

**RAUMAN KAUPUNGIN SORRIN KAATOPAIKAN
TARKKAILUTUTKIMUKSET**

Pitkäaikaisraportti 1986–2009

Sari Koivunen

**10.7.2009
Nro 71-09-3308**



**Lounais-Suomen
vesi- ja ympäristötutkimus Oy**

Sisällys

1. JOHDANTO	3
1.1 Kaatopaikkojen haittavaikutuksista	3
1.2 Tutkimuksen tarkoitus	3
2. TUTKIMUSALUE, AINEISTO JA MENETELMÄT	4
2.1. Tutkimusalue.....	4
2.2. Näytteenotto ja analyysit.....	4
3. TUTKIMUSTEN TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	6
3.1. Ravinteet	6
3.2. Sähkönjohtavuus ja pH	6
3.3. Hapenkulutus	7
3.4. Sameus ja kiintoaine	7
3.5. Metallit.....	8
4. YHTEENVETO	14
5. KIRJALLISUUS	15

Liitteet

Liite 1. Sorrin kaatopaikan sijainti

Liite 2. Sorrin kaatopaikan havaintopaikkakartta

Jakelu

Rauman kaupunki/Riikka Pajuoja

Yhteystiedot

Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy (Y 1564941-9)
Telekatu 16, 20360 TURKU
puh. 02-274 0200, sähköp. etunimi.sukunimi@lsvsy.fi

1. JOHDANTO

1.1 Kaatopaikkojen haittavaikutuksista

Sekä käytössä olevilta että suljetuilta kaatopaikoilta leviää haitta-aineita suotovesien mukana maaperään, pinta- ja pohjavesiin sekä kaasujen mukana ilmaan. Suotovedet muodostuvat sadeveden kulkiessa jätetäytön lävitse ja huuhtoessa mukaansa jätetäytön aineita. Ympäristöön leviävien haitta-aineiden laatu ja määrä riippuvat muun muassa jätteen laadusta, kaatopaikan iästä, jätetäytön rakenteesta sekä ympäristön olosuhteista (Assmuth ym. 1990). Jätteen ominaisuudet muuttuvat hajoamisprosessin edetessä ja siksi myös suotoveden sisältämien haitta-aineiden pitoisuudet vaihtelevat kaatopaikan iästä riippuen. Ympäristöön joutuneen suotoveden haitta-ainepitoisuus laskee maaperässä ja pintavesissä mm. laimentumisen, saostumisen, haihtumisen ja hajoamisen seurauksena (Christensen ym. 2001). Kaatopaikkakaasujen tuotanto ja jätepenkereen painuminen voivat jatkaa vuosikymmeniä kaatopaikan sulkemisen jälkeen. Kaatopaikalta voi aiheutua ympäristön kuormitusta myös vielä silloin, kun kuormituksesta ei enää aiheudu suoraa vaaraa terveydelle (Suomen ympäristökeskus, 2001).

Suomessa kaatopaikkojen aiheuttaman riskin on arvioitu olevan pieni, mutta paikallisesti kaatopaikat voivat olla merkittäviä ympäristön pilaajia (Assmuth ym. 1991). Kaatopaikkojen aiheuttamista riskeistä vakavimpana pidetään yleisesti pohjaveden pilaantumista (El-Fadel ym. 1997). Pohjavesien pilaantuminen voi lisääntyä ajan myötä maaperän vaimennuskyvyn ylittyessä ja aineiden muuntuessa helpommin liukeneviksi olosuhteiden muuttuessa. Toisaalta ajan myötä veteen suotautuvien aineiden kokonaismäärä vähenee.

Vanhat kaatopaikat ovat ongelmallisia puutteellisten eriste- ja suojarakenteiden takia. Jätepenkereen perustamiseen liittyviä yleisiä määräyksiä ei ole ollut käytössä ennen 1960-lukua (Suomen ympäristökeskus 2001). Suljetun kaatopaikan peittämisellä voidaan tehokkaasti vaikuttaa syntyvän kaatopaikkaveden määrään ja vähentää pohjaveden saastumisen riskiä sekä vähentää kaatopaikan hajuhaittoja. Mitä paremmin peittoaineena käytettävä materiaali estää sadevesien suodattumisen jätetäytön sitä vähemmän syntyy likaantunutta suotovettä.

1.2 Tutkimuksen tarkoitus

Raumalla sijaitseva Sorrin kaatopaikka on toiminut Rauman maalaiskunnan yhdyskuntajätteen kaatopaikkana vuosina 1954–1991. Kaatopaikka on poistettu käytöstä vuonna 1991. Sorrin kaatopaikan velvoitetarkkailututkimusten tarkoituksena on ollut seurata kaatopaikan valumavesien vaikutuksia lähistön pintavesiin. Tämän pitkäaikaisraportin avulla arvioidaan kaatopaikasta aiheutuneiden ympäristövaikutusten kehitystä vuosien 1986–2009 välisenä aikana, ja kaatopaikasta nykyisin mahdollisesti aiheutuvia ympäristö- ja terveystarpeita.

Rauman Sorrin kaatopaikan valumavesiä on tarkkailtu Turun vesi- ja ympäristöpiirin 6.5.1985 (Tuvy 1985 128/500) hyväksymän tarkkailuohjelman mukaisesti. Tarkkailuohjelmaan on tehty Turun vesi- ja ympäristöpiirin 2.9.1993 päivätyn kir-

jeen (0293A287/201) mukaiset muutokset. Lainsäädännön mukaan käytöstä poistettujen kaatopaikkojen ympäristö- ja terveysvaikutuksia on seurattava vähintään 30 vuoden ajan kaatopaikan käytöstä poistamisen jälkeen (Ympäristösuojeluasetus 169/2000). Rauman kaupunki ja Rauman maalaiskunta yhdistyivät vuonna 1993, joten tämän jälkeen tarkkailuvelvollisuus on siirtynyt Rauman kaupungille.

2. TUTKIMUSALUE, AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. Tutkimusalue

Sorrin kaatopaikka sijaitsee noin 5 kilometriä Rauman kaupungin keskustasta koilliseen, Äyhön alueella valtatie 8 itäpuolella (*liite 1*). Kaatopaikkaa ympäröi pohjois- ja itäpuolella Sorrinsuo. Alueen pintavesistä osa virtaa koilliseen läheiselle suoalueelle päin ja osa lounaaseen/länteen päätyen vedenjohtokanavan avo-ojaan ja edelleen Rauman kaupungin ja metsäteollisuuden raakavesilähteenä käytettäviin Äyhönjärveen ja Pitkäjärveen. Kaatopaikan vaikutusalueella ei sijaitse pohjavesialueita.

Sorrin kaatopaikka on ollut käytössä Rauman maalaiskunnan yhdyskuntajätteen kaatopaikkana vuosina 1954–1991. Kaatopaikka on poistettu käytöstä vuonna 1991. Kaatopaikalle viedyn jätteen määrästä ja laadusta ei ole tähän raporttiin saatu tietoa. Vanhoilla kaatopaikoilla ei yleensä ole aikaisemmin ollut käytönaikaista valvontaa, eikä kaatopaikalle tuotujen jätteiden määrästä ja laadusta ole pidetty kirjaa. Kaatopaikan sulkemisen jälkeisistä toimista ei myöskään ole tarkkaa tietoa, mutta jäte-tytön päälle on ajettu maata ja se on nykyisin ainakin osittain metsittynyt.

