

SUOMEN GEOLOGINEN TOIMISTO

# GEOTEKNILLISIÄ TIEDONANTOJA

N:o 20

## JÄRVIMALMIT

ERAISSA PUSULAN, PYHAJARVEN, LOPEN,  
SOMERONIEMEN JA TAMMELAN JÄRVISSÄ

TEHNYT

B. AARNIO

---

HELSINKI 1917

SUOMEN GEOLOGINEN TOIMISTO

# GEOTEKNILLISIÄ TIEDONANTOJA

N:o 20

## JÄRVIMALMIT

ERAISSA PUSULAN, PYHÄJÄRVEN, LOPEN,  
SOMERONIEMEN JA TAMMELAN JÄRVISSÄ

TEHNYT

**B. AARNIO**



**HELSINKI 1917**

SUOMEN SENAATIN KIRJAPAINO





## Sisällys.

	siv.
<b>Johdanto:</b>	
<i>Järvimalmien esiintyminen</i> .....	7
<i>Järvimalmien kokoomus</i> .....	10
<i>Järvimalmien syntyminen</i> .....	14
<b>Järvimalmit eräissä Pusulan, Pyhäjärven, Lopen, Someroniemen ja Tam-</b>	
<b>    melan pitäjien järvissä</b> .....	19
<i>Seudun yleinen luonne</i> .....	19
<i>Vuoriperä ja irtonaiset maalajit</i> .....	21
Heinäjärvi .....	21
Salovesi .....	28
Saarijärvi .....	30
Antiainen .....	31
Vaherma .....	32
Onkima .....	35
Vuotinainen .....	37
Punelia .....	39
Sakara .....	41
Salkolanjärvi .....	42
Liesjärvi .....	43
Oksjärvi .....	46
Kuivajärvi .....	48
Pyhäjärvi .....	49
Kaukjärvi .....	51
<i>Järvimalmien muodostuminen</i> .....	52
<i>Järvimalmien vanheneminen</i> .....	56
<i>Järvimalmien kokoomus</i> .....	59
<i>Järvimalmien uudistuminen</i> .....	61





**K**artotukset kysymyksessä olevaan tutkimukseen ovat tehdyt kesällä 1916, analysit talvella 1916—1917 ja kokeelliset työt talvella 1915—1916. Kartotuksissa on ollut apuna Herra B. Lönnroth ja piirustukset tehnyt Neiti Greta Hall.





## Johdanto.

### Järvimalmien esiintyminen.

Rautaoksidia geelinä tavataan eräiden maanlaatumuodostumien rikastumistasossa, jossa se ympäröi kivennäisrakeita ja iskostaa ne joskus kivi kovaksi muodostumaksi, sekä soissa ja järvissä. Näitä eri muodostumia, joissa rautaoksidi on saostunut hyytelömäisenä geelinä, kutsutaan ortmaaksi ja ortkiveksi, suo- ja järvimalmiksi. Joskin näitä tavataan eri paikoissa ympäri maapalloa, esim. lateriitti- ja podsolimaanlaaduissa,<sup>1)</sup> näyttää kuitenkin todenmukaiselta, että varsinkin suo- ja järvimalmia on runsaammin verrattain rajoitetuilla alueilla, joista Fenno-Skandia ja Pohjois-Amerika ovat tärkeimmät, varsinkin kun otetaan huomioon vain järvimalmit. Järvimalmit ovat nimittäin ominaisia seuduille, joissa on karkearakeisia maalajeja ja joissa ilmasto on verrattain kylmä ja suhteellisesti kostea. Sellainen ilmasto vaikuttaa, että organiset aineet kuten kasvien jätteet mätänevät hitaasti ja muodostavat turvekerrostumia, jotka peittävät kivennäismaalajeja ja kasaantuvat kosteihin paikkoihin soiksi.<sup>2)</sup> Samanlaiset olosuhteet vallitsevat Fenno-Skandian ulkopuolella Pohjoissaksan tasangon diluvialialueella, jossa tavataan runsaasti rautaoksidikasaumia (Raseneisenstein), vieläpä järvimalmiakin.<sup>3)</sup> Yhdenmukaisia Fenno-Skandian järvimalmien kanssa ovat niinkään Kanadassa huomattut löydöt.<sup>4)</sup>

Lähempiä kuvauksia niistä olosuhteista, missä järvimalmia on, puuttuu melkein kokonaan.

---

<sup>1)</sup> B. Aarnio: Über die Ausfällung des Eisenoxids und der Tonerde in finnländischen Sand und Grushöden. Suomen Geol. Toimiston Geotekn. Tiedonantoja N:o 16 s. 1—6.

<sup>2)</sup> F. M. Stapff: Über die Entstehung der Seeerze. Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellschaft 18, 1866 s. 88.

<sup>3)</sup> W. Weltner: Über den Tiefenschlamm, das Seerz und über Kalkstein-aushölungen im Madüsee (Pommern). Arch. f. Naturgeschichte Bd 1, 1905 s. 284.

<sup>4)</sup> J. F. Kemp: The Ore Deposits of the United States and Canada s. 90—91.



Ruotsista mainitsee Cronquist<sup>1)</sup>, että järvimalmia on Kolsnaren järvässä 2,4—3,6 m syvällä, 3—30 m leveydeltä ja noin 10 km pituudelta yhdensuuntaisesti rannan kanssa. Virenjärvässä on sitä 3—4,8 m syvällä. Nörregaardin<sup>2)</sup> mukaan on Smålandissa järvimalmia Vidästern, Bolmen y. m. järvässä. Seutu on suhteellisesti heikosti epätasaista, mutta järvirikasta. Järvet kuuluvat »suomalaiseen tyyppiin»; ne ovat suhteellisesti matalia sekä saari- ja lahtirikkaita. Maalajit ovat pääasiallisesti moreenihiekkaa ja moreenisoraä. Vuoriperä on harmahtavaa rauta-gneissia, dioriittia ja dioriittiliusketta.

Wesenberg-Lundin<sup>3)</sup> mukaan on useimmissa Tanskan järvässä vähän malmia papumalmia; runsaammin on sitä vain Fure- ja Tjustrupjärvässä. Malmia on pääasiallisesti vain simpukankuorivyöhykkeessä, sen alaosassa. Veden syvyys on noin 8—11 m. Rautaoksiidi on saostunut simpukankuorille, muodostaen konsentrisia renkaita, niin että valkea simpukan kuori vähitellen kokonaan häviää ja jällelle jää papumalmi. Missä järven pohja oli mustaa, haisevaa mutaa, ei malmia huomattu. Malmilöytöpaikoilla oli pohja saven ja kalkinpitoista.

Samanlaisia malmimuodostumia on Weltner<sup>4)</sup> huomannut Madüjärvässä Pommerissa, jossa rautaoksiidi ympäröi simpukankuoria ja kiviä.

Inostranzewin<sup>5)</sup> mukaan on Aunuksen läänissä silloisten tutkimusten mukaan rautamalmia 165 järvässä. Toisten tutkimusten mukaan on malmi eräissä näissä järvässä savipohjalla. Savi lepää joko suoraan vuoriperän päällä tahi on siitä soran erottama. Malmi esiintyy tavallisesti järven pohjassa korkeammilla, verrattain tasasilla paikoilla; syvemmissä osissa on lietettä. Lietteisillä paikoilla ei ole malmia. Sitä on 2—16 m syvällä ja 10—25 cm paksulta.<sup>6)</sup>

Suomessa on järvimalmia sadoissa järvässä. Kuten oheenliitetystä kartasta käy selville, ovat malmipitoiset järvet melkein yksinomaan maan keski- ja itäosissa, jotavastoin rannikolla on vain hyvin

<sup>1)</sup> A. W. Cronquist: Om sjömalmsfyndigheten i Kolsnaren, Viren och Högsjön i Södermanlands län. Geol. För. i Stockholm Förhandl. Bd 5, 1880—1881 s. 402—414 ja Om ockerlager vid Stråsjö i Jerfsö och Färila socknar i Helsingland. Geol. För. Förhandl. 1886 s. 214—220.

<sup>2)</sup> E. M. Nörregaard: Om Sömalmen og dens Anvendelse till Jernframstilling. Sten och Cement, Svensk tidskr. f. prakt. Geologi 1916, s. 50.

<sup>3)</sup> C. Wesenberg-Lund: Studier over Sökalk, Bönnealm og Sögytje i danske Indsöer. Meddelelser fra Dansk geolog. För. N:r 7, 1901, s. 79—83.

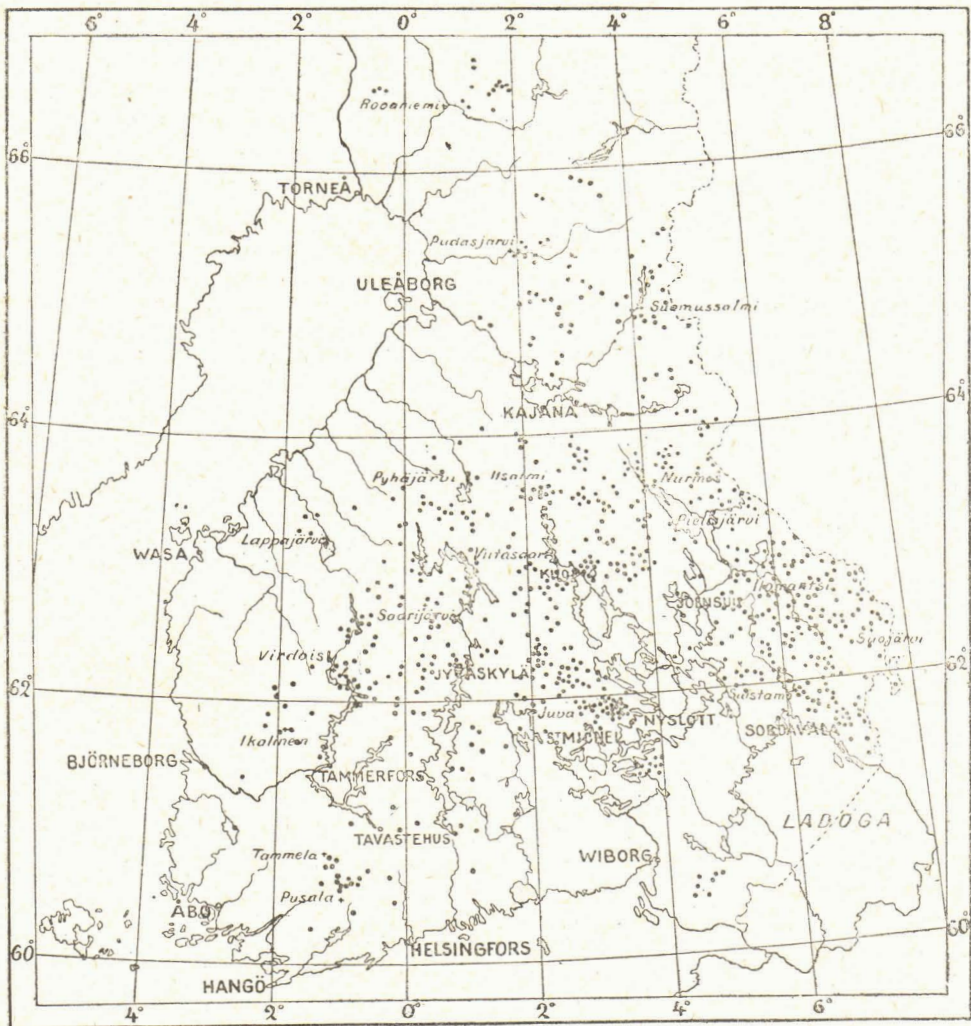
<sup>4)</sup> W. Weltner: op. c. 284—289.

<sup>5)</sup> A. A. Иностранцевъ: Геологическій очеркъ Повѣнецкаго уѣзда Олоуцкой губернии. Матеріалы для геологii Россii. 1877 s. 714.

<sup>6)</sup> K. Bogdanowitsch: The Iron Ore Resources of the World, I. Stockholm 1910 s. 518.

harvoissa järvissä malmia. Eteläosassa maata on malmia vain Pusan, Tammelan ja Lopen pitäjissä, varsinkin seudulla, jossa nämä pitäjät koskevat toisiinsa. Malmipitoiset järvet sijaitsevat siis pää-

*Kartta tärkeimmistä järvimalmöydöistä Suomessa.<sup>1)</sup>*



Kuv. 1.

• Järvimalmia.

<sup>1)</sup> B. Aarnio: op. c. s. 5.



siällisesti seuduissa, joissa sora- ja hiekkamaalajit vallitsevat, jota vastoin ne ovat harvinaisia alueilla, joissa savimaat ovat yleisiä.<sup>1)</sup>

C. Rinmanin<sup>2)</sup> mukaan on malmia lahdissa ja matalilla paikoilla 2—3 usein monen kyynärän syvyydessä, 2—3 kapanalan laajuudelta. Malmi voi joskus olla levinnyt yli koko järven pohjan, mutta on silloin tavallisesti epäpuhdasta.

J. Aschanin mukaan syntyvät järvimalmi hitaasti juoksevien virtojen läheisyydessä, jotka jakautuvat seisoviksi lätäköiksi, tahi järvissä, jotka saavat vetensä niihin juoksevista virroista. Malmia ei tavallisesti ole matalammalla kuin 0,8 m eikä syvemmällä kuin 5 m. Joskus sitä on saatu aina 12 m. syvältä, mutta on se silloin klastillista ja arvotonta (De bestå dock af den klastiska, värdelösa skorpmalmen.)» Hänen mielestään johtuu tämä siitä, että veden paino estää raudanpitoisia lähdesuonia purkautumasta syvemmällä. Järvimalmia on yleensä loivilla rannoilla, yhdensuuntaisesti kaislikkojen ja ruohistojen kanssa ja karien ympärillä, mutta on sitä myös löydetty joista ja merestä. Manganipitoisemmat malmit syntyvät pehmeällä, liejuisella pohjalla, jossa kasvaa kaislaa, rautarikkaamat taasen kovilla ruokoa kasvavilla rannoilla. Saraa kasvavilla rannoilla ei ole malmia.<sup>3)</sup>

### Järvimalmien kokoomus.

Järvimalmien kokoomus vaihtelee verrattain ahtaissa rajoissa. Varsinaisina aineosina ovat rautaoksidi, jonka ohessa usein tavataan manganiyhdistyksiä, luultavasti oksidimuodossa, sekä organisia aineita. Muita aineita on vaihtelevassa määrässä ja riippuu niiden paljous suureksi osaksi siitä, miten paljon lieteosia on sekaantunut malmiin. Jos analysit tehdään siten, että silikaattienkin aineosat määrätään, saadaan luonnollisesti suurempi määrä aineita, mutta tavallisestihan nämät eivät oleellisesti kuulu malmeihin, vaan riippuu niiden määrä hyvinkin paljon niistä olosuhteista, missä malmit ovat syntyneet. Tällaiset kokonaisanalysit eivät olekaan omiaan selvittämään järvimalmien kokoomusta, sillä niistä on mahdoton saada selville, mitkä ainesosat ovat saostuneet liuoksista ja mitkä kuuluvat silikaattimineraaleihin.

<sup>1)</sup> B. Aarnio: op. c. s. 4—6.

<sup>2)</sup> C. Rinman: Berättelse, ingiven till Hgl. Kgl. Bergs-Collegium, om en uppå dess befallning uti Savolax och Carelen verkställd förrättning år 1792. Stockholm 1794, s. 89.

<sup>3)</sup> J. Aschan: Om några förekomster af manganrik sjömalin i norra Savolax. Teknikern 1906 s. 78—80.

Senftin <sup>1)</sup> mukaan sisältävät suo- ja järvimalmit sekä limoniittimuodostumat hiekkaa 0—60 pros., rautaoksidia 20—82 pros., alumiinioksidia 0—5 pros., piihappoa 0—14 pros., fosforihappoa —10 pros. ja edelleen organisia aineita.

Stapff <sup>2)</sup> julkaisee muutamia analyysejä, joista otettakoon hänen ilmaisemansa keskiarvot 30 Svanbergin tekemästä järvimalmi- ja 2 suomalmianalysista Ruotsista.

	min.	maks.	keskiarvo
Fosforihappoa .....	0.051	1.213	0.476
Rikkihappoa .....	jälkiä	0.430	0.070
Kalkkimaata .....	0.266	3.095	1.366
Talkkimaata .....	0.021	0.731	0.192
Savimaata .....	1.232	7.894	3.581
Piihappoa.....	5.488	41.258	12.639
Rautaoksidia .....	43.225	75.685	62.566
Manganioksidia .....	0.463	34.715	5.578
Vettä (ja org. aineita) .....	7.576	17.814	13.532
		Summa	100.000

A. W. Cronquistin <sup>3)</sup> mukaan on keskiarvo 38 järvimalminäytteestä Kolsnaren- (I) ja Virenjärvestä (II):

	I	II
Hehkutustappio .....	12.6	11.1
Piihappoa.....	22.2	22.1
Rautaoksidia .....	54.0	52.4
Savimaata .....	3.2	3.8
Manganioksidulioksidia.....	3.2	5.4
Kalkkia .....	2.0	2.8
Magnesiaa .....	2.0	2.1
Rikkiä .....	0.07	0.06
Fosforia .....	0.12	0.93
	Summa 99.39	100.69

W. Weltnerin <sup>4)</sup> mukaan on Madjärven järvimalmilla senraava kokoomus (analys. Tri Winter):

<sup>1)</sup> F Senft: Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen als Erzeugungs-mittel neuer Erdrindelagen. Leipzig 1862 s. 175.

<sup>2)</sup> F. M. Stapff: Om sjömalms uppkomst. Jernkontorets annaler. 1865, s. 94

<sup>3)</sup> A. W. Cronquist: op. c. s. 402.

<sup>4)</sup> W. Weltner: op. c. s. 239.



Rautaoksidia .....	38.33
Manganioksidia .....	6.25
Piihappoa .....	13.91
Fosforihappoa .....	3.60
Rikkihappoa .....	0.04
Savimaata .....	0.81
Hiilihappoista kalkkia .....	8.25
» » magnesiaa .....	0.98
Org. aineita + vettä .....	27.85
	100.02

Suomalaisista järvivalmista on J. Aschan<sup>1)</sup> tehnyt 18 analysiä. Malmit ovat Onkivedestä (1—9), Nerkotjärvestä (10—11), Paloisenjärvestä (12—13), Kilpijärvestä (14—16), Palaisjärvestä (17) ja Kirmajärvestä (18) Iisalmen läheltä. Malmit olivat olleet huoneenlämmössä 2 kuukautta ennen analysoimista. Rauta-, mangani-, fosfori- ja kalkkipitoisuus määrättiin titreeraamalla kameleonliuoksella. Mangani, kalkki ja magnesia erotettiin raudasta, aluminiumista ja fosforista asetaatti menettelytavalla; mangani saostettiin bromilla kalkki- ja magnesioliuoksesta. Organista ainetta, hiilidioksidia ja alkaleja ei määrätty.

