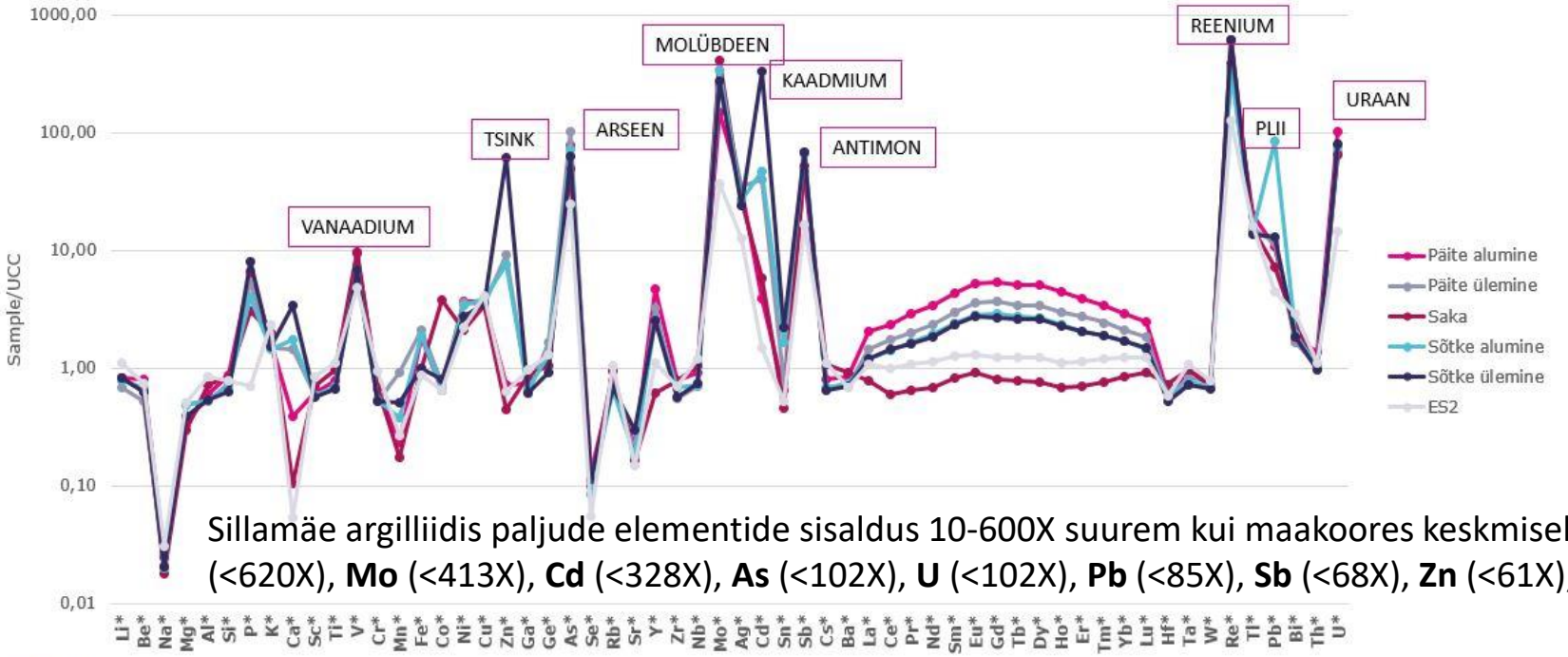
https://en.wikipedia.org/wiki/Porphyrin

CH_4

Zn, V, Mo, Ba, U, Ni, Zr, Sr, Pb, Cu, As, Rb, Y, Cr, Ga, Th

Kes? **5 uurimisrühma** (Eesti Geoloogiateenistus, TTÜ Geoloogiainstituut, TÜ Ökoloogia ja Maateaduste Instituut, TÜ Molekulaar- ja rakubioloogia Instituut, TÜ Keemia Instituut), eelarve kokku kahe aasta peale - 205 000 EUR

MIKROKOMPONENDID SILLAMÄE PIIRKONNA GRAPTOLIITARGILLIIDIS



Sillamäe argilliidis paljude elementide sisaldus 10-600X suurem kui maakoores keskmiselt: **Re** (<620X), **Mo** (<413X), **Cd** (<328X), **As** (<102X), **U** (<102X), **Pb** (<85X), **Sb** (<68X), **Zn** (<61X), **V** (<10X).

