



Lehmijärven valuma-alueen happamuus sekä alumiini- ja rikki- pitoisuus

TIMO SILVER, SUOMEN METSÄKESKUS | SANNA TIKANDER, VARSINAIS-SUOMEN ELY-KESKUS



Lehmijärven valuma-alueen happamuus sekä alumiini- ja rikki- pitoisuus

TIMO SILVER, SUOMEN METSÄKESKUS

SANNA TIKANDER, VARSINAIS-SUOMEN ELY-KESKUS

RAPORTEJA 33 | 2014

**LEHMIJÄRVEN VALUMA-ALUEEN MAAPERÄN
HAPPAMUUS SEKÄ ALUMIINI- JA RIKKIPITOISUUS**

Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Taitto: Päivi Lehtinen

**Kansikuva: Tutkimustarkoituksissa käytetty rapusumppu Lehmijärnessä
kesällä 2012. Kuva: Sanna Tikander**

Painopaikka: Kopijyvä Oy

ISBN 978-952-314-024-0 (painettu)

ISBN 978-952-314-025-7 (PDF)

ISSN-L 2242-2846

ISSN 2242-2846 (painettu)

ISSN 2242-2854 (verkkojulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-025-7

www.ely-keskus.fi/julkaisut | www.doria.fi/ely-keskus

Sisältö

1 Johdanto	2
2 Lehmijärvi	3
2.1 Lehmijärven vedenlaatu	4
2.2 Maaperän vaikutus vedenlaatuun	6
2 Aineisto ja menetelmät.....	7
3 Tulokset ja niiden tarkastelua.....	11
3.1 Alumiini (Al).....	11
3.2 Happamuus (pH).....	13
4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	14
 Lähdeluettelo	16
 Kuvailulehdet	17

1 Johdanto

Lehmijärvi on noin 60 ha kokoinen latvajärvi Salossa. Järven vedenlaatu on hyvä ja seudun järvillä yleisiä rehevöitymisongelmia järvellä on havaittu vähän. Hyvän tilan ylläpitämiseksi järvellä ja sen valuma-alueella on tehty runsaasti erilaisia toimenpiteitä mm. kiinteistöjen jätevesikartoituksia ja jätevesijärjestelmien kunnostuksia, tulo-ojien kalkituksia, poisto- ja koekalastuksia, koeravustuksia sekä petokalojen ja rapujen istutuksia. Lehmijärven tilasta on tehty myös laaja selvitys (Joki-Heiskala 2002) ja kunnostussuunnitelma (Kohonen 2011).

Veden hyvästä laadusta huolimatta ei vuoden 1987 rapuruton tuhoamaa rapukantaa ole järvelle saatu elvytettyä. Rapuja (täplä- ja jokirapuja) on istutettu järveen useaan otteeseen ja järven pohjaan on asennettu salaojaputkia rapujen pesäkoloiksi. Vuosien aikana tehdyissä koeravustuksissa on havaittu muutamia joki-

ja täplärapuja, mutta viimeisimmässä vuoden 2010 ja 2011 koeravustuksissa ei saaliiksi tullut yhtään rapua. On esitetty, että järven ja siihen laskevien ojitusvesien korkea alumiinipitoisuus ja tulva-aikojen happamuuspiikit olisivat mahdollisesti syynä siihen, ettei rapukantaa ole saatu istutuksilla (täpläravut) elpymään.

Lehmijärven suojeluyhdistys pyysi Varsinais-Suomen ELY-keskukselta ja Suomen metsäkeskukselta apua järveden korkeiden alumiinipitoisuuksien ja happamuuspiikkien syyn sekä rapuongelman selvittämiseen ja mahdollisten metsätaloustoimenpiteiden haittojen ehkäisemiseen jatkossa. Suomen metsäkeskuksen ja Varsinais-Suomen ELY-keskuksen yhteistyönä selvitettiin maanäytteen avulla maaperän happamuutta ja alumiinipitoisuutta Lehmijärven valuma-alueella. Tulokset ja johtopäätökset on esitetty tässä raportissa.

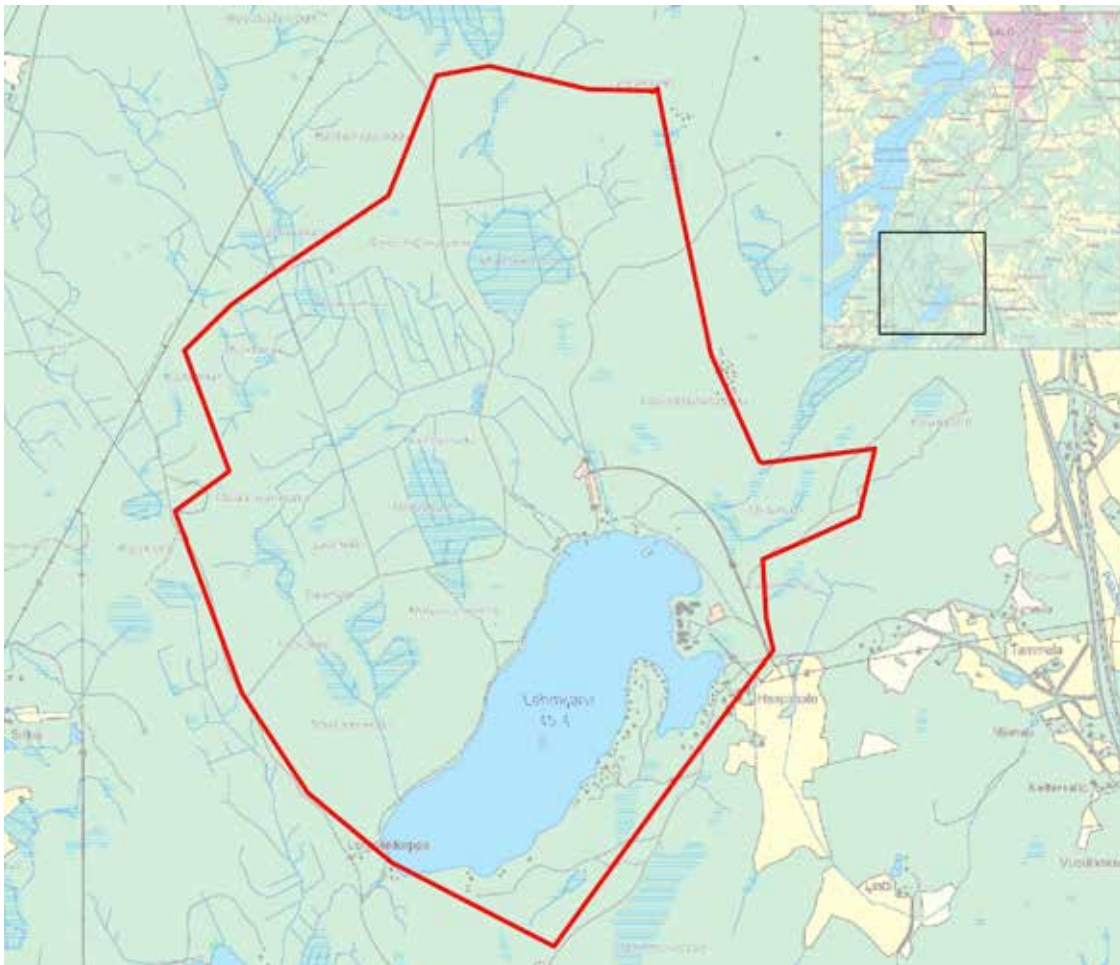


Kuva 1. Lehmijärven uimaranta syksyllä 2013. Kuva: Sanna Tikander

2 Lehmijärvi

Lehmijärvi on 63 ha laajuinen kirkasvetinen latvajärvi Salossa. Vedet virtaavat järven eteläosan lasku-uomaa pitkin Pajajärveen ja sieltä edelleen Hamarinjärven kautta Saaristomereen Halikonlahdelle. Lehmijärven noin 400 hehtaarin valuma-alueella ei ole viljelysmaita (Kartta 1). Suurin osa valuma-alueesta on metsätalousmaata. Valuma-alueella on vähän vakituista asutusta ja etenkin järven pohjois- ja

itärannoilla on runsaasti vapaa-ajankiinteistöjä. Lisäksi järven pohjoisrannalla on Salon kaupungin yleinen uimaranta ja useita yhteisöjen kesäviettäpaikkoja mm. Eläkeliiton Lehmirannan lomakeskus ja Salon kansalaisopiston Rantapirtti. Lehmijärvellä on suuri virkistyskäyttölinen merkitys alueen ihmisille. Yleisten rantojen kävijämäärä on karkean arvion mukaan noin 80 000 vierailijaa vuodessa (Joki-Heiskala 2002).

