

Vastaanottaja  
**Boliden Kevitsa Mining Oy**

Asiakirjatyyppi  
**Raportti**

Päivämäärä  
**26.1.2018**

Viite  
**1510031322-027**

# **BOLIDEN KEVITSA MINING OY** **KEVITSAAN KAIVOKSEN SE-** **DIMENTTITARKKAILU** **VUONNA 2017**



**BOLIDEN KEVITSA MINING OY**  
**KEVITSA KAIVOKSEN SEDIMENTTITARKKAILU**  
**VUONNA 2017**

Päivämäärä **26/01/2018**  
Laatija **Anna Hakala, Ramboll Finland Oy**  
**Mika Kallo, Eurofins Environment Testing Oy**  
Tarkastaja **Anna Hakala, Ramboll Finland Oy**  
Kuvaus **Raportti, sedimenttitarkkailu 2017**

Viite 1510031322-027

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>NÄYTTEENOTTO JA MÄÄRITYKSET</b>	<b>1</b>
2.1	Näytepisteet	1
2.2	Näytteenotto	1
2.2.1	KevSe-0 Vajusen allas, purkuvesien yläpuolinen alue	1
2.2.2	KevSe-1 Vajusen allas	2
2.2.3	KevSe-4 Mataraojan suun ap	2
2.2.4	KevSe-5 Matarakosken allas	2
2.2.5	KevSe-3 Kelukosken allas	3
2.3	Analyysit	3
<b>3.</b>	<b>TULOKSET</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>YHTEENVETO JA ESITYS TARKKAILUN JATKOSTA</b>	<b>5</b>

## LIITTEET

### Liite 1

Näytteenottopisteet kartalla

### Liite 2

Tutkimustodistus

### Liite 3

Tulosten yhteenvetotaulukko

## 1. JOHDANTO

Kitisen sedimentin laatua on seurattu viimeksi vuosina 2010 ja 2013. Sedimentin laadun seurantaan soveltuvien näytepisteiden löytämisessä on ollut haasteita. Paikoin edustavaa sedimenttiä ei ole löytynyt tai olosuhteet ovat olleet näytteenotolle mahdottomat. Tässä tutkimuksessa otettiin sedimenttinäytteet tarkkailuohjelmassa esitetyiltä paikoilta sekä selvitettiin niiden soveltumista kaivoksen ympäristövaikutusten seurantaan osana ympäristötarkkailua.

Sedimenttinäytteet otettiin 13.4.2017 ja näytteenotosta vastasi FM Mika Kallo. Raportin laati limnologi (MMM) Anna Hakala yhdessä Mika Kallon kanssa.

## 2. NÄYTTEENOTTO JA MÄÄRITYKSET

### 2.1 Näytepisteet

Uusimmassa esityksessä tarkkailuohjelmaksi on esitetty, että sedimentin laatua seurataan kahdelta vanhalta näytealueelta KevSe-1 ja KevSe-3. Vajusen altaan näytealue KevSe-1 sijaitsee jätevesien johtamisen sekoittumisvyöhykkeellä ja KevSe-3 Kelukosken altaalla alempana Kitisellä. Näiden alueiden lisäksi on esitetty, että vuonna 2017 etsitään kolme uutta paikkaa näytealueiksi:

- KevSe-0 Vajusen allas, kaivosvesien purkupaikan yläpuolella
- KevSe-4 Mataraojan suun alapuolella
- KevSe-5 Matarakosken voimalaitoksen yläpuolella

Sedimenttinäytealueet on esitetty taulukossa 2-1 ja kartalla liitteessä 1.

**Taulukko 2-1. Sedimenttien tarkkailualueet.**

Tunnus	vanha tunnus	Sijainti	Koordinaatit
KevSe-0		Vajusen altaalla vesien purkupaikan yläpuolella	7510089-490996
KevSe-1	Vajusen allas	n. 500 m padon yläpuolella	7509442-491408
KevSe-4		Mataraojan suun alapuoli	7502298-491284
KevSe-5	KevSe-2	Matarakosken voimalaitoksen yp.	7498751-489918
KevSe-3	Kitinen 4	Kelukosken allas, n. 600 m padon yläpuolella	7483603-483181

### 2.2 Näytteenotto

Sedimenttinäytteet pyrittiin ottamaan uoman reunavyöhykkeeltä, akanvirtapaikasta tai suvanto-paikasta, johon on kertynyt sedimenttiä. Näytteenottimena oli tarkoitus käyttää Limnos-tyyppistä noudinta, mutta käytännössä vähäisen kertyneen sedimentin vuoksi suokairan havaittiin soveltuvan tarkoitukseen paremmin. Sedimenttinäytteet viipaloitiin 0-2 cm ja 3-5 cm kerroksiksi. Näytteet koottiin 3-5 rinnakkaisesta osanostosta yhdeksi analysoitavaksi näytteeksi kultakin näytealueelta.

