

# JÄRVEMAAGIST JA SELLE ESINEMISEST EESTIS

H. RIIKOJA

---

LAKE-ORE AND ITS OCCURRENCE IN ESTONIA

(SUMMARY)

BY

H. RIIKOJA

---

ÄRATRÜKK „EESTI LOODUSEST“ NR. 3, 1936

---

TARTU 1936



# JÄRVEMAAGIST JA SELLE ESINEMISEST EESTIS

H. RIIKOJA

LAKE-ORE AND ITS OCCURRENCE IN ESTONIA

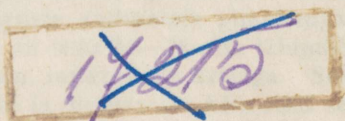
(SUMMARY)

BY  
H. RIIKOJA

---

ÄRATRÜKK „EESTI LOODUSEST“ NR. 3, 1936

---

  
TARTU 1936

1936:01086

JÄRVEMAA GIST JA SELE  
KIRJAMISEST EESTIS

1936

2



32467

A-7366

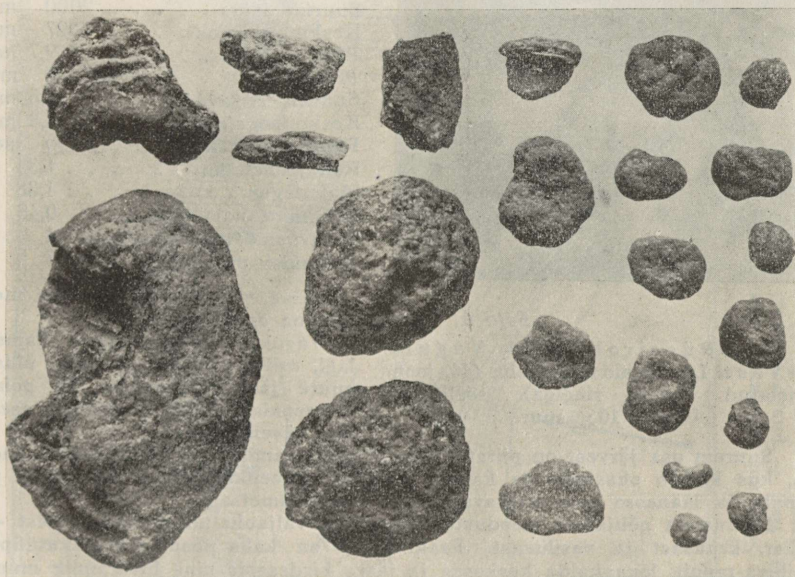


## JÄRVEMAAGIST JA SELLE ESINEMISEST EESTIS.

LAKE-ORE AND ITS OCCURRENCE IN ESTONIA

H. Riikoja

C. Grewing k oma Liivi-, Eesti- ja Kuramaa mineraalide ja kivimite ülevaates mainib pruunraua, limoniidi leiukohtade loendi lõpus uba- ehk järvemaagi esinemist väikeste teradena vaid Burt-nieku järve (nüüd Põhja-Lätis) põhjas. Senised järvemaagi leiud



*E. Selleke foto.*

44. joon. Vagula järvemaagi konkretsioone (mitmesugustelt leiukohtadelt). Umbes  $\frac{2}{3}$  loomulikku suur.

Eestist piirduvad prof. A. Öpik'ult lahkesti saadud andmeil vaid omaaegse mineraloogiakabineti van. assistendi K. D u h m b e r g'i poolt tema matkalt Peipsi äärde, arvatavasti Alatskivi ümbrusest, kaasa toodud ilma igasuguste andmeteta pimeleiuuga. Selle leiu silmitsemisel selgus, et siin on tegu 24—28 mm läbimõõduga ja 8,5 mm paksuse, keskelt nõgusa nn. müntmaagi kettaga. Selle siledaks, pea-aegu läikivaks ihutud pind ja ümmaraiks hõõrutud servad tõendavad, et see mitte sünnipaigast — järvest — pole kogutud, vaid maismaalt leitud.

