

Vastaanottaja  
**Boliden Kevitsa**

Asiakirjatyyppi  
**Raportti**

Päivämäärä  
**3.1.2017**

viite  
**1510022875-005**

# **BOLIDEN KEVITSA** **SATOJÄRVEN VIITASAMMAK-** **KOPOPULAATION SEURANTA** **JA ÄÄNIMITTAUKSET 2016**



**BOLIDEN KEVITSA  
SATOJÄRVEN VIITASAMMAKKOPOPULAATION  
SEURANTA JA ÄÄNIMITTAUKSET 2016**

Päivämäärä **3/1/2017**  
Laatija **Antje Neumann, Sakari Ruokolainen, Mika Kallo**  
Tarkastaja **Anna Hakala**  
Kuvaus **Satojärven alueen viitasammakkoselvitys**  
Kannen kuva **Äänteleviä viitasammakkokoiraita rimpinevassa**

Viite 1510022875-005

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>TAUSTA</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>AINEISTO JA MENETELMÄT</b>	<b>2</b>
2.1.	Viitasammakotarkkailu	2
2.2.	Viitasammakon ääntelyn sekä kaivosmelun äänimittaukset	2
2.3.	Satojärven tilan seuranta	3
<b>3.</b>	<b>TULOKSET</b>	<b>4</b>
3.1.	Viitasammakkohavainnointi	4
3.2.	Viitasammakoiden ääntelyn sekä kaivosmelun mittaukset	6
3.2.1.	Viitasammakoiden ääntelyn taajuusjakauma Oulun vertailukohteissa	6
3.2.2.	Viitasammakoiden ääntelyn ja Kevitsan kaivosmelun taajuusjakauma	9
3.3.	Satojärven tilan seuranta	11
3.3.1.	Satojärven pinnankorkeudet ja veden laatu	11
3.3.2.	Pohjaveden pinnankorkeudet ja veden laatu	13
3.3.3.	Pölylaskeuma	14
<b>4.</b>	<b>TULOSTEN TARKASTELU</b>	<b>16</b>
4.1.	Viitasammakkopopulaation seuranta	16
4.2.	Kaivosmelun vaikutukset viitasammakoihin	16
4.2.1.	Vuoden 2015 kirjallisuusselvityksen tulokset	16
4.2.2.	Viitasammakoiden enimmäisäänitasot suhteessa kaivosmelutasoihin	17
4.2.3.	Kaivosmelun vaikutusten arviointi Satojärven ja sen pohjoispuolisen suon viitasammakoihin	17
<b>5.</b>	<b>YHTEENVETO</b>	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>EHDOTUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI</b>	<b>18</b>
<b>7.</b>	<b>KIRJALLISUUS</b>	<b>19</b>

## LIITTEET

### Liite 1

Viitasammakkoselvityksen havaintopisteet 2012–2016 sekä äänimittauspisteet

### Liite 2

Satojärven ympäristön tarkkailupisteiden sijainnit

## 1. TAUSTA

Viitasammakko (*Rana arvalis*) kuuluu EU:n luontodirektiivin IV(a) mukaisiin eläinlajeihin, joiden yksilöiden lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on Suomen luonnon-suojelulain (6. luku, 49§) perusteella kielletty. Yksittäistapauksissa ELY-keskus voi kuitenkin myöntää luvan poiketa kiellosta luontodirektiivin artiklassa 16(1) mainituilla perusteilla.

Kevitsan kaivoksen itäpuolelle sijoittuvan Satojärven pohjoisrannalla sekä Satojärven pohjoispuolisella suolla ("viitasammakkosu") esiintyy viitasammakkoa (Pöyry Finland Oy 2012, Ramboll Finland Oy 2013–2015). Satojärvi on osa Koitelaiskairan luonnonpuistoa (KLO120005) ja Natura- aluetta (FI1301716). Satojärven ja sen pohjoispuolisen suon viitasammakkopopulaatiolle tehdään vuosittainen seuranta, jonka tarkoitus on tarkkailla lajin kannan kehitystä.

Mahdollisia kaivostoiminnan vaikutuksia Satojärvelle ja sen pohjoispuolisella suolla esiintyville viitasammakoille arvioidaan muodostuvan mm. viitasammakkosuon ja Satojärven vedenpinnan tason alentumisen sekä pölyämisen myötä. Vedenpinnanvaihteluita sekä pölyämistä tarkkaillaan säännöllisesti ja tuloksia käytetään mm. arvioitaessa vaikutuksia viitasammakoihin.

Kaivoksen laajentumisen myötä työkoneiden ja sivukiviainesten läjitystoiminnan aiheuttama melu on viitasammakkosuolla ja Satojärvellä lisääntynyt. Melutaso on ollut vielä suhteellisen alhainen vuonna 2013, mutta on vuonna 2014 huomattavasti vaikeuttanut kuulohavainnointiin perustuvaa viitasammakkoseuranta. Vuoden 2015 viitasammakkoseurannan maastotöiden aikana tuuliolo-suhteet olivat erilaisia kuin 2014 ja viitasammakoiden kuulohavainnointi onnistui hyvin. Myös kaivoksen tarkkailuohjelmaan mukaisten melumittausten aikana (Ramboll Finland Oy 2015, 2016) huomattiin tuulen suunnan olevan keskeinen viitasammakkosuolla vallitsevaan melutasoon vaikuttava tekijä.

Lapin ELY-keskuksessa 12.4.2016 pidetyssä Kevitsan kaivoksen viitasammakko- ja linnustotarkkailun päivityskokouksessa sovittiin jatkotoimenpiteiksi viitasammakon osalta Satojärven ja sen pohjoispuolisen suon viitasammakkotarkkailun jatkamista. Lisäksi sovittiin tutkittavan meluvaikutukset viitasammakoihin mittaamalla viitasammakoiden ääntelyn sekä kaivosmelun voimakkuus sekä äänitaajuus. Melun mahdollisiksi vaikutuksiksi arvioitiin viitasammakkokoiraiden ja -naaraiden välisen kommunikaation häiritseminen ja pariutumisen sekä lisääntymistehon aleneminen (Ramboll Finland Oy 2015).

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1. Viitasammakkotarkkailu

Viitasammakkoselvityksen maastotyöt tehtiin viitasammakon kutuaikana 11.5.2016 klo 20-01. Viitasammakon kutu alkoi vuonna 2016 Pohjois-Suomessa huhtikuun ja toukokuun vaihteessa valinneen epätavallisen lämpimän sääjakson vuoksi noin kaksi viikkoa tavallista aikaisemmin. Maastotöiden aikana sää oli puolipilvinen ja tyyni (tuulenoisuus 1 m/s). Ilman lämpötila oli maastotöiden alussa 6 astetta ja sen lopussa -1 astetta.

Maastoselvityksessä oli tarkoitus saada linjalaskentamenetelmää käyttäen käsitys Satojärven pohjoisrannalla sekä järven pohjoispuolisella suolla äänitelevien viitasammakoiden määrästä. Erittäin heikko tuuli puhalsi kuitenkin kaivoksen suunnalta ja suolla valitseva melutaso teki viitasammakoiden äänihavainnoinnin mahdottomaksi. Tilanne oli samanlainen kuin seurantakäynnillä 2014, jolloin ei myöskään voitu saada luotettavia viitasammakoiden äänihavaintoihin perustuvia laskentatuloksia. Linjalaskennan luotettava suorittamista pidettiin mahdottomana 11.5.2016 ja siitä syystä päätettiin keskittyä tutkimaan melun vaikutuksia viitasammakoihin äänimittausten avulla, johon tilanne antoi erinomaiset edellytykset.

### 2.2. Viitasammakon ääntelyn sekä kaivosmelun äänimittaukset

Viitasammakon ääntelyn äänivoimakkuus ja -taso mitattiin kolmessa vertailukohteessa, joita oli valittu käytännön syistä Oulun alueelta. Kahdessa vertailukohteessa oli suolampi, kolmas oli vetinen suo. Yhdessä kohteessa äänteli viitasammakkokuoro ja kahdessa yksittäisiä viitasammakoi- ta. Vertailukohteissa oli taustalla pelkästään luonnonääniä, kuten lintujen laulu ja tuulen suhinna ja niiden mittaustuloksia käytettiin tulosten analysoinnissa nollanäytteinä.

Kevitsan viitasammakkosuolla tehtiin yksi melumittaus edellisvuoden viitasammakkohavaintopai- kalla tulvapadon läheisyydessä, noin 350 m päässä avolouhoksesta ja noin 1 km päässä sivukivi- en läjitysalueesta. Toinen mittaus tehtiin viitasammakkosuon keskellä noin 600 m päässä avo- louhoksesta ja 1,3 km sivukivien läjitysalueesta (liite 1). Ensimmäisessä paikassa ei saatu vii- tasammakkohavaintoja, toisessa saatiin näköhavaintoja äänitelevistä viitasammakoista pitkän odottamisen jälkeen.

#### Viitasammakoiden näköhavainnointi

Viitasammakot ovat arkoja. Ne hiljenevät ja sukeltavat vesistön pohjaan kun havaitsevat lähes- tyvän kartoittajan. Etenkin vetisellä, hyllyvällä suolla kartoittaja ei yleensä pääse 5-10 m lähem- mäksi viitasammakkoa ennen kuin se piiloutuu. Näköhavaintojen saaminen vaikeuttaa lisäksi suon kasvillisuus sekä yön aikana vallitsevat heikot valo-olosuhteet.

Näköhavainnointi suolla edellyttää siitä, että havainnoija seisoo pitkään liikkumatta ja hiljaa mahdolliseksi kutuympäristöksi arvioidun suorimman edessä kunnes piiloutuneet viitasammakot nousevat veden pintaan ja jatkavat kutumenojaan. Näköhavainnointi on etenkin suolla hyvin aikaa vievää, joten se ei sovellu isomman alueen kattavan kartoitukseen. Maastokäynnillä 11.5.2016 tehtiin kolmelta Kevitsan viitasammakkosuolle sijoituvilta pisteeltä näköhavainnointia sekä ympäristön äänitason ja -taajuuden mittauksia. Kahdelta pisteeltä ei saatu havaintoja, kol- mas piste osoittautui sopivaksi ja loput maastoajasta käytettiin sen alueen viitasammakoiden havainnoimiseen sekä äänimittauksiin. Viitasammakoista otettiin valokuvia ja videoita Nikon Coolpix P610 (60 x optinen zoom) kameran avulla.