#### 2.2.1 KevSe-0 Vajusen allas, purkuvesien yläpuolinen alue

Näytealue sijaitsee pintavesien laadun tarkkailupisteeltä KevS-6 noin 100 m pohjoiseen lähellä rantaa. Vesisyvyys näytteenottoalueella vaihteli välillä 1-10 metriä. Pohja näytteenottoalueella oli erittäin kivinen ja näytteenotto ei onnistunut Limnos-tyyppisellä näytteenottimella. Suokairalla näytemateriaalia saatiin kallion tai kivien välistä. Ensimmäisellä onnistuneella nostolla saatiin noin 6 cm näytettä, toisella 4 cm ja kolmannella 7cm. Sedimentti oli viipaloitavissa, kun sitä saatiin.



**Kuva 2-1. Sedimenttinäyte suokairalla pisteeltä KevSe-0.**

#### 2.2.2 KevSe-1 Vajusen allas

Kaivoksen purkuvesien sekoittumisvyöhykkeellä sijaitsevalle näytealueelle (KevSe-1) ei ollut pääsyä heikon jäätilanteen vuoksi, eikä näytettä saatu.

#### 2.2.3 KevSe-4 Mataraojan suun ap

Näytealue sijaitsee Mataraojan laskukohdan alapuolella, noin 300 m pintavesien laadun tarkkailupisteeltä KevS-12 ylävirtaan. Vesisyvyys näytteenottoalueella vaihteli välillä 1-4 metriä. Alueella oli kerrostunutta sedimenttiä noin 10 cm paksuudelta, jonka alla oli kova pohja tai kivikko. Näytteenotto onnistui parhaiten suokairalla ja sedimentti oli viipaloitavissa. Ensimmäisellä onnistuneella nostolla näytettä saatiin noin 10 cm, toisella 7 cm ja kolmannella 6 cm.



**Kuva 2-2. Sedimenttinäyte suokairalla pisteeltä KevSe-4.**

#### 2.2.4 KevSe-5 Matarakosken allas

Näytealue sijaitsee Matarakosken padolta noin 2,3 km ylävirtaan. Näytteenotto onnistui kapealla kaistaleella, jossa vesisyvyys oli noin 3-4 metriä. Sedimenttiä oli noin 10 cm paksuudelta ja se oli

viipaloitavissa. Kaistaleen ulkopuolella keskeemmällä uomaa oli kivipohja. Osanäytteet otettiin suokairalla, jolla ensimmäisellä onnistuneella näytteellä saatiin 9 cm näytettä, toisella sekä kolmannella 7 cm.



Kuva 2-3. Sedimenttinäyte suokairalla pisteeltä KevSe-5.

#### 2.2.5 KevSe-3 Kelukosken allas

Näytealue sijaitsee noin 1,5 km Kelukosken voimalaitoksen yläpuolella. Sedimenttiä löytyi laajalta alueella n. 5-11 cm ja kertynyt materiaali oli viipaloitavissa. Alueella oli hyvä jäätilanne ja vesisyvyys oli noin 3-6 metriä. Ensimmäisen onnistuneen noston näytepaksuus oli noin 6 cm, toisen noin 8 cm ja kolmannen noin 6 cm.



Kuva 2-4. Sedimenttinäyte suokairalla pisteeltä KevSe-3.