1932. ja 1933. aasta suvel Tamula ja Vagula järvel töötamisel selgus põhjaproovide kogumisel, et viimase järve põhjas, eprofundalis (Lenz), kaunis rohkesti järvevaaki esineb. Et heil siin esmakordse maagileiuga kodumaa järvest tegemist, ei tohiks hevituseta olla peatuda selle juures lähemalt, milleks määratudki alljärgnevad read.

Vagula järv (järvekataloogi Nr 1261) asetseb Võrumaal umbes 2 km lääne pool Võru linna edelaserval olevat Tamula järve. Vagula läänetippu suubub Sõmerpalu ehk Pühajõgi, mis kõnealust järve läbides selle kirdetipust Võhandu ehk Voo jõena Tamula järve loodesoppi riivates Peipsisse voolab. Peale selle suubuvad Vagulasse põhja poolt Kondioja ja lõunast Kivioja ning järve piiravast sooniidust rida kraave, mis aitavad kaasa järve teatavale humiifitseerimisele.

Allpool järgnevad Vagula järve morfomeetrilised andmed:

Pikkus . . . . .	5050 m
Suurim laius . . . . .	2000 m
Keskmine laius . . . . .	1327 m
Pind . . . . .	669,7 ha
Maht . . . . .	35 520 000 m <sup>3</sup>
Suurim sügavus . . . . .	11,5 m
Keskmine sügavus . . . . .	5,3 m
Randjoone pikkus . . . . .	12 300 m
Randjoonetegur . . . . .	1,34
Mahutegur . . . . .	1,38
Keskmine kaldenurk . . . . .	0,48
Sügavusmõõtmiste koguarv <sup>184</sup>	
Mõõtmisi pro km <sup>2</sup> . . . . .	27

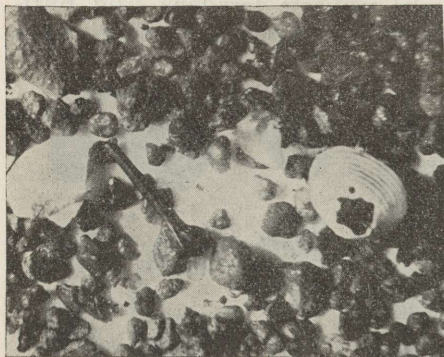


Foto A. Öpik.

45. joon. Püssirohimaak Vagula järvest. Lõunakalda leiukoha (46. joon. tähistatud valge ringiga) sõelajääk. Umbes 10× suur.