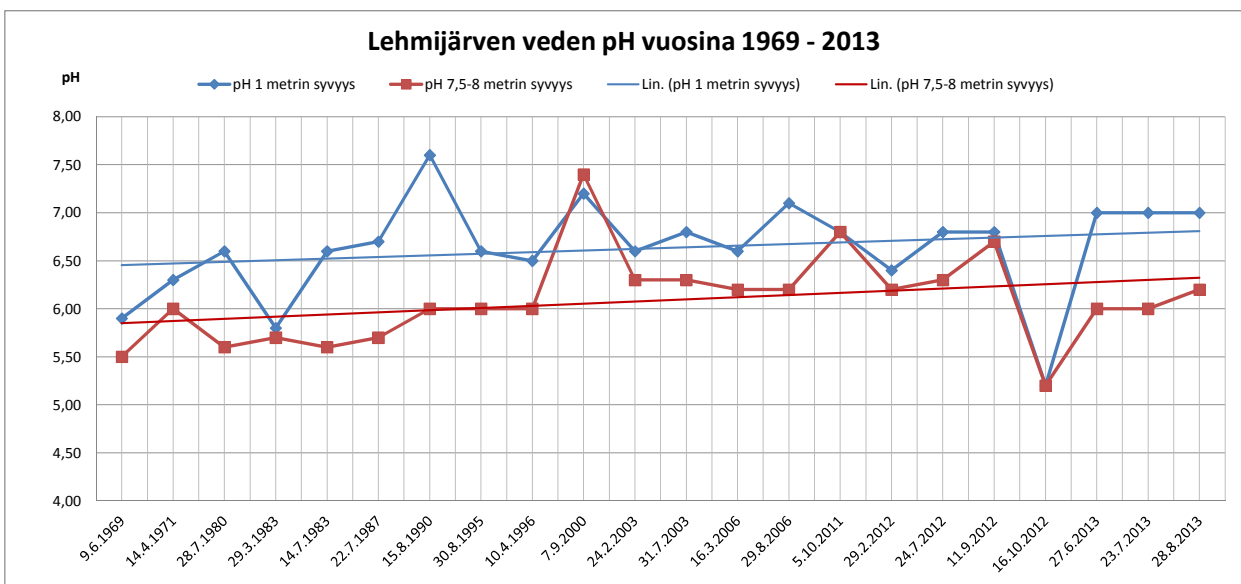


Kartta 1. Lehmijärvi sijaitsee Salon keskustaajaman eteläpuolella. Järven valuma-alue on rajattu punaisella. Lehmijärven noin 400 ha:n valuma-alueella ei ole lainkaan peltoa. Karttakuvat: Maanmittauslaitos nro7/MML/13 ja Varsinais-Suomen ELY-keskus.

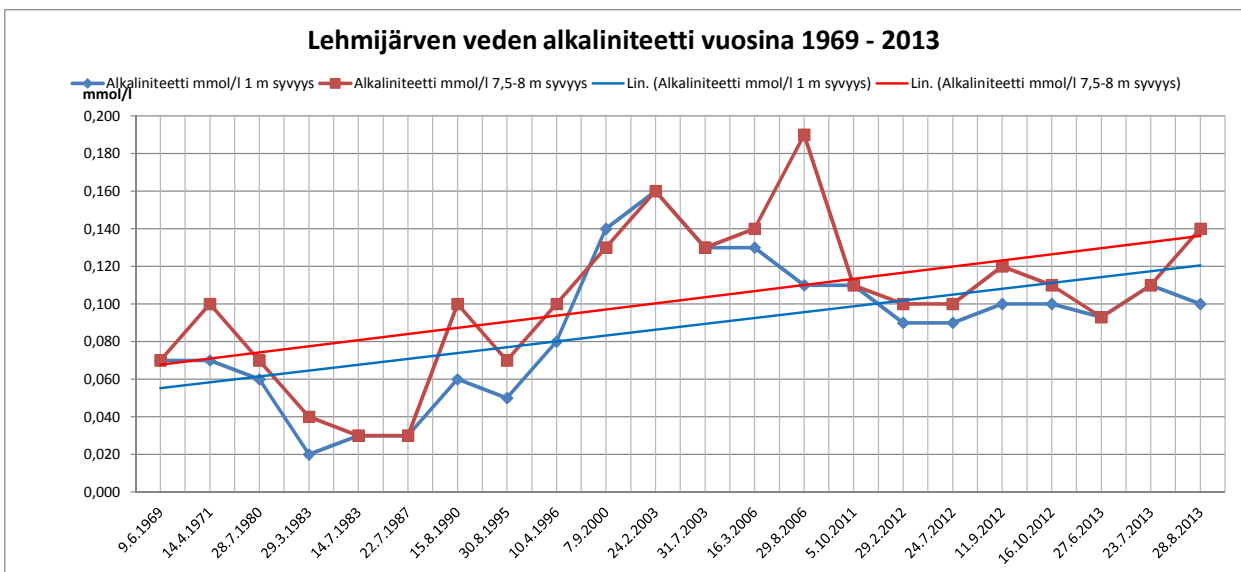
2.1 Lehmijärven vedenlaatu

Kirkasvetisen Lehmijärven vedenlaatu on vuoden 2013 vielä vahvistamattomassa ekologisessa luokituksessa luokiteltu erinomaiseksi. Myös edellisessä vedenlaadun ekologisessa luokituksessa vuodelta 2010 järvi kuului vedenlaadultaan erinomaisten luokkaan. Tyypiltään Lehmijärvi kuuluu pienten ja keskikokoisten vähähumuksisten järvien tyyppiin, joille ominaisesti vesi on kirkasta, vähähumuksista ja sen puskurikyky happamoitumista vastaan on pieni. Veden happamuus on Lehmijärvessä pienempi kuin keskimäärin pienissä metsäjärvisissä Suomessa.

Lehmijärven puskurikyky on parantunut ja happamuus on selvästi vähentynyt 1980-luvun lopulta lähtien vuoteen 2002 (Joki-Heiskala 2002). Sekä pinnanläheisessä että pohjanläheisessä vedessä näkyvää veden happamuuden pienenemistä, vaikka vuosittainen ja vuodenaikainen vaihtelu vedessä onkin ajoittain suurta (kuva 2). Lehmijärven veden puskurikyky eli alkaliniteetin trendi vuodesta 1969 vuoteen 2013 on lievästi nouseva, vaikka alkaliniteetin vuosivaihtelu on myös suurta (kuva 3).



Kuva 2. Lehmijärven veden pH 1 metrin syvyydessä ja pohjanläheisessä vedessä (7,5 - 8 metrin syvyys) vuosina 1969 - 2013



Kuva 3. Lehmijärven veden puskurikyky eli alkaliniteetti 1 metrin syvyydessä ja pohjanläheisessä vedessä (7,5 - 8 metrin syvyys) vuosina 1969 - 2013

Lehmijärven veden happamuus (pH keskimäärin 6 – 6,5) on järviympäristölle ominainen. Ongelmaksi on koettu valuma-alueelta tulevien vesien happamuuspiikit ja ajoittain mitatut korkeat alumiinipitoisuudet, jotka painottuvat tulva-aikoihin. Pohjoista tulo-ojaa pitkin virtaa yli puolet valuma-alueen vesistä. Sen suulta mitattiin kevättulvan aikaan 12.4.2011 veden pH-arvo 5,5 ja alumiinipitoisuus oli 920 µg/l, mikä osoittaa, että valuma-alueelta tulee ajoittain suuria alumiinimääriä ja hapanta vettä Lehmijärveen. Järviveden pH oli samana ajankohtana 6,7 ja alumiinipitoisuus 75 µg/l. Myöhemmin 10.5.2011 veden pH oli tulo-ojan suulla 6,5 ja alumiinipitoisuus 460 µg/l. Järviveden pH oli noussut 6,9:ään, mutta alumiinipitoisuus oli edelleen korkeahko 93 µg/l.

Vuosina 2011 - 2013 Lehmijärvellä seurattiin erikseen järven ja sen tulo-ojan suun sekä laskuojan edustan veden happamuutta ja alumiinipitoisuutta (taulukko 1 ja kuva 4). Järven veden pH vaihteli 6,0 ja 7,4 välillä ja alumiinipitoisuus vaihteli välillä 25 - 300 µg/l. Pintaveden (1 metrin syvyys) alumiinipitoisuus oli 2011 keskimäärin 53 µg/l (vaihteluväli 41 - 75 µg/l) ja vuosien 2012 - 2013 keskiarvona 151 µg/l (vaihteluväli 110-180 µg/l). Korkeimmat alumiinipitoisuudet mitattiin pohjan läheisestä vedestä (7,5-8 m), jossa alumiinipitoisuus vuonna 2011 oli 83 µg/l (yksi näyte) ja vuosien 2012 - 2013 keskiarvona 275 µg/l (vaihteluväli 240-300 µg/l). Tulo-ojan suun veden pH vaihteli 5,5 ja 7,0 välillä alumiinipitoisuuden vaihtelun ollessa 150 - 920 µg/l.