Taul. 1.

N:o	H <sub>2</sub> O 155°C	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S.	S. laskettu SO <sub>3</sub> :na	Summa <sup>2)</sup>
1	21.93	12.9	20.47	40.30	0.53	1.1	0.75	0.32	(0.06)	0.15	98.45
2	16.01	14.18	39.48	27.24	0.78	0.68	0.62	jälkiä	—	—	98.99
3	15.22	14.42	56.95	7.85	1.43	3.16	0.44	»	—	—	99.47
4	15.64	11.51	48.81	20.01	0.91	1.89	0.58	»	—	—	99.35
5	18.68	12.1	29.88	36.32	0.89	1.73	0.99	»	—	—	100.59
6	15.31	13.33	43.0	28.40	0.95	0.9	0.59	»	—	—	102.48
7	23.8	12.9	25.83	36.1	0.73	1.04	0.36	»	—	—	100.14
8	12.86	8.68	69.47	3.28	1.25	1.9	0.52	0.37	—	—	98.33
9	17.78	19.42	26.27	32.87	0.45	1.73	0.55	jälkiä	—	—	99.07
10	17.98	9.67	42.05	25.03	0.9	4.02	0.18	»	—	—	99.83
11	11.42	13.12	43.98	25.78	0.74	2.66	0.48	0.19	—	—	98.37
12	14.64	6.37	66.99	7.53	1.2	2.3	0.23	jälkiä	—	—	99.26
13	18.38	13.4	37.43	26.51	0.9	2.25	0.51	0.32	—	—	99.70
14	11.12	8.78	62.81	12.44	1.16	2.0	0.47	jälkiä	—	—	98.78
15	10.61	10.0	61.08	11.45	1.59	2.94	0.39	0.21	—	—	98.27
16	16.7	10.59	46.9	19.99	0.74	2.63	0.59	0.34	—	—	98.48
17	12.61	7.07	67.73	9.63	0.77	2.01	0.42	jälkiä	—	—	100.24
18	16.73	6.97	27.84	46.24	1.0	0.63	0.67	»	(0.06)	0.15	100.23

<sup>1)</sup> J. Aschan: op. c. s. 79.

<sup>2)</sup> Yhteenlaskenut B. Aarnio.

J. Aschanin julkaisusta ei käy selville, tarkoittaako piihappo liukenemattomia mineraaleja malmissa, vai ovatko analysit tehdyt silikaattianalyysin mukaan. Kuitenkaan ei ole otaksuttavaa, että malmeissa olisi happoon liukenevaa piihappoa näin suuria määriä. Analyseistä saattaisi otaksua, että malmeissa olevat mineralit olisivat suureksi osaksi kvartssia. Kun nim. tarkastellaan analysien summia ja otetaan huomioon, että organiset aineet ovat määräämättä ja että vesi 155° C poistuu ainoastaan osaksi, niin on selvää, ettei alkaleja näistä analyeseistä päättäen ole juuri nimeksikään. Aluminiummäärä olisi siis kokonaan sidottu kalsiumiin kalkkimaasälpänä, joka ei ole todenmukaista. Myös organisia aineita olisi malmeissa hyvin vähän, korkeintaan 1,5 prosenttia. Mihinkä määräämättä jääneet aineet mahtuisivat analyeseissä N:ot 5, 6, 7, 10, 13, 17, ja 18, on vaikea ajatella. Myös manganimäärät ovat kovin korkeat, aina 46 prosenttia. K. Bogdanowitschin mukaan on esim. venäläisissä (karjalaisissa) järvimalmeissa sitä korkeintaan 20,18 pros. laskettuna Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:na. <sup>1)</sup>

J. Aschanin mukaan vaihtelee Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 20—67,7 pros. ja MnO<sub>2</sub> 3—46 pros. Rauta ja mangani näyttävät korvaavan toisensa, sillä niissä malmeissa, joissa on paljon rautaa on vähemmin mangania ja päinvastoin, seuraamatta kuitenkaan tarkalleen tätä sääntöä.

Selvemmän kuvan järvimalmeista olisi epäilemättä saanut, jos malmia muodostavat aineet, rauta ja mangani, olisivat määrättyt erikseen ja happoihin (HCl, HNO<sub>3</sub>) liukenemattomat silikaattimineralit erikseen. Puutteena on myös pidettävä, ettei organisia aineita ole määrätty.

Suomalaisista järvimalmeista on tehty muutamia analyesejä, joista on määrätty vain rauta, mangani ja humus.<sup>2)</sup>

Taul. 2.

Malmilaji	Löytöpaikka	Fe <sub>2</sub> O %	MnO %	Humus %
Rahamalmia .....	Pahkalahti, Jukajärvi	64.45	2.01	3.17
Hernemalmia .....	Vuotjärvi, Nilsjä	58.56	0.00	3.76
> .....	Ylänurmes, Nilsjä	56.53	2.29	2.90
> .....	Ylä- ja Alapieksä, Nilsjä	46.04	7.07	3.59
> .....	Kaavinjärvi, Tuusniemi	46.02	5.00	2.98
Rahamalmia .....	Yläluostajärvi, Rautavaara	45.71	2.14	3.27
Hernemalmia .....	Viianselkä, Riistavesi	44.21	6.61	3.61

<sup>1)</sup> K. Bogdanowitsch: op. c. s. 518.

<sup>2)</sup> B. Aarnio: op. c. s. 25.



Näissä analyiseissä on rauta määrätty siten, että malmi on sulatettu kaliumibisulfaatissa ja  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  määrätty kameleonliuoksella, mangani kolorimetrisesti ja humus element. analysillä.

### Järvimalmien syntyminen.

Rautaoksidimuodostumien— ortkiven, suo- ja järvimalmien— syntymisestä on useita eri teorioja aikojen kuluessa kehittynyt <sup>1)</sup> Kuitenkin ovat näistä vain muutamat pysyneet voimassa. Jo C. Sprengel <sup>2)</sup> selitti näiden synnyn siten, että hiilihappoinen sadevesi tunkeutuu maahan, liuottaa humusrikkaasta ylimmästä kerroksesta humushappoja ja hiilihappoa, jotka taasen liuottavat alla olevasta kerroksesta rautaoksidia, rautaoksidulia ja fosforihappoista rautaoksidia. Kun vesi jää seisomaan, hapettuu hiilihappoon liuennut rautaoksiduli ja saostuu rautaoksidihydraattina. Veden haihtuessa saostuvat humushappoinen ja fosforihappoinen rautaoksidi ja sekaantuvat rautaoksidihydraatin kanssa. Myös saattavat humushapot hapettua hiilihapoksi ja rautahydraatti ilman vaikutuksesta saostua, tahi humushappoinen rautaoksiduli hapettua liukenemattomiksi oksidisuoloiksi <sup>3)</sup>.

Näistä teorioista on huomattava, että rautakarbonaattimuodostumia on meillä hyvin vähän tavattu. Jos nämät muodostumat taasen olisivat humaatteja, tulisi humusaineiden ja raudan välillä vallita edes jonkinlaiset pysyvät suhteet, joita analyttisesti ei ole voitu todeta. <sup>4)</sup>

Viime aikoina ovat yhä useammat tutkijat tulleet siihen tulokseen, että tämä raudan vaeltaminen ja saostuminen seuraisi kolloidi lakeja. Rautaoksidi olisi maaliuoksissa dispergoituneena ja sen saostaisivat varsinkin humus aineet ja elektrolyytit. Rautaoksidikausat eivät siis olisi varsinaisia kemiallisia yhdistyksiä, vaan seoksia, joilla ei ole mitään konstantteja suhteita toisiinsa, vaan joissa eri aineksien määrä vaihtelee verrattain laajojen rajojen sisällä. Tämä tosiasia onkin analyttisesti todistettu. <sup>5)</sup>

Senjälkeen kun Ehrenberg <sup>6)</sup> oli löytänyt soista Berlinin lähis-

<sup>1)</sup> B. Aarnio: op. c. s. 27—37.

<sup>2)</sup> C. Sprengel: Die Bodenkunde, Leipzig 1844, s. 103.

<sup>3)</sup> F. M. Stapff: op. c. s. 137—140. Ad. Mayer: Bleisand und Ortstein, Die landw. Vers. Stat. Bd. 58. 1903. s. 168.

<sup>4)</sup> B. Aarnio: op. c. s. 34.

<sup>5)</sup> B. Aarnio: op. c. s. 35—36.

<sup>6)</sup> Ehrenberg: Vorläufige Mitteilung über das wirkliche Vorkommen fossiler Infusorien und ihre grosse Verbreitung. Pogg. Ann. 38. 1836. s. 217.



töllä infusorioita, Gaillonella ferruginea, ja otaksunut, että näillä oli tärkeä osa suomalmien syntymisessä, ovat useat tutkijat oletaneet, että bakteerit vaikuttaisivat rautaoksidimuodostumien ja järvimalmien syntymiseen.

F. Cohn <sup>1)</sup> tutki hyvin kehittyneitä bakteerioita, *Crenothrix polyspora*, jotka aluksi olivat värittömiä, mutta myöhemmin keltasia tai ruskeita. Kun hän oli todennut, että ruskea väri johtui rautaoksidista, otaksui hän että rautaoksidi saostui soluihin samalla tavalla, kuin piihappo piilevien panssariin. Zapf taas arveli, että tämä ilmiö olisi puhtaasti mekaaninen, samalla tavoin kuin esim. värin saostuminen liuksesta, jos väriliuos asetetaan ruokaliivan yhteyteen. <sup>2)</sup>

Winogradsky <sup>3)</sup> on tutkinut rautabakteereja, varsinkin *Leptothrix ochracea*, ja tavannut niitä rautaokrakasaumista soista ja niityiltä. Erittäin runsaana ja puhtaana hän on löytänyt niitä rautaoksidulipitoisista ( $\text{FeCO}_3$ ) rautalähteistä ja huomannut, että niitä on sitä runsaammin, mitä oksidulipitoisempi vesi on.

Kokeiden avulla hän on määrännyt ne olosuhteet, missä rautabakteerit viihtyvät ja tullut seuraaviin tuloksiin:

1) Bakteerien ruskeaksivärjäytyminen tapahtuu vain rautaoksidulipitoisessa vedessä, rautaoksidulin hapettumisen kautta itse nauhojen aineessa.

2) *Leptothrix*nauhat kasvavat vain silloin, kun rautaoksidulia säännöllisesti viedään liukseen.

3) *Leptothrix* kasvaa liuksessa, jossa on pieniä määriä organista ainetta (0,005—0,01% voihappoista kalkkia tai etikkahappoista natronia). Hänen mielestään ei rautaoksidin saostuminen bakteereissa johdu aineenlisäntymisestä soluissa, vaan muodostuneitten aineenvaihdostulosten kasautumisesta. Kun rautabakteerit kasvavat ainoastaan niinkauan, kun rautaoksidulin hapettuminen niiden soluissa tapahtuu, päättää hän siitä, että näiden elämänprosessi jatkuu rautaoksidulin hapettuessa rautaoksidiksi vapaaksitulleen lämmön («*actuelle Energie*») kustannuksella.

Winogradskyn mielestä on rautabakteerien tehtävä luonnossa erittäin mieltäkiinnittävä. «Ne tavattomat rautamalmikerrostumat, jotka tunnetaan suo-, järvi-, niittymalmin j. n. e. nimellä, ovat hyvin luultavasti pidettävät näiden organismien työn tuloksena.»

<sup>1)</sup> F. Cohn: Über den Brunnenfaden (*Crenothrix polyspora*). Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd 1. H. 1. s. 119.

<sup>2)</sup> S. Winogradsky: Über Eisenbakterien. Bot. Zeit. 1888 s. 261—262. Zapfin alkuperäinen teos ei ole ollut käytettävissäni.

<sup>3)</sup> S. Winogradsky: op. c. s. 263—270.



O. Aschanin <sup>1)</sup> mielestä taasen ei tällainen rautaoksidulin hapettumisen kautta vapaaksi tullut energia ole baktereille välttämätön eikä edes luultavakaan, kun kerta niille on tarjolla valmiiksi rakennettu (syntetisoitu) aine, humushapot.

Järvimalmien syntyminen ajattelee hän tapahtuvan siten, että rautabakteri asettuu jollekin hiekkarakeelle ja käyttää hyväkseen järviin tullutta ferrihumaattiliuosta sekä purkaa ympärilleen sen osan ravitsevaa ainesta, jota se ei voi käyttää hyväkseen, nimittäin vedentäyttöistä rautaoksidia, jossa on vähän humusaineita. Malmi antaa sen lisäksi suojaa organismeille. Sen huokosissa kehittyi sukukunta toisensa jälkeen ja muodostaa konsentrisesti uusia malmikerroksia. Kun järvimalmit ovat verrattain kovia, ajattelee hän senkin bakteerien työksi. Malmia muodostavat organismit vaikuttaisivat siis ensin liuenneen ferrohumaatin hapettumisen, sitten muodostuneen rautahumaatin koaguloitumisen ja vihdoin sen hitaasti tapahtuvan muuttumisen kovaksi järvimalmiksi, tahti tapahtuvat nämät prosessit eri lajien avulla.

H. Molischin <sup>2)</sup> mukaan menestyy *Leptothrix ochracea* ilman rautaa ja mangania organisessa ravintoliuoksessa. Tästä hän päättää, vastoin Winogradskyn tuloksia, että rauta ravintofysiologisesti on rautabaktereille ilman merkitystä, jota vastoin kuorella on pätehtävä, siten että se toimii kuten filtrumi, joka pitättää otetut rautayhdistykset ja tarpeen vaatiessa hapettaa ne, ilman että rautaoksidi menee solujen sisään eli plasmaan <sup>3)</sup>

Rautabakterien esiintymisestä luonnossa on R. Lieske tarkkojen tutkimusten mukaan tullut seuraaviin tuloksiin <sup>4)</sup>

1) Kaikki rautabakterit kasvavat kirkkaissa, seisovissa tahti juoksevissa vesissä, jota vastoin hän ei milloinkaan ole tavannut niitä sameissa, lietteisissä vesissä. Poikkeuksen tästä tekevät vahvasti rautapitoiset lähteet, joissa mekanisesti on saostunut rautaoksihydraattia.

2) Hän ei ole koskaan tavannut rautabaktäreitä vedessä, jossa on runsaammin organisia aineita.

3) Kaikki vedet, joissa hän on tavannut rautabaktäreitä, ovat olleet vahvasti CO<sub>2</sub>-pitoisia.

4) Kaikissa vesissä, joissa voidaan huomata rautabakterien hyvin kasvavan, on ollut korkea rautapitoisuus.

<sup>1)</sup> O. Aschan: Humusämnen i de nordiska inlandsvatten och deras betydelse, särskildt vid sjömalternas daning. Helsingfors 1906 s. 151—157.

<sup>2)</sup> R. Lieske: Beiträge zur Kenntnis der Physiologie von *Spirophyllum ferrugineum* Ellis, einem typischen Eisenbakterium. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. 49, 1911. s. 97.

<sup>3)</sup> H. Molisch: Die Pflanze in ihren Beziehung zum Eisen, Jena 1892 s.70.

<sup>4)</sup> R. Lieske: op. c. s. 99—100.

Puhtaanaviljelyskokeistaan johtuu Lieske muunmuassa seuraaviin tuloksiin.<sup>1)</sup>

Spirophyllumin puhtaanaviljelys onnistui ravintoliuoksessa, jossa paitse epäorganisia suoloja oli hiilihappoista rautaoksidulia, mutta ei ollenkaan organisia ravintoaineita.

Ilman rautalisäystä ei Spirophyllum kasvanut.

Toiset metallit eivät voi korvata rautaa.

Toiset rautaoksidi- ja oksidulisuolat eivät voi korvata rautaoksidulikarbonaattia.

Lisäämällä organisia aineita hidastuu tahi lakkaa Spirophyllumin kasvu kokonaan.

Raudan erkautuminen johtuu Spirophyllumilla sen elämäntoiminnasta.

Rautaoksidulikarbonaatin hapettuminen rautaoksihydraatiksi on pidettävä voimalähteenä CO<sub>2</sub>:n kemosynteettiselle assimilatsiolle. Sen kysymyksen selittämiseksi, onko rautaoksidin erkautuminen ja kasaantuminen rautabakterien kuorissa mekaninen ilmiö, kuten Molisch on otaksunut, vai johtuuko se niiden elämäntoiminnasta, huomauttaa Lieske, että eri rautabakterit suhtautuvat tähän eri tavalla. Niin on esim. rautaoksidi jakautunut tasasesti Spirophyllumnauhoihin, jotavastoin se toisissa rautabaktereissa (*Crenothrix polyspora*, *Clonothrix fusca* ja *Leptothrix ochracea*) on kasaantunut vain bakterien kuoriin (Scheide), jotka raudanlisääntyessä kasvavat. Kuitenkin on huomattava, että *Leptothrix*in soluissa ei ole voitu todeta rautaa ja että niiden kuolleet kuoret ottavat rautaa liuoksesta (Molisch ja Lieske). Kun kuitenkin geelit (esim. gelatini tahi kuolleet bakterin kuoret) kykenevät ottamaan vain aivan määrätyn määrän rautaa liuoksesta, jotavastoin Spirophyllumnauhat ottavat rautaa niin kauan kuin ne elävät, niin päättää Lieske siitä, että rauta kerääntyy niihin niiden elämäntoiminnan kautta.<sup>2)</sup>

Jos otaksuttaisiin O. Aschanin mukaan, että järvimalmit olisivat jonkunlaisia bakterien »jätteitä»<sup>3)</sup>, pitäisi kai myös niiden kuorien, jotka Liesken mukaan pääasiallisesti ovat mineraliainesta (0.4965 grammasta kuivaa ainesta oli tuhkaa 0.4752 g. ja hehkutustappio vain 0.0213 g), olla säilyneitä, erittäinkin kun ne ovat hyvin kestäviä<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> R. Lieske: op. c. s. 125—126.

