

KOKEMÄENJOEN SEDIMENTTITUTKIMUS:

**LOPPURAPORTTI ÄETSÄN – HUITTISTEN KARHINIEMEN ALUEEN
SEDIMENTTITUTKIMUKSESTA**



Biota BD Oy, 2001

1. JOHDANTO	2
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	3
2.1. TUTKIMUSALUE	3
2.2. SYVYYS- JA POHJAKARTOITUS	5
2.3. NÄYTTEENOTTO JA ANALYYSIMENETELMÄT	6
2.3.1. Näytteenotto	6
2.3.2. Sedimentin fysikaaliset ominaisuudet	9
2.3.3. Alkuaineet	10
2.3.4. Elohopea	10
2.3.5. PCB, dioksiinit ja furaanit	11
2.3.6. PAH-yhdisteet	11
3. TULOKSET	12
3.1. SYVYYSKARTOITUS	12
3.2. SEDIMENTIN FYSIKAALISET OMINAISUUDET	19
3.3. RANTAEROOSIOALUEET	20
3.4. RASKASMETALLIT	22
3.5. PAH-YHDISTEET	23
3.6. PCB, DIOKSIINIT JA FURAANIT	24
4. TULOSTEN TULKINTA	25
4.1. SEDIMENTIN HAITTA-AINE PITOISUUDET	25
4.1.1. Arseni	25
4.1.2. Elohopea	27
4.1.3. Kadmium	29
4.1.4. Kromi	31
4.1.5. Kupari	33
4.1.6. Nikkeli	35
4.1.7. Lyijy	37
4.1.8. Sinkki	39
4.1.9. Orgaaniset haitta-aineet	41
4.2. KERROSTUMISALUEET	41
4.3. RANTAEROOSIOALUEET SEKÄ KIINTOAINESKULKEUMA PELLOILTA	42
4.4. SEDIMENTTIPROFIILIT	42
4.4.1. Profiili 1	42
4.4.2. Profiili 2	44
4.4.3. Profiili 5	45
4.4.4. Profiili 16	47
4.4.5. Profiili 31	48
4.5. HAITTA-AINEIDEN ESIINTYMINEN SEDIMENTISSÄ	50
4.6. ELOHOPEAPITOISUUDEN AIHEUTTAMA RISKI	51
5. YHTEENVETO	52
6. LÄHDELUETTELO	53

1. JOHDANTO

Kokemäenjoki oli 1960 - 1980 -lukujen välisenä aikana yksi Suomen kuormitetuimmista vesistöistä. Sen varrella sijaitseva asutus, teollisuus ja maanviljely saattoivat joen huonoon kuntoon. Veden laatu oli heikko; ravinne- ja elohopeapitoisuudet olivat korkeat (Oravainen 1991). Veden lisäksi myös Kokemäenjoen pohjasedimentit olivat heikkokuntoisia ja elohopean kuormittamia (Häkkilä 1987). Kokemäenjoen vesien suojelemiseksi tehty työ on ollut tuloksekasta: ravinnepitoisuudet ovat laskeneet (Oravainen 1992, 1993, 1994, 1996, 1998, 1999, 2000) ja sedimentin laatu kohentunut (Syrjänen 1999). Tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet Kokemäenjoen sedimentin sisältävän vielä jäämiä elohopeakuormituksesta.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa riittävä ja luotettava tutkimusaineisto, joka mahdollistaa Kokemäenjoen sedimenteistä Huittisten Karhiniemen alueella tapahtuvalle raakaveden otolle aiheutuvien riskien määrittämisen. Tutkimuksen tulokset on esitetty tässä loppuraportissa. Tutkimuksen toteutti Turun Seudun Vesi Oy:n tilauksesta Biota BD Oy. Asiantuntijoina tutkimuksessa toimivat Professori Veli-Pekka Salonen sekä FM Mika Mäenpää Turun yliopiston Geologian laitokselta.

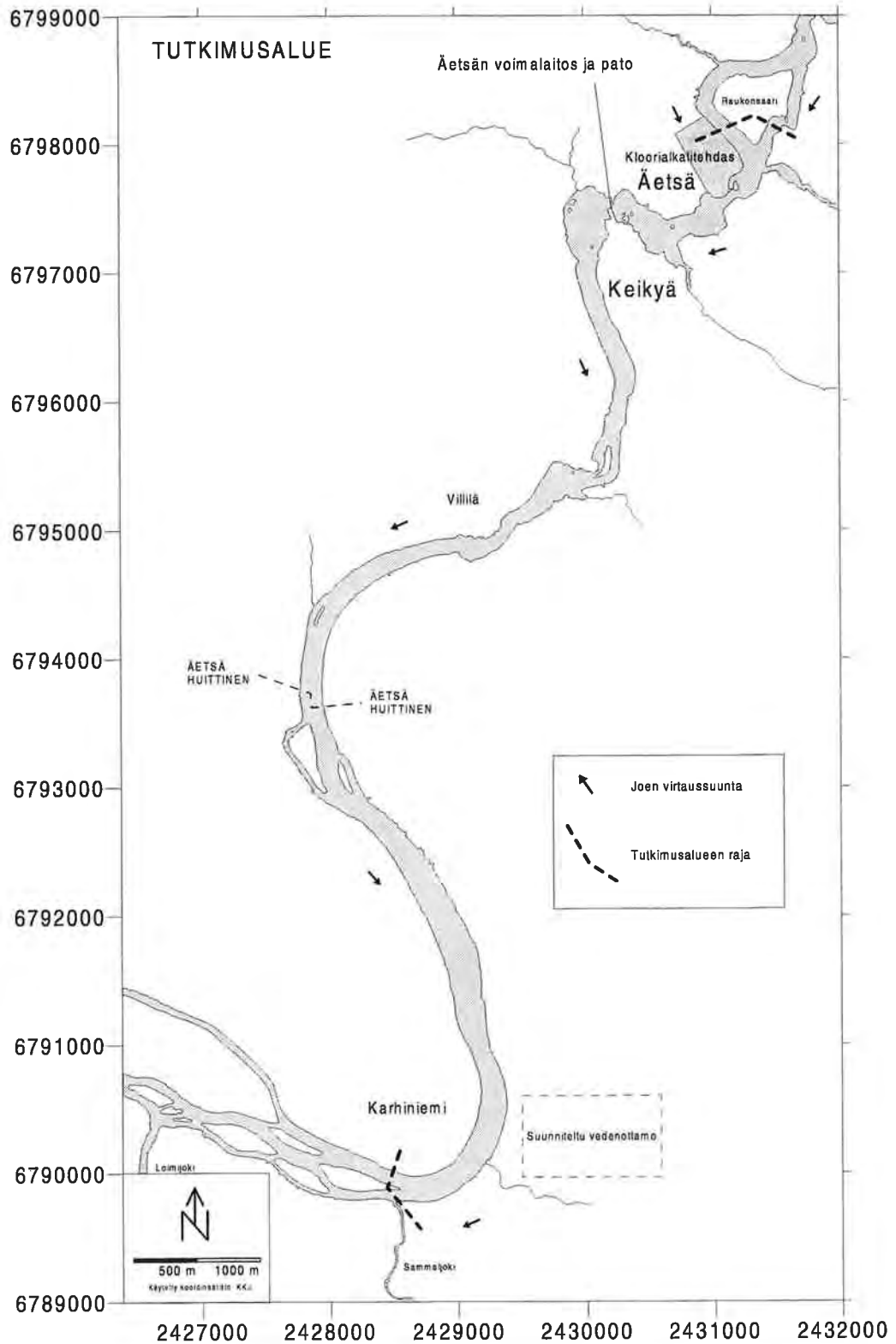
2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. TUTKIMUSALUE

Tutkimusalue käsittää noin 13 km osuuden Kokemäenjokea Äetsän ja Huittisten kuntien alueella. Alue rajautuu pohjoisessa Äetsän Raukonsaaren tasalle ja etelässä Huittisten Karhiniemen sillalta noin 500 m länteen sijaitsevan Sammalsaaren ja Sammaljoen tasalle siten että Sammaljoen ja Kokemäenjoen yhtymäkohta ei kuulu tutkimusalueeseen (kuva 1). Pohjoisessa, ylävirran puolella tutkimusalueen rajaamisessa huomioitiin Kokemäenjokea aikaisemmin elohopealla kuormittaneen Finnish Chemicals Oy:n Äetsän kloorialkalitehtaan sijainti sekä se, että mahdolliset Kokemäenjokeen Äetsän yläpuoliselta vesistöalueelta kulkeutuvat ja sedimenttiin sitoutuvat haitta-aineet voidaan havaita Äetsän patoaltaasta tai sen alapuoliselta jokiosuudelta otetuista näytteistä. Etelässä, alavirran suunnalla tutkimusalueen rajan sijoittamisessa huomioitiin raakaveden ottamon suunniteltu sijainti Karhiniemen alueelle.

Kokemäenjoen pääasiallinen virtaussuunta tutkimusalueella on koillisesta kaakkoon. Äetsän padon pohjoispuolella joen leveys vaihtelee välillä 60 – 280 m, ollen tyypillisesti noin 200 m. Padon alapuolisella jokiosuudella joki on leveimmillään aivan Äetsän padon alapuolella missä sillä on leveyttä 360 m. Kapeimmillaan joki on Vuolteen alueella missä se on jakautunut kahdeksi 20 m ja 70 m levyisiksi uomaksi. Padon alapuolisella osuudella Kokemäenjoki on tyypillisesti 150 – 250 m leveä. Raukonsaaren edustalta Karhiniemen sillalle joen putouskorkeus on 6,1 m, josta 5,8 m Äetsän voimalaitoksen kohdalla. Padon alapuolisella jokiosuudella pudotusta on näin ollen 0,3 m. Vuosisadanta koko vesistöalueella on 586 mm, mistä lunta 30 – 40 % (Vesihallitus 1983). Kokemäenjoen keskimääräinen virtaama on tutkimusalueen yläpuolisessa mittauspisteessä Hartolankoskessa 1990-luvulla ollut 185 m³/s ja kiintoainespitoisuus 5,2 mg/l. Virtaaman ja kiintoaineksen määrän huippuarvot ajoittuvat lumen sulamisen vuoksi keväeseen. Vuotuisen virtaaman korkein arvo on 1990-luvun aikana ollut keskimäärin 412 m³/s ja kiintoainespitoisuuden keskimääräinen huippuarvo 10,1 mg/l. (Oravainen 1992, 1993, 1994, 1996, 1998, 1999, 2000).

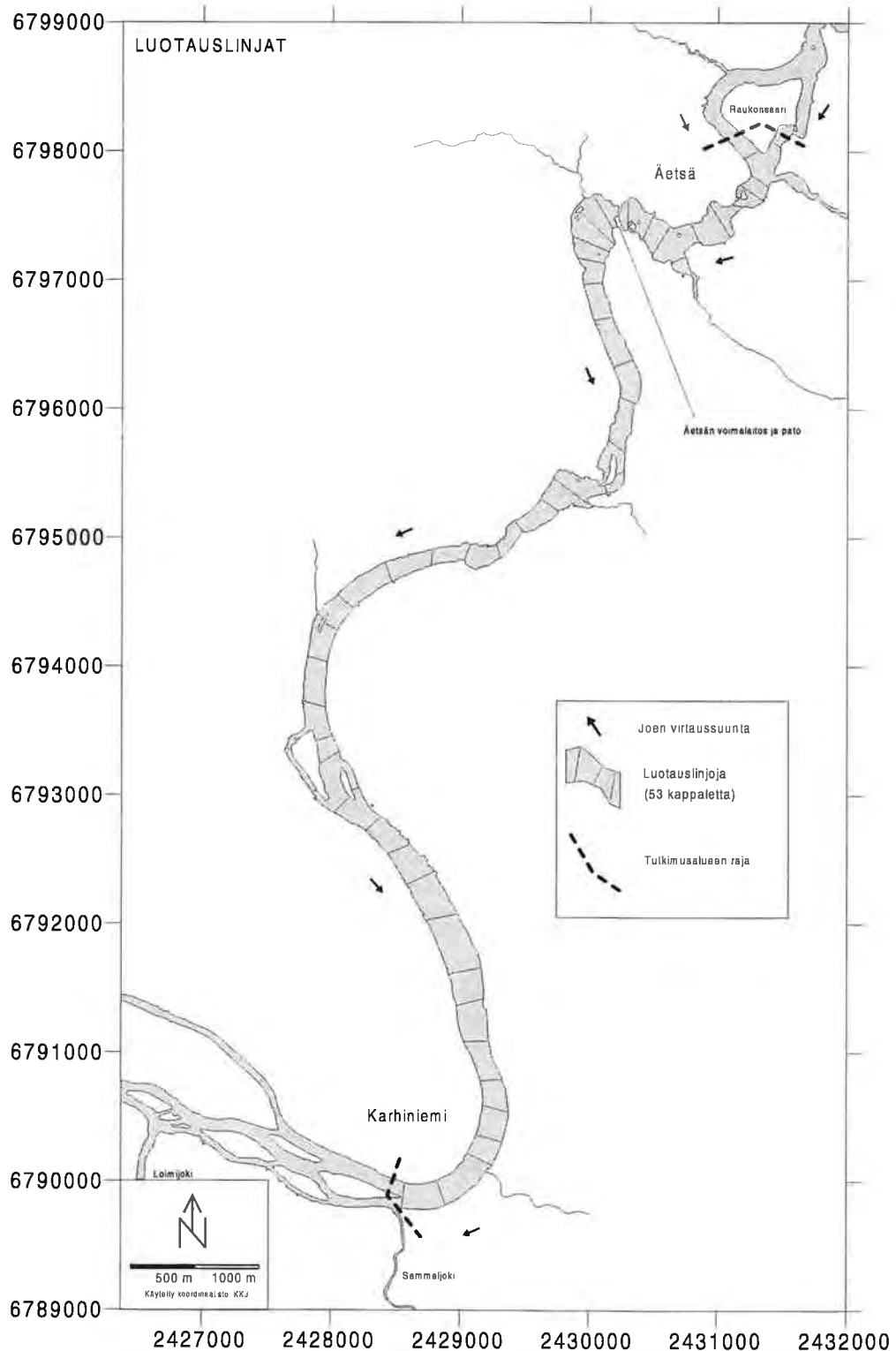
Maaperä, johon joki on alueella uurtanut uomansa, on pääasiallisesti savea tai liejusavea. Alueen eteläosassa Karhiniemessä kulkee luode – kaakko suunnassa jäätikön sulamisvesien kerrostama pitkittäisharju. Kallioalueita esiintyy erityisesti tutkimusalueen pohjoisosassa Keikyässä sekä jonkin verran myös Villilän alueella. (Lindroos 1981). Alueen kallioperä on pääasiallisesti granodioriittia paitsi Äetsän Raukonsaaren ja voimalaitoksen välillä, missä se on peridotiittia (Matisto 1976, 1978). Tässä esitetyn tutkimuksen sekä alueella aikaisemmin tehtyjen raportoimattomien luotausten perusteella joen pohja on pääosin savikkoja paitsi Villilän ja Keikyän alueilla, jossa se on paikoin kalliainen ja karikkoinen. Tutkimusalueella on runsaasti maanviljelystä, erityisesti Äetsän padon alapuolisella osuudella. Asutus on keskittynyt alueen pohjoisosaan.



Kuva 1. Kokemänjoen kulku tutkimusalueella.

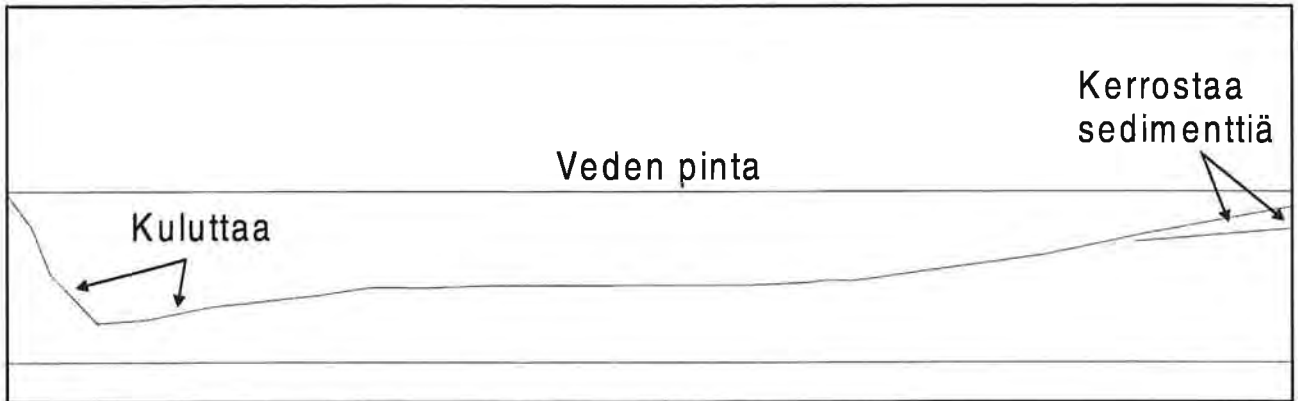
2.2. SYVYYS- JA POHJAKARTOITUS

Kaikuluotauksen tarkoituksena oli kerätä havaintoaineistoa joen uoman muodosta ja pohjan morfologiasta syvyyskartan laadintaa varten sekä kerrostumisalueiden sijainnin määrittämiseksi. Kaikuluotaus toteutettiin veneestä käsin analogisella SI-TEX Honda He-256 kaikuluotaimella. Joen poikki luodattiin 53 linjaa, joiden etäisyys toisistaan oli 200 – 500 m (kuva 2). Linjojen päätepisteet määritettiin GPS –paikantimella ja luotauslinjat sidottiin karttakoordinaatistoon. Luotauslinjat muutettiin syvyyshavaintoaineistoksi, josta ilmeni 2, 4, 6, 8, 10, 12 ja 14 m syvyyspisteiden sijainti karttakoordinaatistossa. Nollasyvyyden havaintopisteinä käytettiin rantaviivaa sekä kareja. Aineistosta laadittiin syvyyskartta Golden Software Inc.:n Surfer 7.0 ohjelmalla.



Kuva 2. Kaikuluotauslinjojen sijainti.

Koska sedimentissä mahdollisesti esiintyvien haitta-aineiden pitoisuuksien voidaan olettaa olevan korkeimmillaan kerrostumisalueella, dynaamisten pohja-alueiden kartoituksessa keskityttiin näiden alueiden paikantamiseen. Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa mahdollisten kerrostumisalueiden paikantaminen tapahtui pääasiassa kaikuluotausprofiilien tulkinnan perusteella (kuva 3). Profiilien tulkinnan tueksi suoritettiin luotauksen yhteydessä pliktausta eli pohjan laatua tarkastelua näytteenottimella. Luotausaineistoa verrattiin myös alueella aikaisemmin toteutettuun raportoimattomaan pohjakartoitukseen. Pohja-alueiden luokittelua tarkennettiin tutkimuksen jälkimmäisessä osassa näytteistä tehtyjen sedimentin fysikaalisten ominaisuuksien määritysten perusteella.



Kuva 3. Luotauslinja Karjusaaren pohjoispuolelta läheltä näytepistettä 16 (näytepisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 4). Kuvassa länsi vasemmalla, syvyysakseli on syvyyserojen esille tuomiseksi liioiteltu kaksinkertaiseksi leveysakseliin nähden. Jokidynamiikan mukaisesti veden virtausnopeus ja samalla joen pohjan kulutus on voimakkaimmillaan joen mutkan ulkoreunalla eli kuvassa vasemmalla. Uoman sisäreunalla eli kuvassa oikealla, virtaus on rauhallisempaa ja kerrostumista voi tapahtua. Kuvan kaikuluotausprofiilia tulkittaessa havaittiin joen uoman itäreunalla muuta pohjaa löyhemmän sedimentin muodostama patja joka tulkittiin joen kerrostamaksi sedimentiksi. Alueelta otettu sedimenttinäyte vahvisti tulkinnan.

2.3. NÄYTTEENOTTO JA ANALYYSIMENETELMÄT

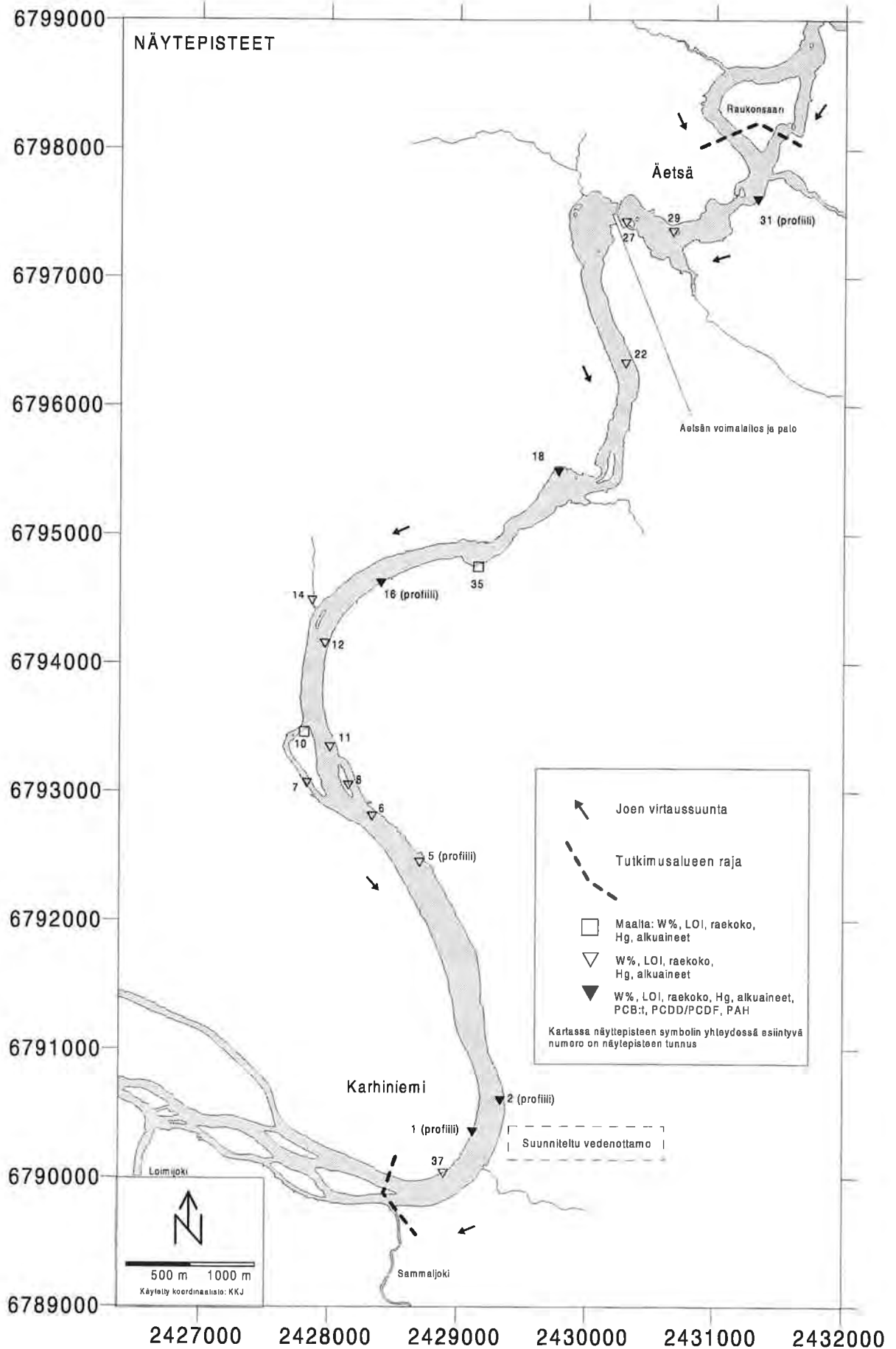
2.3.1. Näytteenotto

Näytteenotto keskitettiin kaikuluotauksen tulkinnan perusteella paikannetuille mahdollisille kerrostumisalueille. Näytteenotto tapahtui sekä venäläisellä suokairalla että viipaloivalla Limnos sedimentti-näytteenottimella. Näytteet pakattiin ilmatiiviisti LD-polyeteeniin Minigrip™ muovipusseihin. Ylimääräinen ilma poistettiin näytepusseista mahdollisimman hyvin. Kutakin analyysiä varten tuleva näyte säilöttiin erikseen. Näytteet säilytettiin pakastettuina ja toimitettiin laboratorioihin analysoitavaksi kylmäpakattuina. Näytteiden merkitsemisessä käytettiin seuraavaa muotoa: Kirjaintunnus näytteen nimen alussa viittaa näytteen analyysin suorittaneeseen tahoon. Kirjaintunnusta seuraa näytepisteen numero ja syvyys, jolta sedimenttinäyte on kerätty. Pintasedimenttinäytteiden yhteydessä syvyyttä ei ole erikseen ilmoitettu. Näyte S-GTK 31/30-40 on siis GTK:lle toimitettu näyte joka on kerätty pisteestä 31 sedimenttisyvyydeltä 30 - 40 cm.

Pintasedimenttinäytteitä (sedimentin ylin 10 cm) kerättiin yhteensä 18 pisteestä. Näistä 15 oli pohjasedimenttinäytteitä Kokemäenjoesta, 2 joen rannalta eroosioalueilta kerättyjä näytteitä, sekä yksi näyte Paskajärvestä Kokemäenjokeen laskevasta joesta. Näytepisteiden sijainti ja näytteistä tehdyt analyysit on esitetty taulukossa 1. Kuvassa 4 on esitetty kartta näytteenottopisteiden sijainnista. Kaikista 18 pintasedimenttinäytteestä analysoitiin vesipitoisuus, hehkutushäviö, raekokojakauma, elohopeapitoisuus sekä alkuaineet ICP-MS ja ICP-AES -menetelmillä. Viidestä näytepisteestä (pisteet 1, 2, 16, 18 ja 31) analysoitiin edellä lueteltujen tekijöiden lisäksi PCDD, PCDF, PCB ja PAH. Kerrostumisalueiden sedimentaatiohistorian tarkastelemiseksi otettiin viidestä näytepisteestä (pisteet 1, 2, 5, 16 ja 31) noin 50 cm mittainen näyte, josta määritettiin 10 cm välein vesipitoisuus, hehkutushäviö, raekokojakauma, elohopeapitoisuus ja alkuaineet. Näytteiden yhteismäärä oli 32, ja tehtyjen analyysien kokonaismäärä oli 170.

Taulukko 1. Näytepisteiden sijainti sekä niistä kerätyt näytteet. Taulukon merkinnät vasemmalta oikealle ovat: näytepisteen numero, ympäristö josta näyte on kerätty, näytteenottopisteen sijainti karttakoordinaatiston (KKJ) mukaisesti, veden syvyys näytteenottopisteessä, sekä tehdyt analyysit. Analyysit on merkitty seuraavasti: raekokojakauma, vesipitoisuus ja hehkutushäviö (Sed. om.), ICP-MS / ICP-AES –menetelmillä määritetyt alkuaine-pitoisuudet (Alkuain.), elohopeapitoisuus (Hg), PCB, dioksiinit ja furaanit (Dioks.) ja PAH-yhdisteet (PAH). Näytteestä tehdyt analyysit on merkitty x:llä.

#	tyyppi	Latitudi	Longitudi	Syvyys	Sed. om.	Alkuain.	Hg	Dioks.	PAH
1	joki	67o 90' 36,7"	24o 29' 12,1"	1.3	x	x	x	x	x
2	joki	67o 90' 61,3"	24o 29' 34,7"	1.1	x	x	x	x	x
5	joki	67o 92' 46,7"	24o 28' 71,4"	0.8	x	x	x	x	x
6	joki	67o 92' 82,7"	24o 28' 33,9"	0.8	x	x	x		
7	joki	67o 93' 07,7"	24o 27' 84,1"	2.3	x	x	x		
8	joki	67o 93' 05,4"	24o 28' 12,1"	0.8	x	x	x		
10	ranta	67o 93' 48,9"	24o 27' 79,9"	-	x	x	x		
11	joki	67o 93' 34,7"	24o 27' 99,8"	0.8	x	x	x		
12	joki	67o 94' 14,7"	24o 27' 96,4"	2.4	x	x	x		
14	sivujoki	67o 94' 49,2"	24o 27' 86,4"	1.1	x	x	x		
16	joki	67o 94' 63,7"	24o 28' 40,1"	1.1	x	x	x	x	x
18	joki	67o 95' 50,1"	24o 29' 78,9"	1	x	x	x		
22	joki	67o 96' 34,9"	24o 30' 30,6"	2.2	x	x	x		
27	joki	67o 97' 43,9"	24o 30' 31,0"	1.5	x	x	x		
29	joki	67o 97' 36,5"	24o 30' 68,8"	0.8	x	x	x		
31	joki	67o 97' 63,4"	24o 31' 36,3"	3.1	x	x	x	x	x
35	ranta	67o 94' 79,3"	24o 29' 16,8"	-	x	x	x		
37	joki	67o 90' 04,2"	24o 28' 89,9"	0.6	x	x	x		



Kuva 4. Näytepisteiden sijainti.

