



Tutkimus Nordkalk Oy Ab:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristövaikutuksista 2013



Mikael Henriksson
Tero Myllyvirta
Juha Niemi

**Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien-
ja ilmansuojeluyhdistys**
2014

Sisällysluettelo

	s.
1. Johdanto	3
2. Menetelmät	3
2.1. Tutkimusalue	3
2.2. Näytteenotto	3
2.3. Analyysit	4
2.3.1. Humusnäytteet	4
2.3.2. Neulasnäytteet	5
3. Tulokset	5
3.1. Neulasten ja maaperän humuskerroksen kalsiumpitoisuudet	5
3.1.1. Neulasten kalsiumpitoisuus	5
3.1.2. Humuskerroksen kalsiumpitoisuus	6
3.2. Neulasten ja maaperän humuskerroksen booripitoisuudet	9
3.2.1. Neulasten booripitoisuus	9
3.2.2. Humuskerroksen booripitoisuus	9
3.3. Neulasten ja maaperän humuskerroksen fluoridipitoisuudet	12
3.3.1. Neulasten fluoridipitoisuus	12
3.3.2. Humuskerroksen fluoridipitoisuus	12
3.4. Neulasten ja maaperän humuskerroksen alumiinipitoisuudet	15
3.4.1. Neulasten alumiinipitoisuus	15
3.4.2. Humuskerroksen alumiinipitoisuus	15
3.5. Maaperän humuskerroksen pH	15
3.6. Maaperän humuskerroksen sähkönjohtokyky	18
3.7. Maaperän humuskerroksen rikki-, magnesium-, fosfori- ja kaliumpitoisuus	18
3.8. Neulasten vauriokartoitus	21
4. Tulosten tarkastelu	21
4.1. Kalsium	21
4.2. Boori	23
4.3. Fluoridi	24
4.4. Alumiini	25
4.5. pH	25
4.6. Sähkönjohtokyky	26
4.7. Rikki, magnesium, fosfori ja kalium	26
4.8. Neulasvauriot	26
5. Yhteenveto ja johtopäätökset	27
5.1. Männyn neulaset	27
5.1.1. Tehtaan vaikutusalue	27
5.1.2. Muutokset pitoisuuksissa ja vaikutusalueen laajuudessa	27
5.2. Metsämaan humuskerros	27
5.2.1. Tehtaan vaikutusalue	27
5.2.2. Pitoisuusmuutokset	28
5.2.3. Muutokset vaikutusalueen laajuudessa	28
5.2. Avoimet kysymykset ja jatkotutkimustarve	28
6. Viiteluettelo	29
Liitteet 1-3.	



1. Johdanto

Nordkalk Oy Ab Sipoon kalkkitehtaan edustajat ovat hyväksyneet Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistyksen tarjouksen ympäristövaikutustutkimuksen tekemiseksi vuonna 2013. Tutkimus perustuu yhdistyksen tekemään tutkimussuunnitelmaan. Velvoite tutkimuksen toteuttamisesta suunnitelman mukaisesti perustuu Länsi-Suomen ympäristölupaviraston lupapäätökseen Nro 49/2007/2 Dnro LSY-2002-Y-364 (annettu 14.12. 2007).

Tämä työ on jatkoa vuonna 1990, 1995, 2000 ja 2004 valmistuneille tutkimuksille kalkkitehtaan ympäristövaikutuksista (Huttunen ym. 1990, Myllyvirta ja Henriksson 1995, 2000, Henriksson ja Myllyvirta 2005), joiden tuloksiin tutkimuksen tuloksia vertaillaan. Tutkimuksella pyritään selvittämään, kulkeutuuko tehtaan raaka-aineissa esiintyviä aineita lähiympäristöön. Indikaattoreina käytetään maaperän humuskerroksen ja männyn neulasten ainepitoisuuksia ja ominaisuuksia kuvaavia parametrejä. Samalla selvitetään, ovatko mahdollisesti koholla olevat pitoisuudet haitallisia puuston voinnille. Tilannetta vertaillaan vuosien 1989, 1994, 1999 ja 2004 tilanteisiin ja tarkastellaan kehityksen suuntaa ja mahdollisten vaikutusten laajuutta tehtaan ympäristössä.

2. Menetelmät

2.1. Tutkimusalue

Tutkittava alue ulottuu noin 2,5 km etäisyydelle tehtaasta. Tutkimuksessa käytetään samoja näytealoja kuin vuonna 1989, 1994, 1999 ja 2004. Näytealat sijaitsevat kahdella linjalla, (kummallakin sijaitsee 9 näytealaa). Linjojen näytealat sijaitsevat logaritmisesti siten, että tehdasta lähimpänä olevan näytealan etäisyys seuraavista linjan näytealoista on laskennallisesti 20, 40, 80, 160, 320, 640, 1280 ja 2560 m (liite 1 ja 2).

2.2. Näytteenotto

Jokaiselta näytealalta otettiin kokoomanäyte humuskerroksesta (viisi osanäytettä). Kukin osanäyte oli noin 2 dl. Nämä yhdistettiin kokoomanäytteeksi. Kokoomanäytteet kerättiin näytealojen mäntyjen viimeisen neulasvuosikerran neulasista standardin SFS 5669 mukaan. Näytteiden keruuajankohta oli 29. 9 - 1. 10. 2013. Humusnäytteet täydennettiin 26.11 - 27.11 2013 suoritettulla ylimääräisellä

näytteenottokerralla (liite 3). Ylimääräinen näytekerta suoritettiin analyysivirheiden pois sulkemiseksi.

2.3. Analyysit

Jokaisesta humuskerroksen kokoomanäytteestä analysoitiin tutkimussuunnitelman mukaisesti seuraavien aineiden pitoisuudet: alumiini, boori, fluoridi ja kalsium. Vastaavat analyysit suoritettiin neulaskokoomanäytteistä. Lisäksi humusnäytteistä määritettiin pH ja sähkönjohtokyky.

Analyysit suoritettiin standardisoiduin menetelmin Eurofins Viljavuuspalvelu Oy:ssä (liite 3). Neulasnäytteille suoritettiin silmämääräinen ja valomikroskooppinen vaurio-oiretarkastelu, jossa tarkasteltiin kutikulan kulumista ja värivaurioita.

Lisäksi humusnäytteistä analysoitiin rikki, magnesium, fosfori ja kalium -pitoisuudet. Kyseiset hivenaineet sisältyvät Viljavuuspalvelu Oy:n perustutkimuksen näyteklusteriin ja tulivat mukaan tutkimukseen tutkimussuunnitelman ulkopuolisina.

2.3.1. Humusnäytteet

Maanäytteen happamuus (pH) määritettiin maa-vesi -suspensiosta. (1:2,5); Vuorinen, J. & Mäkitie O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. *Agrogeol. Publ.* 63:1-44. *Methods of soil and plant analysis*, 1986 Jokioinen.

Humusnäytteiden johtoluku mitattiin maa-vesi -suspensiosta. (1:2,5)

Humusnäytteiden kalsium-määritykset (Ca, mg/l) on tehty FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoimalla menetelmällä. MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä. Luotettavuus 95% varmuudella 15 %.

Humusnäytteiden alumiinipitoisuudet (Al, liukoinen mg/l) määritettiin liuksesta, jossa ilmakeivatettu ja jauhettu näyte oli uutettu happamaan ammoniumasetaatti-EDTA liuokseen. Mittaus tehtiin plasmaemissiospektrometrillä. Lakanen, E. & Erviö, R. 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. *Acta Agric. Fenn.* 122:223-232. *Methods of soil and plant analysis*, 1986 Jokioinen.

Humusnäytteistä boorimääritykset (B, mg/l) on tehty FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoimalla menetelmällä. MMVT.DOC. Uutto kuumaan veteen, mittaus ICP:llä. Luotettavuus 95 % varmuudella 20 %.

Humusnäytteiden fosforipitoisuudet (P, mg/l) määritettiin FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoimalla menetelmällä. MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, ammoniummolybdaatti -kompleksin spektrofotometrinen mittaus. Luotettavuus 95 % varmuudella 20 %.

Humusnäytteiden kalium (K, mg/l) ja magnesium (Mg, mg/l) -määritykset on tehty FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoidulla menetelmällä. MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä. Luotettavuus 95 % varmuudella 15 %.

Humusnäytteiden rikki-pitoisuudet (S, mg/l) määritettiin FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoidulla menetelmällä. MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä. Luotettavuus 95 % 9<15%; <9 50%.

Fluoridianalyysijä varten humusnäytteet ilmakeuhutettiin ja jauhettiin 2 mm seulan läpäiseviksi. Ennen analyysia näytteet jauhettiin edelleen 0.5 mm seulan läpäiseviksi jonka jälkeen näytteet uutettiin vedessä. Liuoksen fluoridi mitattiin ioniselektiivisellä elektrodilla.

2.3.2. Neulasnäytteet

Neulasnäytteiden kalsiumpitoisuudet (Ca, g/kg ka) määritettiin FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoidulla menetelmällä. YMKIVENN.DOC. Kuivapoltto 550°C, HCl-uutto, mittaus ICPAES:llä. ISO 5516:1978 Luotettavuus 95 % varmuudella 25 %.

Neulasnäytteiden booripitoisuudet (B, mg/kg ka) mitattiin FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoidulla menetelmällä. YMKIVENN.DOC. Kuivapoltto 550°C, HCl-uutto, mittaus ICPAES:llä. ISO 5516:1978 Luotettavuus 95 % 2-13 mg/kg 40 %.>13 mg/kg 20%.

Neulasnäytteiden alumiinipitoisuudet (Al, liukoinen mg/l) määritettiin liuoksesta jossa ilmakeuhutettu ja jauhettu näyte oli uutettu happamaan ammoniumasetaatti-EDTA liuokseen. Mittaus tehtiin plasmaemissiospektrometrillä. Lakanen, E. & Erviö, R. 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. Acta Agric. Fenn. 122:223-232. Methods of soil and plant analysis, 1986 Jokioinen.

Fluoridianalyysijä varten neulas kuivatettiin uunissa ja jauhettiin 1 mm seulan läpäiseviksi jonka jälkeen näytteet uutettiin vedessä. Liuoksen fluoridi mitattiin ioniselektiivisellä elektrodilla.

3. Tulokset

3.1. Neulasten ja maaperän humuskerroksen kalsiumpitoisuudet

3.1.1. Neulasten kalsiumpitoisuus (KUVA SIVULLA 7)

Vuonna 2013 männyn neulasten kalsiumpitoisuudet olivat pääsääntöisesti alhaisempia verrattuna edelliseen, vuoden 2004 tutkimuskertaan (kuva sivulla 7). Näin ollen vuonna 2004 havaittu, neulasten kalsiumpitoisuuksien nouseva kehityssuunta ei jatkunut vuonna 2013.



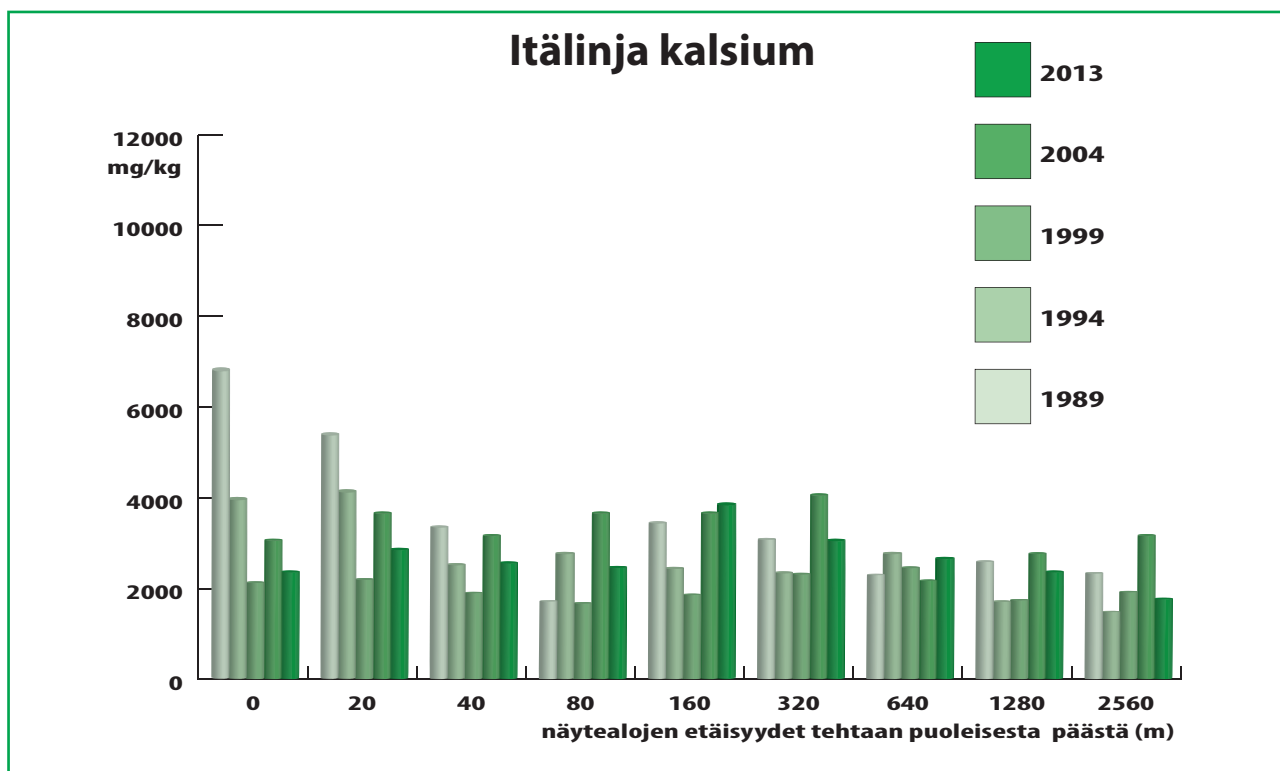
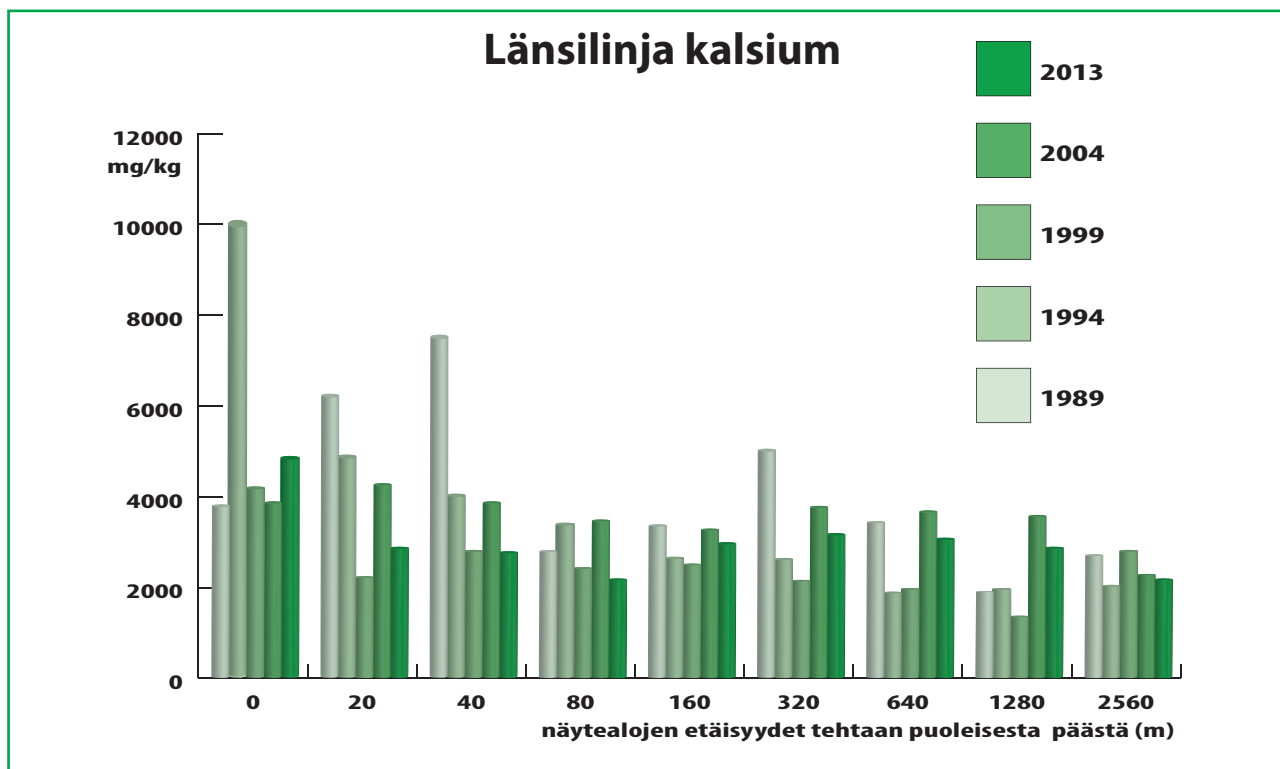
Kuva 1. *Xanthoria*-jäkälä viihtyy kalkkipitoisessa ympäristössä Sipoon Kalkkirannassa.

Kalsiumpitoisuudet linjojen tehtaanpuoleisissa päissä eivät poikenneet merkittävästi pitoisuuksien yleistasosta, vaan pitoisuudet olivat verraten samansuuruisia riippumatta etäisyydestä tehtaaseen eikä selkeätä etäisyysgradienttia erotu taustavaihtelusta. Tämä osoittaa ilmeisesti sen, että neulasten sisältämästä kalsiumista entistä pienempi osuus on peräisin tehtaasta ja vastaavasti entistä suurempi osuus muodostuu alueen taustapitoisuuksista. Neulasten kalsiumpitoisuudet vuonna 2013 olivat pääsääntöisesti alueen taustapitoisuuksien tasoa (Rautjärvi ja Raitio 2003).

