Eesti Geoloogiateenistus

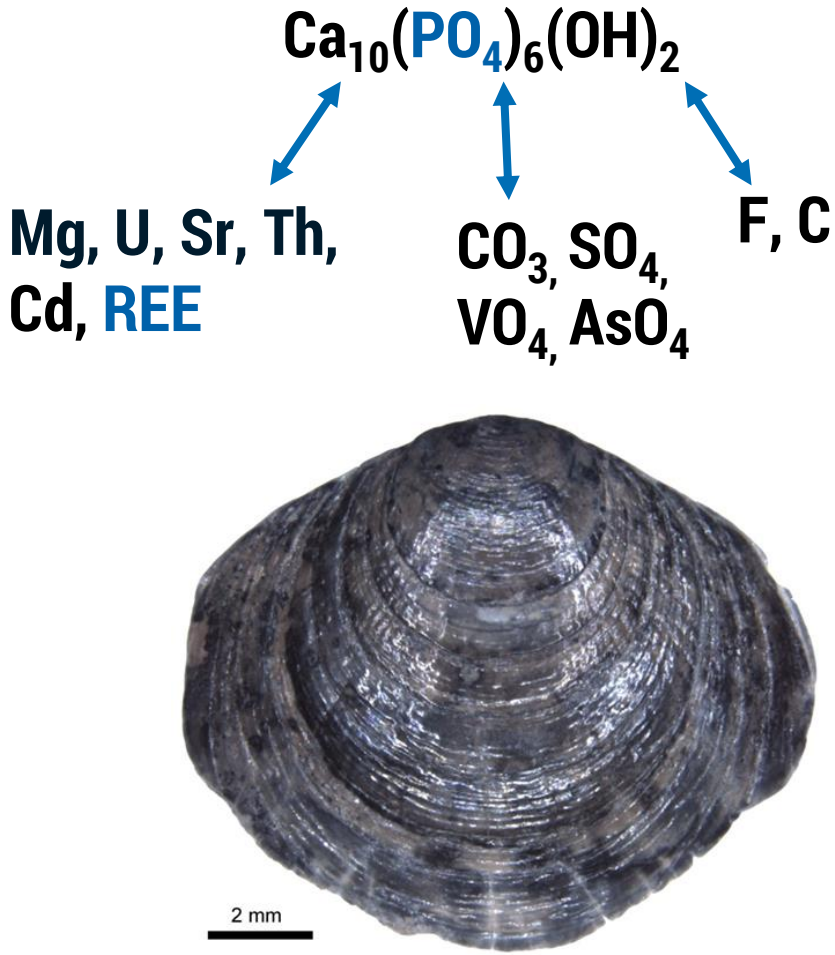
Fosforiidi ja kaasnevate ressursside üldgeoloogilise uuringu tulemused

Kaarel Lumiste | PhD | Vanemgeoloog

30.03.2023 Sõmeru

Fosforiit

- Põhiline fosforit sisaldav mineraal on apatiit
- Väga vastuvõtlik keemilistele asendustele
- Apatiidi kristallstruktuuri asenduvad nii kasulikud (nt REE) kui kahjulikud (U, Cd, As) elemendid.

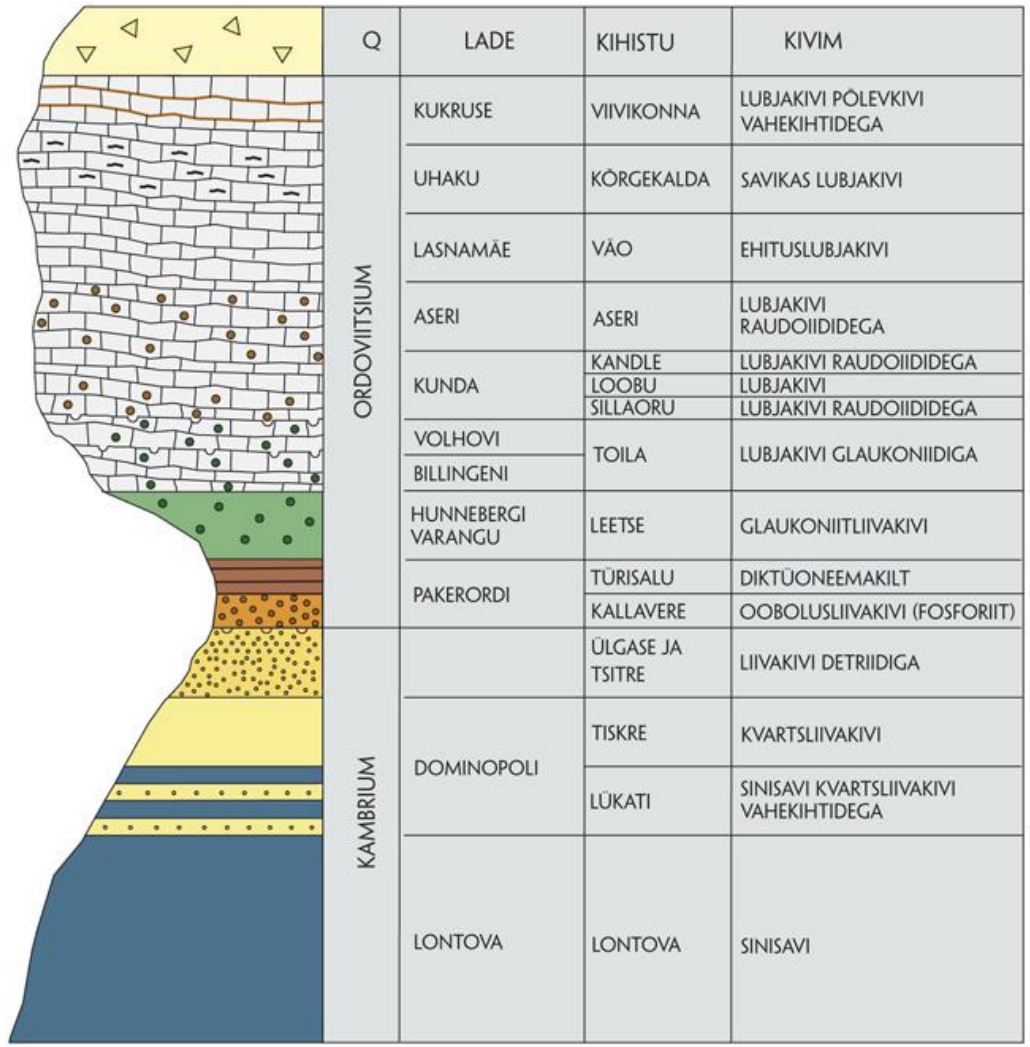


Liisa Lang



Eesti Geoloogiateenistus

Eesti geoloogiline läbilõige



	LADE	KIHISTU	KIVIM
ORDOVIITSIUM	KUKRUSE	VIIVIKONNA	LUBJAKIVI PÕLEVKIVI VAHEKIHTIDEGA
	UHAKU	KÕRGEKALDA	SAVIKAS LUBJAKIVI
	LASNAMÄE	VÄO	EHITUSLUBJAKIVI
	ASERI	ASERI	LUBJAKIVI RAUDOIIDIDEGA
	KUNDA	KANDLE	LUBJAKIVI RAUDOIIDIDEGA
		LOOBU	LUBJAKIVI
		SILLAORU	LUBJAKIVI RAUDOIIDIDEGA
	VOLHOVI	TOILA	LUBJAKIVI GLAUKONIIDIGA
	BILLINGENI		
	HUNNEBERGI VARANGU	LEETSE	GLAUKONIITLIIVAKIVI
	PAKERORDI	TÜRISALU	DIKTÜONEEMAKILT
		KALLAVERE	OOBOLUSLIIVAKIVI (FOSFORIIT)
KAMBRIUM		ÜLGASE JA TSITRE	LIIVAKIVI DETRIIDIGA
	DOMINOPOLI	TISKRE	KVARTSLIIVAKIVI
		LÜKATI	SINISAVI KVARTSLIIVAKIVI VAHEKIHTIDEGA
	LONTOVA	LONTOVA	SINISAVI