2.3.2. Sedimentin fysikaaliset ominaisuudet

Vesipitoisuus ja hehkutushäviö määritettiin Turun yliopiston Geologian laitoksella. Vesipitoisuus määritettiin sedimenttinäytteistä Håkanssonin ja Janssonin (1983) mukaisesti osuutena sedimentin märkämpainosta. Sedimenttinäytteestä otettiin noin 20 – 30 g painoinen osanäyte, jota kuivatettiin posliiniupokkaassa uunissa +60 °C lämpötilassa viisi tuntia. Tämän jälkeen näyte jäädytettiin eksikaattorissa kosteuden tiivistymisen estämiseksi. Jäähdytynyt näyte punnittiin. Näytteen vesi-pitoisuus laskettiin seuraavasti (Berglund 1986):

$$W = \left(\frac{B - C}{B - A} \right) \cdot 100$$

- A = tyhjän posliiniupokkaan paino
 B = posliiniupokkaan ja tuoreen näytteen paino
 C = posliiniupokkaan ja kuivatun näytteen paino
 W = näytteen vesipitoisuus osuutena märkämpainosta

Vesipitoisuuden määrittämisen jälkeen samoja näytteitä käyttäen määritettiin sedimentin hehku-tushäviö (*Loss on Ignition, LOI*) kuivapolttomenetelmällä. Hehkutushäviö on riippuvainen näytteen sisältämän orgaanisen aineksen määrästä (Håkansson ja Jansson 1983, Valpola 2000) ja sitä voidaan käyttää orgaanisen aineksen määrän arviointiin (org-%=0.5 LOI). LOI:n määrittäminen tapahtui hehkuttamalla kuivattuja näytteitä uunissa +550 °C lämpötilassa kaksi tuntia, jonka jälkeen näytteet jäädytettiin eksikaattorissa ja punnittiin. Näytteiden hehkutushäviö laskettiin seuraavasti (Berglund 1986):

$$LOI = \frac{C - D}{C - A}$$

- A = tyhjän posliiniupokkaan paino
 C = posliiniupokkaan ja kuivatun näytteen paino
 D = posliiniupokkaan ja näytteen tuhkan paino
 LOI = näytteen vesipitoisuus osuutena märkämpainosta

Sedimenttinäytteiden mineraaliaineksen raekokojakauma määritettiin Turun yliopiston Geologian laitoksen Coulter LS 200 –hiukkaslaskimella, joka perustuu laserdiffraktio -menetelmään. Tuoreesta sedimenttinäytteestä otettiin noin 10 ml suuruinen osanäyte analyysiä varten. Osanäytteenä poistettiin orgaaninen aines H₂O₂ –käsittelyllä. Ennen raekoon määrittystä näytteet käsiteltiin ultraäänellä mahdollisten näytteiden säilytyksen ja käsittelyn aikana syntyneiden agrekaattien hajottamiseksi. Sedimenttinäytteet nimettiin hehkutushäviön ja d₅₀ –raekoon perusteella käyttäen geo-tekniistä luokittelua. Raekokojakaumaa kuvaavina tunnuslukuina käytettiin symmetrisyysvakiota (*Skewness, S_k*) sekä Traskin lajittuneisuusvakiota S₀.

Symmetrisyysvakio kuvaa raekokojakauman symmetrisyyttä jakauman mediaanin ympärillä. S_k:n arvolla 1 raekokojakauma on symmetrinen, kun S_k > 1 jakauman alakvartiili lähestyy mediaani-raekokoa eli hienompi aines on paremmin lajittunut, arvolla S_k < 1 jakauman yläkvartiili lähestyy mediaani-raekokoa eli karkean aines on paremmin lajittunut. Huipukkuus kuvaa aineksen lajittuneisuutta.

Symmetrisyysvakio S_k Selley'n (1992) mukaan:

$$S_k = \frac{d_{25} \cdot d_{75}}{d_{50}^2}$$

- S = symmetrisyysvakio
 d^k = läpäisyprosenttia 25 vastaava raekoko
 d₂₅ = läpäisyprosenttia 50 vastaava raekoko
 d₅₀⁵⁰ = läpäisyprosenttia 75 vastaava raekoko
 75

Traskin kehittämä lajittuneisuusvakio (Petäjä-Ronkainen *et al.* 1995):

$$S_0 = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$$

S_0	=	Traskin lajittuneisuusvakio
Q_1	=	läpäisyprosenttia 25 vastaava raekoko
Q_3	=	läpäisyprosenttia 75 vastaava raekoko

Lajittuneisuusvakion maalajille antamat nimet:

< 1,2	erittäin hyvin lajittunut
1,2 – 1,5	hyvin lajittunut
1,5 – 2,5	kohtalaisesti lajittunut
> 2,5	huonosti lajittunut

2.3.3. Alkuaineet

Näytteiden alkuainepitoisuudet määritettiin Geologian Tutkimuskeskuksen (GTK) akkreditoitussa Kemian laboratoriossa Espoossa. Näytteet kuivattiin alle +40 °C lämpötilassa ja mineraali-aineksesta seulottiin < 2 mm fraktio analyysiä varten. Tämän jälkeen ainekselle tehtiin typpi-happoliuotus mikroaaltouunissa. Määrittämiseen käytettiin ICP-MS- ja ICP-AES –tekniikoita (menetelmät 503M ja 503P). Määrittämissä alkuaineille vaihtelevat menetelmittain ja alkuaineittain. Taulu-kossa 2 on esitetty GTK:n ilmoittamat määrittämissä menetelmittain ja alkuaineittain. Yksityiskohtainen menetelmäkuvaus on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 2. ICP-MS ja ICP-AES –tekniikoilla määritetyt alkuaineet.

Menetelmä 503P, alkuaineiden määrittämissä (mg/kg)

Al	15	Ca	50	Fe	50
K	200	Mg	50	Mn	1
Na	100	P	50	Ti	2

Menetelmä 503P, alkuaineiden määrittämissä (mg/kg)

Ag	0,02	As	0,05	B	0,5
Ba	0,05	Be	0,02	Bi	0,02
Cd	0,01	Co	0,02	Cr	0,4
Cu	0,1	Li	0,1	Mo	0,02
Ni	0,3	Pb	0,04	Rb	0,01
Sb	0,02	Se	2	Sr	0,1
Th	0,02	Tl	0,005	U	0,005
V	0,02	Zn	1		

2.3.4. Elohopea

Näytteiden elohopeapitoisuudet määritettiin Kokemäenjoen Vesistön Vesienpuhdistus ry:n laboratoriossa. Näytteistä määritettiin elohopeapitoisuus akkreditoitulla kylmähöyrymenetelmällä. Elohopeamäärittämissä tulosten epävarmuus oli ±30%. Sedimentin elohopeapitoisuus määritettiin kaikkiaan 32 näytteestä. Yksityiskohtainen menetelmäkuvaus on esitetty liitteessä 2.

2.3.5. PCB, dioksiinit ja furaanit

Polykloorattujen bifenyyliden (PCB), dioksiinien (PCDD) ja furaanien (PCDF) määrittäminen sedimentinäytteestä tapahtui Kansanterveyslaitoksen akkreditoitussa laboratoriossa. Määrittäminen tehtiin ylikriittisellä uutolla ja korkean resoluution massaspektrometrillä. Yksityiskohtainen menetelmäkuvaus on esitetty liitteessä 3.

2.3.6. PAH-yhdisteet

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH) määrittäminen VTT Kemiantekniikka Espoossa. Näytteiden PAH-yhdisteet (31 kpl) määritettiin näytteiden tolueeni-uutteesta kaasukromatografia-massaspektrometrisesti (GC-MS) SIM-tekniikalla. Määrittäminen tehtiin käyttäen sisäisen standardin menetelmää (sisäiset standardit olivat d₁₀-pyreeni, β,β-binaftyyli ja indeno(1,2,3-cd)fluoranteeni). Menetelmän määrittämiss raja on 0,01 mg/kg ja mittausepävarmuus ±30%. Käytetty määrittäminen menetelmä on akkreditoitu (KET 1200395). Taulukossa 3 on lueteltu tutkimuksessa määritetyt PAH-yhdisteet. Yksityiskohtainen tutkimusraportti on esitetty liitteessä 4.

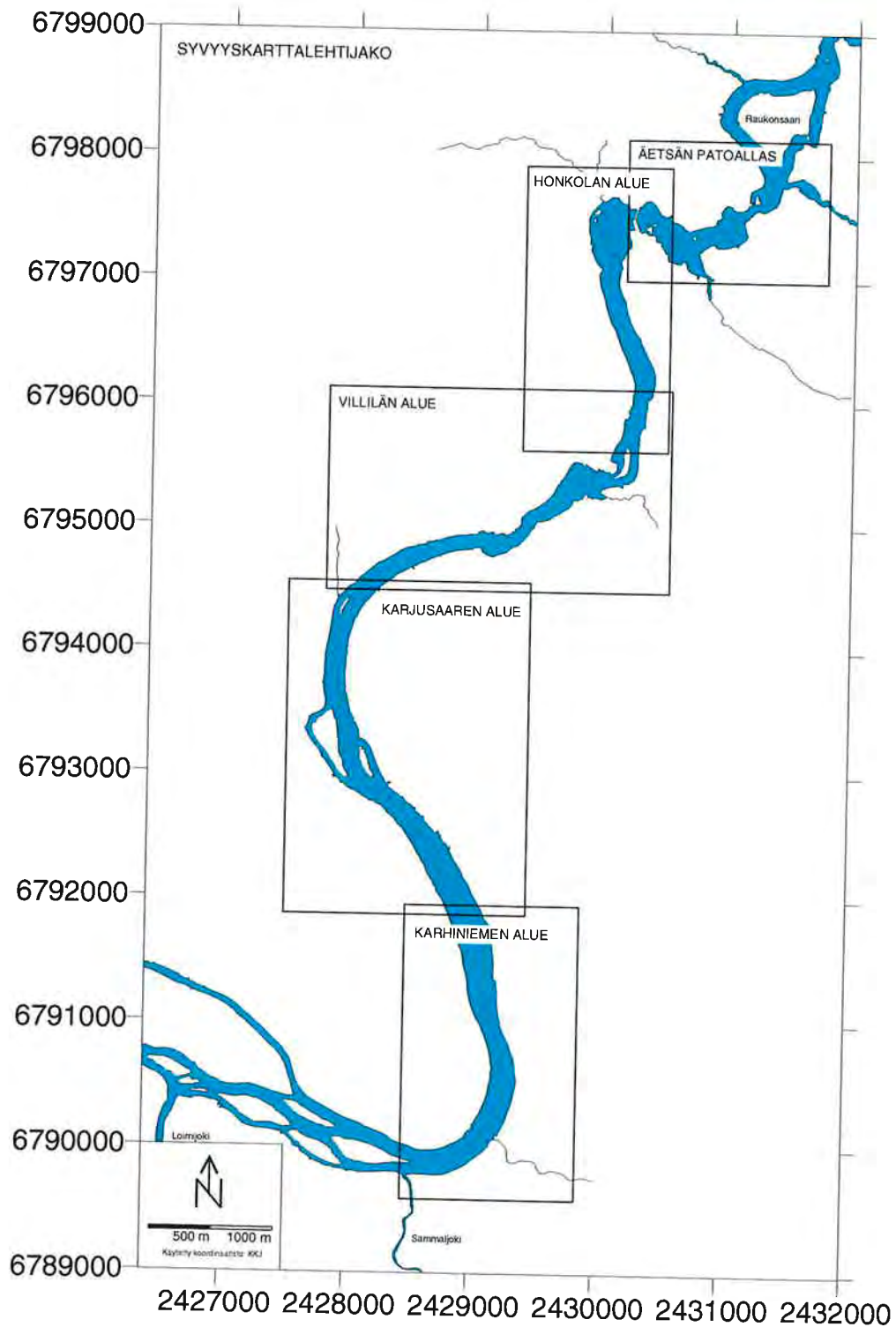
Taulukko 3. Tutkimuksessa määritetyt PAH-yhdisteet.

Naftaleeni	2-Metyylinaftaleeni	1-Metyylinaftaleeni
Bifenyylit	Asenaftaleeni	Fluoreeni
3-Metyylibifenyylit	Dibentsofuraani	Dibentsotiofeeni
Fenantreeni	Antraseeni	2-Metyyliantraseeni
1-Metyylifenantreeni	2-Fenyylinaftaleeni	Fluoranteeni
Pyreeni	Bentso(a)fluoreeni	Bentso(b)fluoreeni
Bentso(b)nafto(2,1-d)tiofeeni	Bentso(b)nafto(1,2-d)tiofeeni	Bentso(a)antraseeni
Kryseeni/Trifenyleeni	Bentso(b)fluoranteeni	Bentso(k)fluoranteeni
Bentso(e)pyreeni	Bentso(a)pyreeni	Peryleeni
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	Bentso(g,h,l)peryleeni	Dibentso(a,h)antraseeni
Koroneeni		

3.TULOKSET

3.1. SYVYYSKARTOITUS

Kaikuluotauksen perusteella tutkimusalueesta laadittiin 1:10000 mittakaavainen syvyyskartta. Syvyyskartta jaettiin viiteen karttalehteen, jotka on esitetty kuvissa 6 – 10. Karttalehtijako ilmenee kuvasta 5. Karttalehdet ovat joen yläjuoksulta alajuoksulle: Äetsän patoallas, Honkolan alue, Villilän alue, Karjusaaren alue ja Karhiniemen alue. Suurimmat vedensyvytydet mitattiin Raukonsaaren eteläpuolelta, jossa veden syvyys oli 13 m. Kokemäenjoen syvyys oli tutkimusalueella keskimäärin 4 – 6 m.



Kuva 5. Syvyyskarttalehtijako.

Syvyyskartat on esitetty seuraavilla sivuilla alla luetellussa järjestyksessä.

- Kuva 6.** Syvyyskartta: Äetsän patoallas.
- Kuva 7.** Syvyyskartta: Honkolan alue.
- Kuva 8.** Syvyyskartta: Villilän alue.
- Kuva 9.** Syvyyskartta: Karjusaaren alue.
- Kuva 10.** Syvyyskartta: Karhiniemen alue.

SYVYYSSKARTTA: ÄETSÄN PATOALLAS

2431000



250m 500m

1 : 10 000

Käytetty koordinaatio: KKKJ

Syvyys m



W%, LOI, raekoko, Hg, alkuaineet



W%, LOI, raekoko, Hg, alkuaineet, PCB:t, PCDD/PCDF, PAH

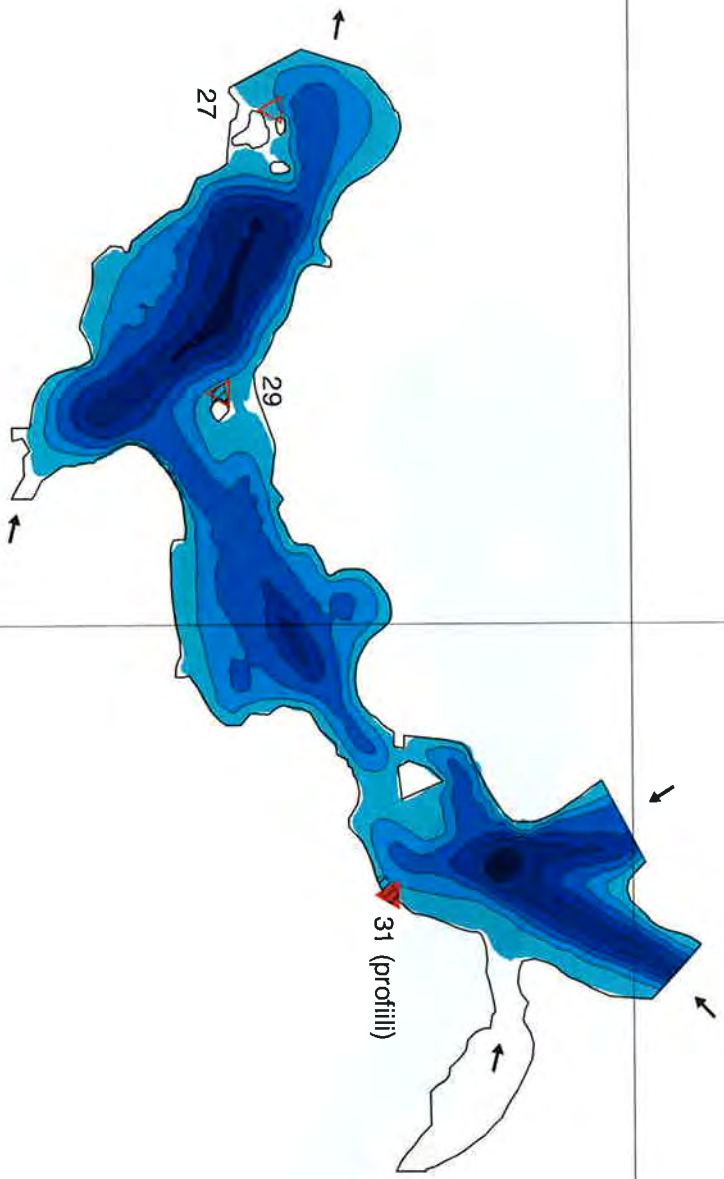


Kerrostumisaalue



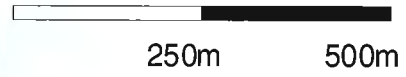
Joen virtaussuunta

6798000



KERROSTUMISALUEET JA NÄYTEPISTEET HONKOLAN ALUE

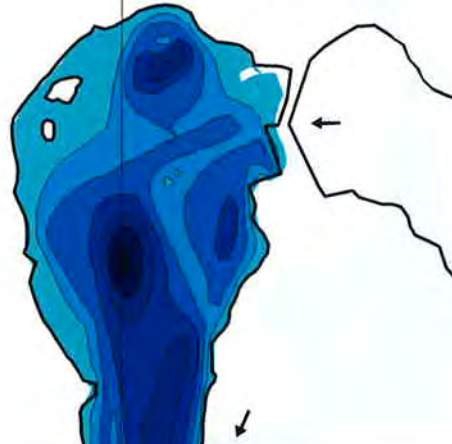
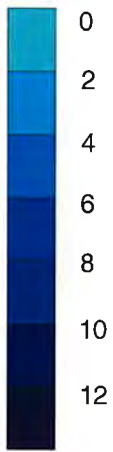
6798000



1:10 000


Käytetty koordinaatisto: KKJ

Syvyys m



6797000

▽ W%, LOI, raekoko,
Hg, alkuaineet

 Kerrostumisalue

 Eroosioranta

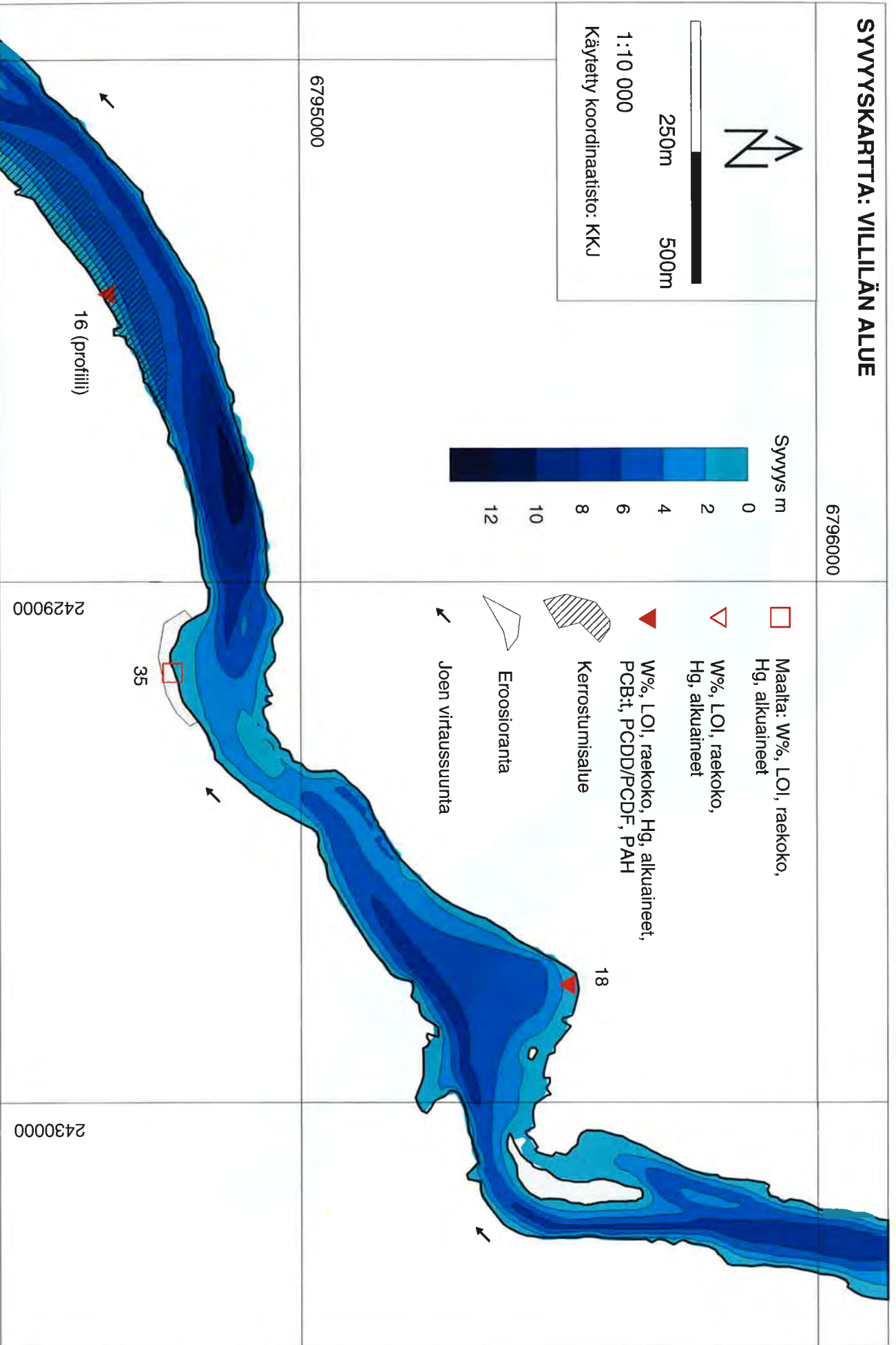
↙ Joen virtaussuunta

Silta

6796000

2430000

SYVYYSKARTTA: VILLILÄN ALUE









KERROSTUMISALUEET JA NÄYTEPISTEET KARJUSAAREN ALUE

17

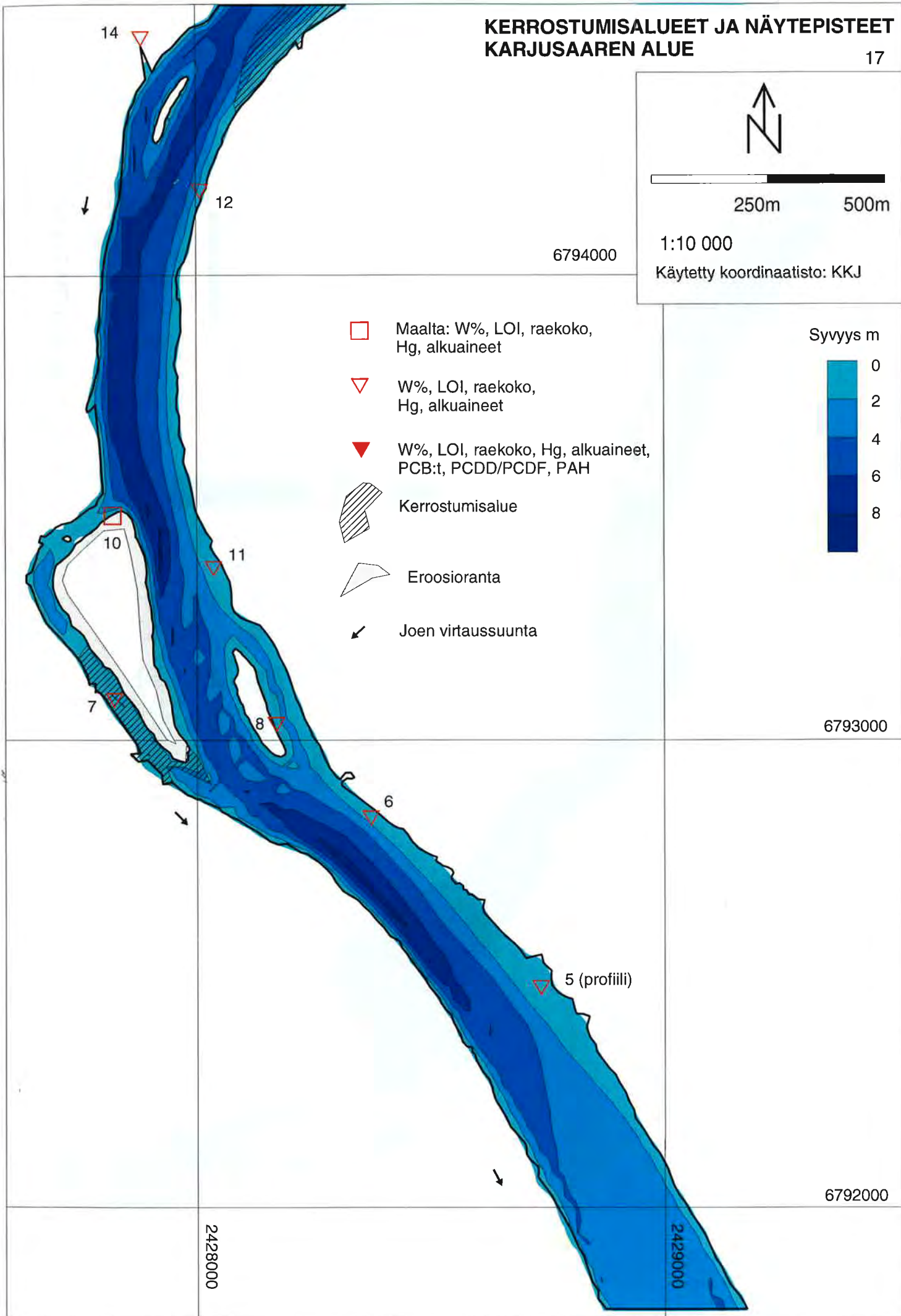
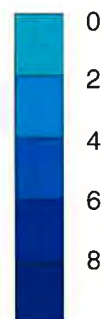


1:10 000

Käytetty koordinaatisto: KKJ

-  Maalta: W%, LOI, raekoko, Hg, alkuaineet
-  W%, LOI, raekoko, Hg, alkuaineet
-  W%, LOI, raekoko, Hg, alkuaineet, PCB:t, PCDD/PCDF, PAH
-  Kerrostumisalue
-  Eroosioranta
-  Joen virtaussuunta

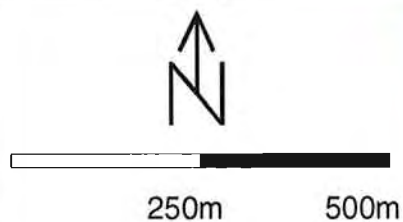
Syvyys m



KERROSTUMISALUEET JA NÄYTEPISTEET KARHINIEMEN ALUE

18

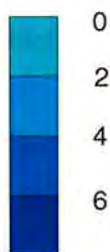
6792000







1:10 000

Käytetty koordinaatisto: KKJ

Syvyys m



6791000

-  W%, LOI, raekoko, Hg, alkuaineet
-  W%, LOI, raekoko, Hg, alkuaineet, PCB:t, PCDD/PCDF, PAH
-  Kerrostumisalue
-  Joen virtaussuunta

1 (profiili)

2 (profiili)

Karhiniemen silta

37

6790000

Sammaljoki

2429000

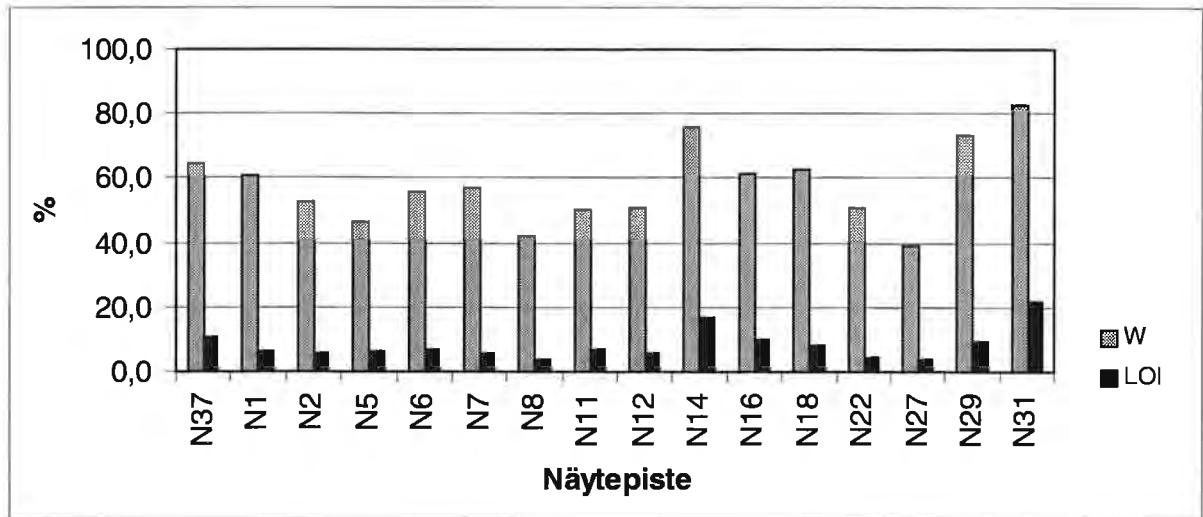
3.2. SEDIMENTIN FYSIKAALISET OMINAISUUDET

Sedimentin fysikaaliset ominaisuudet määritettiin 32 näytteestä. Taulukossa 4 on esitetty näytteiden vesipitoisuus, hehkutushäviö, raekoko sekä raekokojakaumaa kuvaavia tunnuslukuja. Pinta-sedimentin vesipitoisuuden ja hehkutushäviön vaihtelu on esitetty kuvassa 11. Maalta kerättyjen näytteiden (näytteet N 10 ja N 35) vesipitoisuudet olivat 28,3 % ja 30,5 % ja vastaavasti hehkutushäviöt 3,0 % ja 3,9 %. Paskajärvestä Kokemäenjokeen laskevasta sivujoesta kerätyissä näytteessä (näyte N 14) vesipitoisuus oli 75,9 % ja hehkutushäviö 16,9 %. Kokemäenjoesta kerätyissä pinta-sedimenttinäytteissä vesipitoisuus vaihteli välillä 39,4 – 82,4% ja keskiarvo oli 56,8 %. Alhaisin vesipitoisuus oli näytteessä N 27 ja korkein näytteessä N 31. Joesta kerätyissä näytteissä hehkutushäviön vaihteli välillä 3,6 – 21,5 % keskiarvon ollessa 7,5 %. Alhaisin hehkutushäviö oli näytteessä N 27 ja korkein näytteessä N 31. Kaikkien näytteiden vesipitoisuuden keskiarvo, mukaan lukien maalta kerätyt ja profiilien näytteet, oli 52,4 % ja hehkutushäviön 7,4 %.