2.2. Näytteenotto ja analyysit

Kaatopaikan vaikutuksia alueen pintavesiin on seurattu velvoitetarkkailuna kahdessa ojahavaintopaikassa (*liite 2*). Tarkkailupisteet ovat:

1. Kaatopaikalta koilliseen lähtevä oja
2. Kaatopaikalta lounaaseen lähtevä oja

Näytteitä on pääosin otettu kaksi kertaa vuodessa, keväällä ja syksyllä. 6.5.1985 hyväksytyn tarkkailuohjelman mukaisesti näytteet piti ottaa 3–4 kertaa vuodessa (toukokuun alku, syyskuu, marraskuun alku). Tarkkailuohjelman mukaista 3–4 näyttekertaa ei ole kuitenkaan vuoden 1986 jälkeen voitu ottaa ojien kuivuuden vuoksi. Tämän vuoksi ohjelmaan tehtiin muutos 2.9.1993 päivätyssä kirjeessä, jonka mukaan näytteet otettiin jatkossa vain kaksi kertaa vuodessa, huhti- ja lokakuussa. Tähän raporttiin on otettu mukaan vuosien 1986–2009 aineisto. Vuodelta 2009 on mukana vain kevään tarkkailukerta.

Vesinäytteistä on määritetty sameus-, sähkönjohtavuus-, COD_{Mn} -, $\text{BOD}_7/\text{BOD}_{7\text{ATU}}$ -, ja pH-arvot sekä kiintoaine-, kokonaistyyppi-, ammoniumtyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet. Metalleista on tutkittu kromi-, kupari-, lyijy-, nikkeli- ja sinkkipitoisuudet kerran vuodessa kevään tutkimuskerralla. Lisäksi PCB-yhdisteiden pitoisuuksia on tutkittu kertaluontoisesti tarkkailun alkuaikoina. Ojavesien laatua luokiteltiin Lou-

nais-Suomen vesiensuojeluyhdistys ry:n käyttämän neljäportaisen jokivesien tilaluokitusasteikon perusteella (taulukko 1).

Biologisen hapenkulutuksen osalta vuoteen 1993 asti käytettiin BOD₇-menetelmää, jonka jälkeen siirryttiin BOD_{7ATU}-menetelmään; kaatopaikan sulkemista edeltävät ja sen jälkeiset tulokset eivät ole verrattavissa toisiinsa. Raportin kuvissa esitetään vain BOD_{7ATU}-arvot vuodesta 1993 eteenpäin. Lisäksi kiintoaineen määrittäminen on muuttunut vuonna 2006, joten sen jälkeiset tutkimustulokset eivät ole suoraan verrattavissa aikaisempiin tuloksiin. Tässä raportissa kuvien ja taulukoiden kiintoainepitoisuustulokset on otettu vain vuosilta 1986–2006.

Tarkkailuohjelman mukaan kaatopaikan purkuojien virtaamaa tulisi seurata kolmiomittauspatojen avulla viikoittain esim. kaatopaikan hoitajan toimesta kaatopaikan vesistökuormituksen laskemista varten. Purkuojien kolmiomittauspadot ovat kuitenkin olleet etenkin viime vuosina epäkuntoisia, mistä syystä kuormitusarvioita ei tässä raportissa esitetä.

Vesinäytteiden tutkimisessa käytettiin vesiviranomaisten hyväksymiä menetelmiä. Vesinäytteet on ottanut ja analysoinut Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys ry ja vuodesta 2000 lähtien Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T101, joka täyttää standardin ISO/IEC 17025 vaatimukset. Laboratorion voimassaoleva pätevyysalue löytyy FINAS-akkreditointipalvelun internet-sivuilta: www.finas.fi kohdasta Akkreditoitut toimielimet » Testauslaboratoriot.

TAULUKKO 1. Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistyksen käyttämä jokivesistöjen tilaluokitus.

Jokivesistöjen tilaluokitus	BOD ₇ /BOD _{7ATU} mg/l	NH ₄ -N µg/l
Puhdas	0-2	< 100
Lievästi likaantunut	2-5	100-500
Likaantunut	5-10	500-1000
Voimakkaasti likaantunut	>10	>1000

3. TUTKIMUSTEN TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Sorrin kaatopaikan velvoitetarkkailutuloksia havaintopaikasta 1 (oja koilliseen) ja havaintopaikasta 2 (oja länteen) vuosilta 1986–2009 on esitetty kuvissa 1, 2, 3 ja 4 sekä taulukoissa 2 ja 3.

3.1. Ravinteet

Kaatopaikan toiminnan aikana vuosina 1986–1991 etenkin koilliseen virtaavan ojan typpipitoisuudet ovat olleet erittäin suuria; havaintopaikan kokonais- ja ammoniumtypen pitoisuudet ovat tällöin olleet keskimäärin suurempia kuin esim. vahvassa puhdistamattomassa asumajätevedessä. Länteen virtaavan ojaveden typpipitoisuudet ovat olleet selvästi koillista ojaa pienempiä sekä kaatopaikan toiminnan aikana että sulkemisen jälkeen. Kaatopaikan sulkemisen jälkeen kummankin havaintopaikan kokonais- ja ammoniumtypen määrät ovat laskeneet huomattavasti varsinkin 1990-luvun aikana, mutta 2000-luvulla typen pitoisuuksissa ei ole havaittavissa selvää muutossuuntaa. Typpipitoisuuksien laskusta huolimatta kaatopaikan vaikutus on edelleen 2000-luvun tarkkailututkimuksissa ollut selvästi havaittavissa; keskimääräinen ammoniumtypen pitoisuus on ilmentänyt voimakasta likaantuneisuutta kummassakin ojassa. Koilliseen virtaavan ojan keskimääräinen (mediaani) ammoniumtypen pitoisuus 2000-luvulla on ollut jopa suurempi kuin esim. riskikaatopaikatutkimuksessa keskimäärin.

Typen lisäksi myös fosforipitoisuudet ovat olleet hyvin suuria kaatopaikan toiminnan aikana. Kummassakin ojassa fosforipitoisuudet näyttäisivät laskeneen nopeasti kaatopaikan sulkemisen jälkeen. Kuten lähes kaikkien muiden tutkittujen ominaisuuksien kohdalla, fosforin määrä on ollut keskimäärin suurempi koilliseen virtaavassa ojassa verrattuna länteen virtaavaan ojaan kaikkien vertailujaksojen aikana. 2000-luvulla koilliseen virtaavan ojan fosforin määrä on edelleen ollut koholla mahdollisesti kaatopaikan vaikutuksista johtuen; keskimääräinen pitoisuus on vastannut erittäin rehevien järvien lukemia ja vesien yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukaan sijoittunut huonoon luokkaan. Länteen virtaavassa ojassa 2000-luvun keskimääräinen fosforipitoisuus on vastannut reheville järville tyypillisiä lukemia ja yleisen käyttökelpoisuuden osalta ollut välttävällä tasolla.