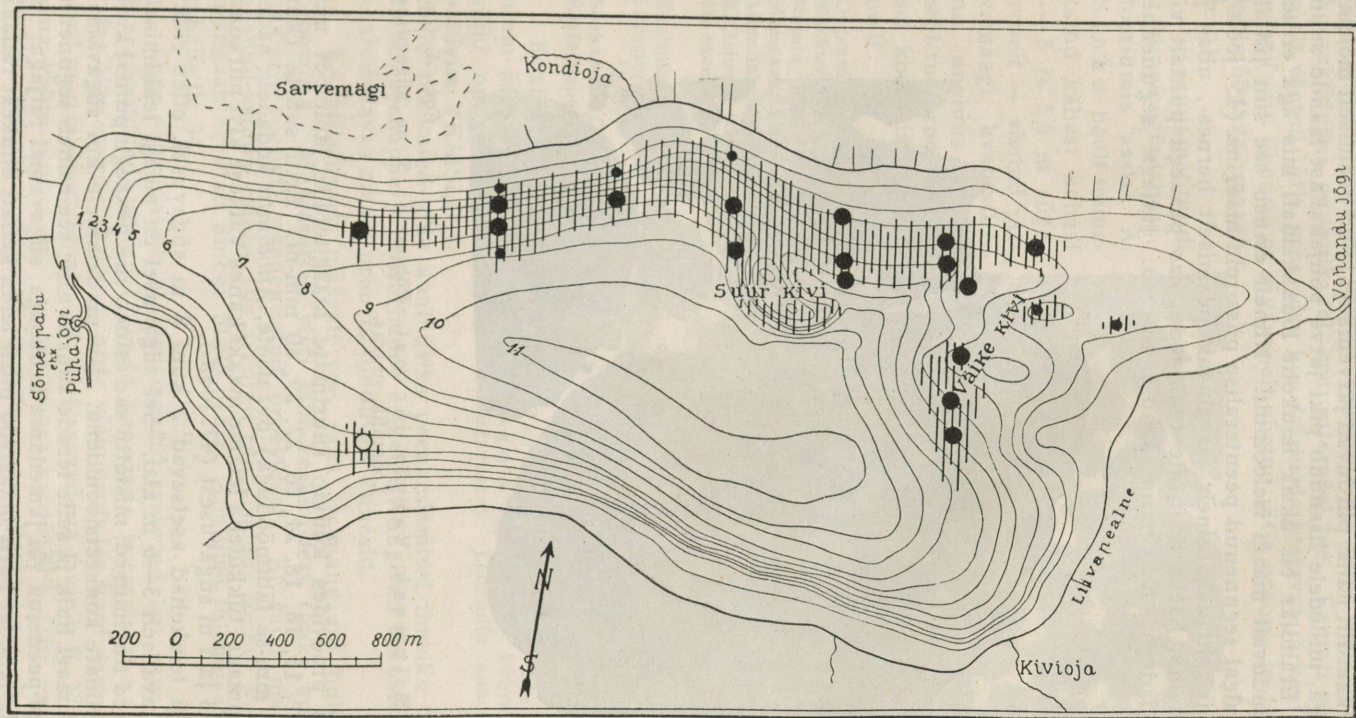
Suurem osa järvest on piiratud sooniidust; erandiks on põhjakalda lääneosa, kus kerkib okasmetsaga kaetud kõrgem moreenküngas — Sarvemägi ja lõunakalda lääneosa seal kasvava märja kaselodumetsaga.

Litoraala põhjasete moodustub peamiselt väljauhetud moreenainesest — liivast, kruusast ja vesiliivast. Eraldatavad on kaks peamist rannikutüüpi: vesiliiva-rannik lõunakalda keskosas ja järve kirdesopis ning liivarannik muus osas. Nii liiv kui vesiliiv on segunenud mitmesugusel määral jämeda, taimefragmentidest koosneva, või peenema, deetritus-mudaga. Enam-vähem puhtana esineb vesiliiv lõunakalda keskosas ja liiv idakaldal, Kiviojast põhja pool, u. 0,5 km pikkusel alal nn. Liivapealsel. Puht-mudakallast esineb vaid Sõmerpalu ehk Pühajõe ning järve edelasoppi suubuva kraavi suudmes. Sügavuse kasvades muutub litoraali sete üldiselt jämedamaks; liiv annab aset kruusale ning — umbes 1—2 m sügavuselt — munakalisele kruusale, mida leidub eriti ohtrasti põhjakalda idapoolel ning idakaldal, põhja pool Liivapealset. Kogu järve piirab enam-vähem ilmne limustekodade vöö, mis paiguti algab 1,5 m sügavuselt ja ulatub 6 m sügavuseni, olles tavaliselt hästi kujunenud 2 kuni 4 m vöös. Välja arvatud suhteliselt ulatuslik, väikese kaldenurgaga kalda-ala, esineb järvepõhjas jätja.

Järve enam-vähem ühtlast nõo kuju häirivad kaks ebatasase reljeefiga ala: umbes järve keskosas, põhjakaldale lähem Suur kivi ja sellest ida pool Väike kivi. Esimene (nagu selgitasid 1933./34. a. talvel toimetatud täiendavad üksikasjalised mõõtmised) kerkib põhjast väikese järsukallakulise künkana, teine on laialdasem ebatasase pinnaga ala (vt. 46. joon.).