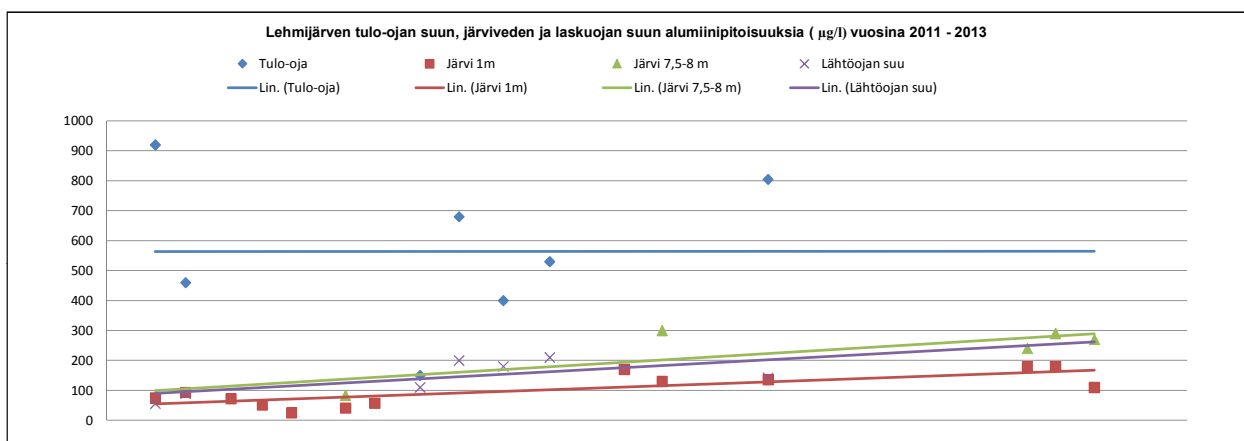
Yleensä alumiinin pitoisuudet Suomen vesissä ovat matalia. Happamuuden lisääntyessä alumiinin

liukoisuus kasvaa. Korkeita alumiinipitoisuuksia vesistöissä tavataan alunamailla (Särkkä 1996). Lehmijärven alumiinipitoisuudet ovat ajoittain korkeita, kun otetaan huomioon, että Lehmijärven happamuus (pH 6,0 – 6,5) on pienempi kuin keskimäärin pienissä metsäjärvisissä Suomessa. Vertailun vuoksi todettakoon, että happamuudeltaan samaa suuruusluokkaa olevan Säkylän Pyhäjärven (pH 6,8) veden alumiinipitoisuus oli kevään mittauksissa 2011 - 2013 keskimäärin 71 µg/l (vaihteluväli 21-130 µg/l).

Humuspitoisten ja happamien (pH 5,6) Pohjois-Espoon ja Vihdin järvien alumiinipitoisuus vaihteli 16 vuoden seurantajaksoilla 10 – 519 µg/l, vuosikeskiarvon ollessa välillä 73 – 150 µg/l (Vuorikoski 2001). Pöytyän Savojarvi on karujen soiden ympäröimä erittäin humuspitoinen järvi, jonka alumiinipitoisuudet vaihtelivat vuosien 1977 - 1988 yksittäisissä vesinäytteissä 160 µg/l ja 460 µg/l välillä.

Tyypillistä eri järvien korkeille alumiinipitoisuuksille on, että ne painottuvat kevään ja syksyn tulva-aikoihin, jolloin valuma-alueelta virtaa runsaasti vesiä järviin. Eri lähteissä on esitetty alumiinin määrittämismenetelmät puutteellisesti, joten osa em. lukujen vaihtelusta saattaa selittyä myös sillä, että käytetty alumiinin määrittämismenetelmä on eri näytteissä ollut erilainen.

Kuvan 4 mukaan tulo-ojan suun veden alumiinipitoisuus on lähes ennallaan, kun taas järven pintaveden (1m) ja pohjanläheisen veden (7-8 m) alumiinipitoisuudet näyttäisivät olevan lievästi nousussa. Lyhyt tarkastelujakso ja vuotuinen vaihtelu sekä vähäiset näytemäärät eivät kuitenkaan mahdollista varmojen johtopäätösten tekemistä pitoisuuksien muutoksesta.



Kuva 4. Lehmijärven tulo-ojan suun, järviveden ja laskuojan suun alumiinipitoisuuksia vuosina 2011 - 2013

Taulukko 1. Lehmijärven tulo-ojan suun, järveden ja laskuojan suun alumiinipitoisuuksia vuosina 2011 - 2013

Näytteenotto pvm	Al-pitoisuus µg/l Tulo-oja	Al-pitoisuus µg/l Järvi 1m	Al-pitoisuus µg/l Järvi 7,5-8 m	Al-pitoisuus µg/l Lähtöojan suu
12.4.2011	920	75		56
10.5.2011	460	93		89
21.6.2011		72		
20.7.2011		51		
16.8.2011		25		
5.10.2011		41	83	
1.11.2011		57		
13.12.2011	150			110
18.1.2012	680			200
28.2.2012	400			180
11.4.2012	530			210
19.6.2012		170		
24.7.2012		130	300	
30.10.2012	805	136		142
27.6.2013		180	240	
23.7.2013		180	290	
28.8.2013		110	270	



Kuva 5. Lehmijärven metsäojissa virtasi syksyllä 2013 hiljalleen humuksen ruskeaksi värjäämää suovettä.
Kuva: Sanna Tikander

2.2 Maaperän vaikutus vedenlaatuun

On esitetty, että Lehmijärven veden keväiset korkeat happamuuspiikit johtuvat pääosin lumensulamisvesistä (Joki-Heiskala 2002, Kohonen 2011). Lehmijärven pohjoisosan tulo-ojan veden hyvin korkea alumiinipitoisuus ja alhainen happamuus tulva-aikoina antoivat kuitenkin aiheen selvittää tarkemmin valuma-alueen maaperää ja sitä, onko valuma-alueella ns. alunamaita. Valuma-alueen korkeusasema (n. 50 m mpy) mahdollistaa myös sen, että maaperä voisi olla osittain alunamaata. Alunamaata esiintyy noin 80 m korkeuskäyrälle asti (Rautio 2009).

Alunamaa on savipitoinen, runsaasti sulfaatteja sisältävä maaperätyyppi vanhan merenpohjan alueella. Alunamaan sisältämät rikkiyhdisteet happamoittavat maata joutuessaan ilman kanssa kosketuksiin esimerkiksi ojituksessa. Happamoituminen edistää maaperän metallien kuten alumiinin ja raudan liukenemistä vesistöihin. Alunamaiden kuormittamille vesistöille on tyypillistä suuri vuodenaikojen ja vuosienkin välinen vaihtelu happamuus- ja metallikuormassa. Pahimmat tilanteet ilmenevät kuivien kesien jälkeisten runsaiden sateiden yhteydessä, kevättulvien ja syvän roudan sulamisen yhteydessä. Alumiinin ja raudan lisääntymisen vedessä heikentää mm. kalojen elinvoimaa (mm. Rautio 2009).

2 Aineisto ja menetelmät

Lehmijärven valuma-alueen pohjoisosasta otettiin maanäytteitä 25 pisteestä lapiotyönä kesällä 2013. Maanäytteiden ottopisteet (Kartta 2) valittiin painottaen ne Mustikkasuon eteläpuoliselle suokuviolle, jonka läpi suurin osa valumavesistä kulkeutuu. Näytteenotopisteet pyrittiin muutoin valitsemaan kattavasti valuma-alueen pohjoisosaan, painottaen ne kohtiin, joista suolta purkautuvat valumavedet.

Näytteenottosyvyys oli 15 - 60 cm riippuen maalajista (taulukko 2, s. 9). Paksuturpeisilla soilla näytteenottosyvyys oli syvemmällä ja puhtailla kivennäismailla lähempänä maanpintaa.

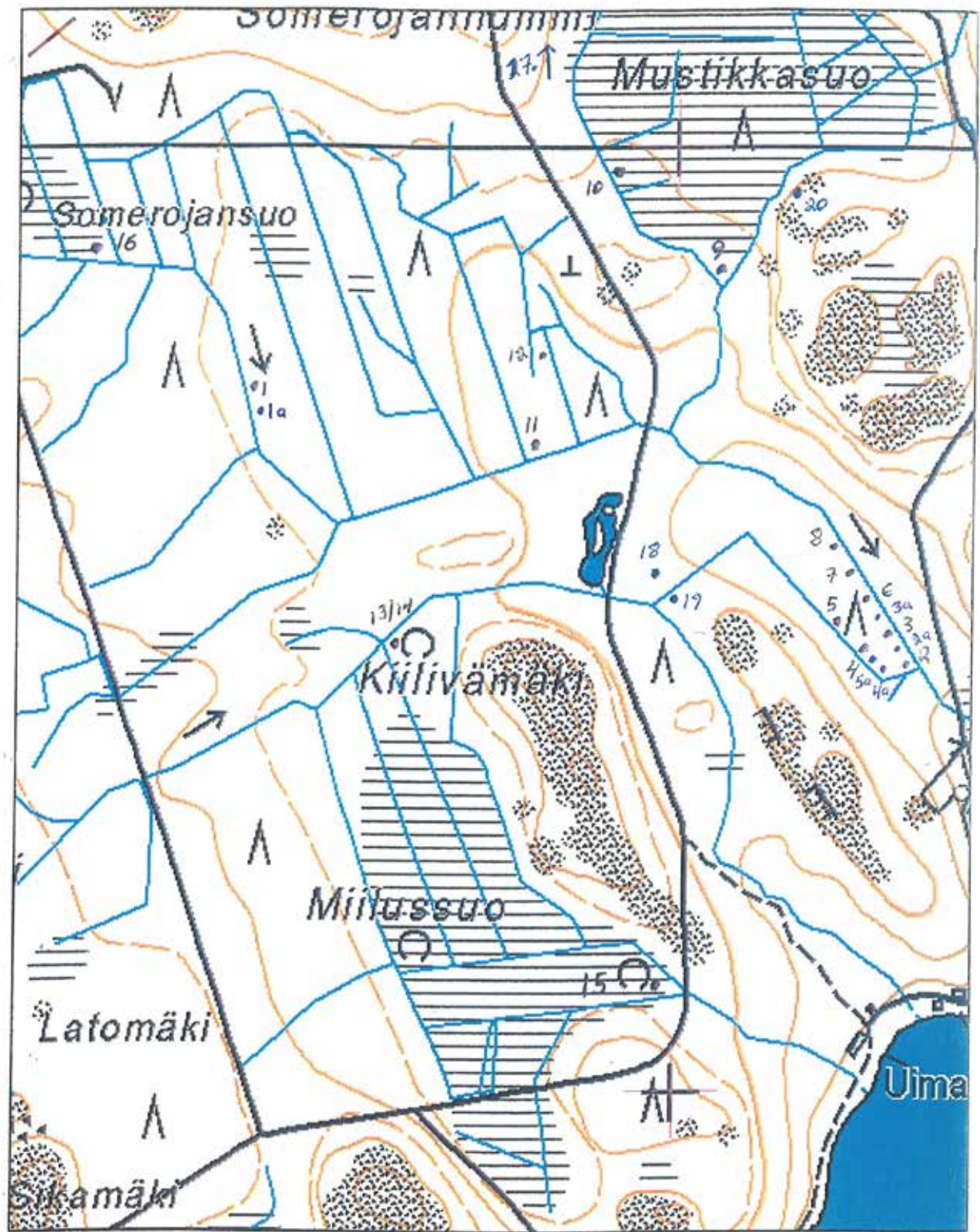
Taulukossa 2 on esitetty näytteenotopisteen metsä-/suotyyppi, karttakoordinaatit, turpeen syvyys senttimetreinä, maanäytteen maalaji, pohjamaan maalaji ja näytesyvyys senttimetreinä. Maalajin määrittäminen taulukossa 2 on kirjoittajien tekemä.