<sup>2)</sup> Lieske: op. c. s. 116—120.

<sup>3)</sup> O. Aschan: l. c. s. 156. »Denna sannolikt med god aptit förseddä individ avsatte omkring sig den del af det närande substratet, den icke kunde tilgodögöra sig, nämligen vattenhaltig jernoxid med en återstående mindre halt af humusämnen — såsom en rätt betydlig Kjökkenmödding.»

<sup>4)</sup> W. Rullman: Die Eisenbakterien. F. Lafar: Handbuch der Technischen Mykologie Bd. III. s. 194.



ja järvimalmit nykyaikaisia muodostumia. Kuitenkaan ei niitä ole löydetty yleisesti. Niinpä Inostranzew ei ole tavannut Aunuksen järvimalmeista muita organismeja kuin muutamia diatomeita, rautabaktereita ei ollenkaan (но изъ массы различныхъ галлонеллей — Gallionella ferruginea — не было найдено ни одной) <sup>1)</sup>. Molisch on tutkinut 34 järvi- ja suomalmiäytettä, joista 2 oli järvimalmia Wermlandista Ruotsista, sekä tavannut rautabakterijätteitä vain 3:ssa (9%), joista 2 oli Siperiasta ja 1 Schlesiasta <sup>2)</sup>. Kun sen lisäksi otetaan huomioon ne olosuhteet, missä rautabakterit menestyvät, kirkas, CO<sub>2</sub>—pitoinen vesi, jossa ei ole runsaammin organisia aineita, niin on ymmärrettävissä, miksikä ei rautabaktereita ole huomattu näissä muodostumissa Fennoskandiassa. Vedet täällä ovat hyvin CO<sub>2</sub>- köyhiä mutta humuspitoisia (O. Aschanin mukaan keskimäärin 2 g orgaanisia aineita 100 litrassa vettä <sup>3)</sup>) Ne ovat siis aivan sopimattomia rautabakterien kehitykselle, ne kun Liesken mukaan eivät voi käyttää organisia aineita, vaan ainoastaan hiilidioksidia, aivan samoin kuin nitriitti- ja nitraatti bakterit.

E. M. Nörregaard <sup>4)</sup> otaksuu edellisten lisäksi, että järvimalmin syntymiseen vaikuttaisivat vielä klorofyllipitoiset kasvit, selittämättä kuitenkaan lähemmin tätä omituista otaksumaansa.

<sup>1)</sup> Inostranzew: op. c. s. 717.

<sup>2)</sup> Hans Molisch: op. c. s. 75—80.

<sup>3)</sup> O. Aschan: op. c. s. 21.

<sup>4)</sup> E. M. Nörregaard: op. c. s. 54.

## Järvimalmit eräissä Pusulan, Pyhäjärven, Lopen, Someroniemen ja Tammelan pitäjien järvissä.

Järvimalmimuodostumien selitystä on suuresti vaikeuttanut se seikka, ettei yleensä ole tehty yksityiskohtaisia tutkimuksia, joista kävisi selville ne faktorit, joista malmien muodostuminen saattaa riippua. Ainoana tunnettuna seikkana on ollut, että ne ovat ominaisia varsinkin seuduille, joissa sora ja hiekkamaalajit vallitsevat ja joissa on runsaasti soita, mutta ei kalkkia, kalkinpitoista savea eikä mergeliä.<sup>1)</sup> Nämät olosuhteet vallitsevat täydellisesti niissä seuduissa Suomessa, missä järvimalmia yleiseen on. Rannikkoseudut, joissa savimaat ovat vallalla, ovat köyhiä järvimalmeista, joita taasen on runsaasti Keski- ja Pohjois-Suomessa. Myöskään ei ole tehty mitään kartotuksia järvimalmeista ja hyvin vähän tutkittu järven pohjaa, missä malmi on muodostunut. Samoin ei maanlaatumuodostumista ole tehty havaintoja tällaisissa seuduissa. Täten on järvimalmien muodostumista käsittelevät teoriat jääneet vaille varmaa pohjaa, joista johtopäätöksiä saattaisi tehdä.

Kysymyksiin, mistä johtuu järvimalmeissa oleva rauta, mikä vaikuttaa sen vaelluksen ja saostumisen, on ollut mahdoton vastata.

Näiden seikkojen selville saamiseksi kartoitettiin kesällä 1916 muutamia järviä Etelä-Suomessa, joissa vanhuudestaan tiedettiin lyötyvän järvimalmia. Niihin tutkimuksiin perustuen, jotka olen esittänyt teoksessani *Über die Ausfällung des Eisenoxyds und der Tonerde in finnländischen Sand und Grusböden*, kohdistettiin huomio järviä ympäröiviin maalajeihin ja -laatuihin, jotapaitse kartotettiin tärkeimmät näissä järvissä olevat malmilöydöt ja tutkittiin järvien pohja näistä paikoista.

### Seudun yleinen luonne.

Seutu, jossa tutkittavat järvet ovat, sijaitsee Pusulan, Pyhäjärven, Lopen, Tammelan ja Someroniemen kulmauksessa, Uudenmaan ja Hämeen lääneissä. Luonto täällä eroaa kokonaan Etelä-Suo-

<sup>1)</sup> F. M. Stapff: op. c. s. 91.



nessa vallitsevasta ja muistuttaa suuresti sisämaan luontoa, johon Tammelan kirkonseutua lukuunottamatta soveltuu M. Sauramon kuvaus Pusulan Kärkölästä: »Siellä pistää harvemmin vuoriperä laajalti näkyviin, vaan moreenikummut ja syvät, lukuisat järviaaltaat antavat maisemalle oman omituisen luonteensa. Seutu on harvaan asuttua, ja synkät salot järvineen, joiden rantoja harvoin ihmisjalka koskee, erottavat talot kauaksi toisistaan. Ympäristöön verraten on tämä osa pitäjää, kuin relikti entisestä asutuksesta ja viljelyksestä uudenaikasempien ja kehittyneempien naapuriensa rinnalla. Tiheät viidakot todistavat alkuperäistä viljelystapaa, ja vielä nytkin voi kesäisenä päivänä nähdä sinisen kaskisavun kohoavan ilmoille läheisen metsän takaa. Ja järvien tuolta puolen loistavat päivänpaiseiset mansikka-ahot ja niiden rinteellä matala, harmaa talo valkoisine savupiippuineen»<sup>1)</sup>.

Seutu muodostaa vedenjakajan, josta vedet virtaavat eri suunnille. Heinäjärvi (122 m. m. p.y.), Salovesi (118 m.), Saarijärvi (115 m.), Antiainen ja Vaherma (110 m.) laskevat vetensä eteläänpäin Pusulanjärveen (42 m.) ja siitä edelleen Lohjanjärveen. Onkima ja Vuotiainen virtaavat Pyhäjärveen (U. L.) ja edelleen Hiidenveteen. Salkolanjärvi laskee Liesjärveen (112.8 m.) sekä siitä Kuiva- ja Pyhäjärveen (96.8 m.) Tammelassa ja edelleen lounaista kohti Loimaalle ja sieltä Kokemäenjokeen. Punelia (108 m.) ja Sakara (107.4 m.) taasen laskevat vetensä etelää kohti Hiidenveteen (31.5 m.)<sup>2)</sup> Vesistöjen yläpäässä, kuten Heinäjärven ja Saloveden ympärillä, kohoavat kukkulat aina 160 m. korkeiksi m. p. y. Putous on eteläänpäin hyvin jyrkkä ja tapahtuu se porrasmaisesti. Murrosviiva kulkee Vahermajärven eteläpuolitse melkein lännestä itään.<sup>3)</sup> Länteen ja itään laskee seutu loivemmin.

Länteenpäin muuttaa maisema vähitellen muotoaan; jo Liesjärven rannoille ilmaantuu asumuksia ja Tammelan Pyhäjärven länsipäästä alkavat laajat viljellyt savikot. Itään ja varsinkin pohjoiseen päin jatkuvat morenimaisemat ja sisämaanluonto verrattain etäälle. Harva asutus, kiviset moreenimaat, hiekka- ja soraharjut sekä suot ovat näille seuduille luonteenomaisia. Itsenäinen asutus on hävinnyt ja häviää yhäti melkein kokonaan ja kaikenlaiset yhtiöt valtaavat yhä suurempia alueita näistä metsäisistä erämaista haltuunsa.

<sup>1)</sup> Matti Sauramo: Pusulan pitäjän Geomorfologia. Terra 1915 s. 127.

<sup>2)</sup> Korkeudet otetut Suomen geologillinen tutkimus, karttalehdet 5 ja 18.

<sup>3)</sup> M. Sauramo: op. c. 128—130.

## Vuoriperä ja irtonaiset maalajit.

Vuoriperällä ei nähtävästi ole sanottavaa vaikutusta järvimalmien syntyyn, sillä niitä tavataan alueilla, joden vuoriperä on mitä vaihtelevin. Mitään poikkeusta tästä ei tee kuvattava aluekaan. Siten on vuoriperä Pusulan pohjoisosassa pääasiallisesti emäksistä: dioriittia, kvartsidioriittia ja sarvivälkegneissejä, kun se taas pohjoisempien järvien Punelian ja Liesjärven ympäristöillä on graniittia.

Lännempänä Tammelassa tulee vuoriperä taasen vaihtelevammaksi. Niinpä muodostavat punaset ja harmaat graniitit, gneissit, sarvivälkeliuskeet ja pegmatiitit vuoriperän Oksjärven, Kuivajärven, Pyhäjärven ja Kaukjärven ympärillä. <sup>1)</sup>

Maalajeista on morenisora eniten levinnyt. Se on suureksi osaksi hyvin kivistä ja karkearakeista. Moreenin peittämät alueet muodostavat usein kukkuloita ja selänteitä, jotka kulkevat luoteesta kaakkoon (drumlins). Alueella on useita vierinkiviharjuja, joiden suunta myös on luoteesta kaakkoon. Selvin näistä on Tammelan harju, joka Tammelan kirkolta kulkee Puneliajärvelle. Harjujen yhteydessä on tavallisesti hiekkamuodostumia, jotka paikatellen leviävät tasasiksi hiekkannummiksi.

Laaksojen ja notkojen pohjia peittävät turvemudostumat, tavallisesti rahkaturve.

Savea ei alueella tavata muualla kuin sen länsiosassa, jossa Mustialan ja Forssan savikentät muodostavat lahdelmia niiden länsi- ja lounaspuolella oleville laajoille savitasangoille. Keskuksessa on savi niin harvinaista, että muurisavi haetaan usein pitkien matkojen päästä.

## Heinäjärven, Saloveden, Saarijärven ja Vaherman jär- vimalmit.

Kysymyksessä olevat järvet ovat ensimmäiset siitä vesistöä, joka Pusulan ja Nummen pitäjien kautta laskee Lohjanjärveen. Näistä on ylin Heinäjärvi ainoastaan muutaman kilometrin päässä Salkolanjärvestä, joka on ensimmäinen länteenpäin laskevan vesistön järvistä. Korkeusero Heinäjärven ja Vaherman välillä on vain 12 m.

### *Heinäjärvi.*

Heinäjärvi on laaksossa, jonka ympäristö kohoaa varsinkin pohjoispuolella hyvin jyrkästi aina 160 m. korkeuteen. Sen suurin sy-

<sup>1)</sup> Suomen geologillinen tutkimus, karttalehdet 5. K. Ad. Moberg ja 18. J. J. Sederholm.



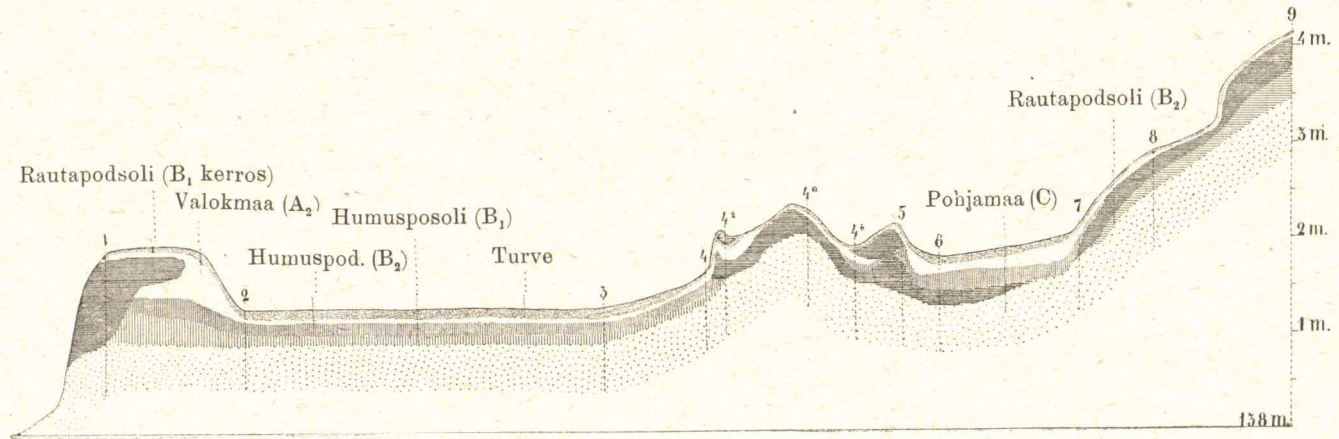
vyys länsipäässä on 11 m. Sitä ympäröivät maalajit ovat pääasiallisesti kivistä soraa (moreni). Ainoastaan sen luoteisrannalla on verrattain pieninä läiskäleinä hiekkaa, samoin kuin sen etelärannalla siellä täällä ja pohjoisrannalla Heinäjärven talon alla kapeina liuskoina rantaa pitkin. Hiekka on karkea- ja keskirakeista. Laaksojen ja notkojen pohjat peittää rahkaturve. Sitäpaitsen on useissa kohdin alavilla paikoilla, lähellä järven rantaa soran ja hiekan päällä ohut turvekerros (alle 20 cm).

Vallitsevana maanlaatuna on rautapodsoli, jonka tunnusmerkkinä on ruskeankeltainen ja ruskea väri B kerroksessa. Se on yleensä hyvin voimakkaasti muodostunut ja lähenee jo näkönsäkin puolesta humuspodsolia. A<sub>2</sub> kerros on tavallisesti hyvin selvä, usein 10 cm vahvuinen ja B kerros tumman ruskea. Niin on esim. koekuopassa n:o 2 maantien vieressä Kärkölen rukoushuoneen eteläpuolella A<sub>1</sub> 5 cm, A<sub>2</sub> hyvin selvä valkomaakerros 10 cm, B<sub>1</sub> verrattain tumman ruskea, 30 cm ja B<sub>2</sub> keltasenruskea 20 cm. C kerros on hiekkaista soraa. Mutta varsinkin humuspodsolimaanlaatu on tämän järven ympärillä hyvin voimakkaasti muodostunut. Heinäjärven talon alapuolella koekuopassa 4 on turvetta A<sub>1</sub> 20 cm, A<sub>2</sub> hyvin valkea 6 cm ja sen alla heikko suklaan värinen B kerros 25 cm. Kaikkein voimakkaimmin on humuspodsoli muodostunut hiekassa järven luoteisrannalla, malmilöydön 5 kohdalla. Niin on koekuopassa 10 A<sub>1</sub> 15 cm, A<sub>2</sub> aivan valkea 30 cm, sitten 15 cm vahvuinen mustan ruskea ortkivikerros, jota seuraa kahvin ruskea B kerros 18 cm, jonka alaosa on kovaa ortkiveä, lopuksi on vaaleampi B<sub>2</sub> kerros 38 cm, joka alaosassaan päättyy hyvin tyypilliseen tummaan G kerrokseen, jonka raja alapäin harmaata hiekkaa vasten on hyvin jyrkkä. Valkomaa kerroksen vahvuudesta saa käsityksen, kun tiedetään, että sitä on kuljetettu Arimaan lasitehtaalle kvartsihiekkana. Muutenkin on tämä paikka omituisesti muodostunut useine peräkkäin kulkevine pengermuodostumineen ja kaksinkertaisine valkomaakerroksineen, kuten oheenliitetystä leikkauksesta käy selville.

Maa nousee rannassa jyrkästi 2 m korkeaksi penkereeksi järven pinnasta lukien. Penger kulkee rantaa pitkin n. 15 m levyisenä. Sen jälkeen laskee maa jyrkästi ja jatkuu tasasena n. 40 m, jonka jälkeen tulee useita yhdensuuntaisia matalia harjanteita, sitten kohoaa maa vähitellen. Maalaji on hiekkaa. Nämät harjanteet ovat nähtävästi syntyneet aaltojen vaikutuksesta siten, että aallot ovat kasanneet hiekkaa pitkin rantaa. Mistä syystä vesi on laskenut järvestä, ei ilman tarkempia tutkimuksia ole selitettävissä.<sup>1)</sup> Näissä harjuissa ta-

<sup>1)</sup> Myöhempien tietojen mukaan johtuisi tämä mahdollisesti siitä, että Heinäjärvestä Saloveteen laskeva joki on perattu ja syvennetty.

*Leikkaus A hiekassa Heinäjärven luoteisrannalla.*



Kuv. 2.



vataan kaksi maanlaatumuodostumaa, joista humusposodlimuodostuma on alla ja rautapodsoli sen päällä. Kumpaankin kuuluu selvästi muodostunut valkoma (A<sub>2</sub>) ja rikastunut kerros, joista varsinkin humuspodsoliin kuuluva valkoma kerros on hyvin vahva, lähes 20 cm. Tämä käy selville erittäin hyvin rannimmaisesta penkereestä. Ylempänä eivät muodostumat ole enään niin selvät; siellä ovat luultavasti aallot rikkoneet ja uudestaan rakentaneet näitä harjuja.

Nähtävästi on humuspodsoli muodostunut siten, että aaltojen kasaama »valli» on estänyt veden poisjuoksun, jolloin on syntynyt turvekerros ja sen vaikutuksesta humuspodsolimuodostus. Kun sen jälkeen aallot ovat uudestaan kasanneet hiekkaa, ei harjun pinnalle, jossa kosteus ei maalajin helpon läpäisykyvyn takia ole säilynyt, ole syntynyt paksua turvekerrosta, joten maanlaatukerros on rautapodsolia. Että kaksinkertainen maanlaatukerros on syntynyt siten, että valmiiksi muodostuneen maanlaatukamaran päälle on kasaantunut hiekkaa, johon uusi maanlaatumuodostus on syntynyt, käy selville siitä, että koekuopassa 4<sup>2</sup> on vielä jälellä allaolevaan muodostumaan kuuluva turvekerros, jonka päälle tulleeeseen hiekkaan rautapodsoli on muodostunut.