Järve veepinna kõrgus üle merepinna on 71 m.

Vagula nagu naaberjärv Tamulagi, millega ta jääaja lõpul ühise suure järve moodustas, on põhimoreenanal devoni aluspõhjal asetsev süvendjärv.



46. joon. Vagula järve kaart. Sügavusi tähistavad samasügavusjooned 1—11; ringidega on märgitud järve maaki sisaldavate põhjaproovide asukohad (valge ring — püsirohimaagi leiukoht, suur must ring — rikkalik, väike must ring — vähema maagi esinemine); püstviirutusega on tähistatud arvatav järve maagi esinemise ala.

Nagu kaardilt näha, piirduvad järvemaagi leiud peamiselt mõlema „kivi“ alaga, milledele lisandub piki järve põhjakallast läände suunduv riba. Erandiks on üksik leiukoht lõunakaldal, mis aga erineb teistest tunduvalt maagi iseloomult. Nimelt esineb see siin jütjale vähesel hulgal segunenud peenteralise püssirohi-maagina (45. joon.). Teistes leiukohtades esineb järvemaak peamiselt hernes-, uba- ja mugulmaagina, harva kujutute tükkidena, kas peaaegu puhtalt või limustekodadega, harvemini kruusaga resp. jütjaga segunenult.



Foto A. Öpik.

47. joon. Kilpmaak Vagula järvest. Põhjasete 5 m sügavusest. Loomulik suurus.

Üksikutes proovides küünib suurimate maagiterade läbimõõt näit. kuni 8, 11, 15, 16, 18, 24, 26, 27, 29, 60 mm-ni. Eriti suurte (kuni 82 ja 102 mm-se läbimõõduga) ovaalsete, *Anodonta* kodadele sades-  
tunud kilpmaagi tükkidena leiame maaki kahes Väikese kivi piirkonna proovis 4,5 ja 5 m sügavusest (47. joon.).

Maagi leiukohad asetsevad 2 kuni 8 m sügavusel, olles rikkalikumad tavaliselt 3—6 m alal. Sel sügavusel on maagi tekkimiseks optimaalsed tingimused, mistõttu see esineb siin peaaegu puhtal kujul ning suurimate konkretsioonidena. Nii madalamale kui sügavamale väheneb maagi hulk ja selle terade suurus ning see esineb segunenult kalda pool peenema või jämedama kruusaga, sügavamal jütjaga. Ka võib kalda lähedal päris-maagivöö piiril leida kohati õhukest rauakir-

met limuste kodadel, samuti üksikuid kujutuid rauakongretsioone koorekildudel, puupulkadel, kruusateradel jne. Samuti võib sügavalt võetud jütja proovides konstateerida teatavat järveaagi esinemist (näit. ühes 10 m sügavuselt võetud jütja proovis leidis 3 mm-se läbimõõduga maagitera).

Keemiainstituudi tehnoloogia-laboratooriumis assist. A. S i n k a poolt toimetatud kahest kohast — 8 ja 5,5 m sügavuselt — võetud järveaagi kvalitatiivne analüüs näitas mõlema proovi identset koosseisu, ja nimelt:

Orgaanilist ainet  
Niiskust ( $H_2O$ )  
Rauda ( $Fe \dots$ )  
Mangaani ( $Mn$ )  
Alumiiniumi ( $Al$ )  
Kaltsiumi ( $Ca$ )  
Magneesiumi ( $Mg$ ),  
jälgedes  
Kaaliumi ( $K$ )  
Siliitsiumoksüüdi  
( $SiO_2$ )  
Sõehapet ( $CO_3$ )  
Fosforhapet ( $PO_4$ )