TAL TECH | TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

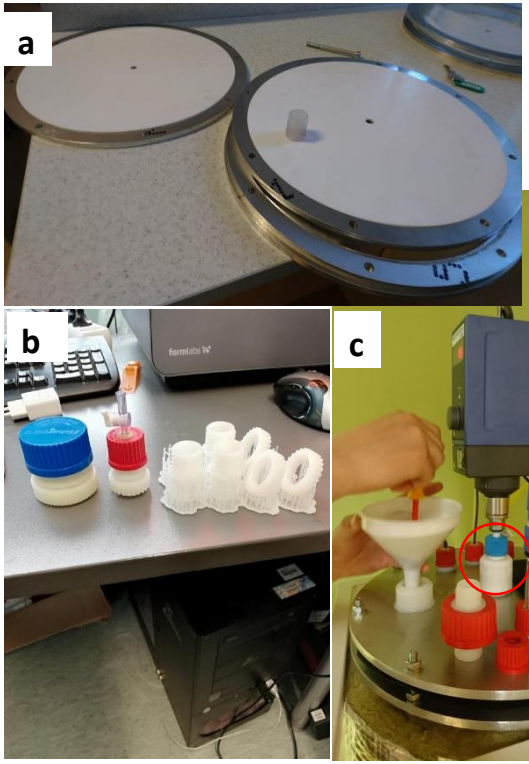
Euroopa kriitilised toormed
Sb, Co, Nb, Sc, V.

Maailmaturul olulised
Li, V, Mo, Ni, Co

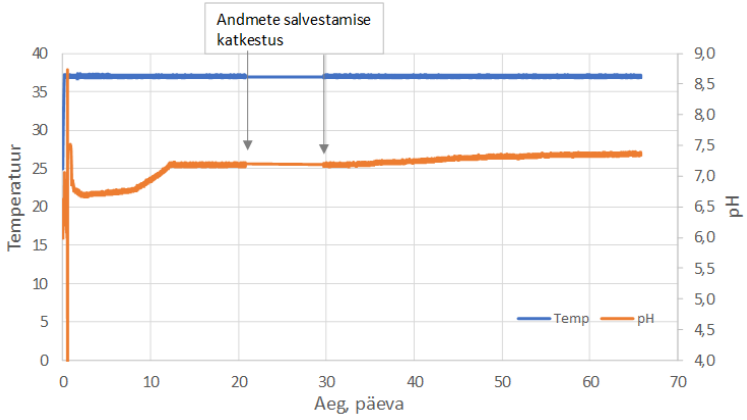
© Rutt Hints

Argilliidi bioleostamise optimeerimisrežiimide kirjeldus: hermeetilise läbiviiguga reaktor

- Saavutati hermeetiline süsteem.
- Lisatavate komponentide järjekorra muutusega välditi esialgset pH-langust.
- Temperatuuri- ja pH-andurid töötasid laitmatult kogu katse vältel (65p), andmete salvestamisel üks katkestus.



