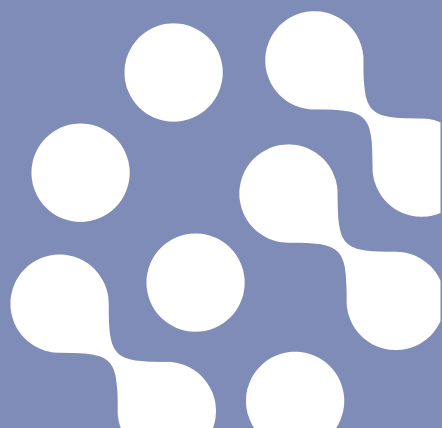


Eurofins Ahma Oy
30.3.2021

TERRAFAME OY JÄTEJAKEIDEN TARKKAILU 2020



TERRAFAME OY,

JÄTEJAKEIDEN TARKKAILU 2020

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO	1
1.1	YLEISTÄ	1
1.2	JÄTELUOKITUS	1
2.	TARKKAILUN TOTEUTUS	2
3.	SAKKAJAKEIDEN KOKONAISPITOISUUDET	3
3.1	ALKUAINEIDEN KOKONAISPITOISUUDET	3
3.2	MUUT OMINAISUUDET	18
4.	SAKKAJAKEIDEN LIUKOISUUSOMINAISSUUDET	19
4.1	LIUKOISUUSTESTAUUS JA VERTAILUARVOT	19
4.1	LIUKOISUUSOMINAISSUUKSIEN MUUTOSTEN SEURANTA	20
5.	SIVUKIVEN OMINAISUUDET	30
5.1	ALKUAINEIDEN KOKONAISPITOISUUDET	30
5.2	LIUKOISUUSOMINAISSUUDET	31
6.	EPÄVARMUUSTARKASTELU	33
7.	YHTEENVETO	34
VIITTEET		36
LIITTEET		37

LIITTEET

Liite 1. Sakkajakeiden kokonaispitoisuudet
Liite 2. Sakkajakeiden liukoiset pitoisuudet
Liite 3. Sivukivinäytteiden kokonaispitoisuudet
Liite 4. Sivukivinäytteiden liukoiset pitoisuudet

Eurofins Ahma Oy

Laura Kemppainen,
Ympäristöasiantuntija

Tiina Härmä,
Projektipäällikkö

Sähköposti: EtunimiSukunimi@eurofins.fi

www.eurofins.fi

1. JOHDANTO

1.1 Yleistä

Terrafamen metallien talteenottolaitoksella ja keskuspuhdistamolla muodostuvien jättejakeiden koostumusta ja liukoisuusominaisuuksia seurataan osana Terrafame Oy:n velvoitetarkkailua. Kesäkuussa 2010 aloitettuun jättejakeiden tarkkailuun kuuluvat loppuneutraloinnin sakeuttimen alitteen, raudan sakeuttimen alitteen, esineutralointisakan ja vuonna 2017 keskusvedenpuhdistamon käyttöönoton myötä tarkkailuun lisätyn vesienkäsittelysakan tarkkailu. Joulukuusta 2017 tarkkailuun on kuulunut myös sivukivialueelle KL2 läjitettävä sivukivi.

Raudan sakeuttimen alite kuuluu toistaiseksi jättejakeiden tarkkailuun, vaikka se ei enää lukeudukaan toiminnassa muodostuviin prosessijätteisiin, sillä nykyisellään se johdetaan jatkokäsitteltäväksi keskusvedenpuhdistamolle. Myös esineutralointisakka kierrätetään nykyisin takaisin prosessiin, sekundääriliuotusalueelle. Loppuneutraloinnin alite ja keskuspuhdistamolla muodostuva vesienkäsittelysakka johdetaan kipsisakka-altaalle.

Tässä raportissa on esitetty edellä mainittujen jättejakeiden tarkkailun tulokset vuodelta 2020.