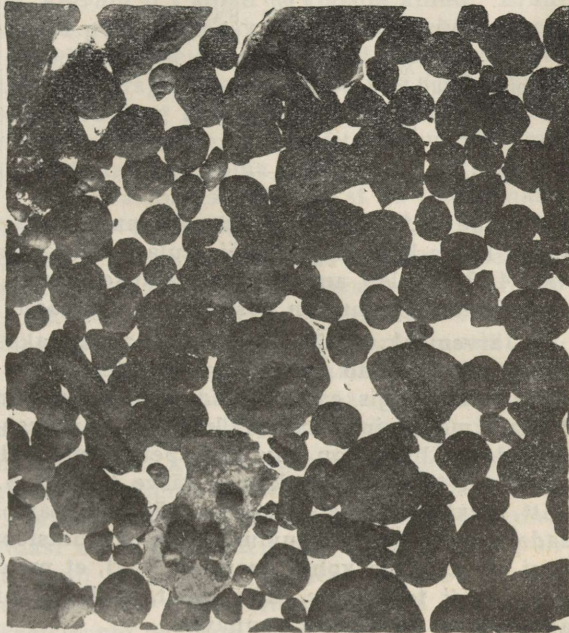


Foto A. Öpik.

Kaalium, alumii-  
nium ja siliitsiumok-  
süüid on pärit päe-  
vakivist ( $KAlSi_3O_8$ ),  
mille tükikesed aine analüüsiks peenendamisel ilmsiks tulid. Kalt-  
siumi, sõehappe ja fosforhappe esinemist tingivad limustekojad, mis  
analüüsitavas maagi proovis tunduvalt esinesid.

48. joon. Hernes-, uba-, münt- ja kant-  
maak Vagula järvest. Põhjasete 4,25 m  
sügavusest. Loomulik suurus.

Kvantitatiivselt määrati vee, raua ja mangaani hulk samades proovides. Määramised viidi läbi keskmistest (kaks korda diagonaalselt võetud) peenendatud proovidest. Et raud maksimaalses oksüüd-astmes esines, siis arvutati rauasisaldus ümber  $Fe_2O_3$  peale; mangaan arvutati ümber  $MnO$  peale. Analüüsi tulemused on antud tabelis lk. 94.

Olgu tähendatud, et järveaagid esinevad kas raua- või mangaanimaakidena ning et nende keemiline koosseis sama järve pii-  
rides õige suurel määral erineva võib, osutades kord suuremat raua-,  
kord mangaanisisaldust. Äärmiste arvudena mainib E. N a u m a n n  
raua kohta umbes 45% ja mangaani kohta 20% (siis rauda umbes  
25%). Vasula järveaak osutab seega väga kõrget (kahe proovi

Analüüsitud aine	Maak 8 m sügavuselt	Maak 5,5 m sügavuselt
Vee %		15,25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	1) 47,49 2) 47,45 keskm.	47,47
MnO %	1) 8,45 2) 8,26 keskm.	8,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %		1) 52,44 2) 52,42 keskm.
ümber arvatud 110° C t <sup>0</sup> -1 kuivatatud aine kohta.		1) 0,82 2) 0,062 keskm.
MnO %		
ümber arvatud 110° C t <sup>0</sup> -1 kuivatatud aine kohta.	56,04	66,67
	12,40	0,78

keskmine 49,95%) ja seejuures kaunis ühtlast rauasisaldust. Mangaani hulga kõikumine on õige ulatuslik; selle keskmist kahest proovist 4,53% tuleb antud rauasisalduse juures kõrgeks lugeda (45% rauasisalduse puhul on keskmiseks mangaani % umbes 2).

Järvemaak, mille tavaliseks asukohaks on järvede elitoraal (Naumann), tekib raua eritumise teel järve imuvast põhjaveest. Seega on maagis esinev raud pärit järve ümbrusest, eeskätt raurikkast moreenimaterjalist, kust see mitmesuguste protsesside teel, milledest tähtsam on huumushapete toime, välja lahustatakse. Raua transport väljalahustuskohast järve toimub S. Oden'i arvates eeskätt rauahumaatidena lahuses või kolloidaalolekus ning selle väljasadestumine järves huumushapete oksüdatsiooni teel. Kõrvale jättes teisi oletusi raua kohta, mainime vaid, et meie juhul oleks ka mõeldav maagi tekkimine raua kulul, mida devoni allikad raurikkast aluspõhjast Vagulasse kannavad.