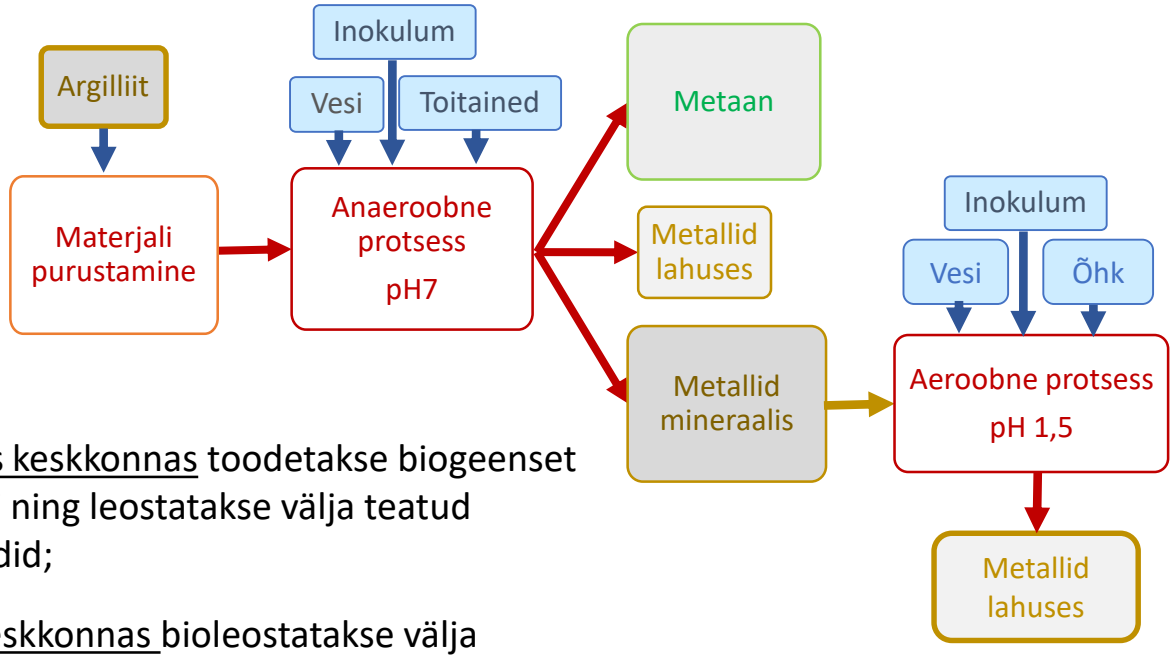




Hermeetilise läbiviiguga reaktor ja selle detailid. a.- reaktorite kaaned (alus kaetud tefloniga); b.- 3D prinditud keermestatud ühendused; c.- valmis reaktori kaas koos hermeetilise läbiviiguga.

© BiotaTec OÜ

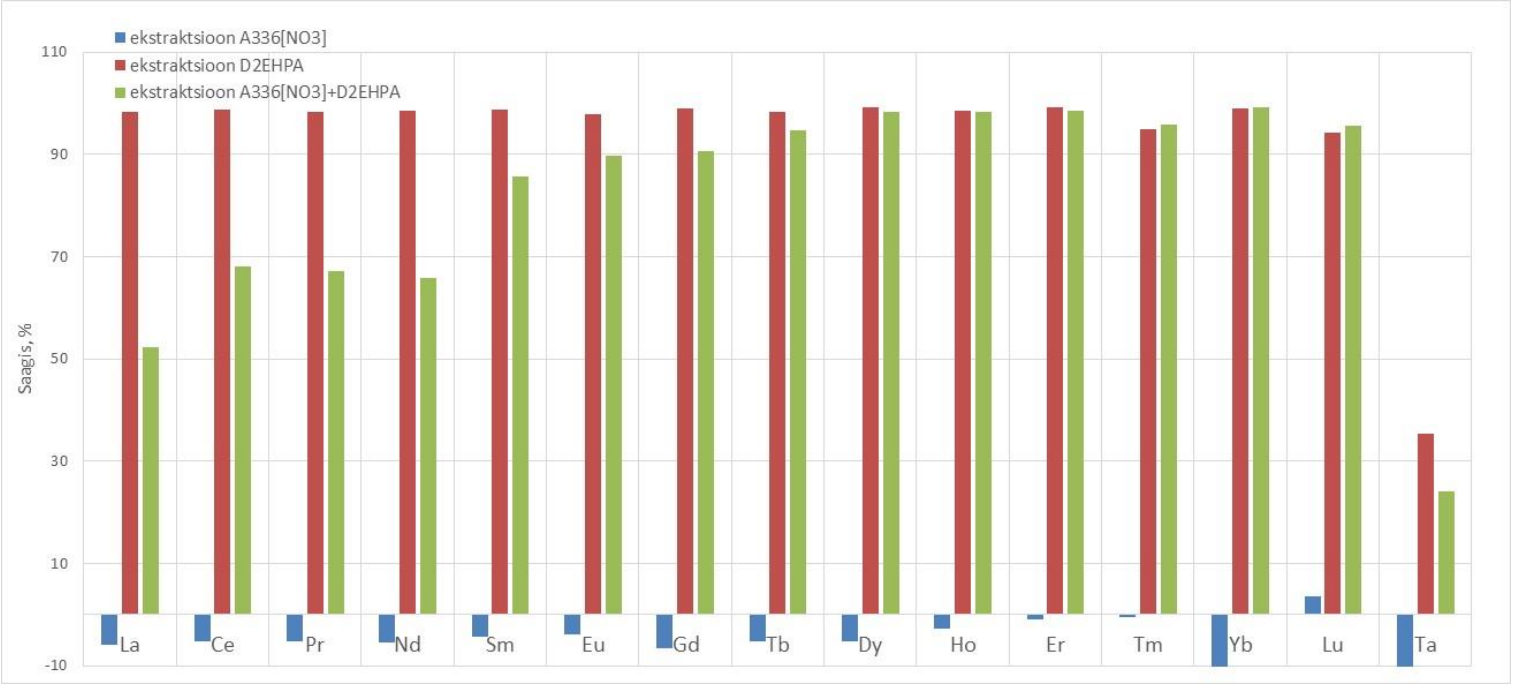
Anaeroobse ja aeroobse protsessi kombinatsioon