Keskkonnaministeerium

Kaalium

Vanaadium

Fosfor, haruldased muldmetallid,

Võimalik kasutada tooret kompleksselt
ja juba kaevandatud mäetööstuse alasid



Eesti Geoloogiateenistus

Üldgeoloogilise uuringu eesmärgid

- Ajalooliste andmete koondamine, modelleerimine
- Koguda uusi geotehnilisi ja geokeemilisi andmeid
- Valideerida 3D mudelit
- Uurida fosfori ja haruldaste muldmetallide sisaldusi ning levikut fosforiidis
- Uurida graptoliitargiliidi geokeemilist (sh jälgelementide) koostist



Ajaloolised andmed

- Uuringute tulemused on säilinud aruannetes, mida hoitakse Geoloogiafondis.
- Geoloogiafondis vastab otsingusõnale „fosforiit“ 322 aruannet
- Puursüdamikud on enamuses hävinenud ja säilinud puursüdamikud on halvas seisus.
- Eesti fosforiidi REE sisalduste jaotumist ja eraldamise võimalusi süstemaatiliselt ei uuritud.

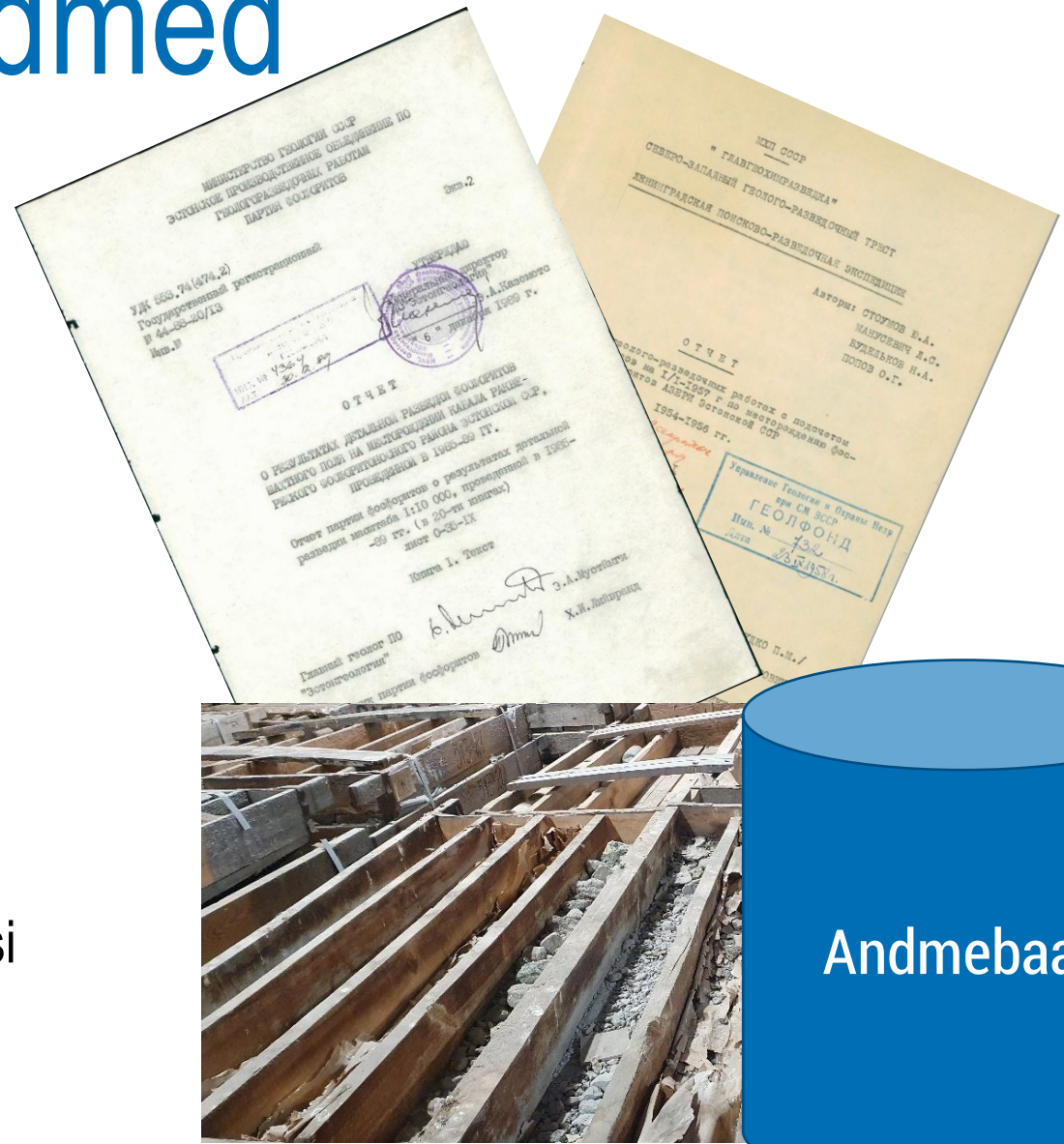




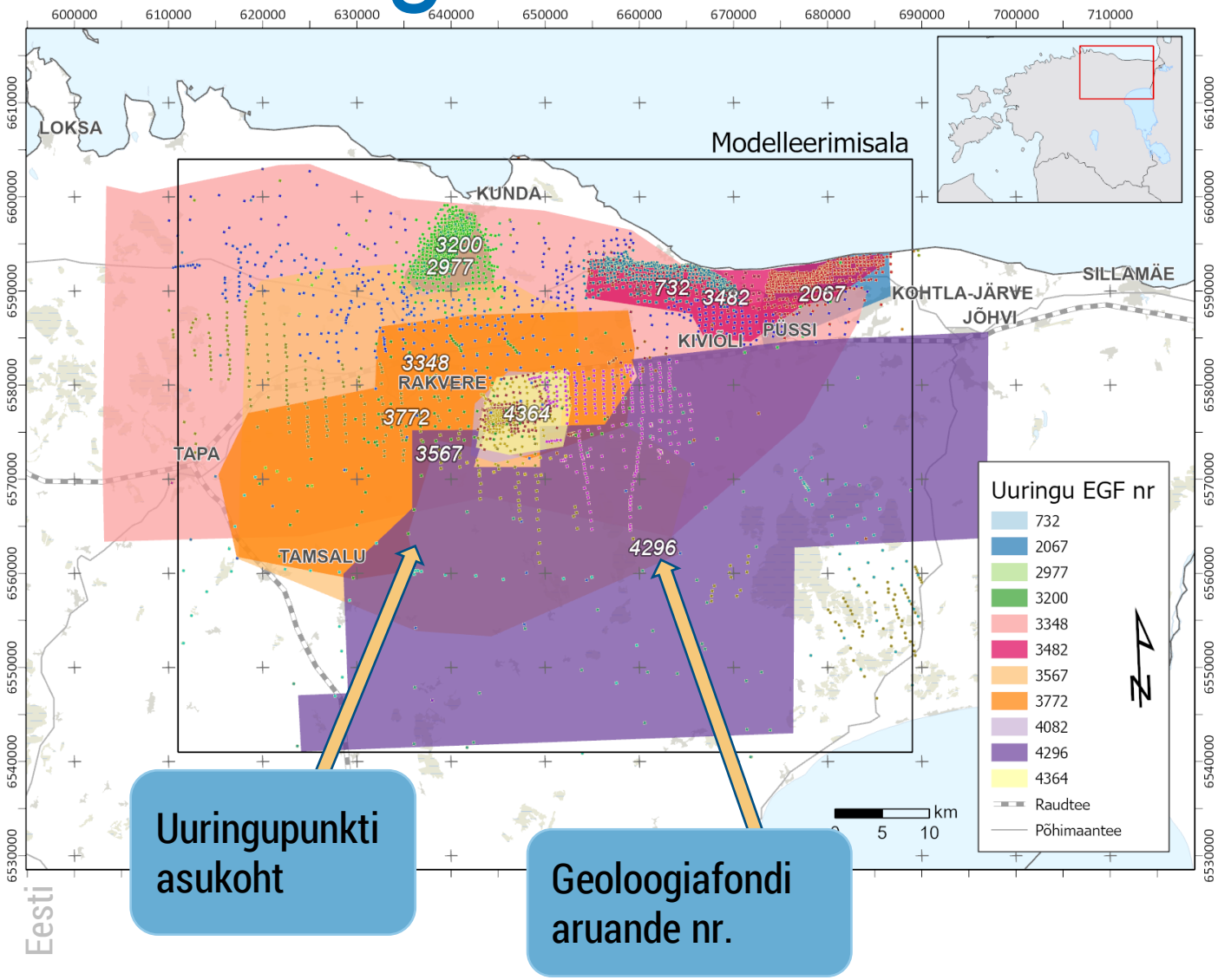


Ajaloolised andmed

- Andmebaas sisaldab:
  - 6000+ puurauku (sh. 4000+ geokeemia proovidega)
  - 50 000+ litostratigraafilise üksuse kirjet
  - 21 000+ P_2O_5 analüüsi
  - 14 500+ MgO analüüsi
  - 13 000+ Fe_2O_3 analüüsi
  - 3600 CaO analüüsi
  - 4500+ grapt. argill. analüüsi



Uuringuala



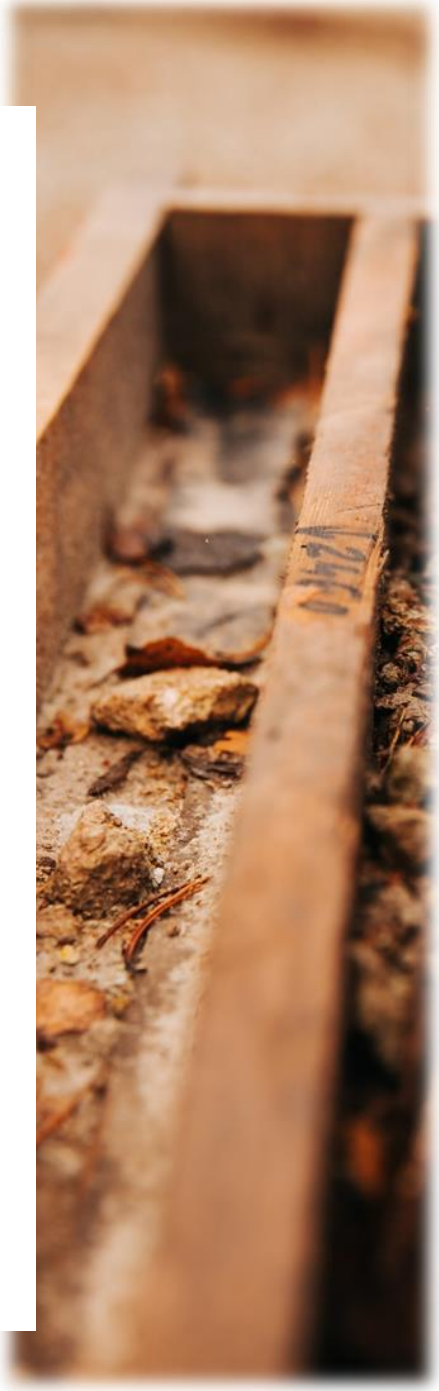
- Varasemate uuringute ülevaade keskendus peamiselt litostratigraafilistele ja geokeemilistele andmetele
  - Sh metoodika ülevaatus
- 11 geoloogiafondi aruannet fosforiidi otsingute kohta
- Mudeliala 78×63 km