Lõplikult selgitamata on ka mikroobide osa maagi moodustamisel. Uuematest autoritest B. Aarnio ja E. Naumann, tuginedes peamiselt asjatuile katsetele mikroskopeerimise teel kindlaks teha mikroobide esinemist värsketes maagimugulates või nende lihvides, eitaavad maagi biogeenset teket, käsitades raua väljasadestumist puht füüsikalise-keemilise protsessina. Teised, nagu O. Aschana ja rida vene teadlasi, eriti B. W. Perfiljev, omistavad mikroobide tegevusele maagi tekitamisel suurimat tähtsust. Eriti tähelepanuvääriv on viimase autori töö, mis pühendatud mikroobide osale maagi moodustamisel. Siin juhib Perfiljev tähelepanu vastasvoolu esindajate puudulikule meetodikale: mikroobe otsiti hoolega puhtaks pestud, mõnikord isegi enne kuivatatud konkretsioonidest. Samuti tõestab ta siin mikroobide (0,5 $\mu$ —0,7 $\mu$   $\times$  1,5 $\mu$ —2 $\mu$  läbimõõduga kokkobakterite) esinemist kasvavate, nii magevee kui mere maagikonkretsioonide pinnakihtides ning nende ühtelangevust kujult ja keemiliselt koosseisult laboratooriumis kasvatatud kõvade, poolkerajate, rauda oksüdeerivate mikroobide kolooniatega. See veenev töö näib küsimust sedapuhku maagi biogeense tekke pooldajate kasuks otsustavat.

Põhjavee rauaühendeist välja sadestudes kontsentreerub järve-  
maak teatava algus- ehk initsiaalmaterjali, tuuma ümber. Tuumaks

võib olla kas orgaaniline materjal: allo- ja autolimiline förna, koprogeensed moodustised, mikroskoopiliste organismide skeletid ja limuste kojad, või anorgaaniline: liiv ja kruus.

Vagula järvemaagi initsiaalmaterjaliks on kruusaterad ja osalt limuste (*Anodonta*, *Unio*, *Valvata* jt.) kojad ja kodade killud. Erandiks on lõunakalda leiukoha püssirohimaak, kus tuumadeks on peened liivaterad. Seega moodustab meie maak, omades osaliselt tuumaks limusekodasid ja nende fragmente, erijuhu, mis vaid lokaalselt, lubjarikastel aladel esineb ning Fennoskandia lubjavaesete järvede rikaste maagilademete moodustamisel mingit tähtsust ei oma. Limustekodasid maagi initsiaalmaterjalina on seni kirjeldatud (N a u m a n n'i järgi) näit. Taanimaalt Furesö'st ja Saksamaalt Madü järvest, Starnberger'i järvest ja Spree jõest.

Maakide morfoloogiliseks klassifitseerimiseks kasustatakse peamiselt vanadelt Fennoskandia maagikogujatelt teaduslikku kirjandusse võetud nimetusi. Nii eristatakse, olenedes terasuurusest, kerakujuliste konkretsioonidega püssirohi-, haavel- ja hernesmaaki, ketakujulist müntmaaki, enam-vähem neerjat ubamaaki, käävmaaki, nurgelistest tükkidest koosnevat kantmaaki, toru- ja rennmaaki, kilpmaaki, järvepõhjas suuri koorikuid moodustavat kakkmaaki jne.