#### Äänimittausten tekniikka

Äänimittaukset tehtiin tarkkuusluokan 1 Norsonic 131 äänianalysaattorilla. Samaa laitetta on käytetty aikaisemminkin kaivoksen melutarkkailuun (Ramboll 2015, 2016). Mittalaitteen muistiin

tallennettiin Fast-aikavakiolla sekä keskiäänitasoja (LF<sub>eq</sub>) että hetkellisiä enimmäis- (LF<sub>max</sub>) ja minimiäänitasoja (LF<sub>min</sub>). Lisäksi mittausjaksoilta tallennettiin äänen taajuusjakauma 1/3-oktaavi- eli terssikaistoittain. Tulosten tarkastelussa ei käytetty taajuuspainotusta. Ihmisten kokemaa ympäristömelua tarkasteltaessa käytetään A-taajuuspainotusta, joka painottaa taajuuksia ihmisen kuulokäyrän mukaisesti, mutta tässä selvityksessä taajuuspainotuksia ei käytetty, koska viitasammakoiden kuulokäyrän ominaisuudet eivät ole tiedossa.

Analysaattori oli mittauksen aikana kiinni jalustalla noin 0,5 m korkeudella ja sen mikrofoni suunnattu äänteleviin viitasammakoihin (Kuva 1). Mittausjaksojen aikana nauhoitettiin äänet myös Zoom H1 nauhurilla (kuunteluaineisto).

Äänteleivistä viitasammakoista otettiin kuvia ja videota niiden käyttäytymisen dokumentoimiseksi.



**Kuva 1. Kaivosalueen liikenteestä sekä läjitystoiminnasta aiheutuva melu kuului selvästi koko suon alueella. Suolla tehtiin useita melumittauksia aikaisempien vuosien viitasammakkohavaintopaikkojen edessä (kuvat: Antje Neumann, 2016).**

Selvitysalueelle ei voitu tehdä lisäkäyntejä seuraavina päivinä viitasammakoiden määrän selvittämiseksi, koska sää muuttui kartoitukselle epäsuotuisaksi eli sateiseksi ja koleaksi. Näissä olosuhteissa viitasammakot eivät ääntele ja muutaman päivän kestäneen kutuajan arvioitiin pian päättyvän.

### 2.3. Satojärven tilan seuranta

Kaivostoiminnan mahdolliset vaikutukset Satojärvelle ja sen pohjoispuolisella suolla esiintyville viitasammakoille muodostuisivat mm. vedenpinnan tason alentumisen myötä. Satojärvi on luonnostaan matala, rehevä ja umpeen kasvava järvi. Mahdollisen kaivostoiminnan laajentumisen myötä kaivostoiminnan mahdollinen kuivatusvaikutus saattaa voimistaa luontaista umpeenkasvua. Suolla puolestaan pohjaveden pinnan alentuminen voi johtaa suon kuivahtamiseen.

Pölyäminen voi lisätä sedimentaatioprosessia järvellä ja siten nopeuttaa järven umpeenkasvua. Viitasammakko hengittää ihon kautta ja liiallinen pölyäminen voisi vaikeuttaa hengittämistä ja pölyn sisältämät aineet voivat vaikuttaa eläimen terveyteen.

Satojärven vedenpintaa ja veden laatua sekä laskeumaa ja pohjavedenpinnantasoa Satojärven ympäristössä tarkkaillaan tarkkailusuunnitelman (Pöyry Oy 2012) sekä tarkkailuohjelman päivitysten (Pöyry Oy 2012, Ramboll Oy 2015) mukaisesti.



### 3. TULOKSET

#### 3.1. Viitasammakkohavainnointi

Maastokäynnin 11.5.2016 aikana oli huomattavasti vähemmän tulvaa suolla kuin vuoden 2015 selvitystyön aikana (Kuva 2). Syynä pidetään epätavallisen lämmintä sääjaksoa huhtikuun-toukokuun vaihteessa, jonka vuoksi lumet sulivat tavallista aikaisemmin.



**Kuva 2. Maastokäynnin 11.5.2016 aikana oli suolla huomattavasti vähemmän tulvavettä (vasen kuva) kuin edellisvuoden 25.5.2015 aikana (oikea kuva) (kuvat: Antje Neumann, 2016).**

Maastokäynnin aikana kaivosmelu kuului voimakkaana suolla eikä alueelta saatu viitasammakoiden äänihavaintoja. Vanhoilla viitasammakkohavaintopaikoilla oli rimpinevassa tarpeeksi vettä eli olosuhteita pidettiin sopivina lajin kutumenoihin (Kuva 3).

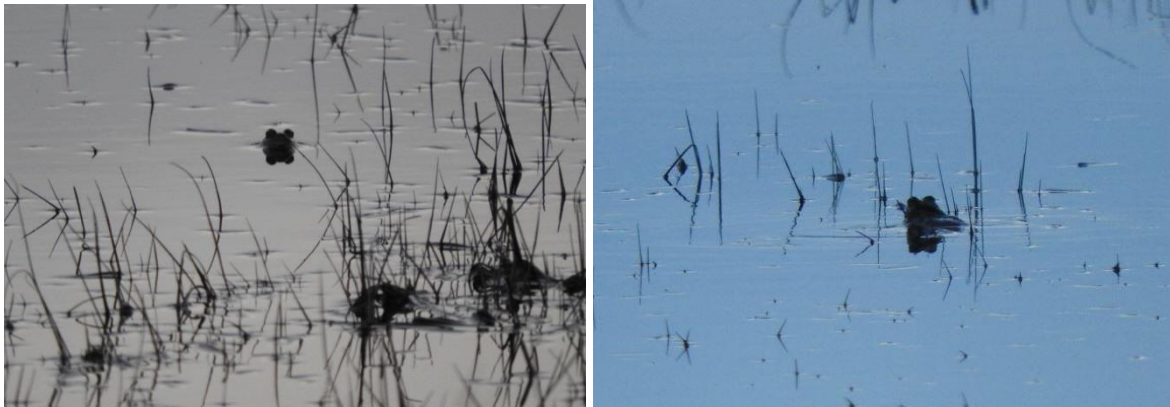


**Kuva 3. Rimpineva kaivospiirin sisällä (kuvat: Antje Neumann, 2016).**

Suolla ei näkynyt viitasammakoita sinä aikana kun kartoittaja oli liikkeellä. Sopiviksi kutuympäristöiksi arvioidun suon rimmen edessä kartoittaja jäi seisomaan liikkumatta ja odottamaan, kunnes noin 20–30 min jälkeen veteen ilmestyi viitasammakon pää. Viitasammakko ei liikkunut vaan näytti tarkkailevan ympäristöään. Jokin ajan päässä ilmestyi toisessakin rimmessä toisen viitasammakon pää, joka myös tarkkaili ympäristöään. Viitasammakot olivat noin 7 m päässä kartoittajasta (Kuva 4).

Kesti vielä noin puoli tuntia kunnes viitasammakot alkoivat äännellä. Pulputus ei kuullut maasto-olosuhteissa kaivosmelun yli, mutta näkyi viitasammakon kropan rytmisinä liikkeinä sekä vedessä aaltoina. Myöhemmin ääninauhurin materiaalia kuunnellessa viitasammakon pulputus erottuu

kaivosmelusta. Zoom-nauhurilla on kaksi tarkkaa suuntamikrofonia, jotka pystyvät suodattamaan ääniä suuntien mukaan paremmin kuin ihmiskorva.



**Kuva 4. Pitkän odottelun jälkeen alkoi ilmestyä viitasammakoiden päitä rimmikossa. Niiden pulputus ei kuullut kaivosmelun takia, mutta näkyi rytmisinä liikkeinä sekä vedessä aaltoina (kuvat: Antje Neumann, 2016).**

Vähitellen alkoi ilmestyä lisää viitasammakoita. Toisessa rimmessä oli lopulta neljä äänitelevää koirasta, toisessa kaksi. Koirat tulivat ajoittain melko lähelle toisiaan ja näyttivät äänitelevän eri suuntiin, jonka tarkoitus oli todennäköisesti kutsua naaraita paikalle (Kuva 5).

Samantyyppistä käyttäytymistä on havainnut muillakin paikoilla, esim. viitasammakolampien ranta-alueilla. Pohjois-Pohjanmaalla rehevillä suolammilla voi olla kymmenien viitasammakoiden ryhmäsoidin (Kuva 7).



**Kuva 5. Neljän viitasammakon ryhmä (kuvat: Antje Neumann, 2016)**

Ajoittain viitasammakot liikkuvat ympäri rimpialuetta, toiset aktiivisemmin kuin toiset (Kuva 6). Välillä liikkuva viitasammakko kohtasi toisen viitasammakon, jolloin näytti tapahtuvan lyhytkestoinen tappelu, sen jälkeen viitasammakko jatkoi matkansa.

Maastotöiden aikana ei saatu havaintoja parittelusta. Viitasammakoiden käyttäytymistavan perusteella kaikki saadut havainnot olivat koiraista, jotka kutsuivat naaraita.





Kuva 6. Viitasammakot liikkuvat rimmessä edestakaisin (kuvat: Antje Neumann, 2016).

### 3.2. Viitasammakoiden ääntelyn sekä kaivosmelun mittaukset

Viitasammakoiden ääntelyä mitattiin vertailuaineiston saamiseksi kaivoksen ulkopuolisissa olosuhteissa 4.-5.5.2016 kolmella eri paikalla Oulun läänin alueella. Varsinainen viitasammakon ääntelyn mittaus kaivosolosuhteissa Kevitsan kaivoksella tehtiin 11.5.2016. Yhteenveto mittausjaksoista on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Yhteenveto tarkastelussa käytetyistä äänimittausjaksoista.