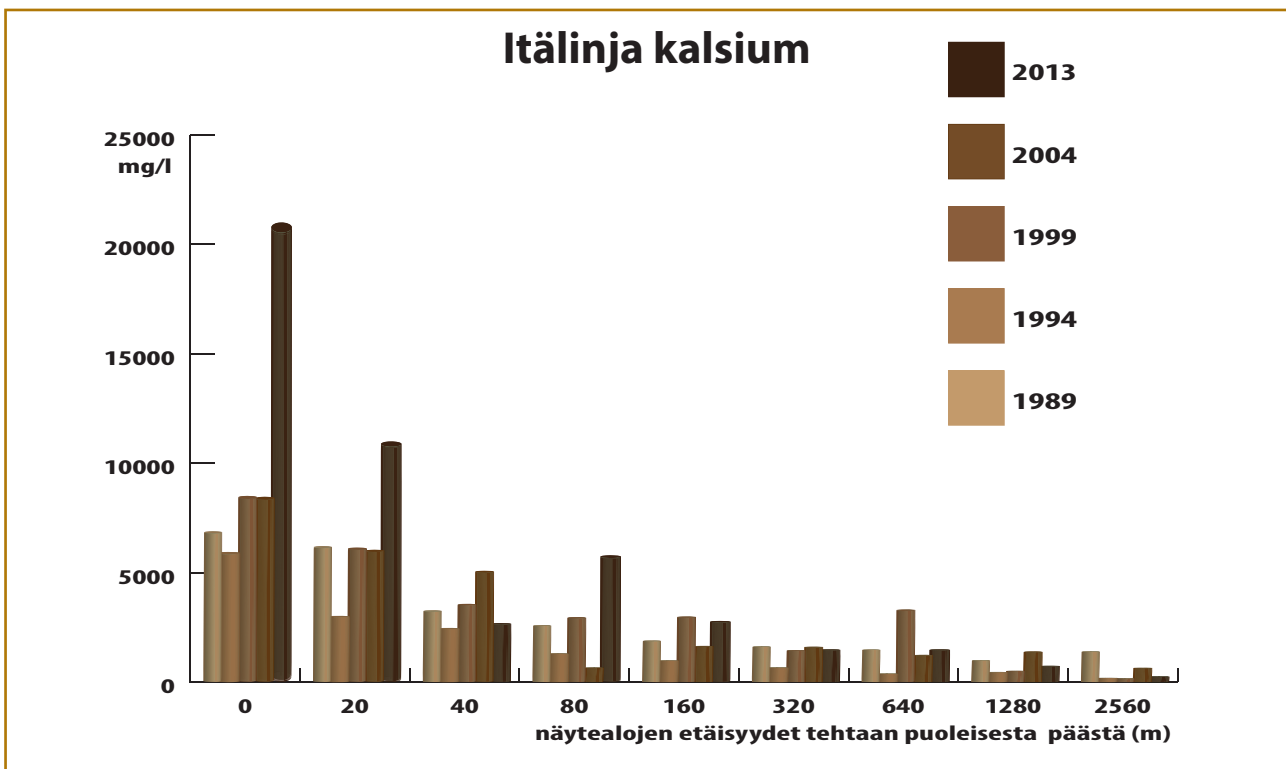
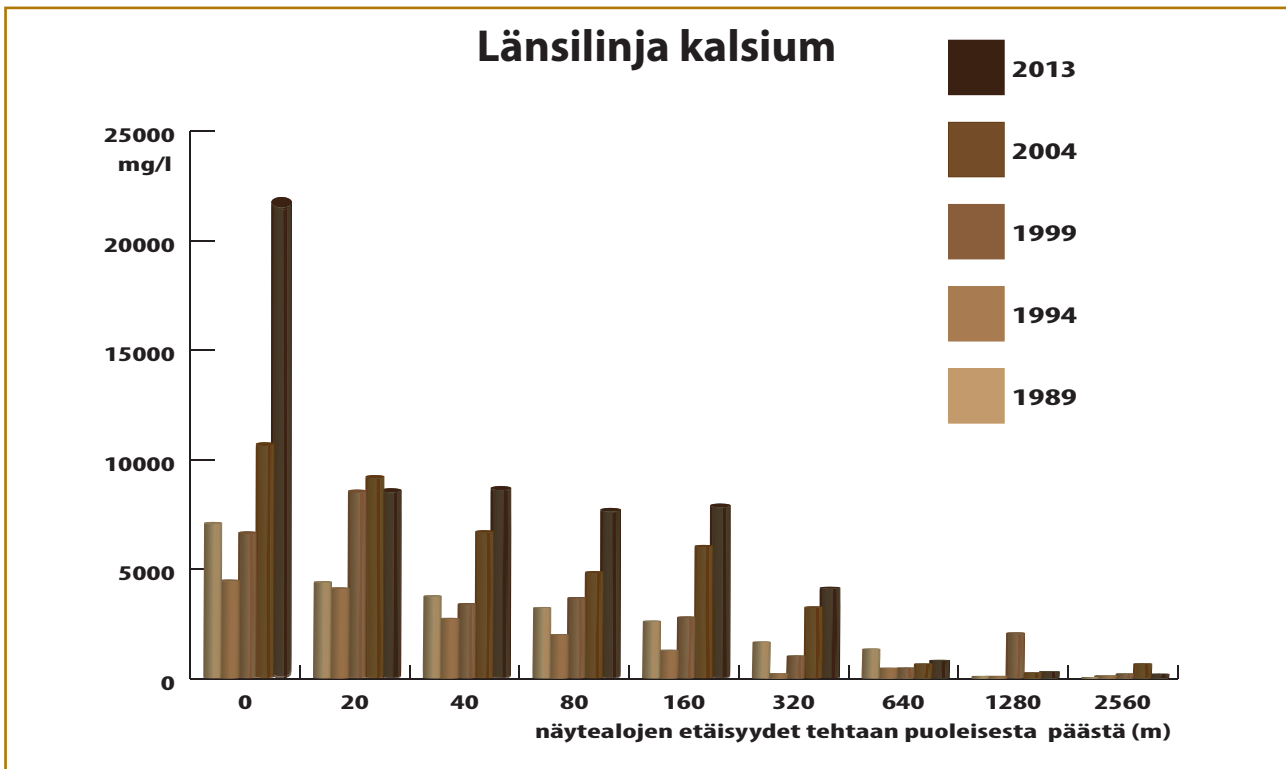
Neulasten kalsiumpitoisuudet ovat tasaisesti laskeneet vuodesta 1989 kuten on myös tehtaan leijuvan pölyn määrät tehtaan ympäristössä (Myllyvirta ja Henriksson 2012). Pitkällä aikavälillä tehtaan kalkkipölyn vaikutusaste ja vaikutusalue ovat selkeästi supistuneet vuodesta 1989, jolloin pitoisuudet tehtaan läheisyydessä suurimmillaan ylittävät normaaleina pidettävät pitoisuudet 2 - 3 kertaisesti (kuva sivulla 7).

3.1.2. Humuskerroksen kalsiumpitoisuus (KUVA SIVULLA 8)

Vuonna 2013 metsämaan humuksen kalsiumpitoisuudet olivat pääsääntöisesti edellisistä tutkimuskertoja korkeampia. Korkeimmat pitoisuudet olivat keskittyneet tehtaan läheisyyteen (kuva sivulla 8).



Kuva 2. Länsilinjan (ylhäällä) ja itälinjan (alhaalla) männyn neulasten kalsiumpitoisuudet vuosina 1989, 1994, 1999, 2004 ja 2013.



Kuva 3. Länsilinjan (ylhäällä) ja itälinjan (alhaalla) metsämaan humuksen kalsiumpitoisuudet vuosina 1989, 1994, 1999, 2004 ja 2013.

Alueelliset taustapitoisuudet kalsiumille ylittyivät noin 320 m säteellä tehtaasta (vertaa Tarvainen ym. 2003, 2006, 2013). Etäämpänä tehtaasta karun metsämaaperän kalsiumpitoisuudet laskevat nopeasti alle alueellisten tausta-arvojen.

Humuskerroksen kalsiumpitoisuuksien nouseva kehityssuunta on havaittavissa jo vuosien 1999 ja 2004 Sipoon kalkkitehtaan ympäristövaikutustutkimuksissa (Myllyvirta ja Henriksson 2000, Henriksson ja Myllyvirta 2005). Tämä johtuu mitä ilmeisemmin siitä, että tehtaan ympäristön maaperään vuosien varrella kertyneistä kalkkipitoisista mineraaleista liukenee kalsiumia siitäkin huolimatta, että leijuvan kalkkipölyn määrä on vähentynyt selkeästi (Henriksson ja Myllyvirta 2003, 2005, 2009, Myllyvirta ja Henriksson 2012).

3.2. Neulasten ja maaperän humuskerroksen booripitoisuudet

3.2.1. Neulasten booripitoisuus (KUVA SIVULLA 10)

Vuonna 2013 neulasten booripitoisuudet olivat nousseet edelliseen, vuoden 2004 tarkkailuun verrattuna. Nousu oli merkittävä varsinkin länsilinjalla jolla booripitoisuudet ovat nousseet lähes kauttaaltaan vuodesta 2004 (kuva sivulla 10). Itälinjalla booripitoisuudet nousivat kahdella näyteasemalla 160 m säteellä tehtaasta.

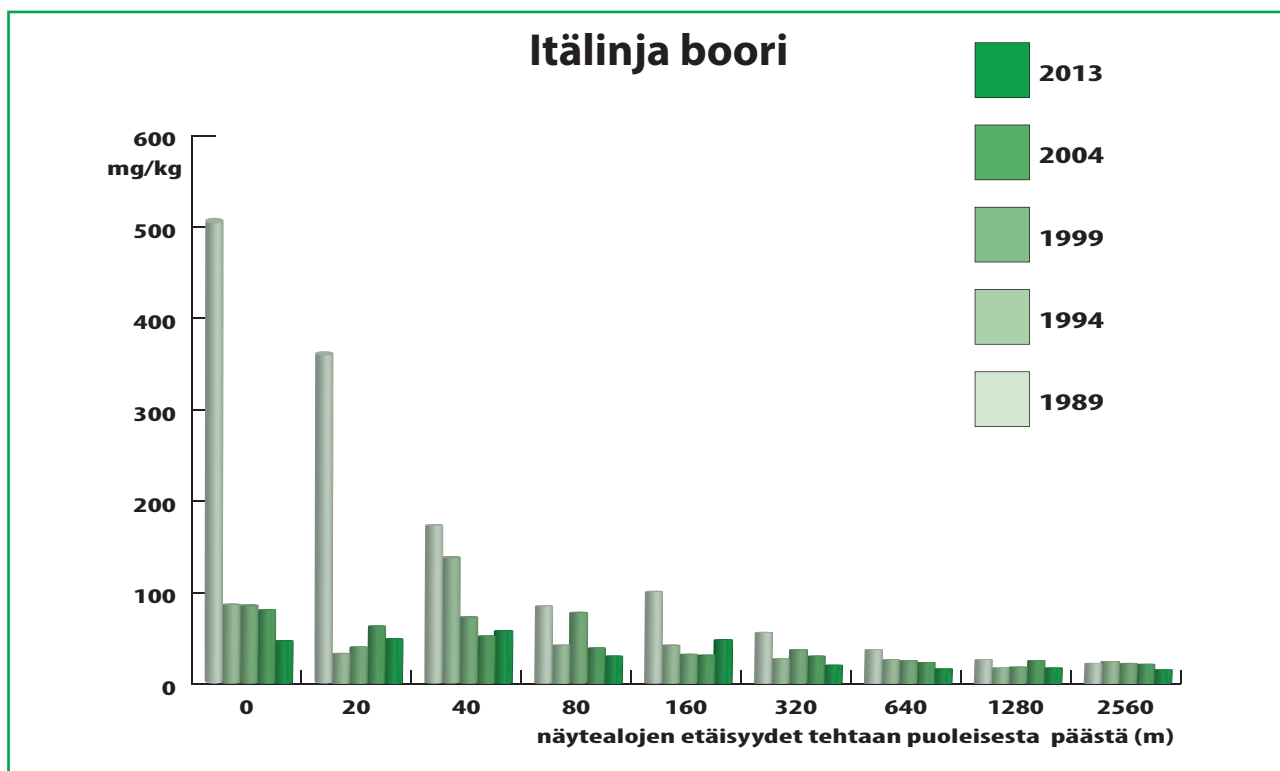
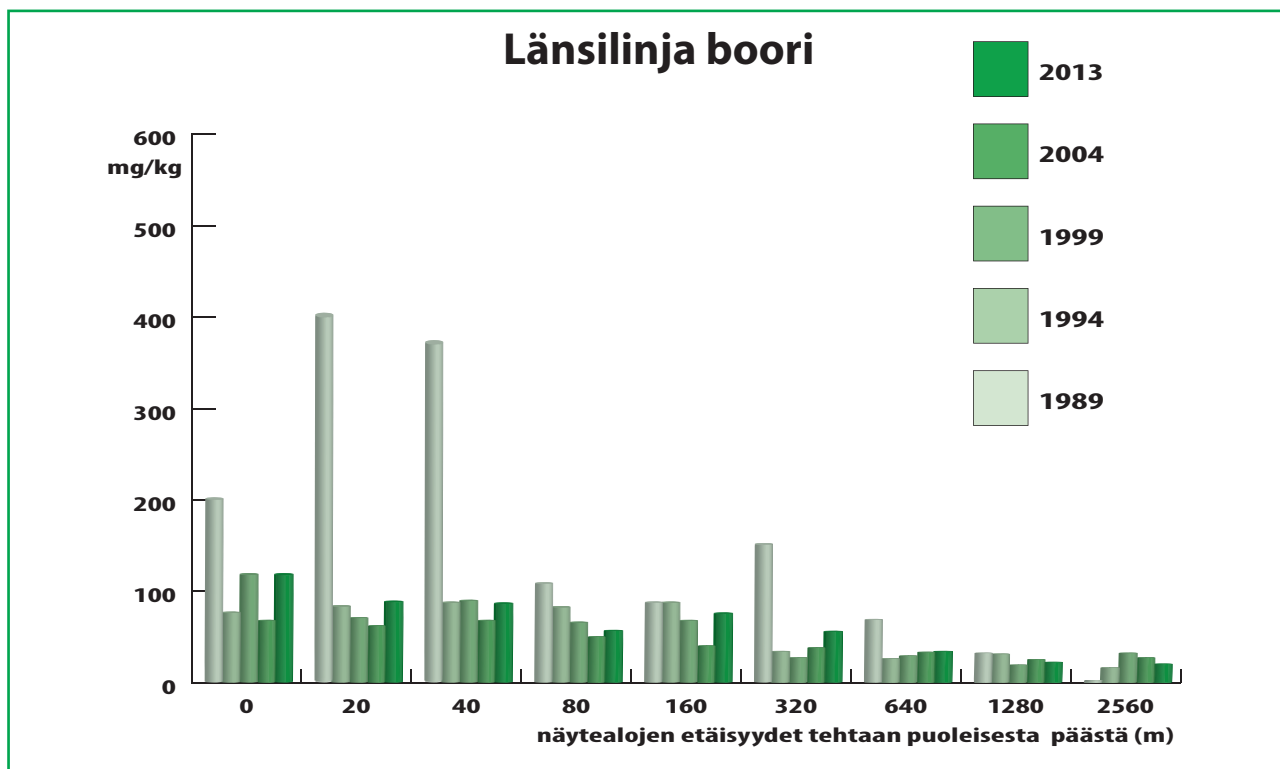
Neulastutkimusten perusteilla tehtaan vaikutusalue booripäästöjen suhteen on pysynyt kutakuinkin edellisen tarkkailun laajuisena tai hieman laajentunut. Länsilinjalla Rautjärven ja Raition (2003) maksimiarvoa (39.40 mg/kg booria Itä-Uudenmaan neulasissa) ylittäviä pitoisuuksia mitattiin 320 m tehtaasta ja itälinjalla 160 m tehtaasta. Tämä osoittaa sen, että vaikka booripitoisuudet ovatkin laskeneet sitten vuoden 1989, on kalkkitehtaalta peräisin olevaa booria vielä runsaasti tehtaan lähiympäristössä.

Länsilinjalla neulasten booripitoisuus ylittivät tehdasalueella 100 ppm, eli selkeästi havupuille myrkyllisiä pitoisuuksia. Rautjärven ja Raition (2003) keskiarvon (18.11 mg/kg booria Itä-Uudenmaan neulasissa) tasoa olevia pitoisuuksia mitattiin länsilinjalla vasta yli 640 m etäisyydellä tehtaasta ja itälinjalla yli 160 m etäisyydellä.