Taulukossa 3 on esitetty Viljavuuspalvelun maanäytteestä antama informaatio: maanäytteen maalaji sekä maanäytteen happamuus (pH), rikkipitoisuus (S mg/l), alumiinipitoisuus (Al kg/l ja Al mg/kg). Alumiinipitoisuus Al mg/l on laskettu kirjoittajien toimesta maanäytteen tiheyden kautta Al mg/kg.

Kirjoittajien ja Viljavuuspalvelun määrittämät maalajitiedot vastaavat pääosin toisiaan. Muutamilla näyttepisteillä määrittämisessä oli kuitenkin eroja. Näyttepisteen 13 maalaji on Viljavuuspalvelussa määritetty hietamoreeniä maaksi (HtMr), mutta todellisuudessa se on saraturvetta (Ct), mitä käsitystä myös näytteen tiheysluku tukee. Näytteet 7 ja 16 on Viljavuuspalvelussa merkitty multamaaksi (Mm), mutta todellisuudessa kyse on saraturpeesta (Ct). Myös näyte 2a on määritetty Viljavuuspalvelussa multamaaksi (Mm), mutta kirjoittajien käsityksen mukaan kyseessä on karkea hiesu (KHs).



Kuva 6. Maanäytekuoppa Somerojansuon luoteisosan mustikkaturvekankaalta (näytepiste nro 16). Turve on maatonut saraturvetta kuten myös Miilussuolla, Mustikkasuolla ja Mustikkasuon eteläpuolisella suokuviolla. Kuva: Sanna Tikander



0 100 200 300 400 500 m (c) Maanmittauslaitos lupa nro 107/MA
 16.05.2013 Pk 2021 07 D Mk 1:5 000

Kartta 2. Maanäytteiden ottopisteiden sijainti kartalla. Karttakuva Maanmittauslaitoksen peruskartta 2021 07 D Metsäkeskuksen Luotsi-järjestelmästä.

Taulukko 2. Lehmijärven valuma-alueen maanäytepisteiden kasvupaikkatiedot, sijaintikoordinaatit, maalaji- ja näytesyvyystiedot. Maalajimäärittäykset kirjoittajien

Näytepiste	Metsätyyppi/suotyyppi*	Koordinaatit	Koordinaatit	Maalaji** näyte	Turve cm	Maalaji** pohja	Näytesyvyys cm	Huomiot
1	Mtkgll	3282564	6694739	Ct	30	Hk	25-30	
1a	Mtkgll	3282565	6694722	Hk	25	Hk	30-35	
2	Rhtkg	3283251	6694455	Ct	30	Hk	15-30	1)
2a	Rhtkg	3283236	6694468	KHs	30	KHs	35-40	8)
3	Rhtkg	3283222	6694471	Ct	30	Hk	15-30	1)
3a	Rhtkg	3283224	6694481	KHs	30	KHs	35-40	
4	Rhtkg	3283196	6694468	Ct	60	Hk	25-35	1)
4a	Rhtkg	3283223	6694441	KHs	30	KHs	35-40	
5	Rhtkg	3283174	6694485	Ct	80	Hk	40-60	
5a	Rhtkg	3283211	6694463	Hs	30	Hs	35-40	8)
6	Rhtkg	3283209	6694504	Ct	50	Hk	30-40	
7	Rhtkg	3283180	6694538	Ct	50	Hk	30-40	
8	Rhtkg	3283172	6694569	Ht	40	Ht	40-50	2)
9	Mtkgll	3283041	6694862	Ct	60	Hk	40-60	
10	Mtkgll	3282946	6694961	LCt	100	Hk	40-60	
11	VTsoist	3282849	6694686	SrMr	0	SrMr	15-25	3)
12	VTsoist	3282865	6694780	HkMr	10	HkMr	20-30	
13	Mtkgll	3282713	6694462	Ct	70	HkMr	40-60	4)
14	Mtkgll	3282713	6694462	Ct	70	HkMr	20-40	
15	Mtkgll	3282970	6694126	LCt	110	HkMr	40-50	
16	Mtkgll	3282393	6694887	Ct	50	Hk	30-50	
17	VT	3282868	6695357	HkMr	0	HkMr	20-30	5)
18	VT	3282985	6694550	HkMr	0	HkMr	15-20	6)
19	VT	3283002	6694529	HkMr	0	HkMr	25-30	5)
20	VT	3283130	6694950	HkMr	0	HkMr	15-30	7)
Huomiot:								
1) Näyte turvetta, jossa hiesusavea seassa (peltoa yli 50 v. sitten)								
2) Ohuet kerrokset Sa/Ht turpeen ja kivennäismaan rajapinnassa, näyte rajapinnasta								
3) Ojitusalueella vaikka nyt kangasmaata								
4) Ruskeaa orgaanista ainesta/turvetta; näyte turpeesta rajapinnasta								
5) Selvä maannos; näyte rikastumiskerros								
6) Näyte huuhtoutumiskerroksesta, ruskea maa (= mahd. rikastumiskerros) alkaa vasta n. 50 cm								
7) Ohut huuhtoutumiskerros (5-10 cm) ; näyte rikastumiskerroksesta (ruskea maa jatkuu syvälle)								
8) Voimakas rikin haju								

*Metsätyypit:

Rhtkg = ruohoturvekangas
 VTsoist = puolukkatyyppin soistuma
 VT = puolukkatyyppin kuivahko kangas
 Mtkgll = mustikkaturvekangas

**Maalajit:

Ct = saraturve
 Hk = hiekka
 KHs = karkea hiesu
 Hs = hiesu
 Ht = hieta
 LCt = metsäsaraturve
 HkMr = hiekkamoreeni
 SrMr = soramoreeni

Taulukko 3. Lehmijärven valuma-alueen maanäytteiden maalaji, happamuus (pH), rikki (S) ja liukoisen alumiinin (Al) pitoisuudet (Lähde: Viljavuuspalvelu). Maalajit määritetty Viljavuuspalvelussa. Näytteet 7, 13 ja 16 maalaji todellisuudessa saraturve (Ct) ja 2a karkea hiesu (KHs)

Näyte	Maalaji	pH	S mg/l	Al kg/l	Al mg/kg
1	Ct	4	23,8	1170	2422
1a	HHk	4,7	4,1	284	209
2	Ct	4,5	19,7	942	1673
2a	Mm	5,1	12,1	2420	5366
3	Ct	4,3	18,1	1080	2278
3a	HtMr	5,4	9	720	686
4	Ct	4,4	14,5	2080	5943
4a	HtMr	5,1	13,6	1420	1680
5	Ct	4,5	36,9	4090	11267
5a	HtS	4,9	14	1700	1840
6	Ct	5,5	25,9	1800	3586
7	Mm	4,3	32,8	2140	4107
8	KHt	4,6	16	544	504
9	Ct	4,4	9,7	601	1312
10	LCt	4,8	13,5	767	2420
11	HkMr	4,8	6,7	342	274
12	HkMr	4,9	2,9	215	167
13	HtMr	5,2	20	3050	7044
14	Ct	4,3	21,1	1590	4582
15	LCt	4	9,6	483	1167
16	Mm	4,8	14	2450	4321
17	HkMr	5,2	44,5	1320	1100
18	HkMr	4,9	5	412	286
19	HkMr	4,9	10,8	2000	1527
20	HtMr	5,1	113	1660	1740

****Maalajit:**

Ct = saraturve

HHk = hieno hiekka

Mm = multamaa

HtMr = hietamoreeni

HtS = hietasavi

KHt = karkea hieta

HkMr = hiekkamoreeni

LCt = metsäsaraturve

3 Tulokset ja niiden tarkastelua

Maastotöiden alkuvaiheessa selvisi, että valuma-alueen maaperä ei ole potentiaalista alunamaata, jolle on tyypillistä, että maalaji on savea tai hiesua. Ohutturpeinen (pääosin soistumaa) ojitettu Somerojansuo on pääosin pohjamaalajiltaan hiekkaa ja hiekkamoreenia (maanäytteet 11 ja 12) eikä kyseessä ole alunamaa. Tämä laajahko ojitettu alue näytti karttatarkastelussa potentiaalisimmalta alunamaalta. Yleisesti kangasmaiden maalaji on valuma-alueella hiekka- ja hietamoreenia.