1.2 Jäteluokitus

Jätteen luokittelun lähtökohtana on EU:n jäteluettelo, joka on pantu Suomessa täytäntöön jäteasetuksen (179/2012, muutos 86/2015) liitteessä 4. Jätteet luokitellaan kuusinumeroisella tunnusnumerolla, joka vastaa jätteen alkuperää, tyyppiä ja laatua, nk. jätenimikkeellä. Luettelossa tähdellä (*) merkittyihin nimikkeisiin kuuluvat jätteet ovat vaarallisia jätteitä, jollei jätelain 7 §:n tai 112 §:n nojalla yksittäistapauksessa toisin päätetä. (Häkkinen 2019, Valtioneuvoston asetus 179/2012)

Euroopan komission julkaisemassa tulkintaoppaassa (Euroopan komissio, 2018) on esitetty, nk. nimiketyyppi, joka kuvaa onko kyseessä aina vaarallisen jätteen nimike (AH), aina vaarattoman jätteen nimike (ANH), vaarallisen jätteen rinnakkaisnimike (MH) vai vaarattoman jätteen rinnakkaisnimike (MNH). (Häkkinen 2019)

Jos jäte kuuluu sellaiseen jätenimikkeeseen, joka on luokiteltu aina vaaralliseksi jätteeksi (AH-nimike tai aina vaarattomaksi jätteeksi (ANH-nimike), ei jätteen luokitteluun tarvitsen tehdä erillistä arviota sen selvittämiseksi, sovelletaanko jätteeseen lainsäädännön vaarallisia jätteitä koskevia säännöksiä. Jätteen ominaisuuksien tarkempi tunteminen on kuitenkin yleensä tarpeen jätteen asianmukaisen käsittelytavan määrittämiseksi, tai jätteen pakkaamiseksi ja merkitsemiseksi oikein kuljetusta varten. Ominaisuudet on myös määriteltävä yksityiskohtaisesti, jos jäteluettelon mukaisesta luokituksesta halutaan yksittäistapauksessa poiketa jätelain 7 §:n mukaisesti. (Häkkinen 2019)

Jos samalle jätteelle löytyy sekä vaarattoman jätteen nimike (MNH-nimike) että vaarallisen jätteen nimike (MH-nimike, merkitty tähdellä (*), eli jätteellä on ns. rinnakkaisnimike, on jätteen luokittelu tehtävä tapauskohtaisesti jätedirektiivin liitteessä III esitettyjen kriteerien mukaisesti. Jos jätteellä on yksikin jätedirektiivin liitteen III mukainen vaaraominaisuus (HP 1–HP 8 tai HP 10–HP 15), jäte luokitellaan rinnakkaisnimikeparin vaarallisen jätteen nimikkeeseen. Jos vaaraominaisuuksia ei ole, voidaan jäte luokitella nimikeparin vaarattoman jätteen nimikkeeseen. (Euroopan komissio 2018, Häkkinen 2019). Jätedirektiivi (2008/98/EY) on muutettu Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivillä (EU) 2018/851.

Terrafame Oy:n metallien talteenottolaitoksella ja vedenpuhdistamolla muodostuvat, tässä raportissa kuvatut jättejakeet ovat Pohjois-Suomen aluehallintoviraston ympäristölupapäätöksissä (nro 36/2014/1 ja 3/2017/1, Dnro PSAVI/58/04.08/2011 ja PSAVI/702/2016) luokiteltu valtioneuvoston jätteistä antaman asetuksen mukaisesti vaarallisiksi jätteiksi (*) ja jäteasetuksen liitteen 4 mukaisesti seuraavasti (suluissa nimiketyyppi Euroopan komission tiedonannon 2018 mukaan):

- | | |
|--|----------------|
| - loppuneutraloinnin sakeuttimen alite eli loppuneutralointisakka (646) | 11 02 07* (MH) |
| - raudan sakeuttimen alite eli rautasakka (645) | 11 02 07* (MH) |
| - nauhasuotimen esineutralointisakka (653) | 11 02 02* (AH) |
| - vesienkäsittelysakat (muut kuin metallitehtaan prosessivesien käsittelyssä muodostuva), jotka sisältävät vaarallisia aineita | 19 02 05* (MH) |
| - vesienkäsittelysakat (muut kuin metallitehtaan prosessivesien käsittelyssä muodostuvat) | 19 02 06 (MNH) |

Päätös on tullut lainvoimaiseksi korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä 9.5.2017 (KHO:2017:76). Raudan sakeuttimen alite ohjataan nykyään keskusvedenpuhdistamolle, eikä sitä enää muodostu yksittäisenä jätejakeena.