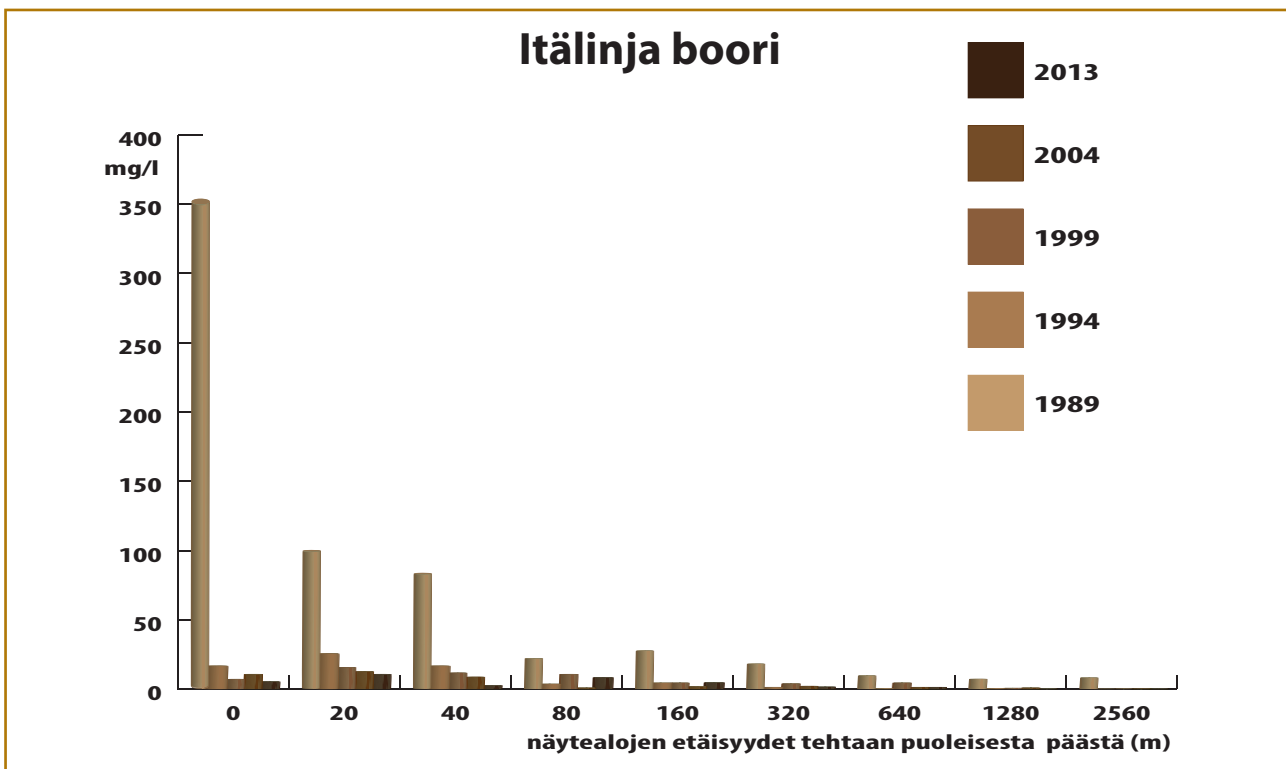
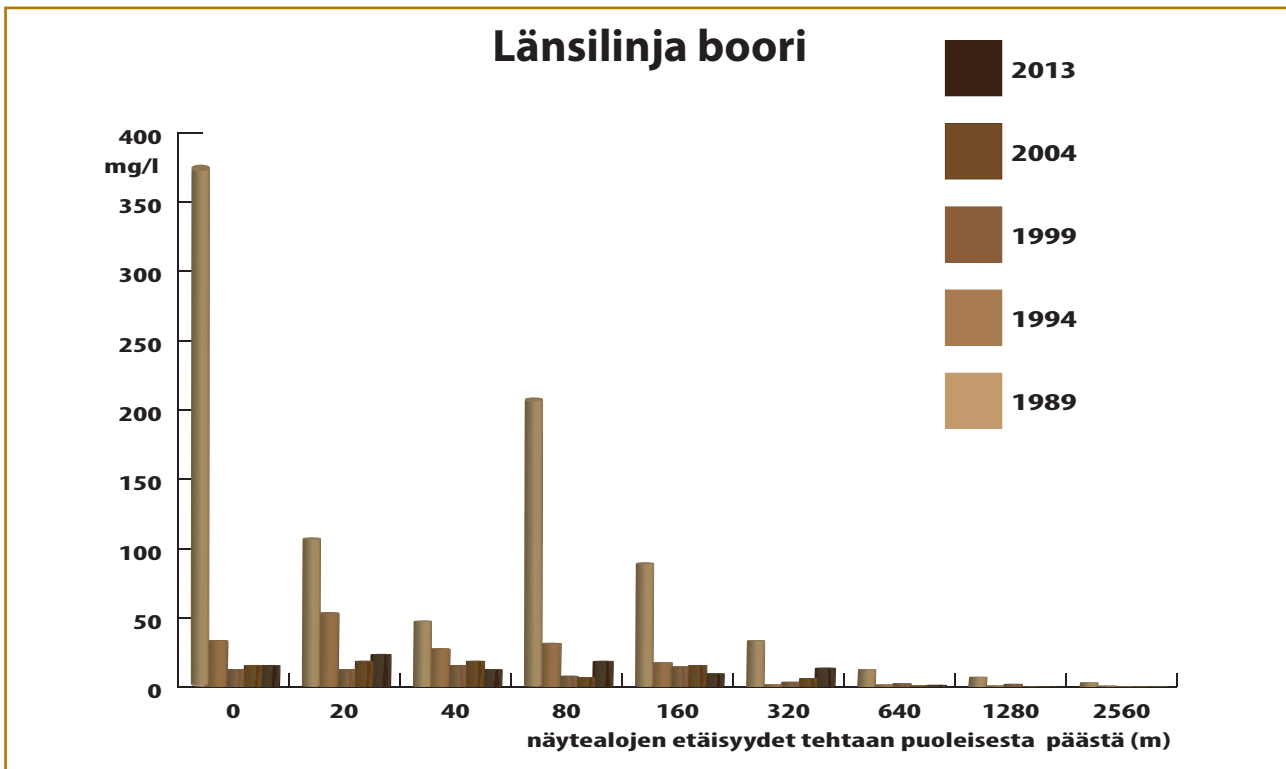
3.2.2. Humuskerroksen booripitoisuus (KUVA SIVULLA 11)

Vuonna 2013 maaperän humuskerroksen booripitoisuudet olivat suunnilleen vuosien 1999 ja 2004 tarkkailujen tasoa. Länsilinjalla, osalla lähellä tehdasta sijaitsevilla näyteasemilla, booripitoisuudet olivat jonkin verran nousseet edelliseen, vuoden 2004 tarkkailuun verrattuna (kuva sivulla 11). Samankaltaista kehitystä ei ollut havaittavissa etäämpänä tehtaasta sijaitsevilla näyteasemilla joten booripitoisuuksien nousu johtuu ilmeisesti tehtaan vaikutuksesta.

Booripitoisuuksissa on selkeä etäisyysgradientti jossa pitoisuudet laskevat voimakkaasti länsilinjan kuudennen ja itälinjan viidennen näytealan jälkeen. Etäisyysgradientin perusteella kalkkitehtaan selkeä vaikutusalue ympäristön



Kuva 4. Länsilinjan (ylhäällä) ja itälinjan (alhaalla) männyn neulasten booripitoisuudet vuosina 1989, 1994, 1999, 2004 ja 2013.



Kuva 5. Länsilinjan (ylhäällä) ja itälinjan (alhaalla) metsämaan humuksen booripitoisuudet vuosina 1989, 1994, 1999, 2004 ja 2013.

booripitoisuuksiin ulottuu siten 320-640 m etäisyydelle länsilinjalla ja 160-320 m etäisyydelle itälinjalla. Kyseisellä vyöhykkeellä booripitoisuudet ovat alueellisia keskipitoisuuksia korkeampia (Tamminen ja Saarsalmi 2004, Tarvainen ym. 2006, 2013). Sipoon kalkkitehtaalla on ajoittain käsitelty booria sisältävää kolemaniittia.

Lähellä tehdasta booripitoisuudet olivat vuonna 2013 korkeimmillaan 24 mg/l. Keskimääräiset booripitoisuudet 320 m etäisyyden sisällä tehtaasta olivat länsilinjalla 16 mg/l ja itälinjalla 5.9 mg/l. Humuskerroksessa yli 10 mg/l ylittäviä booripitoisuuksia ovat poikkeuksellisia (vertaa Tarvainen ym. 2003, 2006, 2013, Salminen ym. 2003, Tamminen ja Saarsalmi 2004). On kuitenkin epätodennäköistä, että vuoden 2013 tutkimuksessa havaitut booripitoisuudet aiheuttaisivat näkyviä kasvillisuusvaurioita kalkkitehtaan lähiympäristössä.

3.3. Neulasten ja maaperän humuskerroksen fluoridipitoisuudet

3.3.1. Neulasten fluoridipitoisuus (KUVA SIVULLA 13)

Vuonna 2013 männyn neulasten fluoridipitoisuudet olivat laskeneet edellisistä tarkkailuista tasolle, joka on alhaisin sitten fluoridipitoisuuksien mittauksien alkamisen vuonna 1989 (kuva sivulla 13). Kaikki vuonna 2013 havaitut pitoisuudet olivat tasoilla, joilla ei ole haitallisia vaikutuksia kasvillisuudelle.

Tulosten perusteilla tehtaalla ei ole havaittavaa vaikutusta ympäristön männyn neulasten fluoridipitoisuuksiin sillä pitoisuudet olivat saman suuruisia etäisyydestä tehtaasta riippumatta.

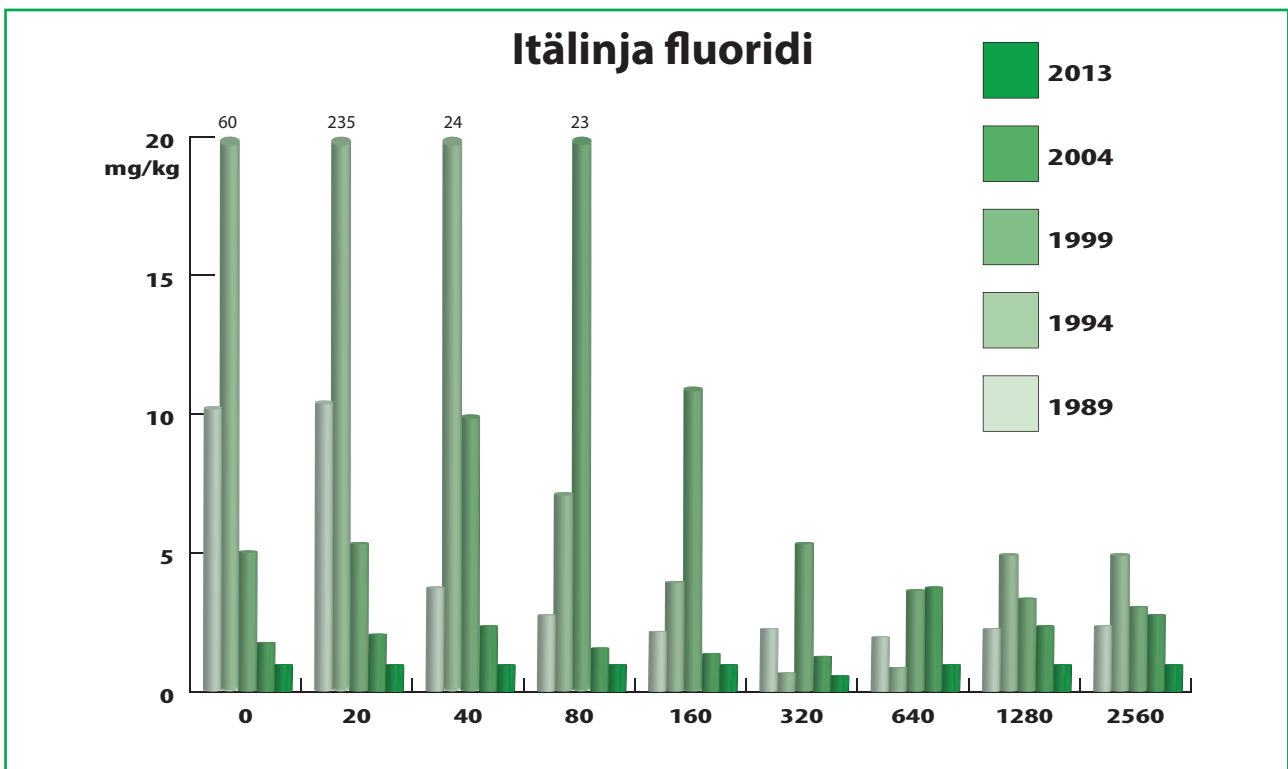
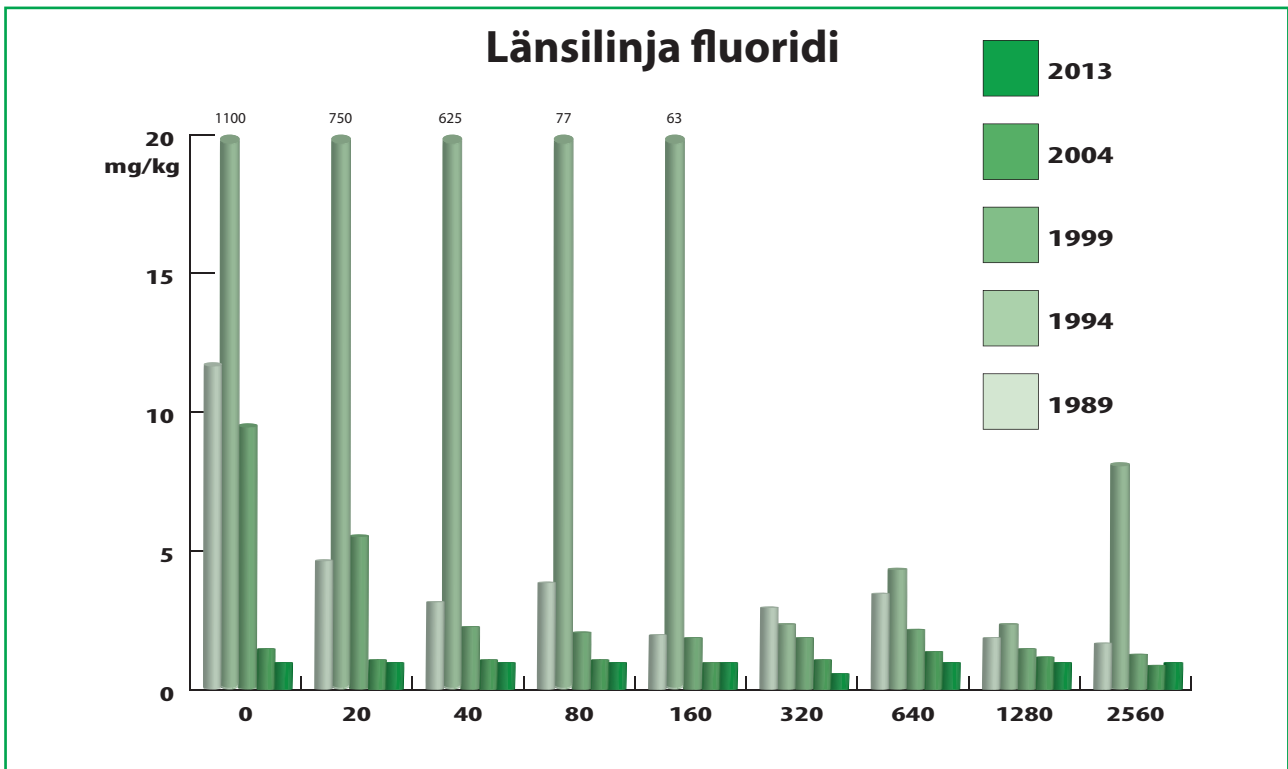
Näkyviä neulasvaurioita aiheuttavia fluoridipitoisuuksia (20 - 30 µg/g) ei vuoden 2004 seurannan yhteydessä havaittu.

3.3.2. Humuskerroksen fluoridipitoisuus (KUVA SIVULLA 14)

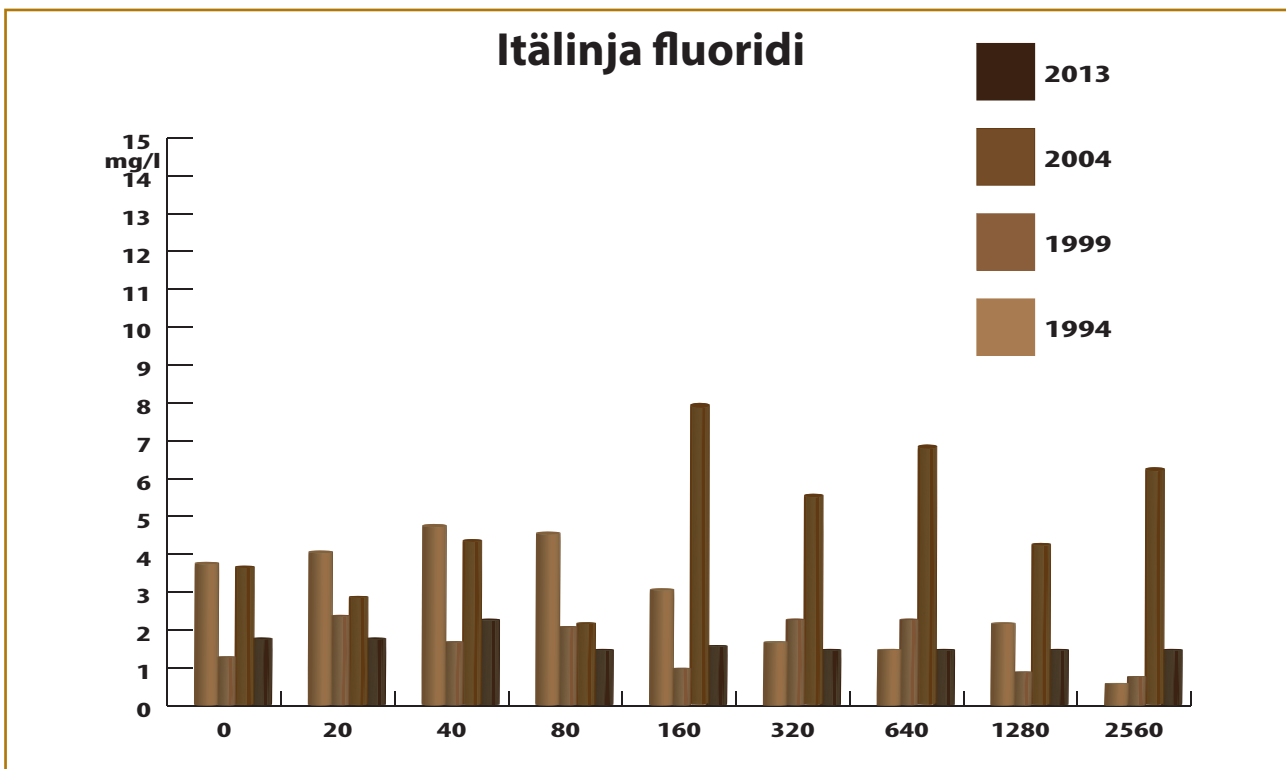
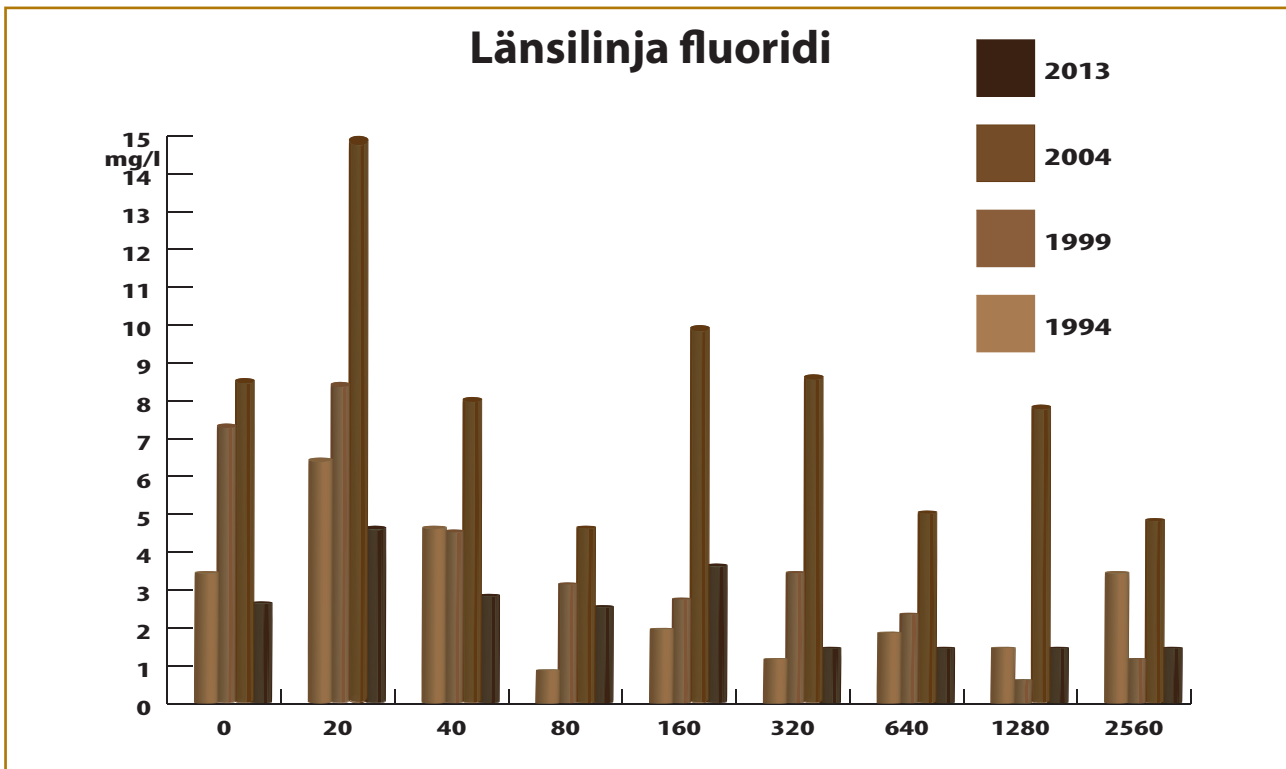
Edelliseen tarkkailuvuoteen verrattuna metsämaan humuskerroksen fluoridipitoisuudet olivat vuonna 2013 laskeneet kaikilla näyteasemilla.