Raekooltaan hienojakoisinta oli Karjusaaresta kerätty näyte N 10 ja karkearakeisinta näyte N 22. Kokemäenjoesta kerätyistä näytteistä hienorakeisinta oli näyte N 31/30-40 ja pintasedimenttinäytteistä N 1/0-10. Joesta kerätyt sedimenttinäytteet olivat pääasiassa silttistä liejua tai hiekkaa. Aineksen lajittuneisuus vaihteli hyvin lajittuneesta huonosti lajittuneeseen.

Taulukko 4. Näytteistä määritetyt sedimentin fysikaaliset ominaisuudet sekä näytteiden maalajit geoteknisen luokittelun mukaan.

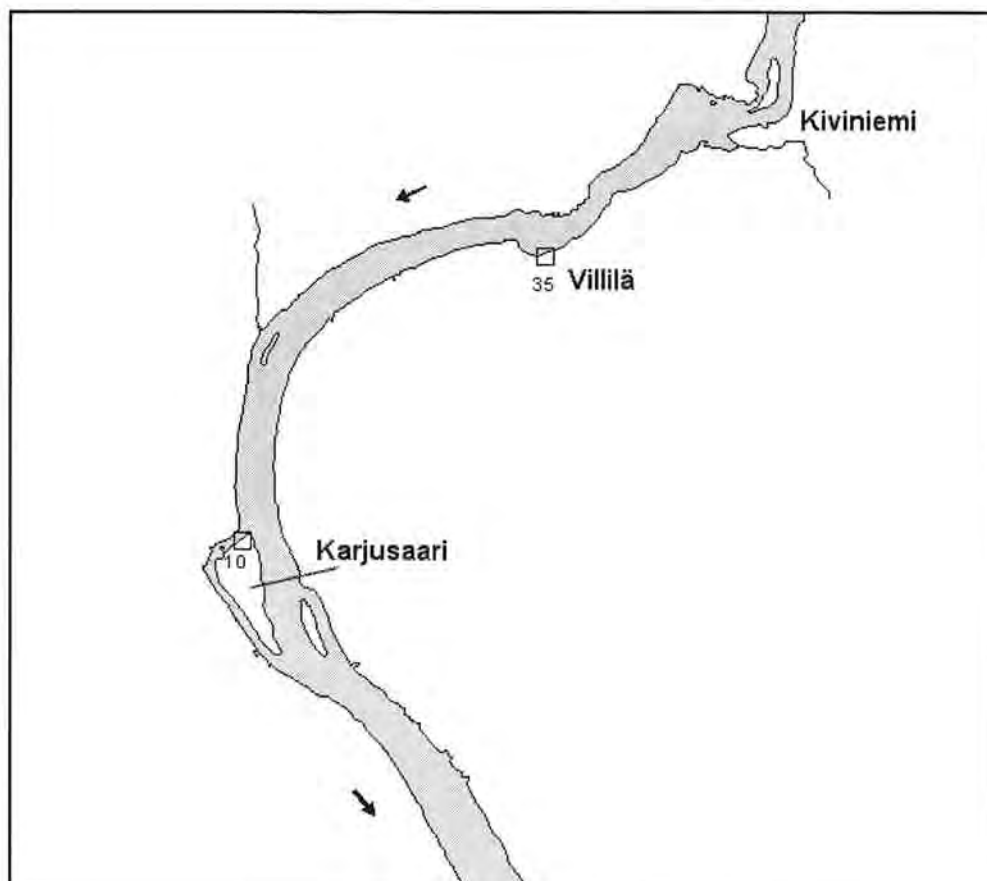
	W (%)	LOI (%)	D ₅₀ (µm)	K _s	S ₀	nimi geoteknisen luokittelun mukaan
N 1/0-10	61,1	6,4	4,418	-0,7	2,48	huonosti lajittunut silttinen lieju
N 1/10-20	45,4	4,5	10,53	-1,1	3,93	huonosti lajittunut liejuinen siltti
N 2/0-10	52,7	5,3	88,7	3,3	1,48	hyvin lajittunut hiekka
N 2/10-20	50,5	6,8	95,5	5,6	1,33	hyvin lajittunut humuksinen hiekka
N 2/20-30	50,0	8,5	7,617	-1,2	2,72	huonosti lajittunut silttinen lieju
N 2/30-40	46,1	7,2	7,707	-1,2	4,71	huonosti lajittunut silttinen lieju
N 2/40-50	48,5	8,8	3,928	-0,5	2,24	huonosti lajittunut silttinen lieju
N 5/0-10	46,3	6,0	85,98	2,7	1,40	hyvin lajittunut humuksinen hiekka
N 5/10-20	45,6	8,4	2,933	-0,2	2,10	huonosti lajittunut silttinen lieju
N 5/20-30	51,8	10,3	4,389	-0,7	2,32	huonosti lajittunut silttinen lieju
N 6	56,0	6,9	98,62	17,9	1,26	hyvin lajittunut humuksinen hiekka
N 7	57,1	5,5	5,835	-0,9	3,32	huonosti lajittunut liejuinen siltti
N 8	41,9	3,8	106,2	12,5	1,32	hyvin lajittunut hiekka
N 10	28,3	3,0	2,279	-0,3	1,84	kohtalaisesti lajittunut laiha savi
N 11	50,6	6,6	91,57	3,6	1,40	hyvin lajittunut humuksinen hiekka
N 12	50,8	5,8	105,2	12,1	1,27	hyvin lajittunut hiekka
N 14	75,9	16,9	5,768	-0,8	2,61	huonosti lajittunut silttinen lieju
N 16/0-10	61,4	9,8	15,53	-1,2	4,45	huonosti lajittunut silttinen lieju
N 16/10-20	44,4	5,4	12,66	-1,3	4,37	huonosti lajittunut liejuinen siltti
N 16/20-30	44,0	6,7	69,62	5,1	1,41	hyvin lajittunut hiekka
N 16/30-40	49,6	6,9	3,579	-0,9	3,27	huonosti lajittunut silttinen lieju
N 18	63,0	7,8	102,2	6,7	1,37	hyvin lajittunut humuksinen hiekka
N 22	50,8	4,3	163,4	15,6	1,33	hyvin lajittunut hiekka
N 27	39,4	3,6	86,51	10,1	1,34	hyvin lajittunut hiekka
N 29	73,4	9,6	5,959	-1,0	3,62	huonosti lajittunut silttinen lieju
N 31	82,4	21,5	4,887	-0,8	2,94	lieju
N 31/10-20	58,2	7,8	16,39	-1,2	5,00	huonosti lajittunut silttinen lieju
N 31/20-30	46,5	5,0	4,433	-0,8	2,32	huonosti lajittunut liejuinen siltti
N 31/30-40	55,4	6,7	2,716	-0,2	1,87	kohtalaisesti lajittunut silttinen lieju
N 31/40-50	55,4	6,7	4,176	-0,4	2,44	huonosti lajittunut silttinen lieju
N 35	30,5	3,9	4,46	-0,5	2,27	huonosti lajittunut savinen siltti
N 37	64,6	10,3	100,2	8,004	1,42	hyvin lajittunut humuksinen hiekka
Keskiarvo	52,4	7,4	41,4	2,7	2,4	



Kuva 11. Pintasedimentin vesipitoisuuden (W) ja hehkutushäviön (LOI) vaihtelu joen virtaussuunnassa. Joen alajuoksulta kerätyt näytteet ovat kuvassa vasemmalla. Äetsän pato sijaitsee pisteiden N 22 ja N 27 välissä.

3.3. RANTAEROOSIOALUEET

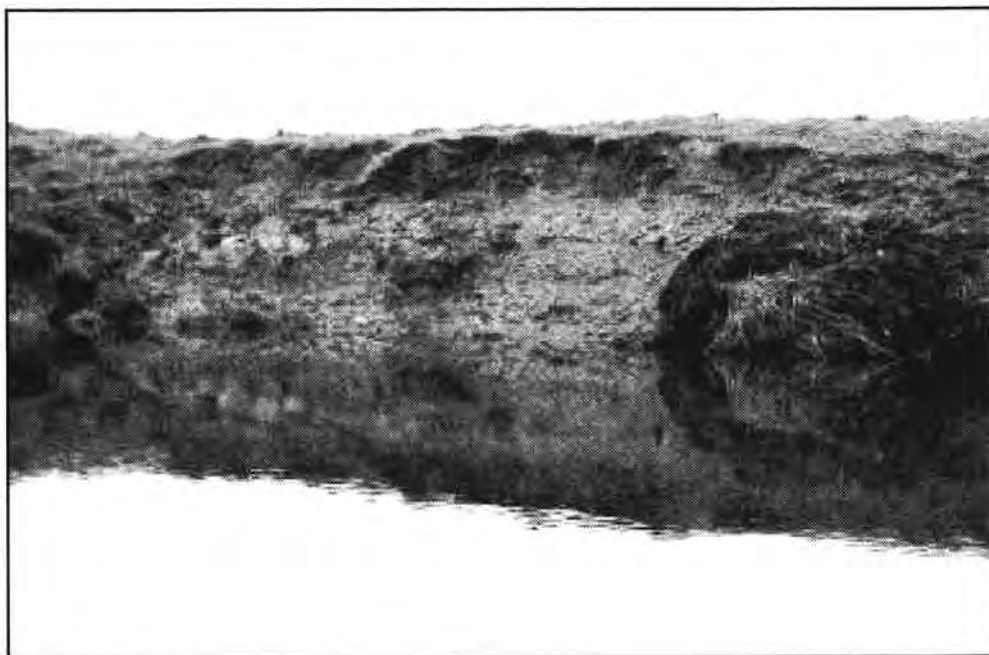
Kartoituksessa havaittiin kolme voimakkaan rantaerosion aluetta: Karjusaari, Villilän alueella joen eteläranta ja Kiviniemen läheisyydessä oleva saari (kuva 12). Kenttätutkimuksen perusteella Karjusaari ja Villilän alue sisälsivät mahdollisesti tulvasedimenttejä, jotka voisivat eroosion vaikutuksesta kulkeutua jokeen. Kuvassa 13 on erodoituvaa rantaa Karjusaaren pohjoisosassa ja kuvassa 14 Villilän alueella.



Kuva 12. Kartoituksen yhteydessä havaitut rantaerosioalueet.



Kuva 13. Rantaeroosiota Karjusaaren pohjoisrannalla.



Kuva 14. Rantaeroosiota Villilän alueella.

3.4. RASKASMETALLIT

Raskasmetallipitoisuudet määritettiin aineiston kaikista sedimenttinäytteistä. Tulokset on esitetty taulukossa 5. Muiden määritettyjen alkuaineiden pitoisuudet on esitetty liitteessä 1. Ilmoitetut pitoisuudet ovat kuiva-ainepitoisuuksia.

Taulukko 5. Raskasmetallipitoisuudet näytteissä. Pitoisuudet ovat kuiva-ainepitoisuuksia. Näytteiden tunnuksissa ensimmäinen numero viittaa näytepisteeseen ja tätä mahdollisesti seuraavat numerot näytteen sedimenttisyvyyteen senttimetreissä. Esimerkiksi: näyte 2/30-40 on kerätty näytepisteestä 2 sedimenttisyvyydeltä 30 – 40 cm. Mikäli näytteen tunnuksessa ei erikseen ole ilmoitettu sedimenttisyvyyttä on kyseessä pintasedimenttinäyte (sedimenttisyvyys 0 – 10 cm).

Näyte	mg As/kg	mg Hg/kg	mg Cd/kg	mg Cr/kg	mg Cu/kg	mg Ni/kg	mg Pb/kg	mg Zn/kg
1/0-10	4,54	1	0,28	51,4	25,8	25,8	14,7	100
1/10-20	5,11	1,4	0,26	62,7	30,2	32,4	16,3	100
2/0-10	5,68	5,7	0,51	50,7	22,8	23,1	15,3	159
2/10-20	5,52	13	0,47	52	25,3	26,2	20,1	110
2/20-30	6,29	0,2	0,57	67,4	30,8	32,9	29,4	128
2/30-40	4,15	< 0,1	0,37	56	28,4	25,7	21,5	95
2/40-50	3,69	< 0,1	0,26	51,3	21,4	23	13,9	81
5/0-10	3,08	3,4	0,28	37,7	16	19	9,8	85
5/10-20	3,88	0,1	0,23	63,2	22,9	30,1	12,6	101
5/20-30	4,55	0,1	0,22	59,9	23,4	30	13	102
6	3,98	7,6	0,58	43,4	21,7	23,8	11,8	132
7	6,09	0,7	0,48	56,6	26,6	28,3	20,9	132
8	7,42	6,5	0,42	44,1	19,9	20,9	13,9	138
10	4,61	0,2	0,05	76,9	25	36,6	14,4	101
11	3,45	12	0,48	35,2	16,2	17,1	9,2	121
12	6,94	40	0,82	50,6	25,6	25,6	17,7	197
14	4,71	0,2	1,36	69,8	39,3	97,3	14,8	206
16/0-10	6,51	28	0,63	58,9	30,1	29	21,4	169
16/10-20	4,9	24	0,43	53,3	25,3	25,9	20	116
16/20-30	4,84	1,1	0,36	61,3	23,8	27,6	21,2	100
16/30-40	3,99	0,3	0,3	61,8	24,2	27,6	15	96
18	6,94	7,8	0,71	56,8	30,3	27,9	19,3	178
22	3,54	2,4	0,24	37,5	14,2	17,6	9	107
27	5,01	11	0,61	50,2	21,5	24,1	14,8	156
29	5,63	7,7	0,65	55,4	29,2	29,5	23,2	188
31/0-10	7,15	0,7	0,72	64,8	37,5	32,1	26,2	187
31/10-20	6,99	1,7	0,75	65,8	35,6	31,6	26,8	230
31/20-30	6,29	0,7	0,45	59,7	30,5	29,6	19,6	136
31/30-40	7,44	0,2	0,58	76,1	34,5	37,7	29,2	142
31/40-50	6,62	0,2	0,5	73,6	31,1	35,4	27,9	129
35	8,67	0,2	0,18	72,9	28,6	34,9	18,5	95
37	3,74	2,6	0,38	45,5	24,3	21,5	13,4	113
Pienin arvo	3,08	< 0,1	0,05	35,2	14,2	17,1	9	81
Suurin arvo	8,67	40	1,36	76,9	39,3	97,3	29,4	230
Keskiarvo	5,37	5,7	0,47	56,95	26,3	29,7	18	132
Keskihajonta	1,43	9,5	0,25	11,04	5,9	13,4	5,7	39

3.5. PAH-YHDISTEET

PAH-yhdisteiden pitoisuudet määritettiin viidestä pisteestä jotka olivat N 1, N 2, N 16, N 18 ja N 31. PAH-yhdisteiden kokonaismäärä vaihteli välillä 0,39 – 1,7 mg/kg. Korkein kokonaispitoisuus mitattiin pisteestä N 18 ja alhaisimmat pitoisuudet pisteistä N 1 ja N 2. Taulukossa 6 on esitetty määritettyjen PAH-yhdisteiden pitoisuudet näytteissä.

Taulukko 6. PAH-yhdisteiden pitoisuudet. Ilmoitetut pitoisuudet ovat kuiva-ainepitoisuuksia.

Yhdiste:	Näytepiste				
	N 1	N 2	N 16	N 18	N31
Naftaleeni	0,04	0,03	0,02	0,04	0,05 mg/kg
2-Metyyli-naftaleeni	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02 mg/kg
1-Metyyli-naftaleeni	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01 mg/kg
Bifenyyl	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01 mg/kg
Asenafteeni	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01 mg/kg
Fluoreeni	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01 mg/kg
3-Metyylibifenyyl	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03 mg/kg
Dibentsofuraani	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01 mg/kg
Dibentsotiofeeni	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01 mg/kg
Fenantreeni	0,03	0,03	0,02	0,09	0,07 mg/kg
Antraseeni	0,01	0,01	<0,01	0,02	0,02 mg/kg
2-Metyyliaantraseeni	0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01 mg/kg
1-Metyylifenantreeni	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01 mg/kg
2-Fenyli-naftaleeni	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01 mg/kg
Fluoranteeni	0,04	0,04	0,05	0,22	0,12 mg/kg
Pyreeni	0,04	0,04	0,04	0,17	0,11 mg/kg
Bentso(a)fluoreeni	<0,01	<0,01	0,01	0,05	0,02 mg/kg
Bentso(b)fluoreeni	<0,01	<0,01	0,01	0,04	0,02 mg/kg
Bentso(b)nafto(2,1-d)tiofeeni	<0,01	<0,01	0,01	0,04	0,02 mg/kg
Bentso(b)nafto(1,2-d)tiofeeni	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01 mg/kg
Bentso(a)antraseeni	0,02	0,02	0,03	0,13	0,07 mg/kg
Kryseeni/Trifenyyleeni	0,02	0,02	0,02	0,1	0,06 mg/kg
Bentso(b)fluoranteeni	0,03	0,03	0,04	0,13	0,09 mg/kg
Bentso(k)fluoranteeni	0,01	0,01	0,02	0,06	0,04 mg/kg
Bentso(e)pyreeni	0,02	0,02	0,03	0,09	0,06 mg/kg
Bentso(a)pyreeni	0,02	0,02	0,03	0,12	0,08 mg/kg
Peryleeni	0,02	0,03	0,02	0,05	0,05 mg/kg
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	0,02	0,02	0,03	0,08	0,06 mg/kg
Bentso(g,h,l)peryleeni	0,02	0,03	0,03	0,09	0,07 mg/kg
Dibentso(a,h)antraseeni	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01 mg/kg
Koroneeni	<0,01	0,01	0,01	0,04	0,04 mg/kg
SUMMA	0,39	0,39	0,44	1,7	1,2 mg/kg

3.6. PCB, DIOKSIINIT JA FURAANIT

PCB-, dioksiini- ja furaanipitoisuudet määritettiin viidestä eri näytepisteestä kerätyistä pintasedimenttinäytteistä. Valitut näytepisteet olivat N 1, N 2, N 16, N 18 ja N 31. Taulukossa 7 ja 8 esitetään havaittujen PCB, PCDD ja PCDF -kongeneerien summapitoisuus kuivapainossa. Yksityiskohtaiset tulokset on esitetty liitteessä 3.

Taulukko 7. PCB-pitoisuudet näytteissä. Tulokset on ilmoitettu PCB summapitoisuuksina kuivapainossa.

PCB	ng/g
N 1	5,4
N 2	48,0
N 16	11,4
N 18	46,8
N 31	275,5

Taulukko 8. Dioksiini- ja furaanipitoisuudet kuivapainossa. Koska raja-arvot annetaan yleensä vain toksisille dioksiini- ja furaaniyhdisteille, tulokset on laskettu kansainvälisten toksisuusekvivalenttikertoimen avulla (I-TEF).

PCDD/F	pg I-TEQ/g	summa PCDD/F pg/g
N 1	10,1	575
N 2	37,9	648
N 16	76,5	1640
N 18	34,7	1020
N 31	7,50	552

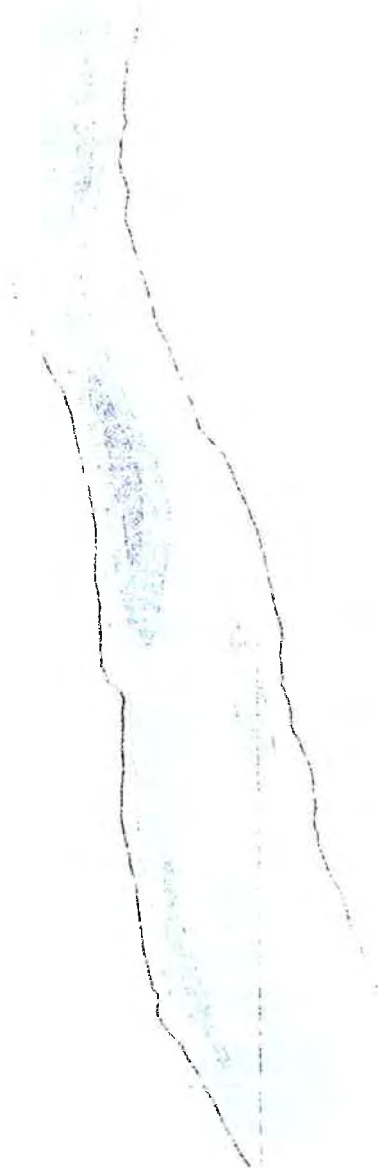
4. TULOSTEN TULKINTA

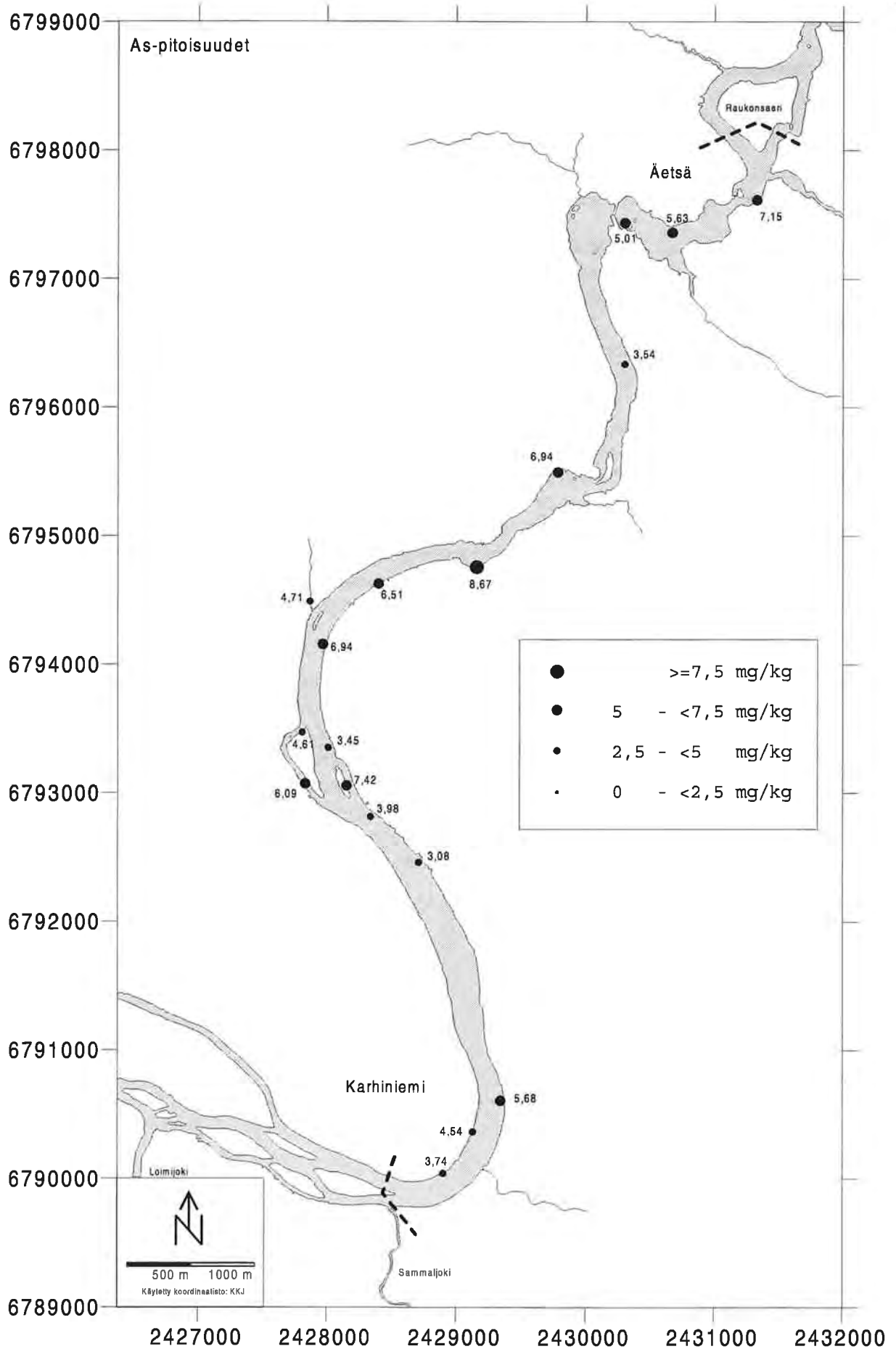
4.1. SEDIMENTIN HAITTA-AINE PITOISUUDET

4.1.1. Arseeni

Arseenipitoisuus vaihteli aineistossa välillä 3,08 – 8,67 mg/kg keskiarvon ollessa 5,4 mg/kg. Korkein arseenipitoisuus mitattiin pisteestä N 35 ja alhaisin pisteestä N 5/0-10. Maalta kerättyjen näytteiden arseenipitoisuudet olivat 4,61 mg/kg (N 10) ja 8,67 mg/kg (N35). Korkein Kokemäenjoen pintasedimentistä mitattu pitoisuus oli 7,42 mg/kg (N 8) ja alhaisin 3,08 mg/kg (N 5). Joen pintasedimentin keskimääräinen arseenipitoisuus oli 5,3 mg/kg.

Arseenille asetettu ohjearvo maaperässä on 10 mg/kg, raja-arvo 50 mg/kg ja luonnollinen taustapitoisuus maaperässä 5 mg/kg (Puolanne *et al.* 1994). Tuloksia tarkasteltaessa havaitaan, että arseenipitoisuus pysyi kaikissa näytteissä annetun ohjearvon alapuolella ja että näytteistä mitattujen arseenipitoisuuksien keskiarvo oli lähellä luonnollista taustapitoisuutta. Näytepisteen sijainnilla joen virtaussuunnan suhteen ei näyttänyt olevan vaikutusta pintasedimentin arseenipitoisuuteen. Kuvassa 15 on esitetty arseenipitoisuuden vaihtelu pintasedimentissä.





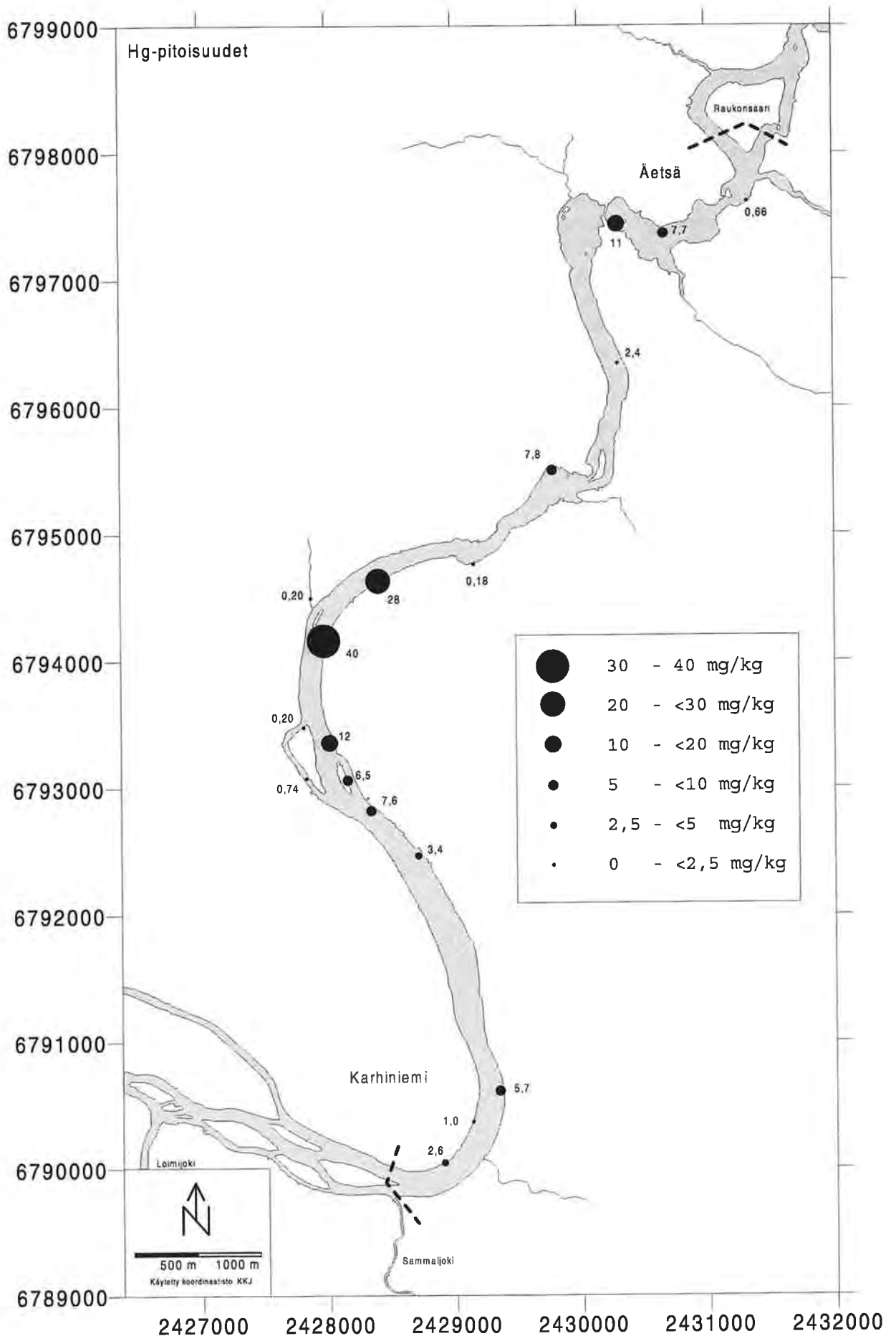
Kuva 15. Pintasedimentin arseenipitoisuuden vaihtelu tutkimusalueella.