*Leikkaus hiekassa Heinäjärven luoteisrannalla.*

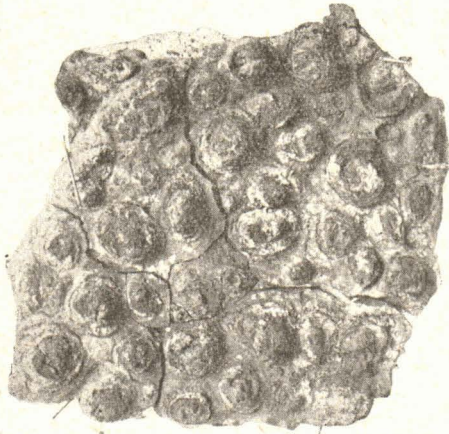
Leikkaus A, koekuoppa 1.

Taul. 3.

Anal. n:o	HCl:ssa (1.12) liuenneet <sup>1)</sup>				Kokonaisanal.	
	739	740	742	743	741	744
	B. rautapodsoli 10—28	A <sub>2</sub> hum.podsoli 33—48	B. hum.podsoli 48—65	C 110—130	A <sub>2</sub> 33—48	C 110—130
Maanlaatukerros						
Syvyys cm						
SiO <sub>2</sub> .....	3.99	0.82	1.45	2.21	84.36	77.58
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	7.81	0.33	0.90	0.99	8.51	10.48
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	4.76	0.05	0.70	1.04	0.79	2.00
MnO .....	0.00	—	jälkiä	—	—	—
CaO .....	0.32	0.09	0.52	0.65	1.06	2.10
MgO .....	0.74	0.04	0.15	0.28	0.86	1.23
K <sub>2</sub> O .....	0.19	0.23	0.13	0.25	2.95	3.02
Na <sub>2</sub> O .....	0.23	0.10	0.10	0.08	1.27	1.99
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.07	0.00	0.05	0.11	—	—
SO <sub>3</sub> .....	0.07	0.02	0.04	0.03	—	—
Hehk. hukka ....	—	—	—	—	0.62	1.03
Summa	18.18	1.68	4.04	5.64	100.42	99.43
Humus (elem. anal)	7.30	0.11	2.93	0.23	—	—

<sup>1)</sup> Analysit ovat tehdyt siten, että maa on keitetty 2 tuntia suolahapon (om. p. 1. 12) kanssa. D. J. Hissink, Internat. Mitteil. f. Bodenkunde 1916.

Kuten näistä anlyseistä käy selville, on tässä samassa leikkauksessa selvä rauta- ja humuspodsolimuodostus tapahtunut. Rautapodsolimuodostumassa, B kerroksessa, on kuten tavallisesti pihhappo, alumiini- ja rautaoksidit sekä magnesiumyhdistykset rikastuneet. Humusaineita on runsaasti, 7.30 prosenttia, mutta rautaoksidin ja humusaineiden suhde ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : humus = 1: 1.53) on kuitenkin saostumisrajan sisäpuolella. Tästä huomaamme, ettei rautapodsolimuodostuman syntyminen riipu yksinään humusaineiden paljoudesta, vaan niiden suhteesta rautaoksidisoliin. Humuspodsolimuodostus on kokonaan uuttunut, paitsi humusaineita, jotka ovat rikastuneet.



Valok. K. Ruhanen.

Kuv. 3 Levymalmia Heinäjärvi 5.

$\frac{1}{2}$  luon. suuruutta.

*Järvimalmia* on tässä järvestä useissa paikoissa pitkin rantoja, kuten kartasta käy selville. Siten on sitä pitkin etelärantaa soransekaisella hiekkapohjalla pitkin sitä rajaa, josta järvimuta, joka peittää järven pohjan, alkaa. Siinä, missä järvimutaa on vain ohuelta n. 10—20 cm paksulta, on malmia, mutta heti kun järvimutaa tulee paksummalta, loppuu malmi. Malmia on kuitenkin etelärannalla hyvin niukasti, eikä sitä ole siitä koskaan sentakia otettu. Veden syvyys malmipaikalla on 1.50—3 m. Malmi on herne- ja rahamalmia.

Runsaammin on sitä luoteisrannalla (n:o 5 kartalla) edellä esitetyn humuspodsolimuodostuman kohdalla, hiekkapohjalla, 2—3.5 m syvällä. Syvemmällä, heti malmin ulkopuolella on pohja hietaa, joka



on hyvin sitkeää, niin että siihen on hyvin vaikea saada koerautaa tunkeutumaan. Malmi on n. k. levymalmia, joka esiintyy leveinä nystyräisinä laattoina järven pohjan pinnalla.

Malmi on muodostunut levymäiseksi siten, että ensin on muodostunut pyöreätä hernemalmia, jotka sitten vähitellen ovat malmimuodostumisen kautta kasvaneet yhteen. Malmin kasvaminen on tapahtunut alhaalta päin, jonka huomaa siitä, että levyjen alapinnalla on ruskeata, pehmeätä rautaoksidihyytelöä, jota vastoin levyn yläsyrjä on kovaa, paikotellen lasimaista.

Malmia on tästä paikasta otettu n. 50 vuotta takaperin, joten malmi on tässä ajassa kasvanut uudestaan. Malmilevyjen paksuus on 6 mm ja jos nystyrät otetaan mukaan 14 mm. Tästä löydöstä koilliseen on myös vähän malmia pitkin rantaa hiekkapohjalla 1.50—3.25 m. syvällä. Rydön talojen alla oleva lahti on kokonaan mutapohjainen. Mutaa on n. 2 m, sen alla liejua ja vihdoin hiekka.

Tämän lahden suulta on ennen — n. 50 vuotta sitten — nostettu malmia. Nykyään ei sitä enään löydy, joka juuri nähtävästi johtuu siitä, että pohjalle on laskeutunut paksu järvimutakerros, joka saa alkunsa sen rannalla olavista soista, jotka laskevat vetensä tähän lahteen. Runsaammin on malmia Heinäjärven talon alla (löytöpaikka n:o 12). Pohja on soraa, mutta heti löytöpaikan ulkoreunalla alkaa hietapohja, jonka päällä myös on mutaa. Veden syvyys 1.50—3.75 m. Malmi on herne ja rahamalmia.

Järven pohjamudassa on runsaasti makeanveden diatomeita (Melosira, Pinnularia). Itse malmista ei lyödy mitään organismeja.

*Järvimalmia Heinäjärven luoteisrannalta, löytöpaikka n:o 5.*

Anal. n:o 734<sup>1)</sup>

	%
Liukenematon .....	5.32
Si O <sub>2</sub> (liuennut HCl) .....	2.30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2.09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	85.89
Mn O .....	1.30
Ca O .....	0.16
Mg O .....	0.04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.00
Hehk. häviö .....	2.85

Summa 99.95

<sup>1)</sup> Analysi on tehty siten, että organiset aineet ovat hävitetyt kuumentamalla NH<sub>4</sub> NO<sub>3</sub>:lla, jolloin myös suurin osa vettä poistuu. Tämän käsittelyn jälkeen on aine liuotettu suolahappoon, jolloin vain silikaatit (pääasiallisesti kvartssia ja vähän maasälpää) jäävät liukenematta.



Humusta (elem. anal.) .....	4.52 <sup>1)</sup>
Hehkutushukka alkuperäisessä malmassa	23.29

Vettä Heinäjärvestä, löytöpaikka n:o 5.

Organisia aineita (humusta)<sup>2)</sup> 1 litrassa 0.005148 g.

*Pohjavettä Heinäjärvi Prof. A. koekuoppa 2.*

Humusta 1 lirtassa .....	0.01596
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1 » .....	0.00479

*Järvimalmia Heinäjärvestä, löytöpaikka 12, Heinäjärven talon alla.*

Anal. n:o 679<sup>3)</sup>

	%
Liukenematon HCl:ssa .....	11.90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	55.29
MnO .....	0.92
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.00
Hehk. hukka .....	22.86
Humus (elem. anal.) .....	4.03

<sup>1)</sup> Humus ja hehikutustappio määrätty alkuperäisestä ilmakeivasta malmista.

<sup>2)</sup> Humus vedessä on määrätty kameleonliuoksella Istscherekowin mukaan. Journ. für experim. Landwirtschaft, Bd 5. 1901. s. 67.

O. Aschan on teoksessaan Humusämnenä i de nordiska inlandsvatten s. 19—21 määrännyt organiset aineet hehikutushukkana ja tullut keskilukuun 1.986 eli tasaisin luvuin 2 gr. org. aineita 100 litrassa vettä. Kun otetaan huomioon, että geelit pidättävät suuren osan vettä, kun niitä kuivataan 110°—120°, tulevat hehikutustappiona määrättyt humusarvot liian suuriksi.

<sup>3)</sup> Näissä analyyseissä, joissa on määrätty vain yllä olevat aineet, on Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> määrätty siten, että hienonnettu malmi on sulatettu kaliumibisulfaatilla ja titrattu kameleonliuoksella, MnO on määrätty kolorimetrisesti (W. F. Hillebrand, Analyse der Silikat- und Karbonatgesteine. Leipzig 1910, s. 118—120). Suolahappoon liukenematon on pääasiallisesti kvartsia ja vähän maasälpää.



*Salovesi.*

Salovesi on ainoastaan lyhyen joen erottama Heinäjärvestä. Se on luonteeltaan täydellinen erämaanjärvi, jonka rannoilla ei ole asumuksia eikä viljelyksiä. Sen eteläranta on kauttaaltaan jyrkkä, pohjoisranta enemmän loivaa. Rannat ovat melkein kokonaan kivistä soraa, ainoastaan parissa paikassa on pieniä hiekka-alueita. Sitäpaitsen on rahkasoita Heinäjärvestä laskevan joen varrella, järven koillisrannalla ja laskujoen varrella.



Valokuvannut B. Lönnroth.

Kuv. 4. Maisema Salovedeltä.

Maanlaatu on enimmäkseen rautapodsolia. Ainoastaan sen länsirannalla on pienempiä alueita humuspodsolia. Se on suureksi osaksi voimakkaasti muodostunutta, valkomaakerta hyvin selvä ja B kerros tummanruskea. Siten on esim. järven länsirannalla, humuspodsolim muodostumassa (koekuoppa 20)  $A_1$  3 cm,  $A_2$  27 cm ja B 20 cm, väriltään kahvinruskea. Rautapodsolim muodostumassa ei valkomaata ( $A_2$ ) saavuta näin suurta paksuutta, mutta on se siinäkin tavallisesti useita cm vahva.

Salovedessä on hyvin vähän järvimalmia, ainoastaan sen länsirannalla, löytöpaikka 1, on sitä vähän laajemmalla. Malmia on siinä hiekkapohjalla, jonka päällä on ohut, n. 20 cm järvimutakerros. Syvyys 1.50—3 m. Heti malmin ulkoreunalla on pohja hietaa, jonka päällä on n. 50 cm vahva järvimutakerros, joka selällepäin yhä vahvenee.

Malmi on tässä löytöpaikassa muodostunut melkein pyöreiksi, ylöspäin kuperaksi, roomalaista pyöreätä kilpeä muistuttaviksi ohu-

iksi kappaleiksi, jotka voivat olla 9 cm läpimitaten ja jota nimitetään *kilpimalmiksi*.

Tästä löytöpaikasta jatkuu malmia pitkin rantaa pohjoiseenpäin, mutta on sitä hyvin kapealti ja niukasti. Lahdessa, johon joki Heinäjärvestä laskee, ei ole malmia; pohja siinä on paksun mudan peittämä. Pohjoisrannalla on vielä hyvin kapealti malmia. Pohja on siellä samanlainen kuin löytöpaikassa 1.



Kuva 5. Kilpimalmia, Salovesi. 1  
1/4 luonn. suuruutta.

*Järvimalmia Saloveden länsirannalta, löytöpaikka 1.*

Anal. n:o 729<sup>1)</sup>

Liukenematon .....	2.24
Si O <sub>2</sub> .....	1.70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2.63
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	85.25
Mn O .....	4.76
Ca O .....	jälkiä
Mg O .....	0.14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.00
Hehk. hukka .....	3.76
	<hr/>
	Summa 100.48

Humus (määrätty alkuperäisestä aineesta elem. anal.) 5.86 %  
 Hehkutushukka „ „ 26.89 „

*Vettä Salovedestä, löytöpaikka 1.*

Humusta 1 litrassa .....	0.00566 g
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1 „ .....	0.0024 „

<sup>1)</sup> Tehty kuten anal. n:o 734.



Vettä Salovedestä, löytöpaikkaa 1 vastaisella rannalla.

Humusta 1 litr. ....	0.00566 g
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1 » .....	0.0024 »

Vesinäytteet kaikista järvistä ovat otetut järven pohjasta, kuitenkin siten, ettei pohjasakkaa ole seurannut mukana.

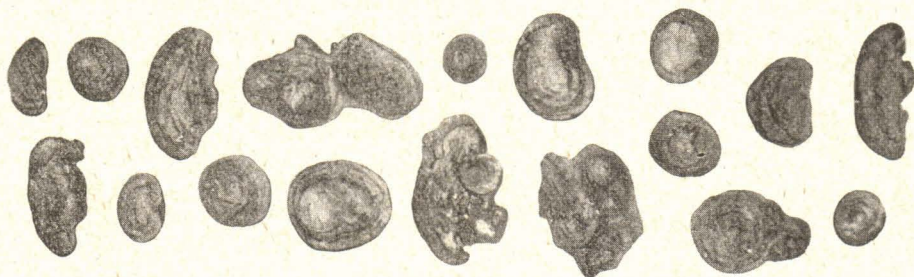
Kuten edellisestä näkyy, on humus- ja rautapitoisuus kummallakin rannalla sama.

Pohjamudassa on makeanveden diatomeita (Melosira y. m.). Malmista ei ole löydetty organismeja.

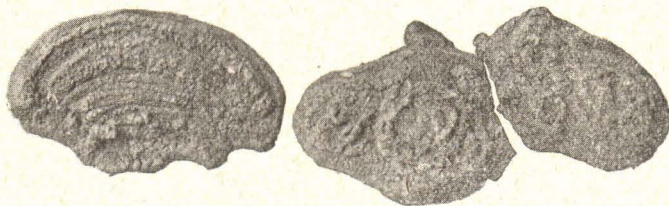
Salovedestä ei ole milloinkaan nostettu malmia.

### Saarijärvi.

Saarijärven ympäristö on melkein kokonaan kivistä soraa (moreenia), ainoastaan sen itäpäässä on harju, joka kulkee luoteesta kaak-



Kuva 6 Kilpimalmia, Saarijärvi 4.  
Suuruus  $\frac{1}{7}$  luonn.



Valok. K. Ruhanen

Kuva 7 Kilpimalmia, Saarijärvi 4.  
Suuruus  $\frac{1}{3}$  luonn.

koon. Notkojen pohjaa peittää rahkaturve. Maanlaadut ovat melkein yksinomaan rautapodsolia. Rannat ovat kivisiä ja järven pohjan peittää järvimuta.



Malmia on järvässä hyvin vähän. Se esiintyy yleensä kivikon ja mudan rajalla, 1.5—3 m syvällä. Malmimuodostus peittää tavallisesti kivien alasyrjiä ohuena kalvona. Ainoastaan löytöpaikasta 4 tavattiin runsaasti hyvin muodostunutta malmia, vaikka hyvin pieneltä alalta. Malmi on siinäkin kivikon ja mudan rajalla. Kivien välissä on pientä malmia, rahamalmia, mutta mudan päällä on se hyvin kauniisti muodostunutta kilpimalmia. Nämät lepäävät mudan päällä kupera puoli ylöspäin. Muta on hyvin vetelää, joten se seuraa tarkoin malmikupin sisäpuolista pintaa, jonka huomaa ottaessaan malmin pois, jolloin näkyy mykyrämäinen sija järvimudassa.

*Järvimalmia Saarijärvestä, löytöpaikka 4.*

Anal. n:o 707.

	%
Liukenematon HCl:ssa .....	1.51
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	61.84
Mn O .....	1.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.27
Hehk. hukka .....	26.00
Humus (elem. enal) .....	6.53

*Vettä Saarijärvestä, löytöpaikka 4.*

Humusta 1 litrassa .....

0.00669 g.

Pohjamudassa on makeanveden diatomeita (Melosira, Pinnularia). Malmisissa ei ole organismeja.

*Antiainen.*

Antiaista ympäröivät rannat ovat soraa, soransekäistä hiekkaa ja rahkaturvetta. Maanlaatu on rautapodsolia, paria pientä poikkeusta lukuunottamatta, jotka ovat humuspodsolia. Rautapodsolissa on maanlaatu muodostus ollut verrattain heikko, valkomaakerros vain pari cm, mutta humuspodsolissa se saattaa olla aina 15 cm vahvuisen.

Järven pohja on soraa ja hiekkaa, joiden päällä on järvimutaa, jota keskellä järveä on useita metrejä paksulta.

Antiaisessa ei ole järvimalmia, eikä sitä muiston mukaan milloinkaan ole siitä otettu, vaikka H. J. Holmberg <sup>1)</sup> mainitseekin sen mal-

<sup>1)</sup> H. J. Holmberg: Materialier till Finlands Geognosi. Helsingfors 1858, s. 32.



minpitoisten järvien joukossa. Kuitenkin saatiin mudan alta eräästä paikasta pieni pala keltasta rautaokraa, joten on luultavaa, että malmia on ennen ollut järvässä, vaikka sen on peittänyt valtava järvi-mutamamuodostus.

*Järvivettä Antiaisesta.*

Humusta 1 litr. . . . . 0.00566

*Vaherma.*

Vahermajärvi on alinna tähän vesistöön kuuluvista tutkituista järvistä. Tämän eteläpuolella alkaa maa jyrkästi laskeutua. Vahermasta laskeva joki muodostaakin vähän Tytylammin eteläpuolella pitkän, kivisen kosken, joka ulottuu lähelle Tarkeelan järveä.

Maalaji järven ympärillä on pääasiallisesti kivistä soraa (moreenia). Hiekkaa on vain pienillä alueilla, joista suurimmat ovat järven länsipäässä.