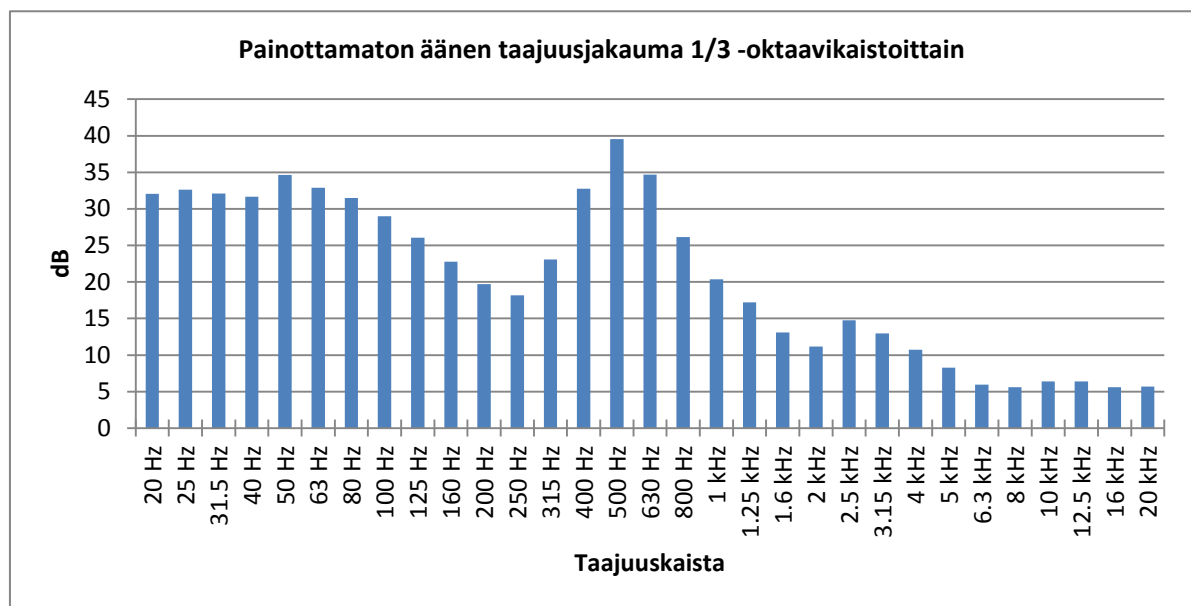
Mittaus ID	Päivämäärä	Kellonaika	Paikka	
1	4.5.2016	21:41:01– 21:42:03	Korpilampi (Oulu, Sanginjoki)	Usean kymmenen viitasammakon kuoro, etäisyys 3-5 m, taustalla puussa laulava punarinta, muutoin hiljaista
2	5.5.2016	21:01:43– 21:02:09	Olvassuo	Kahden viitasammakon hiljainen ääntely noin 3-5 m päässä mittarista suolla sijaitsevassa allikossa, taustalla puussa laulava punarinta, muutoin hiljaista
3	5.5.2016	23:14:52– 23:15:23	Ahmasjärvi	Yksi viitasammakko äänitelee 2-3 m päässä mittarista välillä hyvin voimakkaasti, taustalla muita viitasammakoita, tavallisia sammakoita, taustalla puussa laulavat linnut, välillä myös vesilintujen ohilento ja ääntely.
4	11.5.2016	22:08:21– 23:13:19	Kevitsa, Satojärven pohjoispuolinen suo	Ainoastaan kaivoksen äänet
5	11.5.2016	23:17:42– 23:27:44	Kevitsa, Satojärven pohjoispuolinen suo	Kaivosäänet ja 1-4 äänitelevää viitasammakko
6	11.5.2016	23:23:42– 23:24:08	Kevitsa, Satojärven pohjoispuolinen suo	Kaivosäänet ja 1-4 äänitelevää viitasammakko, kaivosäänet hiljaisimmillaan

#### 3.2.1. Viitasammakoiden ääntelyn taajuusjakauma Oulun vertailukohteissa

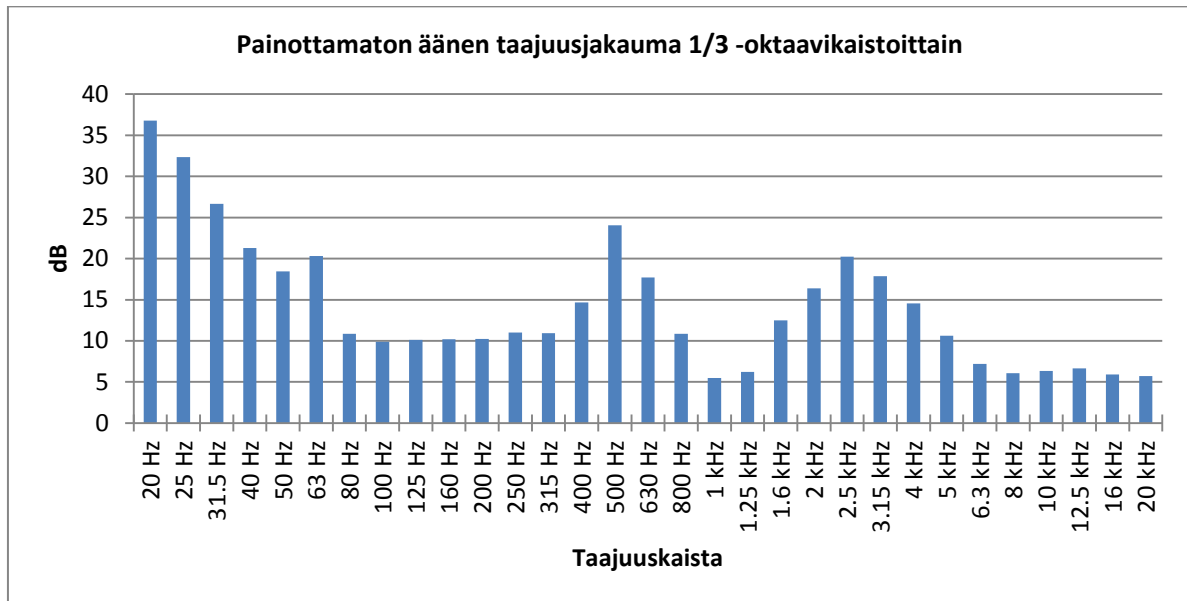
Oulussa 4.5. ja 5.5.2016 tehdyiltä mittausjaksoilta valittiin mittausten aikaisten havaintojen ja kuunteluaineistojen perusteella lyhyet 20–60 s pituiset ajanjaksot, joissa viitasammakoiden ääntely on selkeimmin kuultavissa ja häiriöääniä mahdollisimman vähän. Näiltä ajanjaksoilta otettiin mittausdatasta taajuuspainottamattomat 1/3-oktaavikaistataajuudet viitasammakoiden ääntelyn taajuusjakauman tarkastelemiseksi. Mittauspistekohtaiset taajuusjakaumat on esitetty kuvissa 8–10.



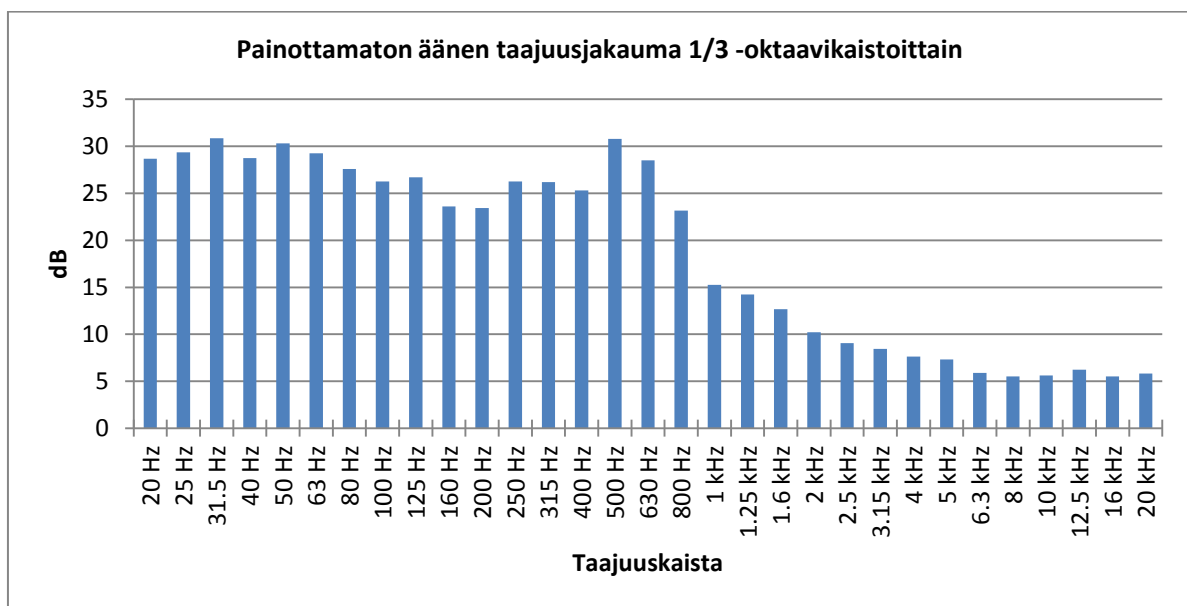
Kuva 7. Viitasammakoiden kutumenoja Oulun Sanginjoen Korpilammella (kuva: 4.5.2016, A. Neumann).



Kuva 8. Mittaus 1, 4.5.2016, Oulu. Äänen taajuusjakauma tarkasteluajana 21:41:01–21:42:03.



Kuva 9. Mittaus 2, 5.5.2016, Oulu. Äänen taajuusjakauma tarkasteluajana 21:01:43–21:02:09.

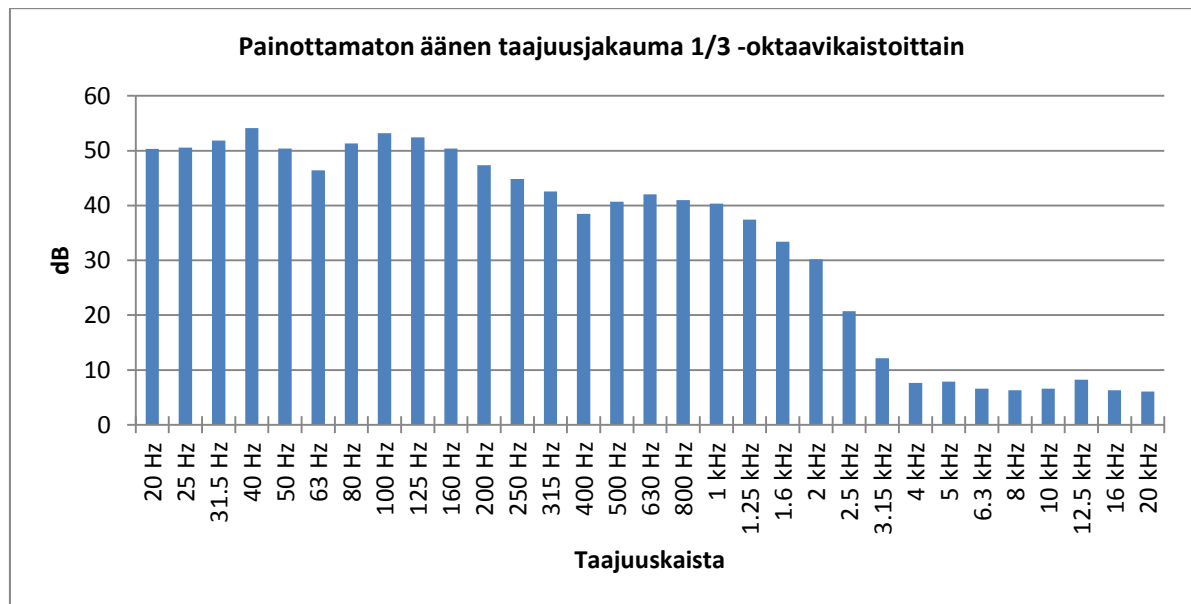


Kuva 10. Mittaus 3, 5.5.2016, Oulu. Äänen taajuusjakauma tarkasteluajana 23:14:52–23:15:23.