Sivukivialueen KL2 ympäristöluvan (Dnro PSAVI/2827/2016) mukaisesti sivukivialueelle sijoitettu sivukivi luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi. Sivukivialueelle saa sijoittaa jätettä, jonka jätenumero on 01 01 01, 01 01 02, 17 02 04*, 17 05 03* tai 17 05 04.

2. TARKKAILUN TOTEUTUS

Vuonna 2020 tarkkailu toteutettiin vuonna 2019 laaditun tarkkailuohjelman (Ramboll Finland Oy 2019) mukaisesti. 2019 laaditussa tarkkailuohjelmassa on yhdistetty eri toimintojen tarkkailua koskevat voimassa olevat Kainuun ja Pohjois-Savon ELY-keskusten hyväksymät erilliset tarkkailuohjelmat sekä niihin sovitusti tehdyt lisäykset. Tarkkailuohjelmassa on huomioitu myös keskitetyn vedenpuhdistamon sekä sivukivialueen KL2 ympäristöluvat. Metallien talteenottolaitoksella ja keskuspuhdistamolla muodostuvien sakkajakeiden tarkkailussa sovelletaan valtioneuvoston asetuksen 202/2006 mukaista kaatopaikkakelpoisuuden testausmenettelyä soveltuvilta osin.

Jätejakeiden seuranta on aloitettu kesäkuussa 2010. Helmikuussa 2017 tarkkailuun on lisätty keskusvedenpuhdistamolla muodostuva vesienkäsittelysakka, ja muodostuvan sivukiven laatua on tarkkailtu joulukuusta 2017 lähtien.

Vuonna 2020 esineutralointisakan (653) näytteenotto toteutettiin tarkkailusuunnitelman mukaisesti. Esineutralointisakasta otettiin päivittäin/viikoittain osanäytteitä Terrafamen henkilökunnan toimesta. Osanäytteistä muodostettiin kuukauden kokoomanäyte. Loppuneutraloinnin sakasta (646) ja rautasakasta (645) otettiin näytteitä vain tammi-maaliskuun ja marras-joulukuun 2020 ajan, koska kyseiset prosessivaiheet eivät olleet käynnissä huhti-lokakuussa. Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteet kerättiin tammi-marraskuussa. Marraskuussa 2020, viikosta 46 alkaen, vesienkäsittelysakan laadun tarkkailua laajennettiin siten, että kuukausikokoomien sijaan määrittämiä alettiin tehdä viikon kokoomanäytteistä, ja lisäksi kokoomanäytettä alettiin kerätä erikseen kahdelta linjalta (1. linja ja 2. linja). Ensimmäinen kokoomanäyte kerättiin ajalta 12.-15.11.2020, ja seuraavien viikkojen kokoomanäytteet edustivat kokonaisen kalenteriviikon aikana muodostunutta vesienkäsittelysakkaa.

KL2-sivukivestä otettiin Terrafamen henkilökunnan toimesta kairanäytteitä, joista muodostettiin kuukausittaiset kokoomanäytteet. Näytteet toimitettiin laboratorioon analysoitavaksi. Tarkkailu toteutui tarkkailuohjelman mukaisesti.

Näytteenotosta ja osanäytteiden yhdistämisestä viikko- ja kuukausinäytteiksi, sekä näytteiden toimittamisesta laboratorioon vastasi Terrafame Oy. Määrittäykset tehtiin Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratoriossa.

3. SAKKAJAKEIDEN KOKONAISPITOISUUDET

3.1 Alkuaineiden kokonaispitoisuudet

Raportin liitteessä (liite 1) on esitetty koontitaulukot vuoden 2020 sakkajakeiden kokonaispitoisuuksien analyysituloksista.