4.1.2. Elohopea

Elohopeapitoisuus vaihteli koko aineistossa määritystarkkuuden alle jäävästä pitoisuudesta (< 0,1 mg/kg) aina 40 mg/kg pitoisuuteen. Alhaisimmat, määritysrajan alapuolelle jääneet elohopeapitoisuudet mitattiin pisteestä N 2 otetusta sedimenttiprofiilista syvyydeltä 30 - 50 cm. Keskimääräinen elohopeapitoisuus aineistossa oli 5,7 mg/kg. Korkein Kokemäenjoen pintasedimentin elohopeapitoisuus oli 40 mg/kg (N 12) ja alhaisin 0,66 mg/kg (N 31). Pintasedimentin elohopeapitoisuuden keskiarvo oli 9,1 mg/kg.

Elohopean ohjearvo maaperässä on 0,2 mg/kg ja raja-arvo 5 mg/kg. Maaperän luonnollinen taustaarvo on 0,05 mg/kg. (Puolanne *et al.* 1994). Näytteistä mitattiin sekä ohjearvon että raja-arvon ylittäviä elohopeapitoisuuksia. Raja-arvon ylittäviä elohopeapitoisuuksia mitattiin pisteistä N 2/0-10, N 2/10-20, N 6, N 8, N 11, N 12, N 16/0-10, N 16/10-20, N 18 ja N29. Ohjearvon ylittäviä, mutta raja-arvon alle jääviä elohopeapitoisuuksia mitattiin pisteissä N 1/0-10, N 1/10-20, N 2/20-30, N 5/0-10, N 7, N 16/20-30, N 16/30-40, N 22, N 31, N 31/10-20, N 31/20-30, N 31/30-40, N 31/40-50 ja N 37. Näytteistä mitattujen elohopeapitoisuuksien keskiarvo oli selvästi kohonnut luonnollisesta taustapitoisuudesta ja ylitti raja-arvon. Tässä tutkimuksessa mitattujen pintasedimentin elohopeapitoisuuksien keskiarvo oli lähellä Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y.:n 1995 mittaamia pintasedimentin elohopeapitoisuuksia Äetsän padon ylä- ja alapuolella. Padon yläpuolella 1995 mitattu elohopeapitoisuus oli 6,90 mg/kg ja padon alapuolella 6,00 mg/kg. On kuitenkin huomattava, että tutkimuksessa löydettiin alueita, joilla elohopeapitoisuus oli moninkertainen keskiarvopitoisuuteen verrattuna. Tässä tutkimuksessa havaitut aikaisempia tutkimuksia korkeammat elohopeapitoisuudet on selitettävissä näytteenottopisteiden sijainnilla. Näytteenottopisteiden valinta perustui pohjan kartoitukseen ja siten näytteenotto voitiin keskittää mahdollisille kerrostumisalueille, joihin elohopean voidaan odottaa rikastuvan.

Kuvasta 16 nähdään, että kohonneet elohopeapitoisuudet olivat keskittyneet Karjusaaren pohjoispuoleiselle näytepisteiden N 8 ja N 18 väliselle jokiosuudelle. Äetsän padon yläpuoleisella jokiosuudella elohopeapitoisuudet kasvoivat joen virtaussuunnassa kohti patoa. Häkkinen (1987) tutkimuksessaan havaitsevat korkeimmat elohopeapitoisuudet mitattiin Äetsän padon alapuolelta Karjusaaren pohjoispuoleisen kerrostumisalueen yläpuoleiselta jokiosuudelta. On mahdollista, että elohopea on kulkeutunut sedimentissä alavirran suuntaan Karjusaaren pohjoispuoleiselle kerrostumisalueelle. Tulosten vertaileminen ei ole näiltä osin kuitenkaan mahdollista, sillä aikaisemmissa tutkimuksissa ei Karjusaaren alueelta oltu kerätty näytteitä.

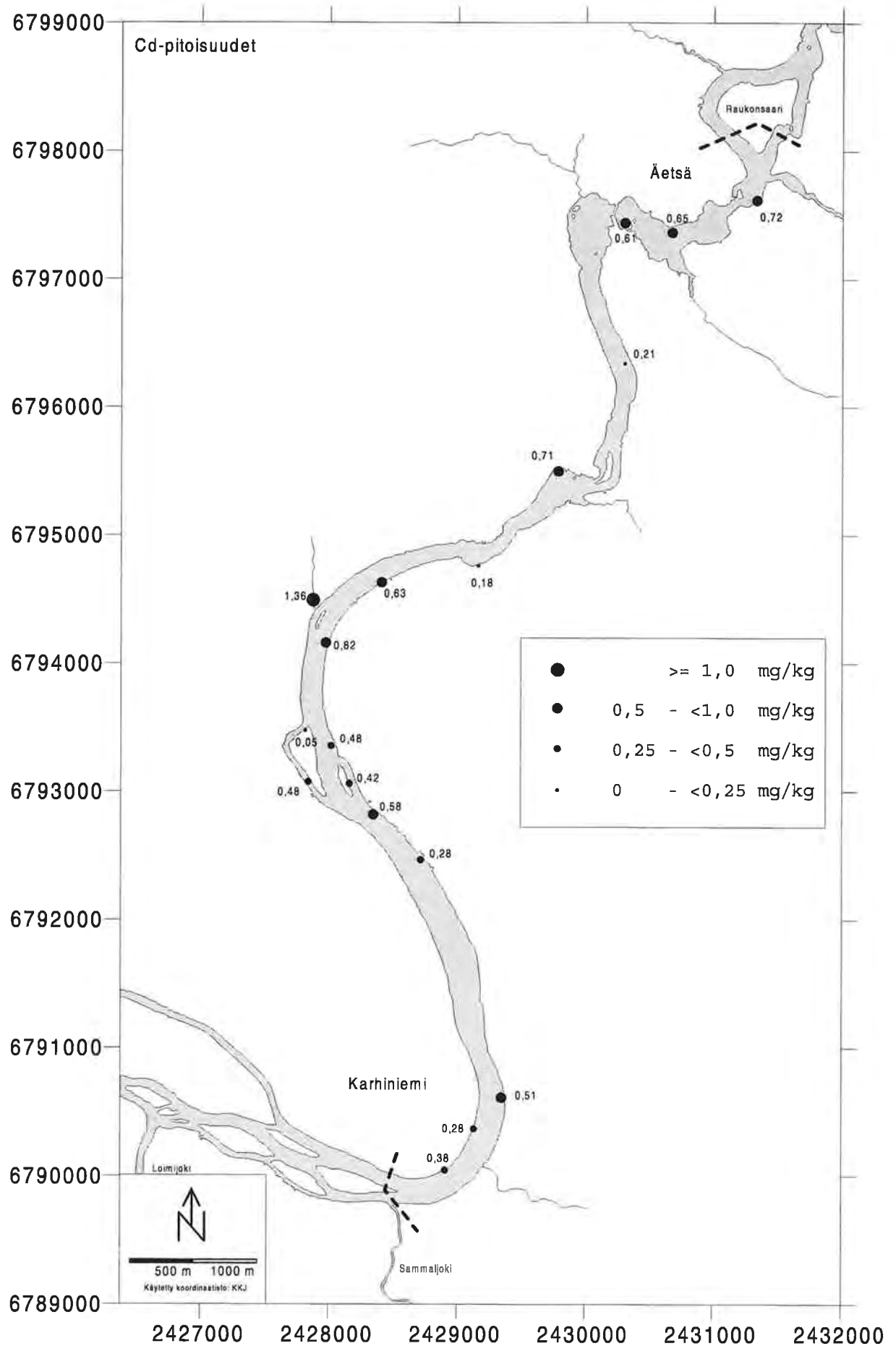


Kuva 16. Pintasedimentin elohopeapitoisuuden vaihtelu tutkimusalueella. Korkeimmat elohopeapitoisuudet mitattiin Karjusaaren pohjoispuolelta. Äetsän patoaltaassa elohopeapitoisuudet kasvavat kohti patoa.

4.1.3. Kadmium

Kadmiumpitoisuus vaihteli koko aineistossa välillä 0,05 – 1,36 mg/kg keskiarvon ollessa 0,5 mg/kg. Korkein pitoisuus mitattiin sivujoen pintasedimentinäytteestä (piste N 14) ja alhaisin pisteestä N 10 otetusta maanäytteestä. Alhaisin Kokemäenjoen pintasedimentin kadmiumpitoisuus oli 0,24 mg/kg (N 22) ja korkein 0,82 mg/kg (N 12), keskiarvon ollessa 0,5 mg/kg.

Kadmiumin ohjearvo maaperässä on 0,5 mg/kg ja raja-arvo 10 mg/kg. Maaperän luonnollinen taustaarvo on 0,3 mg/kg. (Puolanne *et al.* 1994). Näytteiden N 2/0-10, N 2/20-30, N 6, N 14, N 16/0-10, N 18, N 27, N 29, N 31, N 31/10-20 ja N 31/30-40 pitoisuudet ylittivät ohjearvon. Raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia ei havaittu. Näytteistä mitattujen kadmiumpitoisuuksien keskiarvo oli hieman maaperän taustapitoisuutta korkeampi. Mitatut pitoisuudet olivat hyvin lähellä aikaisemmin alueen pintasedimentistä havaittuja pitoisuuksia. Äetsän yläpuolella kadmiumille on mitattu kuiva-aine pitoisuus 0,50 mg/kg ja Äetsän alapuoleiselta osuudelta kuiva-ainepitoisuus 0,59 mg/kg (Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y. 1995). Pintasedimentin kadmiumpitoisuuden vaihtelussa joen virtaussuunnassa näkyi selkeänä nousuna näytepiste N 14, joka on Paskajärvestä Kokemäenjokeen laskevasta sivujoesta otettu näyte. Muutoin kadmiumpitoisuudessa ei voitu havaita merkittäviä muutoksia näytteenottopisteen sijainnin suhteen (kuva 17).

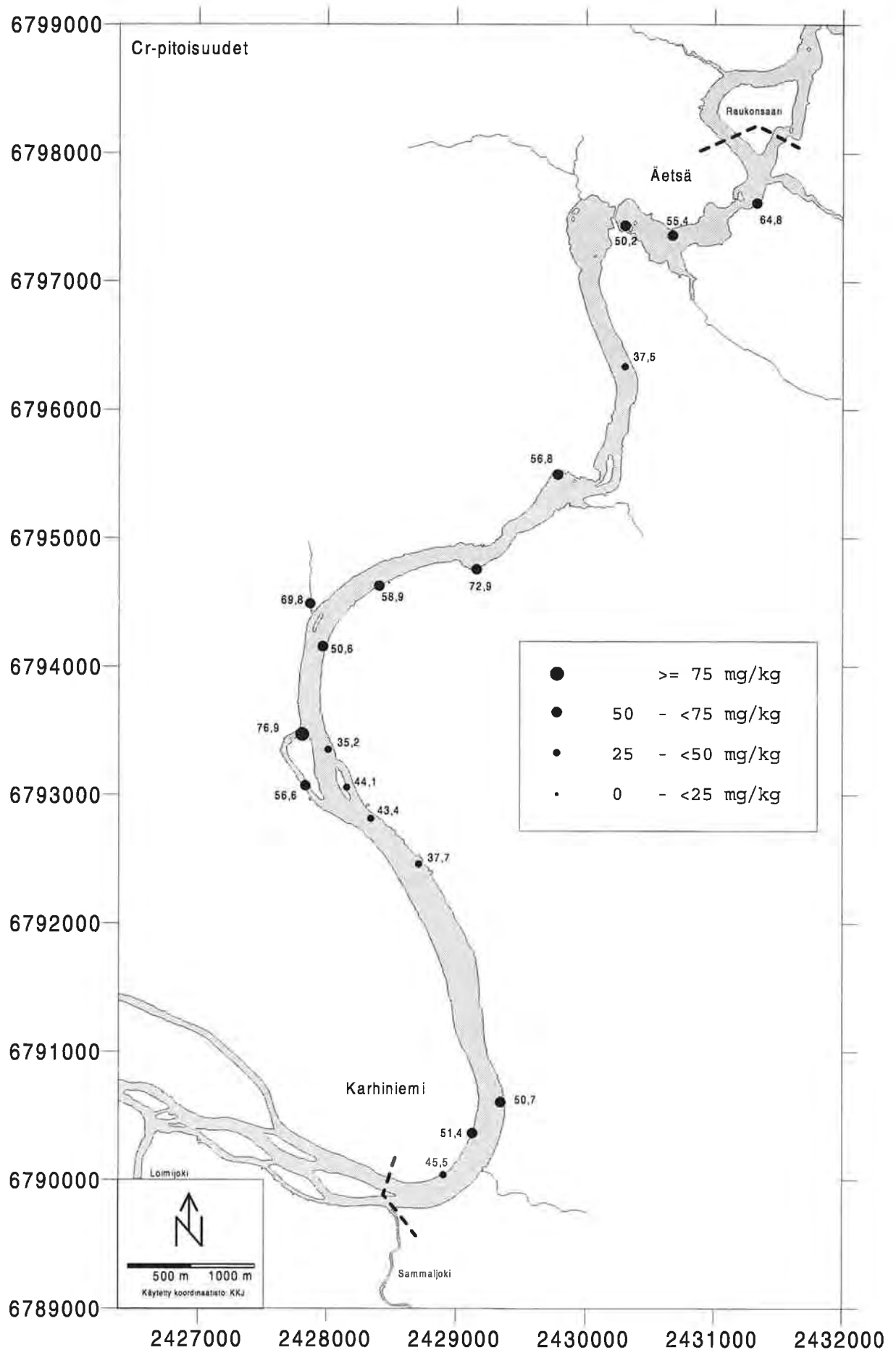


Kuva 17. Pintasedimentin kadmiumpitoisuuden vaihtelu tutkimusalueella. Korkein kadmiumpitoisuus mitattiin Kokemäenjokeen Paskajärvestä laskevan sivujoen pohjasedimentistä.

4.1.4. Kromi

Kromin pitoisuus vaihteli koko aineistossa välillä 35,2 – 76,9 mg/kg. Pitoisuuksien keskiarvo oli 56,5 mg/kg. Korkein kromipitoisuus mitattiin Karjusaaresta otetusta maanäytteestä (piste N 10) ja alhaisin joen pintasedimentistä pisteestä N 11. Korkein Kokemäenjoen pintasedimentin kromipitoisuus oli 69,8 mg/kg (N 14) keskiarvon ollessa 48,4 mg/kg.

Kromille asetettu ohjearvo maaperässä on 100 mg/kg, raja-arvo 400 mg/kg ja luonnollinen maa-aineksen taustapitoisuus 80 mg/kg (Puolanne *et al.* 1994). Tuloksia tarkasteltaessa havaitaan että kromipitoisuus pysyi kaikissa tapauksissa annetun ohjearvon alapuolella. Mitattujen kromipitoisuuksien keskiarvo oli luonnollista taustapitoisuutta hieman alhaisempi. Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y. (1995) on mitannut Äetsän yläpuolella pintasedimentin kromille kuiva-ainepitoisuudeksi 37 mg/kg ja Äetsän alapuoliselta osuudella 59 mg/kg. Verrattaessa aikaisempia tuloksia tässä tutkimuksessa esitettyihin tuloksiin havaitaan, että Äetsän yläpuolisella osuudella (näytepisteet N 27, N 29, N 31) pitoisuudet olivat hieman kohonneet, Äetsän alapuolisella osuudella muutosta ei ollut havaittavissa. Näytepisteen sijainnilla joen virtaussuunnan suhteen ei näyttänyt olevan vaikutusta kromipitoisuuden vaihteluun (kuva 18)

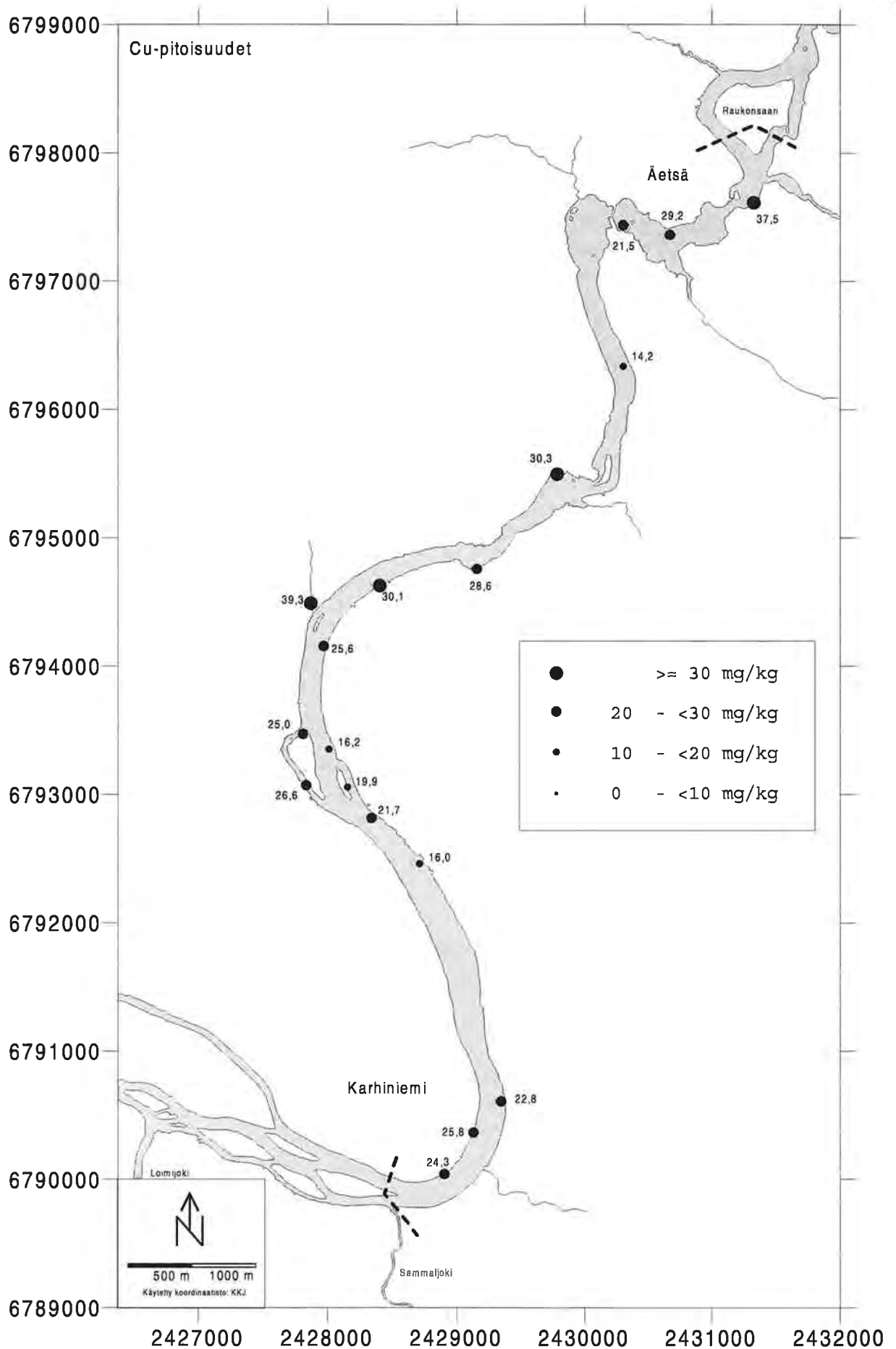


Kuva 18. Pintasedimentin kromipitoisuuden vaihtelu tutkimusalueella.

4.1.5. Kupari

Kuparipitoisuus vaihteli koko aineistossa välillä 14,2 – 39,3 mg/kg keskiarvon ollessa 26,3 mg/kg. Korkein kuparipitoisuus mitattiin sivujoen pintasedimenttinäytteestä (piste N 14) ja alhaisin joen pintasedimentistä pisteessä N 22. Korkein Kokemäenjoen pintasedimentin kuparipitoisuus oli 37,5 mg/kg (N 31). Joesta kerättyjen näytteiden pintasedimentin kuparipitoisuuden keskiarvo oli 24,1 mg/kg.

Kuparille asetettu ohjearvo maaperässä on 100 mg/kg, raja-arvo 400 mg/kg ja maaperän luonnollinen tausta-arvo 25 mg/kg (Puolanne *et al.* 1994). Ohjearvon ylittäviä kuparipitoisuuksia ei havaittu. Näytteistä mitatun kuparipitoisuuden keskiarvo oli lähellä luonnollista taustapitoisuutta. Mitatut pitoisuudet olivat lähellä aikaisemmin alueen pintasedimentistä mitattuja pitoisuuksia. Äetsän yläpuolisella jokiosuudella kuparipitoisuudeksi on mitattu 18 mg/kg ja alapuolisella osuudella 26 mg/kg (Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y. 1995). Näytepisteen sijainnilla joen virtaussuunnan suhteen ei näyttänyt olevan vaikutusta kuparipitoisuuden vaihteluun (kuva 19).

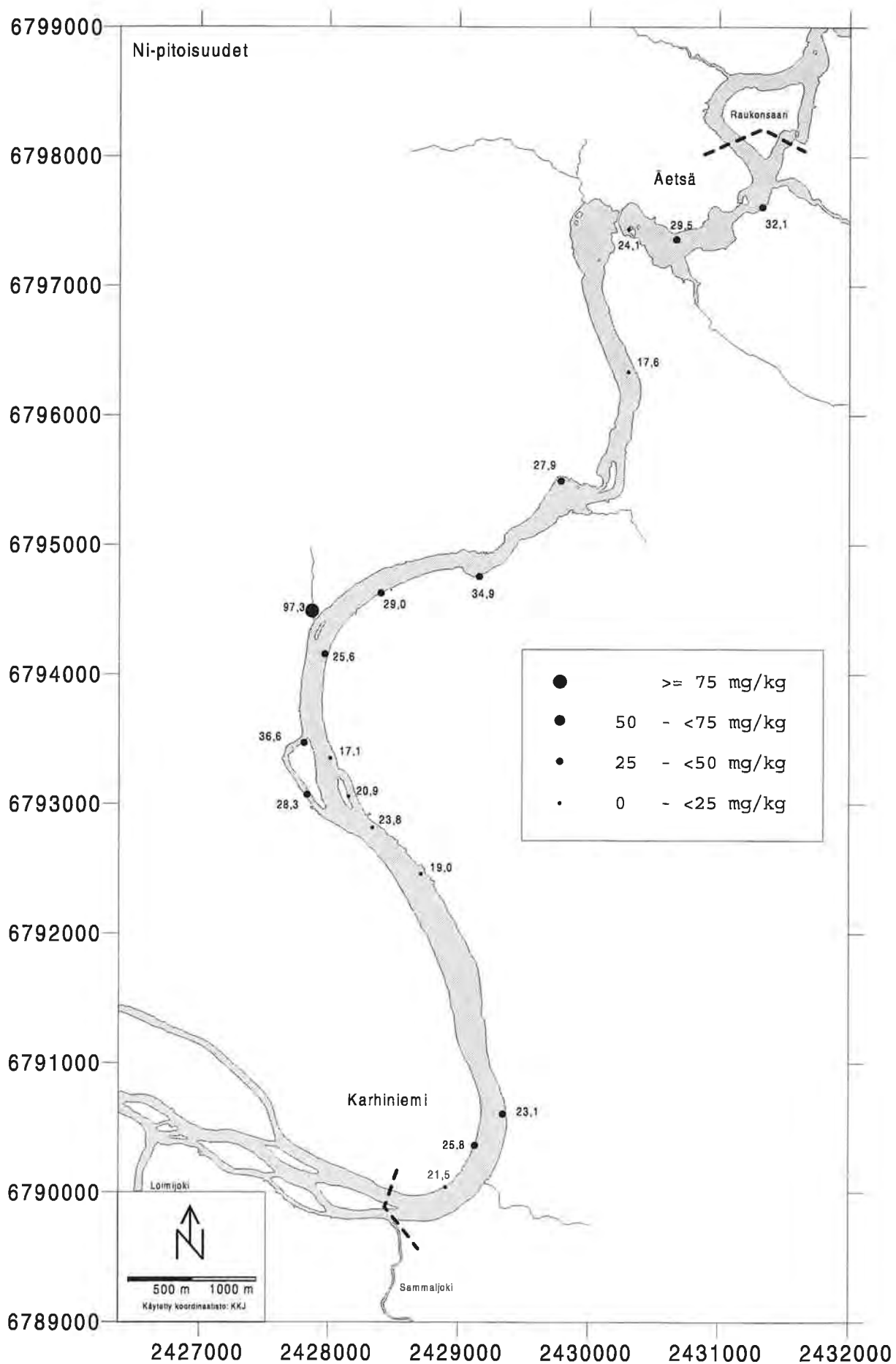


Kuva 19. Pintasedimentin kuparipitoisuuden vaihtelu tutkimusalueella.

4.1.6. Nikkeli

Nikkelipitoisuus vaihteli koko aineistossa välillä 17,1 – 97,3 mg/kg keskiarvon ollessa 29,7 mg/kg. Korkein nikkelipitoisuus mitattiin sivujoen pintasedimenttinäytteestä (piste N 14) ja alhaisin pisteestä N 11 otetusta joen pintasedimenttinäytteestä. Korkein Kokemäenjoen pintasedimentin nikkelipitoisuus oli 32,1 mg/kg (N 31). Pintasedimentin nikkelipitoisuuden keskiarvo oli 24,4 mg/kg.

Nikkelille asetettu ohjearvo maaperässä on 60 mg/kg ja raja-arvo 200 mg/kg. Maaperän luonnollinen tausta-arvo on 20 mg/kg. (Puolanne *et al.* 1994). Paskajärvestä Kokemäenjokeen laskevasta joesta otetusta näytteestä N 14 mitattiin ohjearvon ylittävä nikkelipitoisuus. Muissa pisteissä ohjearvoa ei ylitetty. Näytteistä mitatun nikkelipitoisuuden keskiarvo oli lähellä luonnollista taustapitoisuutta. Mitatut pitoisuudet ovat lähellä aikaisemmin alueen pintasedimentistä mitattuja pitoisuuksia. Äetsän yläpuolisella osuudella nikkelipitoisuudeksi on mitattu 24 mg/kg ja alapuoliselta osuudella 34 mg/kg (Kokemäenjoen Vesistön Vesien suojeleuyhdistys r.y. 1995). Näytepisteen sijainnilla joen virtaussuunnan suhteen ei näyttänyt olevan vaikutusta nikkelipitoisuuden vaihteluun (kuva 20).