Seuraavassa analysoidaan valuma-alueelta otettujen maanäytteiden tuloksia alumiinin ja happamuuden sekä rikin osalta. Maanäytteiden analyysitulokset on esitetty taulukossa 3.

3.1 Alumiini (Al)

Koska Lehmijärven veden alumiinipitoisuudet ovat ajoittain keskimääräisiä samantyyppisten suomalaisen järvien pitoisuuksia korkeampia, voisi sen olettaa johtuvan siitä, että Lehmijärven valuma-alueen maaperän alumiinipitoisuudet ovat myös keskimääräistä korkeampia. Tätä osoittaa pohjoisen tulo-ojan suulta tulva-aikoina mitatut korkeat veden alumiinipitoisuudet.

Maanäytteiden alumiinipitoisuuksien arviointia vaikeuttaa se, että on olemassa hyvin vähän tutkittua vertailutietoa metsä- ja turvemaiden alumiinipitoisuuksista. Lisäongelman tuo se, että olemassa olevat liukaisen alumiinin uuttomenetelmät ovat olleet erilaiset aiemmissä tutkimuksissa kuin tämän tarkastelun maanäytteiden käsittelyssä käytetty uuttomenetelmä. Tanskanen ja Ilvesniemi (2003) saivat korkeimmat liukaisen alumiinin määrät oksaaliutolla samasta tutkista maanäytteestä, kun he käyttivät eri uuttome-

netelmiä. On mahdollista, että seuraavassa mainitut oksaaliutolla saadut vertailuluvut liukaisen alumiinin osalta olisivat korkeampia kuin tämän aineiston Viljavuuspalvelun käyttämät ammonium-asettaati-EDTA-utolla saadut luvut samasta maanäytteestä.

Turvemaiden alumiinista ja raudasta ollaan oltu kiinnostuneita mm. siksi, että ne pidättävät tehokkaasti fosforia turpeessa. Karuilla ja vain sateista vetensä saavilla ombrotrofisilla soilla alumiinia (Al) ja rautaa (Fe) on yleensä vähän (Nieminen 2002). Ravinneköyhimmässä, happamissa Sphagnum-turpeissa alumiini- ja rautapitoisuudet ovat matalia (Kaila 1959, Rannikko ja Hartikainen 1980). Vastaavasti ravinteisilla ja keskivinteisillä soilla alumiini- ja rautapitoisuudet ovat korkeammat. Yleisesti tietoa turvemaiden alumiini- ja rautapitoisuuksista on hyvin vähän (Nieminen ja Jarva 1996).

Nieminen ja Jarva (1996) tutkivat turpeiden alumiinipitoisuuksia eri kasvupaikkatyypeillä. Heidän tulosensa mukaan liukoinen alumiinipitoisuus (oksaaliututto) vaihteli turpeessa koealoittain välillä 171 mg/kg - 5577 mg/kg.

Tämän aineiston paksuturpeiset suot (Miilussuo, Mustikkasuo ja Somerojansuon pohjoisosaa sekä Mustikkasuon eteläpuolinen suokuvio) ovat runsasravinteisia ojitettuja mustikka- ruohoturvekankaita (alkuperäinen suotyyppi ruohoinen sararäme ja sarakorpi).

Mustikkasuon eteläpuolen suokuvion (näytepisteet 2 - 7) alumiinipitoisuus turpeessa oli keskimäärin 4528 mg/kg (vaihteluväli 1673 mg/kg - 11 267 mg/kg). Alumiinipitoisuudet ovat korkeat verrattuna Niemisen ja Jarvan (1996) lukuihin. On huomattava, että suurin osa Lehmijärven pohjoisosan valumavesistä kulkee tämän suon kautta. Mustikkasuon eteläpuolinen suokuvio on ollut kauan sitten peltona, mutta palautunut nyt metsää kasvavaksi suoksi.



Kuva 7. Mustikkasuo on paksuturpeinen ruohoisesta sararämeestä ojituksen seurauksena syntynyt mustikkaturvekangas Lehmijärven valuma-alueella. Tällaisissa runsasravinteisissa soissa on yleensä korkeat alumiinipitoisuudet. Ne on mahdollista uudistaa luontaisesti kuuselle ilman maanmuokkausta, kunhan tehdään tarpeelliset väljennysshakkuut. Kuva: Timo Silver

Samoin Miilussuon (näytepisteet 13 -15) alumiinipitoisuudet ovat korkeat. Alumiinipitoisuus keskimäärin 4264 mg/kg (vaihteluväli 1167 mg/kg - 7044 mg/kg).

Mustikkasuon (näytepisteet 9 -10) alumiinipitoisuus oli keskimäärin 1866 mg/kg (vaihteluväli 1312 mg/kg - 2420 mg/kg) ja Somerojansuon pohjoisosassa (näytepisteet 1 ja 16) keskimäärin 3371 mg/kg (vaihteluväli 2422 mg/kg - 4321 mg/kg).

Vertailtaessa tämän aineiston liukoisen alumiinin määriä turpeessa Niemisen ja Jarvan (1996) tutkimuksen vertailulukuihin, voidaan sanoa Lehmijärven valuma-alueen ojitetuilla soilla olevan keskimääräistä korkeampia alumiinipitoisuuksia. Paikoin liukoiset alumiinipitoisuudet olivat erittäin korkeita. Mustikkasuon eteläpuolisella suokuviolla (näytepiste 5, jonka kautta vedet suurelta osin virtaavat), alumiinipitoisuus oli 11 267 mg/kg ja Miilussuolla 7044 mg/kg, kun Niemisen ja Jarvan (1996) tutkimuksessa alumiinipitoisuuden maksimiarvo oli 5577 mg/kg.

Korkeaa alumiinipitoisuutta em. soilla selittää se, että Miilussuo, Mustikkasuo, Somerojansuon luoteisosa ja Mustikkasuon eteläpuolinen suokuvio ovat suotyypiltään runsasravinteisia ojitettuja mustikka - ruo-

hoturvekankaita, joiden turpeen alumiinipitoisuuden pitäisikin aiemman tutkimustiedon mukaan olla korkeampi kuin karummilla turvemilla. Oleellista on myös, että em. soiden osuus valuma-alueesta on suurehko. Näiden paksuturpeisten mustikka - ruohoturvekankaiden osuus on noin 10 % valuma-alueesta, pohjoispuolisen tulo-ojan valuma-alueella vielä suurempi. On myös huomattava, että suuri osa kankaiden valumavesistä virtaa ko. soiden veto- ja laskuojien kautta.

On syytä korostaa, että tämän aineiston liukoinen alumiinipitoisuus oli määritetty eri uuttomenetelmällä kuin em. Niemisen ja Jarvan tutkimuksessa (1996), mikä vaikeuttaa tulosten vertailua ja sen luotettavuutta. Mahdollisesti vertailulukujen ja tämän aineiston lukujen ero on vieläkin suurempi, koska oksaaliuutolla on saatu korkeimmat liukoisen alumiinin määrät käytettäessä eri uuttomenetelmiä (Tanskanen & Ilvesniemi 2003).

Kivennäismaiden alumiinipitoisuuksista on myös hyvin vähän tutkimustietoa. Tanskanen ja Ilvesniemi (2003) selvittivät aurauksen vaikutusta maan alumiinipitoisuuksiin. Ojan ja palteen liukoiset alumiinipitoisuudet (oksalaattiuutto) olivat Kuorevedellä MT:llä

(mustikkatyypin) 2050 mg/kg (palle) ja 10040 mg/kg (oja) ja vastaavasti Karkkilassa OMT:llä (käenkaali – mustikkatyypin) 2860 mg/kg (palle) ja 3804 mg/kg (oja). Tutkimusjulkaisusta ei ilmene, edustavatko koealat ”normaalia” metsämaata vai alunamaata. Ilmeisesti kyseessä on kuitenkin olleet hienojakoiset maat, koska kohteet on aurattu. Kuorevedellä muokkaamattoman humuskerroksen alumiinimäärät olivat korkeita, sillä vaihtuvan alumiinin määrä humuskerroksessa oli yli seitsenkertainen verrattuna keskimääräiseen humuskerroksen alumiinimäärään (Tamminen ja Starr 1990).