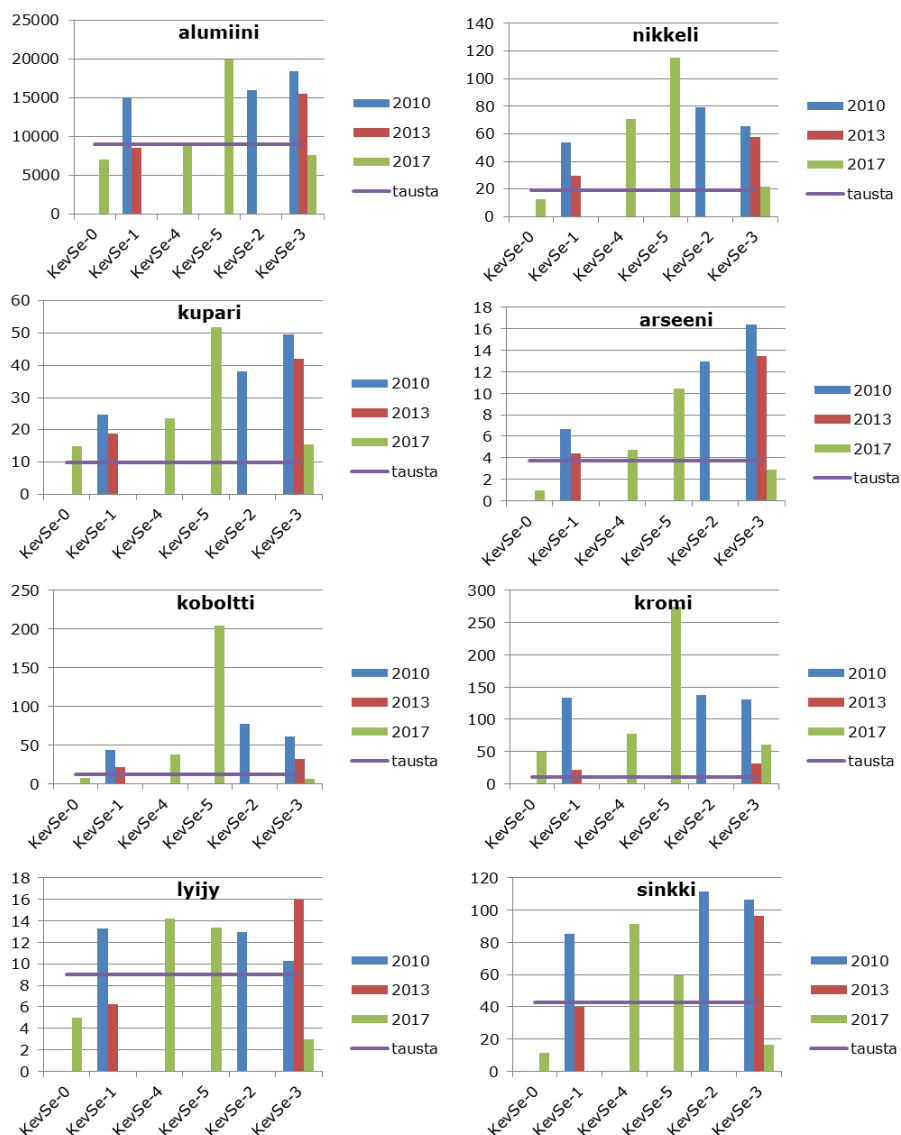
### 2.3 Analyysit

Näytteistä määritettiin metallien pitoisuudet (Al, As, Cu, Mn, Fe, Cr, Cd, Hg, Ni, Zn, Pb, Co ja V), pH, haihdutusjäännös sekä hehkutusjäännös. Uttomenetelmänä käytettiin typpihappouttoa (Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje, ympäristöministeriö 2015). Analyysit tehtiin Eurofins Environment Testing Finland Oy:n laboratorioissa Lahdessa.

### 3. TULOKSET

Sedimenttinäytteiden tulokset on esitetty tutkimustodistuksella liitteessä 2. Tulosten yhteenveto- taulukko on liitteenä 3. Näytteiden kuiva-ainepitoisuudet vaihtelivat välillä 9,0–71 % ja orgaanisen aineksen osuutta kuvaava hehkutushäviö välillä 4,4–52 %. Korkeimmillaan hehkutushäviö oli pis- teellä KevSe-4 Mataraojan suun alapuolisella näytepisteellä (21–51 % ka.). Muissa näytteissä heh- kutushäviö oli selvästi alhaisempi välillä 4,4–16 % ka.

Metalleista havaittuja pitoisuuksia verrattiin soveltuvin osin aikaisempiin tarkkailussa saatujen näytteiden tuloksiin vuosilta 2010 ja 2013 sekä purosedimenttien taustapitoisuuksiin (Lahermo ym. 1996). Kuvaajat useimpien metallien havaituista keskipitoisuuksista eri vuosina on koottu kuvaan 1.



Kuva 3-1. Sedimenttinäytteiden keskipitoisuudet (mg/kg ka.) tarkkailussa vuosina 2010, 2013 ja 2017 ja purovesien sedimenttien taustapitoisuuksia (Lahermo ym. 1996). Havaintopisteet on järjestetty niiden sijainnin perusteella siten, että Kitisen ylin piste (KevSe-0) on vasemmalla ja alin piste (KevSe-3) oikealla.

Keskenään alueellisesti vertailukelpoiset näytteet olivat Kelukosken altaan (KevSe-3) näytteet, jotka on saatu samalta alueelta vuosina 2010, 2013 ja 2017. Saatut näytteet olivat erityyppisiä, kun tarkastellaan kuiva-ainepitoisuutta ja hehkutushäviötä. Vuosien 2010 ja 2013 näytteet olivat



hyvin vetisiä (2013 kuiva-aine 5,5–7,2 %) ja orgaanisen aineksen pitoisuus oli korkea (2013 hehkutushäviö 40–46 %). Vuonna 2017 näytteet olivat puolestaan kuiva-ainepitoisuudeltaan korkeita (70–71 %) ja orgaanisen aineen pitoisuus oli alhainen (hehkutushäviö 4,7–4,9 %). Alumiinin, kadmiumin, koboltin, kromin, kuparin, lyijyn, mangaanin, nikkelin, raudan ja vanadiinin pitoisuudet olivat vuonna 2017 selvästi alhaisemmat kuin vuosina 2010 ja 2013. Metallit sitoutuvat herkästi orgaaniseen ainekseen, mikä näkyy havaittavissa pitoisuuksissa. Havaittu pitoisuuksien lasku on siis todennäköisesti enemmän seurausta sedimenttinäytteen orgaanisen aineksen osuuden eroista kuin todellisesta pitoisuusmuutoksesta näytteiden ottohetkien välillä.