Maagi lõppkuju määrab ühest küljest selle tuuma iseloom, teisest küljest aga selle asend maakimoodustavas settes. Nende kahe teguri koostoimiga on seletatav mitmet tüüpi maagi esinemine samas järves. Nii leiame Vagulast eri leiukohtadelt, kas enam-vähem puhtalt või üksteisega segunenult püssirohi-, hernes-, mugul- (suuremate kerajate konkretsioonidega), uba-, münt-, kilp- ja kantmaaki (44. ja 48. joon.). Konkretsioonid on järvevaagile omase kontsentrialse ehitusega, kusjuures enamasti vahelduvad pehmemad, heledamad, kaneelpruunid ja kõvemad, tihkemed nelkpruunid kihid.

Soomes ja eriti Rootsis suurt tähtsust omanud järvevaagi kogumine ja sellest raua sulatamine osutab möödunud sajandi 60-st aastatest alates järjekindlat langust. Nii ammutati Rootsis 1920. a. veel ainult 4653 tonni järvevaaki 1861. a. kogutud 11 539 tonni asemel. Hulgast järvevaagi kogumise ja sellest raua sulatamisega Rootsis teetsenud ettevõteteist töötas viimaseil aastail veel ainult üks. Kuid seegi, vaatamata kogumisviisi moderniseerimisele ja mehhaniseerimisele, pole võistlusvõimeline, kuigi saadud metall osutab häid omadusi valurauana.

Major W a n g e n h e i m v o n Q u a l e n, käsitles dr. L u c e poolt mainitavaid rauakivikaevandusi Võhma küla juures ja K r u s e teateid vanadest rauasulatusahjudest Kiidemetsa juures (mõlemad Saaremaal), jõuab otsusele, et Võhma läheduses kunagi rauasulatusahjud on olnud, kus rootslased ümbruskonnas rohkesti leiduvaist rauakivist rändkividest rauda on käinud sulatamas. C. G r e w i n g k mainib vaid sooraua kasustamist Kuramaal, kus XVII ja XVIII sajandil seitsmes kohas rauasulatusahjud töötasid. Seega puuduvad andmed, et Eestis järvevaaki eespool-mainitud otstarbeks oleks kasustatud.

Kuid võimalik oleks ehk järvevaagi tarvitamine sooraua asemel bensiini rafineerimisel. Katseid eesti toorbensiini sooraua abil väävlit vabastada on toimetanud Riiklik Põlevkivitööstus ja Tartu ülikooli õlikivide uurimise laboratoorium. Prof. P. K o g e r m a n'i andmeil õnnestus, kasustades redutseeritud soorauda kontaktainena, viia toorbensiinis sisalduva väävli hulga, olenedes katsetingimustest, 1,48 protsendilt 0,84—0,006 protsendile; seejuures oli

toorbensiini kadu 7,5—16%. Mõeldav tohiks olla ka oolri jahvatamine järve-maagist. Minu palvel tehnoloogia-laboratooriumis toimetatud eelkatsetel saadi Vagula järve maagist kuni 50% hea katmisvõimega tumepruuni värvi.

Lõpuks olgu tähendatud, et tagasihoidlik sügavus, lai ja taimerikas kalda-ala, toitesoolade- ja lubjarikkus (1 liitris vees 61,3 mgr CaO), vee kollakas-roheline värvus, väike läbipaistvus (2—4 m), rikkalik taimplanktoni esinemine ja rida teisi tunnuseid iseloomustavad Vagulat eutroofse järvena. Rohke järve-maagi esinemine viiab aga siderotroofiale. (Kuivõrra viimane avaldab mõju põhjafaanale, peab näitama edaspidine materjali läbitöötamine.) Seega esindaks Vagula järv huvitavat juhtu, kus siderotroofia — vastandina tavalisele kombinatsioonile harmoonilise oligotroofiaga või düstroofiaga — on ühendatud eutroofiaga.