- anaeroobses keskkonnas toodetakse biogeenset metaangaasi ning leostatakse välja teatud metalliühendid;
- aeroobses keskkonnas bioleostatakse välja mikroorganismide abil argilliidi sulfiidses vormis olevad metallid.

Haruldaste muldmetalle eraldamine Ga-st ioonsete vedelikega

Parim ekstraktsiooni efektiivsus oli D2EHPA-l. Et musta kilda varud maailmas on suured ja peamiste metallide koostis sarnane, siis tehnoloogia väljatöötamise võimalus on olemas.



© Enn Lust

Tulemused ja innovatsioon

- **Eraldati mikroobikonsortsiumid**, mida saab kasutada GA orgaanilise komponendi efektiivseks lagundamiseks ja GA metallide bioloogiliseks leostumiseks.
- Esmasel töötlemisel saadud GA jäägid vajavad **täiendavat töötlemist** spetsialiseeritumate mikroobide konsortsiumidega, et suurendada üksikute metallide saagikust, mida kombineeritakse tänapäevaste keemiliste ekstraheerimismeetoditega. Üksikute metallide GA-st ekstraheerimise tingimuste optimeerimiseks vaja **täiendavaid uuringuid.**
- Selles uuringus saadud teadmised GA lademetes olevate mikroorganismide biolagunemise ja bioleostumise potentsiaali ning liigilise koostise kohta **võimaldavad selgitada GA kaevandamisega seotud keskkonnaprobleemide olemust** ja põhjuseid. Neid teadmisi saab kasutada keskkonnasõbralike lahenduste väljatöötamiseks GA kasutamiseks, aga ka muude maakide komplekssseks kasutamiseks (nt fosforiidi kaevandamine).
- See teave on oluline sisend GA võimaliku kasutamise **majandusliku teostatavuse uuringutes.**

Turbast suure eripinnaga aktiveeritud söe tootmine

(E. Lust jt)

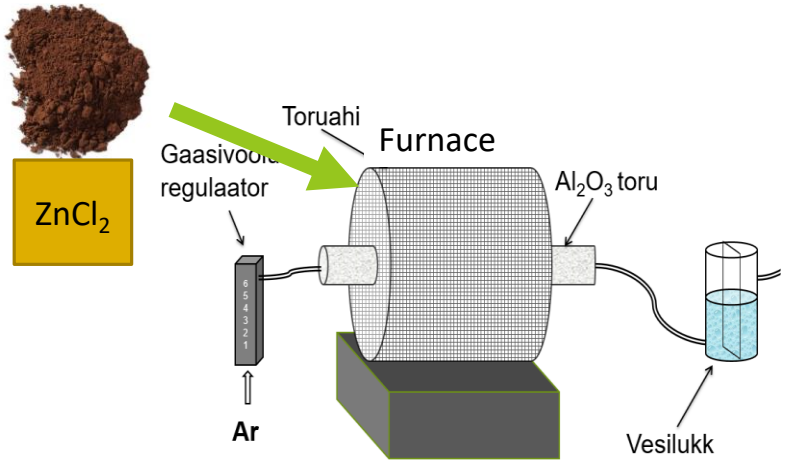
Sünteesi käik

Detailid:M.Härmas,et all,J Applied electrochem. 2019, retsenseerimisel.