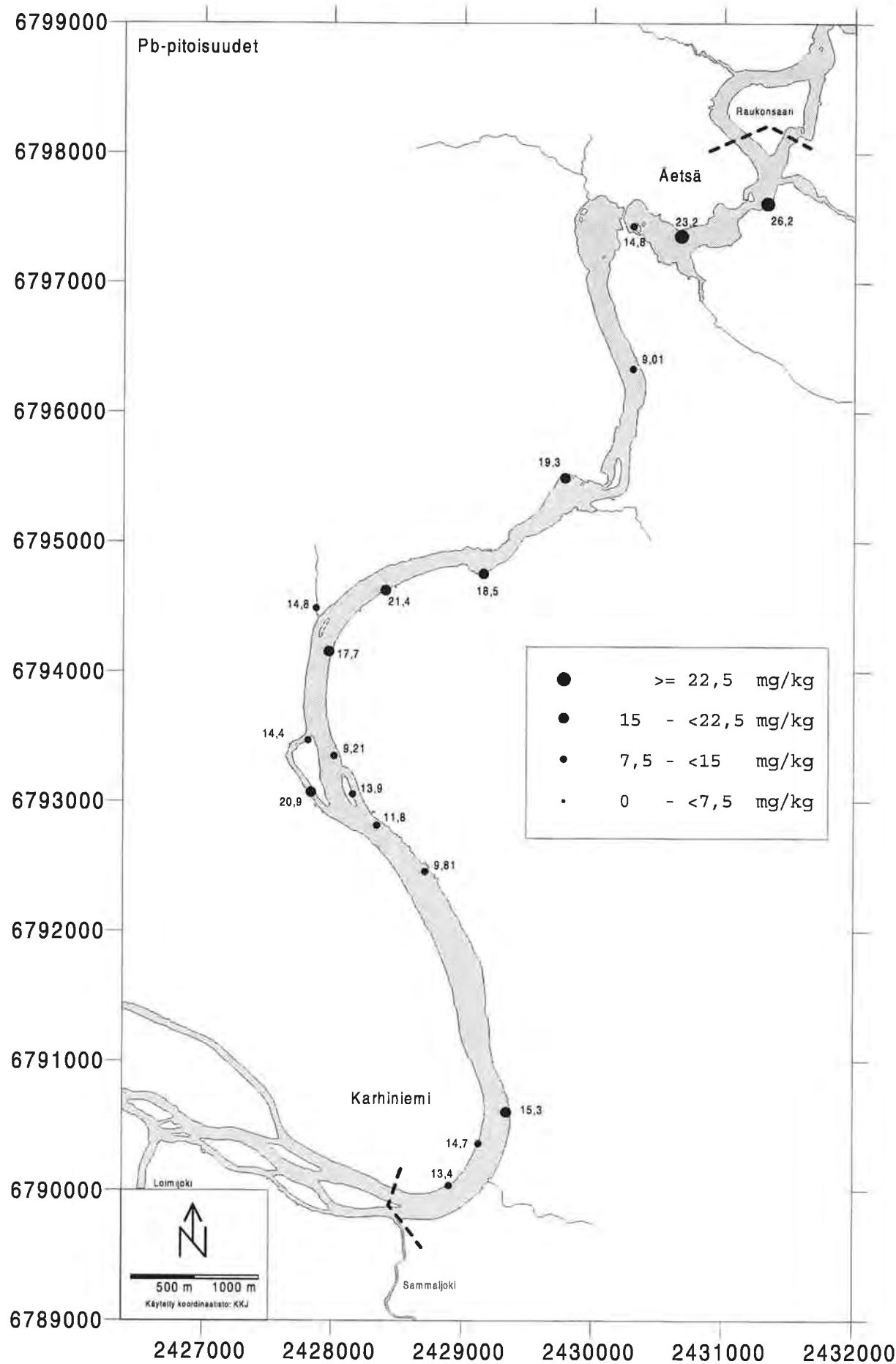


Kuva 20. Pintasedimentin nikkelpitoisuuden vaihtelu tutkimusalueella.

4.1.7. Lyijy

Lyijypitoisuus vaihteli koko aineistossa välillä 9,01 – 29,4 mg/kg keskiarvon ollessa 18,0 mg/kg. Korkein lyijypitoisuus mitattiin sedimenttiprofiilista N 2 20 - 30 cm syvyydeltä otetusta näytteestä. Alhaisin lyijypitoisuus määritettiin pisteestä N 22 otetusta pintasedimenttinäytteestä. Korkein Kokemäenjoen pintasedimentin lyijypitoisuus oli 26,2 mg/kg (N 31) ja pintasedimentin lyijypitoisuuden keskiarvo oli 16,0 mg/kg.

Lyijylle asetettu ohjearvo maaperässä on 60 mg/kg ja raja-arvo 300 mg/kg. Maaperän luonnollinen tausta-arvo on 17 mg/kg. (Puolanne *et al.* 1994). Ohjearvoa ylittäviä lyijypitoisuuksia ei havaittu. Näytteistä mitatun lyijypitoisuuden keskiarvo oli lähellä luonnollista taustapitoisuutta. Mitatut pitoisuudet olivat lähellä aikaisemmin alueen pintasedimentistä mitattuja lyijypitoisuuksia. Äetsän yläpuolisella jokiosuudella kuparipitoisuudeksi on mitattu 14 mg/kg ja alapuolisella osuudella 26 mg/kg (Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y. 1995). Näytepisteen sijainnilla joen virtaussuunnan suhteen ei näyttänyt olevan vaikutusta lyijypitoisuuden vaihteluun (kuva 21).

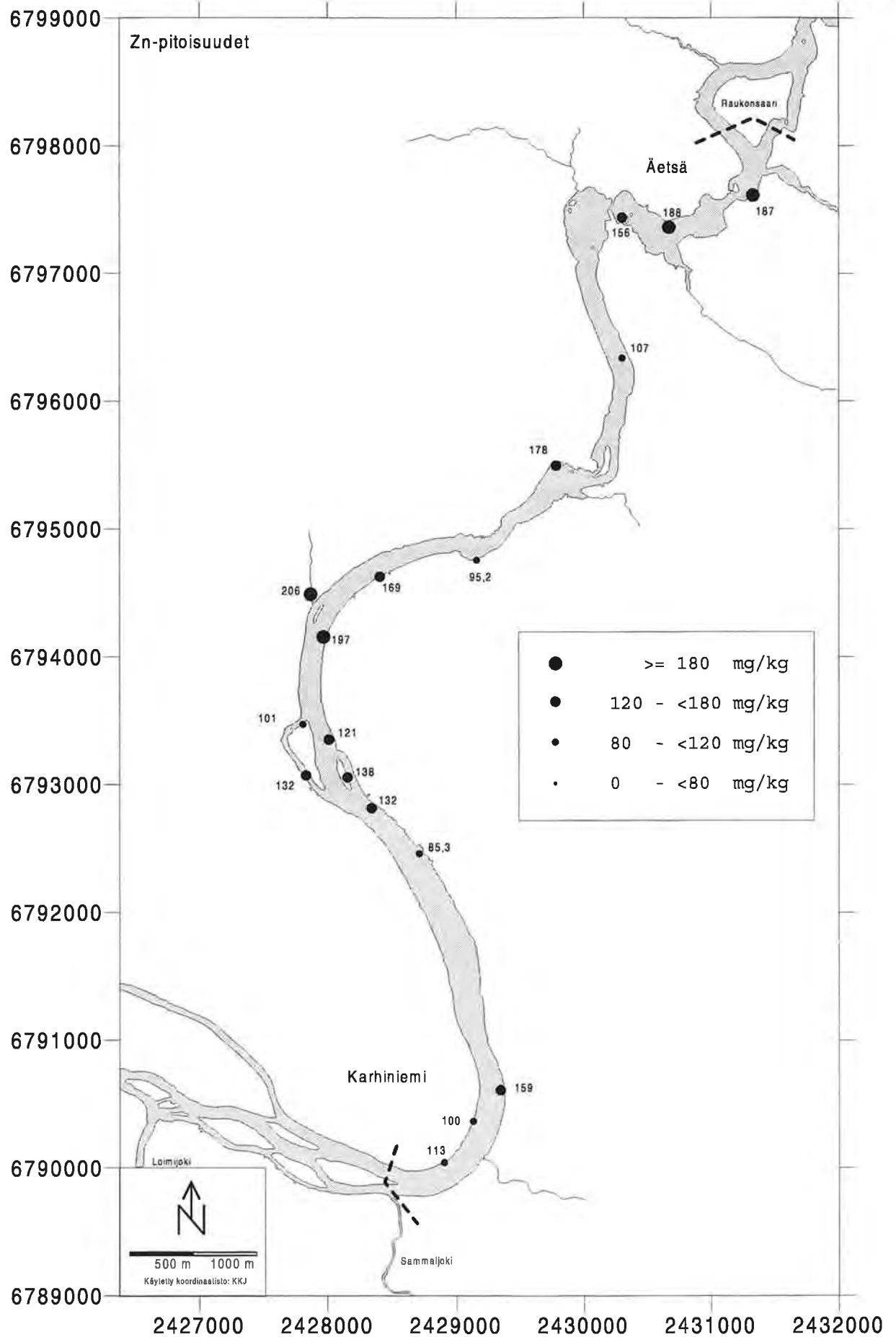


Kuva 21. Pintasedimentin lyijypitoisuuden vaihtelu tutkimusalueella.

4.1.8. Sinkki

Sinkkipitoisuuden vaihteluväli koko aineistossa oli 80,6 – 230 mg/kg keskiarvon ollessa 132,2 mg/kg. Korkein sinkkipitoisuus mitattiin sedimenttiprofiilista N 31 10 – 20 cm syvyydeltä otetusta näytteestä. Alhaisin sinkkipitoisuus määritettiin sedimenttiprofiilista N2 40 – 50 cm syvyydeltä otetusta sedimenttinäytteestä. Korkein Kokemäenjoen pintasedimentin sinkkipitoisuus oli 197 mg/kg (N 12) ja alhaisin 85,3 mg/kg (N 5). Pintasedimentin sinkkipitoisuuden keskiarvo oli 144,2 mg/kg.

Sinkille asetettu ohjearvo maaperässä on 150 mg/kg ja raja-arvo 700 mg/kg. Maaperän luonnollinen tausta-arvo on 70 mg/kg. (Puolanne *et al.* 1994). Ohjearvon ylittävä sinkkipitoisuus mitattiin pisteissä N 2/0-10, N 12, N 14, N 16/0-10, N 18, N 27, N 29, N31 ja N 31/10-20. Raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia ei havaittu. Näytteistä mitatun sinkkipitoisuuden keskiarvo oli selvästi kohonnut luonnollisesta taustapitoisuudesta. Havaitut sinkkipitoisuudet olivat suuruudeltaan yhteneviä Syrjäsen (1999) esittämien pitoisuuksien kanssa. Näytepisteen sijainnilla joen virtaussuunnan suhteen ei näyttänyt olevan vaikutusta sinkkipitoisuuden vaihteluun (kuva 22).



Kuva 22. Pintasedimentin sinkkipitoisuuden vaihtelu tutkimusalueella.

4.1.9. Orgaaniset haitta-aineet

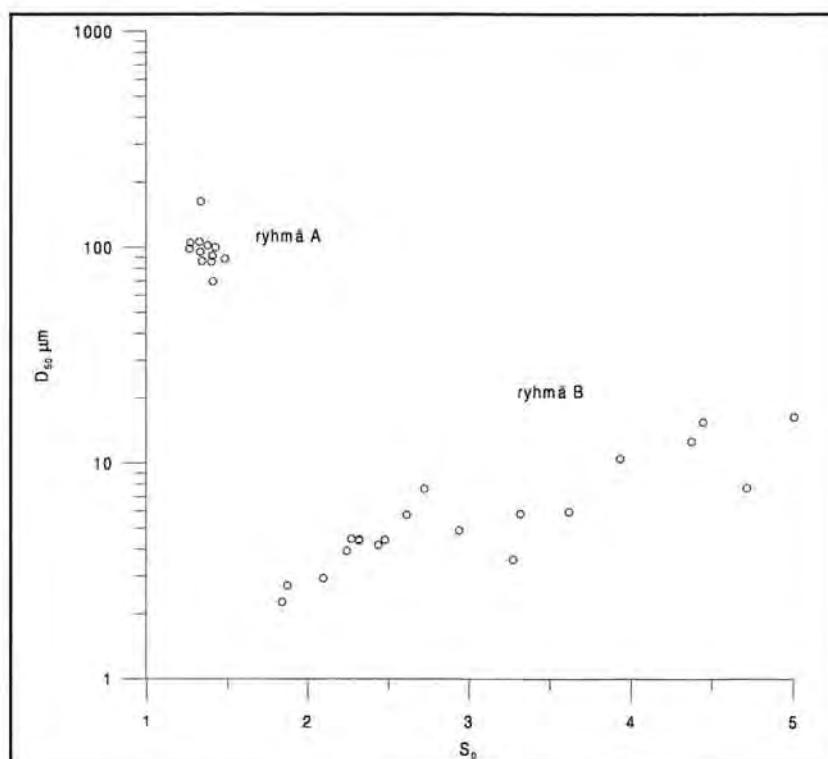
PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus tarkastelluissa näytteissä vaihteli välillä 0,39 – 1,7 mg/kg. Suomalaisen maa-aineksen luontaisena PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuutena pidetään pitoisuutta 1 mg/kg. Ohjearvo PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuudelle on 20 mg/kg ja saastuneen maan raja-arvo 200 mg/kg (Puolanne *et al.* 1994). Tutkimuksessa havaitut PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuudet eivät ylittäneet ohjearvoa ja olivat suomalaiselle maa-ainekselle tyypillisiä. Myöskään yksittäiset PAH-yhdisteet eivät ylittäneet niille asetettuja ohjearvoja.

PCB-pitoisuus näytteissä vaihteli välillä 5,4 – 275,5 ng/g. Korkein kokonaispitoisuus mitattiin pisteestä N 31 ja alhaisin pisteissä N 1. Saastuneen maan raja-arvona pidetään arvoa 500 ng/g summa PCB kuivapainossa ja ohjearvona 50 ng/g summa PCB kuivapainossa (Puolanne *et al.* 1994). Näytteen N 31/0-10 PCB-pitoisuus ylitti ohjearvon mutta raja-arvon ylittäviä PCB-pitoisuuksia ei näytteissä havaittu.

PCDD/F-pitoisuudet näytteissä vaihtelivat välillä 7,50 – 76,5 pg I-TEQ/g. Korkein PCDD/F-pitoisuus mitattiin pisteestä N 16 ja alhaisin pisteissä N 31. Saastuneen maan raja-arvona pidetään arvoa 500 pg I-TEQ/g kuivapainossa ja ohjearvona 20 pg I-TEQ/g kuivapainossa. Näytteiden N 2, N 16, N 18 PCDD/F –pitoisuudet ylittivät ohjearvon mutta jäivät raja-arvon alle.

4.2. KERROSTUMISALUEET

Tutkimuksessa kerätyt sedimenttinäytteet oli jaettavissa kahteen ryhmään raekoko-ominaisuuksiensa perusteella (kuva 23). Ryhmille annettiin nimet A ja B. Ryhmään A kuuluvat sedimentit olivat hyvin lajittuneita ja suhteellisen karkeita kun taas ryhmään B kuuluvat sedimentit olivat hienorakeisia ja huonosti lajittuneita. Taulukossa 9 on lueteltu ryhmiin kuuluvat näytteet. Ryhmään A kuuluvat näytteet tulkittiin transportaatiopohjan sedimenteiksi. Näytteiden hyvä lajittuneisuus sekä karkea raekoko osoittavat aineksen kerrostuneen ympäristössä, jossa veden virtaus lajittelee veden mukana kulkevaa ainesta. Ryhmään B kuuluvat näytteiden on tulkittu edustavan kerrostumispohjaa. Nämä sedimentit ovat huonosti lajittuneita ja hienorakeisia eli ne ovat kerrostuneet rauhallisissa virtausoloissa. Ryhmään B sijoituivat myös maalta kerätyt sedimenttinäytteet.



Kuva 23. Sedimenttinäytteiden ryhmittäminen raekoon ja lajittuneisuusvakiin perusteella.

Taulukko 9. Sedimenttinäytteiden ryhmittymän ominaisuuksiensa perusteella. Ryhmään A kuuluvat näytteet on tulkittu transportaatiopohjan sedimenteiksi ja ryhmään B kuuluvat kerrostumisohjan sedimenteiksi. Myös rannalta kerätyt näytteet N 10 ja N 35 sijoittuivat ryhmään B.

Ryhmä A	Ryhmä B
N 2/0-10	N 1/0-10
N 2/10-20	N 1/10-20
N 5/0-10	N 2/20-30
N 6	N 2/30-40
N 8	N 2/40-50
N 11	N 5/10-20
N 12	N 5/20-30
N 16/20-30	N 7
N 18	N 10
N 22	N 14
N 27	N 16/0-10
N 37	N 16/10-20
	N 16/30-40
	N 29
	N 31
	N 31/10-20
	N 31/20-30
	N 31/30-40
	N 31/40-50
	N 35

Sedimenttinäytteiden ominaisuuksien perusteella voidaan todeta että osa alustavassa tarkastelussa kerrostumisalueiksi tulkituista alueista on sedimentin ominaisuuksien perusteella kulkeutumispohjaa. Dynaamisena ympäristönä joen pohjan eroosio-, transportaatio- ja akkumulaatioalueiden sijainnissa tapahtuu muutoksia ajan suhteen kuten profiilinäytteet osoittavat. Pintasedimenttinäytteiden perusteella tutkimusalueella sijaitsee tällä hetkellä kaksi pinta-alaltaan laajaa sekä kolme pienialaisempaa kerrostumisaluetta. Laajimmat alueet ovat Karhiniemen länsiranta Karhiniemen sillan pohjoispuolella sekä Karjusaaresta 1,0 – 1,5 km pohjoiseen ylävirran suuntaan sijaitsevan joenmutkan itäranta. Muut havaitut kerrostumisalueet ovat Karjusaaren länsipuolinen joenuoma sekä kaksi pienialaista aluetta Äetsän patoaltaassa.

4.3. RANTAEROOSIOALUEET SEKÄ KIINTOAINESKULKEUMA PELLOILTA

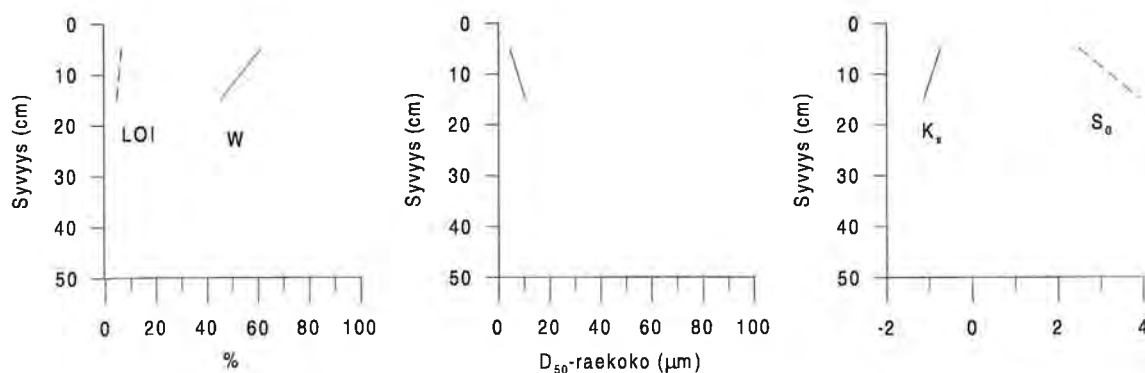
Rantaeroosioalueilta kerätyistä näytteistä (N10 ja N 35) ei havaittu poikkeavia raskasmetallipitoisuuksia. Näiden tulosten perusteella voidaan todeta että Karjusaaren ja Villilän alueilla tapahtuva rantaeroosio ei lisää haitta-ainepitoisuuksia Kokemäen pohjasedimentissä.

Paskajärven lasku-uoman sedimentistä (N 14) havaittiin useiden raskasmetallien kohdalla kohonneita pitoisuuksia. Ohjearvon ylittävät pitoisuudet mitattiin kadmiumille, nikkelille sekä sinkille. Myös sedimentin kuparipitoisuus oli kohonnut, joskaan ei ohjearvon ylittävälle tasolle.

4.4. SEDIMENTTIPROFIILIT

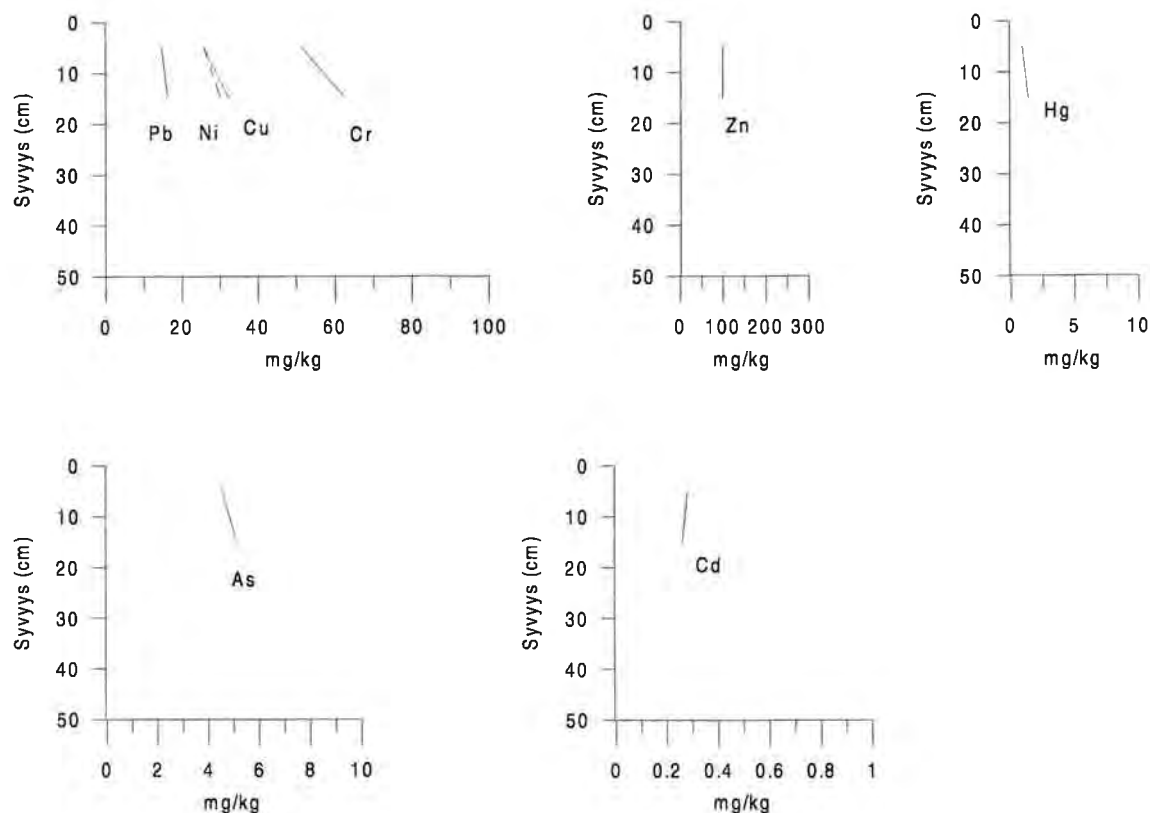
4.4.1. Profiili 1

Profiili 1:n näyte otettiin Karhiniemen alueelta joen länsireunalta. Venäläinen suokaira tunkeutui näytepisteessä huonosti sedimenttiin. Tämän vuoksi muiden profiilinäytteiden keräämiseen käytetyn venäläisen suokairan sijasta näyte kerättiin Limnos sedimenttinoutimella. Käytetyn näytteenottimen rakenteen vuoksi profiilista ei ole valokuvaa. Näytteen pituus oli 20 cm. Sedimentti oli syvyydellä 10 – 20 cm huonosti lajittunutta liejuista silttiä. Ylin 10 cm näytteestä oli huonosti lajittunutta silttistä liejua. Mineraaliaines muuttui hienorakeisemmaksi ja lajittuneemmaksi pintaa kohden. Vesipitoisuus ja hehkutushäviö kasvoivat profiilin pintaa kohden. Sedimentin fysikaalisten ominaisuuksien (kuva 24) perusteella profiiliin 1 on tulkittu kokonaisuudessaan edustavan kerrostumisohjaa.



Kuva 24. Sedimentin fysikaaliset ominaisuudet. Ensimmäisessä diagrammissa on esitetty vesipitoisuuden ja hehkutushäviön muutos, toisessa raekoon muutos ja kolmannessa raekokojakaumaa kuvaavat tunnusluvut symmetrisyysvakio (K_s) ja Traskin lajittuneisuusvakio (S_0).

Raskasmetallien pitoisuuksissa ei sedimenttiprofiilissa (kuvat 25) tapahtunut huomattavia muutoksia. Lyijyn, nikkelin, kuparin, kromin, elohopean ja arseenin pitoisuudet laskivat hieman pintaa kohden. Sinkkipitoisuus pysyi muuttumattomana ja kadmiumin pitoisuus kasvoi hieman pintaa kohden. Ainoastaan elohopeapitoisuus ylitti ohjearvon pysyen kuitenkin raja-arvon alapuolella (Puolanne *et al.* 1994). Raskasmetallien pitoisuudet olivat yleisesti Syrjäsen (1999) havaitsemien pitoisuuksien suuruusluokkaa, poikkeuksina Syrjäsen esittämää pitoisuutta selkeästi alhaisempi nikkelpitoisuus, sekä korkeampi elohopeapitoisuus.



Kuva 25. Raskasmetallipitoisuuksien vaihtelu profiilissa 1.

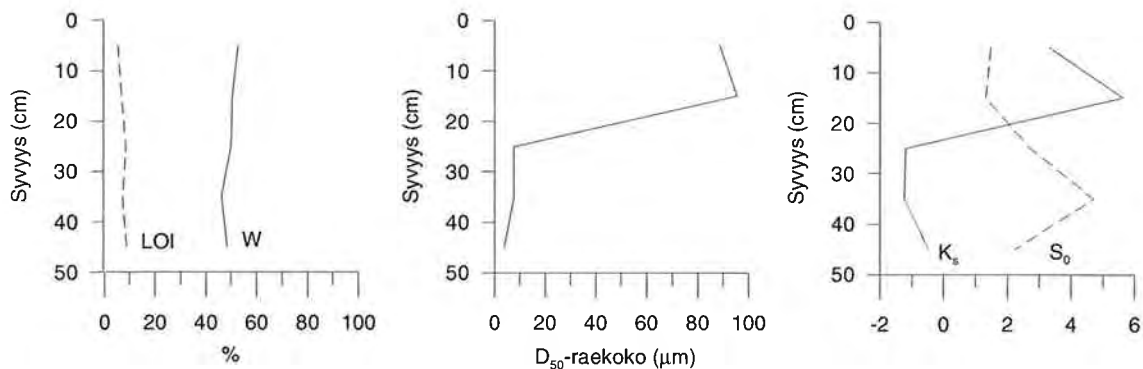
pitoisuus.

4.4.2. Profiili 2

Profiili 2:n näyte (kuva 26) otettiin Karhiniemen alueelta joen itäreunalta. Näytteen pituus oli 50 cm. Sedimenttiprofiili oli raekoko-ominaisuuksiltaan selkeästi kaksijakoinen (kuva 27). 20 - 50 cm syvyydellä oli huonosti lajittunutta silttistä liejua, jonka tulkittiin edustavan akkumulaatiopohjan oloja. Tämän päällä oli hyvin lajittuneen hiekan muodostama kerros (syvyys 0 – 20 cm). Karkeamman kerroksen tulkittiin edustavan transportaatiopohjan oloja. Profiilin tulkinnan perusteella alueella on tapahtunut kerrostumista mutta virtausolojen muututtua pohja on muuttunut kulkeutumispohjaksi. Profiilissa ei ollut huomattavaa vaihtelua vesipitoisuudessa eikä heikutushäviössä. Sedimentistä puuttuu kerrostumisalueelle tyypillinen löyhä vesipitoinen pintaosa. Tämä tukee edelleen tulkintaa, jonka mukaan alue on nykyisin transportaatiopohjaa.



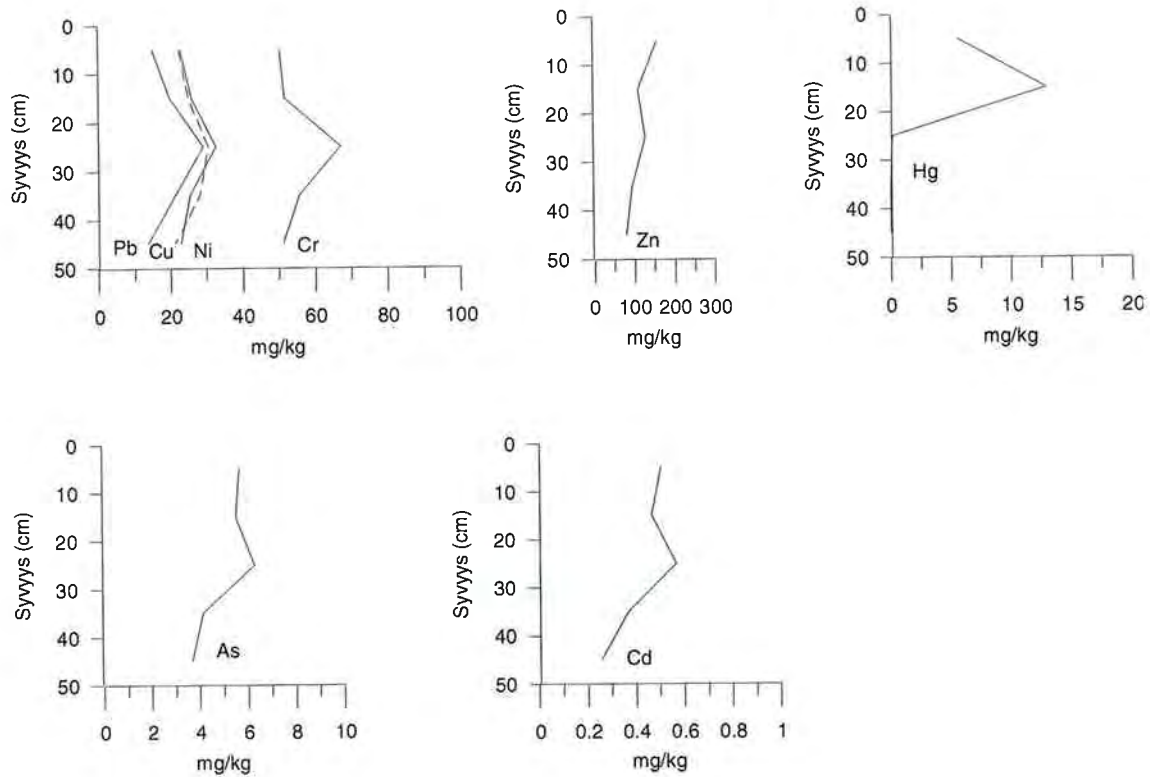
Kuva 26. Sedimenttiprofiili 2. Sedimentin pinta vasemmalla. Mittakaava 10 cm.