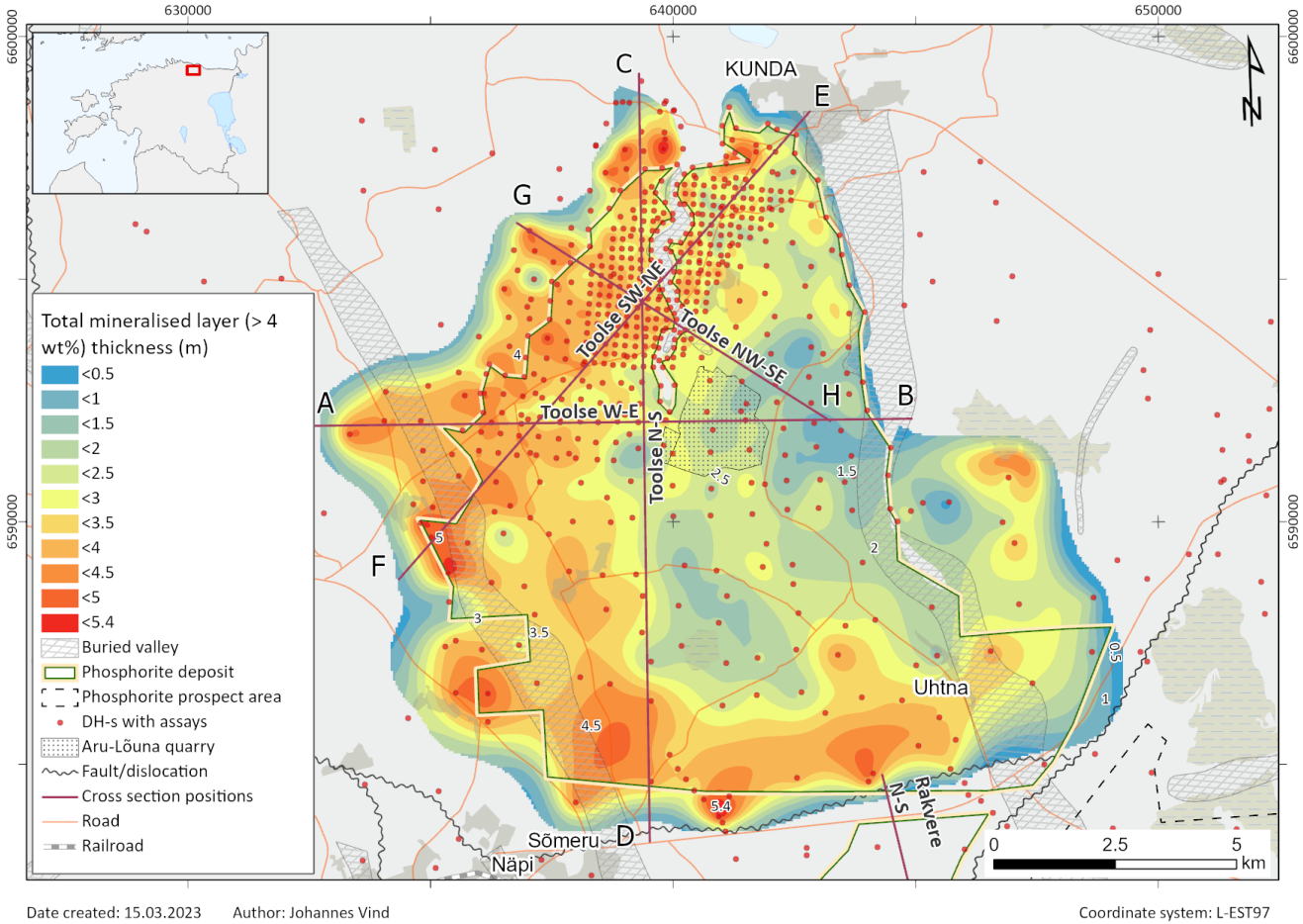
3D mudel: tulemused

Animatsioon





3D mudeli tulemused – Toolse

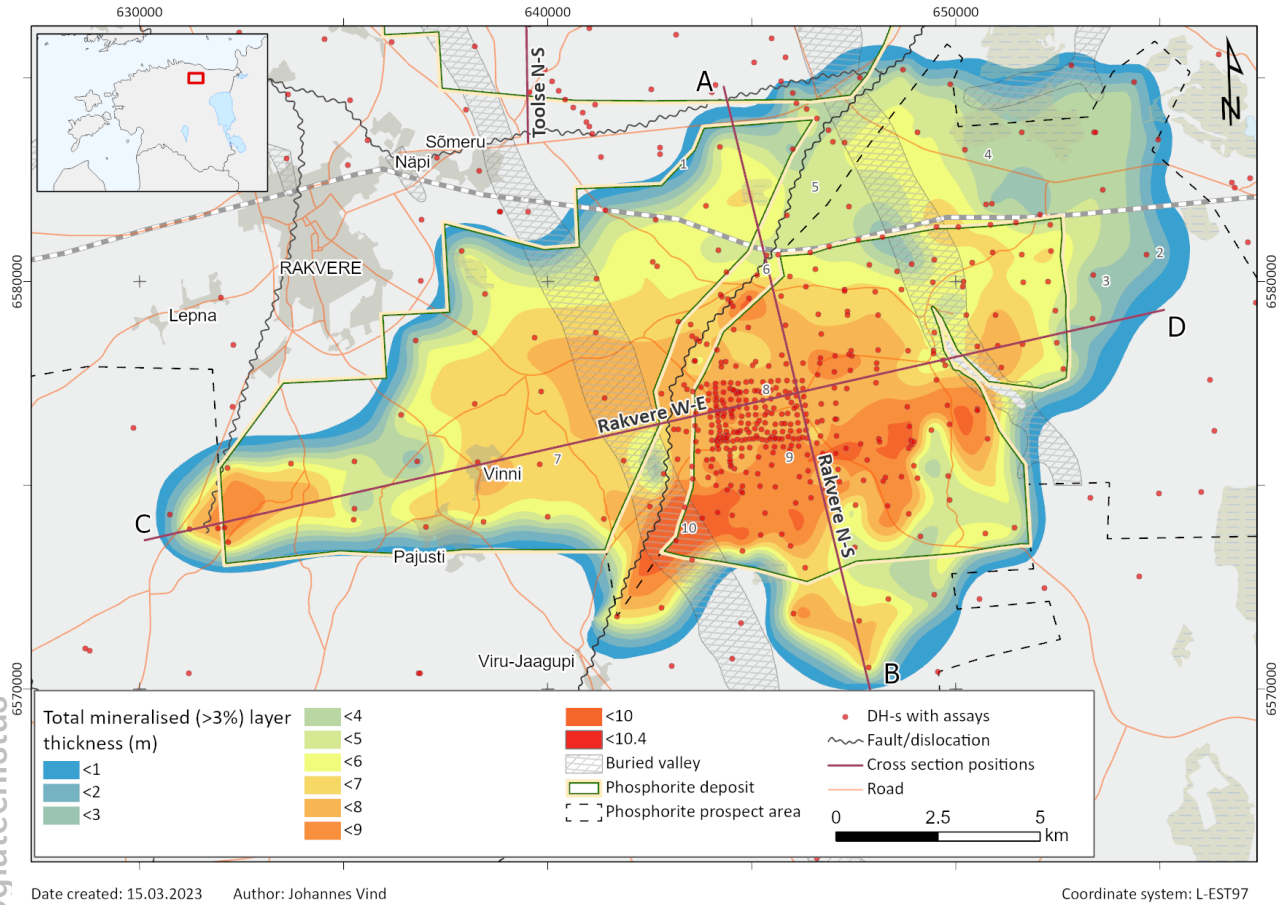


- >4% P_2O_5 kihi paksus
- Keskmine paksus ~3 m, maksimum 5.8 m.
- Levib kaarekujuliselt
- Paksem kiht asub Toolse jõest lääne pool