Tämän aineiston kivennäismaalla alumiinipitoisuudet (ks. taulukko 3) olivat keskimäärin alemmalla tasolla kuin Tanskasen ja Ilvesniemen (2003) tutkimuksessa. Pitoisuudet kivennäismaassa olivat keskimäärin 1281 mg/kg (vaihteluväli 167 mg/kg - 5366 mg/kg). Maanäytteet olivat pääosin karkeista maalaajista (pääosin hiekkamaita), joiden alumiinipitoisuus oli alhainen. Korkein alumiinipitoisuus oli pohjamaan kivennäismaasta näytestä 2a Mustikkasuo eteläpuoliselta suokuviolta, jonka pohjamaalaji oli karkea hiesu.

Myös kivennäismaiden lukuja vertailtaessa on korostettava uuttomenetelmien erilaisuutta tässä tarkastelussa ja vertailututkimuksessa.

3.2 Happamuus (pH)

Arvioitaessa maanäytteen happamuuden perusteella alunamaan esiintymistä, on muistettava, että turpeen pH on yleisimmin 3,5 – 5,0 (Heikurainen 1960). Tämän aineiston turpeiden pH oli keskimäärin 4,5 (vaihteluväli pH 4,0 – 5,5). Oleellista on myös huomata, että alunamaiksi luokiteltavat maat eivät yleensä ole turvemaita vaan savi- ja hiesumaita. Turpeet voivat joskus olla runsasrikkisiä lähinnä mustaliuskealueiden läheisyydessä sekä Pohjanmaan sulfidisasi- ja hiesualueilla (Herranen 2010).

Palko ym. (1988) toteavat, että jos pelto ei ole happanta sulfaattimaata, maaprofiilin pH ei alita arvoa 4,8. Kun kivennäismaan pH on alle 4,8 voi tämä olla merkki alunamaasta (Ndiaye 2007). Toisessa happamiin sulfaattimainiin liittyvässä selvityksessä todetaan, että maan pH-arvon ollessa yli 4, sen ei voida varmuudella todeta olevan alunamaata (Ndiaye 2007, Rautio 2009).

Toisaalta maan pH-profiiliin perustuvan alunamain tunnistamisen soveltuvuutta metsämailla sijaitsevien alunamain tunnistamisessa ei ole selvitetty.

Happamat sulfaattimaat voivat esiintyä joko potentiaalisina tai todellisina. Potentiaaliset alunamaat eivät ole happamia, mutta muuttuvat todellisiksi happamiksi sulfaattimaiksi sulfidisedimenttien hapettuessa (Ndiaye 2007, Palko ym. 1988).

Tässä aineistossa (taulukko 3) kivennäismaiden pH-lukemat vaihtelivat kivennäismailla 4,6 ja 5,4 välillä, joten pH-lukujen perusteella ei valuma-alueella voida sanoa esiintyvän varmuudella alunamaata. Urvas ja Erviön (1974) mukaan puolukkatyypillä (VT) podsolimaannoksessa pH on huuhtoutumiskerroksessa 4,5, rikastumiskerroksessa 5,1 ja pohjamaassa 5,3, joten pH luvut Lehmijärven valuma-alueella vastaavat keskimääräisiä suomalaisen puolukkatyypin kivennäismaan lukuja. Myöskään maanäytteiden rikkipitoisuudet eivät ole korkeita. Maanäytteiden otossa havaittu voimakas rikin haju viereisillä maanäytestä 2a ja 5a antavat viitteitä siitä, että ko. ohutturpeisella turvemaalla saattaa esiintyä paikallisesti potentiaalista alunamaata pohjamaassa (pohjamaalaji hiesua). On kuitenkin muistettava, että aistinvaraista menetelmää (maakerroksen haju ja väri) ei pidetä yksin riittävän luotettavana happamoittavien alueiden määrittämisessä (Ndiaye 2007). Mahdollisen alunamaan selvittämiseksi varmuudella ko. pienehköllä (n. 0.5 ha) alueella olisi tarvittu lisäksi sulfaattipitoisuuden mittaus maanäytteestä, jota käytetään sulfaattimaan luokitusperusteena pH:n lisäksi (Palko ym. 1988).



Kuva 8. Valuma-alueen maalajia ja turpeen paksuutta selvitetään maaperäkairan avulla. Kuva: Sanna Tikander

4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tulosten perusteella näyttää siltä, että Lehmijärven happamuuspiikit (pH:n jyrkät laskut vedessä) johtuvat pääosin happamista lumensulamisvesistä, johon on jo aiemmissakin selvityksissä viitattu eikä alunamaa ongelmasta (Joki-Heiskala 2002, Kohonen 2011). Myös ojitettujen soiden suuri osuus valuma-alueesta ja turpeiden happamuus (pH keskimäärin 4,5) lisäävät osaltaan valuma-alueelta virtaavien vesien happamuutta varsinkin tulva-aikoina. Mustikkasuon eteläpuolisella suokuviolla, jonka läpi pääosa pohjoispuolen valumavesistä virtaa, voi esiintyä ohuen turpeen alla pienialaisesti alunamaata.

Vertailtaessa tämän aineiston liukoisen alumiinin määriä turpeessa Niemisen ja Jarvan (1996) tutkimuksen vertailulukuihin, voidaan sanoa Lehmijärven valuma-alueen ojitetuilla soilla olevan keskimääräistä korkeampia alumiinipitoisuuksia. Paikoin liukoiset alumiinipitoisuudet olivat erittäin korkeita. Mustikkasuon eteläpuolisella suokuviolla, jonka kautta vedet suurelta osin virtaavat, alumiinipitoisuus oli korkeimmillaan 11 267 mg/kg ja Miilussuolla 7044 mg/kg, kun Niemisen ja Jarvan (1996) tutkimuksessa alumiinipitoisuuden maksimiarvo oli 5577 mg/kg.

Yleensä alumiinin pitoisuudet Suomen vesistöissä ovat matalia. Happamuuden lisääntyessä alumiinin liukoisuus kasvaa (Särkkä 1996). Ajoittaiset korkeat alumiinipitoisuudet Lehmijärvessä johtuvat todennäköisesti pääosin siitä, että suurehko osa valuma-alueesta on rehevää ojitettua suota (sara-rameitä ja sarakorpia), joiden turpeessa on korkeita alumiinipitoisuuksia (liukoinen Al) ja lisäksi turve on suhteellisen hapanta, mikä lisää alumiinin liukoisuutta (pH turvenäytteissä pääosin 4,0 - 4,5). Varsinkin keväisin ja syksyisin alumiinia kulkeutuu ko. turvemailta valumavesien mukana Lehmijärveen, mitä osoittaa pohjoisen tulo-ojan suulta mitatut korkeat veden alumiinipitoisuudet.

Voimakas maanmuokkaus (auraus ja ojitusmätätys) kivennäismailla lisää alumiinin liukoisuutta (Tikkanen 1985, Tanskanen ja Ilvesniemi 2002) ja samalla alumiinin huuhtoutumisriskiä vesistöihin. Lehmijärven valuma-alueella on suositeltavaa käyttää metsänuudistamisessa kevyitä maanmuokkausmenetelmiä (laidutus, kääntömätätystys ja laikkumätätystys) ja välttää ojitusmätätystystä. Luontainen uudistaminen (erityisesti alikasvosten hyödyntäminen) pitäisi olla ensisijainen uudistamismenetelmä Lehmijärven valuma-alueella.

Kunnostusojitus turvemaalla lisää kiintoaineshuutoumia (Joensuu 2002, Hynninen ym. 2010) ja samalla orgaaniseen aineeseen sitoutuneen alumiinin määrää vesistöissä (Lahermo ym. 1966). Kunnostusojituksia toteutettaessa pitäisi ottaa käyttöön mahdollisimman tehokkaat vesiensuojelutoimet (mm. pintavalutuskentät mahdollisia). Lehmijärven valuma-alueella tehtiin laaja kunnostusojitushanke 1989-90 ja ojat ovat pääosin hyvässä kunnossa, joten kunnostusojitustarvetta on vain vähäisessä määrin lähivuosisikymmeninä. Kunnostusojitustarve liittyy lähinnä kuvioihin, joissa tehdään päätehakkuu.

Yleisesti tehokkain keino rajoittaa metsätaloustoimenpiteiden aiheuttamaa vesistöjen ravinnekuormitusta on välttää lannoitusten tekemistä. Paksuturpeisten rehevien soiden ongelma saattaa olla kaliumin ja fosforin puute (Silver ja Saarinen 2001), joka voidaan poistaa mm. tuhkalannoituksella. Tuhkalannoitus ei tuoreen tutkimuksen mukaan aiheuttanut merkittäviä haitallisia muutoksia valumaveden laadussa (Piirainen ym. 2013). Sen sijaan keinolannoitteilla tehtävissä PK-lannoituksissa on olemassa fosforin huuhtoutumisen riski. Lehmijärven valuma-alueella Mustikkasuo, Miilussuo ja Somerojansuon luoteisosa ovat metsätaloudellisin perustein (potentiaalinen kaliumin ja fosforin puute) mahdollisia tuhkalannoituskohteita. Tuhkalannoituksella saadaan ko. ojitetuilla soilla selvät kasvunlisäykset.

Alumiinin ajoittain korkeat pitoisuudet Lehmijärvessä johtuvat tämän raportin tulosten perusteella todennäköisesti pääosin valuma-alueen soiden turpeen korkeista alumiinipitoisuuksista. Tiedossa ei ole varmoja menetelmiä, joilla valuma-alueelta tulevaa alumiinikuormitusta voitaisiin vähentää. Noudattamalla em. periaatteita maanmuokkauksessa ja kunnostusajituksessa voidaan alumiinin lisähuuhtoutumisen riskiä pienentää.