Vuoden 2013 fluoridipitoisuuksissa on havaittavissa lievää tehdasvaikutusta noin 160 m säteellä tehtaasta länsilinjalla, jossa mitattiin jonkin verran kohonneita pitoisuuksia taustapitoisuuksiin nähden.

Pääsääntöisesti vuonna 2013 mitatut fluoridipitoisuudet ovat tasolla, joka on alhaisin sitten humuskerroksen fluoridimittauksien aloittamisen vuonna 1994. Fluoria sisältävää fluorisälpää ei ole prosessoitu tehtaalla vuoden 2002 jälkeen.



Kuva 6. Länsilinjan (ylhäällä) ja itälinjan (alhaalla) männyn neulasten fluoridipitoisuudet vuosina 1989, 1994, 1999, 2004 ja 2013.



Kuva 7. Länsilinjan (ylhäällä) ja itälinjan (alhaalla) metsämaan humuksen fluoridipitoisuudet vuosina 1989, 1994, 1999, 2004 ja 2013.

3.4. Neulasten ja maaperän humuskerroksen alumiinipitoisuudet.

3.4.1. Neulasten alumiinipitoisuus (KUVA SIVULLA 16)

Tehtaan lähistön männyn neulasten alumiinipitoisuudet olivat vuonna 2013 pääsääntöisesti laskeneet edellisiin tarkkailuihin verrattuna ja alumiinin kertyminen kasveihin näyttää näin ollen viime vuosina vähentyneen. Etäämpänä pitoisuudet olivat aikaisempien vuosien tasoa (kuva sivulla 16).

Tämän ja edellisten tarkkailujen perusteella näyttää siltä, että tehtaan havaittavat vaikutukset neulasten alumiinipitoisuuksissa ulottuvat 160 - 320 m etäisyydelle tehtaasta länsilinjalla ja 80 - 160 m etäisyydelle itälinjalla (kuva sivulla 16). Etäisyysgradientti on käänteinen siten, että alhaisimmat pitoisuudet esiintyvät lähellä tehdasta. Alueilla kuten tehtaan lähistössä missä maaperä on emäksistä korkeiden kalsiumyhdisteiden pitoisuuksien takia, on vähemmän alumiinia liukoisessa, kasveille käyttökelpoisessa muodossa. Matalan pH:n alueilla etäämpänä tehtaasta tilanne on päinvastainen.

Uudellamaalla ja Itä-Uudellamaalla ensimmäisen vuosikerran neulasten keskimääräinen alumiinipitoisuus on 201 mg/kg (vaihteluväli 60 - 344 mg/kg) (Rautjärvi ja Raitio 2003). Kalkkipölyn aiheuttaman maaperän emäksisyyden takia kaikki tehtaan lähialueilla mitatut alumiinipitoisuudet olivat tässä tarkkailussa selvästi alle tämän keskiarvon. Etäämpänä tehtaasta alumiinipitoisuudet olivat em. keskiarvon tasoa.

3.4.2. Humuskerroksen alumiinipitoisuus (KUVA SIVULLA 17)

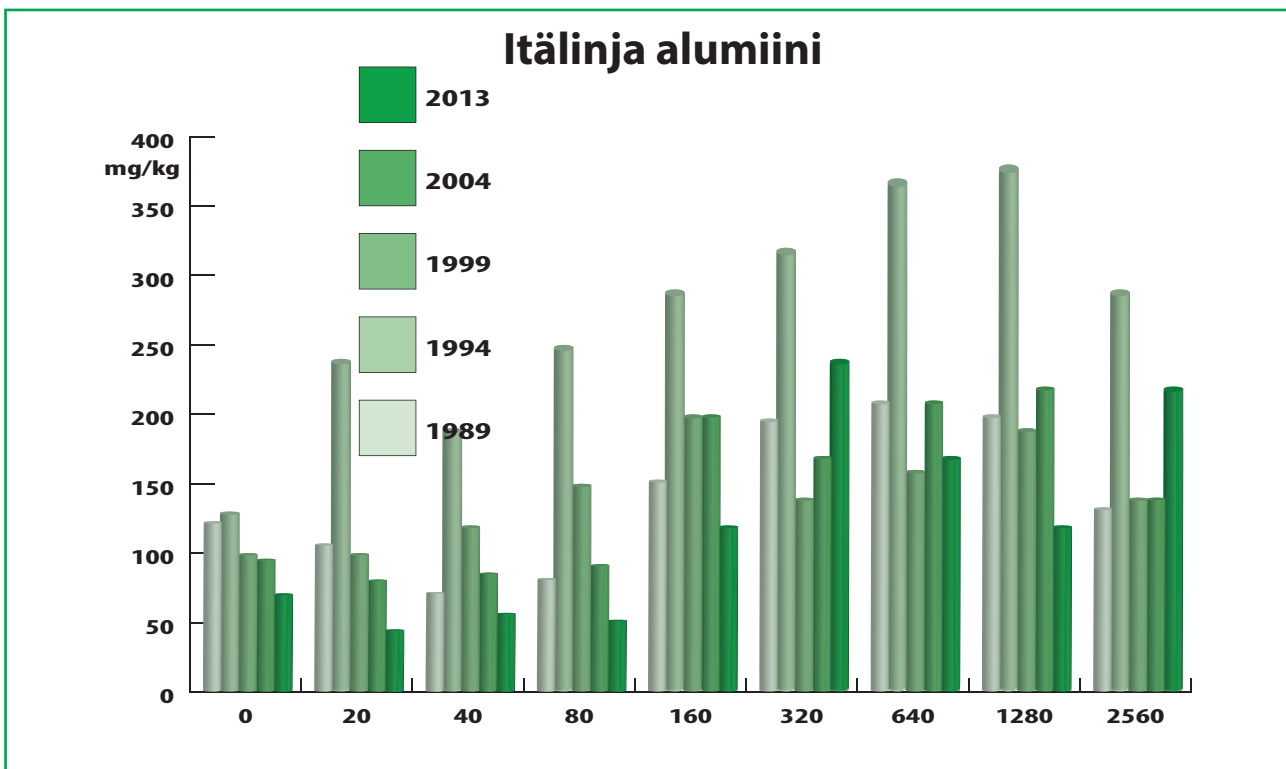
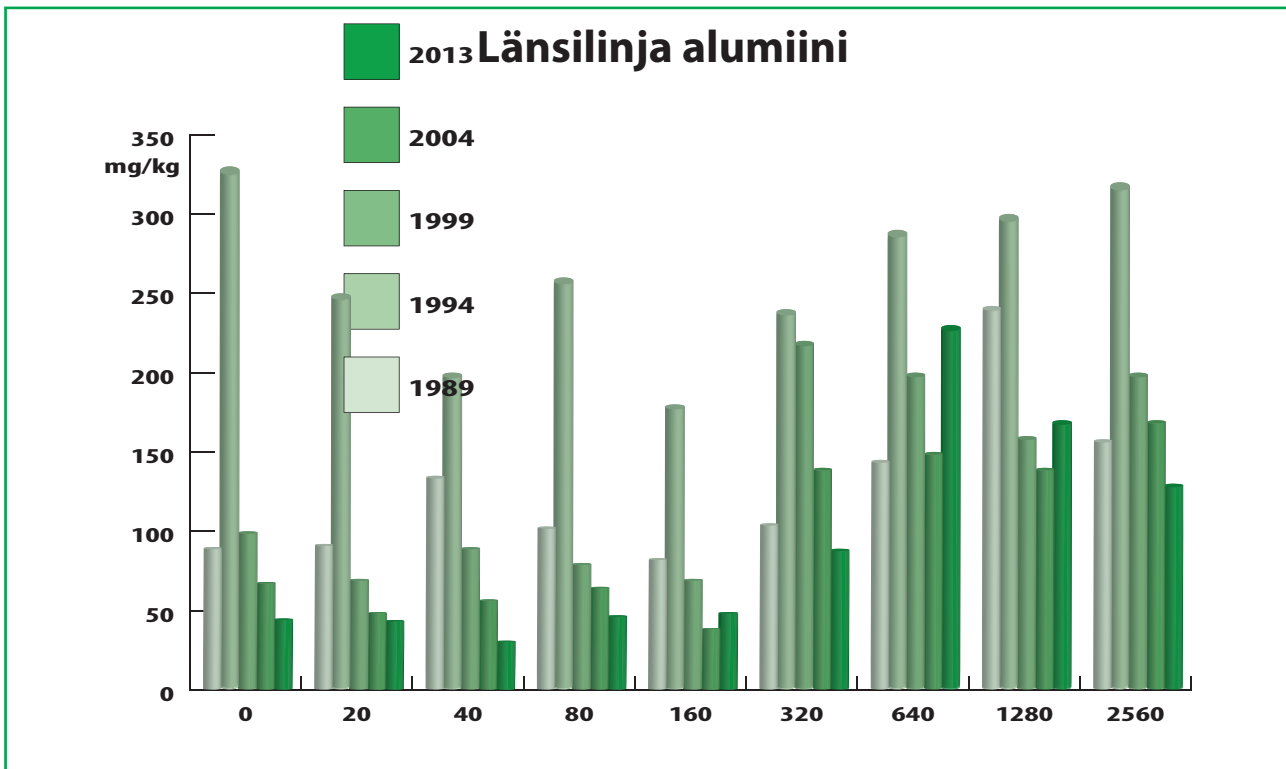
Vuonna 2004 havaittavissa ollut maaperän humuskerroksen alumiinipitoisuuksien nousu oli vuonna 2013 voimistunut ja humuksen alumiinipitoisuudet olivat nousseet voimakkaasti kauttaaltaan (kuva sivulla 17). Merkittävää vuoden 2013 tuloksissa oli, että pitoisuudet olivat nousseet myös alueilla lähellä kalkkitehdasta, joilla humus on emäksistä. Itälinjalla alumiinipitoisuudet ovat nousseet tasaisesti kaikilla näytealoilla. Länsilinjalla tehtaan maaperää neutraloiva vaikutus näyttää jonkin verran ehkäisseen alumiinipitoisuuksien nousua lähimpänä tehdasta sijaitsevilla alueilla.

Männyn neulasissa ei havaittu humuksen kaltaista alumiinipitoisuuksien nousua vaan pitoisuudet neulasissa olivat alueellisten keskiarvojen tasoa tai niiden alle.

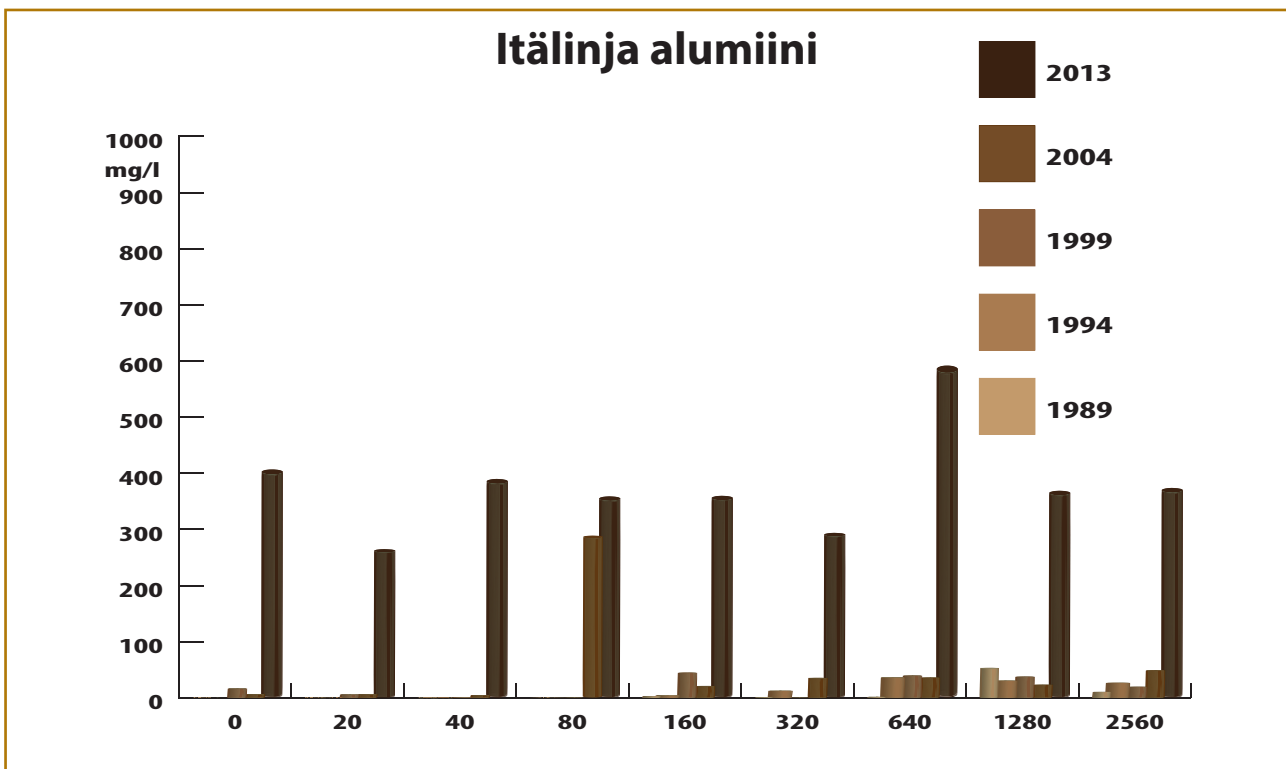
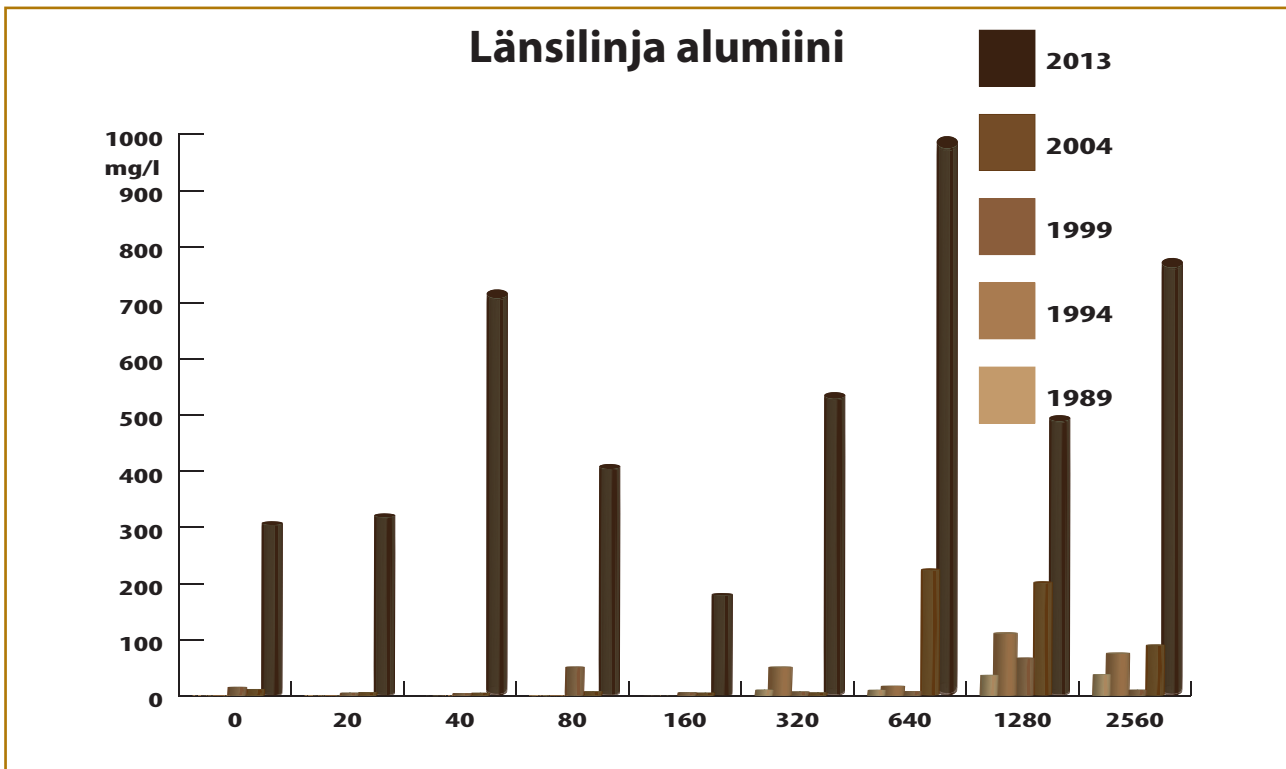
Kohonneinakaan tutkimusalueen metsämaan humuksen alumiinipitoisuudet eivät ylitä alueellisia tausta-arvoja (vertaa Tarvainen ym. 2003, 2006, 2013).

3.5. Maaperän humuskerroksen pH (KUVA SIVULLA 19)

Edellisestä vuoden 2004 tarkkailusta, metsämaan humuksen pH oli vuonna 2013 hie- man laskenut lähimpänä tehdasta olevilla näytealoilla (kuva sivulla 19). Etäämpänä tehtaasta pH oli laskenut tai noussut edelliseen tarkkailuun verrattuna ilman selkeätä yleispätevää kehityssuuntaa. Tehtaan vaikutusalueella kolmen näyteaseman pH oli korkeampi kuin kertaakaan sitten ympäristövaikutustarkkailujen alun. Samoilla näy-



Kuva 8. Länsilinjan (ylhäällä) ja itälinjan (alhaalla) männyn neulasten alumiinipitoisuudet vuosina 1989, 1994, 1999, 2004 ja 2013.