Pisteillä KevSe-0 ja KevSe-3 havaitut metallipitoisuudet olivat Lahermo ym. (1996) havaitsemalla purovesien taustapitoisuuden tasolla tai alle taustatason kromipitoisuutta lukuun ottamatta. Kromipitoisuus ylitti kaikissa näytteissä taustapitoisuustason arvion vuosien 2010–2013 näytteiden tavoin.

Mataraojan laskukohdan alapuolella pisteellä KevSe-4 sedimentti oli hyvin orgaanista ja näytteissä havaittiin muihin näytteisiin sekä taustatasoon nähden koholla olevia pitoisuuksia kadmiumia, kobolttia, kromia, nikkeliä ja sinkkiä. Havaitut pitoisuudet ovat todennäköisesti seurausta valuma-alueelta peräisin olevasta kuormituksesta ja näkyvät korkeina pitoisuuksina näytteessä runsaan orgaanisen aineksen osuuden vuoksi. Mataraojalta on vedenlaadun tarkkailutulosten perusteella havaittu mm. alueelliseen taustatasoon nähden korkeita nikkelpitoisuuksia Kevitsan kaivoksen yläpuolisilla alueilla.

Useiden metallien (Al, As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Fe, V) osalta pitoisuudet olivat korkeimmillaan näytealueella KevSe-5, joka sijaitsee Matarakosken padolta noin 2,3 km ylävirtaan ja jonka läheisyyteen laskee Vanttioaavan suunnasta laskeva Hannunoja. Pisteellä KevSe-5 havaitut pitoisuudet näiden metallien osalta olivat selvästi purovesille esitettyjä taustapitoisuuksia korkeammat. On mahdollista, että Matarakosken altaan padon yläpuolelle kertyvä sedimentoitava aines näkyy sedimentoituvan materiaalin korkeampina pitoisuuksina. Vuoden 2010 tarkkailutulosten raportissa on todettu, että patojen yläpuolisilla havaintoalueilla voidaan havaita selvästi korkeampia pitoisuuksia kuin patoaltaiden välillä, jossa sedimentaatio on ylipäättään vähäistä. Vuoden 2017 tulosten perusteella tämä voidaan havaita Matarakosken altaalla, mutta ei Kelukosken altaalla. Pisteellä KevSe-5 tuloksiin voi vaikuttaa myös alueen tuntumassa tehty avohakkuu, joka voi nostaa huuhtoutuvan orgaanisen aineksen määrää ja siihen sitoutuneiden metallien pitoisuuksia.

## 4. YHTEENVETO JA ESITYS TARKKAILUN JATKOSTA

Kevitsan kaivoksen tarkkailussa on alusta alkaen pyritty seuraamaan Kitisen sedimenttien metallipitoisuuksia. Kitinen on voimakkaasti säännöstelty uoma, jossa sedimentin kerrostuminen on epätasaista ja jatkuvasti vaihtelevista virtaamaolosuhteista riippuvaa. Kitisen voimakkaat juoksutukset vaikuttavat siten, että pitkäaikaista sedimenttiä ei alueelle kerry. Kertymisen olosuhteet ovat erilaiset patoaltailla ja toisaalta niiden välillä.

Kitiseltä on pyritty etsimään uusia sedimentin seurantaan soveltuvia näytepaikkoja sekä näytteenottojen yhteydessä, että erikseen vuosina 2010, 2013, 2014 ja 2015. Kesäkaudella sedimenttiä ei ole löytynyt näytteeksi ja välillä juoksutukset ovat estäneet turvallisen talviaikaisen näytteenoton. Vuoden 2017 näytteet otettiin talvikauden lopulla ja näytteenottopaikat vaikuttavat nyt saatujen tulosten perusteella siltä, että niistä saadaan jonkinlainen näyte nostettua. Näytteeksi saatu sedimenttikertymä ei todennäköisesti kuitenkaan edusta akkumulaatiopohjaa, vaan pikemminkin viimeaikaista uoman reuna-alueelle kertynyttä ainesta, jonka edustavuudesta ei ole tietoa.

Tyypillisesti sedimentin tilan tai sedimentistä havaittavien pitoisuuksien seuranta perustuu pitkän aikavälin pitoisuuskehityksen seurantaan järvi- tai patoaltaiden akkumulaatio- eli kertymispohjalta. Akku-



mulaatiopohjalle muodostuu häiriintymätön kerros, jossa kertymishistoriaa voidaan lukea sedimentin pinnasta syvemmälle päin mentäessä. Kitisen kaltaisessa voimakkaasti säännöstellyssä jokiuomassa sedimentaatio tapahtuu virtausolojen mukaan rauhallisen virtauksen aikaan ja alueelle. Kertyvä sedimentti voi olla alun perin lähtöisin mistä tahansa yläpuoliselta valuma-alueelta ja havaittavat pitoisuudet ovat aina kuva kokoomanäytteestä, joka kuvastaa koko yläpuolista valuma-alueetta.