Eesti Geoloogiateenistus

3D mudeli tulemused – Rakvere



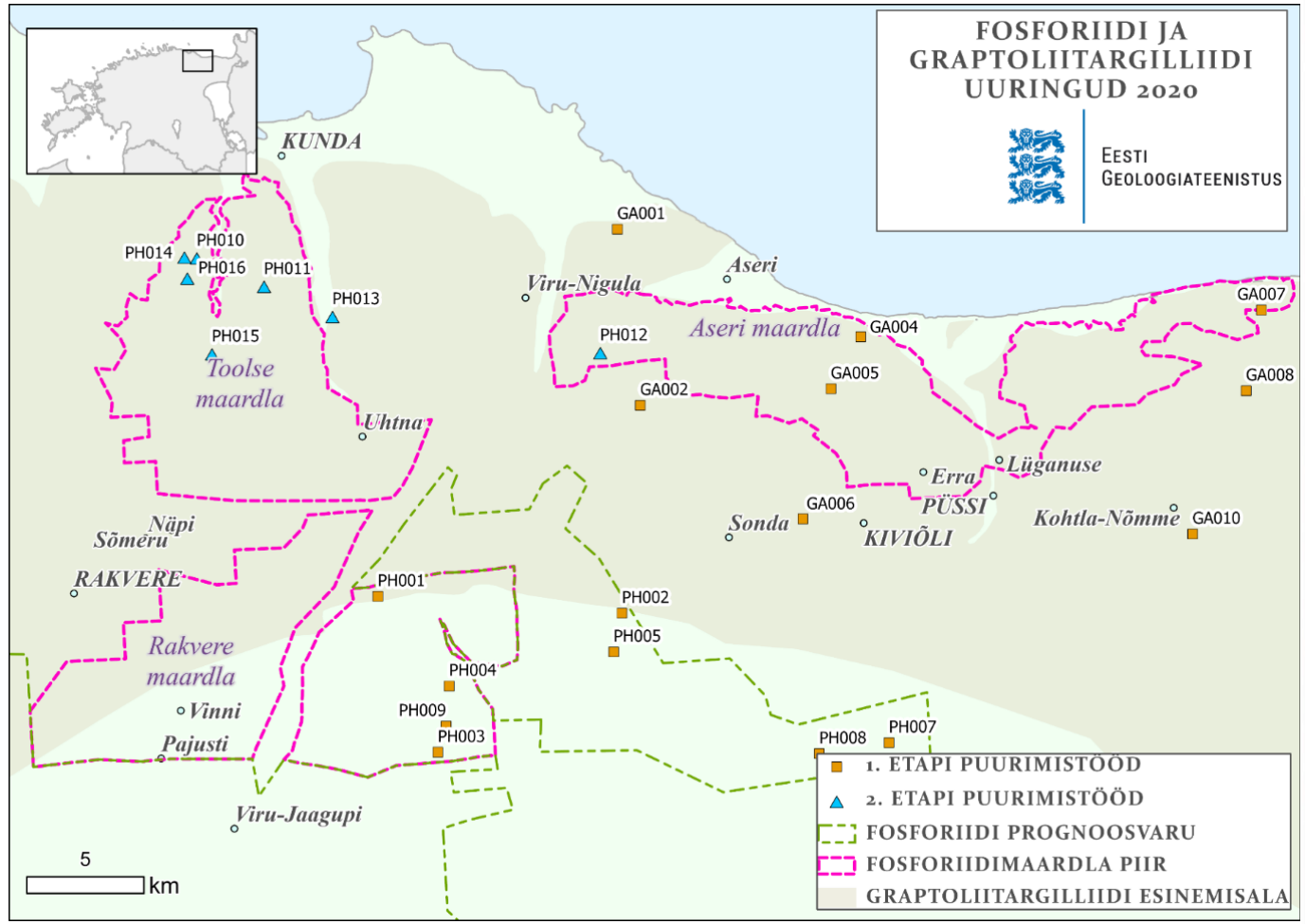
- >3% P_2O_5 kihi paksus
- Keskmine paksus 5.4 m, maksimum 10.6 m.
- Paksem kiht asub maardla kaguosas



Eesti Geoloogiateenistus

Kontrollpuurimised

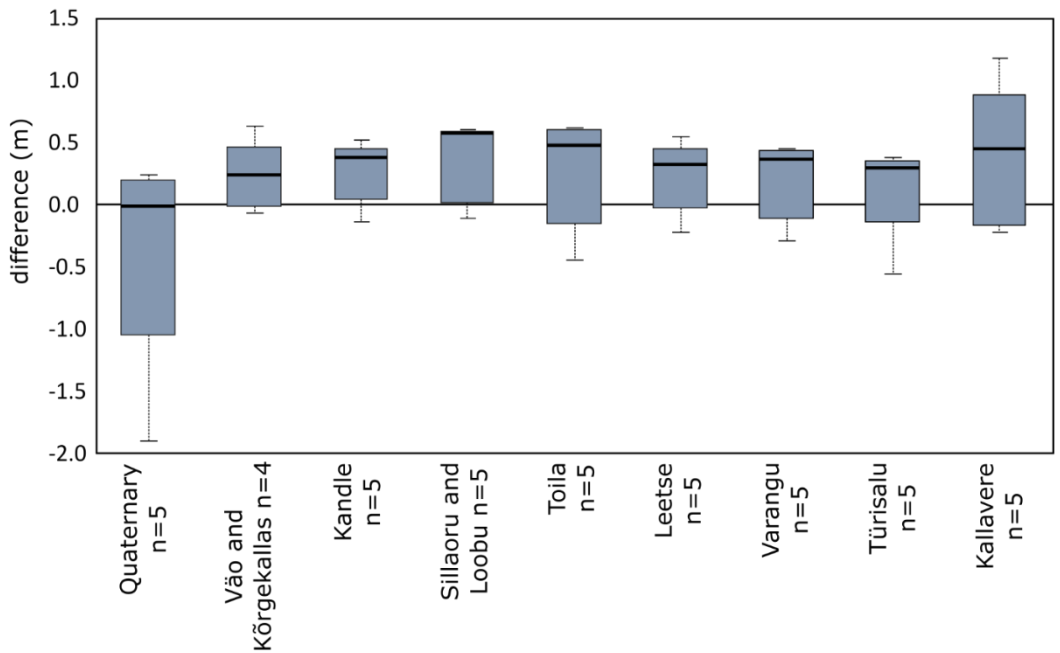
- Rajati 37 puurauku, et kontrollida mudelit ja ajaloolisi andmeid.
- Puursüdamikele teostati põhjalik geokeemiline analüüs.
- Valitud puuraukudest määrati geotehnilised parameetrid.

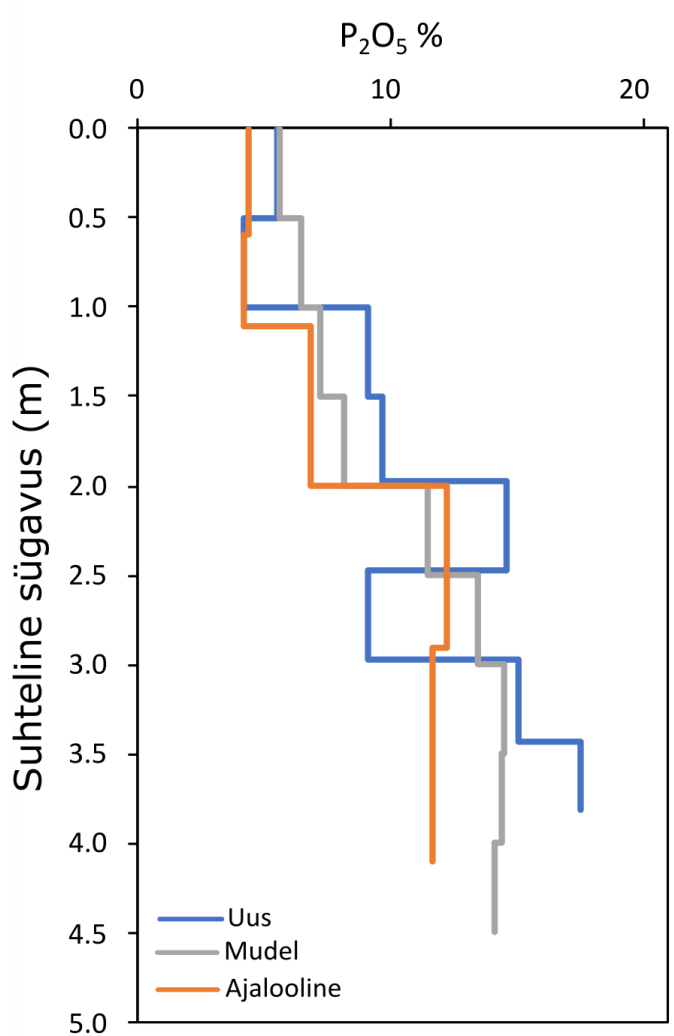




Tulemused – mudeli valideerimine

- Mudeli ülehindab sügavusi ~ 1m ulatuses.
- Kallavere lamami variatsioon suurem.
- Toolses mudeli ja uute andmete kokkulangevus kõige parem.