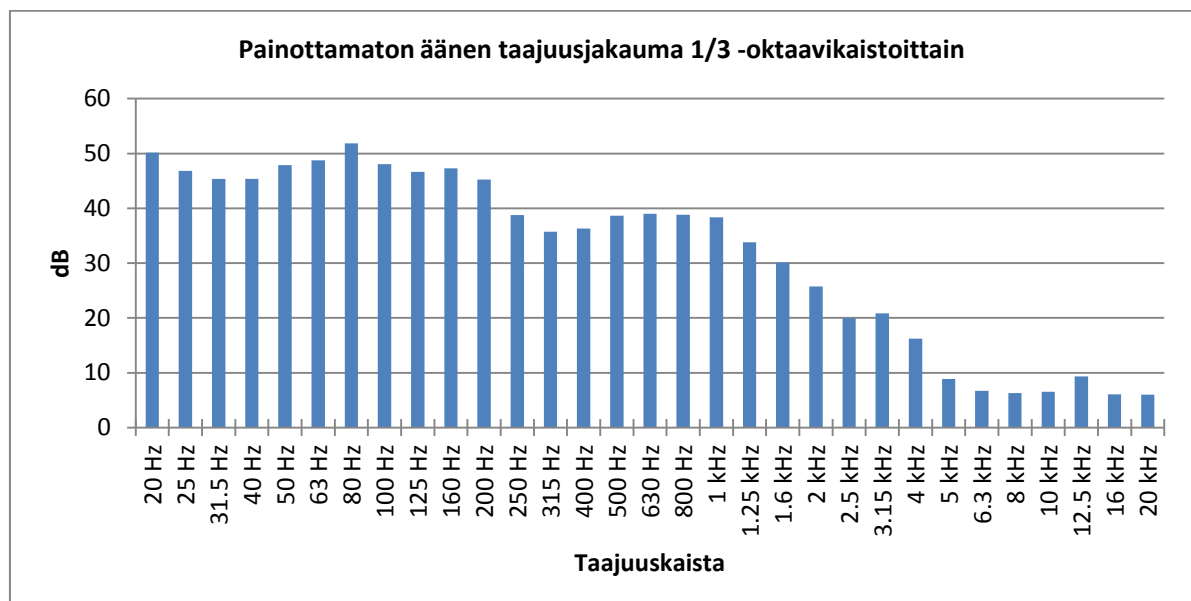
Kaikissa edellä esitetyissä taajuusjakaumissa huomataan selvä piikki taajuudella 500 Hz ja kohoumat viereisillä taajuuksilla 400 Hz ja 630 Hz. Näiden taajuuksien voidaan kuunteluaineiston perusteella olettaa edustavan viitasammakoiden ääntelyä, koska muita ääniä samalla taajuusalueella ei ollut kuultavissa. Äänitasot näitä taajuuksia pienemmillä taajuuskaistoilla johtuvat todennäköisesti luonnonympäristön taustäänistä, kuten tuulen suhinasta. Mittauksissa 1 ja 2 oli kuultavissa punarinnan laulua, joka näkyy taajuusjakaumissa kohoumina taajuudella 2,5 kHz ja sen viereisillä taajuuskaistoilla.

### 3.2.2. Viitasammakoiden ääntelyn ja Kevitsan kaivosmelun taajuusjakauma

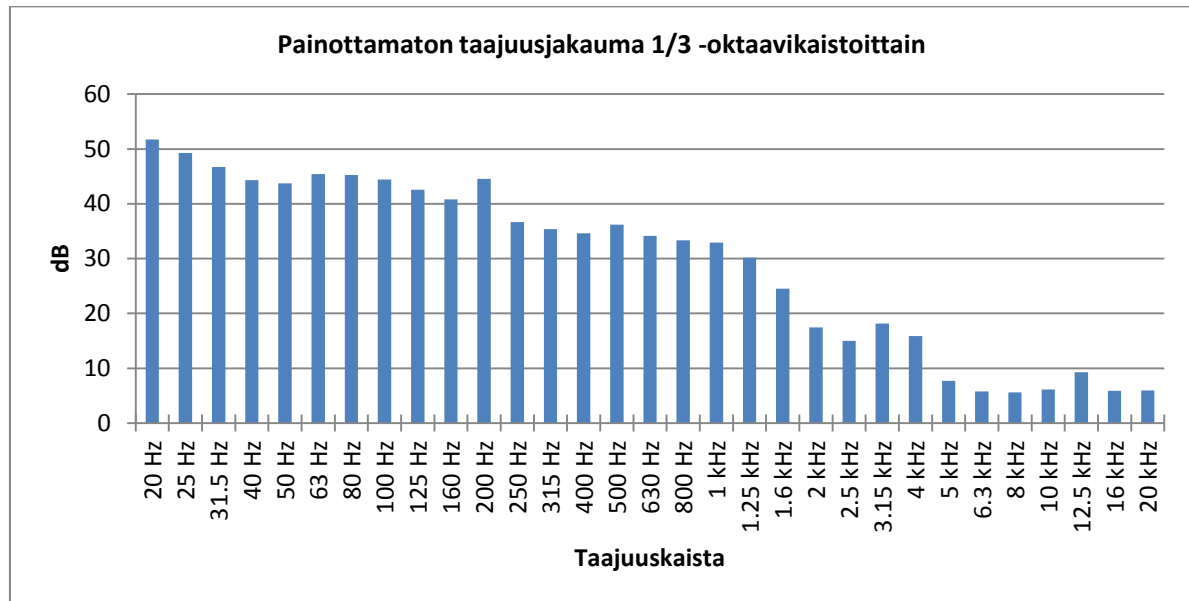
Kevitsassa 11.5.2016 tehtyjen mittausten taajuusjakaumat on esitetty kuvissa 11–13. Kuvassa 11 esitetyn mittauksen 4 aikana viitasammakoita ei ollut mittauslaitteen läheisyydessä ja taajuudet edustavat kaivosmelua. Kuvassa 12 on esitetty mittauksen 5 koko mittausjakson taajuusjakauma, mittauksen aikana mittauspisteen läheisyydessä oli viitasammakoita. Kuvassa 13 on esitetty mittauksen 6 mittausjaksolta kuunteluaineiston perusteella valitun ajanjakson taajuusjakauma, jossa viitasammakoiden ääntely on selkeästi kuultavissa ja kaivosmelun kuultavissa vaihtelevasti mahdollisesti tuulen suunnan vaikutuksesta.



**Kuva 11. Mittaus 4, 11.5.2016, Kevitsan viitasammakkosuo. Pelkkä kaivos. Äänen taajuusjakauma tarkasteluajana 22:08:21–23:13:19.**



**Kuva 12. Mittaus 5, 11.5.2016, Kevitsan viitasammakkosuo. Kaivos ja viitasammakot. Äänen taajuusjakauma tarkasteluajana 23:17:42 – 23:27:44.**



**Kuva 13. Mittaus 6, 11.5.2016, Kevitsan viitasammakkosuo. Kaivos ja viitasammakot. Kaivoksen äänet hiljaisimmillaan. Äänen taajuusjakauma tarkasteluajana 23:23:42–23:24:08.**

Mittauksen 4 (Kuva 11) taajuusjakauma edustaa pelkkää kaivosmelua. Mittauspiste sijaitsi noin 200 m lähempänä kaivosta, kuin mittauspiste 5. Paikalla havaittiin 25.5.2015 ääniteleviä viitasammakkoita (Ramboll 2015), mutta 11.5.2016 maastokäynnillä paikalla ei tehty viitasammakkohavaintoja.

Mittauksen taajuusjakaumasta huomataan, että kaivos tuottaa melua hyvin laajakaistaisesti ja suhteellisen korkeita melutasoja esiintyy myös taajuudella 500 Hz ja sen ympärillä. Mittauksen taajuusjakauma vastaa aikaisemmin Kevitsan kaivoksella tehtyjen ympäristömelumittausten (Ramboll, 2015, 2016) aikaisia taajuusjakaumia.

Mittauksen 5 koko mittausjakson taajuusjakauma (Kuva 12) on hyvin samankaltainen verrattuna mittaukseen 4. Mittauspisteeltä tehtiin 11.5.2016 viitasammakkohavaintoja ja viitasammakot olivat mittauksen aikana äänessä. Ajanjaksona, jona viitasammakoiden äänet olivat selkeimmin kuultavissa ja kaivosäänet hiljaisimmillaan huomataan taajuusjakaumassa (Kuva 13) hienoinen kohouma taajuudella 500 Hz, joka voi johtua viitasammakoiden ääntelystä.

### **Viitasammakoiden ääntelyn enimmäisäänitasot**

Viitasammakoiden ääntelyn voimakkuuksia tarkasteltiin hetkellisten enimmäisäänitasojen (LFmax) avulla. Oulussa 4.–5.5.2016 tehtyjen mittauksien (mittaukset 1–3) kuvissa 14–16 esitettyjen taajuusjakaumien mukaisilta ajanjaksoilta otettiin mittausdatasta taajuuskaistan 500 Hz korkeimmat hetkelliset enimmäisäänitasot, koska taajuuskaistavertailun perusteella voidaan olettaa, että tämä on viitasammakoiden ääntelyn hallitseva taajuus. Taustamelun vaikutus äänitasoihin otettiin huomioon vähentämällä hetkellisistä enimmäisäänitasoista mittaushetken minimiäänitaso (LFmin) energiaperiaatteen mukaisesti. Kaivoksella mitattujen viitasammakoiden ääntelyjen enimmäisäänitasoja ei tarkasteltu, koska kaivosmelun osuutta mittaustuloksista ei voitu luotettavasti osoittaa.

Taustäänikorjatuista enimmäisäänitasoista laskettiin viitasammakoiden äänitasot 0,1 m, 5 m, 10 m ja 15 m etäisyydellä soveltaen standardia SFS EN-ISO 3746. Mittausetäisyytenä käytettiin lyhyintä todettua etäisyyttä. Laskennassa otettiin huomioon äänen hajaantumisvaimennus. Ilman absorptiovaimennusta ei huomioitu, koska se on yksittäiselle taajuudelle tarkasteluetäisyyksillä



häviävän pieni. Laskennassa ei myöskään huomioitu kovan vesipinnan mahdollisesti aiheuttamaa äänen vahvistumista, jonka vaikutuksesta äänitasot voivat olla korkeampia.