Ammoniumtyppi saattaa näkyä kaatopaikkojen suotovesissä vielä vuosikymmeniä muiden pilaantuneisuutta osoittavien aineiden vähenemisen jälkeen ja on siten hyvä kaatopaikan vaikutuksia kuvaava muuttuja. Kaatopaikan suotovesissä esiintyvistä tyyppistä suuri osa on ammoniumtypen muodossa, kuten Sorrin kaatopaikallakin.

3.2. Sähkönjohtavuus ja pH

Ennen kaatopaikan sulkemista sähkönjohtavuusarvot ovat olleet koilliseen virtaavassa ojassa ajoittain hyvin suuria kaatopaikan vaikutuksista johtuen, mutta sulkemisen jälkeen ojaveden sähkönjohtavuus on laskenut. Jostain syystä länteen virtaavan ojan sähkönjohtavuusarvot nousivat kaatopaikan sulkemisen jälkeen. Vuosien 1991–2001 välillä läntisen ojan sähkönjohtavuus näyttäisi kuitenkin olevan laskusuunnassa, kun taas vuosien 2004–2009 aikana arvot ovat pysytelleet samalla tasol-

la. Koilliseen virtaavassa ojassa sähkönjohtavuusarvot ovat keskimäärin olleet länteen virtaavaa ojaa suurempia. Kummassakin ojassa sähkönjohtavuus on ollut 2000-luvulla suurempi kuin luonnontilaisissa ojavesissä yleensä ja samaa suuruusluokkaa riskikaatopaikkatutkimuksessa (Assmuth ym. 1990) havaittuihin keskimääräisiin arvoihin nähden.

Tutkituissa havaintopaikoissa ojaveden pH-arvot ovat olleet lähellä neutraalia koko tutkimusjakson 1986–2009 aikana, eikä kaatopaikan vaikutusta ole nähtävissä. pH-arvoissa ei ole havaintopaikkojen välisiä eroja.

3.3. Hapenkulutus

Biologista hapenkulutusta kuvaava BOD₇-arvo on koilliseen virtaavassa ojassa kaatopaikan toiminnan aikana ollut keskimäärin voimakkaasti likaantuneille ojavesille tyypillinen, kun taas länteen virtaavassa ojassa BOD₇-arvo on ollut tällöin pienempi ja ilmentänyt likaantuneisuutta. Vuonna 1993 siirryttiin käyttämään BOD_{7ATU}-menetelmää, joka antaa BOD₇-menetelmään verrattuna alhaisempia arvoja. Kaatopaikan sulkemisen jälkeen 1990-luvulla koillisen ojan keskimääräinen BOD_{7ATU}-arvo on ollut likaantuneille vesille ominainen länteen virtaavan ojan arvon ilmentäessä lievää likaantuneisuutta. 2000-luvulla kummankin ojan biologinen hapenkulutus on ollut keskimäärin tyypillistä lievästi likaantuneille ojavesille; edelleen koilliseen virtaavan ojan arvot ovat olleet suurempia länteen virtaavaan ojaan verrattuna.

Kemiallista hapenkulusta kuvaava COD_{Mn}-arvo on koilliseen virtaavassa ojassa ollut kaatopaikan toiminnan aikana selvästi suurempi kuin sulkemisen jälkeen. Sulkemisen jälkeen koillisen ojan COD_{Mn}-arvot pienenevät nopeasti, mutta 1990- ja 2000-lukujen keskimääräisissä lukemissa ei ole ollut suurta eroa. Länteen virtaavassa ojassa COD_{Mn}-arvo on ollut koko tarkkailujakson aikana keskimäärin pienempi koilliseen virtaavaan ojaan verrattuna. Länteen virtaavan ojan arvoissa ei ole havaittavissa selvää muutossuuntaa; 2000-luvun keskimääräiset lukemat ovat samansuuriset kuin kaatopaikan toiminnan aikana.

Kemiallista hapenkulusta kuvaava COD_{Mn}-arvo kuvaa lähinnä orgaanisen ja muiden kemiallisesti hapettuvien aineiden määrää vedessä. COD_{Mn}-arvo saattaa nousta kaatopaikan vaikutuksista johtuen, mutta hapenkulutus voi lisääntyä myös muun muassa luonnontilaisten vesien humuspitoisuuden seurauksena. Biologinen hapenkulutus (BOD) kuvaa vedessä olevan helposti hajoavan orgaanisen aineksen määrää. Suotoveden BOD-arvo pienenee kaatopaikkajätteen vanhetessa.

3.4. Sameus ja kiintoaine

Kaatopaikan toiminnan aikaisten tarkkailukertojen perusteella ojavesien sameusarvot ovat olleet pääosin melko alhaisia. Kummassakin havaintopaikassa veden sameusarvot näyttäisivät kuitenkin kasvaneen kaatopaikan sulkemisen jälkeen. Samalla vuoden sisäinen vaihtelu tutkimuskertojen välillä on suurentunut. Koilliseen virtaavan ojan sameusarvot ovat olleet koko tutkimusjakson aikana keskimäärin länteen virtaavan ojan sameusarvoja suurempia.

Kiintoainepitoisuudet ovat olleet suurimmillaan molemmissa havaintopaikoissa kaatopaikan toiminnan aikana. Kaatopaikan sulkemisen jälkeen kiintoaineen määrä on laskenut muutamassa vuodessa melko alhaiselle tasolle, ja on pysynyt melko pienenä sen jälkeen. Vuoden 2005 jälkeen kiintoainepitoisuudet ovat kuitenkin ajoittain olleet suuria erityisesti länteen virtaavassa ojassa, jossa myös sameusarvot ovat olleet koholla.