Maanlaadut ovat suurimmaksi osaksi rautapodsolia, vain pienempiä alueita on humuspodsolia. Rautapodsoli ei ole erittäin voimakkaasti muodostunut, valkomaakerta on vain muutamia cm paksu, kuitenkin selvä. Humuspodsolissa on valkomaakerros vahva, kuten huomataan esim. koekuopassa 1:a järven luoteisrannalla, jossa A1 on 11 cm, A2 10 cm ja B kerros 47 cm, väritään kahvinruskea. Pohjavesi on tässä 60 cm syvällä.

*Pohjavettä Vahermasta, koekuoppa 1:a.*

Humusta 1 litrassa . . . . . 0.03604 g  
 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1 » . . . . . 0.00479 »

Malmia on Vahermassa verrattain vähän, pääasiallisesti järven länsipäässä ja sielläkin vain hyvin rajoitetulla alalla. Runsaammin on sitä löytöpaikassa 1:b. Malmi on verrattain kapealla harjumaisella korokkeella järvenpohjassa 1.5—4.25 m syvällä. Järven pohja on hiekkaa, joka muuttuu hiedaksi malmilöydön ulkoreunalla. Malmi on levymalmia, samanlaista, kuin Heinäjärvässä, löytöpaikka 5.

*Levymalmia Vahermasta, löytöpaikka 1:b.*

Anal. n:o 680.

	%
Liukenematon HCl:ssa . . . . .	3.86
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	67.91

Mn O .....	0.002
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.00
Hehk. hukka .....	21.59
Humus (elem. anal.).....	3.76

*Järvivettä Vahermasta 1.b.*

Humusta 1 litr. .... 0.004119 g.



Kuv. 8 Kilpimalmia, Vaherma 3.  
Luonn. suuruus

Tästä löytöpaikasta pohjoiseen päin on järven pohjassa n. 2—3 m. syvyydessä ruskeata lietettä, joka antaa vahvan rautareaktion.

Järven luoteiskulmassa on järveen laskevan puron edustalla vedenalainen kivikkokari, jonka ulkoreunalla on vähän malmia.

Järven lounaisrannalla, löytöpaikassa 3 on taasen runsaammin malmia. Pohja on hienoa hiekkaa, jonka päällä on ohut mutakerros, jonka pinnalla malmi lepää 2.5—3 m. syvässä. 4 m. syvällä ja siitä ulospäin on pohja pehmeätä hietaa. Malmia on verrattain harvassa. Se on kilpimalmia hyvin kauniisti muodostuneissa kappaleissa.



# Järvimalmilöydöistä

Heinäjärven, Salovedessä, Saarijärven ja Vahermassa  
Pusulän pitäjässä.

Asteikko 1 : 60000





*Kilpimalmia Vahermasta, löytöpaikka 3.*

Anal. n:o 706.

	%
Liukenematon HCl:ssa .....	5.06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	61.48
MnO .....	1.78
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	jälkiä
Hehk. hukka .....	23.87
Humus (elem. anal.) .....	4.03

Järven pohjoisrannalla on hyvin vähän muodotonta malmia kivikon ja hiedan rajalla, samoin sen itärannalla.

Vahermasta ei tiettävästi ole nostettu malmia.

Pohjamudassa on hyvin runsaasti makeanveden diatomeita (Melosira, Pinnularia, Pleurosigma, Hyalodiscus). Malmissa ei ole organismeja.

*Onkima.*

Onkimanjärvi on Pyhäjärven, Lopen ja Tammelan pitäjäen kulmauksissa. Järvi on täydelleen sisämaanluontoinen, rannat kohoavat hyvin jyrkkinä, paitse järven pohjois- ja eteläpäässä, joissa rannat ovat matalia. Järveä ympäröivät maalajit ovat melkein yksinomaan kiven sekaista soraa (morenia) ja rahkaturvetta. Ainoastaan sen eteläisessä osassa on aivan pieniä alueita hiekkaa.

Vallitsevana maanlaatuna on rautapodsoli, jossa valkomaakeroksen vahvuus vaihtelee 3—5 cm. Humuspodsolia on vain pieninä alueina. Sen valkomaakeroksen vahvuus vaihtelee 4—15 cm. Onkimajärven pohja on yleensä kivikkoa, jonka päällä on järvimutaa, keskemällä järveä hyvin paksulta. Varsinkin on järven pohjoispäässä sitä hyvin runsaasti, joka johtuu nähtävästi sen rannoilla olevista soista.

Järvimalmia on Onkimassa useissa paikoissa, useimmissa kuitenkin hyvin niukalti. Löytöpaikka 1 on vedenalainen kivikkokari, jossa on malmia 3.25 m. syvällä. Malmi on kasvanut levyiksi, jotka alastaan ovat keltasia, yläosastaan tummia, lasimaisia. Löytöpaikassa 2 on malmia pitkin rantaa kapeana vyöhykkeenä. Pohja on kivikkoa ja sen päällä ohuelta järvimutaa. Kun muta tulee 0.5 m vahvuiseksi, loppuu malmi. Löytöpaikassa 4 Loukeen torpan alla on pitkin rantaa vedenalaisia kareja, joiden ulkopuolella on runsaasti malmia. Pohja on kivikkoa ja hiekkaa. Malmi on levy- ja rahamal-



mia, joka usein on kasvanut kivien ympäri. Levymalmi on muodostunut pienemmistä pyöreistä malmiyksilöistä, jotka ovat kasva-  
neet yhteen. Veden syvyys on 1.5—3.5 m. Syvemmällä peittää poh-  
jan muta ja malmi loppuu.

*Levymalmia Onkimasta, löytöpaikka 4.*

Anal. n:o 711.

	%
Liukenematon HCl:ssa .....	6.56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	64.87
Mn O .....	1.92
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.15
Hehk. hukka .....	22.01
Humus (elem. anal) .....	4.33

*Järvivettä Onkimasta, löytöpaikka 4.*

Humusta 1 litrassa ..... 0.01184 g.

Onkiman pohjoispäässä on hyvin vähän malmia, tavallisesti ki-  
vikkopohjalla mudan rajalla.

Runsaammin on malmia löytöpaikassa 11, järven länsirannalla.  
Rahkasuo, joka on löydön länsipuolella, jatkuu järven pinnan alle.  
Malmia on osittain tämän rahkaturpeen päällä, aivan sen pinnalla  
1.50—2 m. syvällä. Malmi on levymalmia, hyvin ohutta, 2—3 mm.

*Levymalmia Onkimajärvestä, löytöpaikka 11.*

Anal. n:o 712

	%
Liukenematon HCl:ssa .....	2.70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	68.71
Mn O .....	0.95
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.07
Hehk. hukka .....	21.89
Humus (elem. anal.) .....	3.88

Lähellä rantaa on malmia, joka on muodostunut kaarnan kap-  
paleiden ympäri.

Löytöpaikassa 12 on malmia hiekkapohjalla 1.5—3 m. syvällä.  
Malmi on rahamalmia, joissa on tavallisesti pieni kivi keskellä.

*Rahamalmia Onkimasta, löytöpaikka 12.*

Anal. n:o 713	
	%
Liukenematon HCl:ssa .....	17.30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	53.37
Mn O .....	2.03
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	jälkiä
Hehk. hukka .....	21.75
Humus (elem. anal.) .....	4.31

Onkimasta on nostettu hyvin vähän malmia n. 30 vuotta sitten, pääasiallisesti löytöpaikasta 4.

Malmissa ei ole organismeja.

*Vuotinainen.*

Vuotinainen Onkiman eteläpuolella on muutamia metrejä Onkimaa alempana. Sitä ympäröivät maalaajat ovat pääasiallisesti soransekaisista hiekkaa ja soraa.

Maanlaadut ovat pääasiallisesti rautapodsolia, ainoastaan pieniä alueita on humuspodsolia, kuten kartasta käy selville. Maanlaatumuodostumisen voimakkuus on sama, kuin Onkimajärven ympärillä olevissa maanlaaduissa. Malmia on Vuotinaisissa suhteellisen paljon Löytöpaikassa 1 on malmia vedenalaisella harjanteella, hietapohjalla, jonka päällä on hieman lietettä. Hietakerroksen vahvuus on vain n. 50 cm, sen alla on hiekkaa. Veden syvyys on kauttaaltaan 2.5 m Malmilla ei ole mitään erikoista muotoa. Kohokkeen ulkoreunoilla, jossa veden syvyys tulee suuremmaksi, peittää järvimuta pohjan.

Löytöpaikassa 4 on kivikkokari, jonka ympärillä on hiekkapohjalla malmia paksuissa levyissä 0.5—2 m. syvällä. Veden tullessa syvemmäksi, peittää pohjan järvimuta ja hieta, jolloin malmi loppuu. Malmi on kasvanut harkollisiksi levyiksi, joiden paksuus on n. 1 cm. Se ei ole muodostunut siten, että pienemmät malmiyksilöt olisivat kasvaneet yhteen, kuten esim. Heinäjärvässä, vaan on se alunpitäin kehittynyt muodottomiksi levyiksi, jotka myöhempi malmimuodostus on yhdistänyt. Malmi on nähtävästi saanut kauan rauhassa muodostua, sillä sen yläosa on lasimaista ja kovaa.

*Harhkomalmia Vuotinaisesta, löytöpaikka 4.*

Anal. n:o 708	
	%
Liukenematon HCl:ssa .....	16.74
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	52.25



Mn O .....	7.05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.29
Hehk. hukka .....	19.67
Humus (elem. anal.) .....	2.64

Löytöpaikka 5 on vedenalainen hiekkaharju, jonka laella on malmia 0.5—2 m syvässä. Malmi on pientä rahamalmia, »nappimalmia», sekä pienempää »haulimalmia», joista haulimalmi nähtävästi on nuorempaa ja aikaa myöten kasvaa rahamalmiksi.



Kuv. 9 Harkkomalmia, Vuotinainen 4.  
2/3 luonn. suuruutta.

*Raha- ja haulimalmia Vuotinaisesta.*

Anal. nro 709	%
Liukenematon HCl:ssa .....	9.62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	58.48
Mn O .....	2.03
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	jälkiä
Hehk. hukka .....	20.59
Humus (elem. anal.) .....	3.18

*Järvivettä Vuotinaisesta, löytöpaikka 1.*

Humusta 1 litrassa .....	0.00824 g
--------------------------	-----------

Vuotinaisesta on nostettu runsaasti malmia löytöpaikasta 1, viimeksi n. 20 vuotta sitten.



## Järvimalmilöydöistä

Onkimassa ja Vuotinaisessa Pyhjärven pitäjässä (U. 1.)

Asteikko 1:40000







Pohjamudassa hyvin vähän diatomeita. Malmissa ei ole orgaanismeja.

*Punelia.*

Yhtä sisämaanluontoisena, kuin mitä edellä on kuvattu, on luonto Lopen pitäjässä olevan Punelajärvenkin ympärillä. Sora- ja hiekkakarjanteet, suot ja suotumat sekä synkät metsät ovat maisemalle luonteenomaisia. Järvi on samalla vedenjakajalla, kuin edellisetkin ja laskee vetensä etelää kohti, ensin pieneen Sakarajärveen ja edelleen Hiidenveteen. Viljelyksiä on vain hyvin vähän sen rannoilla ja asumuksia vain Kukkarin pieni talo sen itärannalla.

Maalajit ovat hyvin kivistä soraa (morenia) ja hiekkaa, joka osittain on soranpitoista.

Maanlaaduista on rautapodsoli vallitsevana ja on se kuten yleensä, heikommin muodostunut, kuin humuspodsoli. Sen valkomaakeran vahvuus vaihtelee 2—5 cm. välillä, B kerros taasen on tavallisesti n. 15 cm, jonka alla on usein heikosti muodostunut B<sub>2</sub> kerros.

Humuspodsoli on yleensä, varsinkin hiekassa paljon voimakkaammin kehittynyt ja peittää kivennäismaalajia tällöin paksumpi turverkerros. Niin on esim. koekuopassa 4, hiekassa, turvetta (A<sub>1</sub>) 7 cm, valkomaata (A<sub>2</sub>) 14 cm, hyvin tummanruskeata ortkiveä 10 cm ja ruskeata hiekkaa (B) 20 cm. Humuspodsolia on tämän järven ympärillä verrattain runsaasti. Malmi esiintyy melkein poikkeuksetta hiekkapohjalla ja ulottuu tavallisesti niin syväälle, kunnes pohjan peittää järvimuta. Siten on malmia Salmion alla, löytöpaikka 1 hiekkapohjalla 1—1.50 m syvällä. Malmi on levymalmia.

Löytöpaikassa 3 on pieni ala malmia hiekkapohjalla, jonka päällä on ohuelta—n. 30 cm—järvimutaa. Järvimalmi on väriltään tummaa ja murenee helposti. Malmi on muodotonta.

*Malmia Puneliasta, löytöpaikka 3.*

Anal. n:o 720	%
Liukenematon HCl:ssa .....	14.30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	59.92
Mn O .....	0.50
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.48
Hehk. hukka .....	22.59
Humus (elem. anal.) .....	0.95

Löytöpaikassa 4, Valkeaveden lahdessa, on vähän malmia hiekkapohjalla, 1.25—2 m syvällä. Malmi on otettu puhtaaksi n. 20 vuotta



sitten.— Järven itäranta, Pienen ja Ison Punelian välisestä salmesta etelään päin, on n. 50—100 m leveydeltä hyvin matalaa, jonka jälkeen tulee jyrkkä terassi. Kun pohja on hienoa hiekkaa, vaikuttaa aallokko helposti tähän. Siten on esim. koekuopan 4 kohdalta ennen (n. 20 vuotta sitten) nostettu malmia, mutta nyt ei malmista löytynyt jälkeäkään. Luultavasti on aaltojen kulettama hiekka sen peittänyt. Siitä etelään, löytöpaikassa 6 on vähän malmia hiekkapohjalla, 2 m syvällä.

Edelleen etelään tästä on järven tärkein malmilöytöpaikka (n:o 11 kartalla). Siinä on hiekkaranta hyvin pitkälle matalaa. Sen ulko reunalla on länteenpäin pistävällä hiekkaharjanteella malmia 1.50—3.50 m syvällä. Malmi on rahamalmia, verrattain ohutta (2—3 mm). Malmin nostajien kertomuksen mukaan on malmi otettu puhtaaksi n. 20 vuotta sitten, joten malmi on senjälkeen uudestaan kasvanut. Sitä on verrattain runsaasti, vaikka yksilöt ovat ohuita.

*Rahamalmia Puneliasta, löytöpaikka 11, Kukkarin luoto.*

Anal n:o 722

	%
Liukenematon HCl:ssa .....	40.18
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	42.50
Mn O .....	1.30
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.17
Hehk. hukka .....	11.63
Humus (elem. anal.) .....	0.92

Kuten analysistä käy selville on malmissa hyvin runsaasti hiekkaa pääasiallisesti kvartssia ja maasälpää, sekä hyvin vähän orgaanisia aineita.

Löytöpaikka 10 on keskellä järveä, Selkäsaaren eteläpäässä. Malmi on hiekkapohjalla 1.50—2.50 m syvällä. Syvemmillä peittää pohjan hieta jolloin malmi loppuu. Malmi on muodottomissa levyissä ja hyvin hiekanpitoista.

*Malmia Puneliasta, löytöpaikka 10.*

Anal. n:o 721

	%
Liukenematon HCl:ssa .....	57.90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	22.05
Mn O .....	8.00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.24
Hehk. hukka .....	9.89
Humus (elem. anal.) .....	0.89



## Malmilöydöistä

Puneliassa ja Sakarassa Lopen pitäjässä.

Asteikko 1:40000





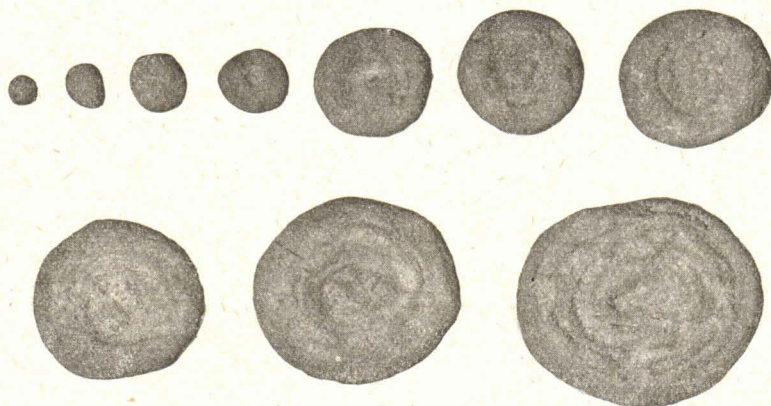
*Järvivettä Puneliasta, löytöpaikka 11.*

Humusta 1 litrassa ..... 0.00566 g.

Järven pohjamudassa on makeanveden diatomeita (Pinnularia, Pleurosigma). Malmassa ei ole organismeja.

*Sakara.*

Olosuhteet Sakaran ympäristöllä ovat hyvin samanlaiset, kuin Punelian. Vallitsevana maalajina on hiekka, kivinen sora (moreni) ja rahkaturve. Maanlaatu on pääasiallisesti rautapodsolia, lähten kuitenkin humuspodsolia. Tyypillistä humuspodsolia on siellä täällä pienempinä alueina. Maanlaatumuodostuman vahvuus on pääasiallisesti sama, kuin Punelian ympäristöllä.



Kuv. 10 Malmin kasvaminen. Herne- ja rahamalmia Sakarasta.

Luonn. suuruus.

Malmi on yleensä hiekkapohjalla, hiedan rajalla. Löytöpaikassa 1 ja 2 järven luoteisrannalla on sitä vähän 1.50—2.50 m syvällä. Heti malmilöydön ulkoreunalta lähtien peittää pohjan hieta.

Tärkein malminnostopaikka Sakarassa on sen etelärannalla, löytöpaikka 4. Siinä on malmi hiekkapohjalla 1.25—2.50 m syvällä, syvemmällä peittää pohjan hieta.

Aivan samoissa olosuhteissa on vähän malmia löytöpaikassa 5 ja 6.

Malmi on koko järvessä hauli- ja rahamalmia.

Järven itäpuolella on pohja paksun mutakerroksen peittämä, joka tulee veden mukana suurilta Löytyn soilta.