Kevitsan kaivoksen purkuvesistössä sedimentin tilaa ei voida seurata akkumulaatiopohjan tavoin. Nykyisellään voimakkaat Kitisen juoksutukset vaikeuttavat sekä näytteeksi saatavan sedimentin löytymistä ja erittäin heterogeeniset näytteet eri kertojen välillä tekevät tulosten tulkinnasta vaikeaa. Kaivoksen vaikutuksen yksiselitteinen erottaminen muista vaikuttavista tekijöistä ei ole mahdollista. Orgaanisten sedimenttien kyky sitoa metalleja perustuu paitsi itse orgaaniseen ainekseen, myös mm. raudan, mangaanin ja alumiinin muodostamiin saostumiin, joiden pintavaraus riippuu huokosveden pH:sta sekä redox-potentiaalista (Lahermo ym 1996). Näin ollen etenkin orgaanisista sedimenteistä havaittavat pitoisuudet riippuvat monesta eri tekijästä, eikä ainoastaan kuormituksesta.

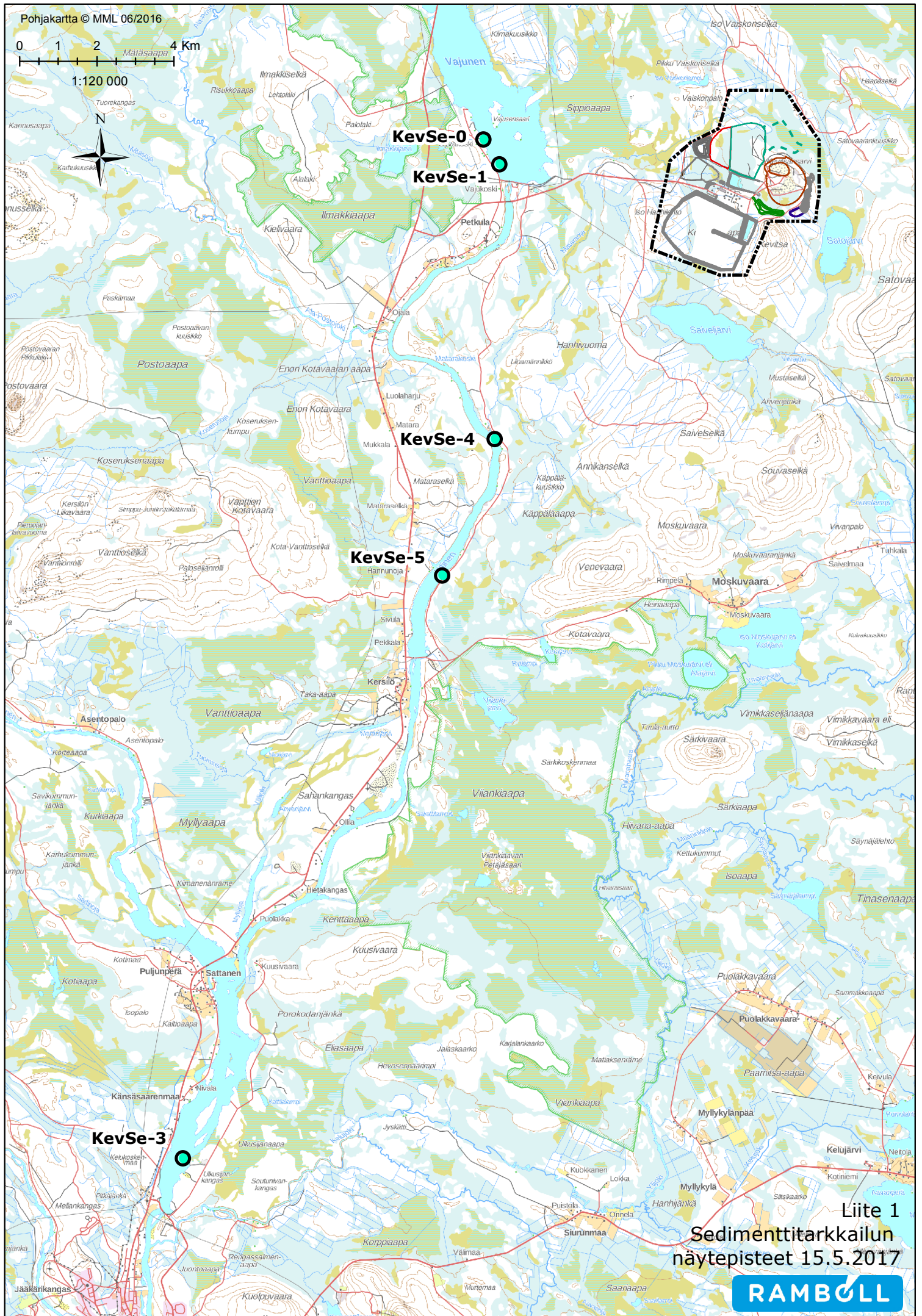
Mikäli pintasedimentin metallipitoisuuksia halutaan seurata, voisi olla järkevää kytkeä näytteenototiheys muuhun laajaan ympäristön tilan seurantaan alueella ja ottaa sedimenttinäytteet kolmen vuoden välein alkaen vuodesta 2018, näin muusta seurannasta voidaan saada tukea sedimenttitulosten tulkinnalle. On kuitenkin huomioitava, että sedimentaatio on voimakkaasti juoksutuksista riippuvaista ja tuloksissa esiintyy huomattavaa vaihtelua näytteiden välillä. Tarkkailun alusta kertyneiden kokemusten perusteella paras ajankohta sedimenttinäytteenottoon on kevättalvi, jolloin jääpeite on vahvimmillaan. Talviaikakaan ei kuitenkaan takaa turvallista pääsyä näytepisteille, etenkin jos talven aikana on ollut voimakkaita juoksutuksia. Näytteenottimena viipaloiva Limnos-tyyppinen sedimenttinoudin on todettu pääosin soveltumattomaksi kivisille pohjille. Suokairalla on mahdollista saada hyvä näyte myös ohuesta sedimenttikerroksesta.