- Turba blenderdamine (peenendamine ja kuivatamine)
- Pürolüüs 450 kuni 800 °C juures (temperatuuri tõstmise kiirus 5 °C/min)
- Süsiniku puhastamine mineraalsooladest ehk pesu
  - HCl-i lisamisel happelises keskkonnas (pH ~ 1) 12h (T = 60 °C)
  - 20% KOH lahusega 2t (T = 70 °C)

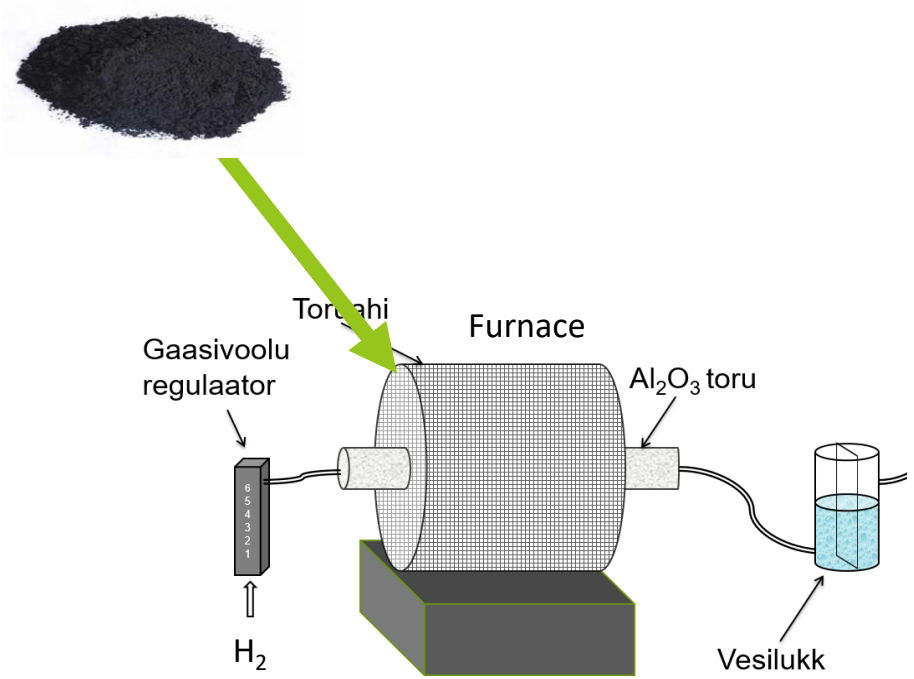
  - Filtreeritud Milli-Q veega, kuivatamine vaakumahjus (50 mbar / 80 °C)
  - Leotatud ja loputatud Milli-Q veega 12h
  - Filtreeritud ja vaakumahjus kuivatatud (50mbar / 80 °C)
- Edasi pürolüüs fikseeritud temperatuuridel alates 1000 kuni 1600 °C juures (T kasvukiirused erinevad (2- 4 °C/min)

Synthesis: step 2
Activation



700 °C, 2 h, 5 °C min^{-1}

Synthesis: step 3
H_2 reduction



900 °C, 1 h, max °C min^{-1}

Tulemusi

- Turbast toodetud eriotstarbeliselt aktiveeritud süsinik sobib elektrokeemilistesse süsteemidesse, kuid valjalikud on väga süstemaatilised täiendavad peenuuringud
- Eriti häid tulemusi on senini saavutatud Na- ioon patareide elektroodide valmistamisel, kus on jõutud kõrgemate salvestatud energiahulkadeni kui teiste süsinikmaterjalide korral.
- Hästilagunenud turvas sobib selleks paremini kui vähelagunenud turvas

Uute põlevkivienergeetika tehnoloogiate mõju tahkete jäätmete omadustele ja taaskasutusele (M. Uibu jt.)