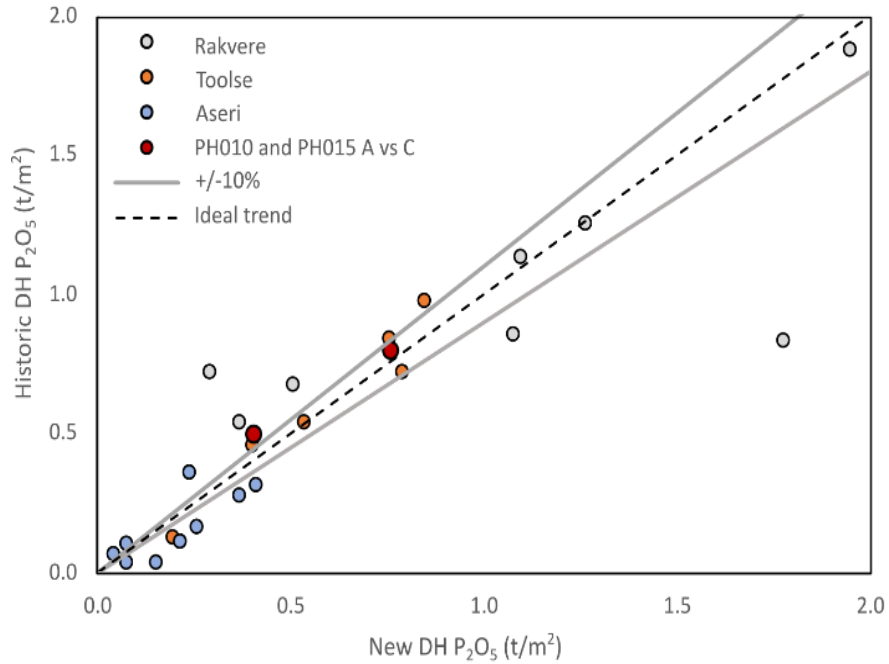




Eesti Geoloogiateenistus

Tulemused – mudeli valideerimine

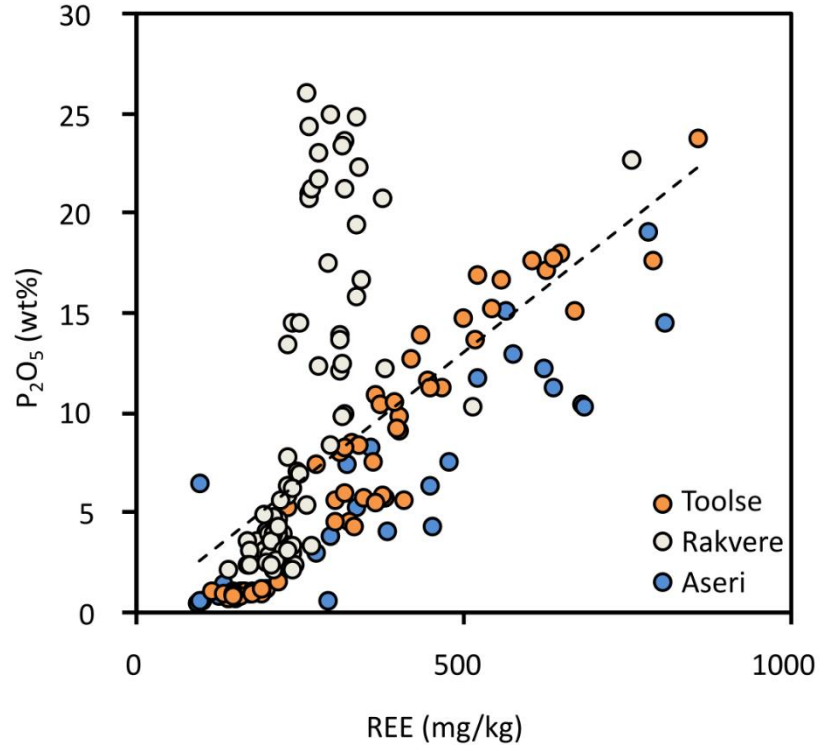
- Kõige paremini langevad kokku Toolses (P_2O_5 sisaldused -4%).
- Rakveres erinevus +20%, ilma ühe ekstreemumita +4%.
- Aseri sisaldused süstemaatiliselt kõrgemad uutes puursüdamikes.
- V sisaldused -10% võrreldes ajalooliste tulemustega.

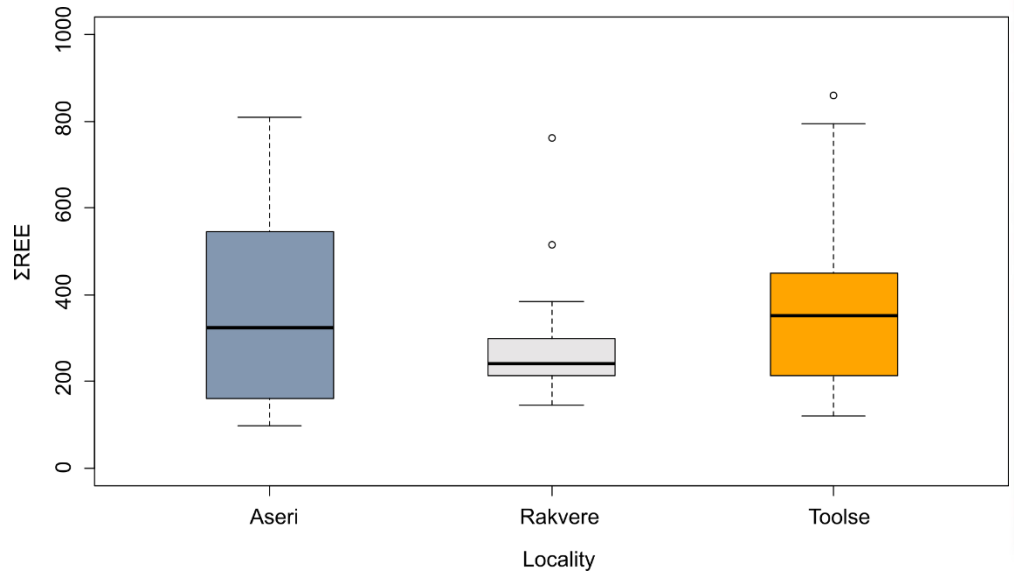




Tulemused – REE

- Toolse maardlas fosforiidi REE sisaldus 300-400 g/t, hinnanguliselt kontsentraadis 1200 g/t.
- Rakvere maardlas ei esine märkimisväärset REE rikastumist.
- (Nd+Pr+Dy+Tb)/ΣREE ~ 30%.