Sedimenttikerroksen paksuus alueella on tyypillisesti alhainen ja kerrostuminen epäsäännöllistä. Mikäli tarkkailua edelleen jatketaan, niin ehdotetaan, että jatkossa näytteiden viipaloinnista luovutaan ja tehdään kultakin näytealueelta kahdet rinnakkaiset määritykset.

Ramboll ja kaivosyhtiö ovat keskustelleet sedimenttinäytteenoton jatkamisesta. Boliden Kevitsan käsityksen mukaan sedimenttinäytteenottoa Kitisen pääuomasta ei ole tarkoituksenmukaista jatkaa. Perusteluna kaivoyhtiö on esittänyt, että sedimenttinäytteiden laadun seurantaan soveltuvia näytepisteitä ei ole ollut helppo löytää samoilta paikoilta. Kitisen jokiuomassa ei tapahdu sellaista sedimentin akkumulaatiota, jonka seurauksena sedimentistä muodostuisi häiriintymätön kerros, josta kertymishistoria olisi selvitettävissä. Sedimentti jokiuomassa syntyy rauhallisen virtaaman aikaan ja alueelle. Virtaaman lisääntyessä kertynyt sedimentti lähtee liikkeelle alavirtaan ja kertyy virtaaman pienentyttyä toiseen kohtaan. Sedimentin tilaa ei voi tämän vuoksi seurata kuten akkumulaatiopohjissa. Voimakkaat joen juoksutukset vaikeuttavat sedimentin löytymistä ja hyvin erilaiset näytteet eri näytekerroilla tekevät tulosten tulkinnasta vaikeaa. Kaivoksen vaikutusten yksiselitteinen sedimenttinäytteiden perustella on lisäksi mahdotonta.

Kevitsan kaivoksen ympäristötarkkailussa sedimentin metallipitoisuuksien seuranta on esitetty tehtäväksi viiden vuoden välein tarkkailuun soveltuvilta näytepisteiltä. Sedimenttinäytteiden perusteella tehtävällä seurannalla ei todennäköisesti saavuteta tilannetta, jossa kaivoksen toiminnan vaikutusta Kitisen pohjasedimenttien tilaan olisi mahdollista erottaa, koska pitkäaikaista kertymistä alueella ei tapahdu.