Sakara on otettu malmista puhtaaksi, niin että malmia on vain hyvin vähän jäljellä. Sitä on nostettu n. 20—30 vuotta sitten, kuten Puneliastakin Rautakosken tehtaalle, sekä myöhemminkin viimeksi 5 vuotta sitten.

*Hauli ja rahamalmia Sakarasta.*

Anal. n:o 723

Liukenematon HCl:ssa .....	20.72
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	59.12
Mn O .....	0.95
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.18
Hehk. hukka .....	15.68
Humus (elem. anal.) .....	1.69

*Järvivettä Sakarasta, löytöpaikka 4.*

Humusta 1 litrassa ..... 0.00772 g

Malmissa ei ole organismeja.

*Salkolanjärvi.*

Salkolan järvestä Pusulan, Someroniemen ja Tammelan kulmauksessa alkaa vesistö, joka Liesjärven, Kuivajärven ja Pyhäjärven kautta kuletaa vetensä Kokemäenjokeen. Se on vedenjakajalla lähellä Heinäjärveä. Järven ympäristöt ovat luonteeltaan täysin sisämaan luontoiset, harvaan asuttuja ja vähän viljeltyjä. Maalajit ovat hiekkaa, soransekaista hiekkaa ja turvetta. Hiekkamaat ovat kuitenkin vallitsevina.

Maanlaadut, jotka yleensä ovat hyvin kehittyneitä, ovat rauta- ja humuspodsolia, joista rautapodsoli on vallitsevana, joskin humuspodsolia on suhteellisesti paljon.

Malmia on järven luoteisrannalla hiekkapohjalla 1.50—2.50 m syvällä. Syvemmillä peittää pohjan hieta. Malmi on levymalmia.

*Levymalmia Salkolanjärven luoteisrannalta.*

Anal. n:o 718

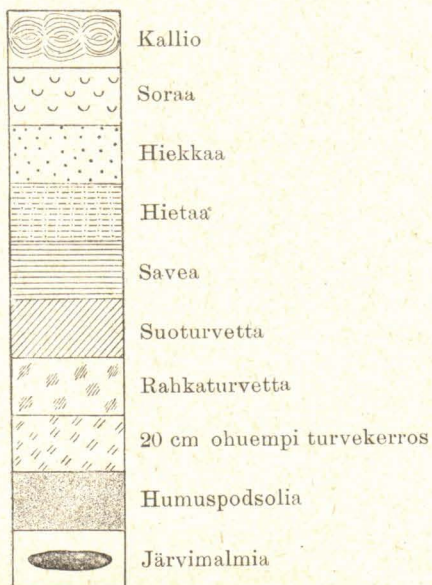
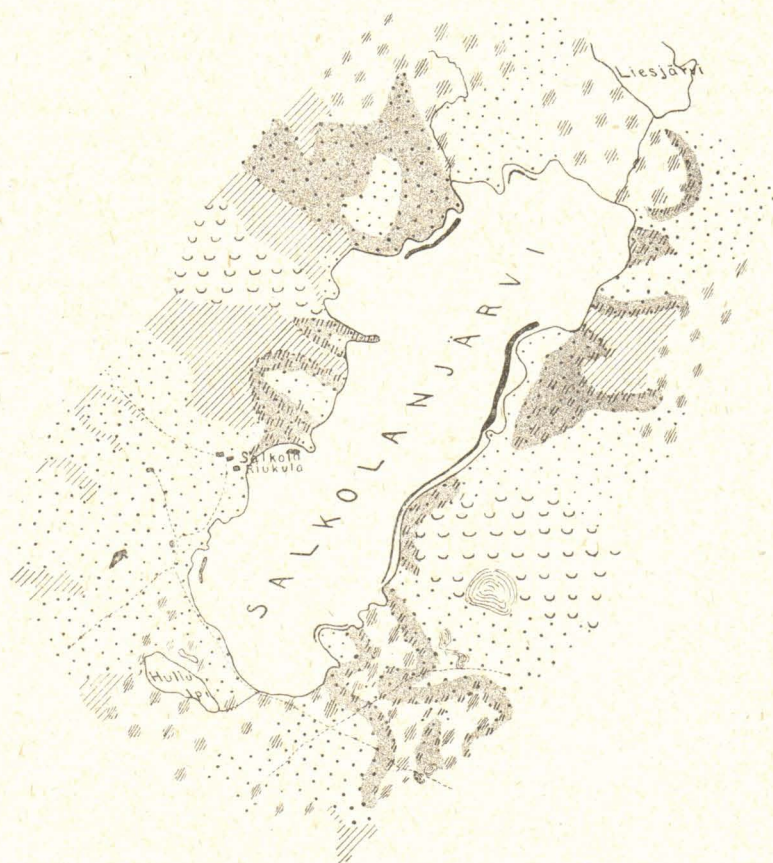
	%
Liukenematon HCl:ssa .....	14.50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	53.37
Mn O .....	8.00



## Malmilöydöistä

Salkolanjärvessä Someroniemen pitäjässä.

Asteikko 1:40000







P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.19
Hehk. hukka .....	18.67
Humus (elem. anal.) .....	2.58

Järven länsirannalla, Salkolan kylän alla on hiekka järven pohjassa hyvin ruskeata, rautaoksidin värjäämää. Hiekan pinnalla on harvakselleen pieniä rahamalmiyksilöitä. Samoin on asianlaita siitä vähän etelään. Järven itärannalla on verrattain pitkälti rantaa pitkin malmia kovalla hiekkapohjalla, 1,50—3 m syvällä. Malmi on paksua rahamalmia.

*Rahamalmia järven itärannalta.*

Anal. n:o 719	
	%
Liukenematon HCl:ssa .....	8.30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	62.32
Mn O .....	1.10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.28
Hehk. hukka .....	21.33
Humus (elem. anal.) .....	2.61

*Järvivettä Salkolanjärven itärannalta.*

Humusta 1 litrassa ..... 0.00463 g.  
 Malmissa ei ole organismeja.

*Liesjärvi.*

Vaikka Liesjärven ympäristöt ovatkin vielä vähemmin sopivia viljelykselle, ei sillä enään ole sitä erämaan luonnetta, kuin edellä kuvatuilla, sillä sen rannoilla on jo tiheämpi asutus. Maisemat eivät kohoa erittäin jyrkkinä järvestä. Sitä ympäröivät suureksi osaksi kauniit hiekkarannat. Maalajit sen ympärillä ovat pääasiallisesti hiekkaa, ainoastaan järven eteläpäässä on runsaammin soraa.

Maanlaadut ovat enimmäkseen rautapodsolia, joka on verrattain voimakkaasti muodostunut. Siten on esim. sen itärannalla koekuopassa 1 hiekassa turvetta (A1) 4 cm, valkomaata (A2) 13 cm ja ruskeata rikastunutta kerrosta (B) 13 cm. Samoin on malmilöytöpaikan 3 kohdalla valkomaata 7 cm ja B kerros 49 cm vahvuinen.

Humuspodsoli on täällä kuten muuallakin alueella hyvin kehittynyt. Siten on esim. järven koillisrannalla, Harjun kartanon pohjois-

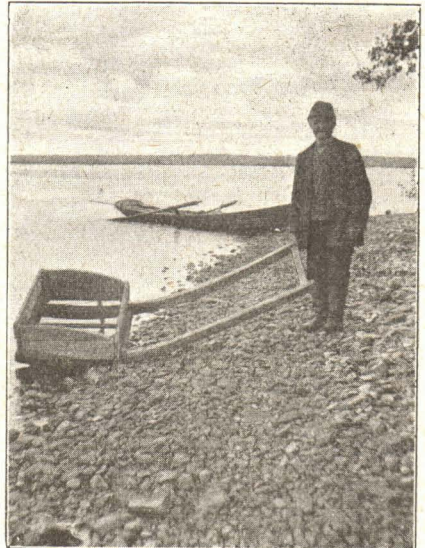


puolella, maanlaatu leikkauksessa 2 seuraava: turvetta (A1) 6 cm, valkomaata(A2) 16 cm ja B kerros 23 cm.

Malmia on järvestä muodostunut hyvin runsaasti ja on sitä vuosikymmenien kuluessa nostettu säännöllisesti satoja kuormia vuosittain. Liesjärvestä onkin saatu suurin osa siitä järvimalmista, mikä on valmistettu raudaksi Högforsin tehtaassa Pyhäjärvellä. Järvi onkin erittäin sopiva malminnostoon, siinä kun on tasanen hiekkapohja, josta malmia on helppo nostaa meillä käytetyillä alkuperäisillä haaveilla.



Kuv. 11 Malmihaavi Liesjärveltä



Kuv. 12 Seula, jolla malmi puhdistetaan lietteestä.

Löytöpaikassa 1 järven eteläpäässä, sen länsirannalla on malmia pienellä alueella 1—1.50 m syvällä. Malmi on rahamalmia. Siitä vähän ulompana on vedenalainen hiekkaharju, jonka päällä on malmia 1.50—3 m syvällä. Sen kummallakin puolella on pohja pehmettää mutaa. Löytöpaikassa 3 on malmia hiekkapohjalla 2 m syvällä. Malmi on raha- ja haulimalmia. Löytöpaikassa 4, Harjun kartanon alla, on samoin hiekkapohjalla, 1.25—2.50 m syvällä, pientä rahamalmia. Syvemmällä on järven pohja hyvin kovaa hietaa.

Järven länsirannalla on malmia hyvin laajalla alueella (löytöpaikka 7). Järven pohja on hiekkaa. Malmia on 1.25—2.25 m syvällä. Sen ulkopuolella on järvimutaa. Kun mutaa on 25 cm paksuudelta loppuu malmi. Samoin on löytöpaikassa 8 malmia 1—3.50 m syvällä. 3.75 m syvällä veden pinnasta lukien alkaa harmaa hietä.



Kartta

## Malmilöydöistä

Liesjärvessä Tammelan pitäjässä.

Asteikko 1:40000





Malmia on näissä paikoissa nykyään hyvin vähän, sillä se on hyvin tarkoin nostettu aivan viime vuosina, niin että rannalla vielä on malmikasoja, joita ei ole ehditty poiskulettaa. Malmi on raha- ja haulimalmia, joka usein on muodostunut kiven ympärille.

*Rahamalmia Liesjärvestä, löytöpaikka 7—8.*

Anal. n:o 716

	%
Liukenematon HCl:ssa .....	28.84
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	46.66
Mn O .....	2.20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.15
Hehk. hukka .....	12.37
Humus (elem. anal.) .....	2.30



Kuv. 13 Kiven ympärille kasvanutta malmia, Liesjärvi 7.

Litonn. suuruus.

Näistä eteläänpäin olevissa malmilöydöissä ovat olosuhteet samanlaiset.

Löytöpaikassa 14 on malmia runsaasti kivisellä hiekkapohjalla 1.50—2 m syvällä. Malmi on rahamalmia, joissa usein on kiwi keskellä.



*Rahamalmia Liesjärvestä, löytöpaikka 14.*

Anal. n:o 717

Liukenematon HCl:ssa .....	12.46
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	57.04
Mn O .....	3.94
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.27
Hehk. hukka .....	21.81
Humus (elem. anal) .....	2.25

Järven eteläpäässä on hieman malmia kivikkopohjalla (löytöp. 13).

Järven kummassakin päässä olevien lahtien pohja on paksun mutakerroksen peittämä, eikä niissä ole tavattu malmia.

*Järvivettä Liesjärvestä, löytöpaikka 8.*

Humusta 1 litrassa ..... 0.01029 g.

Pohjamudassa on runsaasti makeanveden diatomeita (Melosira, Surirella, Pinnularia). Malmista ei ole organismeja.

*Oksjärvi.*

Hyvin erämaanluontoista ovat samaan vesistöön kuuluvan Oksjärven ympärillä oleva luonto. Maalajit ovat soraa, hiekkaa ja turvetta, sekä vähän hietaa. Maanlaadut ovat pääasiallisesti rautapodsolia. Humuspodsolia on useissa paikoissa pieninä alueina.

Rautamalmia on useissa kohdin. Tavallisesti sitä on kivikkopohjalla järvimudan rajalla. Siten on löytöpaikoissa 1 ja 2, joissa sitä on vähän, 2—2.50 m syvällä. Samoin on asianlaita löytöpaikoissa 4, 5, 6, 7 ja 9. Hiekkapohjalla on malmia runsaammin löytöpaikoissa 3 ja 8. Löytöpaikassa 3 on veden syvyys 2.50 m ja 8:ssa 1.50—3.25 m. Kaikkialla loppuu malmi, kun järvimuta peittää pohjan.

Malmi on koko järvessä samanlaista, ohutta levymalmia.

*Levymalmia Oksjärvestä.*

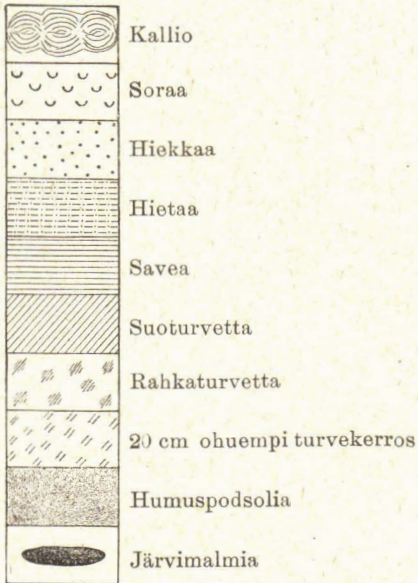
Anal. n:o 724

Liukenematon HCl:ssa .....	11.94
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	59.60
Mn O .....	4.00

# Malmilöydöistä

Oksjärnessä Tammelan pitäjässä.

Asteikko 1:40000





P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.45
Hehk. hukka .....	20.71
Humus (elem. anal.) .....	3.94

*Järvivettä Oksjärvestä.*

Humusta 1 litrassa.....	0.01133 g.
-------------------------	------------

Oksjärvestä ei muistitietojen mukaan ole nostettu malmia.  
Malmissa ei ole organismeja.

*Kuivajärvi.*

Kuivajärvi on muodostunut altaaseen, jota pohjoisella ja eteläisellä sivulla rajoittavat korkeat rannat, koillisella soraharjanteet, lounaisella Tammelan harju. Sen kaakkoispäähän laskevat vetensä Salkolanjärvi ja Liesjärvi, sen luoteispäähän Oksjärvi ja Kaukjärvi. Kuivajärvi on yhteydessä Pyhäjärven kanssa kahden salmen kautta, joista läntisempi nykyään kuitenkin on täytetty maantien kohdalta. Se on yleensä hyvin matalaa, keskimäärin alle 2 m.

Maalajit ovat pohjoisrannalla pääasiallisesti soraa ja eteläpuolella hiekkaa. Sitäpäitse on itäpäässä hietaa ja suoturvetta ja länsipäässä savea.

Maanlaadut ovat melkein yksinomaan rautapodsolia, jotapaitse hienompirakeisissa maalajeissa on pohjavesipodsolia.

Malmia on ainoastaan eräällä vedenalaisella karilla järven keskellä, hiekkapohjalla 0.5—2 m syvällä. Malmi on harkkomalmia. Löytöpaikan ympärillä on järven pohja savea, jonka päällä on mutakerros.

*Malmia Kuivajärvestä.*

Anal. n:o 725	
	%
Liukenematon HCl:ssa .....	75.98
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	8.94
Mn O .....	2.95
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.27
Hehk. hukka .....	6.08
Humus (elem. anal.) .....	0.74

Kuten analysistä käy selville, on muodostuma rautaoksidin pitoista lietettä, joka on muodostanut konkretioita.

*Järvivettä Kuivajärvestä.*

Humusta 1 litrassa..... 0.01416 g.

Malmissa on jokunen piilevä (Pinnularia).

*Pyhäjärvi.*

Liesjärven jälkeen on Tammelan Pyhäjärvestä nostettu enimmin malmia kuyatulla alueella. Uudestaan muodostuminen näyttää tässäkin, kuten Liesjärvestä, olevan verrattain nopea, päättäen siitä, että malmia nostetaan jotenkin tiheästi.

Maalajeihin nähden ovat Pyhäjärven ympäristöt jo hyvin vaihtelevat; pohjois- ja itäpuolella on hiekka vallitsevana, etelä- ja länsipuolella savi ja sora. Hiekka on osittain soranpitoista, varsinkin Tammelan harjun laella, osittain tasarakeista harjun sivuilla. Sora on yleensä hyvin kivistä.

Maanlaatu on melkein yksinomaan rautapodsolia, paitse kahta pienempää aluetta, jotka ovat humuspodsolia. Savissa on sen lisäksi pohjavesipodsoli kehittynyt. Kuitenkin on huomattava, että rautapodsoli useissa paikoissa on lähellä humuspodsolia, niin että pohjavesi on verrattain humuspitoista. Siten on esim. kaivovedessä Eskolan kaivosta Pyhäjärven rannalla, kirkon eteläpuolella

humusta 1 litrassa..... 0.01519g.,

kun esim. lähdevedessä Rauhaniemen talon vieressä on

humusta 1 litrassa vain ..... 0.00180 g.

Edellinen on hiekkamaassa, jälkimäinen sorassa (moreenissa). Muutenkin on vaikea päättää maanlaadun suhteen kirkon lähellä, maantien eteläpuolella, sillä seutua on viljelty jo hyvin kauan, niin että muokkaus on hävittänyt alkuperäisen maanlaatumuodostuksen.

Malmia on vain järven pohjoisrannalla Tammelan kirkon kohdalla. Sitä on hiekkapohjalla aivan saven rajalla, 2—2.75 m syvällä. Malmikerroksen ulkoreuna seuraa tarkalleen sitä rajaa, missä järven pohjaa alkaa peittää savi. Malmimuodostuma kulkeekin suorana, huolimatta lahdista tahi niemikkeistä, joita ranta muodostaa.

Malmi on haulimalmia.

*Haulimalmia Tammelan Pyhäjärvestä.*

Anal. n:o 738.