Kuva 27. Sedimentin fysikaaliset ominaisuudet. Ensimmäisessä diagrammissa on esitetty vesipitoisuuden ja heikutushäviön muutos, toisessa raekoon muutos ja kolmannessa raekokojakaumaa kuvaavat tunnusluvut symmetrisyysvakio (K_s) ja Traskin lajittuneisuusvakio (S_0).

Raskasmetallien pitoisuudet vaihtelivat profiilissa voimakkaasti (kuva 28). Raskasmetallien pitoisuuksissa oli nähtävissä nousu 20 – 30 cm syvyydessä, paitsi elohopeapitoisuudessa, jossa nousu tapahtui 10 – 20 cm syvyydessä. Tarkasteltaessa sedimentin fysikaalisia ominaisuuksia ja raskasmetallipitoisuuksien vaihtelua havaittiin että elohopeapitoisuuden kasvu sijoittuu samalle syvyydelle raekoon kasvun ja aineksen lajittuneisuuden kasvun kanssa. Sinkin, arseenin ja kadmiumin pitoisuudet ovat koko profiilin edustaman ajan olleet kasvussa kun taas lyijyn, kuparin, nikkelin, kromin ja elohopean pitoisuudet ovat kääntyneet laskuun sedimentin yläosassa.

Havaitut elohopeapitoisuudet olivat huomattavasti Syrjäsen (1999) havaitsemia pitoisuuksia korkeampia mutta lähellä Häkkinen (1987) esittämiä pitoisuuksia. Häkkinen (1987) tutkimuksen mukaan Karhiniemen alueella elohopeapitoisuus ylimmässä 10 cm:ssä vaihteli välillä 9,0 – 20,4 mg Hg/kg kuiva-ainesta. Sinkki- ja kadmiumpitoisuus ylittivät niukasti niille asetetut ohjeavot profiilin ylimmässä 10 cm:ssä, sekä kadmiumpitoisuus vielä syvyydellä 20 – 30 cm. Elohopeapitoisuus ylitti sille asetetun raja-arvon sedimentin ylimmässä 20 cm:ssä.



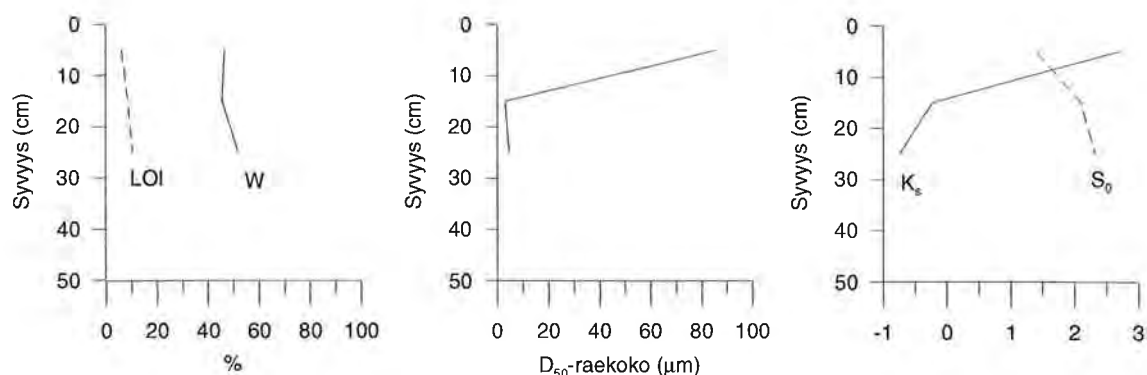
Kuva 28. Raskasmetallipitoisuuksien vaihtelu profiilissa 2.

4.4.3. Profiili 5

Profiili 5:n näyte (kuva 29) otettiin noin 1 km Karjusaaren eteläpuolelta joen itäreunalta. Näytteen pituus oli 30 cm. Sedimenttiprofiili oli raekoko-ominaisuuksiltaan selkeästi kaksijakoinen (kuva 30). Syvyydellä 10 – 30 cm aines oli huonosti lajittunutta siltistä liejua. Ylin 10 cm profiilista on hyvin lajittunutta humuksista hiekkaa. Profiilin on tulkittu edustavan aluetta, joka on muuttunut kerrostumisalueesta virtauksen voimistuttua transportaatiopohjaksi. Sekä vesipitoisuus että hehikutushäviö laskevat pintaa kohden. Sedimentistä puuttuu kerrostumisalueelle tyypillinen löyhä vesipitoinen pintaosa. Tämä tukee edelleen tulkintaa, jonka mukaan alue on nykyisin transportaatiopohjaa.

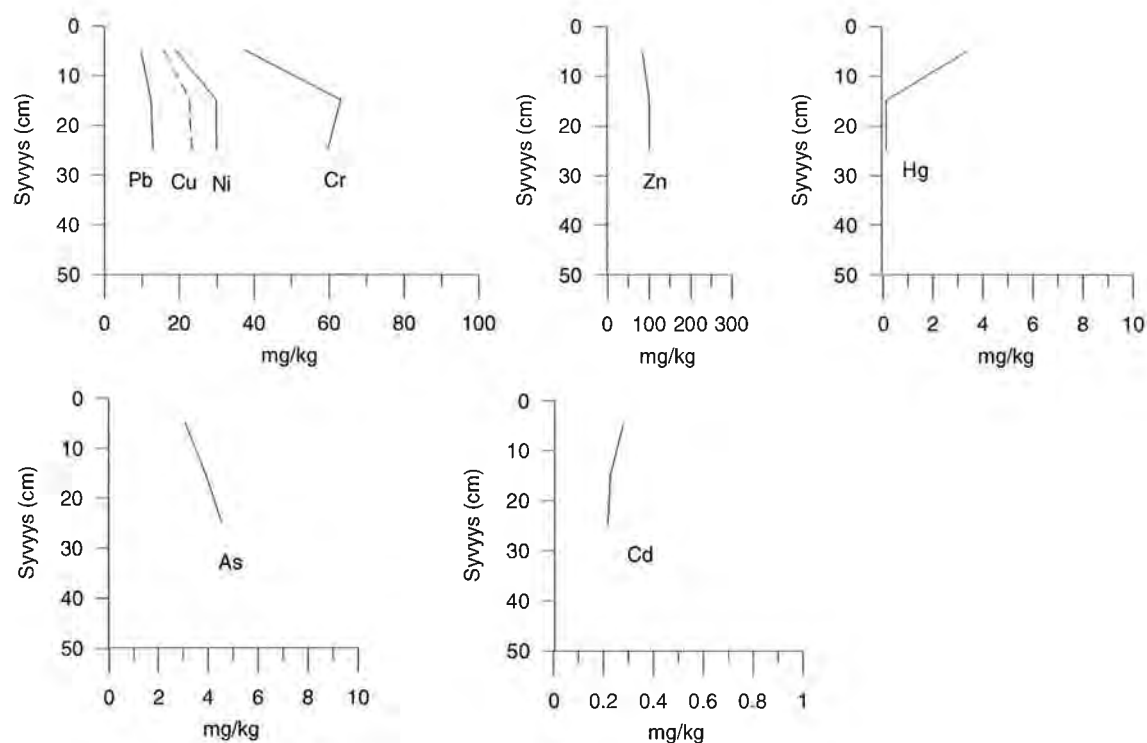


Kuva 29. Sedimenttiprofiili 5. Sedimentin pinta oikealla. Mittakaava 10 cm.



Kuva 30. Sedimentin fysikaaliset ominaisuudet. Ensimmäisessä diagrammissa on esitetty vesipitoisuuden ja hehkutushäviön muutos, toisessa raekoon muutos ja kolmannessa raekokojakaumaa kuvaavat tunnusluvut symmetrisyysvakio (K_s) ja Traskin lajittuneisuusvakio (S_0).

Raskasmetallien pitoisuudet vaihtelivat profiilissa voimakkaasti (kuva 31). Lyijyn, kuparin, nikkelin, kromin ja arseenin pitoisuudet laskivat sedimentin pintaosassa. Sinkin pitoisuus pysyi lähes muuttumattomana ja kadmiumin pitoisuus kasvoi hieman pintaa kohden. Elohopeapitoisuus nousi voimakkaasti sedimentin ylimmässä 10 cm:ssä ja ylitti ohjearvon mutta ei raja-arvoa. Muiden raskasmetallien pitoisuudet eivät ylittäneet niille asetettuja ohjearvoja. Samoin kuin profiilissa 2, profiilissa 5 elohopeapitoisuuden nousu sijoittuu samalle syvyydelle raekoon kasvun kanssa. Karhiniemestä ja Äetsän patoaltaasta määritettyihin raskasmetallipitoisuuksiin verrattuna tutkimuksessa havaitut raskasmetallipitoisuudet olivat hieman alhaisempia (Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y. 1995). Elohopeapitoisuudet olivat selvästi Häkkinen (1987) havaitsemia pitoisuuksia alhaisempia.



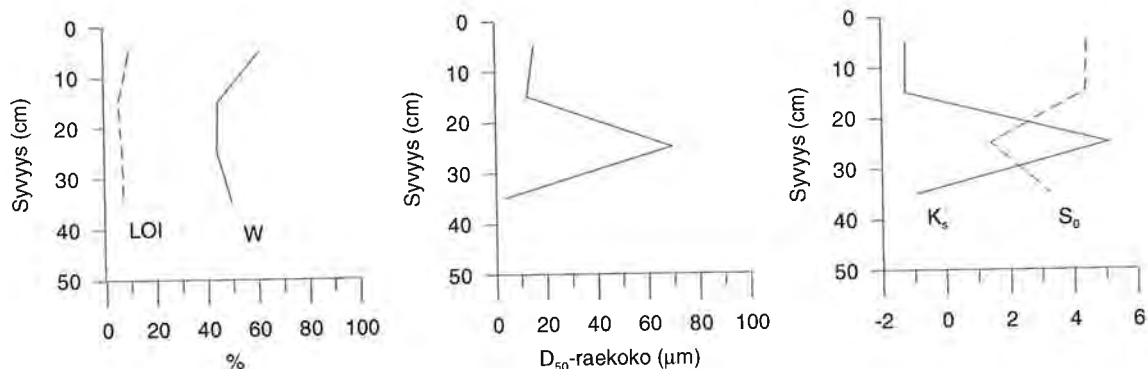
Kuva 31. Raskasmetallipitoisuuksien vaihtelu profiilissa 5.

4.4.4. Profiili 16

Profiili 16:n näyte (kuva 32) otettiin noin 1 km Karjusaaresta pohjoiseen joen itäreunalta. Näytteen pituus oli 40 cm. Syvyydellä 30–40 cm sedimentti oli huonosti lajittunutta siltistä liejua, joka muuttui 20–30 cm syvyydellä hyvin lajittuneeksi hiekaksi. Muutos tulkittiin virtauksen voimistumisesta aiheutuneeksi pohjan muuttumiseksi akkumulaatiopohjasta transportaatiopohjaksi. Sedimentti muuttui jälleen hienorakeisemmaksi 20 cm yläpuolella ollen syvyydellä 10–20 cm huonosti lajittunutta liejuista silttiä ja syvyydellä 0–10 cm huonosti lajittunutta siltistä liejua. Muutoksen tulkittiin aiheutuneen veden virtauksen hidastumisesta alueella ja olojen muuttumisesta jälleen sedimenttiä kerrostavaksi. Vesipitoisuus oli korkeimmillaan sedimentin ylimmässä 10 cm:ssä samoin hehikutushäviö, joka muutoin pysyi lähes muuttumattomana profiilissa. Vesipitoisemman, löyhän pintakerroksen olemassaolo vahvistaa tulkintaa alueen nykyisestä sedimenttiä kerrostavasta luonteesta. Sedimentin fysikaalisten ominaisuuksien vaihtelu profiilissa on esitetty kuvassa 33.

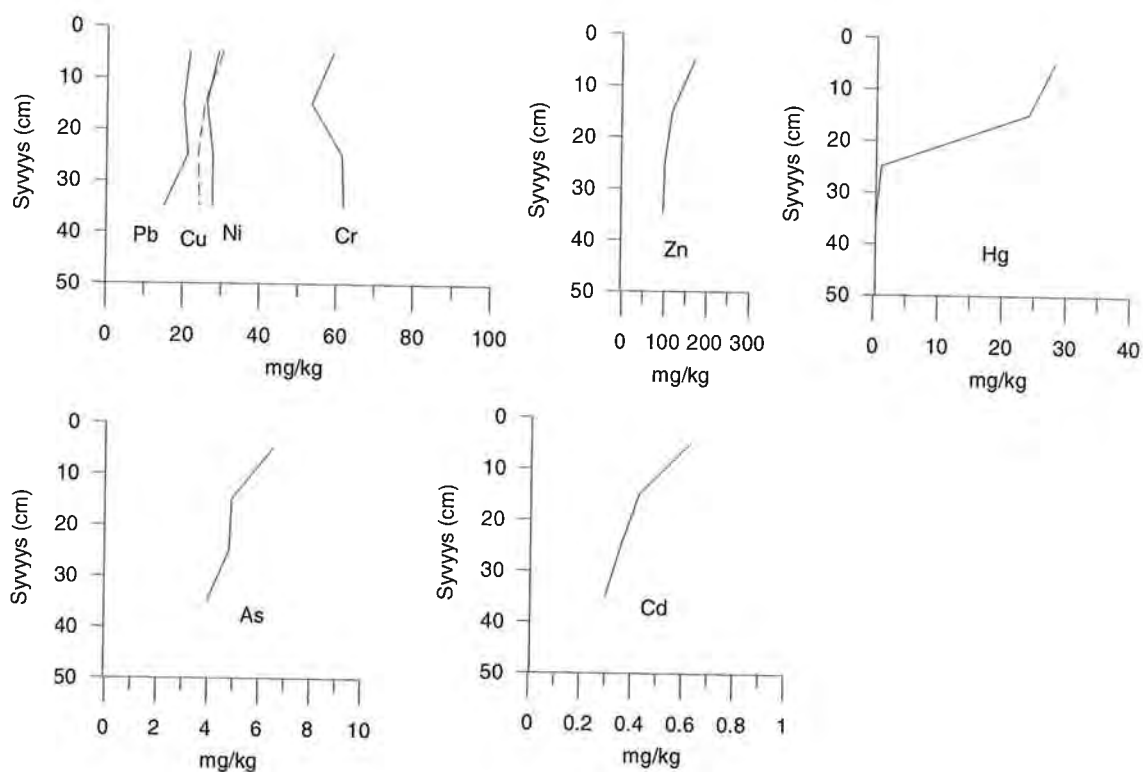


Kuva 32. Sedimenttiprofiili 16. Sedimentin pinta oikealla. Mittakaava 10 cm.



Kuva 33. Sedimentin fysikaaliset ominaisuudet. Ensimmäisessä diagrammissa on esitetty vesipitoisuuden ja hehikutushäviön muutos, toisessa raekoon muutos ja kolmannessa raekokojakaumaa kuvaavat tunnusluvut symmetrisyysvakio (K_s) ja Traskin lajittuneisuusvakio (S_0).

Raskasmetallipitoisuudet kasvoivat yleisesti profiilissa pintaa kohden, ainoastaan lyijyn, nikkelin, ja kromin pitoisuudet pysyivät lähes muuttumattomina (kuva 34). Elohopea-, arseeni- ja kadmiumpitoisuudet olivat koko profiilissa pintaa kohden selvässä kasvussa. Poiketen profiileista 2 ja 5, elohopeapitoisuuden nousu ei tässä profiilissa liittynyt raekoon kasvuun. Myös sinkki- ja kupari-pitoisuus kasvoivat hieman pintaa kohden. Kadmium- ja sinkkipitoisuus ylittivät ohjearvonsa syvyydellä 0–10 cm. Elohopeapitoisuus oli koko profiilissa ohjearvon yläpuolella ja syvyydellä 0–20 cm selvästi myös raja-arvon yläpuolella. Muiden raskasmetallien pitoisuudet eivät ylittäneet niille asetettuja ohjearvoja. Karhiniemestä ja Äetsän patoaltaasta määritettyihin raskasmetallipitoisuuksiin verrattuna tutkimuksessa havaitut pitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa pois lukien elohopea, jonka pitoisuudet olivat huomattavasti korkeampia (Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y. 1995). Profiilin yläosasta mitatut elohopeapitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa Häkkinlän (1987) Vuolteen alueelta mittaamien pitoisuuksien kanssa.



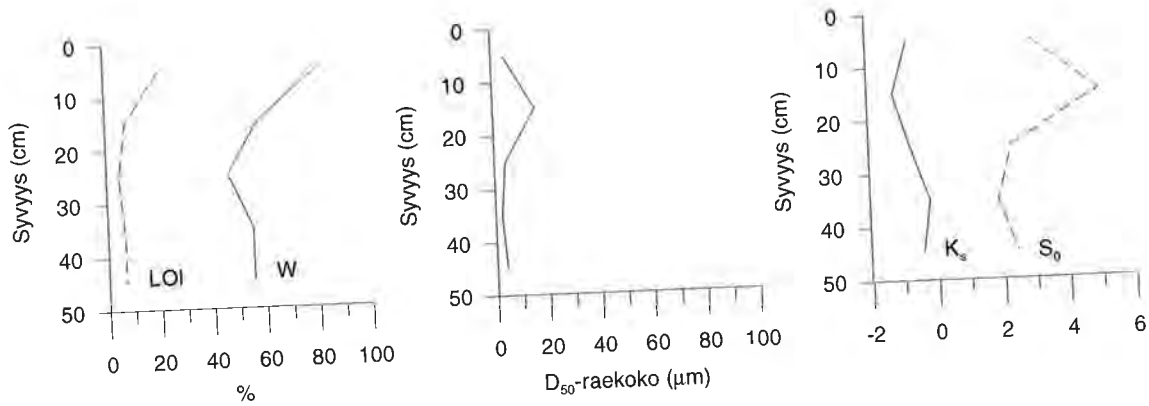
Kuva 34. Raskasmetallipitoisuuksien vaihtelu profiilissa 16.

4.4.5. Profiili 31

Profiili 31:n näyte (kuva 35) otettiin Äetsän padon yläpuolelta Kokemäenjoen itärannalta läheltä Raukonsaarta ja Finnish Chemicalsin tehdasta. Luodatessa sedimentaatioalue osoittautui pienenalaiseksi ja suhteellisen jyrkkäreunaiseksi, lisäksi alueella oli havaittavissa metalli- ja puu-rakenteita. Kyseessä onkin todennäköisesti ruopattu keinotekoinen syväne. Näytteen pituus oli 50 cm. Syvyydellä 40 – 50 cm aines oli huonosti lajittunutta siltistä liejua, syvyydellä 30 – 40 cm kohtalaisesti lajittunutta siltistä liejua, syvyydellä 20 – 30 cm huonosti lajittunutta liejuista silttiä, syvyydellä 10 – 20 cm huonosti lajittunutta siltistä liejua ja pinnassa ylimmät 10 cm liejua (kuva 36). Sedimentin raekoissa tapahtui vain vähäistä vaihtelua, syvyydellä 10 – 20 cm aines oli hieman karkeampaa ja heikommin lajittunutta kuin profiilin muissa osissa. Sedimentin ominaisuuksien perusteella profiiliin on tulkittu kokonaisuudessaan edustavan ainesta kerrostavia olosuhteita. Vesipitoisuus ja heikutushäviö kohosivat sedimentin ylimmässä 10 cm:ssä huomattavasti. Sedimentin pinta oli löyhää ja vesipitoista indikoiden rauhallisia ainesta kerrostavia oloja.

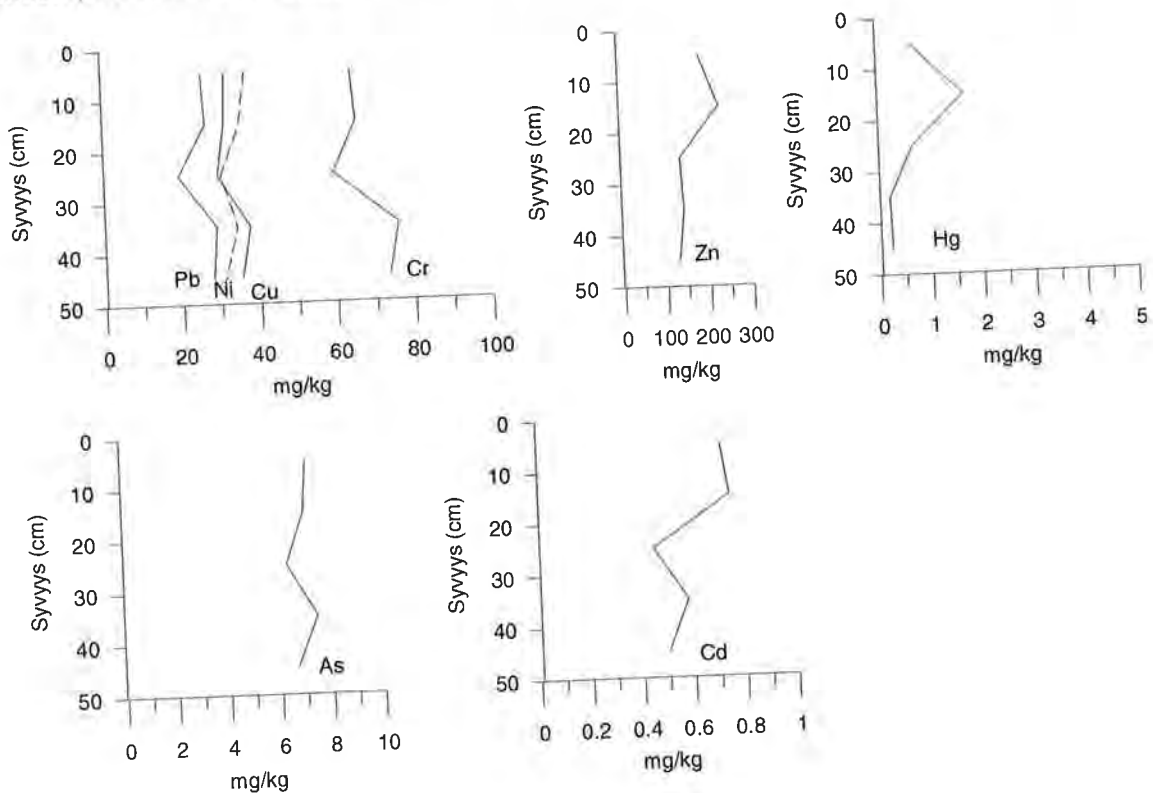


Kuva 35. Sedimenttiprofiili 31. Sedimentin pinta oikealla. Mittakaava 10 cm.



Kuva 36. Sedimentin fysikaaliset ominaisuudet. Ensimmäisessä diagrammissa on esitetty vesipitoisuuden ja hehkutushäviön muutos, toisessa raekoon muutos ja kolmannessa raekokojakaumaa kuvaavat tunnusluvut symmetrisyysvakio (K_s) ja Traskin lajittuneisuusvakio (S_0).

Profiilin raskasmetallipitoisuuksissa tapahtui voimakasta vaihtelua, muutosten keskittyessä 10 – 30 cm syvyydelle (kuva 37). Lyijyn, nikkelin, kuparin ja arseenin pitoisuuksissa oli vain pientä vaihtelua. Sekä sinkin että elohopean pitoisuudet kohosivat selvästi syvyydellä 10 – 20 cm mutta laskivat jälleen sedimentin pintaosassa. Kadmiumin pitoisuus nousi profiilin pintaa kohden, joskin syvyydellä 20 – 30 cm pitoisuudessa oli selvä lasku. Kromipitoisuus laski 20 – 30 cm syvyydessä pysyvästi pintaan asti. Kadmium ylitti ohjearvon syvyyksillä 30 – 40 cm ja 0 – 20 cm. Elohopeapitoisuus oli yli ohjearvon syvyydellä 0 – 20 cm. Elohopeapitoisuus oli yli ohjearvon koko profiilissa mutta kuitenkin selkeästi raja-arvon alla. Muiden raskasmetallien pitoisuudet eivät ylittäneet ohjearvoja. Tutkimuksessa määritetyt raskasmetallipitoisuudet olivat Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojelu-yhdistys r.y.:n (1995) Äetsän patoaltaasta määrittämien pitoisuuksien suuruusluokkaa poikkeuksena elohopea, jonka tässä tutkimuksessa havaitut pitoisuudet olivat selvästi alhaisempia. Profiilin yläosasta mitatut elohopeapitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa Häkkinen (1987) Äetsän padon yläpuolelta mittaamien pitoisuuksien kanssa.



Kuva 37. Raskasmetallipitoisuuksien vaihtelu profiilissa 31.

4.5. HAITTA-AINEIDEN ESIINTYMINEN SEDIMENTISSÄ

Määritettyjen haitta-aineiden pitoisuuksien ja sedimentin fysikaalisten ominaisuuksien välistä riippuvuutta tarkasteltiin Spearmanin korrelaatiokertoimen avulla. Korrelaatiomatriisi on esitetty taulukossa 10. Tuloksen tilastollisen merkitsevyyden rajana käytettiin arvoa $p < 0,05$. Raskasmetalleista kromi ja elohopea osoittivat tilastollisesti merkittävää korrelaatiota sedimentin raekoon kanssa. Kromipitoisuuden kasvu näyttää korrelaatiokertoimen perusteella liittyvän raekoon hienon-tumiseen, kun taas sedimentin elohopeapitoisuuden kasvu liittyy raekoon kasvuun. Muiden raskas-metallien pitoisuudet eivät osoittaneet tilastollisesti merkittävää korrelaatiota sedimentin ominaisuuksien kanssa. Eräiden raskasmetallien pitoisuudet osoittivat keskinäistä korrelaatiota. Tämän tulkittiin olevan seurausta tiettyjen näytepisteiden kohonneista raskasmetallipitoisuuksista. Toisin sanoen tietyissä näytepisteissä raskasmetallipitoisuudet olivat yleisesti kohonneita ja haitta-aineiden keskinäinen korrelaation tulkittiin olevan seurausta tästä, ei kyseisten metallien esiintymisen keskinäisestä riippuvuudesta.

Orgaanisten haitta-aineiden katsotaan yleisesti sitoutuvan sedimentin orgaaniseen ainekseen. Tilastollisesti merkittävää korrelaatiota sedimentin hehkutushäviön (*LOI*) ja orgaanisten haitta-aineiden pitoisuuksien välillä ei kuitenkaan havaittu. Orgaanisten haitta-aineiden pitoisuudet eivät osoittaneet myöskään keskinäistä korrelaatiota tai korrelaatiota raskasmetallipitoisuuksien kanssa, poikkeuksena PCDD/F-pitoisuus joka osoitti voimakasta tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota I-TEQ:n kanssa ($r_s = 0,9$). Korrelaation tulkittiin olevan seurausta siitä, että toksisuusekvivalentti (I-TEQ) perustuu PCDD/F-pitoisuuteen (liite 3).

Taulukko 10. Sedimentinäytteistä määritettyjen muuttujien keskinäinen korrelaatio Spearmanin korrelaatiokertoimen mukaan ($n = 32$). Tilastollisesti merkittävät ($p < 0,05$) korrelaatiot on merkitty lihavoituilla numeroilla. Orgaanisten haitta-aineiden (PAH, PCB, I-TEQ ja PCDDF) kohdalla $n = 5$ muilla $n = 32$.

	W	LOI	d ₅₀	S _k	S ₀	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	PCB	I-TEQ
W	-															
LOI	0.66	-														
d₅₀	0.08	-0.17	-													
S_k	0.05	0.24	-0.9	-												
S₀	0.2	0.32	-0.52	0.61	-											
As	0.13	-0.09	-0.25	0.13	0.17	-										
Cd	0.61	0.34	0.31	-0.22	0.06	0.48	-									
Cr	-0.02	0.2	-0.7	0.66	0.5	0.46	0	-								
Cu	0.43	0.34	-0.35	0.42	0.6	0.65	0.5	0.73	-							
Hg	0.15	-0.2	0.76	-0.71	-0.33	0.1	0.46	-0.59	0.25	-						
Ni	0.1	0.2	-0.66	0.61	0.5	0.51	0.12	0.96	0.79	-0.5	-					
Pb	0.21	0.21	-0.23	0.35	0.55	0.71	0.49	0.56	0.79	0.05	0.57	-				
Zn	0.58	0.2	0.28	-0.2	0.02	0.57	0.89	0.03	0.45	0.44	0.19	0.36	-			
PAH	0.87	0.67	0.46	-0.21	-0.15	0.87	0.87	0.67	0.87	0.15	0.67	0.67	0.87	-		
PCB	0.4	0.3	0.3	0.1	-0.1	0.7	0.7	0.3	0.4	-0.4	0.3	0.6	0.7	0.36	-	
I-TEQ	-0.5	-0.3	0.5	-0.6	0.1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.5	0.9	-0.3	-0.1	-0.3	-0.21	-0.3	-
PCDD/F	-0.2	-0.1	0.6	-0.7	0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	1	-0.1	0	-0.1	-0.15	-0.4	0.9

4.6. ELOHOPEAPITOISUUDEN AIHEUTTAMA RISKI

Analyysiaineisto osoittaa, että Kokemäenjoen elohopeajäämät näkyvät yleisesti saastuneen maaperän raja-arvon ylittävinä pitoisuuksina. Huomattavimmat elohopeajäämät havaittiin Karjusaaren pohjoispuolelta sekä Äetsän patoaltaasta. Karjusaaren pohjoispuolisen alueen sedimenttien sisältämät korkeat elohopeapitoisuudet on syytä huomioida alueen myöhemmissä maankäyttö-suunnitelmissa.