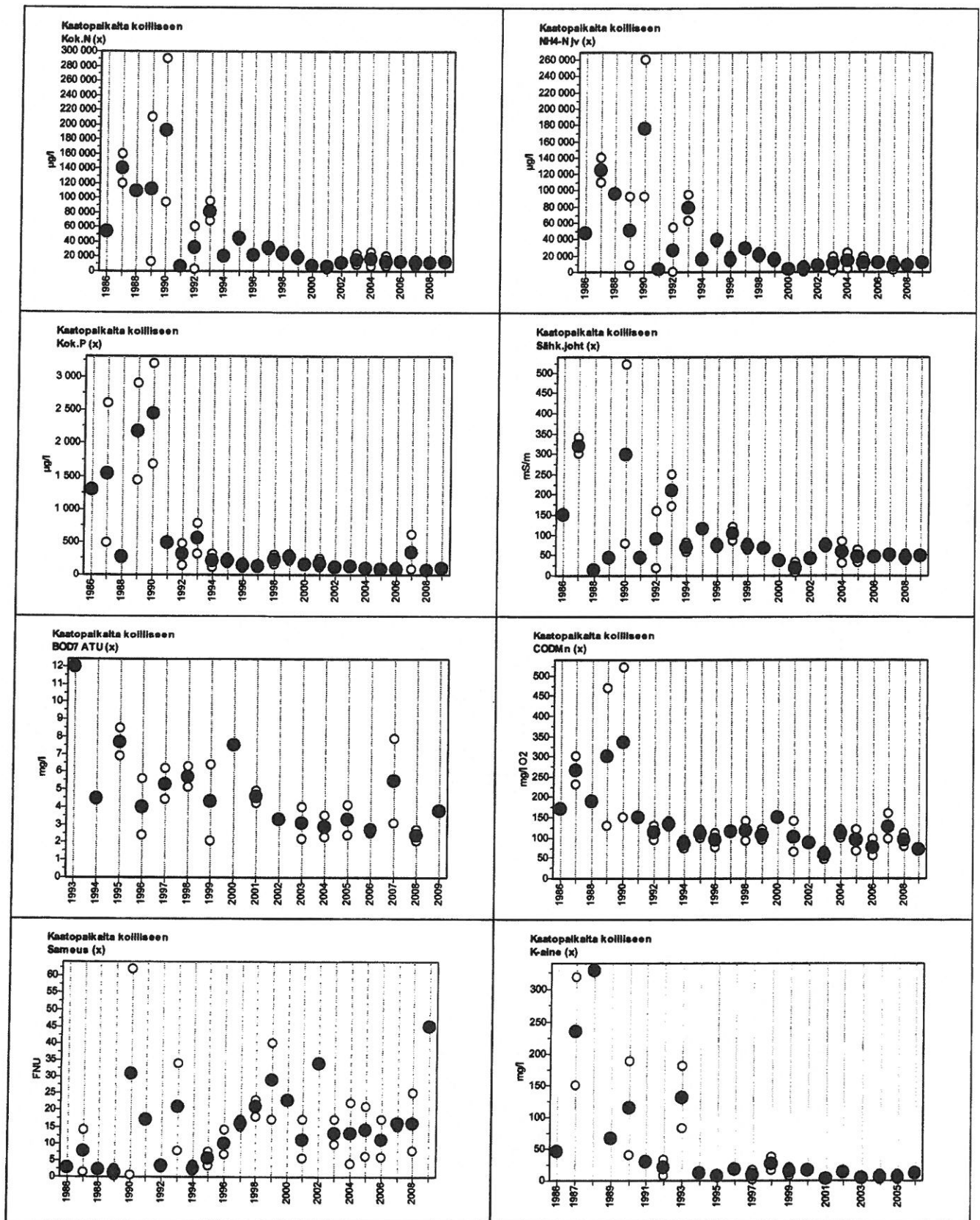
Sameuden ja kiintoaineen suureneminen saattaa johtua kaatopaikan peittämisessä käytetyn aineksen huuhtoutumisesta tutkittaviin ojiin.

3.5. Metallit

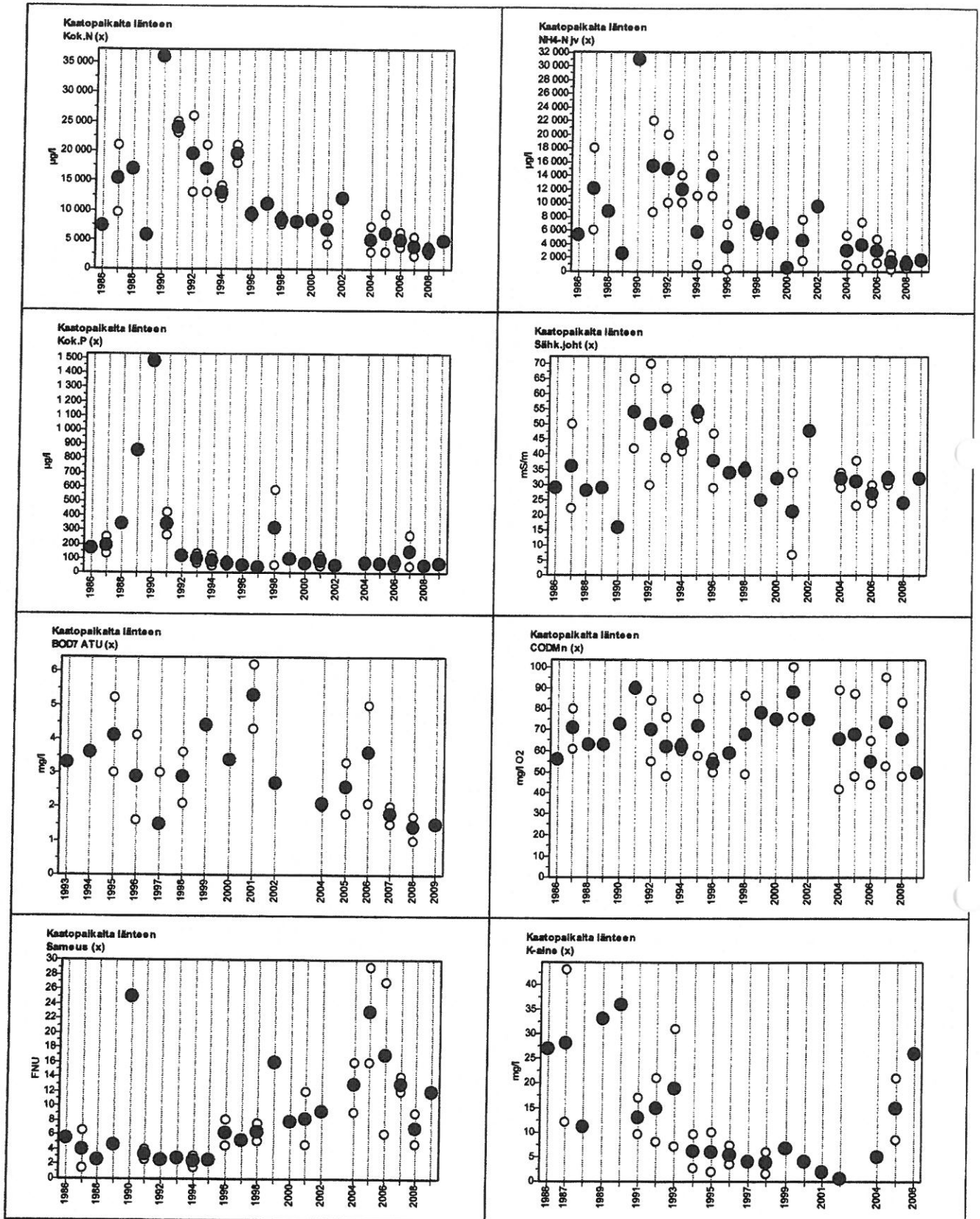
Ennen kaatopaikan sulkemista tarkkailtavissa ojissa havaittiin ajoittain suuria metallipitoisuuksia. Koilliseen virtaavassa ojassa kromin, lyijyn ja sinkin keskimääräiset pitoisuudet vuosina 1986–1991 olivat suurempia kuin esim. riskikaatopaikkatutkimuksessa havaitut lukemat. Myös länteen virtaavassa ojassa kromin ja lyijyn keskimääräiset pitoisuudet ennen kaatopaikan sulkemista olivat riskikaatopaikkatutkimuksen tuloksiin verrattuna suurempia, mutta kuitenkin alhaisempia kuin koilliseen virtaavassa ojassa.