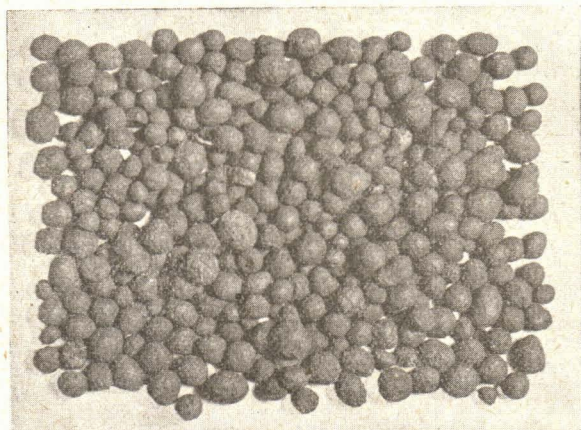
	%
Liukenematon HCl:ssa .....	5.14
Si O <sub>2</sub> (liukeneva).....	1.86
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2.71



Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	82.29
Mn O .....	0.87
Ca O .....	0.10
Mg O .....	0.13
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	2.66
Hehk. hukka. ....	3.50
	Summa 99.26 <sup>1)</sup>

Humus (ilmakuivasta malmista elem. anal.)	3.29
Hehk. hukka ( » » » )	21.45

Tästä löytöpaikasta eteläänpäin on hieman malmia vedenalaisella karilla, kivikkopohjalla 2.60—4 m syvällä. Täälläkin ympäröi savi-pohja karia ja malmikerrosta. Malmia on vähän ja on se muodotonta



Kuv. 14 Haulimalmia, Pyhäjärvi.  
Luonn. suur.

*Järvivettä Pyhäjärvestä.*

Humusta 1 litrassa..... 0.00978 g

Pyhäjärvestä on otettu malmia aina viime aikoihin asti, viimeksi talvella 1915. Malmi kuletetaan Högforsiin.

Pohjamudassa on vähän makean veden diatomeita (Melosira, Pinnularia).

Malmissa ei ole organismeja.

<sup>1)</sup> Malmi on käsitelty ensin NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>:lla.

# Järvimalmilöydöstä

Pyhä-, Kuiva- ja Kaukjärnessä  
Tammelan pitäjässä.

Asteikko 1:80000



- Kallio
- Soraa
- Hiekkaa
- Hietaa
- Savea
- Suoturvetta
- Rahkaturvetta
- 20 cm ohuempi turvekerros
- Humuspodsolia
- Järvimalmia







*Kaukjärvi.*

Kaukjärvi on kapea ja syvä järvi Tammelan harjun pohjoispuolella. Maalajit sen ympärillä ovat soraa etelä, savea pohjoisrannalla ja hiekkaa sen länsipäässä. Maanlaatu on yksinomaan rautapodsolia.

Malmia on hyvin vähän, ainoastaan erään niemen edustalla, etelärannalla, kivensekaisella hiekkapohjalla. Malmi ympäröi tavallisesti kiviä. Veden syvyys 2 m. Syvemmällä peittää pohjan savi. Järven länsipäässä on pohja paksun mutakerroksen peittämä. Vesi järvestä on hyvin sameata.

*Järvivettä Kaukjärvestä.*

Humusta 1 litrassa..... 0.00180 g.



Valok. K. Ruhanen.

Kuv 15 Kivien ympärille kasvanutta malmia. Kaukjärvi.

Suuruus  $\frac{2}{3}$  luonn.

*Malmia Pohjanlahdesta.*

Vertauksen vuoksi otettakoon tähän analyysi malmimuodostumasta, jonka on ottanut Hydr.-biologinen Toimisto Pohjanlahdesta Pietarsaaren ulkopuolelta (N Lat. 63° 47.5 ja E Long. 21° 31') n. 58 m syvällä.

Anal. n:o 727.	%
Liukenematon HCl:ssa .....	42.72
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	31.00
Mn O .....	1.22
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	3.64
Hehk. hukka .....	13.11
Humus (elem. anal.) .....	1.25



## Järvimalmien muodostuminen.

Jos tarkastetaan edellä esitettyjä tapauksia, niin huomaamme että järvimalmeja muodostuu järvissä, joita ympäröi sora- tai hiekkamaalajit. Sellaisissakin järvissä, joiden ympäristöllä on savimaita, kuten Tammelan Pyhäjärven, syntyy malmia vain sellaisella rannalla, jonka kohdalla maalajit ovat hiekkaa. Malmien muodostuminen edellyttää siis helposti läpäsevää maalajia. Tätä seikkaa tukevat huomiot kuvatuissakin tapauksissa, sillä huomaamme malmin uudistuvan nopeammin sellaisissa järvissä, joissa malmimuodostuman kohdalla olevat maalajit, joiden läpi rautapitoinen pohjavesi kulkee, ovat hiekkaa, joka yleensä on helpommin läpäsevää, kuin sora (moreni). Ne järvet, joista malmia on enemmän otettu, kuten Liesjärvi, Pyhäjärvi, Punelia ja Sakara ovat sellaisia. Heinäjärven on tärkein malmin nostopaikka, löytöpaikka 5, hiekan kohdalla. Samoin on Vahermassa runsaimmat löytöpaikat 1 b ja 3 hiekkarannan kohdalla. Sellaisissa järvissä taas, joita ympäröi sora (moreni), on malmia yleensä vähän eikä niistä ole sanottavasti nostettu. Siten on malmia hyvin vähän Salovedessä, Saarijärven, Vahermassa, Oksjärven ja Onkimassa. Näistä ei ole malmia nostettu, paitsi Onkimasta, josta on yritetty. Kun tiedämme, ettei rautaoksidisoli positiivisena kolloidina saata kulkea hienojen kapillariputkien läpi, vaan saostuu <sup>1)</sup>, niin ymmärrämme, mikseivät rautapitoiset solit saata vaelttaa hieta- ja savimaissa.

Myös maanlaaduilla on vaikutuksensa järvimalmien syntyyn. Kartoista näemme, että useimmat tärkeämmät malmimuodostumat ovat lähellä humuspodsolimaanlaatuja. Siten Heinäjärven löytöpaikat 5, 7 ja 12 sekä koko eteläranta, Salovedessä 1, Vahermassa 1 b ja 3, useimmat Onkimassa, Vuotinaisissa 1 ja 4, Puneliassa kaikki, Sakarassa 4 ja 5, Salkolanjärven suurin osa, samoin Liesjärven ja Oksjärven. Pyhäjärven tosin ei voi huomata humuspodsolim muodostusta malmilöytöpaikan kohdalla, sillä suurin osa on peltona ja maanlaatukerros senkautta särety, mutta pohjavesi on hyvin humuspitoinen ja jo väriltäänkin aivan keltasta. Yleensä ovat seudut tutkitulla alueella hyvin soisia ja vedet humuspitoisia.

<sup>1)</sup> Naima Sahlbom: Kapillaranalyse kolloider Lösungen. Kolloidchemische Beihefte Bd 2, H. 3—5. s. 79—141.



Ne rautaoksidimäärät, jotka tapaame järvimalmeissa, ovat epäilemättä peräisin maalajeista, jotka ympäröivät näitä järviä. Maahan tunkeutuva vesi liuottaa pintakerroksen mineraleista muiden muassa rantayhdistykset ja kulettaa mukanaan osittain alaspäin, tahi saostuvat ne osaksi huuhdotun, valkomaan, alla olevassa kerroksessa. Jos liuos on hyvin humuspitoinen, vaeltaa rautaoksidisoli edelleen<sup>1)</sup>. Selityksenä tähän ilmiöön on, että humusaineet vaikuttavat suojakolloideina ja estävät humuspodsolimaissa rautaoksidisolien koaguloitumasta B kerroksessa. Kokeiden mukaan saostuu rautaoksidisoli seuraavien rajasuhteiden sisällä:<sup>2)</sup>

1 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0.2 humus	—	1 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 3 humus
1 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0.07 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	1 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 14.40 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0.04 Si O <sub>2</sub>	—	1 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0.86 Si O <sub>2</sub>
ja aluminiumioksidisoli,		
1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 1 humus	—	1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 30 humus
1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0.73 Si O <sub>2</sub>	—	1 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 14.63 Si O <sub>2</sub>

Edellisestä huomaamme, että jos humusta on liuoksessa enemmän kuin 3 kertanen määrä, ei rautaoksidisoli enään saostu, vaan vaeltaa siksi, kunnes suhteet muuttuvat, tahi jokin muu vaikutin muuttaa nämät solien väliset suhteet. Nämät raja-arvot riippuvat kuitenkin humusaineiden laadusta, niin että ylempi raja-arvo saattaa olla pienempikin kuin 3. Siten on ylempi raja-arvo humusliuoksella, joka oli valmistettu rahkaturpeesta (lahoamatonta) Perniöstä, vain 0.48 (Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub> = 1), turpeesta Odnäsista 2.18 ja turpeesta Westankvarnista 1.53, mutta kaikki kuitenkin alhaisia arvoja. Aluminiumioksidisolille ovat rajaarvot paljoa suuremmat, vesiliuoksille turpeista 24—26. Nämät raja-arvot ovat täydellisesti sopusoinnussa olosuhteille luonnossa, sillä humuspodsolimaissa, joista rauta on vaeltanut pois, on aluminiumioksidi rikastunut, kun taas järvimalmeissa yleensä on hyvin vähän aluminiumioksidia, joka johtuu siitä, ettei humusaineet maanesteissä saavuta sitä korkeata, keskimäärin 25 kertaista rajaarvoa, jonka aluminiumioksidisoli vaatisi pysyäkseen dispergoituna. Tästä käy myös selville, miksi vuoriperä ei vaikuta järvimalmien syntyyn, sillä järvimalmissa oleva rautaoksidisoli on alkuisin pääasiallisesti järviä ympäröivistä maalajeista, joissa muodostunut humuspodsoli erityisesti vaikuttaa rautaoksidisolien vaeltamiseen.

Dispergoituna humusrikkaaseen pohjaveteen kulkee rautaoksidisoli ja purkautuu pohjaveden mukana järviin. Tämä tapahtuu vyö-

<sup>1)</sup> Vertaa B. Frosterus: Versuch einer Einteilung der Böden der finnland. Moränengebietet. Geotek. Tiedonant. n:o 14 ja B. Aarnio op. c. s. 14—23.

<sup>2)</sup> B. Aarnio: op. c. s. 53—70.



hykkeessä, jossa läpäsevät ja läpäsemättömät maalaisit kohtaavat toisensa, aivan samoin kuin lähdemuodostumat maanpinnalla. Tämä käy selville siitä, että malmimuodostus kasvaa alaspäin ja sivuille, sekä senlisäksi siitä, että malmimuodostumain alapuoli on ruskeata ja pehmeätä rautaoksiidia, kun taas malmi yläosastaan on ainakin vanhemmissa ja paksummissa muodostumissa kovaa, usein aivan lasimaista.

Jos pohjavesi tihkuu tasaisesti koko malmivyöhykkeessä, niin ei synny mitään erityisellä tavalla muodostunutta malmia, vaan peittää järvenpohjan muodoton harkkomalmi (vertaa Vuotinainen 4 kuva 9). Toisin on asianlaita, jos rautaoksidin pitoinen pohjavesi nousee erityisiä tiehyitä pitkin. Tällaisina tiehyeinä ovat nähtävästi varsinkin kasvien juuret, joista sisus on lahonnut pois. Jos näitä kanavia on tiheässä, kuten esim. hiekkapohjalla, jossa vain hyvin ohut lietekerros peittää hiekan, syntyy hauli- tai papumalmia, joka pitemmän ajan kuluessa saattaa kasvaa rahamalmiksi (kuv. 10). Jos malmi saa olla rauhassa, saattavat malmioksilöt kasvaa yhteen ja silloin syntyy levy- malmia (vertaa Heinäjärvi 5, kuv. 3). Kun läpäsevää pohjaa peittää paksumpi vaikeasti läpäsevä kerros, kuten muta, ja kanavat ovat harvemmassa, kasvaa malmi sivuille päin ja saadaan kauniisti muodostuneita yksilöitä, kilpimalmia (vertaa Salovesi 1, Saarijärvi ja Vaherma 3, kuvat 5, 7 ja 8). Näissä täytyy kanavan suun olla malmioksilön alla ja keskellä sitä, josta rautapitoinen vesi diffundeeraa kaikille suunnille ja malmi kasvaa reunoiltaan konsentrisina renkaina. Nämät kilpimalmit ovat myös keskeltä korkeammalla ja muistuttavat siten muodoltaan osaa pallonpinnasta, joka seikka sek in viittaa siihen, että rautaoksidinpitoinen liuos nousee yhdestä paikasta. Samoin kasvavat kilpimalmit harvoin yhteen ja ovat yleensä harvassa, mikä nähtävästi riippuu siitä, ettei kanavia ole tiheässä.

Kun rautaoksidisoli humuspitoisen pohjaveden mukana nousee järven pohjasta, saostuu rautaoksid i ja osa humusaineista järvimalmi na. Tämä saostus tapahtuu epäilemättä jonkun esineen, tavallissimmin mineralirakeen tai kiven ympäri, mutta saattaa koagulaatiosydämenä olla jokin muukin esine, kuten esim. joskus näkinkengän tai kaarnan kappale. Senjälkeen jatkuu saostuminen yhä edelleen täten muodostuneen malmin pinnalle. Saostus ei siis tapahdu sillätavoin kuin esim. suomalm eissa, joissa ei tavata erityisesti muodostuneita yksilöitä, vaan koaguloi rautaoksid i soissa hyytelönä, joka sitten geelin vanhetessa kutistuu muodottomiksi myhkyiksi. Täten tapahtuu, jos rautaoksid i ja humusaineet ovat sellaisissa suhteissa että saostuminen on nopea. Järvimalm eissa emme kuitenkaan tapaa näitä suhteita, vaan suhtautuvat rautaoksid i ja humusaineet niissä keskimäärin kuin 1:0.07. Tällöin saamme ilmiön, joka muistuttaa olo-



suhteita kidemuodostumisessa tai kosteuden tiivistyessä ilmassa. Ylikyllästytetty liuos saattaa pysyä muuttumattomana, mutta jos se saateetaan yhteyteen kiinteän aineen kanssa, alkaa kiteytyminen. Alussa on kide pieni, mutta kasvaa se siten, että yhä uutta ainetta lisäantyy sen pinoille. Jos taas johdetaan vesihöyryä tomuiseen huoneeseen, tiivistyy vesihöyry, jolloin tomuhiukkaset ovat tiivistyssydäminä. Mutta jos muuten samoissa olosuhteissa vesihöyry johdetaan tomuvaapaeseen ilmaan, ei sumumuodostusta synny.<sup>1)</sup> Samanlainen ilmiö on pisoliittien muodostuminen kuumissa lähteissä, jolloin sydämenä on hiekkarae, vieläpä kaasukuplakin. (Hochstätter)<sup>2)</sup>

Mistä tämä ilmiö riippuu, ei teoreettisesti vielä ole selitetty.

Solit ovat yleensä epäpysyviä ja tapahtuu saostuminen niissä usein helposti. Jos vaikuttimet ovat heikkoja tai eivät ole edullisessa suhteessa soliin, tapahtuu koaguloiminen hitaasti tai vasta pitemmän ajan kuluttua.

Saadakseen selville, miten erilaiset mineraalit vaikuttavat saostavasti rautaoksidisoliin, tehtiin joukko kokeita. Kokeet tehtiin suljetuissa lasisylintereissä, joihin kuhunkin pantiin 125 cm<sup>3</sup> rautaoksidisolia, joka sisälsi 0.0100 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Sylinterin pohjalle asetettiin erilaisia saostussydämiä ja sylinterit säilytettiin osaksi päivän valossa ja osaksi pimeässä. Rinnakkain näiden kanssa oli muutamia sylinterejä, joissa oli sama määrä rautaoksidisolia ilman saostamissydämiä. Näistä jälkimäisistä ei yksikään saostunut 1 vuoden aikana.

Koe	1.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -soli	+	ortoklasia	saostunut	6	kuukaudessa
»	2.	»	»	+ savea	»	6	»
»	3.	»	»	+ simpukankuorta	»	6	»
»	4.	»	»	+ graniittia	»	6	»
»	5.	»	»	+ hehkutettua rapautunutta graniittia ..	»	4	»
»	6.	»	»	+ kvartsia	»	4	»
»	7.	»	»	+ kiillettä	»	4	»
»	8.	»	»	+ kalkkikiveä	»	1	»
»	9.	»	»	+ Suoturvetta,	saostuu vähitellen		

Näitä kokeita tehtiin kustakin useita rinnatusten ja olivat tulokset samat.

Osittain vaikuttavat näissä kokeissa mineralista liukenevat aineet. Siten esim. saostaa rapautunut graniitti nopeammin, kuin rapautu-

<sup>1)</sup> H. Freundlich: Kapillarchemie, Leipzig 1909, s. 293—294.

<sup>2)</sup> H. Schade: Zur Entstehung der Harnsteine und ähnliche konzentrisch geschichteter Steine organischer und anorganischer Ursprungs. Koll. Zeitschr. Bd. 4 1909, s. 264—266.



maton ja kalkkikivi verrattain nopeasti, mutta yleensä ovat mineralit hyvin hitaasti liukenevia ja niistä liuenneiden aineiden vaikutus sentakia vähäinen. Tässä on kuitenkin huomattava, että useimmat kiinteät aineet ovat vedessä negatiivisesti sähköisiä, kun taas rautaoksidisoli on positiivinen. Tähän suuntaan viittaavat myös kokeet dialysoidulla humussolilla, jotka tehtiin yhdenmukaisesti kokeiden kanssa rautaoksidisolilla. Humussolissa, joka on negatiivinen, ei voitu havaita mitään saostumista, vaikka osa koesylintereistä on seissyt kaksi vuotta.



Valok. W. W. Wilkman.

Kuv. 16. Turpeen ympärille koaguloitunutta rautaoksidia.

Kun nyt tarkastamme järvimalmien mundostumista tässä valossa, on selvää, että rautaoksidisoli, joka on liuoksessa humusaineiden kanssa lähellä saostumisrajaa, helposti saostuu. Kun tämä saostus tapahtuu tavallisesti jonkun mineralirakeen ympärille, niin toimii tämä saostussydämenä, joka lopullisesti vaikuttaa koaguloitumisen. Kun senlisäksi rautaoksidipitoinen liuos vähitellen tihkuu pohjasta tuoden yhä uutta ainesta ja epäilemättä eri nopeudella eri vuodenaikoina, niin saadaan malmi, joka aluksi muodostuu pallonmuotoiseksi, mutta vähitellen kasvaa vain sivuillepäin ja synnyttää siten erilaisia malmimuotoja, joissa tavallisesti havaitaan konsenttrinen rakenne.