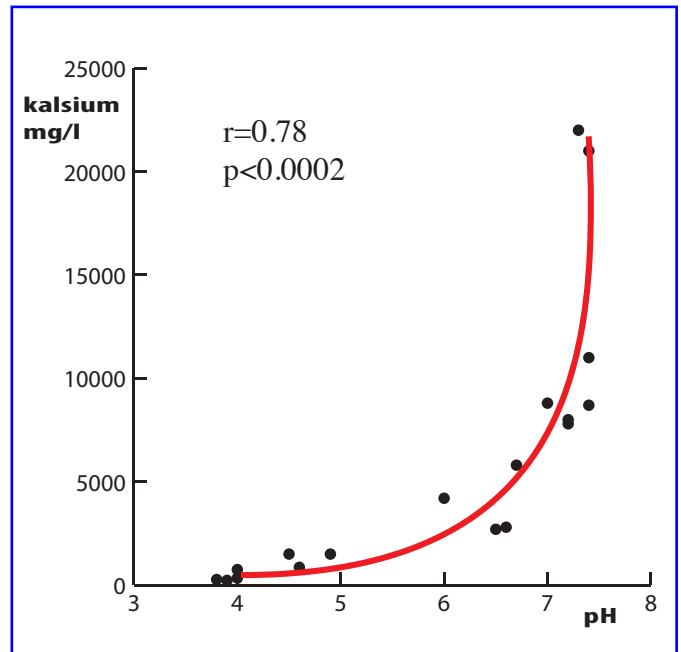


Kuva 9. Länsilinjan (ylhäällä) ja itälinjan (alhaalla) metsämaan humuksen alumiinipitoisuudet vuosina 1989, 1994, 1999, 2004 ja 2013.

tealoilla olivat myös kalsiumpitoisuudet nousseet voimakkaasti verrattuna edelliseen tarkkailuvuoteen.

Tehtaan selkeät vaikutukset humuksen pH-arvoon näyttää ulottuvan 320 - 640 m etäisyydelle länsilinjalla ja 160 - 320 m etäisyydelle itälinjalla. Vaikutusalue on laajuudeltaan sama kuin aikaisempinakin vuosina lukuunottamatta vuotta 1999 jolloin vaikutukset olivat nähtävissä etäämpänä.

Kuten aikaisemminkin pH:n ja kalsiumpitoisuuksien välille vallitsee varsin voimakas positiivinen korrelaatio (kuva 10). Tämä johtuu siitä, että tehtaalta leviävä kalsiumia sisältävä pöly on varsin emäksistä. Maaperän humuskerroksen pH ei kuitenkaan nouse yli pH 7.5 edes tehtaan kalsiumpitoisimmilla lähialueilla.



Kuva 10. Metsämaan humuksen pH:n ja kalsiumpitoisuuksien välinen suhde Nordkalk Oy Ab:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristössä vuonna 2013.

3.6. Maaperän humuskerroksen sähkönjohtokyky (KUVA SIVULLA 20)

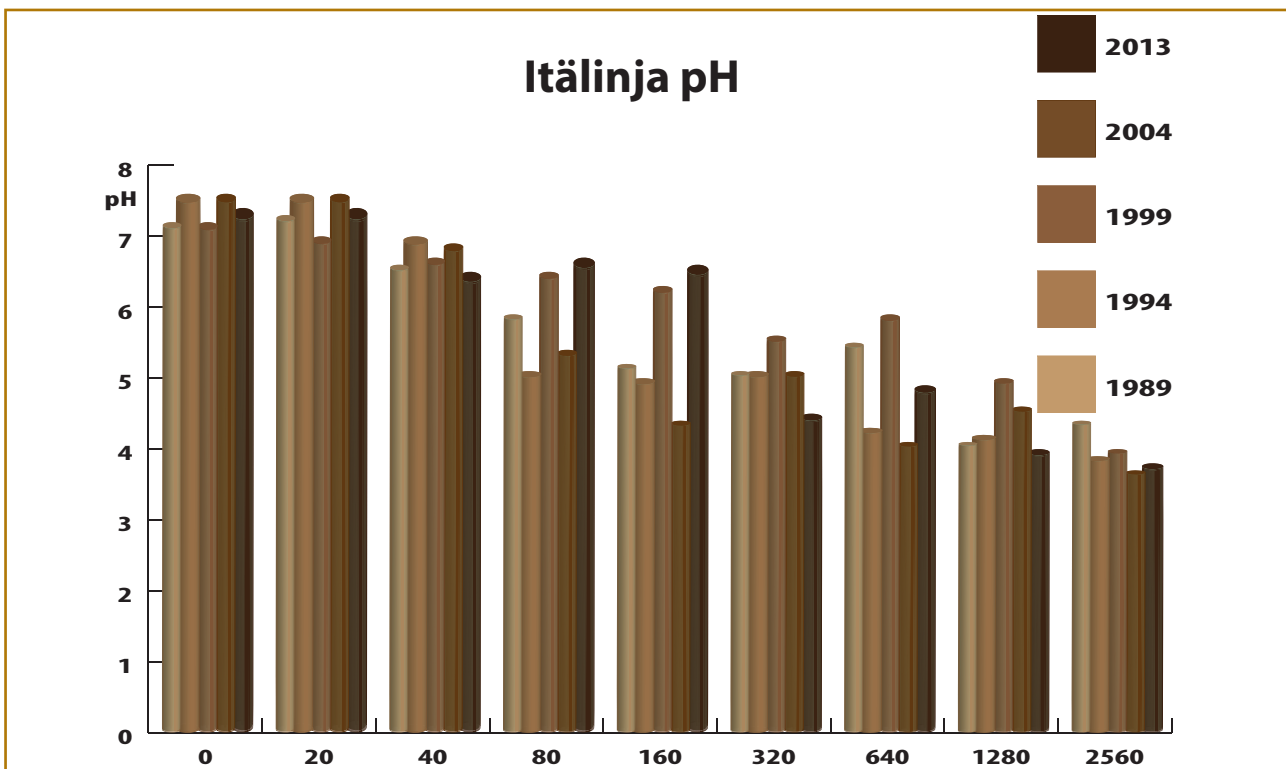
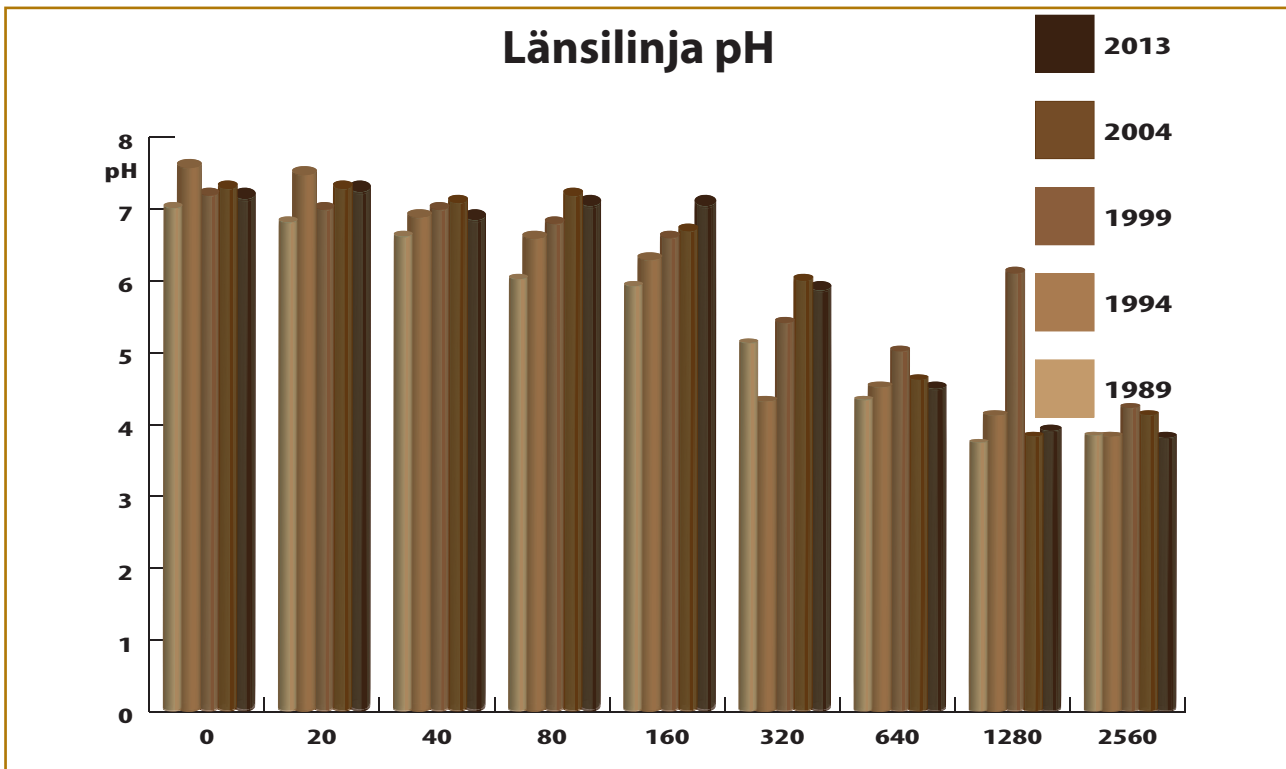
Vuonna 2013 sähkönjohtavuuden edellisessä tarkkailussa alkanut nouseva kehitys suunta jatkui ja maaperän humuksen sähkönjohtokyky nousi voimakkaasti kaikilla näytealoilla (kuva sivulla 20). Korkeimmat humuksen johtokyvyt mitattiin näytelinjojen tehtaanpuoleisissa päissä mutta sähkönjohtavuuden nousu oli merkittävä molemmilla linjoilla päästä päähän.

Kohonneet johtokyvyt näytelinjojen tehtaanpuoleisissa päissä voivat pitkälti olla seurausta kohonneista kalsiumpitoisuuksista tehtaan lähialueilla. Etäämpänä tehtaasta myös kohonneen liukoisen alumiinin pitoisuudet saattavat vaikuttaa humuksen johtokykyä lisäävästi. Yksinomaan kohonneella sähkönjohtokyvyllä ei ole kielteisiä vaikutuksia maaperässä tai kasvillisuudessa.

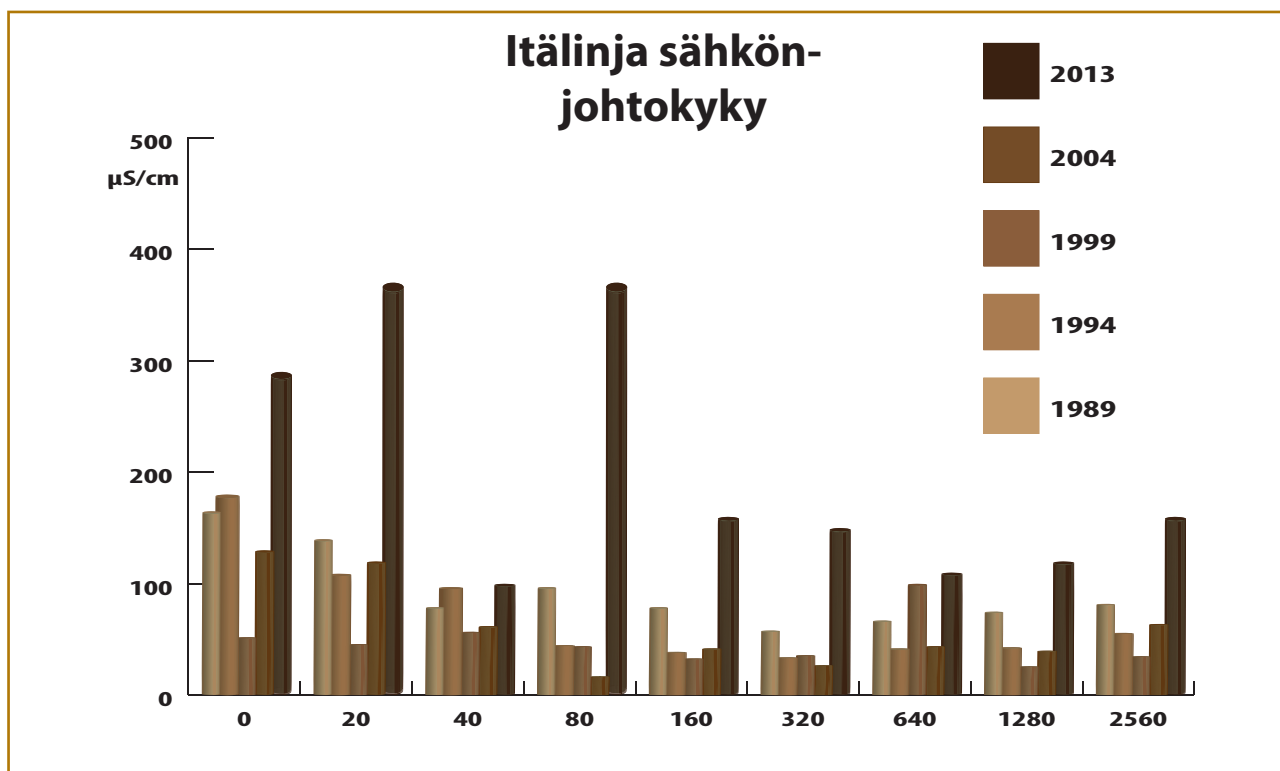
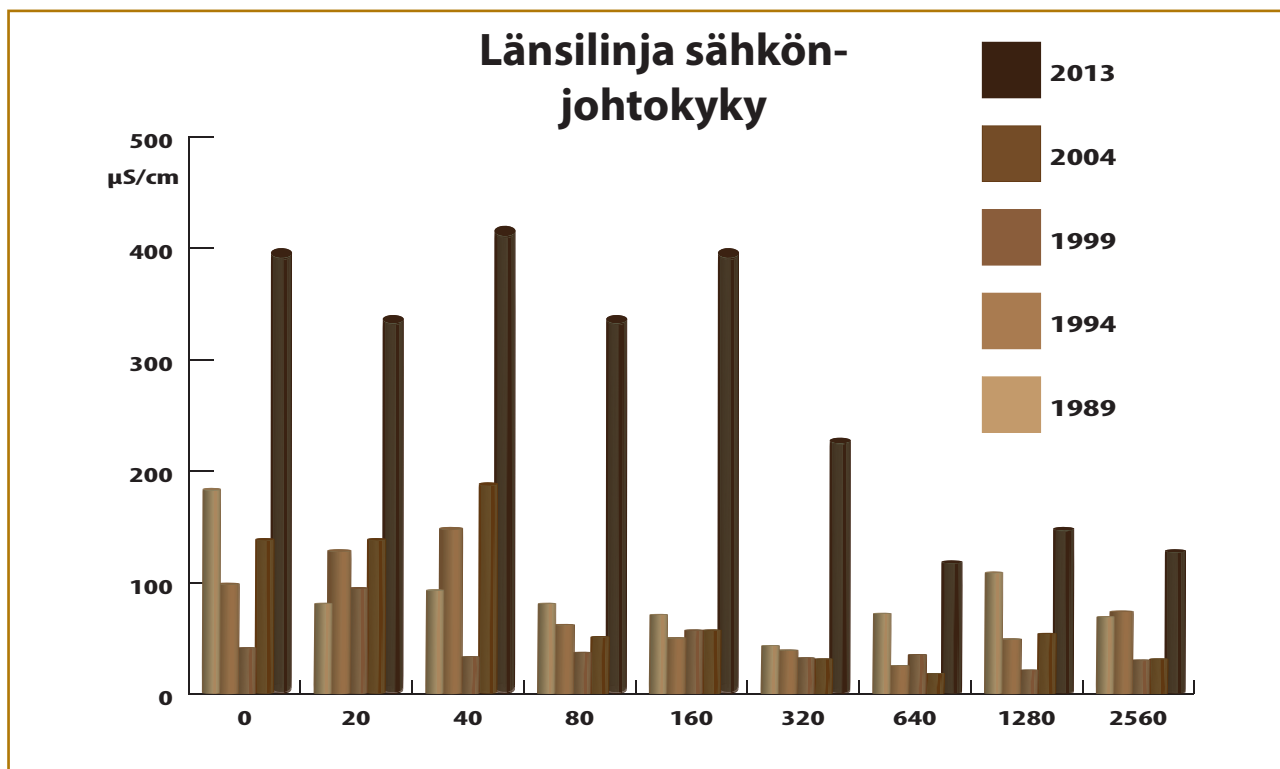
3.7. Maaperän humuskerroksen rikki-, magnesium-, fosfori- ja kaliumpitoisuus (KUVA SIVULLA 22)

Magnesiumpitoisuuksissa näkyy selkeä tehdasvaikutus pitoisuuksien ollessa kohonneita linjojen tehtaanpuoleisissa päissä (kuva sivulla 22). Tehtaan ympäristön pitoisuudet eivät kuitenkaan ole hälyttävän korkeita (Tarvainen ym. 2003, 2013).

Varsinkin kaliumpitoisuuksissa tehdas näyttäisi aiheuttavan hienoisena käänteisen vaikutuksen, siten että pitoisuudet yleisesti ottaen jonkin verran kasvavat erityisesti län-



Kuva 11. Länsilinjan (ylhäällä) ja itälinjan (alhaalla) metsämaan humuksen pH vuosina 1989, 1994, 1999, 2004 ja 2013.



Kuva 12. Länsilinjan (ylhäällä) ja itälinjan (alhaalla) metsämaan humuksen johtoluku vuosina 1989, 1994, 1999, 2004 ja 2013.

silinjan loppupäätä kohden (kuva sivulla 22). Vuonna 2013 rikki-, magnesium-, fosfori- ja kaliumpitoisuudet mitattiin tutkimusalueen humuksesta tarkkailuohjelman ulkopuolella, sillä näiden kivennäisaineiden analysoinnit kuuluvat osana käytetyn laboratorion viljavuustutkimuspakettia (liite 3).