Teoriassa ojitetuilla turvemailla tuhkalannoituksella voitaisiin vähentää alumiinin liukoisuutta turpeesta, koska happamuuden vähentyessä myös alumiinin liukoisuus vähenee. Tuhkalannoituksella kangashumuksen ja pintaturpeen pH kohoaa tuhka-annoksesta, tuhkan laadusta ja kasvupaikasta riippuen 0,3-3 pH-yksikköä (Huotari 2012).

Tuhkalannoituksen vaikutuksista alumiinin liukoisuuteen maaperässä ei juurikaan ole tutkimustuloksia. Oulun Sanginjoella tehdyssä tutkimuksessa tuhkalannoitus ei alentanut vesien alumiinipitoisuuksia. Tuhkalannoitetun alueen alapuolisessa kokooajojassa kokonaisalumiini- ja rautapitoisuudet olivat jonkin verran korkeammat kuin yläpuolisella vertailualueella eikä pH:lla ollut vaikutusta alumiinin pitoisuuksiin, vaikka tuhkalannoitus nosti veden pH-arvoja. Tulosta selitettiin sillä, että alumiinin osalta tämä voi liittyä suomaiden runsaaseen humuspitoisuuteen ja humuksen ja sekä orgaanisen aineksen lisääntymiseen lannoitetulla alueella (Tertsunen ym. 2012). Humuspitoisissa vesissä on orgaanisesti sitoutunutta alumiinia, jonka määrä lisääntyy veden orgaanisen aineen määrän kasvaessa ja pH:n noustessa (Lahermo ym. 1996, Tertsunen ym. 2012).

Tuhkalannoituksia ei ole tehty Lehmijärven valuma-alueella. Mustikkasuo, Miilussuo ja Somerojansuon luoteisosa olisivat em. metsätaloudellisin perustein mahdollista lannoittaa tuhalla. Kuten edellä todettiin, tuhkalannoituksen vaikutuksista alumiinin huuhtoumiin ei kuitenkaan ole riittävästi tietoa.

Ruotsalaisissa tutkimuksissa vesistön tai valuma-alueen kalkitus on usein vähentänyt haitallisten metallien kuten alumiinin ja elohopean pitoisuuksia vedessä ja lisännyt kalantuotantoa (Henrikson ja Brodin 1995, Tulonen ym. 2000). Kohosen (2011) mukaan järven kalkitseminen voi saostaa veteen liunneen alumiinin järven pohjaan. Riskinä on, että pH:n laskessa uudelleen järven pohjassa oleva alumiini liukenee takaisin veteen.

Lehmijärvi kalkittiin 1996. Pohjan läheisen veden alumiinipitoisuus on viime vuosina ollut muuta vesipatsasta korkeampi, mikä antaa viitteitä siitä, että kal-



Kuva 9. Kesän 2012 rapusumputuksessa kaikki ravut voivat hyvin koko ajan ja vapautettiin järveen sumputuksen jälkeen. Loppukesän sukelluksissa ravuista ei kuitenkaan saatu havain- toja. Kuva: Sanna Tikander

kituksen jälkeen pH on laskenut ja pohjaan saostunut alumiini on liunnut takaisin veteen.

Toisaalta on muistettava, että korkeat alumiinipitoisuudet Lehmijärvellä eivät ole pelkästään negatiivinen asia, koska alumiini sitoo tehokkaasti fosforia ja pahasti rehevöityneitä järviä (esim. Köyliön Ilmijärvi) on yritetty kunnostaa alumiinisufaattikäsitteilyllä. Lisätutkimusta tarvitaan selvittämään, ovatko Lehmijärven ajoittaiset alumiinipitoisuudet jo niin korkeita, että siitä on haittaa kalakannalle tai, että se jopa estää rapukannan palauttamisen istuttamalla järveen. Myös alumiinipitoisuuden ja pH:n vaihtelut saattavat stressata kaloja ja rapuja niin, että niiden elinvoimaisuus ja lisääntyminen häiriintyvät.

Lähdeluettelo

- Heikurainen, L. 1960. Metsäojitus ja sen perusteet. WSOY. 378 s.
- Henrikson, L. and Brodin, Y.W. 1995. Liming of acidified surface waters. Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 458 s.
- Herranen, T. 2010. Turpeen rikkipitoisuus Suomen soissa – tuloksia laajasta turveinventoinnista. *Suo* 61(2): 49-56.
- Huotari, N. 2012. Tuhkan käyttö metsänlannoitteena. METLA. 47 s.
- Hynninen, A., Saari, P., Nieminen, M. & Alm, J. 2010. Pintavalutus metsätaloustoimien valumavesien puhdistamisessa – kirjallisuustarkastelu. *Suo* 61(3-4):77-85.
- Joensuu, S. 2002. Effects of ditch network maintenance and sedimentation ponds on export loads of suspended solids and nutrients from peatland forests. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 868.
- Joki-Heiskala, P. (toim.) 2002. Lehmijärven tutkimus 2002.
- Kaila, 1959. Retention of phosphorus by peat samples. *J. Sci. Agric. Soc. Finland*. 31(3):215-225.
- Kohonen, L. 2011. Lehmijärven hoito ja kunnostus. Suomen kalatalous- ja ympäristöopisto. 6 s.
- Lahermo, P., Väänänen, P., Tarvainen, T. & Salminen, R. 1996. *Geochemical Atlas of Finland, Part 3: Environmental Geochemistry – Streamwaters and Sediments*. Espoo, Geological Survey of Finland.
- Ndiaye, K. 2007. Happamat sulfaattimaat metsätalouksella. Opinnäytetyö 20.05.2007. Oulun seudun ammattikorkeakoulu.
- Nieminen, M. ja Jarva, M. 1996. Phosphorus adsorption by peat from drained mires in Southern Finland. *Scand. J. For. Res.* 11: 321-326.
- Nieminen, M. 2002. Miksi soilta huuhtoutuu lannoitefosforia? Voidaanko huuhtoutumista estää? *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 832: 37-42.
- Palko, J., Merilä, E. ja Heino, S. 1988. Maankuivatuksen suunnittelu happamilla sulfaattimailla. Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 21.
- Piirainen, S., Domisch, T., Moilanen, M. ja Nieminen, M. 2013. Long-term effects of ash fertilization on runoff water quality from drained peatland forests. *Forest ecology and management* 287:53-66.
- Rannikko, M. ja Hartikainen, H. 1980. Retention of applied phosphorus in Sphagnum peat. *Proceedings of the 6th International Peat Congress, Duluth, Minnesota*. August 17-23, 1980, pp. 666-669.
- Rautio, L.M. 2009. Kohti happamien sulfaattimaiden hallintaa. *Metsätalouden vesienhuolto* 29.-30.9.2009 Oulu.
- Silver, T. ja Saarinen, M. 2001. Terveyslannoituskohteen määrittely turvemaidella. *Suo* 52(3-4): 115-120.
- Särkkä, J. 1996. *Järvet ja ympäristö: limnologian perusteet*. Helsinki: Gaudeamus.
- Tamminen, P. ja Starr, M.R. 1990. A survey of forest properties related to soil acidification in southern Finland. *Julkaisussa: Kauppi, P. Anttila, P. & Kenttämies, K (toim.). Acidification in Finland*. Springer – Verlag, Berlin. s. 235-251.
- Tanskanen, N. ja Ilvesniemi, H. 2003. Maanmuokkauksen vaikutus metsämaan rauta- ja alumiiniyhdisteisiin. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 886: 49-55.
- Tertsunen, J., Martinmäki, K., Heikkinen, K., Marttila, H., Saukkoriipi, J., Tammela, S., Saarinen, T., Tolkkinen, M., Hyvärinen, M., Ihme, R., Yrjänä, T. & Klöve, B. 2012. Happamuuden aiheuttamat vesistöhaitat ja niiden torjuntakeinot Sanginjoella. *Suomen Ympäristö* 37/2012.
- Urvas, L., ja Erviö, R. 1974. Metsätyypin määräytyminen maalajin ja maaperän kemiallisten ominaisuuksien perusteella. *Maatal. tiet. Aikak.* 46: 307-319.
- Vuorikoski, S. 2001. Pohjois-Espoon järvien happamoitumiskehityksestä v. 2000. *Espoon ympäristölautakunnan julkaisu*. 37 s.