Karjusaaren pohjoispuolisen alueen sedimenteistä vedenotolle mahdollisesti aiheutuvaa riskiä voidaan tarkastella eri lähtökohdista. Sedimentin kohonnut elohopeapitoisuus muodostaa riskin esimerkiksi kalojen kohonneina elohopeapitoisuuksina. Elohopea voi myös sedimentin liikkeelle lähtiessä nostaa veden mukana kulkevan kiintoaineksen ja siten samalla veden elohopeapitoisuutta. Seuraavassa tarkastellaan sedimentin riskiä kahden hypoteettisen tilanteen kautta:

Ensimmäisessä skenaariossa joen kiintoainekuorma on kokonaisuudessaan peräisin elohopean saastuttamasta sedimentistä. Kokemäenjoen kiintoainekuorman vuotuinen huippuarvo on 1990 -luvun mittausten perusteella keskimäärin 10,1 mg/l kuiva-ainesta. Käytettäessä korkeinta tässä tutkimuksessa havaittua sedimentin elohopeapitoisuutta (40 mg Hg/kg) sedimentin kiintoaineksen elohopeapitoisuutena, tulee veden elohopeapitoisuudeksi 404 ng Hg/l. Elohopeapitoisuuden raja-arvo raakavedessä on 1000 ng/l (Puolanne *et al.* 1994). Kokemäenjoen veden elohopeapitoisuus ei tässä hypoteettisessa tilanteessa ylitä raakavedelle asetettua raja-arvoa.

Toisessa, pahimman mahdollisen tilanteen skenaariossa koko Karjusaaren pohjoispuolisen kerrostumisalueen sedimentti lähtee liikkeelle suurtulvassa 1 vrk:n aikana. Tällöin liikkeelle lähtee 800 t sedimenttiä, joka sisältää 16 kg elohopeaa. Tämä elohopea laimenee vuorokauden aikana 35 milj. kuutiioon vettä. Tällöin veden laskennallinen maksimipitoisuus on 450 ng Hg/l. Kokemäenjoen veden elohopeapitoisuus ei ylitä tässäkään hypoteettisessa tilanteessa raakavedelle asetettua raja-arvoa.

Eri skenaarioiden tarkastelu osoittaa, että sedimentin sisältämät elohopeapitoisuudet eivät aiheuta riskiä raakaveden otolle. Sedimentin ruoppauksesta on kuitenkin syytä pidättäytyä kontaminoituneilla alueilla. Lisäksi veden elohopeapitoisuutta tulisi seurata rutiininomaisesti.

5. YHTEENVETO

Tutkimuksen tulosten perusteella Kokemäenjoen pohjasedimenttien voidaan sanoa olevan pääosin puhtaita, osin lievästi nuhraantuneita erilaisen ihmistoiminnan tuloksena. Poikkeuksen muodostaa elohopea, jonka keskimääräinen pitoisuus sedimentissä (5,7 mg Hg/kg) oli selkeästi maaperän taustatarvoa korkeampi ylittäen sedimentin elohopeapitoisuudelle asetetun raja-arvon. Korkeimmat elohopeapitoisuudet (28 ja 40 mg Hg/kg) mitattiin Karjusaaren pohjoispuolisen joenmutkan itäreunalla olevalta vedenalaiselta särkkä-alueelta. Mitatut elohopeapitoisuudet ovat samaa luokkaa kuin Kymijoen likaantuneilla osuuksilla havaitut (Verta *et al.* 1999). Tulokset osoittavat että Kokemäenjoessa on vielä jäljellä aikaisemman kuormituksen jätteitä ja että pohjasedimentit eivät ole puhdistuneet vielä siinä määrin kuin aikaisempien tutkimustulosten perusteella on voitu perustellusti olettaa. Tässä tutkimuksessa havaittujen kohonneiden elohopeapitoisuuksien löytyminen on selitettävissä aikaisempia tutkimuksia suuremmalla näytteenottopistetiheydellä.

Kokemäenjoen pohjasedimentistä mitattujen epäorgaanisten haitta-aineiden pitoisuudet ylittävät eräin osin saastuneelle maaperälle asetut ohje- ja raja-arvot. Eräistä pintasedimenttinäytteistä mitattiin kadmiumin ja sinkin suhteen lievästi taustatarvoa ylittäviä pitoisuuksia. Pitoisuudet vastaavat Kymijosta ja Etelä-Suomen latvajärvistä mitattuja arvoja (Verta *et al.* 1999), eivätkä osoita erityistä kuormittuneisuutta. Kokemäenjokeen Paskajärvestä laskevan puron sedimentissä havaittiin lievää raskasmetallikuormituksen jäämää.

Orgaanisista haitta-aineista polyaromaattisten yhdisteiden summapitoisuudet vaihtelivat välillä 0,4 – 1,7 mg/kg edustaen näiltä osin puhdasta sedimenttiä (Puolanne *et al.* 1994). Polykloorattujen bifenyyliden (PCB) summapitoisuus ylitti ohjearvon (Puolanne *et al.* 1994) yhdessä mittaus-pisteessä, joka sijaitsi Äetsän patoaltaassa, kloorialkalitehtaan edustalla. Pitoisuus ei kuitenkaan ylittänyt raja-arvoa. Dioksiinien ja furaanien (PCDD/F) summapitoisuus ylitti ohjearvon kolmessa joen eri osissa sijaitsevassa mittauspisteessä. PCDD/F-pitoisuudet eivät kuitenkaan ylittäneet likaantuneen sedimentin raja-arvoa.

Tutkimuksessa tarkasteltiin erityisesti sedimentin kohonneen elohopeapitoisuuden muodostamaa riskiä Kokemäenjoesta tapahtuvalle raakaveden otolle. Riskitarkastelussa todettiin että elohopean likaamien sedimenttien sekoittuminen veteen esimerkiksi tulvan yhteydessä ei nosta veden elohopeapitoisuutta raakavedelle asetetun elohopeapitoisuuden raja-arvon yli. Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta että kohonneet elohopeapitoisuudet eivät nykyisellään muodosta riskiä vedenotolle.

6. LÄHDELUETTELO

Berglund, B. E. (toim.) (1986) Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. John Wiley and Sons, Chichester, 425-428.

Håkansson, L. & Jansson, M. 1983. Principles of Lake sedimentology. Berliini: Springer. 316 s.

Häkkiä, K. 1987. Elohopea Kokemäenjoessa. Vesi- ja Ympäristöhallituksen monistesarja nro: 53. Vesi- ja ympäristöhallitus. 1987. 47 s.

Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y. 1995. Kokemäenjoen ja porin edustan merialueen yhteistarkkailu: Sedimentin metallipitoisuudet Kokemäenjoessa, Pihlavanlahdella ja Ahlaisten saaristossa vuonna 1995. Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y., julkaisu nro 359, 16 s.

Lindroos, P. 1981. Huittinen. Suomen geologinen kartta 1:100 000, maaperäkartta, lehti 2112. Geologian tutkimuskeskus.

Matisto, A. 1976. Huittinen. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkartta, lehti 2112. Geologian tutkimuskeskus.

Matisto, A. 1978. Huittinen. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkartan selitys, lehti 2112. Geologian tutkimuskeskus. 30 s

Oravainen, R. 1991. Kokemäenjoen vesistön tila vv. 1970 – 1990. Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y., julkaisu nro 252, 9 s., 15 liites.

Oravainen, R. 1992. Vuosiyhteenveto Kokemäenjoen ja porin edustan merialueen yhteistarkkailusta vuodelta 1991. Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y., julkaisu nro 264, 22 s., 55 liites.

Oravainen, R. 1993. Vuosiyhteenveto Kokemäenjoen ja porin edustan merialueen yhteistarkkailusta vuodelta 1992. Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y., julkaisu nro 281, 30 s., 72 liites.

Oravainen, R. 1994. Vuosiyhteenveto Kokemäenjoen ja porin edustan merialueen yhteistarkkailusta vuodelta 1993. Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y., julkaisu nro 296, 35 s., 57 liites.

Oravainen, R. 1996. Vuosiyhteenveto Kokemäenjoen ja porin edustan merialueen yhteistarkkailusta vuodelta 1995. Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y., julkaisu nro 331, 36 s., 35 liites.

Oravainen, R. 1998. Vuosiyhteenveto Kokemäenjoen ja porin edustan merialueen yhteistarkkailusta vuodelta 1997. Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y., julkaisu nro 369, 35 s., 33 liites.

Oravainen, R. 1999. Vuosiyhteenveto Kokemäenjoen ja porin edustan merialueen yhteistarkkailusta vuodelta 1998. Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y., julkaisu nro 391, 35 s., 10 liites.

Oravainen, R. 2000. Vuosiyhteenveto Kokemäenjoen ja porin edustan merialueen yhteistarkkailusta vuodelta 1999. Kokemäenjoen Vesistön Vesiensuojeluyhdistys r.y., julkaisu nro 415, 42 s., 47 liites.

Petäjä-Ronkainen, A., Roman, S. & Holappa, K. 1995. Fysikaalisen maaperägeologian laboratorio- ja kenttäkurssi. Res Terrae, Ser. C, No. 6, Oulu. 93 s.

Puolanne, J., Pyy, O. & Jeltsch, U. (toim.) 1994. Saastuneet maa-alueet ja niiden käsittely Suomessa.: Saastuneiden maa-alueiden selvitys- ja kunnostusprojekti; loppuraportti. Ympäristöministeriö, Muistio 5/1994. 218 s.

Selley, R. 1992. Applied Sedimentology. (2. painos) Lontoo: Academic Press. 446 s.

Syrjänen, M. 1999. Kokemäenjoen sedimenttien laatu ja kerrostumisolosuhteet Äetsän ja Kolsin patoaltaissa sekä Huittisten Karhiniemen alueella. Pro-gradu tutkielma, Turun yliopisto, maaperägeologian osasto. 93 s., 5 liites.

Valpola, S., M. 2000. Sedimentin ja veden kemiallisten ja fysikaalisten ominaisuuksien vertailu 58 suomalaisessa järvessä. Pro-gradu tutkielma, Turun yliopisto, maaperägeologian osasto. 71 s., 22 liites.

Verta, M., Ahtiainen, J., Hämäläinen, H., Jussila, H., Järvinen, O., Kiviranta, H., Korhonen, M., Kukkonen, J., Lehtoranta, J., Lyytikäinen, M., Malve, O., Mikkelsen, P., Moisio, V., Niemi, A., Paasivirta, J., Palm, H., Porvari, P., Rantalainen, A-L., Salo, S., Vartiainen, T. & Vuori, K-M. 1999. Organoklooriyhdisteet ja raskasmetallit Kymijoen sedimentissä: esiintyminen, kulkeutuminen, vaikutukset ja terveysriskit. Suomen ympäristö 334. 73 s.

Vesihallitus 1983. Kokemäenjoen vesistön vesien käytön kokonaissuunnitelma. Helsinki. Vesihallituksen julkaisuja 38. 249 s.



GTK

Turun Seudun Vesi Oy

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS
GEOLABORATORIO



Liite 1, sivu 1/6

8.1.2001 14:30:05
Espoo

Yliopistonkatu 28 A
20100 TURKU

ANALYYSITULOKSIA

75206

NAYTTEITA: 32

MENETELMÄKOODI	NAYTTEITA	MÄÄRITYKSIA
11	32	
26	32	
503	32	
+ 503M	32	736
+ 503P	32	288

Geolaboratorio

Eeva Kallio
Eeva Kallio
Laboratoriopäällikkö

Geologian tutkimuskeskus
Geolaboratorio
PL 96
02151 ESPOO
Puh. 020 550 11
Fax. 020 550 2507

Geologian tutkimuskeskus
Geolaboratorio
PL 1237
70211 KUOPIO
Puh. 020 550 30
Fax 020 550 3660

Geologian tutkimuskeskus
Geolaboratorio
PL 77
96101 ROVANIEMI
Puh. 020 550 40
Fax. 020 550 4355

Geologian tutkimuskeskus
Kemian laboratorio

MENETELMÄKUVAUKSET JA HUOMAUTUKSET

Tilausnumero: 75206
Raportointipäivä: 8.1.2001 14:30:05

TULOS PÄTEE VAIN TESTATUILLE NÄYTTEILLE.
TESTAUSSELOSTEEN SAA KOPIOIDA VAIN KOKONAAN.

TULOKSET VALMISTUNEET: 7.12.2000 - 4.1.2001.

VAIN NE TESTIMENETELMÄT, JOISSA TÄSSÄ SELOSTEESSA ON MERKINTÄ
+ MENETELMÄKOODIN EDESSÄ, KUULUVAT AKKREDITOINNIN PIIRIIN.

- 11 Näytteen kuivaus <40°C:ssa
- 26 Mineraalisen näytteen seulonta <2mm fraktioon
- 503 Typpihappoliuotus mikroaaltounissa, EPA3051
- + 503M Monialkuainemääritys ICP-MS-tekniikalla
- + 503P Monialkuainemääritys ICP-AES-tekniikalla

Geologian tutkimuskeskus
Kemian laboratorio

	Ag	As	B	Ba	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu
	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M
L00014501	S-GTK 1/0-10 0.24	4.54	5.56	128	0.82	0.23	0.28	25.9	51.4	25.8
L00014502	S-GTK 1/10-20 0.27	5.11	7.45	164	1.09	0.26	0.26	32.6	62.7	30.2
L00014503	S-GTK 2/0-10 0.27	5.68	4.20	108	0.75	0.16	0.51	23.2	50.7	22.8
L00014504	S-GTK 2/10-20 0.23	5.52	3.49	130	0.76	0.19	0.47	26.3	52.0	25.3
L00014505	S-GTK 2/20-30 0.29	6.29	5.31	175	1.04	0.24	0.57	33.0	67.4	30.8
L00014506	S-GTK 2/30-40 0.22	4.15	4.29	136	0.92	0.19	0.37	25.9	56.0	28.4
L00014507	S-GTK 2/40-50 0.20	3.69	3.56	116	0.85	0.17	0.26	23.2	51.3	21.4
L00014508	S-GTK 5/0-10 0.18	3.08	3.47	86.2	0.58	0.12	0.28	19.1	37.7	16.0
L00014509	S-GTK 5/10-20 0.23	3.88	5.03	164	1.00	0.21	0.23	30.3	63.2	22.9
L00014510	S-GTK 5/20-30 0.23	4.55	5.16	160	1.04	0.21	0.22	30.2	59.9	23.4
L00014511	P-GTK 6 0.22	3.98	3.50	97.9	0.56	0.12	0.58	23.9	43.4	21.7
L00014512	P-GTK 7 0.25	6.09	4.08	142	0.74	0.20	0.48	28.5	56.6	26.6
L00014513	P-GTK 8 0.24	7.42	3.69	98.6	0.63	0.14	0.42	21.0	44.1	19.9
L00014514	P-GTK 10 0.26	4.61	8.11	173	1.36	0.28	0.05	36.8	76.9	25.0
L00014515	P-GTK 11 0.17	3.45	2.49	72.5	0.47	0.11	0.48	17.2	35.2	16.2
L00014516	P-GTK 12 0.34	6.94	3.57	123	0.68	0.16	0.82	25.8	50.6	25.6
L00014517	P-GTK 14 0.29	4.71	10.8	188	2.31	0.30	1.36	97.5	69.8	39.3
L00014518	S-GTK 16/0-10 0.32	6.51	4.56	145	0.86	0.20	0.63	29.1	58.9	30.1
L00014519	S-GTK 16/10-20 0.26	4.90	4.23	136	0.86	0.18	0.43	26.0	53.3	25.3
L00014520	S-GTK 16/20-30 0.23	4.84	4.54	148	1.04	0.21	0.36	27.8	61.3	23.8
L00014521	S-GTK 16/30-40 0.24	3.99	5.48	152	1.06	0.21	0.30	27.8	61.8	24.2
L00014522	P-GTK 18 0.35	6.94	7.57	154	0.86	0.24	0.71	28.1	56.8	30.3
L00014523	P-GTK 22 0.14	3.54	2.38	84.3	0.55	0.09	0.24	17.6	37.5	14.2
L00014524	P-GTK 27 0.24	5.01	3.98	113	0.56	0.15	0.61	24.3	50.2	21.5
L00014525	P-GTK 29 0.33	5.63	3.50	124	0.72	0.18	0.65	29.6	55.4	29.2
L00014526	P-GTK 31 0.34	7.15	8.67	181	1.10	0.33	0.72	32.3	64.8	37.5
L00014527	S-GTK 31/10-20 0.41	6.99	5.55	191	1.07	0.24	0.75	31.7	65.8	35.6
L00014528	S-GTK 31/20-30 0.28	6.29	4.88	153	0.82	0.20	0.45	29.7	59.7	30.5
L00014529	S-GTK 31/30-40 0.31	7.44	6.97	215	1.19	0.29	0.58	37.9	76.1	34.5
L00014530	S-GTK 31/40-50 0.27	6.62	6.78	205	1.27	0.26	0.50	35.5	73.6	31.1
L00014531	P-GTK 35 0.24	8.67	7.37	187	1.56	0.27	0.18	35.1	72.9	28.6
L00014532	P-GTK 37 0.22	3.74	4.19	112	0.71	0.15	0.38	21.6	45.5	24.3

Geologian tutkimuskeskus
Kemian laboratorio

	Li	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Se	Sr	Th	Tl
	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M
L00014501	S-GTK 1/0-10	25.8	0.51	25.8	14.7	48.7	<2	28.7	10.9	0.38
L00014502	S-GTK 1/10-20	34.5	0.28	32.4	16.3	64.2	<2	35.3	13.2	0.49
L00014503	S-GTK 2/0-10	23.5	0.55	23.1	15.3	35.5	<2	22.4	10.2	0.32
L00014504	S-GTK 2/10-20	28.3	0.49	26.2	20.1	45.7	<2	23.5	10.1	0.40
L00014505	S-GTK 2/20-30	36.8	0.43	32.9	29.4	61.6	<2	33.3	12.7	0.53
L00014506	S-GTK 2/30-40	30.2	0.31	25.7	21.5	48.3	<2	28.2	10.8	0.39
L00014507	S-GTK 2/40-50	29.4	0.41	23.0	13.9	41.3	<2	26.6	10.6	0.32
L00014508	S-GTK 5/0-10	20.2	0.35	19.0	9.81	30.5	<2	20.6	8.94	0.26
L00014509	S-GTK 5/10-20	36.8	0.33	30.1	12.6	63.0	<2	35.3	12.3	0.48
L00014510	S-GTK 5/20-30	36.7	0.36	30.0	13.0	61.3	<2	34.7	12.0	0.48
L00014511	P-GTK 6	20.5	0.67	23.8	11.8	28.0	<2	19.6	8.49	0.31
L00014512	P-GTK 7	31.1	0.60	28.3	20.9	52.0	<2	26.4	10.3	0.43
L00014513	P-GTK 8	22.3	0.65	20.9	13.9	34.1	<2	18.9	8.62	0.29
L00014514	P-GTK 10	41.3	0.23	36.6	14.4	89.7	<2	47.7	14.4	0.59
L00014515	P-GTK 11	17.5	0.40	17.1	9.21	22.4	<2	13.7	7.86	0.24
L00014516	P-GTK 12	24.7	0.75	25.6	17.7	36.4	<2	21.0	8.01	0.38
L00014517	P-GTK 14	48.9	0.25	97.3	14.8	70.2	<2	52.5	12.6	0.58
L00014518	S-GTK 16/0-10	31.9	0.64	29.0	21.4	50.6	<2	27.9	11.2	0.43
L00014519	S-GTK 16/10-20	29.8	0.41	25.9	20.0	48.0	<2	24.4	11.3	0.41
L00014520	S-GTK 16/20-30	36.4	0.43	27.6	21.2	58.7	<2	29.1	11.9	0.45
L00014521	S-GTK 16/30-40	38.0	0.31	27.6	15.0	61.1	<2	32.9	12.7	0.45
L00014522	P-GTK 18	29.4	0.92	27.9	19.3	43.8	<2	27.4	9.72	0.44
L00014523	P-GTK 22	20.3	0.50	17.6	9.01	24.2	<2	12.7	6.54	0.23
L00014524	P-GTK 27	24.1	0.60	24.1	14.8	35.4	<2	20.7	7.98	0.35
L00014525	P-GTK 29	25.0	0.88	29.5	23.2	36.0	<2	19.7	8.30	0.39
L00014526	P-GTK 31	36.3	0.59	32.1	26.2	58.2	<2	42.8	9.99	0.51
L00014527	S-GTK 31/10-20	36.4	0.62	31.6	26.8	60.1	<2	31.1	10.8	0.54
L00014528	S-GTK 31/20-30	33.1	0.45	29.6	19.6	52.9	<2	26.3	11.0	0.45
L00014529	S-GTK 31/30-40	48.3	0.29	37.7	29.2	76.8	<2	37.8	12.9	0.64
L00014530	S-GTK 31/40-50	46.6	0.22	35.4	27.9	76.5	<2	36.6	12.0	0.60
L00014531	P-GTK 35	47.1	0.87	34.9	18.5	76.2	<2	46.0	13.8	0.56
L00014532	P-GTK 37	25.5	0.59	21.5	13.4	38.7	<2	23.3	9.54	0.32

Geologian tutkimuskeskus
Kemian laboratorio

	U	V	Zn	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na
	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503M	mg/kg + 503P	mg/kg + 503P	mg/kg + 503P	mg/kg + 503P	mg/kg + 503P	mg/kg + 503P	mg/kg + 503P
L00014501	S-GTK 1/0-10	2.76	50.2	100	21900	5150	28500	5610	8060	364
L00014502	S-GTK 1/10-20	3.47	61.3	99.9	21500	5610	31300	7180	9650	471
L00014503	S-GTK 2/0-10	2.61	50.2	159	15400	3600	22000	3540	5970	225
L00014504	S-GTK 2/10-20	2.62	51.2	110	19100	4040	27900	4930	7850	314
L00014505	S-GTK 2/20-30	3.41	66.6	128	19800	4430	30100	5560	8380	349
L00014506	S-GTK 2/30-40	3.07	54.9	95.3	19500	3840	25600	4440	6950	288
L00014507	S-GTK 2/40-50	3.04	50.7	80.6	19300	4270	25700	4030	7180	263
L00014508	S-GTK 5/0-10	2.25	37.2	85.3	13800	3510	19400	3200	5130	210
L00014509	S-GTK 5/10-20	3.04	61.9	101	21600	4540	30400	5490	8280	331
L00014510	S-GTK 5/20-30	3.05	60.3	102	21800	5120	32700	5500	9150	332
L00014511	P-GTK 6	2.32	42.3	132	12400	3450	20800	2910	5410	184
L00014512	P-GTK 7	2.58	55.4	132	20000	5060	32800	5750	9650	351
L00014513	P-GTK 8	2.10	43.5	138	14200	3260	22900	3530	6080	221
L00014514	P-GTK 10	3.70	74.9	101	28900	5710	48500	8450	12100	516
L00014515	P-GTK 11	1.88	34.7	121	11400	3290	18600	2620	5340	171
L00014516	P-GTK 12	2.29	50.4	197	14300	3970	25100	3580	6690	220
L00014517	P-GTK 14	3.94	67.6	206	30400	7280	36000	7170	10200	420
L00014518	S-GTK 16/0-10	2.85	58.5	169	18500	4640	27200	4830	7930	293
L00014519	S-GTK 16/10-20	2.85	52.3	116	18400	4460	26900	4730	7690	277
L00014520	S-GTK 16/20-30	3.21	60.8	99.8	19900	4380	28600	4930	8170	302
L00014521	S-GTK 16/30-40	3.49	60.4	96.4	20600	4760	29300	5410	8640	338
L00014522	P-GTK 18	2.61	55.6	178	17900	4460	31300	4820	7480	331
L00014523	P-GTK 22	1.58	36.2	107	10600	2270	21300	2450	5000	148
L00014524	P-GTK 27	2.21	49.1	156	14600	3400	24400	3660	6330	220
L00014525	P-GTK 29	2.35	53.1	188	14400	3290	23400	3590	5590	223
L00014526	P-GTK 31	3.55	64.9	187	20700	6150	28800	5590	7540	462
L00014527	S-GTK 31/10-20	2.89	65.3	230	21600	4850	31100	5730	8480	364
L00014528	S-GTK 31/20-30	2.80	57.3	136	20600	5090	31600	6240	9010	384
L00014529	S-GTK 31/30-40	3.47	74.3	142	27000	5940	39400	7690	10900	482
L00014530	S-GTK 31/40-50	3.40	72.0	129	29100	5890	43200	7920	11900	499
L00014531	P-GTK 35	3.07	70.9	95.2	25900	5820	44600	7070	10300	436
L00014532	P-GTK 37	2.61	45.5	113	14600	4220	21100	3850	6180	225

Geologian tutkimuskeskus
Kemian laboratorio

		P mg/kg + 503P	Ti mg/kg + 503P
L00014501	S-GTK 1/0-10	774	1330
L00014502	S-GTK 1/10-20	694	1000
L00014503	S-GTK 2/0-10	719	1010
L00014504	S-GTK 2/10-20	658	1480
L00014505	S-GTK 2/20-30	707	1220
L00014506	S-GTK 2/30-40	673	1160
L00014507	S-GTK 2/40-50	671	1430
L00014508	S-GTK 5/0-10	773	975
L00014509	S-GTK 5/10-20	808	1330
L00014510	S-GTK 5/20-30	853	1440
L00014511	P-GTK 6	801	1090
L00014512	P-GTK 7	771	1460
L00014513	P-GTK 8	656	1050
L00014514	P-GTK 10	961	1140
L00014515	P-GTK 11	682	944
L00014516	P-GTK 12	764	1150
L00014517	P-GTK 14	1390	1020
L00014518	S-GTK 16/0-10	747	1350
L00014519	S-GTK 16/10-20	660	1080
L00014520	S-GTK 16/20-30	605	1420
L00014521	S-GTK 16/30-40	611	973
L00014522	P-GTK 18	1230	1170
L00014523	P-GTK 22	663	1010
L00014524	P-GTK 27	786	1090
L00014525	P-GTK 29	821	1110
L00014526	P-GTK 31	985	1050
L00014527	S-GTK 31/10-20	820	1510
L00014528	S-GTK 31/20-30	830	1100
L00014529	S-GTK 31/30-40	792	1390
L00014530	S-GTK 31/40-50	946	1300
L00014531	P-GTK 35	1010	1700
L00014532	P-GTK 37	797	1130

Biota BD Oy

Lemminkäisenkatu 14-18 B
20520 TURKU

Tilausno 50098 (X/S), saapunut 24.11.2000



NÄYTTEET

Näytteen lab.nro	Näytteen kuvaus
17204	S-KVY 1/0-10
17205	S-KVY 1/10-20
17206	S-KVY 2/0-10
17207	S-KVY 2/10-20
17208	S-KVY 2/20-30
17209	S-KVY 2/30-40
17210	S-KVY 2/40-50
17211	S-KVY 5/0-10
17212	S-KVY 5/10-20
17213	S-KVY 5/20-30
17214	P-KVY 6
17215	P-KVY 7
17216	P-KVY 8
17217	P-KVY 10
17218	P-KVY 11
17219	P-KVY 12
17220	P-KVY 14
17221	S-KVY 16/0-10
17222	S-KVY 16/10-20
17223	S-KVY 16/20-30
17224	S-KVY 16/30-40
17225	P-KVY 18
17226	P-KVY 22
17227	P-KVY 27
17228	P-KVY 29
17229	P-KVY 31
17230	S-KVY 31/10-20
17231	S-KVY 31/20-30
17232	S-KVY 31/30-40
17233	S-KVY 31/40-50
17234	P-KVY 35
17235	P-KVY 37

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	17204	17205	17206	17207	17208
Kuiva-aine	g/kg	497	578	501	516	542
*Elohopea, Hg	mg/kg ka	1,0	1,4	5,7	13	0,24

Tässä tutkimusraportissa esitetyt testatulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tutkimusraportin saa kopioida vain kokonaan.

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET (jatkoa ed. sivulta)

Määrittäminen	Yksikkö	17209	17210	17211	17212	17213
Kuiva-aine	g/kg	517	507	457	617	540
*Elohopea, Hg	mg/kg ka	<0,1	<0,1	3,4	0,13	0,13
Määrittäminen	Yksikkö	17214	17215	17216	17217	17218
Kuiva-aine	g/kg	462	463	520	719	543
*Elohopea, Hg	mg/kg ka	7,6	0,74	6,5	0,20	12
Määrittäminen	Yksikkö	17219	17220	17221	17222	17223
Kuiva-aine	g/kg	503	235	339	591	542
*Elohopea, Hg	mg/kg ka	40	0,20	28	24	1,1
Määrittäminen	Yksikkö	17224	17225	17226	17227	17228
Kuiva-aine	g/kg	524	382	689	531	283
*Elohopea, Hg	mg/kg ka	0,33	7,8	2,4	11	7,7
Määrittäminen	Yksikkö	17229	17230	17231	17232	17233
Kuiva-aine	g/kg	179	388	508	517	515
*Elohopea, Hg	mg/kg ka	0,66	1,7	0,67	0,21	0,24
Määrittäminen	Yksikkö	17234	17235			
Kuiva-aine	g/kg	696	493			
*Elohopea, Hg	mg/kg ka	0,18	2,6			

Merkintöjen selityksiä: P = määrittäminen kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, > = suurempi kuin

*-merkitty on akkreditoitu menetelmä

LAUSUNTO

Toimitusaika viivästyi ilmoitetusta 7 viikosta laitteeseen ilmenneen teknisen vian vuoksi. Pahoittelemme tapahtunutta.