Mittausten 1–3 mittaustulosten perusteella lasketut viitasammakoiden enimmäisäänitasot taajuudella 500 Hz 10 cm (LFmax\_0,1m), 5 m (LFmax\_5m), 10 m (LFmax\_10m) ja 15 m (LFmax\_15m) etäisyyksillä on esitetty taulukossa 2.

**Taulukko 2. Viitasammakoiden ääntelyn enimmäistasot taajuudella 500 Hz eri etäisyyksillä äänimittausten 1 – 3 tulosten perusteella laskettuna.**

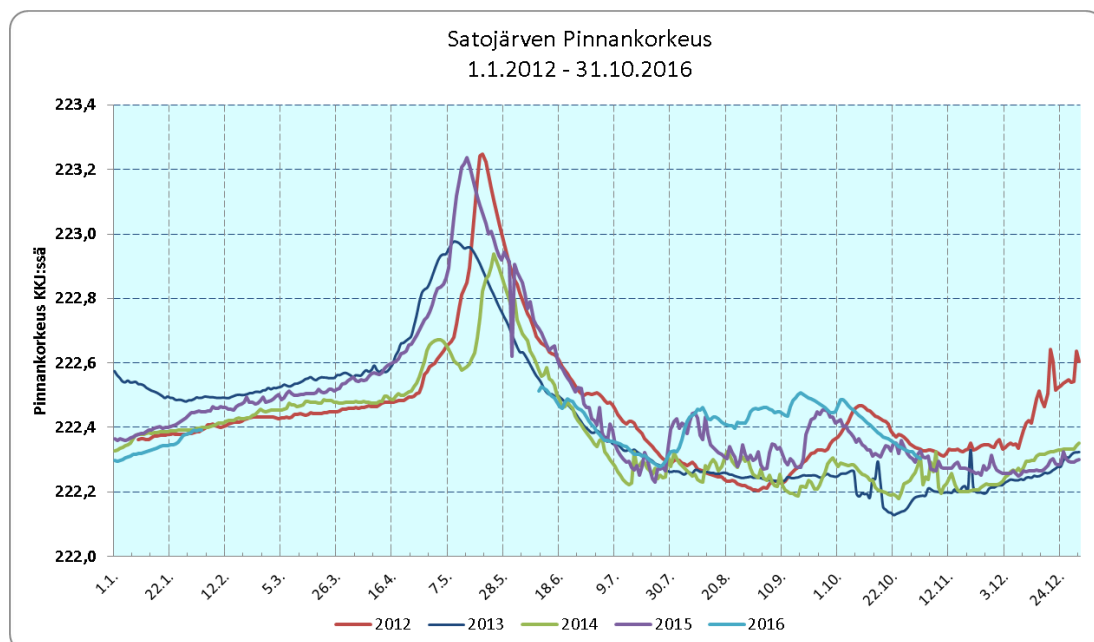
Mittaus ID	LFmax_0,1m, dB	LFmax_5m, dB	LFmax_10m, dB	LFmax_15m, dB	Huomiot
1	73	39	33	29	Usean kymmenen viitasammakon kuoro, etäisyys 3-5 m
2	61	27	21	18	Kahden viitasammakon hiljainen ääntely, etäisyys 3-5 m
3	66	22	26	22	Yhden viitasammakon voimakas ääntely, etäisyys 2-3 m

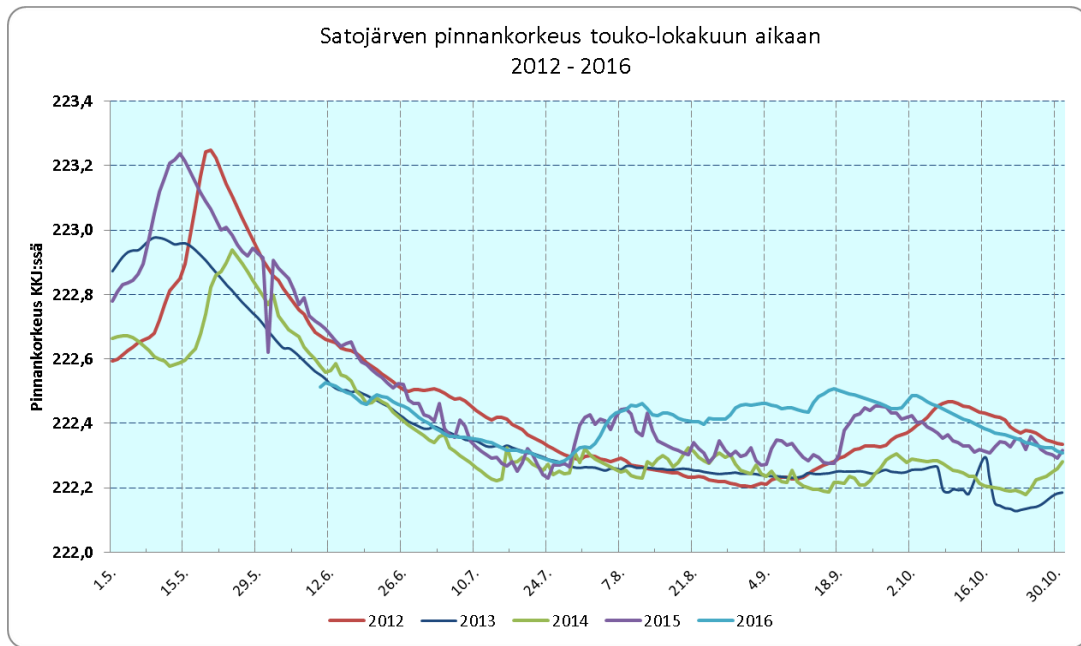
Tuloksia tarkasteltaessa huomataan korrelaatio äänitasojen voimakkuuden ja viitasammakoiden lukumäärän sekä havaitun ääntelyvoimakkuuden välillä. Viitasammakkokuoron ääntelyn enimmäisäänitasot ovat selvästi korkeammat kuin yksittäisten viitasammakoiden. Kahden viitasammakon hiljaisen ääntelyn enimmäisäänitasot ovat alhaisemmat, kuin yhden viitasammakon voimakkaan ääntelyn.

### 3.3. Satojärven tilan seuranta

#### 3.3.1. Satojärven pinnankorkeudet ja veden laatu

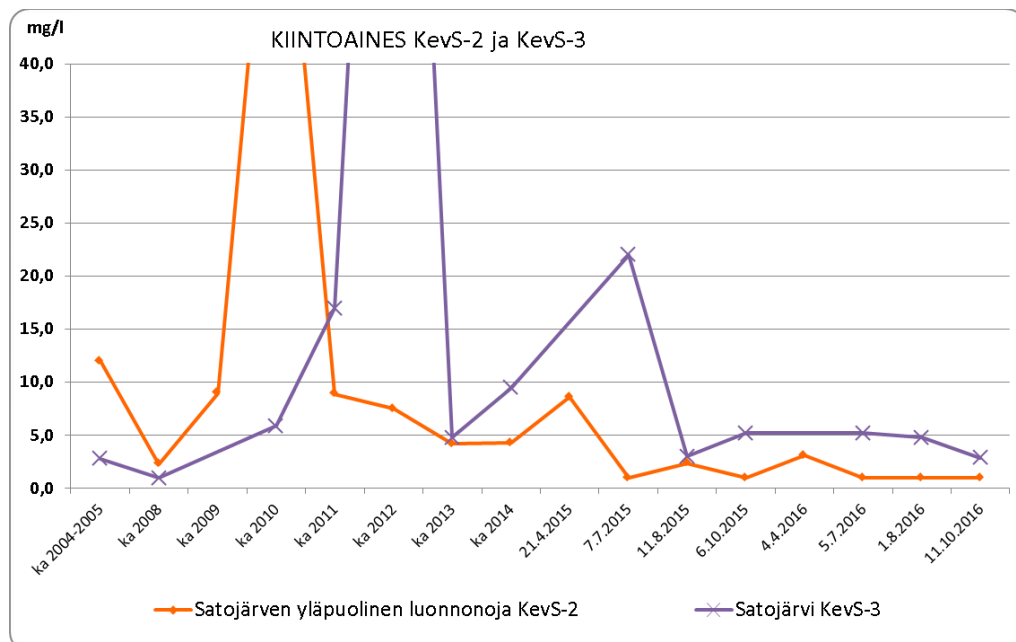
Satojärven pinnankorkeutta on seurattu vuodesta 2012 alkaen, eikä selvää muutosta ole havaittu (Kuva 14). Syksyisin vedenpinta on ollut vuosien 2012–2015 aikana alimmillaan joka vuosi lähes tulkoon samalla tasolla. Vuonna 2016 sateisen loppukesän ansiosta Satojärven pinta oli elosyyskuun noin 15 cm edellisvuosia korkeammalla.





**Kuva 14. Satojärven pinnankorkeuden vaihtelut vuosina 2012–2016. Yläkuvassa koko vuosi, alakuvassa sulan veden aika. Pinnankorkeustietoa ei saatu aikaväliltä 4.2.–10.6.2016 aseman teknisten ongelmien vuoksi.**

Satojärveen laskevan ojan (KevS-2) ja Satojärven (KevS-3) vedenlaatua on tarkkailtu säännöllisesti osana vedenlaadun seuranta (liite 2). Tarkkailupisteillä ei ole havaittavissa merkittävässä määrin pitoisuuksien, sähköjohtavuuksien tai kiintoaineksen (Kuva 15) määrän kasvua.