3.8. Neulasten vauriokartoitus

Vuoden 2013 neulasvauriokartoituksessa näytelinjojen tehtaantuoleisissa päissä todettiin jonkin verran neulasten kloroosi- tai nekroosivaurioita. Vauriot olivat yleisiä noin 80 m säteellä tehtaasta. Kloroosi ja nekroosi rajoittui neulasten kärkiin. Mikäli oireita esiintyi oli yleensä 0.5 - 5 mm neulasten kärjistä klorotisoituneita tai nekrotisoituneita (kuva 14). Nuoremmassa neulasvuosikerrassa kloroosi esiintyi pääsääntöisesti lievänä alueella 0.5 - 1 mm neulasten kärjistä. Toiseksi nuoremmassa neulasvuosikerrassa nekroosi- ja kloroosioireet olivat esiintyessään voimakkaampia muuttaen neulasten kärjet ruskeiksi tai keltaisiksi 0.5 - 5 mm matkalta. Tehtaan lähialueilla oli myös jonkin verran neulasten kutikulan kuluneisuutta havaittavissa. Yli 80 m etäisyydellä tehtaasta neulasten kelta- tai ruskeakärkisyyttä oli enää vain satunnaisesti havaittavissa.



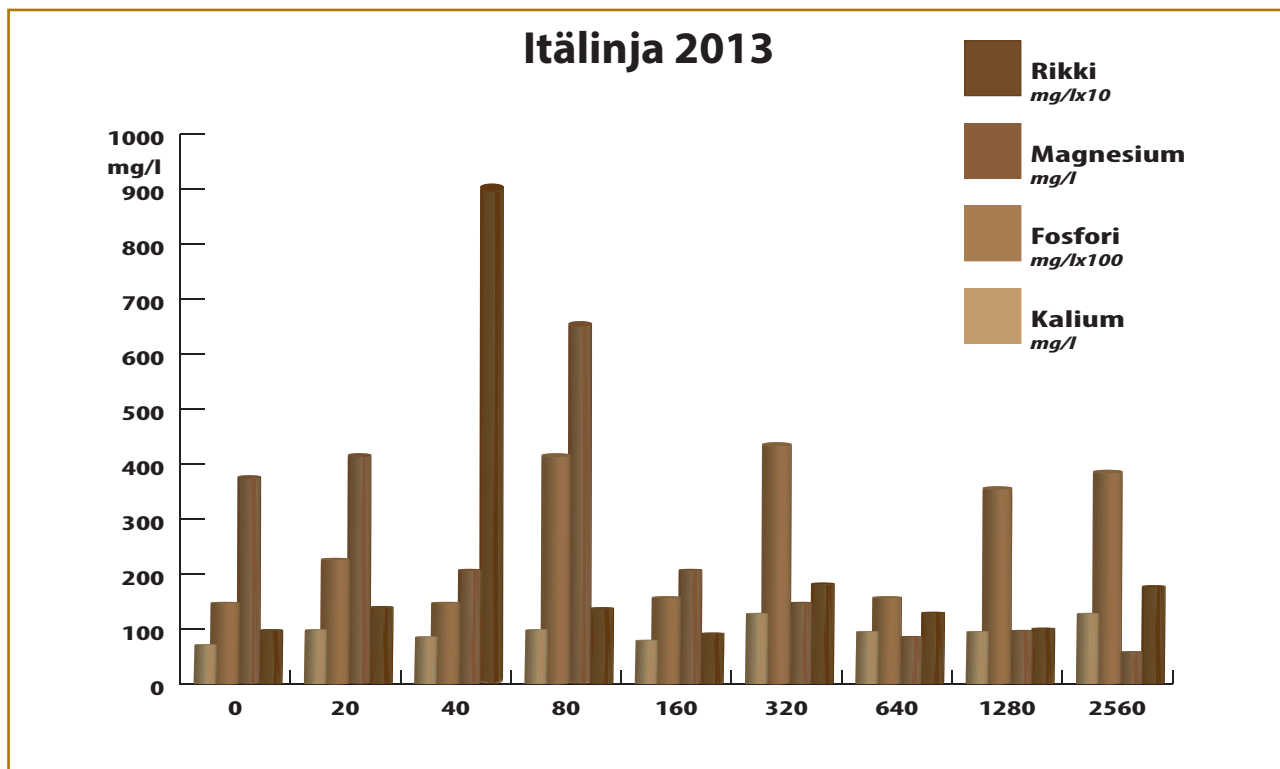
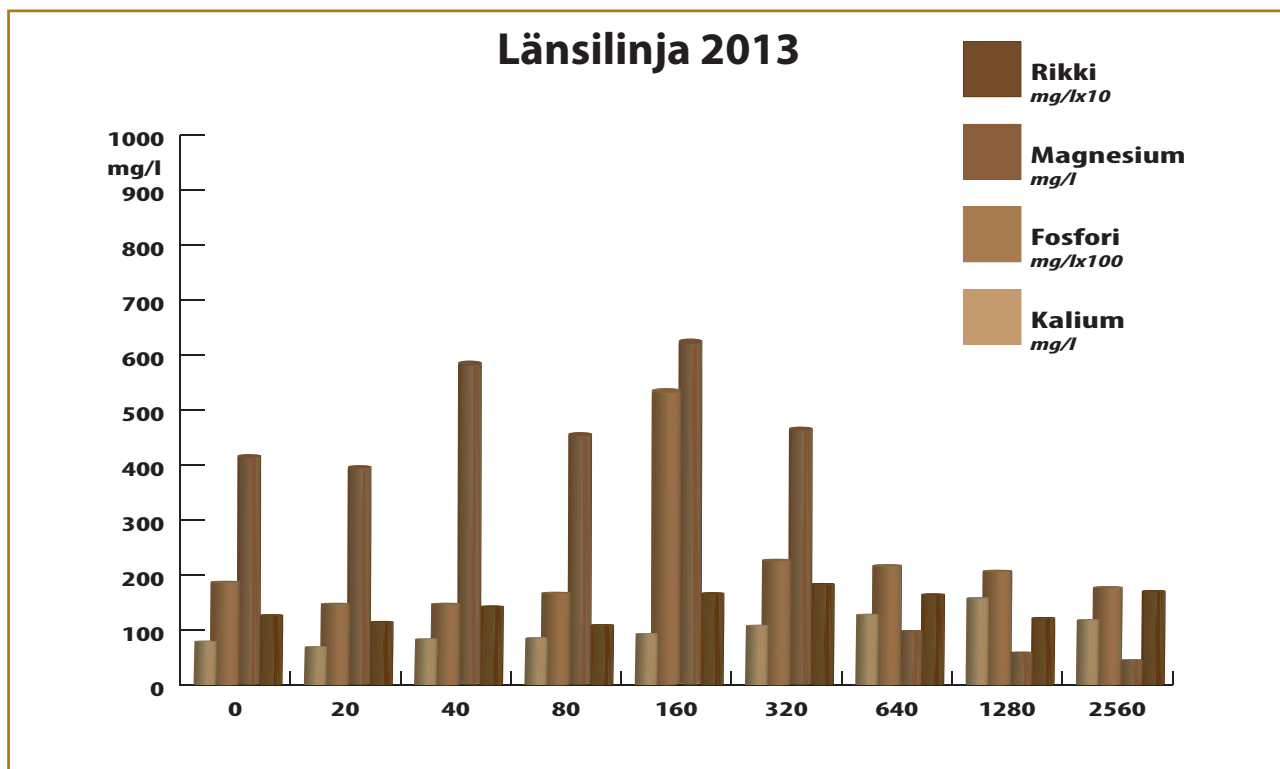
Kuva 14. Vuonna 2013 olivat männyn neulasten kärjet paikoin muuttuneet ruskeiksi ja keltaisiksi Nordkalk Oy Ab:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristössä.

Lähellä tehdasta neulasvuosikertoja oli 2 - 3. Kolmas vuosikerta oli kuitenkin monasti harventunut. Tehdasalueella neulasten pinnoilla oli jonkin verran neulasia vaalentavaa kalkkipölyä. Kauempana tehtaasta neulasvuosikertojen määrä oli pääsääntöisesti 3 ja osassa näytepuista vuosikertoja oli jopa 4. Etäämpänä tehtaasta vanhemmat neulasvuosikerrat olivat tuuheampia ja neulasten väri tummanvihreämpi kuin männyllä linjojen alkupäissä.

4. Tulosten tarkastelu

4.1. Kalsium (KUVAT SIVUILLA 7-8)

Neulasissa vuonna 2004 havaittu kalsiumpitoisuuksien nouseva kehityssuunta kääntyi laskuun ja neulasten kalsiumpitoisuudet olivat pääsääntöisesti edellistä selvitystä alhaisempia (kuva sivulla 8).



Kuva 13. Länsilinjan (ylhäällä) ja itälinjan (alhaalla) metsämaan humuksen rikki-, magnesium-, fosfori- ja kaliumpitoisuudet vuosina 1989, 1994, 1999, 2004 ja 2013.

Uudellamaalla ja Itä-Uudellamaalla nuorimpien männynneulasten keskimääräiseksi kalsiumpitoisuudeksi on mitattu 2510 mg/kg (Rautjärvi ja Raitio 2003). Koko Suomelle mitatut keskiarvopitoisuudet ovat yleensä jonkin verran alhaisemmat esim. 2240 mg/kg (Moilanen ja Pietiläinen 2008).

Sipoon kalkkitehtaan ympäristön vuoden 2013 pitoisuudet olivat em. keskiarvojen tasoa tai jonkin verran korkeammat myös tehtaan läheisyydessä. Vuonna 2013 neulasten kalsiumpitoisuudet tehtaan ympäristössä eivät siten olleet poikkeuksellisen korkeita normaaleihin pidettäviin taustapitoisuuksiin verrattuna. (esim. Moilanen ja Pietiläinen 2008). Alueellisia taustapitoisuuksia selkeästi ylittäviä pitoisuuksia (>4000 mg/kg) mitattiin ainoastaan tehdasalueella länsilinjan ensimmäisellä näyteasemalla.

Tehtaan ympäristön kalsiumpitoisen pölyn altistus on selkeästi vähentynyt viime vuosien aikana (Myllyvirta ja Henriksson 2012). Tästä syystä vuoden 2013 ja myös edellisten, vuosien 1999 ja 2004 seurantojen yhteydessä mitatut **humuksen** kohonneet kalsiumpitoisuudet ovat yllättäviä (kuva sivulla 7). Ilmeisesti tehtaan ympäristön maaperään kertyneistä kalsiumpitoisista mineraaleista liukenee kalsiumia siitäkkin huolimatta, että leijuvaan kalkkipölyn määrä on vähentynyt. Alueen happaman laskeuman väheneminen viime vuosikymmeninä vaikuttaa maaperän pidätyskykyyn ja saattaa lisätä ravinteiden kuten kalsiumin määrää maaperässä.

4.2. Boori (KUVAT SIVUILLA 10-11)

Boori on hivenaine, jota kasvit tarvitsevat pieniä määriä. Boorin tarve eri kasvilajeilla vaihtelee, mutta yleensä ero boorin tarpeellisen ja myrkyllisen määrän välillä on hyvin pieni. 100 ppm ylittävät booripitoisuudet neulasissa ovat myrkyllisiä useimmille havupuille. Lehtipuilla ja muilla leveälehtisillä kasveilla raja-arvoksi mainitaan 200 ppm (Smidt & Bingham 1975). Eriksson ym. (1981) mainitsevat koi-vunlehtien keränneen booria teollisuusympäristössä keskimäärin 550 ppm.

Männyn neulasten luonnolliset booripitoisuudet ovat noin 7 - 16 ppm (Veijalainen 1984). Itä-Uudenmaan alueen neulasten taustapitoisuudet boorin suhteen ovat osoittautuneet varsin korkeiksi. Keskiarvoksi ensimmäisen vuosikerran neulasissa Uudellamaalla ja Itä-Uudellamaalla on mitattu 18.11 mg/kg (vaihteluväli 10.30-39.40 mg/kg) (Rautjärvi ja Raitio 2003). Suomen tausta-alueisiin verrattuna pitoisuudet ovat miltei kaksinkertaisia.

Vuonna 2013 booripitoisuudet olivat pääsääntöisesti jonkin verran nousseet **neulasissa** näytelinjojen tehtaanpuoleisissa päissä (kuva sivulla 10). Metsämaan **humuksen** pitoisuudet olivat pysyneet edellisen, vuoden 2004 selvityksen tasolla (kuva sivulla 11). On epätodennäköistä, että humuksessa havaitut booripitoisuudet aiheuttaisivat näkyviä kasvillisuusvaurioita kalkkitehtaan lähiympäristössä. Sekä neulasissa että humuksessa koholla olevien booripitoisuuksien alue oli laajuudeltaan edellisen tutkimusvuoden tasoa tai jonkin verran laajempi.

Neulasissa Itä-Uudenmaan alueen taustapitoisuuksia ylittäviä booripitoisuuksia mitattiin vuonna 2013 vielä 320 m tehtaasta. Tämä osoittaa ilmeisesti sen, että vaikka booripitoisuudet ovat vuosi vuodelta laskeneet sitten vuoden 1989, on kalkkitekitealta peräisin olevaa booria vielä runsaasti tehtaan lähiympäristössä. Boorin myrkyllisyyden takia on tärkeätä, että booripitoisuuksien seuranta tehtaan ympäristössä jatkuu tulevina vuosina.

4.3. Fluoridi (KUVAT SIVUILLA 13-14)

Mäntyjen on todettu olevan varsin herkkiä fluoridialtistukselle ja neulasten fluoridipitoisuuksien ylittäessä 30 ppm alkavat oireet näkyä (Wulff ja Kärenlampi 1993). Oireet ilmenevät ensi vaiheessa neulasten kloroosina (kellastumisena neulasten kärjistä lähtien) ja loppuvaiheessa nekroosina neulasten muuttuessa kärjistä lähtien ruskeiksi niiden kuollessa.

Vuoden 1994 tutkimuksessa todettiin varsinkin läntisellä tutkimuslinjalla erittäin korkeita fluoridipitoisuuksia männyn neulasissa. Lähimpänä tehdasta olevan näytealan neulasten fluoridipitoisuus ylsi yli 1000 ppm, kun jo 30 ppm tason tiedetään aikaansaavan näkyviä oireita neulasissa. Korkeitten pitoisuuksien alue ulottui tehtaasta 200 - 300 m etäisyydelle. Selitys erittäin korkeille fluoridipitoisuuksille neulasissa oli vuonna 1989 kalkkitehtaalla aloitettu fluorisälvän (CaF_2) prosessointi ja se, että juuri ennen vuoden 1994 näytteenoton alkua (Estonian uppoamisen yönä 28.9 1994) "myrsky oli heiluttanut siilo 17 lastauspeltin käyttölaitetta niin, että pelti oli raollaan ja tuuli vei valuvan fluorisälpämineraalin suoraan metsään" (ote Nordkalk Oy Ab:n toimintaselosteesta 7.3.1995).

Vuonna 2013 männyn **neulasten** fluoridipitoisuudet olivat laskeneet edellisistä tarkkailuista tasolle, joka on alhaisin sitten fluoridipitoisuuksien mittauksien alkamisen vuonna 1989 (kuva sivulla 13). Kaikki vuonna 2013 havaitut pitoisuudet olivat tasoilla, joilla ei ole haitallisia vaikutuksia kasvillisuudelle eikä tehtaalla ole havaittavaa vaikutusta ympäristön männyn neulasten fluoridipitoisuuksiin.

Edelliseen, vuoden 2004 tarkkailuvuoteen verrattuna metsämaan **humuskerroksen** fluoridipitoisuudet olivat vuonna 2013 laskeneet kaikilla näyteasemilla (kuva sivulla 14). Humuksen fluoridipitoisuuksissa oli vuonna 2013 havaittavissa lievää tehdasvaikutusta noin 160 m säteellä tehtaasta, jossa mitattiin jonkin verran kohonneita pitoisuuksia taustapitoisuuksiin nähden.

Fluoria sisältävää fluorisälpää ei ole prosessoitu tehtaalla vuoden 2002 jälkeen. Koska fluoridi kuten muutkin aineet sitoutuu maaperään ja vapautuu liukoiseen muotoon vain tiettyjen olosuhteiden vallitessa on kuitenkin tärkeätä, että fluoriditilanteen seuranta jatkuu tulevina vuosina.

4.4. Alumiini (KUVAT SIVUILLA 16-17)

Alumiini on yleinen alkuaine jota on kaikissa maalajeissa runsaasti. Lähellä tehdasta kalkkikivipöly lisää humuskerroksen emäksisyyttä ja vähentää alumiinin esiintymistä liukoisessa kasveille haitallisessa muodossa. Happamuuden lisääntyessä on suurempi osa alumiinista liukoisessa muodossa mikä aikaisemmissa tarkkailuissa on ollut nähtävissä alumiinipitoisuuksien kasvuna etäisyyden tehtaasta kasvaessa.

Vuonna 2013 **humuksen alumiinipitoisuudet** olivat kuitenkin nousseet voimakkaasti kautta tutkimuslinjojen (kuva sivulla 16). Erikoista vuoden 2013 tuloksissa on, että alumiinipitoisuudet olivat nousseet sekä happamalla mailla kaukaa tehtaasta että emäksisillä mailla tehtaan lähellä. Näyttää siltä, että tutkimusalueella maaperän alumiinin liikkuvuus on syystä tai toisesta muuttunut.

Sipoon kalkkitehtaan prosessoima kaoliinimineraali sisältää alumiinia mutta tehdasvaikutusta alumiinipitoisuuksien nousussa ei ole havaittavissa, sillä nousu on tapahtunut suhteellisen tasaisesti kaikilla näytealoilla.

Alumiinin kemia maaperässä on monimutkainen ja kasveille suurina pitoisuuksina myrkylliseen liukoisen alumiinin määrään vaikuttaa monta tekijää. Esim. happaman laskeuman väheneminen viime vuosikymmeninä vaikuttaa ilmeisesti alueen maaperän pidätyskykyyn ja myös vaihtuvan alumiinin liikkuvuuteen. Mahdollinen selitys kohonneille alumiinipitoisuuksille on, että happaman laskeuman ja vetyionien (H^+) määrän vähetessä on alumiini-ioneilla (Al^{3+}) enemmän tilaa kiinnittyä maaperän negatiivisesti varautuneisiin hiukkasiin.

Neulasnäytteiden perusteella alumiinin kertyminen kasveihin ei kuitenkaan ole lisääntynyt vaan pitoisuudet ovat neulasissa lähellä tehdasta laskeneet edellisvuosiin verrattuna (kuva sivulla 17). Tehtaan lähialueiden neulasten alumiinipitoisuuksissa onkin ollut laskeva kehityssuunta sitten vuoden 1999 tarkkailun.

Alumiinipitoisuuksien tulosten paikkansapitävyyden varmistamiseksi ja analyysivirheiden pois sulkemiseksi suoritettiin ylimääräinen näytteenotto- ja analyysikerta.