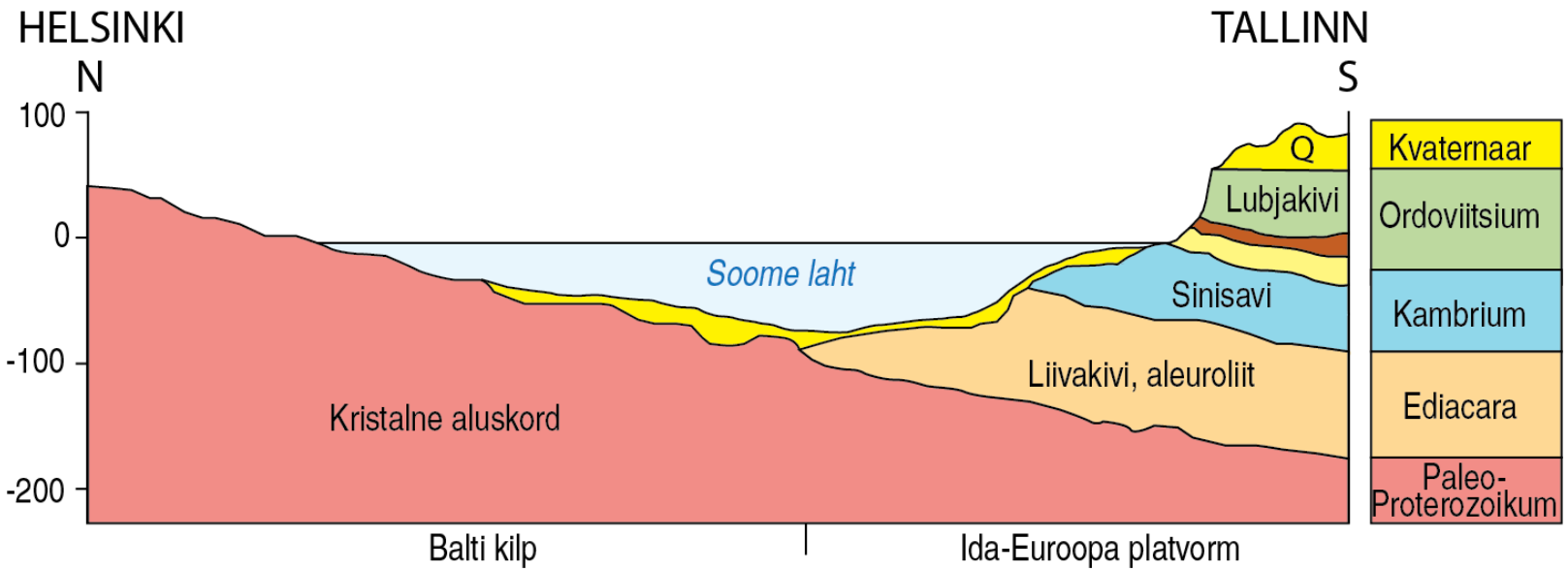
- Erinevatel põletusrežiimidel tekkivate tuhkade koostise ja sideaineliste omaduste määramine kinnitas olulist alanemistendentsi sideaineliste omaduste osas, eriti Enefit280 tuhkade puhul. Tuhkade koostis ja omadused varieeruvad ka aasta jooksul samast tuhaeralduspunktist võetud proovide lõikes.
- Näidati, et temperatuuri mõõdukas tõstmine võimaldab läbi muutuste faasikoostises tuhkade sideainelisi omadusi parandada. Samas jääb jämedafraktsioonilise üldtuha kasutamine konventsionaalsetes lahendustes endiselt probleemiks ning tuhkade taaskasutuse osa mastaapseks suurendamiseks on vaja täiendavaid uuringud põletus/jahvatusrežiimide optimeerimise ning uute tehnoloogiate kasutamise võtmes.
- Parimate kasutusvõimalustega valdkonnad on teedeehitus ja mass-stabiliseerimistegevused, ehitusmaterjalide tootmine ja põllumajandus. Nende perspektiivsus on logistilisest aspektist põhjendatud suure ja stabiilse nõudlusfunktsiooniga, mis tagab veohinna kogukulu arvestuse vaatenurgast minimaalsed kriitilised mahud.

Ediacara liivakivide-aleuroliitide ja kristalse aluskorra murenemiskooriku kivimite füüsikalis-mehhaanilised, geotehnilised, seismoakustilised ning hüdrogeoloogilised omadused lähtudes Tallinn-Helsingi tunneli rajamisest