**LIITE 1**  
**NÄYTTEENOTTOPISTEET KARTALLA**



Liite 1  
Sedimenttitarkkailun  
näytepisteet 15.5.2017



**LIITE 2**  
**TUTKIMUSTODISTUS**

# Tutkimustodistus

Projekti: 1510031322-027/1

Boliden Kevitsa Mining Oy

Kevitsantie 730  
99670 PETKULA

Tutkimuksen nimi: Kevitsan kaivoksen sedimenttitutkimus 2017

Näytteenottopvm: 13.4.2017

Näyte saapui: 19.4.2017

Näytteenottaja: Mika Kallo

Analysointi aloitettu: 19.4.2017

## Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	KevSe-0 (0-2 cm)	KevSe-0 (3-5 cm)	KevSe-3 (0-2 cm)	KevSe-3 (3-5 cm)	KevSe-4 (0-2 cm)			
Näyttenumero	17SS 00787	17SS 00788	17SS 00789	17SS 00790	17SS 00791			
<b>MÄÄRITYKSET</b>								
Kuiva-aine	36	55	71	70	9,0	m-%	RA4016 <sup>1</sup>	L
Hehkutushäviö 550°C	11	4,4	4,9	4,7	52	% ka	RA4016	L
pH maa/kiinteä	5,7	5,7	5,7	5,8	6,2		RA2036	L
Esikäsitteily, mikroaaltohajotus, typpihappo	ok	ok	ok	ok	ok		RA3010	L
Metallit 3	ok	ok	ok	ok	ok	mg/kg ka	RA3000	L
Alumiini (Al)	5100	9100	7900	7300	5600	mg/kg ka	RA3000	L
Arseeni (As)	<1,0	<1,0	3,0	2,8	5,7	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Elohopea (Hg)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,13	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Kadmium (Cd)	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,57	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Koboltti (Co)	5,5	9,9	6,8	5,6	42	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Kromi (Cr)	37	61	72	50	56	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Kupari (Cu)	9,0	21	17	14	19	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Lyijy (Pb)	6,2	3,8	3,0	3,0	19	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Mangaani (Mn)	260	220	150	140	410	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Molybdeeni (Mo)	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	3,0	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	<100	<100	<100	<100	<100	mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	7,9	18	24	19	65	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Rauta (Fe)	9000	14000	17000	16000	39000	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Sinkki (Zn)	8,3	15	18	15	110	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Vanadiini (V)	29	34	41	38	37	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L

## Tutkimustulokset

						Yksikkö	Menetelmä	
Näytteenottopisteet	KevSe-4 (3-5 cm)	KevSe-5 (0-2 cm)	KevSe-5 (3-5 cm)					
Näyttenumero	17SS 00792	17SS 00793	17SS 00794					
<b>MÄÄRITYKSET</b>								
Kuiva-aine	23	35	45			m-%	RA4016 <sup>1</sup>	L
Hehkutushäviö 550°C	21	16	11			% ka	RA4016	L

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

# Tutkimustodistus

Projekti: 1510031322-027/1

	17SS 00792	17SS 00793	17SS 00794	Yksikkö	Menetelmä	
pH maa/kiinteä	6,8	6,3	6,4		RA2036	L
Esikäsittely, mikroaaltohajotus, typpihappo	ok	ok	ok		RA3010	L
Metallit 3	ok	ok	ok	mg/kg ka	RA3000	L
Alumiini (Al)	12000	20000	20000	mg/kg ka	RA3000	L
Arseeni (As)	3,7	9,9	11	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Elohopea (Hg)	<0,10	<0,10	<0,10	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Kadmium (Cd)	0,55	<0,20	<0,20	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Koboltti (Co)	34	200	210	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Kromi (Cr)	100	280	270	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Kupari (Cu)	28	51	53	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Lyijy (Pb)	9,5	17	9,8	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Mangaani (Mn)	640	4700	7400	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Molybdeeni (Mo)	<2,0	2,1	2,0	mg/kg ka	RA3000	L
Natrium (Na)	210	<100	<100	mg/kg ka	RA3000	L
Nikkeli (Ni)	76	110	120	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Rauta (Fe)	34000	94000	100000	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Sinkki (Zn)	73	54	65	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L
Vanadiini (V)	62	120	110	mg/kg ka	RA3000 <sup>1</sup>	L

<sup>1</sup> FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

## Ramboll Analytics



Paula Jäntti  
FM, limnologi, +358 50 434 4095

**Lisätiedot** Näytemäärä oli pieni.

**Laboratoriot** L Analysoitu Lahdessa

**Jakelu** ulla.syrjala@boliden.com; juha.koskela@boliden.com; mikael.kostamo@boliden.com;  
teresa.ojala@sodankyla.fi; tuija.hilli@ely-keskus.fi; kirjaamo@sodankyla.fi; anna.hakala@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

**LIITE 3**  
**TULOSTEN YHTEENVETOTAULUKKO**



	pvm.	nosto	Syvyys	kuiva- aine	pH	hehkutus- häviö	Alumiini Al	Arseeni As	Elohopea Hg	Kadmium Cd	Koboltti Co
Hav.piste	pvm.	n	cm	m-%		% ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka
<b>KevSe-0</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>0-2</b>	<b>36</b>	<b>5,7</b>	<b>11</b>	<b>5100</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>&lt;0,10</b>	<b>&lt;0,20</b>	<b>5,5</b>
<b>KevSe-0</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>3-5</b>	<b>55</b>	<b>5,7</b>	<b>4</b>	<b>9100</b>	<b>&lt;1,0</b>	<b>&lt;0,10</b>	<b>&lt;0,20</b>	<b>9,9</b>
KevSe-1	ka 2010				5,3		15055	6,7	0,1	0,6	43,7
KevSe-1	ka 2013	kokooma	0-5	46,8	5,9	11,7	8583	4,4	0	0,2	22,0
<b>KevSe-4</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>0-2</b>	<b>9</b>	<b>6,2</b>	<b>52</b>	<b>5600</b>	<b>5,7</b>	<b>0,13</b>	<b>0,57</b>	<b>42</b>
<b>KevSe-4</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>3-5</b>	<b>23</b>	<b>6,8</b>	<b>21</b>	<b>12000</b>	<b>3,7</b>	<b>&lt;0,10</b>	<b>0,55</b>	<b>34</b>
<b>KevSe-5</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>0-2</b>	<b>35</b>	<b>6,3</b>	<b>16</b>	<b>20000</b>	<b>9,9</b>	<b>&lt;0,10</b>	<b>&lt;0,20</b>	<b>200</b>
<b>KevSe-5</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>3-5</b>	<b>45</b>	<b>6,4</b>	<b>11</b>	<b>20000</b>	<b>11</b>	<b>&lt;0,10</b>	<b>&lt;0,20</b>	<b>210</b>
KevSe-2	ka 2010				5,8		16060	13	0,1	0,8	77,1
KevSe-3	ka 2010				5,6		18500	16,4	0,1	0,6	60,7
KevSe-3	ka 2013	kokooma	0-5	6,4	5,7	43,0	15500	13,5	0,0	0,4	31,5
<b>KevSe-3</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>0-2</b>	<b>71,0</b>	<b>5,7</b>	<b>4,9</b>	<b>7900</b>	<b>3,0</b>	<b>&lt;0,10</b>	<b>&lt;0,20</b>	<b>6,8</b>
<b>KevSe-3</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>3-5</b>	<b>70,0</b>	<b>5,8</b>	<b>4,7</b>	<b>7300</b>	<b>2,8</b>	<b>&lt;0,10</b>	<b>&lt;0,20</b>	<b>5,6</b>
<b>Taustapitoisuus alueen purosedimenteissä (Lahermo ym. 1996)</b>							<b>9000</b>	<b>3,7</b>	<b>0,06</b>	<b>0,16</b>	<b>12</b>