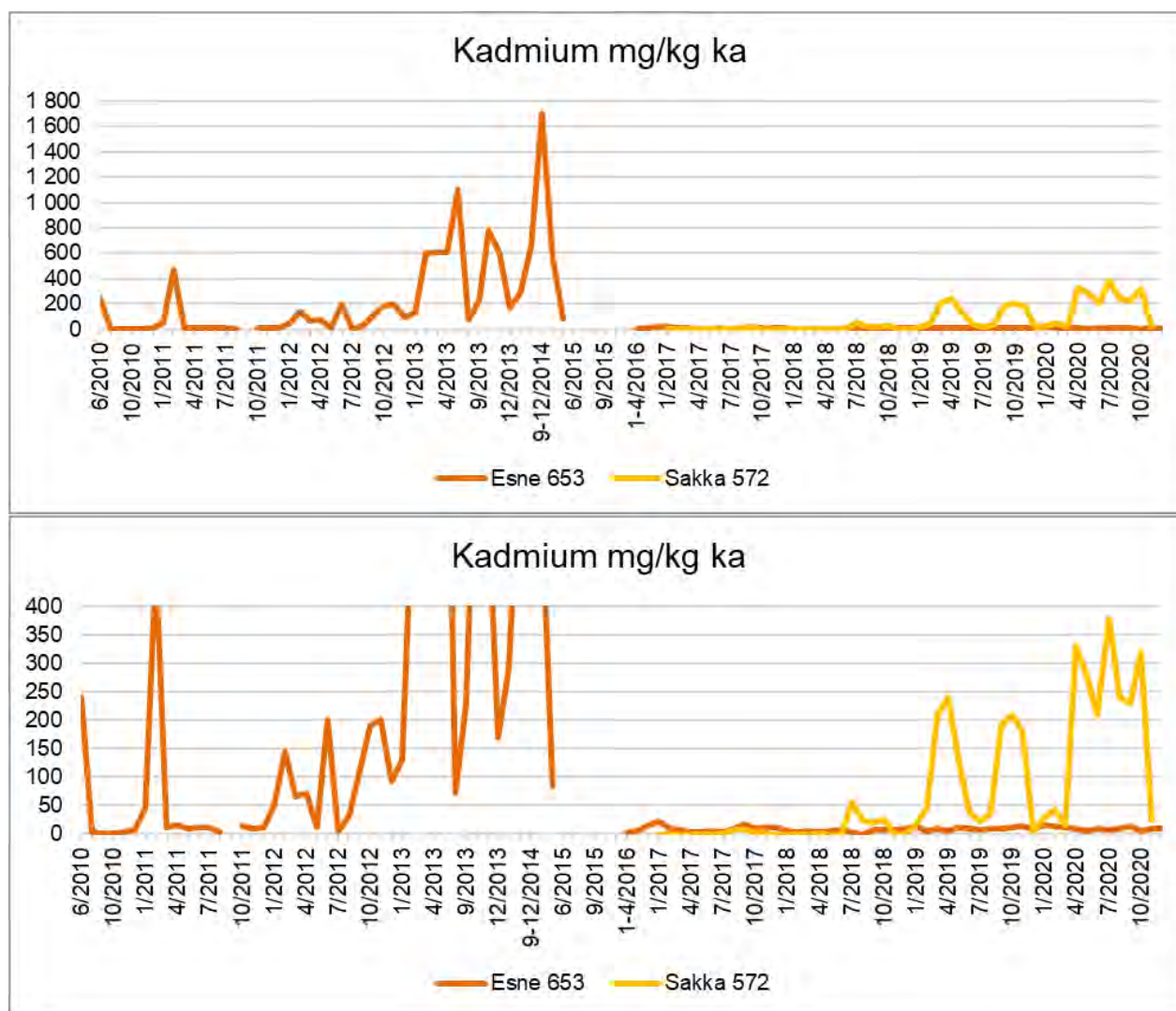
Alkuaineiden kokonaispitoisuuksia on seuraavassa verrattu aiempina vuosina määritettyihin kokonaispitoisuuksiin, ja merkittävimmin pitoisuuksina todettujen alkuaineiden pitoisuuksien kehitystä on havainnollistettu myös kuvaajien avulla. Pääsääntöisesti kokonaispitoisuudet on esitetty kuiva-ainetta (ka) kohden.