Hüdrogeoloogia

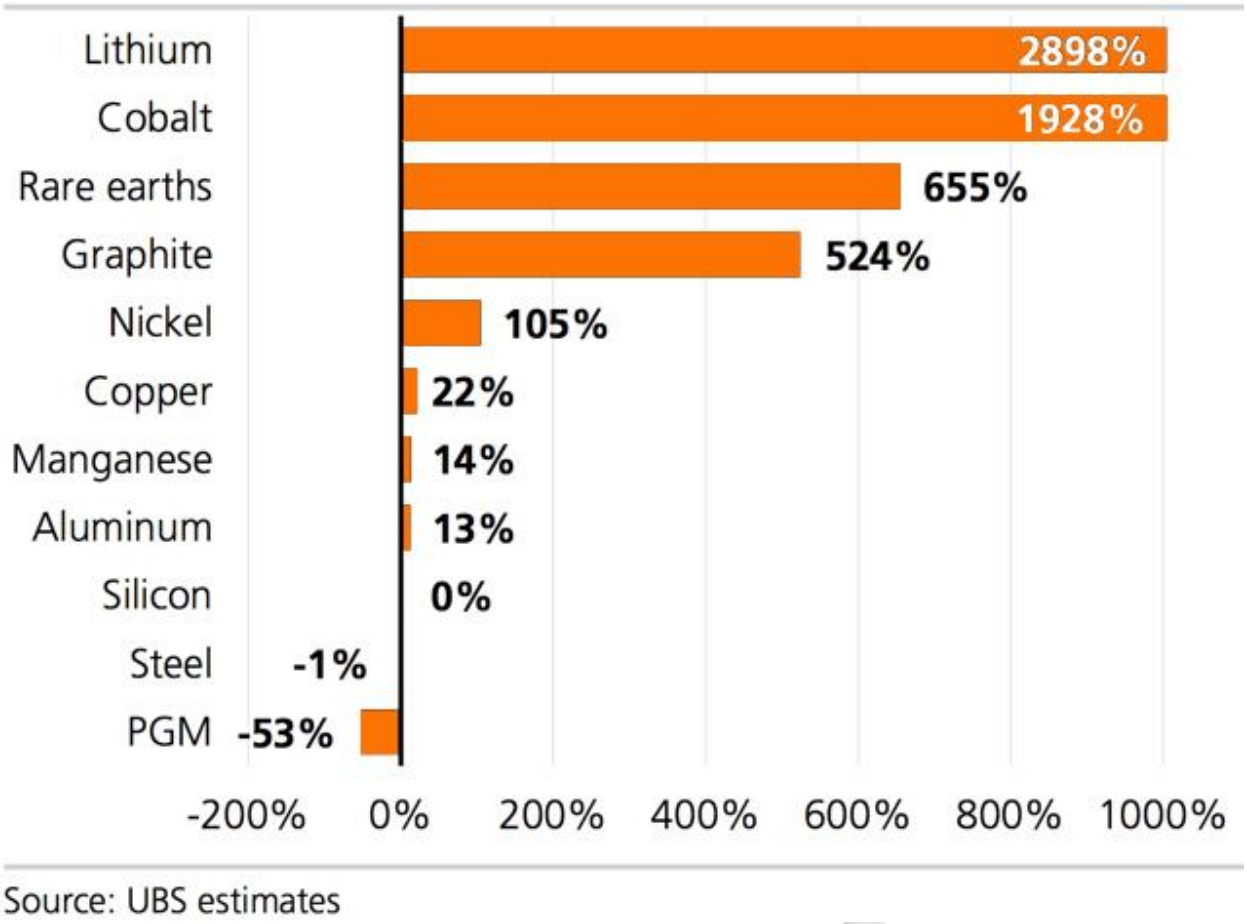
- Kambrium-Vendi veekiht on P-Eestis intensiivselt kasutusel, liigtarbimine võib viia vee sooldumiseni merevee sissetungi tulemusena või soolase vee ülestõmbamise tõttu
- Viimsi poolsaarel on hulgaliselt puurkaeve (eriti rannikul), millega tuleks arvestada, et tunneli läbindamine ei hakkaks neid mõjutama
- Viimsis on kaks erinevat veekihti, mis on omavahel hästi isoleeritud
- Ülemisel veekihil on väga hea ühendus merega
- Tunneli laugel kulgemisel läbi väikese paksusega ülemise veekihi võib tunnel tekitada veetõkke, mis hakkab oluliselt mõjutama põhjavee liikumissuundi (halva kavandamise korral võib põhjustada intensiivset merevee sissetungi)
- Alumisel veekihil on oht sooldumiseks soolase põhjavee ülestõmbamise ja merevee sissetungi tõttu

Võimalikud tunnelipuurimise masinad (TBM)





Akumetallid – tuleviku tehnoloogiad ja roheline majandamine



Siin nõudlus tingituna elektirautode arengust…..

Oktoober 2019