Julkaisusarjan nimi ja numero Raportteja 33/2014				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät Timo Silver, Suomen metsäkeskus Sanna Tikander, Varsinais-Suomen ELY-keskus		Julkaisuaika Toukokuu 2014		
		Kustantaja /Julkaisija Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja / toimeksiantaja		
Julkaisun nimi Lehmijärven valuma-alueen maaperän happamuus sekä alumiini- ja rikki-pitoisuus (Jordmånens surhet samt aluminium- och sulfathalten i Lehmijärvis avrinningsområde)				
Tiivistelmä Lehmijärvi on 63 ha laajuinen kirkasvetinen ja vähähumuksinen latvajärvi Salossa. Lehmijärven suojeluyhdistys pyysi Varsinais-Suomen ELY-keskukselta ja Suomen metsäkeskukselta apua järvisedessä havaittujen korkeiden alumiinipitoisuuksien ja happamuuspiikkien sekä mahdollisten metsätaloustoimenpiteiden haittojen ehkäisemiseen valuma-alueella. Suomen metsäkeskuksen ja Varsinais-Suomen ELY-keskuksen yhteistyönä selvitettiin maanäytteiden avulla maaperän happamuutta ja alumiinipitoisuutta Lehmijärven valuma-alueella. Tulokset ja johtopäätökset on esitetty tässä raportissa. Tulosten perusteella näyttää siltä, että Lehmijärven happamuuspiikit (pH:n jyrkät laskut vedessä) johtuvat pääosin happamista lumen-sulamisvesistä, johon on jo aiemmissakin selvityksissä viitattu eikä alunamaa ongelmasta valuma-alueella. Myös ojitettujen soiden suuri osuus valuma-alueesta ja turvemaiden yleinen happamuus lisäävät osaltaan valuma-alueelta virtaavien vesien happamuutta varsinkin tulva-aikoina. Mustikkasuon eteläpuolisella suokuviolla, jonka läpi pääosa pohjoispuolen valumavesistä virtaa, voi kuitenkin esiintyä ohuen turpeen alla pienialaisesti alunamaata. Vertailtaessa tämän aineiston liukoisen alumiinin määriä turpeessa aikaisempien tutkimusten vertailulukuihin, voidaan sanoa Lehmijärven valuma-alueen ojitetuilla soilla olevan keskimääräistä korkeampia alumiinipitoisuuksia. Paikoin liukoiset alumiinipitoisuudet olivat jopa erittäin korkeita. Mustikkasuon eteläpuolisella suokuviolla, jonka kautta vedet suurelta osin virtaavat, alumiinipitoisuus oli korkeimmillaan 11 267 mg/kg ja Miilussuolla 7 044 mg/kg, kun Niemisen ja Jarvan (1996) tutkimuksessa alumiinipitoisuuden maksimiarvo oli 5 577 mg/kg. Alumiinin ajoittain korkeat pitoisuudet Lehmijärven soissa johtuvat tämän raportin tulosten perusteella todennäköisesti pääosin valuma-alueen soiden turpeen korkeista alumiinipitoisuuksista. Voimakas maanmuokkaus kivennäismailla lisää alumiinin liukoisuutta ja samalla alumiinin huuhtoutumisriskiä vesistöihin. Lehmijärven valuma-alueella on suositeltavaa käyttää metsänuudistamisessa kevyitä maanmuokkausmenetelmiä (laikutus, kääntömätästys ja laikkumätästys) ja välttää ojitusmätästystä. Luontainen uudistaminen (erityisesti alikasvosten hyödyntäminen) pitäisi olla ensisijainen uudistamismenetelmä Lehmijärven valuma-alueella. Kunnostusojituksia toteutettaessa pitäisi ottaa käyttöön mahdollisimman tehokkaat vesiensuojelutoimet. On muistettava, että korkeat alumiinipitoisuudet Lehmijärvellä eivät ole pelkästään negatiivinen asia, koska alumiini sitoo tehokkaasti fosforia ja pahasti rehevöityneitä järviä (esim. Köyliön Ilmijärvi) on yritetty kunnostaa alumiinisulfaatti käsittelyllä. Lisätutkimusta tarvitaan selvittämään, onko Lehmijärven veden alumiinipitoisuus ajoittain jo niin korkea, että siitä on haittaa kalakannalle tai, että se jopa estää rapukannan palauttamisen istuttamalla järveen.				
Asiasanat (YSA:n mukaan) metsänhoito, vesiensuojelu, vesistökuormitus, sulfaattimaat, happamuus, alumiini, rikki				
ISBN (Painettu) 978-952-314-024-0	ISBN (PDF) 978-952-314-025-7	ISSN-L 2242-2846	ISSN (painettu) 2242-2846	ISSN (verkkojulkaisu) 2242-2854
www www.ely-keskus.fi/julkaisut www.doria.fi		URN URN:ISBN:978-952-314-025-7		Kieli Suomi
Sivumäärä 18				
Julkaisun tilaukset Itsenäisyydenaukio 2, 20800 Turku, PL 523, 20101 Turku, puh. 0295 022 500 (vaihe)				
Kustannuspaikka ja -aika Turku 2014			Painotalo Kopijyvä Oy	

Publikationens serie och nummer Rapporter 33/2014				
Ansvarsområde Miljö och naturresurser				
Författare Timo Silver, Finlands skogscentral Sanna Tikander, Närings-, trafik- och miljöcentralen i Egentliga Finland		Publiceringsdatum Maj 2014		
		Utgivare / Förläggare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Egentliga Finland		
		Projektets finansär/uppslagsgivare		
Publikationens titel Lehmijärven valuma-alueen maaperän happamuus sekä alumiini- ja rikki-pitoisuus (Jordmånens surhet samt aluminium- och sulfathalten i Lehmijärvis avrinningsområde))				
Sammandrag <p>Lehmijärvi är en 63 ha stor sjö med klart vatten och lite humus i Salo. Skyddsföreningen Lehmijärven suojeluyhdistys bad NTM-centralen i Egentliga Finland och Finlands skogscentral om hjälp med de höga aluminiumhalter och surhetstoppas som upptäckts i sjövattnet samt med att förhindra eventuella skador som skogsbruksåtgärder kan medföra på avrinningsområdet. Surheten och aluminiumhalten i jordmånen i Lehmijärvis avrinningsområde utreddes med hjälp av jordprov i ett samarbete mellan Finlands skogscentral och NTM-centralen i Egentliga Finland. Resultaten och slutsatserna presenteras i denna rapport. Resultaten tyder på att surhetstopparna (tvåra sänkningar i vattnets pH) i Lehmijärvi i huvudsak beror på surt smältvatten, vilket även tidigare utredningar har tytt på, och inte på problemet med sulfatjordar på avrinningsområdet. Vattnet från avrinningsområdet försuras också på grund av det stora antalet utdikade myrar på avrinningsområdet och surheten i torvmarkerna, i synnerhet under översvämningsperioder. I den södra delen av Mustikkasuo, som största delen av avrinningsvattnet från den norra delen rinner igenom, kan det dock förekomma små ytor med sulfatjord under den tunna torven. När mängderna lösligt aluminium i torven i detta material jämförs med andra jämförelsetal kan man säga att aluminiumhalterna i de utdikade myrarna i Lehmijärvis avrinningsområde är högre än genomsnittet. Ställvis är halterna rentav mycket höga. I den södra delen av Mustikkasuo, som största delen av vattnet rinner genom, var aluminiumhalten 11 267 mg/kg som högst och i Miilussuo 7 044 mg/kg. Den högsta halten i Nieminens och Jarvas undersökning (1996) var 5 577 mg/kg. De tidvis höga halterna i Lehmijärvi beror utgående från resultaten i denna rapport troligtvis på de höga aluminiumhalterna i torven i myrarna på avrinningsområdet. Intensiv markbearbetning i mineraljord ökar lösligheten av aluminium och samtidigt risken för att metallen sköljs ut i vattendragen. På Lehmijärvis avrinningsområde rekommenderas man använda lätta markbearbetningsmetoder för att föryngra skogen (ruthackning, vändhögläggning och fläckhögläggning) och undvika dikningshögläggning. Naturlig föryngring (särskilt utnyttjande av underväxt) borde vara den primära föryngringsmetoden på Lehmijärvis avrinningsområde. När iståndsättningsdikning genomförs borde man använda sig av så effektiva vattenskyddsmetoder som möjligt. Man måste komma ihåg att de höga aluminiumhalterna i Lehmijärvi inte enbart är en negativ sak. Aluminium binder fosfor effektivt och man har försökt iståndsätta svårt övergödda sjöar (exempelvis Ilmijärvi i Kjølo) med hjälp av aluminiumsulfat. Det behövs fler undersökningar för att utreda om aluminiumhalten i Lehmijärvi redan är så hög att det skadar fiskstammen eller om det rentav är ett hinder för att återställa kräftstammen genom inplantering</p>				
Nyckelord (enligt Allärs) skogskötsel, vattenskydd, belastning av vattendrag, sulfatjordar, aciditet, aluminium, svavel				
ISBN (tryckt) 978-952-314-024-0	ISBN (PDF) 978-952-314-025-7	ISSN-L 2242-2846	ISSN (tryckt) 2242-2846	ISSN (webbpublikation) 2242-2854
www www.ely-centralen.fi/publikationer www.doria.fi		URN URN:ISBN:978-952-314-025-7		Språk Finska
				Sidantal 18
Beställningar Självständighetsplan 2, 20800 Åbo, PB 523, 20101 Åbo, tel. 0295 022 500 (växel)				
Förläggningsort och datum Åbo 2014			Tryckeri Kopijyvä Oy	

RAPORTTEJA 33 | 2014

**LEHMIJÄRVEN VALUMA-ALUEEN MAAPERÄN HAPPAMUUS SEKÄ
ALUMIINI- JA RIKKIPITOISUUS**

Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

ISBN 978-952-314-024-0 (painettu)

ISBN 978-952-314-025-7 (PDF)

ISSN-L 2242-2846

ISSN 2242-2846 (painettu)

ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-025-7

www.ely-keskus.fi/julkaisut | www.doria.fi/ely-keskus