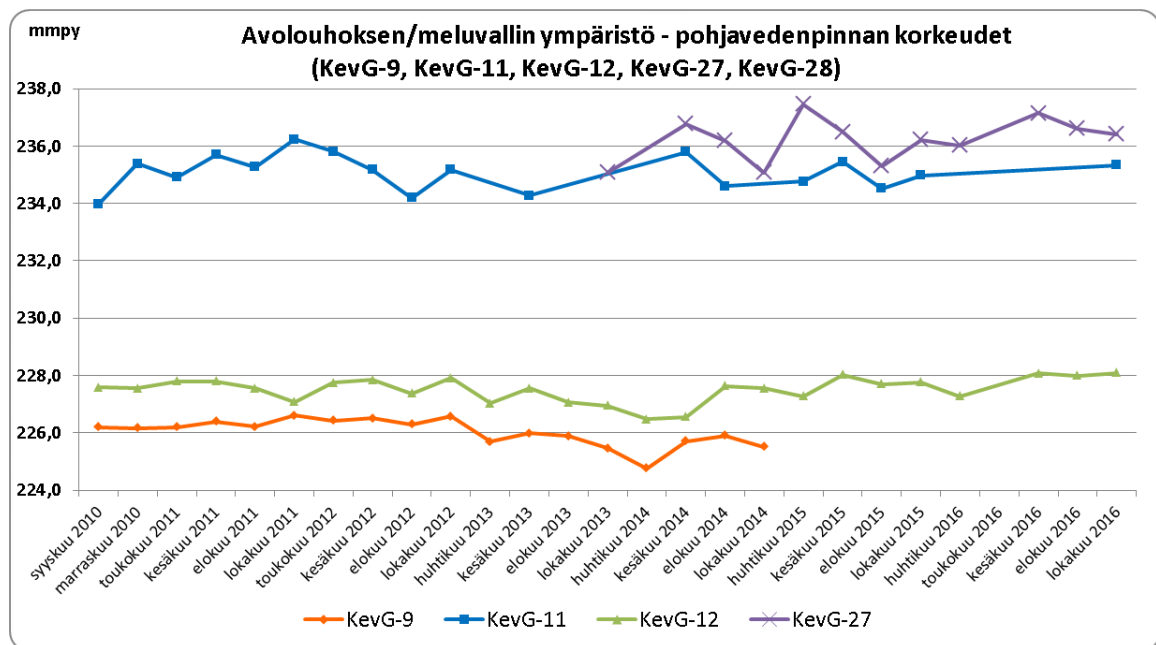


**Kuva 15. Satojärveen laskevassa ojassa sekä Satojärven tarkkailupisteessä mitatun kiintoaineksen määrä (2004–2016). Vuoden 2010 keskiarvopitoisuus pisteellä KevS-2 (69 mg/l) ja pisteen KevS-3 ka pitoisuus (118 mg/l) vuodelta 2012 eivät näy kuvaajassa skaalauksesta johtuen.**

Metallipitoisuuksista rauta- ja mangaanipitoisuudet ovat humuspitoisille vesistöille tavanomaiseen tapaan korkeita, pitoisuudet vaihtelevat paljon vuodenajan mukaan, eikä keskimääräisissä pitoisuuksissa ole ollut havaittavia muutoksia tarkkailun aikana. Nikkeliä on havaittu pieniä määriä yläpuolisessa ojassa läpi tarkkailuhistorian, muut metallipitoisuudet ovat tarkkailun aikana olleet pääosin alle laboratorion määrittämissä rajojen.

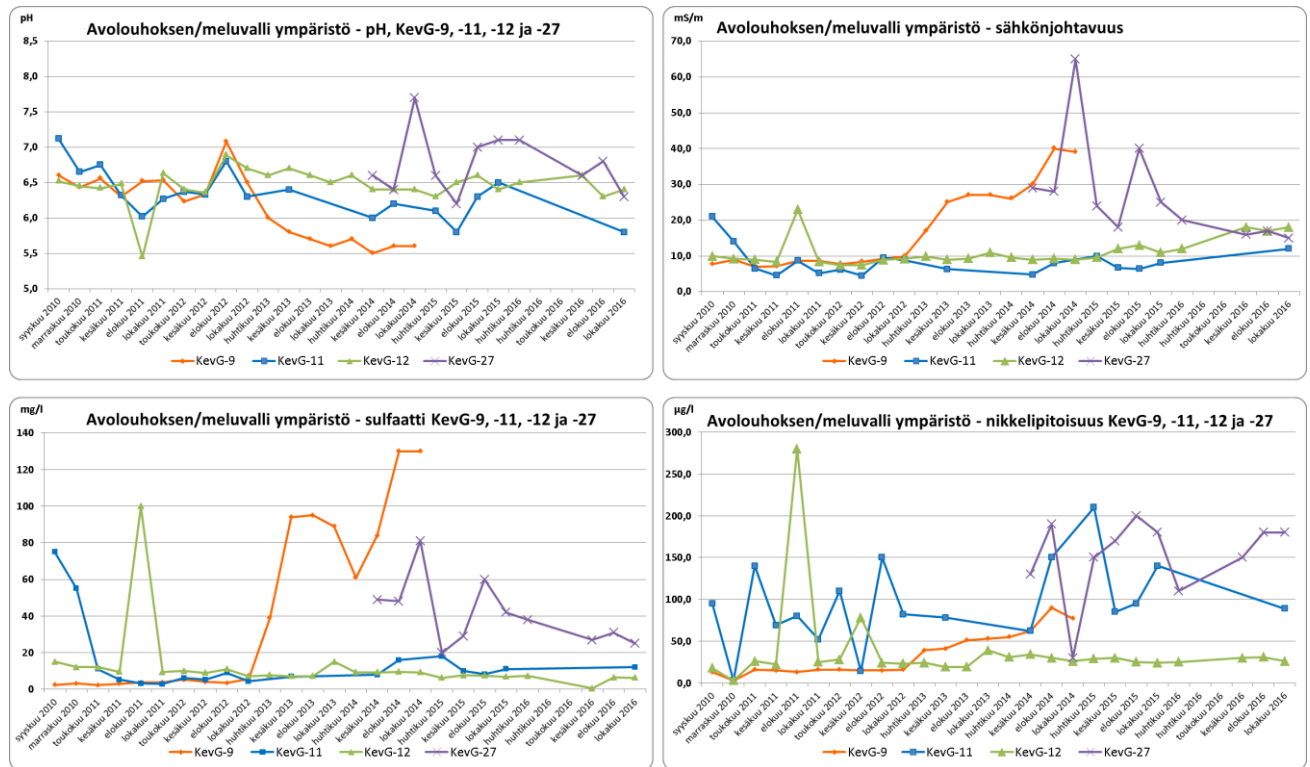
### 3.3.2. Pohjaveden pinnankorkeudet ja veden laatu

Pohjaveden pinnankorkeuksia seurataan kaivoksen alueen pohjavesiputkista, joista Satojärven aluetta lähimmät ovat avolouhoksen viereinen putki KevG-9, sekä meluvallin itäpuolen putket KevG-11 ja KevG-12, sekä meluvallin länsipuolinen putki KevG-27 (liite 2). Putki KevG-9 tuhoutui loppuvuonna 2014 meluvallin laajennuksen yhteydessä. Putki KevG-11 sijaitsee meluvallin välittömässä läheisyydessä, maastollisesti selvästi korkeammalla kuin putki KevG-12. Putki on myös usein kuiva. Pohjaveden pinta vaihtelee luonnostaan olosuhteista riippuen, esimerkiksi kuivina kesinä pinnat voivat olla normaalia alhaisemmalla tasolla. Tarkkailutulosten mukaan pohjavedenpinnoissa ei ollut nähtävissä selviä trendejä. Vuosi 2014 oli kuiva, kun taas vuodet 2015 ja 2016 sateisia. (Kuva 16)



Kuva 16. Pohjaveden pinnankorkeuden vaihtelu Satojärven alueella vuosina 2010–2016.

Pohjavesiputkilla KevG-11 ja KevG-12 oli havaittavissa vuonna 2016 pienoista sähkönjohtavuuden nousua, sekä putkella KevG-11 pH:n laskua edellisestä vuodesta. Meluvallia on laajennettu vuoden aikana, mikä voi selittää havaitut muutokset. (Kuva 17).

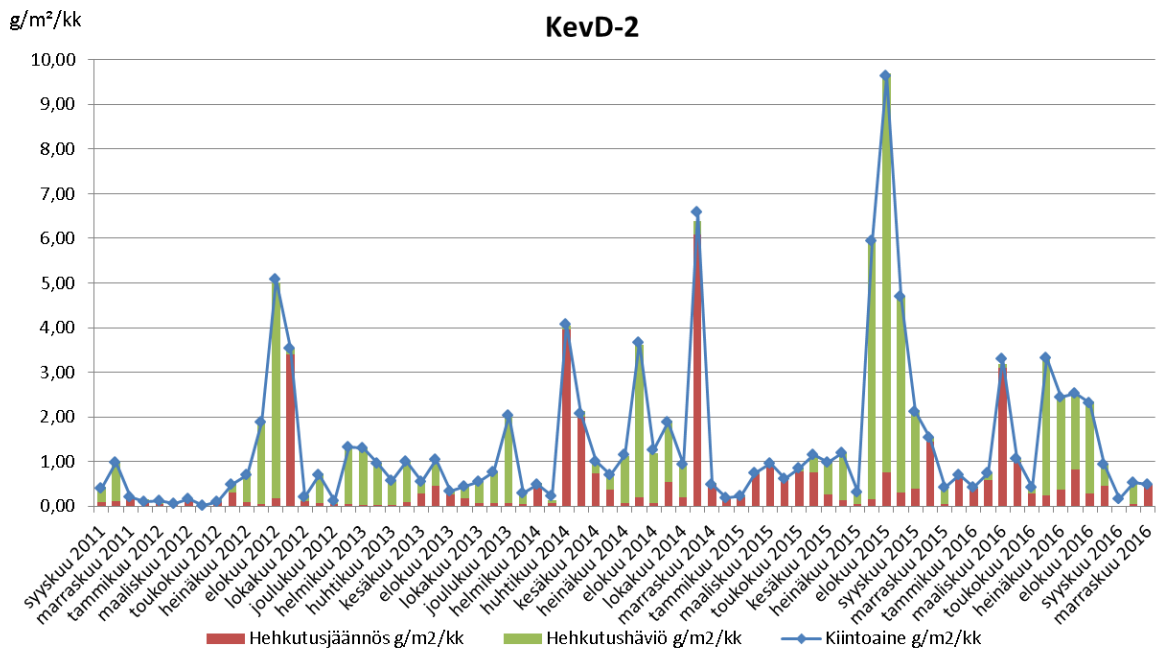


Kuva 17. Satojärven suunnan pohjaveden laadun seuranta vuosina 2010–2016.

### 3.3.3. Pölylaskeuma

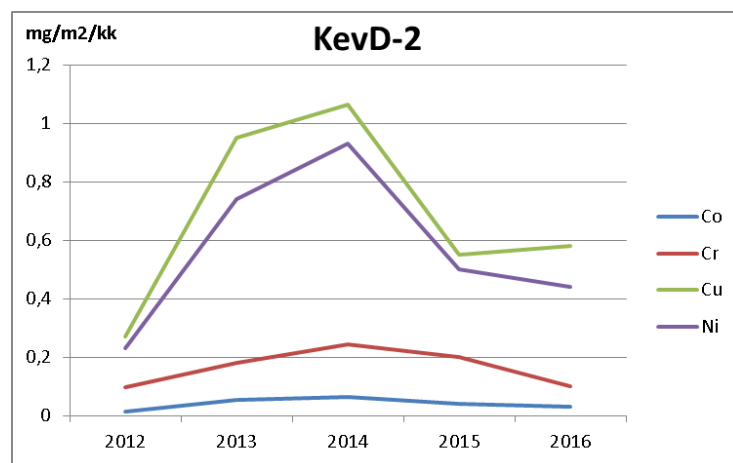
Satojärven pohjoispuolella sijaitsevasta tarkkailupisteestä KevD-2 seurataan kaivoksen tarkkailusuunnitelman mukaisesti kuukausittain pölylaskeumaa. Kokonaislaskeuman lisäksi kuukausittain määritetään myös pH, sähkönjohtavuus sekä hehkutusjäännös. Hehkutusjäännös kertoo laskeuman epäorgaanisen aineksen osuuden. Hehkutushäviö kertoo keräimiin päätyvän orgaanisen aineksen määrän. Kaivoksen pölyä synnyttävän toiminnan vaikutukset ovat nähtävissä läntisen tuulensuunnan ollessa vallitseva.