4.5. pH (KUVA SIVULLA 19)

Kalkkitehtaan lähiympäristöissä maaperä on luonnollisesti emäksisempää tehtaan kalkkikivipölyn neutraloivan vaikutuksen takia. Kauempana tehtaasta tehtaan pölypäästöt eivät vaikuta ja maaperä on happamampaa. Vuonna 2013 pH:ssa oli havaittavissa eriasteista vaihtelua muutamilla näytealoilla mutta pääpiirteissään metsämaan humuksen pH oli edellisten tarkkailujen tasoa (kuva sivulla 19).

Maaperän pH vaikuttaa monin tavoin ravinteiden liikkuvuuteen ja kasvien ravinteiden saantiin. Humuskerros tehdasalueellakin oli kuitenkin vain lievästi emäksistä. Korkein vuonna 2013 mitattu pH oli 7.4 molemmilla linjoilla (liite 3).

4.6. Sähkönjohtokyky (KUVA SIVULLA 20)

Vuonna 2013 sähkönjohtavuuden edellisessä tarkkailussa alkanut nouseva kehityssuunta jatkui ja maaperän humuksen sähkönjohtokyky nousi voimakkaasti kaikilla näytealoilla (kuva sivulla 20).

Lisääntynyt sähkönjohtokyky on merkki siitä, että sähköisesti varautuneiden ionien määrät ovat humuksessa nousseet. Analysoiduista aineista erityisesti ionisoitu kalsiumin (Ca^{2+}) ja alumiinin (Al^{3+}) pitoisuudet ovat merkittävästi nousseet tutkimusalueen humuksessa (katso. kpl 3.1 ja 3.4).

Kohonnut humuksen sähkönjohtokyky linjojen tehtaanpuoleisissa päissä voi pitkälti olla seurausta kohonneista kalsiumpitoisuuksista tehtaan lähialueilla. Etäämpänä tehtaasta myös kohonneen liukoisen alumiinin pitoisuudet saattavat vaikuttaa maaperän johtokykyä lisäävästi.

4.7. Rikki, magnesium, fosfori ja kalium (KUVA SIVULLA 22)

Magnesiumpitoisuuksissa näkyy selkeä tehdasvaikutus pitoisuuksien ollessa kohonneita linjojen tehtaanpuoleisissa päissä (kuva sivulla 22). Länsilinjalla vaikutus näyttää ulottuvan 320 m, ja itälinjalla 80 m etäisyydelle tehtaasta. Tehtaalla on ajoittain käsitelty magnesiumia sisältävää dolomiittia ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Korkeina pitoisuuksina esiintyessään magnesium on myrkyllistä kasveille. Tehtaan ympäristön pitoisuudet eivät kuitenkaan ole hälyttävän korkeita (Tarvainen ym. 2003, 2013).

Varsinkin kaliumpitoisuuksissa tehdas näyttää hienoisesti aiheuttavan käänteisen vaikutuksen, siten että pitoisuudet yleisesti ottaen hieman kasvavat erityisesti länsilinjalla loppupäätä kohden (kuva sivulla 22). Kalsiumin ja muiden tehtaalta peräisin olevien aineiden runsaus linjojen alkupäissä voi aiheuttaa sen, että esim. kalsiumionit (Ca^{2+}) syrjäyttävät muita aineita kuten kalium (K^+) ja aiheuttavat niiden huuhtoutumisen maaperästä. Vasta jonkin matkan päästä tehtaasta kun kalsiumkontaminaatio vähenee normalisoituvat maaperän aineiden väliset suhteet ja esim. kaliumpitoisuudet nousevat.

4.8. Neulasvauriot

Männyn neulasten vauriokartoituksen perusteella neulasten kunto vuonna 2013 oli samaa tasoa kuin edellisessä vuonna 2004 tehdyssä Sipoon kalkkitehtaan ympäristövaikutustutkimuksessa (Henriksson ja Myllyvirta 1985). Tehtaan vaikutusalueen laajuus vuonna 2013 oli samaa tasoa tai jonkin verran laajempi kuin vuonna 2004. Verrattaessa tuloksia vuosien 1989 - 1999 tutkimuksiin oli neulasten kunto selkeästi parempi ja vaikutusalue oli huomattavasti suppeampi vuonna 2013.

5. Yhteenveto ja johtopäätökset

Vuonna 2013 suoritetussa tutkimuksessa selvitettiin kahden etäisyysgradienttilinjan avulla Nordkalk Oy Ab:n kalkkitehtaan päästöjen leviämistä tehtaan ympäristöön.

Päästöjen leviämistä selvitettiin analysoimalla männyn neulasten nuorimman neulasvuosikerran ja maaperän humuskerroksen kalsium-, boori-, fluoridi- ja alumiinipitoisuudet. Lisäksi analysoitiin humuksen pH ja sähkönjohtokyky. Myös humuskerroksen rikki-, magnesium-, fosfori- ja kaliumpitoisuudet mitattiin tutkimusohjelman ulkopuolisina sillä kyseiset analyysit kuuluvat käytetyn laboratorion viljavuustutkimuspakettiin (liite 3). Männyn neulasille suoritettiin myös neulasvauriokartoitus.

Tutkimustuloksia vertaillaan vuoden 1989, 1994, 1999 ja 2004 vastaaviin tuloksiin ja pohditaan päästöjen osuutta alueella havaittuihin puustovaurioihin.

5.1. Männyn neulaset

5.1.1. Tehtaan vaikutusalue

Vuonna 2013 kalkkitehtaan vaikutukset ympäristön neulasten **kalsiumpitoisuuksiin** rajoittuivat tehtaan välittömään läheisyyteen. Kasveille suurina pitoisuuksina myrkyllisen **boorin pitoisuuksissa** tehtaan vaikutus näkyi vielä 320 m tehtaasta pitoisuuksien ollen selkeästi koholla taustapitoisuuksiin nähden. **Fluoridipitoisuuksissa** tehdasvaikutusta ei ollut vuonna 2013 enää havaittavissa. Vaikutukset **alumiinipitoisuuksiin** ulottuivat noin 160 m tehtaasta alentaen kasveille haitallisen liukoisen alumiinin pitoisuuksia neulasissa.

5.1.2. Muutokset pitoisuuksissa ja vaikutusalueen laajuudessa

Edelliseen vuoden 2004 tarkkailuun verrattuna kehitys neulasten pitoisuuksissa oli laskeva kaikkien tutkittujen aineiden kohdalla booria lukuun ottamatta. Myös pitkällä aikavälillä kalkkitehtaan ympäristön neulasten ainepitoisuudet osoittavat pääsääntöisesti laskevaa kehityssuuntaa. Pitoisuuksien laskiessa on myös kalkkitehtaan vaikutusalue tehtaan ympäristön neulasten ainepitoisuuksiin supistunut.

5.2. Metsämaan humuskerros

5.2.1. Tehtaan vaikutusalue

Maaperän humuskerroksen **kalsiumpitoisuuksissa** tehtaan vaikutukset näkyivät vuonna 2013 selkeinä vielä 320 m etäisyydellä tehtaasta. Tehtaan vaikutusalue **booripitoisuuksiin** oli niin ikään noin 320 m kun taas **fluoridipitoisuudet** olivat koholla 160 m tehtaasta. Tehtaan vaikutukset humuksen **alumiinipitoisuuksiin** olivat epäselvät sillä vuonna 2013 alumiinipitoisuudet eivät noudattaneet aikaisempien vuosien tapaista johdonmukaista gradienttia etäisyyden kasvaessa tehtaaseen.

5.2.2. Pitoisuusmuutokset

Edelliseen tarkkailuun verrattuna humuskerroksen liukoisessa **kalsiumissa** on tapahtunut selkeä pitoisuuksien kasvu. **Booripitoisuudet** olivat vuonna 2013 edellisen tarkkailun tasoa ja **fluoridipitoisuudet** olivat laskeneet selkeästi edelliseen vuoden 2004 tarkkailuun verrattuna. **Alumiinipitoisuudet** nousivat voimakkaasti koko tutkimusalueella vuonna 2013. On viitteitä siitä, että alumiinipitoisuuksien nousu oli alkanut jo vuonna 2004 sillä jo tuolloin olivat pitoisuudet nousseet etäämmällä tehtaasta sijaitsevilla näytealoilla.

Pitkällä aikavälillä humuksen **kalsiumpitoisuuksien** nouseva kehityssuunta on havaittavissa jo edellisessä, kymmenen vuotta sitten suoritettussa kalkkitehtaan ympäristön tilan seurannassa. Humuksen **booripitoisuudet** ovat kehittyneet myönteiseen suuntaan vuodesta 1989 lähtien ja myös **fluoridipitoisuudet** ovat pääsääntöisesti aikaisempien vuosien tasoa tai tämän alle. **Alumiinipitoisuudet** olivat vuonna 2013 kauttaaltaan korkeammat kuin kertaakaan aikaisempina tarkkailuvuosina.

5.2.3. Muutokset vaikutusalueen laajuudessa

Tehtaan vaikutusalueen laajuus humuskerroksen ainepitoisuuksiin on pitkän aikavälin tarkastelussa pysynyt kutakuinkin ennallaan **kalsiumin** suhteen. Vaikutusalue **booripitoisuuksiin** on supistunut voimakkaasti sitten tarkkailun alkuvuosien ja **fluoridipitoisuuksien** taso on pääsääntöisesti laskenut. Tehtaan vaikutusalue humuksen vaihtuvaan **alumiinin** on aikaisemmin ollut laaja ja selkeä, sillä tehtaalta tuleva kalsiumpitoinen pöly on tehokkaasti neutraloinut ympäristön maaperää ja siten voimakkaasti vähentänyt vaihtuvan alumiinin esiintymistä maaperässä. Tämän tarkkailun tulosten perusteilla tehtaan vaikutusaluetta ei ole rajattavissa alumiinipitoisuuksien perusteilla sillä alumiinipitoisuudet ovat nousseet voimakkaasti ja tasaisesti etäisyydestä tehtaasta riippumatta.

5.3. Avoimet kysymykset ja jatkotutkimustarve

Vuoden 2013 tutkimuksessa tulokset poikkeavat edellisvuosiin nähden varsinkin humuskerroksen kalsiumin ja alumiinin suhteen. Ilmeisesti ainakin jossain määrin kohonneiden kalsium- ja alumiinipitoisuuksien vaikutuksesta myös humuksen sähkönjohtokyky nousi voimakkaasti.

Syy vaihtuvan alumiinin ja kalsiumin määrien kasvuun tutkimusalueen humuskerroksessa ei tämän tutkimuskerran perusteella ole mahdollista lopullisesti ja yksiselitteisesti päätellä. Muutoksia maaperän happamoitumistilanteessa tai muutoksia alueellisissa taustapitoisuuksissa kuten myös kalkkitehtaan päästöjen vaikutuksia, ovat muun muassa mahdollisia osallisia havaittuihin pitoisuusvaihteluihin. Alueen pitkäaikaisen happaman laskeuman vähenemisen myötä on maaperän pidätyskyky mahdollisesti muuttunut ja ravinteet kuten kalsium sekä myös esim. alumiini pidättyvät maaperässä aikaisempaa suurempina pitoisuuksina.

Vuoden 2013 tulosten tulkintaa hankaloitti se, että edellisestä tutkimuksesta tehtaan ympäristön kasvillisuuden ja maaperän ainepitoisuuksista oli kulunut kymmenen vuotta. Johtuen muun muassa tämän tutkimuksen herättämistä kysymyksistä on tärkeätä, että ympäristön tilan seuranta tehtaan ympäristössä jatkuu myös tulevana vuosina.

6. Viiteluettelo

Eriksson, J., Bergholm, J. & Kvist, K. 1981. Injury to vegetation caused by industrial emissions of boron compounds. . *Silva fennica* 15, 459 - 464.

Henriksson, M. & Myllyvirta, T. 1989. Leijumamittaus Oy Lohja Ab:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristössä Kalkkirannassa, 1989. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti 8 s.

Henriksson, M. & Myllyvirta, T. 2002. Leijumamittaus Partek Oyj Abp:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristössä 2001. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti 16 s.

Henriksson, M. & Myllyvirta, T. 2003. Leijumamittaus Partek Oyj Abp:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristössä 2003. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti 16 s.

Henriksson, M. & Myllyvirta, T. 2005. Leijumamittaus Nordkalk Oyj Abp:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristössä 2005. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti 18 s.

Henriksson, M. & Myllyvirta, T. 2005. Tutkimus Nordkalk Oyj Abp:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristövaikutuksista 2004. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti 26 s. 2 liitettä.

Henriksson, M. & Myllyvirta, T. 2009. Leijumamittaus Nordkalk Oyj Abp:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristössä 2009. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti 16 s.

Huttunen, S., Manninen, S. & Myllyvirta, T. 1990. Raportti Oy Lohja Ab Sipoon kalkkitehtaan ympäristövaikutuksista. Oulun yliopiston kasvitieteen laitos ja Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Raportti 17 s.

Lakanen, E. & Erviö, R. 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. *Acta Agric. Fenn.* 122:223-232. *Methods of soil and plant analysis*, 1986 Jokioinen.

Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press 674 s.

- Moilanen, M. & Pietiläinen, P. 2008. Männyn ravinnetilan muutokset syys- ja talvikauden välillä ojitetuilla turvemaidilla — neulasanalyttinen tarkastelu. *Suo* 59(4): 101–116.
- Myllyvirta, T. & Henriksson, M. 1991. Leijumamittaus Lohja Oy Ab:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristössä Kalkkirannassa, 1991. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti 8 s.
- Myllyvirta, T. & Henriksson, M. 1991a. Leijumamittaus Lohja Oy Ab:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristössä 1991. Asema 3. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti 3 s.
- Myllyvirta, T. & Henriksson, M. 1993. Leijumamittaus Nordkalk Oy Ab:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristössä 1993. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti 12 s.
- Myllyvirta, T. & Henriksson, M. 1995. Tutkimus Norkalk Oy Ab Sipoon kalkkitehtaan ympäristövaikutuksista 1994-1995. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti 19 s, 3 liitettä.
- Myllyvirta, T. & Henriksson, M. 1995a. Leijumamittaus Nordkalk Oy Ab:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristössä 1995. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti 11 s.
- Myllyvirta, T. & Henriksson, M. 1998. Leijumamittaus Nordkalk Oy Ab:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristössä 1997. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti 11 s.
- Myllyvirta, T. & Henriksson, M. 1999. Leijumamittaus Nordkalk Oy Ab:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristössä 1999. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti 15 s.
- Myllyvirta, T. & Henriksson, M. 2000. Tutkimus Partek Norkalk Oy Ab:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristövaikutuksista 1999-2000. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti 22 s.
- Myllyvirta, T. & Henriksson, M. 2012. Tutkimus Norkalk Oy Ab:n Sipoon kalkkitehtaan ympäristövaikutuksista 1999-2000. Itä-Uudenmaan ja Porvoonjoen vesien- ja ilmansuojeluyhdistys r.y. Tutkimusraportti 17 s.
- Puolanne, J., Pyy, O. ja & Jeltsch, U. (toim.) 1994. Saastuneet maa-alueet ja niiden käsittely Suomessa. Ympäristöministeriö. Muistio 5 1994. 218 s.
- Raitio, H. 1983. Hypoteesi männyntaimien kasvuhäiriöiden synnystä taimitarhoilla ja kivennäismailla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 116, 1 - 15.

Rautjärvi, H. & Raitio, H. 2003. Neulasten alkuainepitoisuudet sekä niiden suhde näytepuiden neulaskatoon ja epifyyttijäkeliin Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan maakuntien alueella vuosina 2000 ka 2001. Uudenmaan ympäristökeskus. Uudenmaan ympäristökeskuksen monistamo, Helsinki 2003.

Salminen, R., Bogatyrev, I., Chekushin, V., Glavatskikh, S.P., Gregorauskiene, V., Niskavaara, H., Selenok, L., Tenhola, M. & Tomilina, O. 2003. Barents Ecogeochemistry – a large scale geochemical baseline study of heavy metals and other elements in surficial deposits, NW-Russia and Finland. In: S. Autio (toim.) Geological Survey of Finland, Current Research 2001–2002. Geological Survey of Finland, Special Paper 36, 45–52.

SFS 5669. Ilmansuojelu. Bioindikaatio. Havupuiden neulasten kokonaisrikkipitoisuus. Näytteenotto, esikäsittely ja tulosten esittäminen. (1990). Suomen standardisoimisliitto, Helsinki.

Smidt, R.E. & Bingham, F.T. 1995. Note of boron toxicity in a stand of radiata pine in Hawkes bay. N. Z. Journal of Science 18, 109 - 113.

Tamminen, P. & Saarsalmi, S. 2004. Viljavien nuorten kuusikoiden neulasten booripitoisuus Etelä-Suomessa. Metsätieteen aikakauskirja 3/2004:271-283.

Tarvainen, T. (toim.), Eklund, M., Haavisto-Hyvärinen, M., Hatakka, T., Jarva, J., Karttunen, V., Kuusisto, E., Ojalainen, J. & Teräsvuori, E. 2006. Alkuaineiden taustapitoisuudet pääkaupunkiseudun kehyskuntien maaperässä. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti. 40 s.

Tarvainen, T., Hatakka, T., Kumpulainen, S., Tanskanen, H., Ojalainen, J. & Kahelin, H. 2003. Alkuaineiden taustapitoisuudet eri maalajeissa Porvoon ympäristössä. Geologian tutkimuskeskus, Arkistoraportti S/41/3021/2003/1. 56 s., 1 liite.

Tarvainen, T., Hatakka, T., Salla, A., Jarva, J., Pitkäranta, P., Anttila, H. & Maidell-Münster, L. 2013. Pääkaupunkiseudun maaperän taustapitoisuudet. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 201. 91 s., 4 liite.

Valtion teknillinen tutkimuskeskus, 1980. Leijumamittaus Sipoon Kalkkitehtaan ympäristössä. Moniste 1 s.

Veijalainen, H. 1984. Hivenlannoituksen vaikutus erään istutusmännikön ravinnetaiouteen turvemaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 126, 1 - 19.

Vuorinen, J. & Mäkitie O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. Agrogeol. Publ. 63:1-44. Methods of soil and plant analysis, 1986 Jokioinen.

Wulff, A. ja Kärenlampi, L. 1993. The Effect of the Exclusion of Dry and Wet Deposition on Visible Symptoms and Accumulation of Sulphur and Fluoride by *Picea abies* Needles near Point-Sources. Scand. J. For. Res. 8: 498 - 509.

Liite 1

Tutkimusalue ja näytealat

Liite I. Näytelinjojen sijainti



Nordkalk Oy Ab:n Sipoon kalkkitehtaan sijainti sekä näyteasemien sijainnit.