Sirpa Väntsi
Sirpa Väntsi
Kemisti

TIEDOKSI

Turun Seudun Vesi Oy

Tässä tutkimusraportissa esitetyt testitulokset pätevät ainoastaan testatulle näytteelle. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.

MENETELMÄTIEDOT

Määrittäminen	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (suluissa)
Kuiva-aine *Elohopea, Hg	Sis.menetelmä KVVY LA75 (TL25) Sis.menetelmä KVVY LA67 (TL25)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL25	Kokemäenjoen vesistön vsy

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittäminen	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittämisspvm	
Kuiva-aine	2000/17204	±10 %	29.11.2000	
	2000/17205	±10 %	29.11.2000	
	2000/17206	±10 %	29.11.2000	
	2000/17207	±10 %	29.11.2000	
	2000/17208	±10 %	29.11.2000	
	2000/17209	±10 %	29.11.2000	
	2000/17210	±10 %	29.11.2000	
	2000/17211	±10 %	29.11.2000	
	2000/17212	±10 %	29.11.2000	
	2000/17213	±10 %	29.11.2000	
	2000/17214	±10 %	29.11.2000	
	2000/17215	±10 %	29.11.2000	
	2000/17216	±10 %	29.11.2000	
	2000/17217	±10 %	29.11.2000	
	2000/17218	±10 %	29.11.2000	
	2000/17219	±10 %	29.11.2000	
	2000/17220	±10 %	29.11.2000	
	2000/17221	±10 %	29.11.2000	
	2000/17222	±10 %	29.11.2000	
	2000/17223	±10 %	29.11.2000	
	2000/17224	±10 %	29.11.2000	
	2000/17225	±10 %	29.11.2000	
	2000/17226	±10 %	29.11.2000	
	2000/17227	±10 %	29.11.2000	
	2000/17228	±10 %	29.11.2000	
	2000/17229	±10 %	29.11.2000	
	2000/17230	±10 %	29.11.2000	
	2000/17231	±10 %	29.11.2000	
	2000/17232	±10 %	29.11.2000	
	2000/17233	±10 %	29.11.2000	
	2000/17234	±10 %	29.11.2000	
	2000/17235	±10 %	29.11.2000	
	*Elohopea, Hg	2000/17204	±30 %	18.1.2001
		2000/17205	±30 %	18.1.2001
		2000/17206	±30 %	18.1.2001
2000/17207		±30 %	18.1.2001	
2000/17208		±30 %	18.1.2001	
2000/17209		Määrittämissrajien alitus	18.1.2001	
2000/17210		Määrittämissrajien alitus	18.1.2001	
2000/17211		±30 %	19.1.2001	
2000/17212		±30 %	19.1.2001	
2000/17213		±30 %	19.1.2001	
2000/17214		±30 %	19.1.2001	

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittäminen	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittämisajankohta
*Elohopea, Hg	2000/17215	±30 %	19.1.2001
	2000/17216	±30 %	19.1.2001
	2000/17217	±30 %	19.1.2001
	2000/17218	±30 %	19.1.2001
	2000/17219	±30 %	19.1.2001
	2000/17220	±30 %	19.1.2001
	2000/17221	±30 %	19.1.2001
	2000/17222	±30 %	19.1.2001
	2000/17223	±30 %	19.1.2001
	2000/17224	±30 %	19.1.2001
	2000/17225	±30 %	23.1.2001
	2000/17226	±30 %	23.1.2001
	2000/17227	±30 %	23.1.2001
	2000/17228	±30 %	23.1.2001
	2000/17229	±30 %	23.1.2001
	2000/17230	±30 %	23.1.2001
	2000/17231	±30 %	23.1.2001
	2000/17232	±30 %	23.1.2001
	2000/17233	±30 %	23.1.2001
	2000/17234	±30 %	23.1.2001
2000/17235	±30 %	23.1.2001	



Tilaja: Geologian laitos
Mika Mäenpää
Turun yliopisto
20014 TURKU



T077 (EN45001)

Tämä tutkimusseloste korvaa tutkimusselosteen 18/00.

Näytteet: 5 kpl sedimenttinäytteitä
Näytteiden koodit:
S-KTL 1, S-KTL 2/0-10, S-KTL 16, P-KTL 18 ja S-KTL 31/0-10

Näytteiden toimittaja: Mika Mäenpää / Geologian laitos (Biota BD Oy)

Näytteidenottopäivä: 13. - 16. ja 20.11.2000

Näytteiden saapumispäivä: 04.12.2000

Analysointiaika: 5.12.2000 - 01.02.2001

Tehtävä: **Polykloorattujen bifenyyliden (PCB), dioksiinien (PCDD) ja furaanien (PCDF) määrittäminen jokiveden sedimenttinäytteistä.**

Menetelmäkuvaus: POLYKLOORATTUJEN DIOKSIINIEN (PCDD) JA FURAANIEN (PCDF) MÄÄRITYS SEDIMENTTINÄYTTEESTÄ YLIKRIITTISELLÄ UUTOLLA JA KORKEAN RESOLUUTION MASSASPEKTROMETRILLÄ (KEM TO38)

Määritettävät yhdisteet uutettiin kuivatusta näytteestä ylikriittisellä uutolla (Suprex AutoPrep 44). Näytteissä mahdollisesti oleva rikki poistettiin lisäämällä uuttohylsyyn kuparijauhetta. Ylikriittisenä fluidina oli hiilidioksidi, uuttopaine 400 atm, uuttolämpötila 100°C, staattinen aika 10 min, dynaaminen aika 60 min. Uuttuvat yhdisteet kerättiin aktiivihiilitrappiin, josta PCDD/F-yhdisteet eluoiitiin toluenilla.

Kvantitoinnissa käytettiin sisäisinä standardeina ¹³C-leimattuja PCDD/PCDF kongeneereja (yhteensä 16 kappaletta, ED-998 tetra-octa chlorodioxin standard solution and EF-999 tetra-octa chlorofuran standard solution, Cambro Scientific). Standardit lisättiin uuttohylsyyn.

TUTKIMUSSELOSTE 18/01

Sivu 2(3)

Yhdisteet analysoitiin kaasukromatografisesti (Hewlett-Packard 6890) korkean erotuskyvyn massaspektrometrillä (VG 70-250SE) käyttäen SIR-tekniikkaa ja 10 000 resoluutiota. Erotuskolonnina käytettiin J&W Scientificin DB-Dioxin kolonnia (60 m, ID 0.25 mm, 0.15 µm).

Menetelmä on akkreditoitu.

Menetelmäkuvaus:

POLYKLOORATTUJEN BIFENYYLIEN (PCB) MÄÄRITYS SEDIMENTTINÄYTTEESTÄ YLIKRIITTISELLÄ UUTOLLA JA KORKEAN RESOLUUTION MASSASPEKTROMETRILLÄ (KEM TO41)

Määritettävät yhdisteet uutettiin kuivatusta näytteestä ylikriittisellä uutolla (Suprex AutoPrep 44). Ylikriittisenä fluidina oli hiilidioksidi, uuttopaine 400 atm, uuttolämpötila 100°C, staattinen aika 10 min, dynaaminen aika 60 min. Uuttuvat yhdisteet kerättiin aktiivihiilitrappiin, josta PCB-yhdisteet eluoitiin heksaanilla. Näyte puhdistettiin edelleen alumiinioksidipylväällä.

Kvantitoinnissa käytettiin sisäisinä standardeina PCB-standardia IUPAC 30 ja ¹³C-leimattuja PCB-standardeja IUPAC 80, 101, 105, 138, 153, 156, 180 ja 194 (Cambridge Isotope Laboratories). Koplanaaristen PCB-yhdisteiden (co-PCB eli non-orto-PCB) kvantitoinnissa sisäisinä standardeina käytettiin ¹³C-leimattuja PCB standardeja IUPAC77, 126 ja 169 (Cambridge Isotope Laboratories). Standardit lisättiin uuttohylsyyn.

Yhdisteet analysoitiin kaasukromatografisesti (Hewlett-Packard 6890) korkean erotuskyvyn massaspektrometrillä (VG 70-250SE) käyttäen SIR-tekniikkaa ja 10 000 resoluutiota. Erotuskolonnina käytettiin J&W Scientificin DB-Dioxin kolonnia (60 m, ID 0.25 mm, 0.15 µm).

Menetelmä on akkreditoitu.

Kvantitointirajat:

Yksittäisten PCDD/PCDF-yhdisteiden kvantitointiraja on 0.5-100 pg/g kuiva-ainetta.

Yksittäisten PCB-yhdisteiden kvantitointiraja on 0.1 ng/g kuiva-ainetta.

Yksittäisten co-PCB-yhdisteiden kvantitointiraja on 0.5-10 pg/g kuiva-ainetta.

TUTKIMUSSELOSTE 18/01

Sivu 3(3)

Virhetarkastelu

Kun PCDD/PCDF-yhdisteiden I-TEQ kuiva-ainetta kohden laskettuna on

< 1 pg/g, on menetelmän mittausepävarmuus \pm 100 %

1-5 pg/g, on menetelmän mittausepävarmuus \pm 50%

> 5 pg/g, on menetelmän mittausepävarmuus \pm 30 %

Kun PCB-yhdisteiden summa kuiva-ainetta kohden

< 10 ng/g, on menetelmän mittausepävarmuus \pm 100 %

10-50 ng/g, on menetelmän mittausepävarmuus \pm 50 %

> 50 ng/g, on menetelmän mittausepävarmuus \pm 30 %

Tulokset

Näytteiden tulokset ja tulosten tarkastelu (10+2 sivua) on liitteenä. Tuloksissa desimaalierottimena käytetty pistettä.

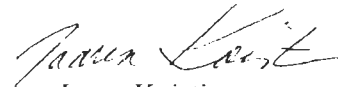
Kuopio 24.4.2001

KANSANTERVEYSLAITOS

Ympäristöterveys

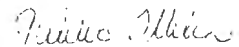
Kemian laboratorio

Erikoistutkija



Jaana Koistinen

Laboratoriomestari



Pirkko Ilkka

Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.

Seloste on aina kopioitava kokonaisuudessaan mahdolliset liitteet mukaanlukien. Osittainen kopiointi on sallittu vain testauslaboratorion T077 kirjallisella luvalla.

Lab. koodi:
00K2328

sedimentti S-KTL 1

	Kuivapaino pg/g
2378-TCDF	13.4
TCDF	43.2
2378-TCDD	<5
TCDD	<5
12378-PF	7.07
23478-PF	6.16
PCDF	40.4
12378-PD	<5
PCDD	20.4
123478-HF	24.2
123678-HF	5.27
234678-HF	<5
123789-HF	<5
HxCDF	<100
123478-HD	<5
123678-HD	8.52
123789-HD	<5
HxCDD	51.3
1234678-F	124
1234789-F	5.04
HpCDF	211
1234678-D	9.20
HpCDD	19.8
OCDF	158
OCDD	<100
toksisten summa	361
kaikkien summa	575
I-TEQ	10.1
WHO-TEQ	9.96

Lab. koodi:
00K2329

sedimentti S-KTL 2/0-10

	Kuivapaino pg/g
2378-TCDF	96.7
TCDF	200
2378-TCDD	<5
TCDD	<5
12378-PF	45.6
23478-PF	30.3
PCDF	136
12378-PD	<5
PCDD	11.8
123478-HF	71.3
123678-HF	12.2
234678-HF	<5
123789-HF	<5
HxCDF	114
123478-HD	<5
123678-HD	6.49
123789-HD	<5
HxCDD	47.8
1234678-F	<100
1234789-F	14.7
HpCDF	<100
1234678-D	10.5
HpCDD	21.9
OCDF	115
OCDD	<100
toksisten summa	411
kaikkien summa	648
I-TEQ	37.9
WHO-TEQ	38.3

Lab. koodi:
00K2330

sedimentti S-KTL 16

	Kuivapaino pg/g
2378-TCDF	183
TCDF	381
2378-TCDD	<5
TCDD	<5
12378-PF	84.9
23478-PF	63.9
PCDF	263
12378-PD	<5
PCDD	<5
123478-HF	167
123678-HF	26.0
234678-HF	5.59
123789-HF	<5
HxCDF	256
123478-HD	<5
123678-HD	<5
123789-HD	<5
HxCDD	<5
1234678-F	125
1234789-F	41.1
HpCDF	263
1234678-D	7.18
HpCDD	17.2
OCDF	461
OCDD	<100
toksisten summa	1 160
kaikkien summa	1 640
I-TEQ	76.5
WHO-TEQ	76.1

Lab. koodi:
00K2331

sedimentti P-KTL 18

	Kuivapaino pg/g
2378-TCDF	43.3
TCDF	94.9
2378-TCDD	< 0.5
TCDD	1.68
12378-PF	39.6
23478-PF	21.0
PCDF	110
12378-PD	0.70
PCDD	20.7
123478-HF	102
123678-HF	35.4
234678-HF	4.37
123789-HF	2.01
HxCDF	198
123478-HD	< 0.5
123678-HD	7.13
123789-HD	3.43
HxCDD	57.1
1234678-F	121
1234789-F	43.6
HpCDF	195
1234678-D	13.3
HpCDD	26.8
OCDF	234
OCDD	83.0
Havaittujen toksisten summa	754
Kaikkien havaittujen summa	1 020
I-TEQ	34.7
WHO-TEQ	34.8

Lab. koodi:

00K2332

sedimentti S-KTL 31/0-10

	Tuorepaino pg/g	Kuivapaino pg/g
2378-TCDF	6.55	6.55
TCDF	25.0	25.0
2378-TCDD	< 0.5	< 0.5
TCDD	< 0.5	< 0.5
12378-PF	4.05	4.05
23478-PF	3.91	3.91
PCDF	27.4	27.4
12378-PD	1.50	1.50
PCDD	32.1	32.1
123478-HF	6.99	6.99
123678-HF	2.13	2.13
234678-HF	1.31	1.31
123789-HF	< 0.5	< 0.5
HxCDF	37.7	37.7
123478-HD	0.59	0.59
123678-HD	14.4	14.4
123789-HD	6.48	6.48
HxCDD	101	101
1234678-F	22.4	22.4
1234789-F	2.09	2.09
HpCDF	45.2	45.2
1234678-D	26.9	26.9
HpCDD	57.5	57.5
OCDF	33.5	33.5
OCDD	193	193
Havaittujen toksisten summa	326	326
Kaikkien havaittujen summa	552	552
I-TEQ	7.50	7.50
WHO-TEQ	8.04	8.04

Lab. Koodi: 00K2328
sedimentti S-KTL 1

	Kuivapaino pg/g
IUPAC77	28.5
IUPAC126	2.040
IUPAC169	< 0.5
	Kuivapaino ng/g
IUPAC 18	0.701
IUPAC 37	< 0.1
IUPAC 28/31	0.297
IUPAC 33	< 0.1
IUPAC 51	< 0.1
IUPAC 52	0.202
IUPAC 49	0.108
IUPAC 47	< 0.1
IUPAC 74	< 0.1
IUPAC 80	< 0.1
IUPAC 66	0.247
IUPAC 60	< 0.1
IUPAC 81	< 0.1
IUPAC101	0.320
IUPAC99	< 0.1
IUPAC110	0.323
IUPAC123	< 0.1
IUPAC118	0.267
IUPAC114	< 0.1
IUPAC122	< 0.1
IUPAC105	< 0.1
IUPAC153	0.790
IUPAC141	0.176
IUPAC138	0.720
IUPAC167	< 0.1
IUPAC128	0.104
IUPAC156	< 0.1
IUPAC157	< 0.1
IUPAC180	0.528
IUPAC170	0.444
IUPAC187	0.152
IUPAC183	< 0.1
IUPAC189	< 0.1
IUPAC194	< 0.1
IUPAC206	< 0.1
IUPAC209	< 0.1
Summa	5.411
pg TEQ/g	0.289
pg WHO-TEQ/g	0.234

Lab. Koodi: 00K2329
sedimentti S-KTL 2/0-10

	Kuivapaino pg/g
IUPAC77	55.1
IUPAC126	4.358
IUPAC169	0.853
	Kuivapaino ng/g
IUPAC 18	0.739
IUPAC 37	< 0.1
IUPAC 28/31	0.873
IUPAC 33	0.114
IUPAC 51	< 0.1
IUPAC 52	0.960
IUPAC 49	0.352
IUPAC 47	0.132
IUPAC 74	0.156
IUPAC 80	< 0.1
IUPAC 66	0.597
IUPAC 60	< 0.1
IUPAC 81	< 0.1
IUPAC101	3.372
IUPAC99	0.378
IUPAC110	2.309
IUPAC123	< 0.1
IUPAC118	1.199
IUPAC114	< 0.1
IUPAC122	< 0.1
IUPAC105	0.154
IUPAC153	8.549
IUPAC141	2.058
IUPAC138	7.318
IUPAC167	0.298
IUPAC128	0.810
IUPAC156	0.690
IUPAC157	< 0.1
IUPAC180	6.717
IUPAC170	4.719
IUPAC187	2.336
IUPAC183	1.191
IUPAC189	0.202
IUPAC194	0.989
IUPAC206	0.410
IUPAC209	0.334
Summa	48.0
pg TEQ/g	1.447
pg WHO-TEQ/g	0.953

Lab. Koodi: 00K2330
sedimentti S-KTL 16

Kuivapaino	
	pg/g
IUPAC77	24.1
IUPAC126	3.077
IUPAC169	0.621
Kuivapaino	
	ng/g
IUPAC 18	0.800
IUPAC 37	< 0.1
IUPAC 28/31	0.355
IUPAC 33	< 0.1
IUPAC 51	< 0.1
IUPAC 52	0.494
IUPAC 49	0.191
IUPAC 47	< 0.1
IUPAC 74	< 0.1
IUPAC 80	< 0.1
IUPAC 66	0.254
IUPAC 60	< 0.1
IUPAC 81	< 0.1
IUPAC101	0.856
IUPAC99	0.436
IUPAC110	0.688
IUPAC123	< 0.1
IUPAC118	0.523
IUPAC114	< 0.1
IUPAC122	< 0.1
IUPAC105	< 0.1
IUPAC153	1.946
IUPAC141	0.358
IUPAC138	1.378
IUPAC167	< 0.1
IUPAC128	0.182
IUPAC156	0.120
IUPAC157	< 0.1
IUPAC180	1.163
IUPAC170	0.856
IUPAC187	0.359
IUPAC183	0.167
IUPAC189	< 0.1
IUPAC194	0.153
IUPAC206	< 0.1
IUPAC209	0.141
Summa	11.45
pg TEQ/g	0.524
pg WHO-TEQ/g	0.429

Lab. Koodi: 00K2331
sedimentti P-KTL 18

	Kuivapaino pg/g
IUPAC77	59.1
IUPAC126	4.607
IUPAC169	0.935
	Kuivapaino ng/g
IUPAC 18	0.471
IUPAC 37	< 0.1
IUPAC 28/31	1.049
IUPAC 33	< 0.1
IUPAC 51	< 0.1
IUPAC 52	1.036
IUPAC 49	0.329
IUPAC 47	0.119
IUPAC 74	0.216
IUPAC 80	< 0.1
IUPAC 66	0.634
IUPAC 60	< 0.1
IUPAC 81	< 0.1
IUPAC101	3.236
IUPAC99	0.598
IUPAC110	2.735
IUPAC123	< 0.1
IUPAC118	1.613
IUPAC114	< 0.1
IUPAC122	< 0.1
IUPAC105	0.382
IUPAC153	8.088
IUPAC141	1.857
IUPAC138	6.195
IUPAC167	0.250
IUPAC128	0.840
IUPAC156	0.663
IUPAC157	< 0.1
IUPAC180	6.545
IUPAC170	5.265
IUPAC187	1.882
IUPAC183	1.158
IUPAC189	0.119
IUPAC194	0.853
IUPAC206	0.289
IUPAC209	0.324
Summa	46.81
pg TEQ/g	1.571
pg WHO-TEQ/g	1.021

	Old TEF	WHO-TEF
IUPAC77	0,0005	0,0001
IUPAC 81	0	0,0001
IUPAC126	0,1	0,1
IUPAC169	0,01	0,01
IUPAC 18		
IUPAC 28/31		
IUPAC 33		
IUPAC 51		
IUPAC 52		
IUPAC 49		
IUPAC 47		
IUPAC 74		
IUPAC 66		
IUPAC 60		
IUPAC101		
IUPAC99		
IUPAC110		
IUPAC123	0,0001	0,0001
IUPAC118	0,0001	0,0001
IUPAC114	0,0005	0,0005
IUPAC122		
IUPAC105	0,0001	0,0001
IUPAC153		
IUPAC141		
IUPAC138		
IUPAC167	0,00001	0,00001
IUPAC128		
IUPAC156	0,0005	0,0005
IUPAC157	0,0005	0,0005
IUPAC180	0,00001	0
IUPAC170	0,0001	0
IUPAC187		
IUPAC183		
IUPAC189	0,0001	0,0001
IUPAC194		
IUPAC206		
IUPAC209		

Reference:

Van den Berg et al. Toxic Equivalency Factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife. *Env. Health Perspectives* 106 (12), 1998: 775-791.

PCB:

Tulokset on laskettu kaikkien kongeneerien osalta erikseen sekä havittujen bifenyyliden summana tuorepainossa ja kuivapainossa.

Koska raja- ja ohjearvot annetaan kuivapainopitoisuutta kohti, tarkastellaan tässä vain kuivapainotuloksia.

Saastuneen maan raja-arvona Suomessa pidetään arvoa 500 ng/g summa PCB kuivapainossa ja ohjearvona 50 ng/g summa PCB kuivapainossa.

Tässä tutkimuksessa näytteiden havaittujen PCB summapitoisuudet kuivapainossa olivat:

näyte:	summa PCB ng/g
S-KTL-1	5.4
S-KTL 2/0-10	48.0
S-KTL 16	11.4
P-KTL 18	46.8
S-KTL 31/0-10	275.5

Näytteen S-KTL 31/0-10 PCB-pitoisuus jää ohjearvon ja raja-arvon väliin. Muiden näytteiden PCB-pitoisuus ei ylitä ohjearvoa.

Ohjearvo ilmaisee haitta-aineen suurimman pitoisuuden, jota pidetään ihmiselle ja ympäristölle vaarattomana. Alueen maankäytölle tai massojen sijoittamiselle ei aseteta rajoituksia.

Raja-arvo ilmaisee haitta-aineen pitoisuuden, jonka ylittäminen yleensä edellyttää kunnostustoimenpiteitä.

Kun haitta-aineen pitoisuus on ohje- ja raja-arvon välissä, alue voidaan jättää kunnostamatta, jos sen käyttö- ja puhdistustarve on vähäinen. Alueen maankäyttöä on silloin rajoitettava.

Viranomaiset voivat riskien arvioinnin perusteella päätyä muihinkin haitta-aineiden pitoisuusvaatimuksiin¹.

(1) Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto, 1994, "Saastuneet maa-alueet ja niiden käsittely Suomessa".

Tulosten tarkastelu:**PCDD/F:**

Tulokset on laskettu kaikkien toksisten kongeneerien osalta erikseen sekä dioksiinien ja furaanien summana siten että esim. HxCDD tarkoittaa kaikkien heksaklooridioksiinien summaa sisältäen myös toksiset kongeneerit.

Koska raja-arvot annetaan yleensä vain toksisille dioksiini- ja furaaniyhdisteille, tulokset on laskettu kansainvälisten toksisuusekvivalenttikertoimien avulla (I-TEF), sekä tuorepainopitoisuutta että kuivapainopitoisuutta kohti. Tulokset ilmoitetaan havaittujen dioksiinien ja furaanien toksisuusekvivalenttien ja pitoisuuksien summina.

Saastuneen maan raja-arvona Suomessa pidetään arvoa 500 pg I-TEQ/g kuivapainossa ja ohjearvona 20 pg I-TEQ/g kuivapainossa.

Tässä tutkimuksessa näytteiden havaitut dioksiini- ja furaanipitoisuudet kuivapainossa olivat:

	pg I-TEQ/g	summa PCDD/F pg/g
S-KTL-1	10.1	575
S-KTL 2/0-10	37.9	648
S-KTL 16	76.5	1 640
P-KTL 18	34.7	1 020
S-KTL 31/0-10	7.50	552

Näytteiden S-KTL 2/0-10, S-KTL 16 ja P-KTL 18 dioksiini- ja furaanipitoisuus jää saastuneelle maanäytteelle annetun ohjearvon ja raja-arvon väliin. Muiden näytteiden pitoisuudet eivät ylitä ohjearvoa.

Korkeimmat analysoimamme dioksiini- ja furaanisummapitoisuudet maanäytteissä (saha-alueilta) ovat olleet 250 000 000 pg/g kuivapainossa ja korkeimmat toksisuusekvivalenttipitoisuudet noin 5 000 000 pg I-TEQ/g kuivapainossa.

Tilaaaja Biota BD Oy
Mika Mäenpää
Lemminkäisenkatu 14-18 B
20520 Turku

Tilaus Mika Mäenpää, 23.11.2000

Käsittelijä Marja Ojala, puh. 09-4565312

Näyte Tilaaajan laboratorioon 24.11.2000 toimittamat viisi sedimenttinäytettä, jotka oli merkitty seuraavasti:

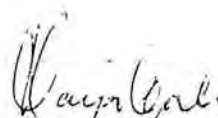
Näytteen nro	Näytetiedot
1	S-VTT 1
2	S-VTT 2
3	S-VTT 16
4	P-VTT 18
5	S-VTT 31/0-10

Tehtävä Polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen (PAH) määrittäminen näytteistä.

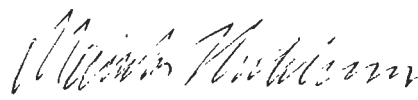
Suoritus Näytteiden PAH-yhdisteet (31 kpl) määritettiin näytteiden tolueniutteesta kaasukromatografia-massaspektrometrisesti (GC-MS) SIM-tekniikalla. Määritykset tehtiin käyttäen sisäisen standardin menetelmää (sisäiset standardit olivat d_{10} -pyreeni, β,β -binaftyli ja indeno(1,2,3-cd)fluoranteeni). Menetelmän määrittäysraja on 0,01 mg/kg ja mittausepävarmuus $\pm 30\%$. Käytetty määrittäysmenetelmä on akkreditoitu (KET 1200395) Analyysitulokset on esitetty taulukossa 1. Näytteet analysoitiin 12.-19.12.2000.

Espoo, 20.12.2000

Erikoistutkija


Marja Ojala

Tutkija


Marika Huhtiniemi

Taulukko 1. Näytteiden PAH-pitoisuudet.

Yhdiste	Näyte/Pitoisuus, mg/kg				
	S-VTT 1	S-VTT 2	S-VTT 16	S-VTT 18	S-VTT 31/0-10
Naftaleeni	0,04	0,03	0,02	0,04	0,05
2-Metyyli-naftaleeni	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
1-Metyyli-naftaleeni	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01
Bifenyylit	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Asenaftaleeni	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01
Fluoreeni	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01
3-Metyylibifenyylit	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03
Dibentsofuraani	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibentsofiofeeni	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenantreeni	0,03	0,03	0,02	0,09	0,07
Antraseeni	0,01	0,01	<0,01	0,02	0,02
2-Metyyliaantraseeni	0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01
1-Metyylifenantreeni	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01
2-Fenyli-naftaleeni	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01
Fluoranteeni	0,04	0,04	0,05	0,22	0,12
Pyreeni	0,04	0,04	0,04	0,17	0,11
Bentso(a)fluoreeni	<0,01	<0,01	0,01	0,05	0,02
Bentso(b)fluoreeni	<0,01	<0,01	0,01	0,04	0,02
Bentso(b)nafto(2,1-d)iofeeni	<0,01	<0,01	0,01	0,04	0,02
Bentso(b)nafto(1,2-d)iofeeni	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
Bentso(a)antraseeni	0,02	0,02	0,03	0,13	0,07
Kryseeni/Trifenyleeni	0,02	0,02	0,02	0,1	0,06
Bentso(b)fluoranteeni	0,03	0,03	0,04	0,13	0,09
Bentso(k)fluoranteeni	0,01	0,01	0,02	0,06	0,04
Bentso(e)pyreeni	0,02	0,02	0,03	0,09	0,06
Bentso(a)pyreeni	0,02	0,02	0,03	0,12	0,08
Peryleeni	0,02	0,03	0,02	0,05	0,05
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	0,02	0,02	0,03	0,08	0,06
Bentso(g,h,i)peryleeni	0,02	0,03	0,03	0,09	0,07
Dibentso(a,h)antraseeni	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01
Koroneeni	<0,01	0,01	0,01	0,04	0,04
SUMMA	0,39	0,39	0,44	1,7	1,2