Kaatopaikan sulkemisen jälkeen metallipitoisuudet ovat pääosin laskeneet melko nopeasti kummassakin havaintopaikassa eikä yksittäisiä suuriakaan pitoisuuksia ole havaittu. Ainoastaan länteen virtaavan ojan nikkelpitoisuuksissa ei ole ollut havaittavissa selvää laskusuuntaa, mutta pitoisuudet ovat kuitenkin pienempiä kuin esim. yksittäiselle talousvesikaivolle asetettu vaatimusero (nikkeli: 20 µg/l; Sosiaali- ja terveysministeriön asetus N:o 401/2001). Kuparipitoisuuksissa ei ole sulkemisen jälkeen tapahtunut suuria muutoksia, vaan arvot ovat pysyneet samalla tasolla vuosina 1992–99 ja 2000–09. Ojavesien kromipitoisuudet ovat 2000-luvun tutkimuskerroilla olleet luonnontilaisia ojavesiä ja esim. Eurajoen alaosan vuosien 2001–2008 keskimääräisiä kromipitoisuuksia suurempia (OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu, 2.7.2009), mikä viittaa kaatopaikan vaikutuksiin. Kromipitoisuudet ovat kuitenkin selvästi mm. yksittäiselle talousvesikaivolle asetettuja vaatimuseroja (kromi: 50 µg/l) pienempiä, joten kromista ei aiheutune terveys- eikä ympäristöhaittoja. Lyijypitoisuudet ovat olleet molemmissa havaintopaikoissa 2000-luvulla pieniä ja useilla tutkimuskerroilla alle määrittysrajan.

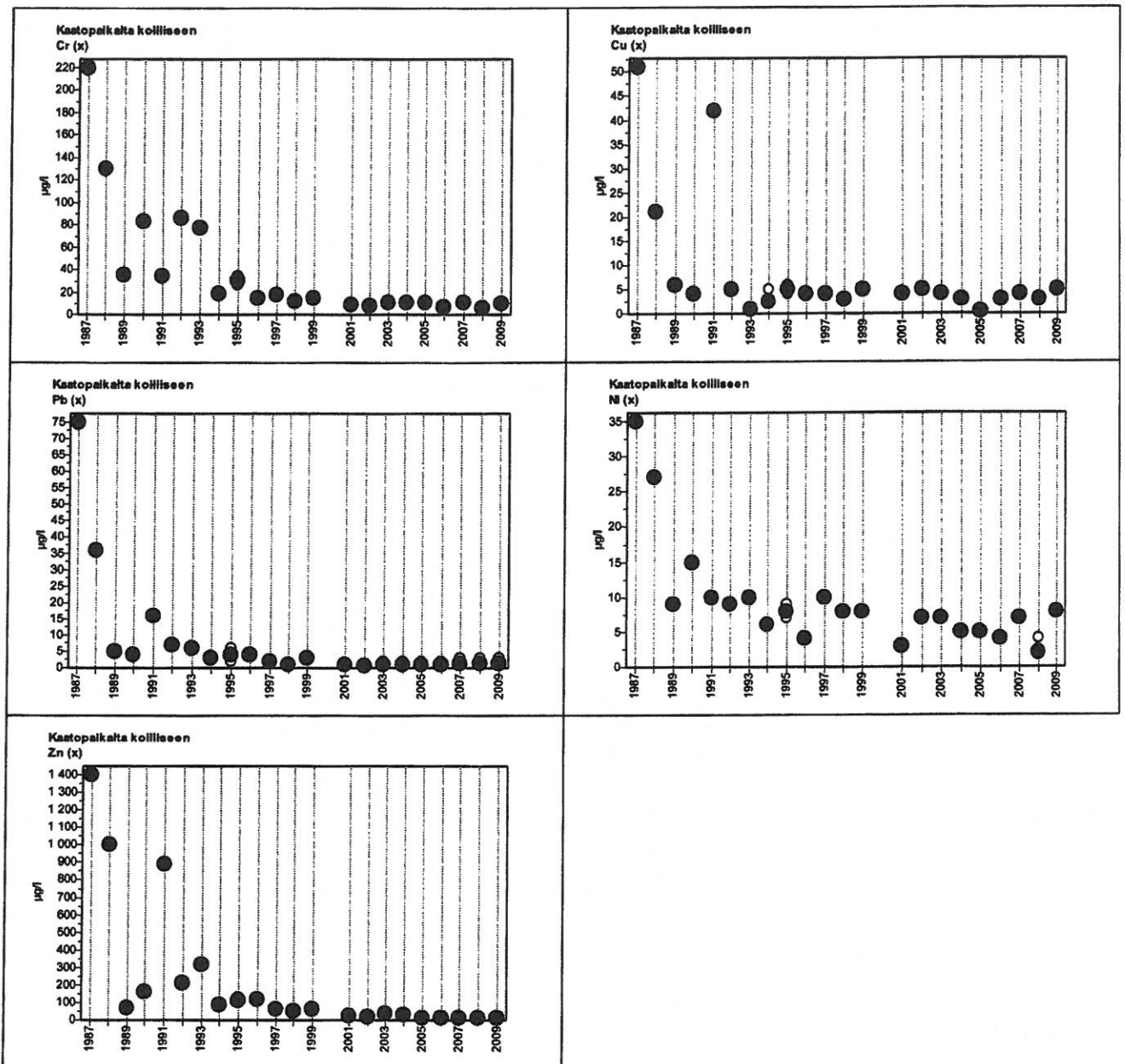
Kaatopaikkavesi on yleensä lievästi hapanta, mikä osaltaan edesauttaa metallien liukenemista veteen. Kaatopaikkavesissä on yleensä runsaasti rautaa, mangaania ja raskasmetalleista sinkkiä. Sorrin kaatopaikan tarkkailututkimuksissa ei ole seurattu ojavesien rauta- ja mangaanipitoisuuksia.