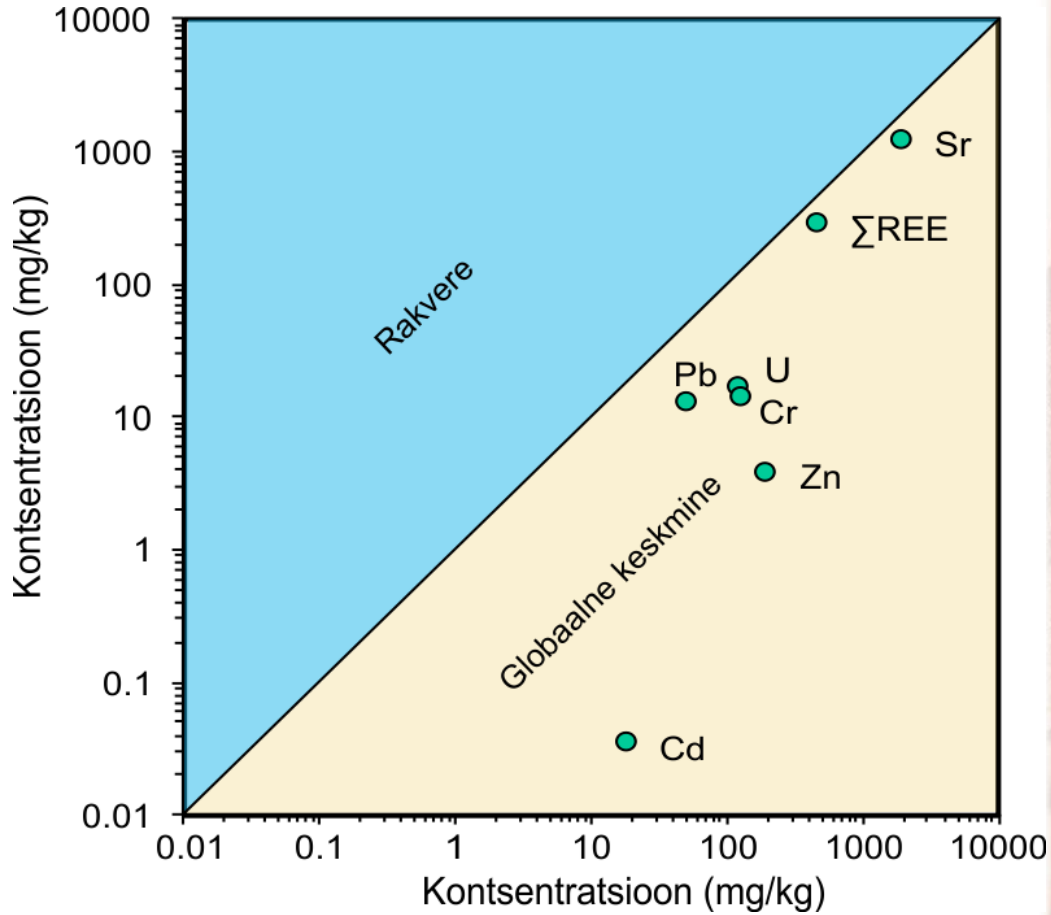




Eesti Geoloogiateenistus

Tulemused – (toksilised) jälgelementide

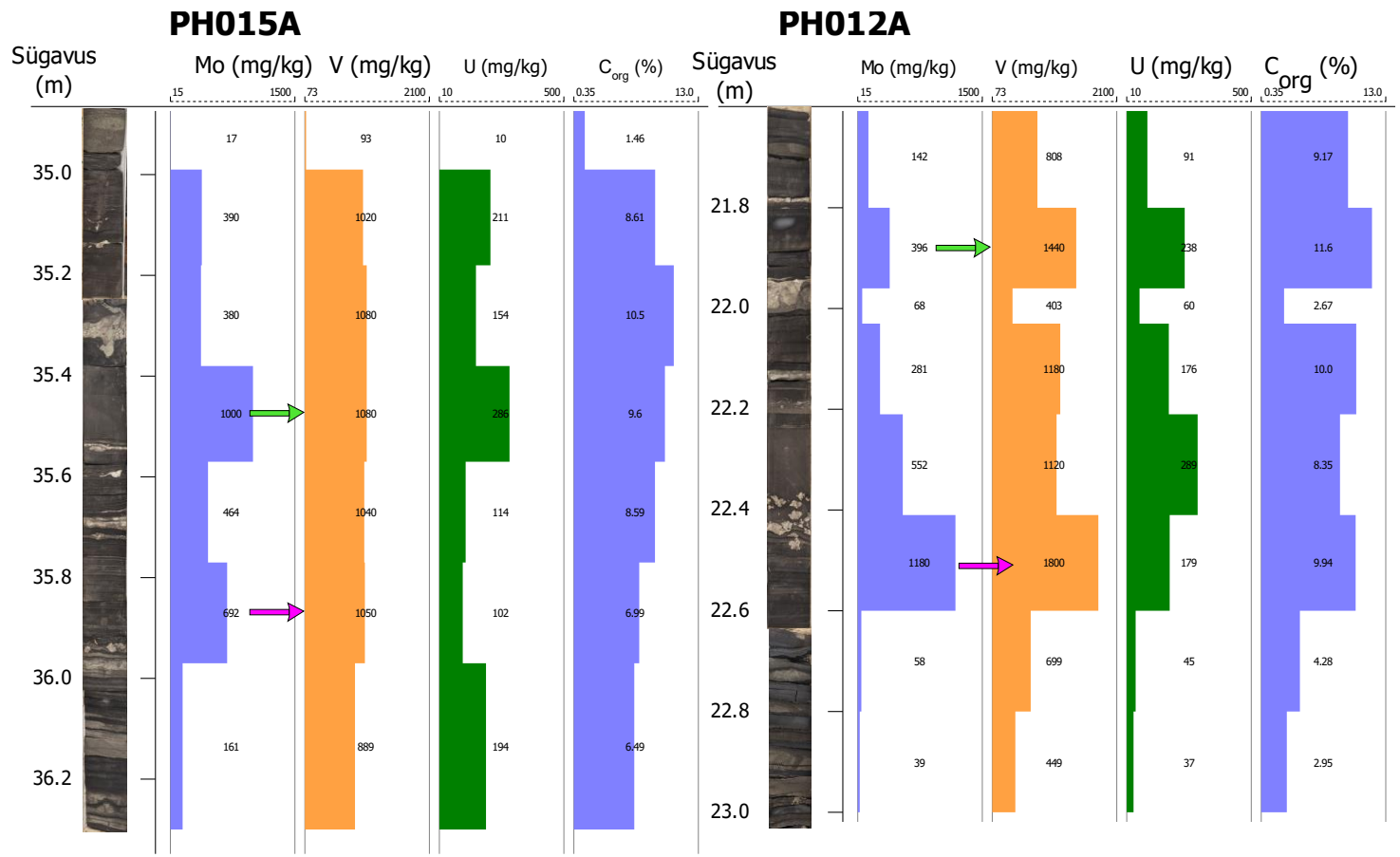
- Suhteliselt “puhas” võrreldes maailma keskmistega.
- Madalad U sisaldused (4x väiksemad).
- Mitu suurusjärku madalamad Cd sisaldused (maailma keskmine 18 mg/kg, Eestis ca 0.05 mg/kg).