Vuosina 2011–2016 pisteellä KevD-2 havaittu laskeuma on ollut muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta pääosin orgaanista ainesta. Syksyisin ja keväisin kun kasvillisuus ei vielä sido ja maa on kuiva, on havaittavissa epäorgaanisen aineksen suhteen kasvaminen kokonaislaskeumasta. Vuonna 2016 sateinen loppukesä vähensi pölylaskeumaa merkittävästi. (Kuva 18)



Kuva 18. Vuosina 2011–2016 havaittu pölylaskeuman määrä ja koostumus Satojärven alueella.

Keräimistä otetuista näytteistä määritetään vuosittain lokakuussa myös koboltti-, kromi-, kupari- ja nikkelpitoisuudet. Analyysitulosten mukaan vuonna 2014 lokakuussa epäorgaanisen laskeuman määrä oli huomattava minkä vuoksi myös metallipitoisuudet olivat tuolloin korkeampia. Vuonna 2016 pitoisuudet olivat vuoden 2015 tasoilla.



Kuva 19. Satojärven alueen pölylaskeumasta mitatut raskasmetallipitoisuudet (koboltti, kromi, kupari, nikkeli) vuosina 2011–2016.



## 4. TULOSTEN TARKASTELU

### 4.1. Viitasammakkopopulaation seuranta

Vuoden 2016 kutuaikaisten maastotöiden aikana ei saatu vertailukelpoisia laskentatietoja tarkkailualueen viitasammakkomäärästä, koska edellisissä selvityksessä käytetty kuulohavaintoihin perustuvaa linjalaskentamenetelmää ei voitu käyttää kaivosmelun takia. Vuonna 2016 havaittu tilanne oli samanlainen kuin vuonna 2014.

Yhdellä kaivospiirin sisälle suolle sijoittuvalla havaintopisteellä saatiin näköhavainto 6 viitasammakosta. Vuonna 2015 tehdyn kuulohavainnoinnin perustavan linjalaskennan aikana käveltiin hitaasti tutkittavia alueita läpi havainnoiden viitasammakon ääntelyä. Kun saatiin äänihavaintoja, niin seisottiin useita minutteja hiljaa, kirjattiin äänihavaintojen määrä ulos ja käveltiin sen jälkeen havaintopisteen ohi kunnes saadaan edessä olevalta uudelta pisteeltä äänihavaintoja. Silloin oli yhden pisteen kirjattu havaintomäärä yleensä 2–5 äänitelevää viitasammakkoa.

Viiden vuoden viitasammakkoseurannan aikana tehtyjen havaintojen perusteella on haasteellista saada täysin vertailukelpoisia laskentatuloksia, koska laskentaolosuhteisiin ja viitasammakoiden aktiivisuuteen vaikuttavat monet erilaiset tekijät kuten kutuaikainen sää (kudun alkamisajankohda ja kesto), tuuliolosuhteet / kaivosmelu (viitasammakoiden havaittavuus), kartoituksen tekijä (menetelmien toistettavuus) sekä mahdollisesti myös tulvavesien määrä ja niiden jakautuminen (kutupaikkojen sijoittuminen ja laajuus).

Viiden vuoden seurannan tuloksiin eniten vaikuttaneet tekijät:

- vuonna 2002 (Pöyry Oy): menetelmä ja kartoitusajankohta
- vuosina 2013, 2015 (Ramboll Oy): kutuaikainen sekä sitä edeltävien päivien sää sekä lämpötila
- vuosina 2014, 2016 (Ramboll Oy) tuulensuunta eli kaivoksen melun äänitaso

**Taulukko 3. Satojärven ja sen pohjoispuolisella suoalueella havaittujen viitasammakoiden määrät vuonna 2012–2015.**

Vuosi	viitasammakot (kpl) 2012	viitasammakot (kpl) 2013	viitasammakot (kpl) 2014	viitasammakot (kpl) 2015	viitasammakot (kpl) 2016
Satojärven pohjoisosan avoluhta	3	4	1	7	-
Satojärven pohjoispuolinen suo, kaivosalueen ulkopuolella	0	7	0	24	-
Satojärven pohjoispuolinen suo, kaivosalueella	0	2	3	10	6
<b>Yhteensä</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>41</b>	<b>6</b>

### 4.2. Kaivosmelun vaikutukset viitasammakoihin

#### 4.2.1. Vuoden 2015 kirjallisuusselvityksen tulokset

Viitasammakoiden on löydettävä lisääntymiskumppani lyhytkestoisen kutuajan aikana. Sammakkokoiraat kutsuvat naaraita lajityyppisellä ääntelyllä. Naaras tulee valitsemaansa koiraan luokse parittelua varten. Naaraan on oltava oikealla kuuloetäisyydellä ja sen on tunnistettava lajitoverinsa kutsu.

Vuoden 2015 tehdyn viitasammakkoseurannan yhteydessä tehtiin kirjallisuusselvitys melun vaikutuksista viitasammakoihin (Ramboll Finland Oy). Liikennemelun vaikutuksista viitasammakoihin tiedetään varsin vähän. Muualla maailmalla (mm. Kanadassa ja Thaimaassa) ja eri sammakkolajeilla tehtyjen tieteellisten tutkimusten perusteella näyttää siltä, että

- Sammakot eivät yleensä välttä meluisassa ympäristössä sijaitsevia kutuympäristöjä (kutuympäristöinä myös meluisien teiden läheisyydessä ja lentokentän vieressä olevat lammet).
- Sammakoiden kohdalla äänitason (dB) lisäksi ääntelyn taajuus (Hz) on tärkeä tekijä lajikumppaneiden kuulemisessa ja tunnistamisessa.
- Taustamelu vaikuttaa sammakoihin voimakkaimmin, jos taustamelulla on sama taajuusalue kuin sammakon ääntelyllä.
- Joillakin sammakoilla todettiin kyky sopeutua meluun suhteellisen nopeasti muuttamalla ääntelytapaansa (äänitaso ja -taajuus) sellaiseksi, että se kuuluu naaralle taustamelusta huolimatta.

Kyseiset tutkimustulokset eivät ole suoraan käytettävissä arvioitaessa Kevitsan kaivosmelun vaikutuksia viitasammakoihin.

#### 4.2.2. Viitasammakoiden enimmäisäänitasot suhteessa kaivosmelutasoihin

Äänimittausten ja mittausten aikaisten havaintojen perusteella viitasammakoiden ääntelyn hallitseva taajuus on 500 Hz. Kevitsan kaivos tuottaa melua laajakaistaisesti ja myös viitasammakoiden ääntelyn ominaistaajuudella. Laskennallisesti tehtyjen mittausten aikaisissa oloissa viitasammakoiden enimmäisäänitaso (LF<sub>max</sub>) 500 Hz taajuudella on 0,1 m etäisyydellä sammakosta 61–73 dB. Äänen hajaantumismuutos huomioiden 5 metrin etäisyydellä sammakoista enimmäisäänitasot ovat enää 27–39 dB.

Kevitsan kaivosmelu 500 Hz taajuudella on viitasammakoiden esiintymisalueella tehtyjen melumittausten perusteella ollut n. 38–45 dB (LF<sub>eq</sub>). Näin ollen numeerisesti tarkasteltuna riippuen äänitelevien viitasammakoiden lukumäärästä, yksittäisen sammakon ääntelyn voimakkuudesta ja kaivosmelutasosta (johon vaikuttaa suuresti mm. sääolot) voi kaivosmelutaso olla viitasammakon ääntelyn enimmäisäänitasoja korkeampi jo 5 metrin etäisyydellä sammakoista.

Numeerisen tarkastelun perusteella ei kuitenkaan voi tehdä tarkkoja johtopäätöksiä siitä, miten ja millä etäisyydellä viitasammakot kuulevat toisensa, koska sammakoiden kuulon ominaisuudet eivät ole tarkasti tiedossa.

#### 4.2.3. Kaivosmelun vaikutusten arviointi Satojärven ja sen pohjoispuolisen suon viitasammakoihin

Kaivosmelun ja viitasammakon ääntelyn äänimittausten perusteella kaivosmelu voi peittää viitasammakon ääntelyä noin 5 m päässä äänitelevästä koirasta. Eli mikäli naaran oleskelupaikka on kauempana kuin 5 m koirasta, niin naaras ei välttämättä kuule koirasta eikä löydä pariutumiskumppaniaan. Tähän arvioon liittyy kuitenkin epävarmuustekijänä puutteellinen tieto viitasammakon kuulon ominaisuuksista.

Kaivosmelun vaikutuksen voimakkuus viitasammakoiden lisääntymistehoon voi riippua seuraavista tekijöistä:

- Esiintyykö iltaan ja yöhön ajoittuvaa melua viitasammakoiden kutuaikana?
- Pystyykö viitasammakko muokkaamaan ääntelytapansa sellaiseksi, että se kuuluu naaralle taustamelusta huolimatta ja vaatiiko tämä / miten paljon lisää energiaa?
- Viitasammakot ovat paikkauskollisia eli palaavat joka vuosi samalle lisääntymispaikalle (esim. lampi tai vetinen suoalue). Tämän suunnistamisen voidaan olettaa tapahtuvan ilman keskinäistä kommunikointia, koska sammakkoeläimet ovat vaelluksen aikana hiljaisia. Miten tarkka on kyseinen suunnistaminen ja paikkauskollisuus, kutevatko tietyt vii-

- tasammakkoyksilöt jossain samassa lammessa / suo-alueella vai lammen rantavyöhykkeen tietyssä nurkassa / suolla tietyssä allikossa?
- Onko koiraan kutsu ainoa tekijä, jonka perusteella naaras löytää pariutumispaikealle vai suunnistaako se muutoinkin kutuympäristönsä läheisyyteen (ja millä tarkkuudella)?