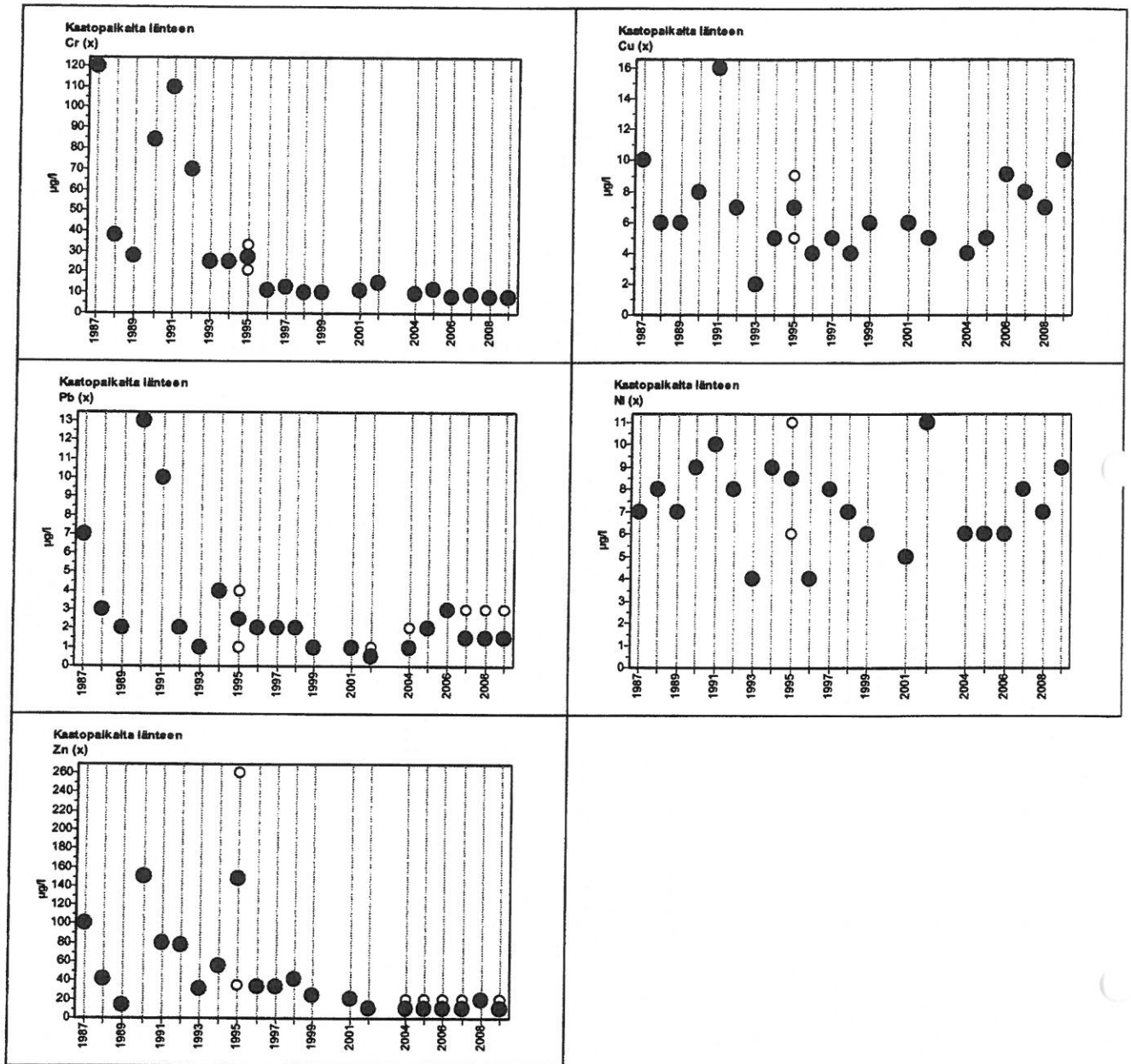
KUVA 1. Havaintopaikan 1 (oja kaatoaikalta koilliseen) vedenlaatutuloksia vuosilta 1986–2009. Musta symboli kuvaa vuoden keskiarvoa ja valkoiset symbolit vuoden tutkimuskertojen yksittäisiä tuloksia. Huom. BOD₇ATU-arvon asteikko alkaa vuodesta 1993.



KUVA 2. Havaintopaikan 2 (oja kaatopaikalta länteen) vedenlaatutuloksia vuosilta 1986–2009. Musta symboli kuvaa vuoden keskiarvoa ja valkoiset symbolit vuoden tutkimuskertojen yksittäisiä tuloksia. Huom. BOD_{7ATU}-arvon asteikko alkaa vuodesta 1993.



KUVA 3. Havaintopaikan 1 (oja kaatoaikalta koilliseen) metallipitoisuuksia vuosilta 1986–2009. Musta symboli kuvaa vuoden keskiarvoa ja valkoiset symbolit vuoden tutkimustulosten yksittäisiä tuloksia.



KUVA 4. Havaintopaikan 2 (oja kaatopaikalta länteen) metallipitoisuuksia vuosilta 1986–2009. Musta symboli kuvaa vuoden keskiarvoa ja valkoiset symbolit vuoden tutkimuskertojen yksittäisiä tuloksia.

TAULUKKO 2. Havaintopaikan 1 eli koilliseen virtaavan ojan velvoitetarkkailujen tuloksia. Vuosien 1986–1991 keskimääräiset (x =keskiarvo, $med.$ =mediaani) tulokset kuvaavat kaatopaikan toiminnan aikaista vedenlaatua, vuodet 1992–1999 ja 2000–2009 kaatopaikan sulkemisen jälkeistä kehitystä. Tuloksia vertaillaan ns. riskikaatopaikkatutkimuksen (Assmuth ym. 1990) tuloksiin, (max =maksimiarvo).

Ominaisuus	yksikkö	Havaintopaikka 1, oja koilliseen						Riskikaatopaikkatutkimus		
		1986–1991		1992–1999		2000–2009		x	med.	max.
		x	med.	x	med.	x	med.			
Sameus	FNU	11	2,6	13	11	17	17			
Kiintoaine	mg/l	137	67	29	16	7,1	7,4	160	150	820
Sähkönjohtavuus	mS/m	170	78	100	82	47	46	45	27	550
pH		6,9	6,9	7,0	6,9	6,8	6,8		7,0	8,7
COD _{Mn}	mg/l O ₂	257	190	109	110	96	96	55	36	310
BOD ₇	mg/l	37	37							
BOD _{7ATU}	mg/l			5,9	5,9	3,7	3,3	55	22	490
Kokonaistyyppi	µg/l	117556	110000	34694	25500	12100	11000			
Ammoniumtyppi	µg/l	94367	93000	30071	22000	9199	8400	33000	6400	340000
Kokonaisfosfori	µg/l	1594	1430	257	200	138	110			
Kromi	µg/l	100	83	34	19	9,3	10	71	15	7000
Kupari	µg/l	25	21	3,8	4,0	3,5	4,0	22	20	190
Lyijy	µg/l	27	16	3,8	3,0	1,1	1,0	0,7	3	63
Nikkeli	µg/l	19	15	7,9	8,0	5,3	5,0	260	12	3200
Sinkki	µg/l	704	890	126	100	18	10	1200	90	110000

TAULUKKO 3. Havaintopaikan 2 eli länteen virtaavan ojan velvoitetarkkailujen tuloksia. Vuosien 1986–1991 keskimääräiset (x =keskiarvo, $med.$ =mediaani) tulokset kuvaavat kaatopaikan toiminnan aikaista vedenlaatua, vuodet 1992–1999 ja 2000–2009 kaatopaikan sulkemisen jälkeistä kehitystä. Tuloksia vertaillaan ns. riskikaatopaikkatutkimuksen (Assmuth ym. 1990) tuloksiin, (max =maksimiarvo).