Liite 2

Näytealojen koordinaatit

Liite 2. Näyteasemien koordinaatit EUREF-FIN (~WGS84)

LL1	60° 15.348'	25° 23.290'
LL2	60° 15.366'	25° 23.309'
LL3	60° 15.376'	25° 23.317'
LL4	60° 15.385'	25° 23.355'
LL5	60° 15.426'	25° 23.404'
LL6	60° 15.454'	25° 23.579'
LL7	60° 15.629'	25° 23.821'
LL8	60° 15.921'	25° 24.151'
LL9	60° 16.394'	25° 25.143'
IL1	60° 15.263'	25° 23.428'
IL2	60° 15.255'	25° 23.452'
IL3	60° 15.248'	25° 23.491'
IL4	60° 15.257'	25° 23.543'
IL5	60° 15.289'	25° 23.608'
IL6	60° 15.304'	25° 23.832'
IL7	60° 15.335'	25° 24.120'
IL8	60° 15.489'	25° 24.743'
IL9	60° 15.380'	25° 24.825'

LL = länsilinja

IL = itälinja

Liite 3
Analyysituloksia

Liite 3. Neulasanalyysit**Eurofins Viljavuuspalvelu Oy**

s-posti: viljavuuspalvelu@eurofins.fi

NEULASANALYYSI

Päivämäärä

Asiakasno

Tutkimusno

01.11.2013 96118

130610200

1/4

PL 500

50101 MIKKELI (015) 320 400

ITÄ-UUDENMAAN JA PORVOON VESIEN- JA ILMANSUOJELUYHDISTYS		Näytteenottopvm
MYLLYVIRTA TERO RUNEBERGINKATU 17	Kunta PORVOO	Saapunut 11.10.2013
06100 PORVOO		
		Merkki

Taustatiedot											
Näytteen numero	1	2	3	4	5	6	7				
Nimi	IL 1	IL 2	IL 3	IL 4	IL 5	IL 6	IL 7				
Analyysitulokset											
Fluori (F)	mg/kg tp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kalsium (Ca) a)	g/kg ka	2,4	2,9	2,6	2,5	3,9	3,1	2,7			
Boori (B) a)	mg/kg ka	48	50	59	31	49	21	17			
Alumiini (Al)	mg/kg ka	71	45	57	52	120	240	170			

a) -Merkityt määritykset on tehty FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoimalla menetelmällä.
Tulos koskee vain meille tullutta näytettä.

Liittyy tutkimukseen 130105786.

Viljavuusluokkaleimat			
Tyydyttävä	<input type="checkbox"/>	Välttävä	<input type="checkbox"/>
Huononlainen	<input type="checkbox"/>	Huono	<input type="checkbox"/>

Liite 3. Neulasanalyysit

2/4

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy

s-posti: viljavuuspalvelu@eurofins.fi

NEULASANALYYSI

Päivämäärä

Asiakasno

Tutkimusno

01.11.2013

96118

130610200

PL 500

50101 MIKKELI (015) 320 400

ITÄ-UUDENMAAN JA PORVOON VESIEN- JA ILMANSUOJELUYHDISTYS		Näytteenottopvm
MYLLYVIRTA TERO RUNEBERGINKATU 17	Kunta PORVOO	Saapunut 11.10.2013
06100 PORVOO		
		Merkki

Taustatiedot											
Näytteen numero		8	9	10	11	12	13	14			
Nimi		IL 8	IL 9	LL 1	LL 2	LL 3	LL 4	LL 5			
Analyysitulokset											
Fluori (F)	mg/kg tp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kalsium (Ca) a)	g/kg ka	2,4	1,8	4,9	2,9	2,8	2,2	3,0			
Boori (B) a)	mg/kg ka	18	16	120	90	88	58	77			
Alumiini (Al)	mg/kg ka	120	220	45	44	31	47	49			

a) -Merkityt määritykset on tehty FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoimalla menetelmällä.
Tulos koskee vain meille tullutta näytettä.

Liittyy tutkimukseen 130105786.

Viljavuusluokkaleimat			
Tyydyttävä	<input type="checkbox"/>	Välttävä	<input type="checkbox"/>
Huononlainen	<input type="checkbox"/>	Huono	<input type="checkbox"/>

Liite 3. Neulasanalyysit**Eurofins Viljavuuspalvelu Oy**

s-posti: viljavuuspalvelu@eurofins.fi

NEULASANALYYSI

Päivämäärä

Asiakasno

Tutkimusno

01.11.2013

96118

130610200

3/4

PL 500

50101 MIKKELI (015) 320 400

ITÄ-UUDENMAAN JA PORVOON VESIEN- JA ILMANSUOJELUYHDISTYS		Näytteenottopvm
MYLLYVIRTA TERO RUNEBERGINKATU 17	Kunta PORVOO	Saapunut 11.10.2013
06100 PORVOO		
		Merkki

Taustatiedot												
Näytteen numero	15	16	17	18								
Nimi	LL 6	LL 7	LL 8	LL 9								
Analyysitulokset												
Fluori (F)	mg/kg tp	< 0,6	1	1	1							
Kalsium (Ca) a)	g/kg ka	3,2	3,1	2,9	2,2							
Boori (B) a)	mg/kg ka	57	35	23	21							
Alumiini (Al)	mg/kg ka	89	230	170	130							

a) -Merkityt määritykset on tehty FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoimalla menetelmällä.
Tulos koskee vain meille tullutta näytettä.

Liittyy tutkimukseen 130105786.

Viljavuusluokkaleimat			
Tyydyttävä	<input type="checkbox"/>	Välttävä	<input type="checkbox"/>
Huononlainen	<input type="checkbox"/>	Huono	<input type="checkbox"/>

Liite 3. Neulasanalyysit

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy

S-posti: viljavuuspalvelu@eurofins.fi

PL 500

50101 MIKKELI (015) 320 400

NEULASANALYYSI

Päivämäärä Asiakasno Tutkimusno

01.11.2013 96118 130610200

4/4

ITÄ-UUDENMAAN JA PORVOON VESIEN- JA ILMANSUOJELUYHDISTYS		Näytteenottopvm
MYLLYVIRTA TERO RUNEBERGINKATU 17	Kunta PORVOO	Saapunut 11.10.2013
06100 PORVOO		Sivuja yht. 4
		Merkki

Menetelmät ja epätarkkuudet

Määrittäminen	Menetelmäkuvaus	Luotettavuus 95 % varmuudella
Kalsium (Ca) g/kg ka a)	YMKIVENN.DOC. Kuivapoltto 550°C, HCl-uutto, mittaus ICP-AES:llä. ISO 5516:1978	25 %
Boori (B) mg/kg ka a)	YMKIVENN.DOC. Kuivapoltto 550°C, HCl-uutto, mittaus ICP-AES:llä. ISO 5516:1978	2-13 mg/kg 40 % > 13 mg/kg 20 %

a) -Merkityt määritykset on tehty FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoimalla menetelmällä.
Tulos koskee vain meille tullutta näytettä.

Liite 3. Maaperäanalyysit

1/4

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy

s-posti: viljavuuspalvelu@eurofins.fi

VILJAVUUSTUTKIMUS

Päivämäärä Asiakasno

Tutkimusno

10.01.2014 96118

130107264

PL 500

50101 MIKKELI (015) 320 400

ITÄ-UUDENMAAN JA PORVOON VESIEN- JA ILMANSUOJELUYHDISTYS	Tila	Näytteenottopvm 04.12.2013
HENRIKSSON MIKAEL RUNEBERGINKATU 17	Kunta PORVOO	Saapunut 04.12.2013
06100 PORVOO	Neuvontajärjestö	
	Näytteenottaja	Merkki

Näytteen numero	1	2	3	4	5	6	7	
Nimi	IL1	IL2	IL3	IL4	IL5	IL6	IL7	
Pintamaan maalaji a)	HtMr	HtMr	HtMr	Mm	HkMr	Ct	hkKHt	
Multavuus a)	erm	erm	rm	-	rm	-	erm	
Johtoluku	10xmS /cm	2,9	3,7	1,0	3,7	1,6	1,5	1,1
Happamuus	pH	7,4	7,4	6,5	6,7	6,6	4,5	4,9
Kalsium (Ca) a)	mg/l	21000	11000	2700	5800	2800	1500	1500
Fosfori (P) a)	mg/l	< 1,5	2,3	< 1,5	4,2	1,6	4,4	1,6
Kalium (K) a)	mg/l	73	100	87	100	81	130	97
Magnesium (Mg) a)	mg/l	380	420	210	660	210	150	88
Rikki (S) a)	mg/l	10,0	14,2	9,1	14,4	9,4	18,5	13,2
Alumiini (Al), liukoinen	mg/l	407	265	390	359	360	294	592
Fluoridi (F)	mg/l	1,8	1,8	2,3	< 1,5	1,6	< 1,5	< 1,5

a) -Merkityt määritykset on tehty FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoimalla menetelmällä.
Tulos koskee vain meille tullutta näytettä.

Näytteenottopäiväksi tallennettu näytteiden saapumispäivä (näytteenottopäivää ei ollut merkitty tilauslomakkeelle).

Viljavuusluokkaleimat							
Huono	●	Välttävä	○	Hyvä	■	Arvel. korkea	■
Huononlainen	●	Tyydyttävä	□	Korkea	■		

Liite 3. Maaperäanalyysit

2/4

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy

s-posti: viljavuuspalvelu@eurofins.fi

VILJAVUUSTUTKIMUS

 Päivämäärä Asiakasno Tutkimusno
 10.01.2014 96118 130107264

PL 500

50101 MIKKELI (015) 320 400

ITÄ-UUDENMAAN JA PORVOON VESIEN- JA ILMANSUOJELUYHDISTYS	Tila	Näytteenottopvm 04.12.2013
HENRIKSSON MIKAEL RUNEBERGINKATU 17	Kunta PORVOO	Saapunut 04.12.2013
06100 PORVOO	Neuvontajärjestö	
	Näytteenottaja	Merkki

Näytteen numero	8	9	10	11	12	13	14	
Nimi	IL8	IL9	LL1	LL2	LL3	LL4	LL5	
Pintamaan maalaji a)	hkMm	HkMr	HtMr	Mm	Mm	Ct	htMm	
Multavuus a)	-	erm	erm	-	-	-	-	
Johtoluku	10xmS /cm 1,2	1,6	4,0	3,4	4,2	3,4	4,0	
Happamuus	pH ● 4,0	● 3,8	☒ 7,3	☒ 7,4	☒ 7,0	☒ 7,2	☒ 7,2	
Kalsium (Ca) a)	mg/l ● 750	● 270	☒ 22000	☒ 8700	☒ 8800	☒ 7800	☒ 8000	
Fosfori (P) a)	mg/l ● 3,6	● 3,9	● 1,9	● < 1,5	● < 1,5	● 1,7	○ 5,4	
Kalium (K) a)	mg/l ○ 97	□ 130	○ 81	○ 71	○ 85	□ 87	○ 95	
Magnesium (Mg) a)	mg/l ○ 99	● 60	■ 420	■ 400	■ 590	■ 460	■ 630	
Rikki (S) a)	mg/l □ 10,3	☒ 18,0	□ 12,9	□ 11,7	□ 14,5	□ 11,1	☒ 16,9	
Alumiini (Al), liukoinen	mg/l	369	374	311	325	724	413	183
Fluoridi (F)	mg/l	< 1,5	< 1,5	2,7	4,7	2,9	2,6	3,7

a) -Merkityt määritykset on tehty FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoimalla menetelmällä. Tulos koskee vain meille tullutta näytettä.

Näytteenottopäiväksi tallennettu näytteiden saapumispäivä (näytteenottopäivää ei ollut merkitty tilauslomakkeelle).

Viljavuusluokkaleimat							
Huono	●	Välttävä	○	Hyvä	☒	Arvel. korkea	☒
Huononlainen	●	Tyydyttävä	□	Korkea	■		

Liite 3. Maaperäanalyysit

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy

s-posti: viljavuuspalvelu@eurofins.fi

VILJAVUUSTUTKIMUS

Päivämäärä Asiakasno

Tutkimusno

10.01.2014 96118

130107264

3/4

PL 500

50101 MIKKELI (015) 320 400

ITÄ-UUDENMAAN JA PORVOON VESIEN- JA ILMANSUOJELUYHDISTYS	Tila	Näytteenottopvm 04.12.2013
HENRIKSSON MIKAEL RUNEBERGINKATU 17	Kunta PORVOO	Saapunut 04.12.2013
06100 PORVOO	Neuvontajärjestö	
	Näytteenottaja	Merkki

Näytteen numero	15	16	17	18					
Nimi	LL6	LL7	LL8	LL9					
Pintamaan maalaji a)	Ct	HtMr	HkMr	htMm					
Multavuus a)	-	erm	rm	-					
Johtoluku 10xmS /cm	2,3	1,2	1,5	1,3					
Happamuus pH	■ 6,0	● 4,6	● 4,0	● 3,9					
Kalsium (Ca) a)	■ mg/l 4200	○ mg/l 860	● mg/l 340	● mg/l 230					
Fosfori (P) a)	● mg/l 2,3	● mg/l 2,2	● mg/l 2,1	● mg/l 1,8					
Kalium (K) a)	□ mg/l 110	□ mg/l 130	■ mg/l 160	□ mg/l 120					
Magnesium (Mg) a)	■ mg/l 470	○ mg/l 100	● mg/l 61	● mg/l 47					
Rikki (S) a)	■ mg/l 18,6	■ mg/l 16,7	□ mg/l 12,4	■ mg/l 17,3					
Alumiini (Al), liukoinen	mg/l 541	mg/l 997	mg/l 500	mg/l 780					
Fluoridi (F)	mg/l < 1,5	mg/l < 1,5	mg/l < 1,5	mg/l < 1,5					

a) -Merkityt määritykset on tehty FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoimalla menetelmällä.
Tulos koskee vain meille tullutta näytettä.

Näytteenottopäiväksi tallennettu näytteiden saapumispäivä (näytteenottopäivää ei ollut merkitty tilauslomakkeelle).

Viljavuusluokkaleimat							
Huono	●	Välttävä	○	Hyvä	■	Arvel. korkea	■
Huononlainen	●	Tyydyttävä	□	Korkea	■		

Liite 3. Maaperäanalyysit

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy

S-posti: viljavuuspalvelu@eurofins.fi

VILJAVUUSTUTKIMUS

Päivämäärä Asiakasno Tutkimusno
10.01.2014 96118 130107264

4/4

PL 500

50101 MIKKELI (015) 320 400

ITÄ-UUDENMAAN JA PORVOON VESIEN- JA ILMANSUOJELUYHDISTYS	Tila	Näytteenottopvm 04.12.2013
HENRIKSSON MIKAEL RUNEBERGINKATU 17	Kunta PORVOO	Saapunut 04.12.2013
06100 PORVOO	Neuvontajärjestö	Sivuja yht. 4
	Näytteenottaja	Merkki

Menetelmät ja epätarkkuudet

Määrittäminen	Menetelmäkuvaus	Luotettavuus 95 % varmuudella
Pintamaan maalaji a)	MMPIMAAL.DOC. Aistinvarainen määrittäminen.	
Multavuus a)	MMPIMAAL.DOC. Aistinvarainen määrittäminen.	
Johtoluku 10xms/cm	Jl mitataan maa-vesi -suspensiosta. (1:2,5)	
Happamuus pH	pH mitataan maa-vesi -suspensiosta. (1:2,5); VUORINEN, J. & MÄKITIE O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. Agrogeol. Publ. 63:1-44. Methods of soil and plant analysis, 1986 Jokioinen.	
Kalsium (Ca) mg/l a)	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä.	15 %
Fosfori (P) mg/l a)	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, ammoniummolybdaatti -kompleksin spektrofotometrinen mittaus.	20 %
Kalium (K) mg/l a)	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä.	15 %
Magnesium (Mg) mg/l a)	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä.	15 %
Rikki (S) mg/l a)	MMVT.DOC. Uutto happamaan ammoniumasetaatti-liuokseen, mittaus ICP:llä. Viljavuusluokkien laskennassa käytetään toteamisrajaa.	9< 15 %; <9 50 %
Alumiini (Al), liukoinen mg/l	Ilmakuivan, jauhetun näytteen uutto happamaan ammoniumasetaatti-EDTA liuokseen. Mittaus plasmaemissiospektrometrillä. LAKANEN, E. & ERVIÖ, R. 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. Acta Agric. Fenn. 122:223-232. Methods of soil and plant analysis, 1986 Jokioinen.	

a) -Merkityt määrittäykset on tehty FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoimalla menetelmällä. Tulos koskee vain meille tullutta näytettä.

Liite 3. Maaperäanalyysit

Eurofins Viljavuuspalvelu Oy

S-posti: viljavuuspalvelu@eurofins.fi

VILJAVUUSTUTKIMUS

Päivämäärä Asiakasno Tutkimusno
04.11.2013 96118 130105786

PL 500

50101 MIKKELI (015) 320 400

ITÄ-UUDENMAAN JA PORVOON VESIEN- JA ILMANSUOJELUYHDISTYS	Tila	Näytteenottopvm 11.10.2013
MYLLYVIRTA TERO RUNEBERGINKATU 17	Kunta PORVOO	Saapunut 11.10.2013
06100 PORVOO	Neuvontajärjestö	Sivuja yht.
	Näytteenottaja	Merkki

Näytteen numero	1	2	3	4	5	6	7
Nimi	IL1	IL2	IL3	IL4	IL5	IL6	IL7
Boori (B) a) mg/l	5,7	11	2,9	8,7	5,0	1,9	1,6
Näytteen numero	8	9	10	11	12	13	14
Nimi	IL8	IL9	LL1	LL2	LL3	LL4	LL5
Boori (B) a) mg/l	0,6	0,5	16	24	13	19	10
Näytteen numero	15	16	17	18			
Nimi	LL6	LL7	LL8	LL9			
Boori (B) a) mg/l	14	1,7	0,8	0,6			

Viljavuusluokkaleimat							
Huono	●	Välttävä	○	Hyvä	▲	Arvel. korkea	◆
Huononlainen	●	Tyydyttävä	□	Korkea	■		

Menetelmät ja epätarkkuudet

Määrittäminen	Menetelmäkuvaus	Luotettavuus 95 % varmuudella
Boori (B) mg/l a)	MMVT.DOC. Uutto kuumaan veteen, mittaus ICP:llä.	20 %

Liittyy tutkimukseen 130610200.

Näytteenottopäiväksi tallennettu näytteiden saapumispäivä (näytteenottopäivää ei ollut merkitty tilauslomakkeelle).

a) -Merkityt määritykset on tehty FINAS:in ISO/IEC 17025 mukaisesti akkreditoimalla menetelmällä.
Tulos koskee vain meille tullutta näytettä.