Tulemused – graptoliitargiliit

- Profiili keskosa on jälgelementide rikkaim
- Mo, V, U, C_{org} kovarieeruvad

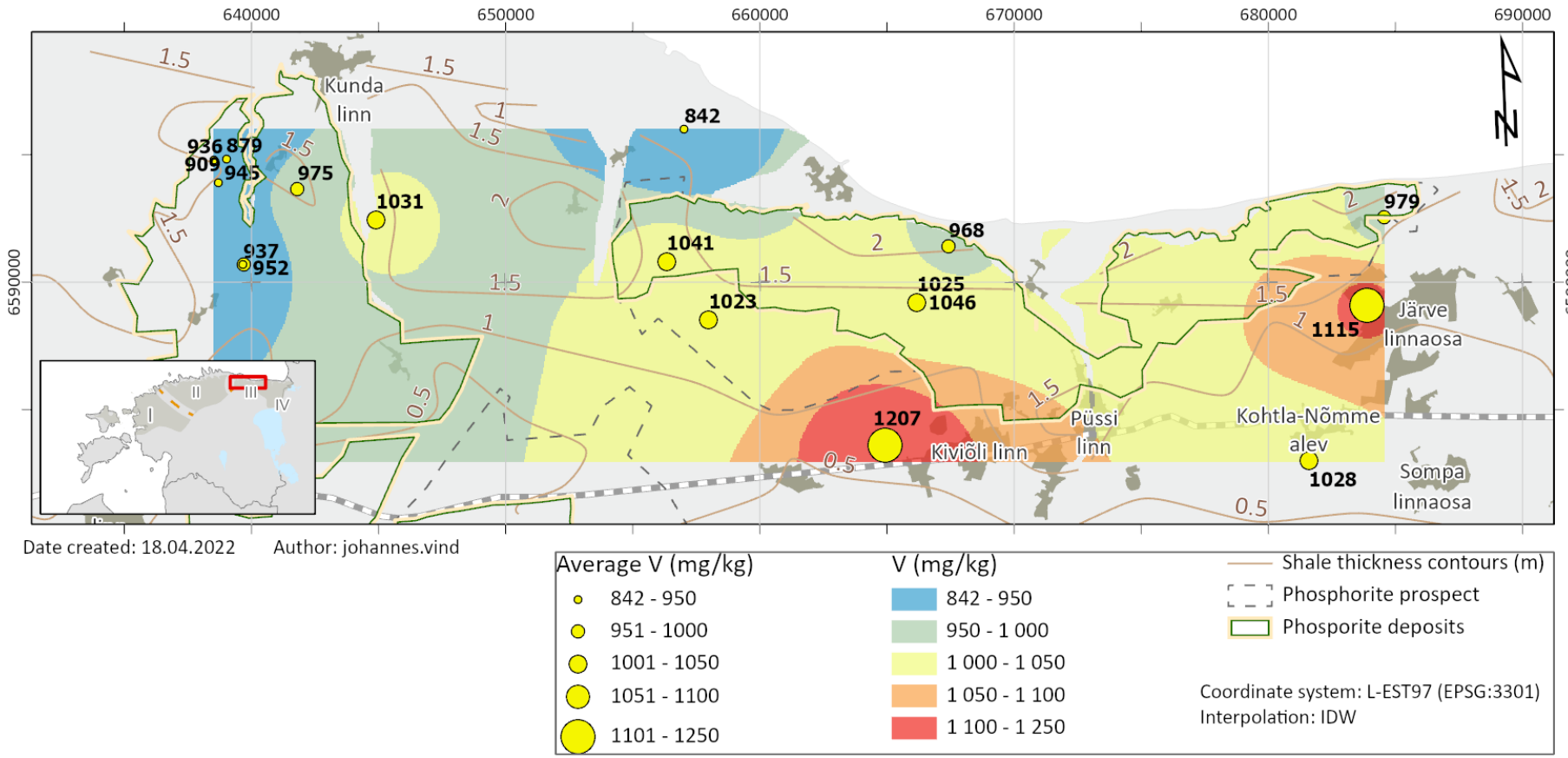




Eesti Geoloogiateenistus

Tulemused – vanaadium

- Keskmine V sisaldus 957 mg/kg (74-2130 mg/kg).



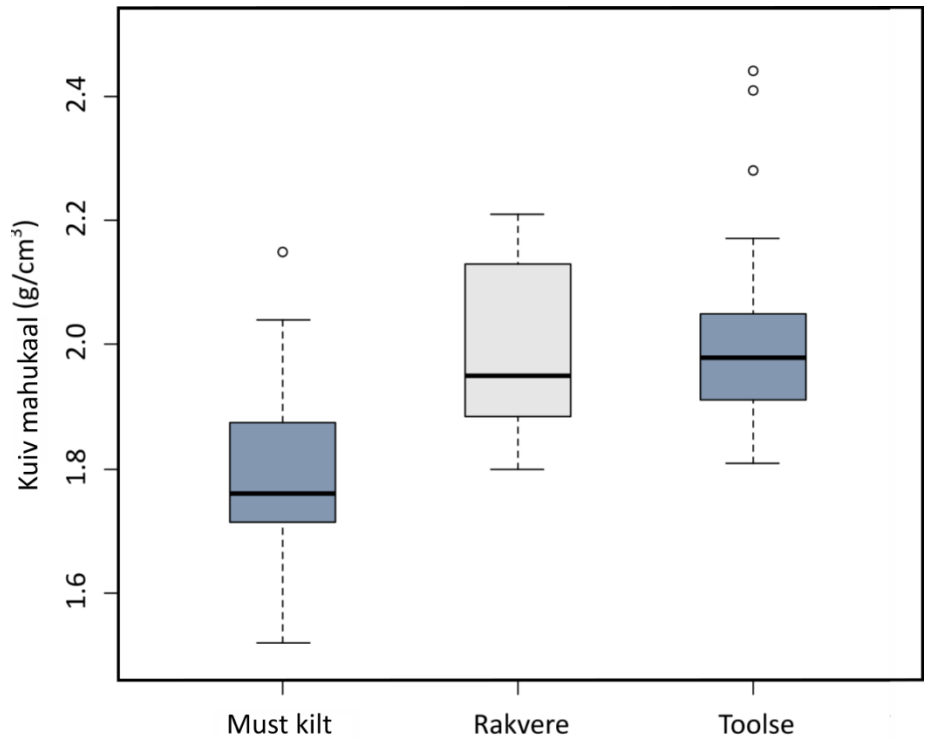


Tulemused – kuiv mahukaal

- Toolse keskmine kuiv mahukaal 1,96 g/cm^3

  (-7% võrreldes ajalooliste tulemustega).
- Rakvere keskmine mahukaal 1,99 g/cm^3

  (-10,6% võrreldes ajalooliste tulemustega).
- Graptoliitargilliidi keskmine kuiv mahukaal oli 1,85 g/cm^3, mis on sarnane vanemate uuringutega.





Eesti Geoloogiateenistus

Kokkuvõte

- Ajalooliste andmete põhjal oli võimalik koostada litostratigraafiat ning fosforiidi omadusi iseloomustav mudel
- Mudel oli sisendiks mäetehnilistele arvutustele, hüdrogeoloogilise mudeli täpsustamiseks ja fookusalade valimiseks
- Fosfori sisaldused üldiselt langevad kokku vanade uuringutega.
- REE sisaldused Toolses 360 mg/kg, Rakveres 260 mg/kg. V sisaldused kildas ~1000 mg/kg.
- Fosforiidis toksiliste (Cd, U) elementide sisaldused madalad.
- Kuiv mahukaal väiksem kui varasemates uuringutes.



Eesti Geoloogiateenistus

EESTI
GEOLOOGIATEENISTUS

Tänan kuulamast!

Kaarel Lumiste

Vanemgeoloog / Maavarade osakond

E-mail: kaarel.lumiste@egt.ee