## 5. YHTEENVETO

Viitasammakkoseurannan maastotöiden 2016 aikana olosuhteet olivat epäsuotuisia äänitelevien viitasammakkokoiraiden kuulohavainnointiin perustavalle linjalaskennalle. Kaivospiirin sisälle sijoittuvalla osalla viitasammakkosuosta saatiin yhdeltä tarkastuspisteeltä yhteensä kuusi näköhavaintoa äänitelevästä viitasammakkokoirasta. Kuulohavainnointiin perustavaa linjalaskentamenetelmää käyttäen saadaan yleensä 2-5 viitasammakkohavaintoa havaintopistettä kohden.

Satojärven pinnankorkeuden sekä pintaveden laadun tarkkailussa ei ole havaittu tarkkailujaksolla 2012–2016 merkittäviä muutoksia, jotka voisivat olla uhka alueen viitasammakkopopulaatiolle. Pohjaveden laadussa ja laskeumatarkkailussa havaitut muutokset eivät todennäköisesti vaikuta viitasammakon elinolosuhteisiin. Satojärven alueen pohjavesiputkien pinnankorkeudet vaihtelevat hienoisesti vuodesta toiseen, mutta yleistä pohjaveden pinnankorkeuden alentumaa ei ole havaittavissa.

Hehkusjäännös kertoo kokonaislaskeuman epäorgaanisen osuuden. Epäorgaanisen aineksen kokonaisuudessa on havaittavissa pienoinen kasvava trendi tarkkailuvuosien aikana. Määrät riippuvat voimakkaasti vuoden ajasta (kasvukausi, kuivuus tms.) ja kaivoksen toiminnoista. Itse avolouhokselta peräisin oleva laskeuma vähenee kaivoksen syventyessä.

Viitasammakoiden kannan koon säilymistä ja kehittymistä ajatellen tärkeä tekijä on kutuvesien olemassaolon lisäksi niiden säilyminen kesän yli, jotta vedessä elävät toukat ehtivät kehittyä viitasammakoiksi syksyyn mennessä. Kesät 2015 ja 2016 olivat sateisia, jolloin lammikot ovat säilyneet läpi kesän.

Kaivosmelun ja viitasammakon ääntelyn äänimittausten tietojen perusteella kaivosmelu voi peittää viitasammakon ääntelyn noin 5 m päässä äänitelevästä koirasta, jolloin melulla voi olla negatiivisia vaikutuksia viitasammakon lisääntymistehoon. Tähän arviointiin liittyy kuitenkin epävarmuustekijöitä, sillä viitasammakon kuuloaistin ominaisuuksista ei ole tietoa.

Meluvaikutuksen merkittävyys riippuu sääolosuhteista eli siitä, kuinka monta meluisaa päivää ajoittuu viitasammakon kutuaikaan. Viitasammakon kudun ajankohta riippuu kevään etenemisestä ja sääolosuhteista eli tarkka ajankohta vaihtelee vuosien välillä. Kaivosmelun voimakkuus puolestaan riippuu tuulen suunnasta eikä se ole ennustettavissa. Näin ollen melun määrässä kutuaikaan on huomattavia vaihteluita.

## 6. EHDOTUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI

Satojärven ja sen pohjoispuolisen suon viitasammakkopopulaation koon sekä ympäristön tilan (pohja- ja pintaveden korkeus, veden laatu, pölyäminen) tarkkailua suositellaan jatkettavan. Suositeltava menetelmä viitasammakoiden määrän tarkkailuun ja edellisten seurantakertojen tuloksiin vertailukelpoisten tulosten saamiseen on hiljaisena iltana ja yönä tehtävä kuulohavainnointiin perustuva linjalaskenta.

Kaivosmelun vaikutuksen arviointia varten olisi hyvä saada lisätietoa melun vaikutuksista viitasammakoiden pariutumiseen. Pariutumista suositellaan tutkittavan havainnoimalla viitasamma-

koiden käyttäytymistä suolla. Havainnointi olisi aloitettava kun viitasammakkokoiraat kerääntyvät allikkoon äänilemään ja jatkettava yöaikaan kunnes naaraat saapuvat paikalle, parittelu ja kutu tapahtuvat tai kunnes kutuaika tuloksetta loppuu. Havainnointi olisi suoritettava joustavasti sääolosuhteet ja viitasammakoiden käyttäytyminen huomioon ottaen ja siihen saattaa kulu useita iltoja ja öitä (viitasammakon kutuaika kestää yleensä noin viikon). Havainnointijakson aikana kaivosmelun taso mahdollisesti vaihtelee, jolloin on myös mahdollista havainnoida reagoivatko viitasammakot meluun ja miten.

## 7. KIRJALLISUUS

Jokinen, M. 2012. Viitasammakko *Rana arvalis* Nilsson, 1842. Esiselvitys, SYKE

Kovar, R, Brabec, M., Vita, R. and Bocek, R. (2009) Spring migration distances of some Central European amphibian species. *Amphibia-Reptilia*, Vol. 30, nro 3, pp.367-378

Loman, J. & Andersson, G. (2007). Monitoring brown frogs *Rana arvalis* and *Rana temporaria* in 120 south Swedish ponds 1989–2005. Mixed trends in different habitats. *Biological Conservation* Vol. 135, Issue 1, pp 46-56

Maanmittauslaitos (2016). Maanmittauslaitoksen maastotietokannan avoin tietoaaineisto sivuilla <https://tiedostopalvelu.maanmittauslaitos.fi>

Pöyry Finland Oy, Tuotantovaiheen ja tuotannon ylösajovaiheen (Ramp Up) tarkkailusuunnitelma 18.2.2012, 2.5.2012 täydennys. S. 36. FQM Kevitsa Mining Oy

Ramboll Oy 2015. Kevitsan kaivoksen tuotantovaiheen tarkkailuohjelma 5.5.2015, 2.10.2015 täydennys . S. 45 – 46. FQM Kevitsa Mining Oy

Ramboll Finland Oy 2015. Satojärven viitasammakkopopulaation seuranta 2015 sekä kaivoksen ympäristön viitasammakkoselvitys. FQM Kevitsa Mining Oy

Ramboll 2016, Kevitsan kaivos, Sodankylä, ympäristömelumittaukset, kesä- ja lokakuu 2015, raportti 19.2.2016

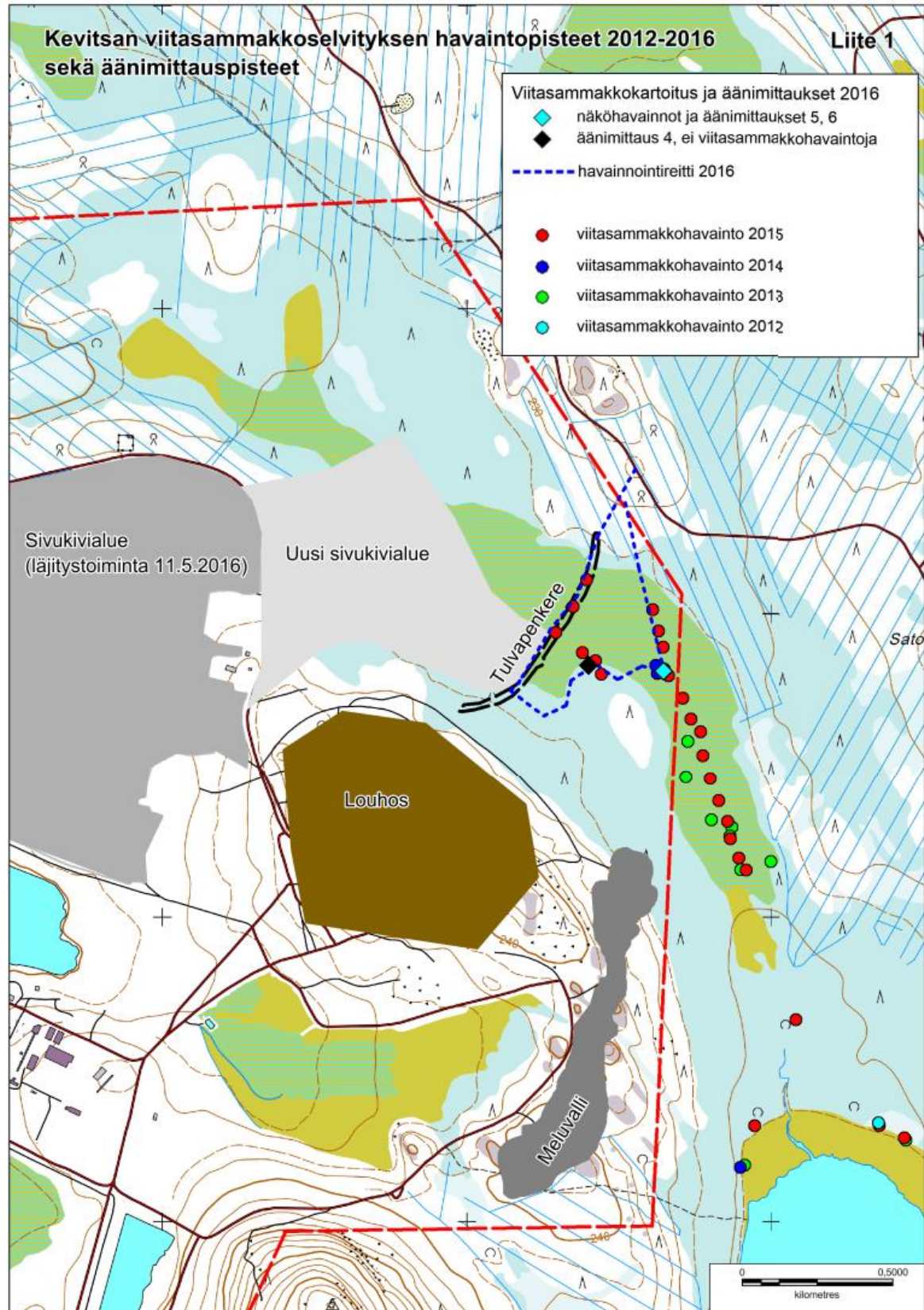
SFS-EN ISO 3746 Akustiikka. Melulähteiden äänitehotasojen määrittäminen äänenpainemenetelmällä. Kartoitusmenetelmä käyttäen heijastavan tason yläpuolella olevaa lähdettä ympäröivää mittauspintaa, 2011

Sierla, L., Lammi, E., Mannila, J., Nironen, M. 2004. Direktiivilajien huomioon ottaminen suunnittelussa. Suomen ympäristö 724, 113s.

tarkkailusuunnitelman (Pöyry Oy 2012) sekä tarkkailuohjelman päivitysten (Pöyry Oy 2012, Ramboll Oy 2015) mukaisesti.

## LIITE 1

## VIITASAMMAKKOSELVITYKSEN HAVAINTOPISTEET 2012–2016 SEKÄ ÄÄNIMITTAUSPISTEET





## LIITE 2 SATOJÄRVEN YMPÄRISTÖN TARKKAILUPISTEIDEN SIJAINNIT