Ominaisuus	yksikkö	Havaintopaikka 2, oja länteen						Riskikaatopaikkatutkimus		
		1986–1991		1992–1999		2000–2009		x	med.	max.
		x	med.	x	med.	x	med.			
Sameus	FNU	6,6	4,4	4,8	3,1	13	12			
Kiintoaine	mg/l	24	22	8,6	6,9	8,2	4,6	160	150	820
Sähkönjohtavuus	mS/m	35	29	43	40	29	30	45	27	550
pH		6,9	6,7	7,0	6,9	6,9	6,9		7,0	8,7
COD _{Mn}	mg/l O ₂	72	68	65	60	69	75	55	36	310
BOD ₇	mg/l	7,8	5,9							
BOD _{7ATU}	mg/l			3,2	3,5	2,7	2,1	55	22	490
Kokonaistyyppi	µg/l	18100	19000	13721	12500	5647	4800			
Ammoniumtyppi	µg/l	12825	8750	9077	9350	3031	1700	33000	6400	340000
Kokonaisfosfori	µg/l	488	300	115	75	77	60			
Kromi	µg/l	76	84	24	21	10	9,4	71	15	7000
Kupari	µg/l	9,2	8,0	5,2	5,0	6,8	6,5	22	20	190
Lyijy	µg/l	7,0	7,0	2,1	2,0	1,5	1,5	0,7	3	63
Nikkeli	µg/l	8,2	8,0	7,0	7,0	7,3	6,5	260	12	3200
Sinkki	µg/l	77	80	66	35	13	10	1200	90	110000

4. YHTEENVETO

Rauman Sorrin vuonna 1991 suljetun kaatopaikan vaikutus on havaittavissa kaatopaikalta virtaavien ojavesien laadussa 2000-luvun tarkkailututkimuksissa. Vaikutukset ovat nähtävissä voimakkaammin kaatopaikalta koilliseen virtaavassa ojassa länteen virtaavaan ojaan verrattuna. Tutkittujen havaintopaikkojen vedenlaatu on pääosin parantunut kaatopaikan sulkemisen jälkeen; kaatopaikan vaikutusta kuvaavat vedenlaatumuuttujat ovat 2000-luvulla selvästi pienempiä kuin kaatopaikan toiminnan aikana ja 1990-luvulla. Kaatopaikan kuormittavaa vaikutusta ei ole pystytty luotettavasti arvioimaan, koska ojien virtaamamittauksiin käytettävät kolmiomittauspadot ovat olleet epäkuntoisia. Kaatopaikalta koilliseen johtavassa ojassa on kenttähavaintojen mukaan yleensä ollut länteen virtaavaa ojaa vähäisempi virtaama.

Sorrin kaatopaikan vaikutus näkyy tutkituista muuttujista parhaiten ojavesien suuriina ammoniumtyypen pitoisuuksina. Ammoniumtyypen pitoisuudet ovat kaatopaikalta lähteivissä ojissa laskeneet kaatopaikan toiminnan aikaisista lukemista, mutta ilmentävät 2000-luvun tutkimuksissa edelleen voimakasta likaantuneisuutta. Kaatopaikalta koilliseen johtavassa ojassa typen pitoisuudet ovat olleet selvästi länteen johtavaa ojaa suurempia sekä kaatopaikan toiminnan aikana että sen sulkemisen jälkeisinä vuosina. Typen lisäksi myös fosforin pitoisuudet ovat etenkin koilliseen virtaavassa ojassa olleet 2000-luvulla koholla mahdollisesti kaatopaikan vaikutuksista johtuen. Biologisen hapenkulutuksen perusteella kummankin ojan vesi on ollut 2000-luvulla keskimäärin lievästi likaantuneille ojavesille tyypillistä.

Suurten ammoniumtyyppipitoisuuksien lisäksi kohonneet sähkönjohtavuusarvot ja kloridipitoisuudet ovat kaatopaikkavesille tyypillisiä. Sorrin kaatopaikalta koilliseen virtaavan ojaveden sähkönjohtavuusarvo on selvästi pienentynyt kaatopaikan sulkemisen jälkeen, mutta on ollut 2000-luvulla edelleen koholla luonnontilaisiin ojavesiin verrattuna. Kloridia käytetään yleisesti kaatopaikkavesien indikaattorina, mutta Sorrin kaatopaikalta kloridin pitoisuuksia ei ole mitattu.

Tutkitut metallipitoisuudet ovat pääosin laskeneet melko nopeasti kummassakin ojahavaintopaikassa kaatopaikan sulkemisen jälkeen, ja ovat olleet 2000-luvulla esimerkiksi talousvedelle asetettuja raja-arvoja pienempiä. PCB-yhdisteiden pitoisuuksia on tutkittu kertaluontoisesti tarkkailun alkuaikoina. Muita haitta-aineita ei ole tutkittu.

Sorrin kaatopaikalta virtaavien ojavesien bakteerimääriä ei ole tutkittu. Pitkään suljettuina olleiden kaatopaikkojen pintavesissä havaitut bakteerimäärät ovat kuitenkin yleensä alhaisia, joten todennäköisesti Sorrin kaatopaikasta ei aiheudu hygieenistä haittaa alueen pinta- eikä pohjavesille.

Sorrin kaatopaikan velvoitetarkkailuun ei ole sisällytetty pohjavesitutkimuksia. Kaatopaikan mahdollisia vaikutuksia alueen pohjavesiin olisi hyvä tutkia.