**Kirjandust:** C. Grewingk. Uebersicht der Mineralien und Gesteine Liv-, Est- und Kurlands und ihrer Nutzbarkeit. — Sitzungsber. d. Naturf.-Ges. bei d. Univ. Dorpat, Bd. 8, H. 1. 1886. P. Kogerman. Desulphurisation of Estonian Shale Oil. — Journ. of the Inst. of Fuel, Vol. V, Nr. 22, 1932. Fr. Lenz. Biologie der Süßwasserseen. — Biolog. Studienbücher IX, 1928. E. Naumann. Södra och mellersta Sveriges sjö- och myrmarker (saksakeelse kokkuvõttega). — Sveriges Geol. Unders. Arsbok, 13 k. Nr 6, 1922. E. Naumann. Ueber die Seerbildungen der Spree in der Nähe von Berlin. — Arch. f. Hydrob., Bd. XIII, 1922. E. Naumann. Die Bodenablagerungen der Seen. — I. V. L., Bd. IV, 1929. E. Naumann. Einführung in die Bodenkunde der Seen. — Die Binnengewässer, Bd. IX, 1930. E. Naumann. Grundzüge der regionalen Limnologie. — Die Binnengewässer, Bd. XI, 1932. B. W. Perfiljev. Die Rolle der Mikroben in der Erzbildung. — I. V. L., Bd. III, 1927. B. W. Perfiljev. Zur Mikrobiologie der Bodenablagerungen. — I. V. L., Bd. IV, 1929. Wangenheim von Qualen. Ueber die alten Eisenerzgruben bei Wechma auf der Insel Oesel. — Correspondenzbl. d. Naturforsch. Vereins zu Riga, 3. Jahrg., Nr 1, 1849.

### Summary.

The treatise deals with the first find of lake-ore in an Estonian lake. Morphological data and a short characteristic of Lake Vagula, where the lake-ore was found, are given. A number of features characterize Vagula as a eutrophic lake, the occurrence of a considerable amount of lake-ore is, however, characteristic of siderotrophia. Thus, Lake Vagula presents an interesting case, where siderotrophia is combined with eutrophia.

The lake-ore was found at a depth of 2 to 8 m., a more considerable amount of the ore was found at a depth of 3 to 6 m. It occurred more or less pure or mixed as gunpowder-, pea-, bulb-, bean-, shield-, and angular-ore. The concretions consist of alternate softer cinnamon-brown and harder clove-brown concentric layers. In some places the diameter of the largest concretions reaches, e. g., 8, 15, 18, 26, 29, 60, 82, 102 mm. The initial material consists of sand and gravel-grains, partly, however, of mollusc shells and their fragments. The qualitative analysis of the ore taken from a depth of 5.5 and 8 m. is given on page 93. The amount of water, iron, and manganese was determined quantitatively; the result of the analysis is given in the table on page 94. The Vagula lake-ore contains a very high (the average of two analysed samples was found to be 49.95%) and unvarying percentage of iron. The amount of manganese contained varies considerably, the average of two samples being 4.53%. It is supposed that the formation of the lake-ore in Lake Vagula may be due to the iron of the Devonian bedrock, carried into the lake by springs. With regard to the importance of microbes in

the formation of lake-ore the theory of a biogenetic formation is preferred. In conclusion the possibility of utilizing lake-ore in the desulphurisation of crude petrol and in the production of dyes is referred to.

Fig. 44. Concretions of the Ore from Lake Vagula, (taken from various places) about  $\frac{2}{3}$ .

Fig. 45. Gunpowder-ore from Lake Vagula. Siftings from the finding-place on the south shore (in fig. 46 marked by a white circle). About  $10 \times$ .

Fig. 46. Map of Lake Vagula. Depths are marked by isobats 1—11; the locations of bottom samples containing lake-ore are marked by circles (the white circle marks the finding-place of gunpowder-ore, large black circles mark a rich body of lake-ore, small black circles — a poor one; the vertical hatching marks the area, where the lake-ore is supposed to lie).

Fig. 47. Shield-ore from Lake Vagula. Bottom deposit taken at 5 m depth. Natural size.

Fig. 48. Pea-, Bean-, Bulb-, and Angular-ore from Lake Vagula. Bottom deposit taken at 4,25 m depth. Natural size.

A  
i  
A-7366  
26