	pvm.	nosto	Syvyys	Kromi Cr	Kupari Cu	Lyijy Pb	Mangaani Mn	Molybdeeni (Mo)	Natrium (Na)	Nikkeli Ni	Rauta Fe	Sinkki Zn	Vanadiini V
Hav.piste	pvm.	n	cm	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka	mg/kg ka
<b>KevSe-0</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>0-2</b>	<b>37</b>	<b>9</b>	<b>6,2</b>	<b>260</b>	<b>&lt;2,0</b>	<b>&lt;100</b>	<b>7,9</b>	<b>9000</b>	<b>8,3</b>	<b>29</b>
<b>KevSe-0</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>3-5</b>	<b>61</b>	<b>21</b>	<b>3,8</b>	<b>220</b>	<b>&lt;2,0</b>	<b>&lt;100</b>	<b>18</b>	<b>14000</b>	<b>15</b>	<b>34</b>
KevSe-1	ka 2010			133,3	24,8	13,3	14037			54,0	83083	85,2	60,2
KevSe-1	ka 2013	kokooma	0-5	68,5	19,0	6,3	1198			29,7	30500	39,8	37,5
<b>KevSe-4</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>0-2</b>	<b>56,0</b>	<b>19,0</b>	<b>19,0</b>	<b>410</b>	<b>3</b>	<b>&lt;100</b>	<b>65</b>	<b>39000</b>	<b>110</b>	<b>37</b>
<b>KevSe-4</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>3-5</b>	<b>100,0</b>	<b>28,0</b>	<b>9,5</b>	<b>640</b>	<b>&lt;2,0</b>	<b>210</b>	<b>76</b>	<b>34000</b>	<b>73</b>	<b>62</b>
<b>KevSe-5</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>0-2</b>	<b>280,0</b>	<b>51,0</b>	<b>17,0</b>	<b>4700</b>	<b>2,1</b>	<b>&lt;100</b>	<b>110</b>	<b>94000</b>	<b>54</b>	<b>120</b>
<b>KevSe-5</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>3-5</b>	<b>270</b>	<b>53</b>	<b>9,8</b>	<b>7400</b>	<b>2</b>	<b>&lt;100</b>	<b>120</b>	<b>100000</b>	<b>65</b>	<b>110</b>
KevSe-2	ka 2010			137,0	38,3	13,0	31121			79	125040	111,4	78,7
KevSe-3	ka 2010			130,0	49,7	10,3	10963			65,6	97471,4	106,3	78,9
KevSe-3	ka 2013	kokooma	0-5	110,0	42,0	16,0	2550			57,5	63000,0	96,5	69,0
<b>KevSe-3</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>0-2</b>	<b>72,0</b>	<b>17,0</b>	<b>3,0</b>	<b>150</b>	<b>&lt;2,0</b>	<b>&lt;100</b>	<b>24,0</b>	<b>17000,0</b>	<b>18,0</b>	<b>41,0</b>
<b>KevSe-3</b>	<b>ka 2017</b>	<b>kokooma</b>	<b>3-5</b>	<b>50,0</b>	<b>14,0</b>	<b>3,0</b>	<b>140</b>	<b>&lt;2,0</b>	<b>&lt;100</b>	<b>19,0</b>	<b>16000</b>	<b>15,0</b>	<b>38,0</b>
<b>Taustapitoisuus alueen purosedimenteissä (Lahermo ym. 199</b>				<b>10,0</b>	<b>10,0</b>	<b>9,0</b>	<b>1500</b>			<b>19,0</b>	<b>41000</b>	<b>43</b>	<b>55</b>