Turussa 10. heinäkuuta 2009



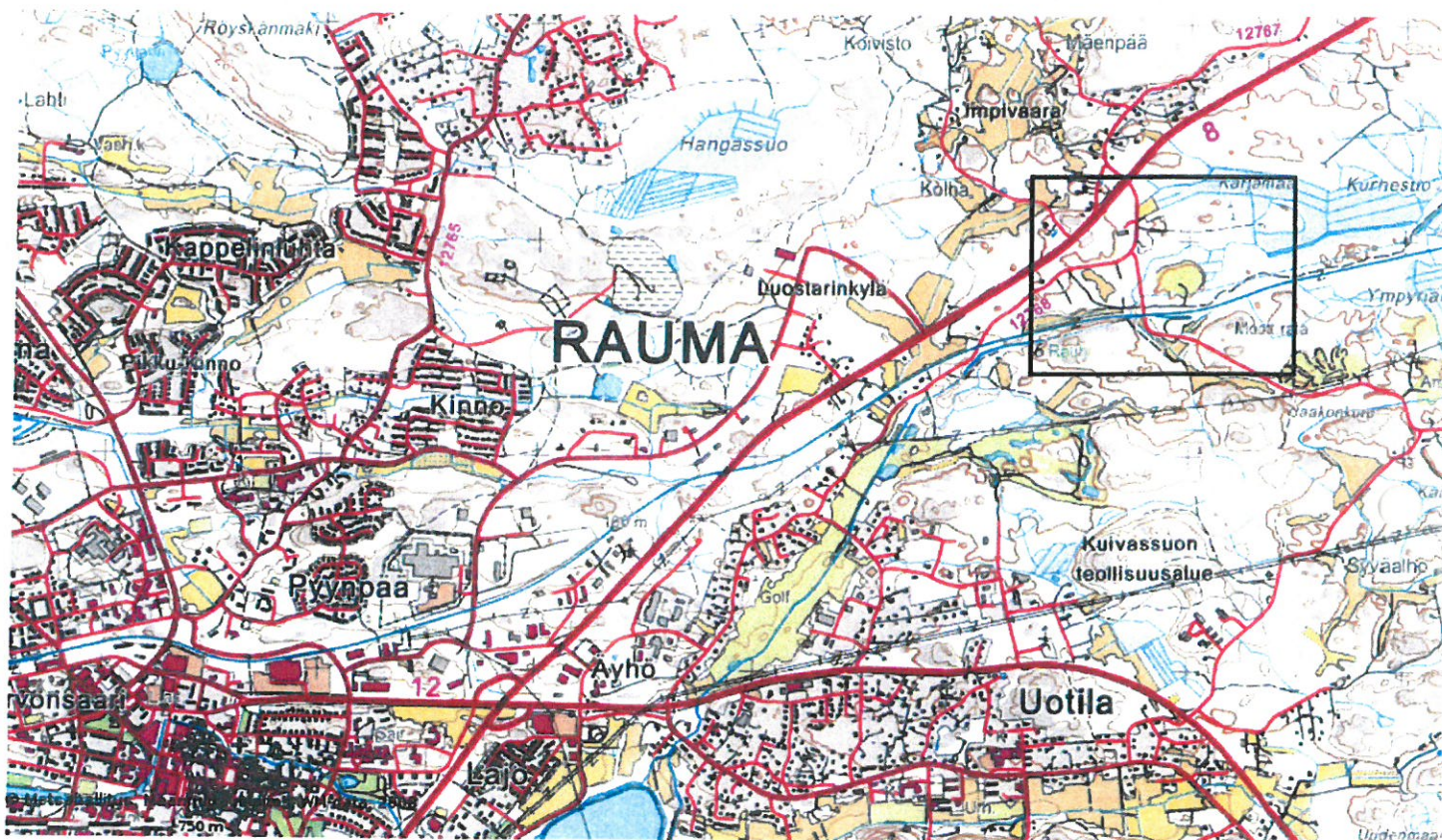
Sari Koivunen
vs. biologi



Kari Lehtonen
tutkimuspäällikkö

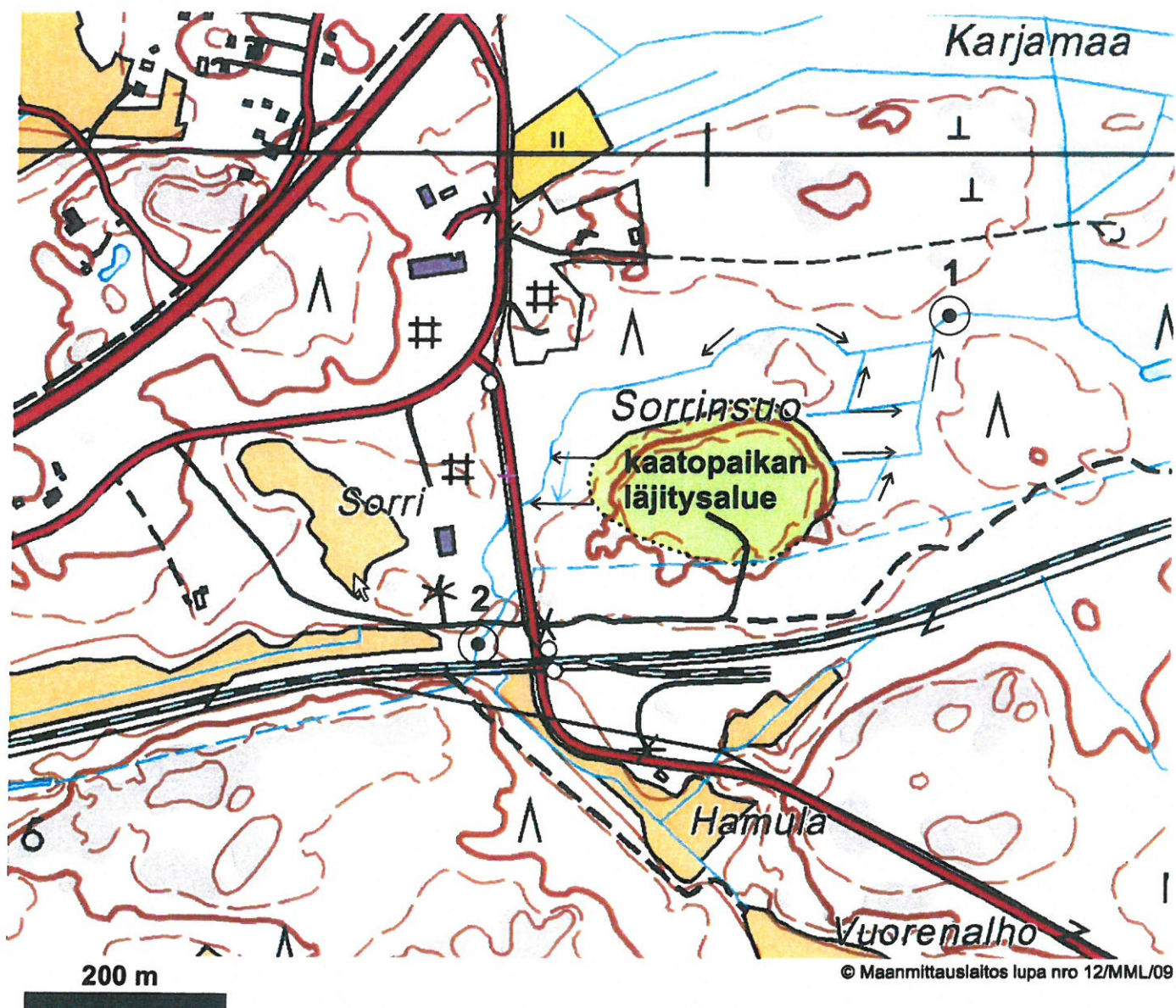
5. KIRJALLISUUS

- Assmuth, T., Poutanen, H., Strandberg, T., Melanen, M., Penttilä, S. & Kalevi, K. 1990. Kaatopaikkojen ongelmajätteen ympäristövaikutukset: riskikaatopaikkatutkimuksen pääraportti. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisu, Sarja A 67. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki.
- Assmuth, T. 1991. Kaatopaikkojen ja saastuneiden maa-alueiden terveys- ja ympäristöriskit ja riskienhallinnan rationaaliset perusteet. Kemia-Kemi 18, 792-798.
- Christensen, TH., Kjeldsen, P., Berg, PL., Jensen, DL., Christensen, JB., Baun, A. & Albrechtsen, JB. 2001. Review. Biogeochemistry of landfill leachate plumes. Applied Geochemistry 16: 659-718.
- El-Fadel, M., Findikakis, AN. & Leckie, JO. 1997. Environmental impacts of solid waste landfilling. Journal of Environmental Management 50: 1-25.
- OIVA - ympäristö- ja paikkatietopalvelu, 2.7.2009
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus N:o 401/2001 pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. Helsinki 2001.
- Suomen ympäristökeskus, 2001. Kaatopaikkojen lopettamisopas. Ympäristöopas nro 89. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.



© Maanmittauslaitos lupa nro 12/MML/09

Sorin kaatopaikan sijainti Rauman kaupungissa



Rauman Sorrin kaatopaikan tarkkailututkimuksen havaintopaikat