### Järvimalmien vanheneminen.

Kuten jo edellä on esitetty on viimeksi muodostunut osa malmista tavallisesti keltasenuskeata ja hyytelömäistä, jotavastoin vanhempi osa on kovaa ja lopuksi aivan lasimaista. Tämä ilmiö, muuttuminen hyytelömäisestä yhä kovemmaksi ja lopulta kiteiseksi, on yleinen geeleissä ja kutsutaan sitä geelien vanhenemiseksi. Tämä ei kohdistu yksinomaan rautaoksidigeeliin, vaan tavataan sitä yleisesti luonnossa muissakin geeleissä. Siten on tunnettu, että piihappo muuttuu amorfisesta tilasta, geelistä, kiteiseksi, opaalista kalsedoniksi. Samoin muuttuu  $Al_2O_3$ -geeli lateriiteissa kiteiseksi hydrargilliitiksi. <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> A. Luz: Laterit. Koll. Zeitschr. 1914. s. 81.



Samanlaisiin tuloksiin on C. Doelter<sup>1)</sup> tullut laboratoriokokeil-  
laan. Niin muuttuu hänen mukaansa rautaoksidi- ja alumiiniumok-  
sidigeeli huiskutuskoneessa 88 vuorokaudessa kiteiseksi. Myös saa-  
daan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  geelistä kuumentamalla vesihauteella kiteistä  $\text{Al}_2\text{O}_3$   
 $3\text{H}_2\text{O}$  ja  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  sekä  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  geelistä muutamassa päivässä mustaa  
götiittiä,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , ja hitaasti kuumentamalla hematiittiä,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Geelien vanheneminen ja muuttuminen kiteiseksi tapahtuu siis  
samalla, kun siitä poistuu vettä. Saadaksemme selville miten kuu-  
mentaminen vaikuttaa rautaoksidigeeliin, tehtiin seuraavat kokeet.

Taul. 4.

4 tunnin kuumenta- misen jälkeen.	vettä % <sup>2)</sup>	Hygroskooppisuus %
100 <sup>o</sup> ssa	10.00	34.12
200 <sup>o</sup> »	1.54	42.24
300 <sup>o</sup> »	1.06	29.62
400 <sup>o</sup> »	0.72	19.48
500 <sup>o</sup> »	0.70	6.13
600 <sup>o</sup> »	0.20	0.94
700 <sup>o</sup> »	0.00	0.00

Taul. 5.

4 tunnin kuumenta- misen jälkeen	Hygroskooppisuus.	
	Äsken val- mistettua rautahydr.	Suomalmia, Outo- kumpu.
100 <sup>o</sup> ssa	28.04	10.04
200 <sup>o</sup> »	1.35	10.97
300 <sup>o</sup> »	2.78	19.62
400 <sup>o</sup> »	3.92	20.01
500 <sup>o</sup> »	0.98	17.39
550 <sup>o</sup> »	0.59	14.70

Saostamalla ammoniakilla valmistettu rautahydraatti annettiin  
seistä ilmassa 10 kuukautta. Siinä ajassa se muuttui hyytelömäisestä  
kovaksi. Aine hienonnettiin ja kuumennettiin eri lämmöissä 4 tun-

<sup>1)</sup> C. Doelter: Über die Umwandlung amorpher Körper in kristallinische.  
Koll. Zeitschr. 1910, s. 90—91.

<sup>2)</sup> Vesi on määrätty Penfieldin mukaan. W. F. Hillebrand: op. c. s. 67—68.



tia, jonka jälkeen määrättiin siinä jälellä oleva vesi ja sen kyky uudelleen absorbeerata ilmasta vettä, eli hygroskooppisuus<sup>1)</sup> (Taul. 4).

Näistä kokeista huomaamme, että vesi poistuu kontinueerlisesti ja samaten hygroskooppisuus pienenee siten, että silloin, kun vesi on kokonaan poistunut, absorbeerauskyky myös on hävinnyt. Ilmiö on hyvin selvä, geelin ominaisuudet häviävät kuumentamisen kautta kokonaan 700<sup>o</sup>:ssa. Myös liukenevaisuuteen vaikuttaa kuumentaminen, siten että rautaoksidigeeli tulee yhä vaikeammin liukoiseksi, mitä korkeammassa lämmössä sitä kuumennetaan. Ammoniakilla saostettuun rautaoksidigeeliin, joka oli seissyt ilmassa 5 kuukautta, annettiin vaikuttaa N<sub>1</sub> etikkahapon ja suolahapon (om. p. 1.05 ja 1.19). Ainetta (2. g) käsiteltiin näiden liuottimien (50 ccm) kanssa 24 tuntia huiskutuskoneessa huonelämmössä, jonka jälkeen määrättiin liuen-  
nut osa (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: na).

Taul. 6.

	Liuennut %			Liukenema- ton %
	N <sub>1</sub> etikka- happoon	Suolahappoon		
		om. p 1.05	om. p. 1.19	
Äsken saostettu ....	100.00 <sup>2)</sup>	—	—	—
Seissyt ilmassa 5 kk.	7.90 <sup>2)</sup>	57.53	34.57	—
4 tunnin kuumenta- misen jälkeen				
105 <sup>o</sup> ssa .....	7.21 <sup>2)</sup>	65.89	26.90	—
200 <sup>o</sup> » .....	0.11	1.69	48.85	49.34
300 <sup>o</sup> » .....	1.41 <sup>2)</sup>	0.40	55.47	42.72
400 <sup>o</sup> » .....	0.13	0.54	76.29	23.03
550 <sup>o</sup> » .....	0.06	0.10	63.60	36.24
Suomalmia, Outo- kumpu, seissyt il- massa 5 vuotta....	0.27	2.46	50.97	25.75
4 tunnin kuumenta- misen jälkeen				
100 <sup>o</sup> ssa .....	0.30	1.83	67.35 <sup>2)</sup>	4.90
200 <sup>o</sup> » .....	0.50	3.02	48.93 <sup>2)</sup>	23.13
300 <sup>o</sup> » .....	0.09	5.69	94.21	—
400 <sup>o</sup> » .....	0.18	3.87	56.89	29.71
550 <sup>o</sup> » .....	0.07	1.16	25.97	63.50

<sup>1)</sup> E. A. Mitscherlich: Bodenkunde, Berlin. 1913. s. 66.

<sup>2)</sup> Muodostanut kolloidisille liuoksille ominaisen kuohun.

Liukenevaisuus osottaa yleensä samanlaisen ilmiön kuin hygroskooppisuus: kuta vanhempaa geeli on sitä vaikeammin se liukenee. Tuore, äsken valmistettu rautahydraatti liukenee kokonaan etikkahappoon, muodostaen tyypillisen kolloidisen liuoksen. 5 kuukautta ilmassa seissyt liukenee etikkahappoon vain vähäsen, mutta suolahappoon kokonaan. Suomalmi, joka jo itsessään on vanhempi muodostuma ja vielä seissyt huonelämmössä 5 vuotta, liukenee etikkahappoon hyvin vähän eikä suolahappoonkaan kokonaan. Kuumentaminen vaikuttaa siis liukoisuuteen siten, että aine tulee vaikeammin liukenevaksi. Tässä on kuitenkin huomattava omituinen ilmiö, joka jo ilmenee tuoreen rautahydraatin ja suomalaisen hygroskooppisuudessa, joka kohoo uudelleen hieman 300° ja 400°:ssa. Samoin lisääntyy liukoisuus kuumentamisen jälkeen näissä lämmöissä. Ilmiön selittäminen vaatii laajempia kokeita.

Kuitenkin vahvistavat nämäkin kokeet jo luonnossa tehtyä havaintoa, että rautaoksidigeeli verrattain nopeasti vanhenee. Tämä ilmiö on yleinen lateriiteissa, jossa rauta- ja aluminiumioksidimyhkyt ovat useasti kovia ja aluminiumioksidi vähitellen muuttuu kiteiseksi. Samoin on asian laita suomalaisissa. Ja kuten edellä on esitetty tavataan vanhemmissa järvimalmeissa osa malmia muuttuneena kovaksi ja aivan lasimaiseksi.

### Järvimalmien kemiallinen kokoomus.

Järvimalmien tärkeimpinä aineksina ovat happoihin liukenemattomat kivennäiset, kvartsi ja maasälpä, rauta- ja manganioksidi, orgaaniset aineet ja vesi. Jos otamme liukenemattomat aineet, rautaoksidin ja hehkutushukan (vesi + org. aineet), niin saamme jotenkin konstantin luvun, joka kaikissa näissä malmeissa lähenee 90 prosenttia. Rautaoksidia on tavallisesti sitä enemmän, mitä vähemmän on liukenemattomia kivennäisiä. Hyvin vähän on rautaoksidia niissä malmeissa, jotka ovat muodostuneet etäällä rannasta (Punelia 10 ja Kuivajärvi). Manganioksidi vaihtelee 0.002 — 8 pros. Samassa järveksikin saattaa ero olla melkoinen. Mitään sääntöä ei manganimäärälle kuitenkaan näistä järvistä voi saada. J. Aschanin huomio, että manganirikkaammat malmit muodostuisivat pehmeällä, liejuisella pohjalla <sup>1)</sup>, ei näissä järvissä pidä paikkaansa, sillä hiekkapohjalla olevissa malmeissa on jo erimääriä mangania. Siten ovat malmit, joissa on enimmänsä mangania (Punelia 10 ja Salkolanjärvi), muodostuneet hiekkapohjalla. Kuitenkin on huomattava, että nämä malmit yleensä ovat verrattain manganiköyhiä.

<sup>1)</sup> J. Aschan: op. c. s. 79.



Organiset aineet, humusaineet, vaihtelevat näissä malmeissa 0.74—6.53 pros. Niitä on samassa järvestä muodostuneessa malmissa jotenkin yhtä paljon. Ne eivät ole missään suhteessa järvien vedessä oleviin humusainemääriin, joka onkin ymmärrettävä, kun ajatellaan, että malmi muodostuu heti pohjaveden noustua järven pohjasta. Pohjavedessä taas on tavallisesti runsaasti humusaineita. Näistä saostuu rautaoksidin mukana vain osa. Humusaineet järvimalmimuodostumisessa vaikuttavat siis suojakolloideina, estäen rautaoksidisolin saostumasta järviä ympäröiviin maalajeihin. Kun pohjavesi purkautuu järviin, muuttuvat konsentratsiosuhteet ja rautaoksidi saostuu, kuten edellä on esitetty. Manganiyhdistyksistä ei ole tehty kokeita, mutta seuraavat ne nähtävästi samoja lakeja, kuin rautaoksidi, joskin saostumisrajat nähtävästi ovat erilaiset.<sup>1)</sup> Fosforihappoa on näissä malmeissa vähän paitsi Pyhäjärvestä, jossa sitä on 2.08 pros. Mahdollisesti vaikuttaa tähän korkeaan määrään se seikka, että malmilöydön kohdalla on paljon viljelyksiä, joista liukoiset fosforiyhdistykset joutuvat pohjaveteen.

Muita aineita on järvimalmissa yleensä hyvin vähän, alumiinioksidia noin 2 pros., samoin hyvin vähän liukoista piihappoa, Ca O ja Mg O vain nimeksi.

Taul. 7.

Järvimalmia	Liikkeenematon	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn O	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Hölk. hukka	Summa	Humus
Heinäjärvi 12 .....	11.90	55.29	0.92	0.00	22.86	90.97	4.03
Saarijärvi 4 .....	1.51	61.84	1.00	0.27	26.00	90.62	6.53
Vaherma 1:b .....	3.86	67.91	0.002	0.00	21.59	93.36	3.76
s:a 3 .....	5.06	61.48	1.78	jälk.	23.87	92.19	4.03
Onkima 4 .....	6.56	61.87	1.92	0.15	22.01	95.51	4.33
s:a 11 .....	2.70	68.71	0.95	0.07	21.89	94.32	3.88
s:a 12 .....	17.30	53.37	2.03	jälk.	21.75	94.45	4.31
Vuotinainen 4 .....	16.74	52.25	7.05	0.29	19.67	96.00	2.64
s:a 5 .....	9.62	58.48	2.03	jälk.	20.59	90.72	3.18
Punelia 3 .....	14.30	59.92	0.50	0.48	22.59	97.79	0.95
s:a 11 .....	40.18	42.50	1.30	0.17	11.63	95.78	0.92
s:a 10 .....	57.90	22.05	8.00	0.24	9.89	98.08	0.89
Sakara .....	20.72	59.12	0.95	0.18	15.68	96.65	1.69
Salkolanjärvi .....	14.50	53.37	8.00	0.19	18.67	94.73	2.58
s:a .....	8.30	62.32	1.10	0.28	21.33	93.33	2.61
Liesjärvi 7—8 .....	28.84	46.66	2.20	0.15	12.37	90.22	2.30
s:a 14 .....	12.46	57.04	3.94	0.27	21.81	95.52	2.25
Oksjärvi .....	11.94	59.60	4.00	0.45	20.71	96.70	3.94
Kuivajärvi .....	75.98	8.94	2.95	0.27	6.08	94.22	0.74
Pyhäjärvi .....	7.92	64.23	0.68	2.08	21.45	96.36	3.29

<sup>1)</sup> Nämät seikat tulevat eri tutkimuksen alaisiksi.



## Järvimalmien uudistuminen.

Järvimalmimuodostuminen on nykyaikainen prosessi, joka olosuhteiden mukaan tapahtuu hitaammin tahi nopeammin. Tutkituissa järvissä tapahtuu kasvaminen toisissa hyvin hitaasti, varsinkin sellaisissa, joita ympäröi soramaalajit. Sellaisissa, kuten esim. Salovedessä ja Saarijärvässä, joista malmia ei ole koskaan nostettu, ja kasvaminen siis tapahtunut tuhansia vuosia, on tulos ollut hyvin vaatimaton; malmia on pitkästä muodostumis ajasta huolimatta muodostunut hyvin vähän. Toisissa järvissä taas on uudestaanmuodostuminen hyvin nopea. Niin tiedämme esim. Puneliasta, löytöpaikka 11, että malmi siinä on muodostunut 20—30 vuodessa. Samoin on Pyhäjärvässä ja Liesjärvässä uudistuminen nopea. Näissä järvissä on malmimuodostumien lähellä oleva maalaji hiekkaa. Malmimuodostumisen nopeus riippuu nähtävästi siis suureksi osaksi maalajien läpäisykyvystä. Mitä helpommin läpäsevää maalaji on, josta rautaoksidipitoinen pohjavesi tulee, sitä nopeampi on malmin kasvaminen.

Järvimalmit ovat siis tutkitulla alueella muodostuneet:

Järvissä, joita ympäröivät helposti läpäsevät maalajit hiekka ja sora.

Maanladut ovat rauta- tahi humuspodsolia. Humuspodsolim muodostumat ovat tavallisesti lähellä malmimuodostumispaikkoja.

Malmi muodostuu järvenpohjan pinnalla, jossa pohjavesi purkautuu maasta.

Malmissa ei ole tavattu organismeja, joiden voitaisi ajatella vaikuttavan malmin muodostumiseen.

Malmimuodostus alkaa jonkun konsentratsiosydämen ympäri, jona tavallisesti on jokin mineralirae eli kivi.

Malmin pääasiallisina aineosina ovat rautaoksidi, humusaineet ja liukenemattomat mineralit, jotapaitse siinä tavallisesti on manganioksidia ja fosforihappoa.

Malmin vanheneminen seuraa niitä lakeja, joiden mukaan epäorganiset geelit muuttuvat kiteisiksi.

Malmien kasvamisnopeus riippuu malmimuodostumien lähellä olevien maalajien läpäisykyvystä.









# SUOMEN GEOLOGINEN TOIMISTO

## GEOTEKNILLISIÄ TIEDONANTOJA

- N:o 1. Lisiä saviemme teknillisten ominaisuuksien tuntemiseen. Benj. Frosterus. Hinta: 0: 50.
- N:o 2. Lisiä Pitkänrannan malmikentän historiikkaan. Otto Trüstedt. Hinta: 0: 50.
- N:o 3. Lounais-Suomen kalkkikivet ja kalkkitekiteollisuus. Benj. Frosterus. Hinta: 0: 50.
- N:o 4. Suomen pohjavesi, sen esiytyminen, paljous ja liikkeet. J. J. Sederholm. Hinta: 0: 50.
- N:o 5. Orijärven malmikenttä. Otto Trüstedt. Hinta: 0: 50.
- N:o 6. Suomen saviaines geologisena muodostumana ja teknillisenä tuotteena. Benj. Frosterus. Hinta: 1: —.
- N:o 7. Kovasimien valmistus Suomessa. Benj. Frosterus. Hinta: 0: 50.
- N:o 8. Suomen graniittien teknillisistä ominaisuuksista. J. J. Sederholm. Hinta: 1: —.
- N:o 9. Saviteknillisiä tutkimuksia: Saviemme vedenpitoisuus. — Kokeita lisäaineksilla kohottaa suomalaisten savien sulamispistettä. Benj. Frosterus. Hinta: 0: 75.
- N:o 10. Maanlaatuojen syntyminen ja ominaisuudet. Benj. Frosterus. Hinta: 1: —.
- N:o 11. Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwest-Europas Moränengebieten. Von Benj. Frosterus (I) und K. Glinka (II). Hinta: 0: 50.
- N:o 12. Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwest-Europas Moränengebieten (III). Von Benj. Frosterus. Hinta: 0: 50.
- N:o 13. Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwest-Europas Moränengebieten (IV). Von Benj. Frosterus. Hinta: 0: 50.
- N:o 14. Zur Frage nach der Einteilung der Böden in Nordwest-Europas Moränengebieten (V). Von Benj. Frosterus. Hinta: 3: —.
- N:o 15. Raudan hapettumisasteen määrittäminen humuspitoisissa aineissa. Eero Mäkinen. Hinta: 0: 50.
- N:o 16. Über die Ausfällung des Eisenoxyds und der Tonerde in finnländischen Sand- und Grusböden. Von B. Aarnio. Hinta: 2: —.
- N:o 17. Iakttagelser rörande gruf- och mineralindustrin i Kanada och Förenta staterna. Af J. J. Sederholm. Hinta: —: 50.
- N:o 18. Eräiden harvinaisempien alkuaineiden esiintymisestä Suomessa. Eero Mäkinen. Hinta: —: 50.
- N:o 19. Ekonomiset karttamme. B. Aarnio. Hinta: —: 50.
- N:o 20. Järvimalmit eräissä Pusulan, Pyhäjärven, Lopen, Someroniemen ja Tammelan järvissä. B. Aarnio. Hinta: 2: —.