Jäteluokituksen kannalta kriittisten aineiden (mangaani, nikkeli ja sinkki) osalta pitoisuuksia on verrattu myös vaarallisen jätteen pitoisuusarvoihin. Jätteiden luokittelu vaaralliseksi tai vaarattomaksi jätteeksi perustuu suurelta osin Euroopan unionin kemikaalilainsäädäntöön eli CLP-asetukseen (EY 1272/2008), sillä jätteeseen sovellettavat vaaraominaisuudet liittyvät luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista koskeviin perusteisiin. Vertailupitoisuuksina sovelletaan CLP-asetuksessa sekä ympäristöministeriön julkaisuissa 2019/2 (liitteet 6 ja 9) esitettyjä alimpia pitoisuusrajoja (ns. varovaisuusperiaate). Jätteen vaaraominaisuuksien arvioinnissa kokonaispitoisuuksia verrataan aineiden pitoisuuteen jätteessä sen alkuperäisessä muodossa, eli tuorepainossa. Näytteiden kuiva-ainepitoisuudet ovat käytettävissä vuodesta 2014 lähtien analysoiduille näytteille, ja tästä syystä pitoisuuksia tuorepainoa kohden on tarkasteltu vuodesta 2014 alkaen.

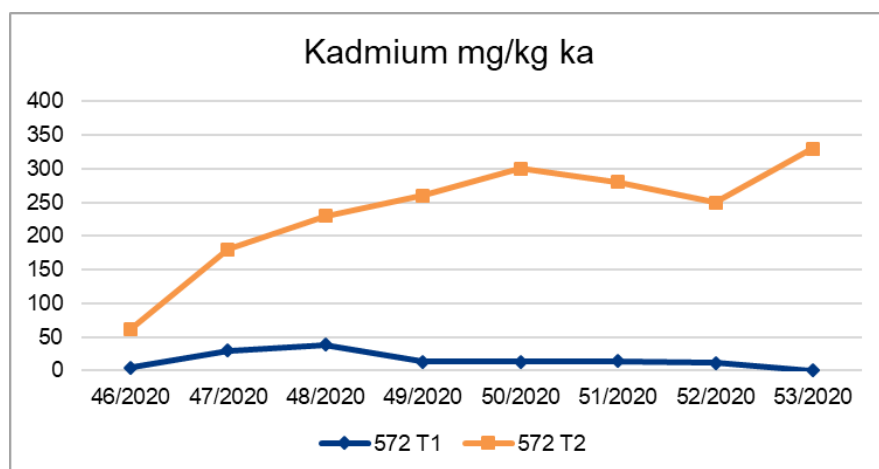
Vuonna 2020 arseenin pitoisuudet loppuneutralointisakassa (<3-3,9 mg/kg ka), rautasakassa (<3-3,3 mg/kg ka) ja esineutralointisakassa (<3 mg/kg ka) olivat alhaisia vastaavasti kuin aiempina vuosina. Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä arseenipitoisuudet vaihtelivat välillä <3-24 mg/kg ka. Viikoilla 46-53 kerätyissä vedenpuhdistamon sakkajakeiden viikkonäytteissä arseenipitoisuudet vaihtelivat välillä <3-6 mg/kg ka (572 T1) ja 4,7-29 mg/kg ka (572 T2).

Myös kadmiumin pitoisuudet olivat vuoden 2019 tavoin alhaisia loppuneutralointisakassa (<0,3-0,53 mg/kg ka) ja rautasakassa (<0,3-0,38 mg/kg ka). Esineutralointisakan kadmiumin pitoisuudet ovat laskeneet selvästi vuosien 2013-2015 (max. 1700 mg/kg ka) korkeista pitoisuuksista. Vuonna 2020 esineutralointisakan kadmiumpitoisuudet vaihtelivat välillä 5,3-16 mg/kg ka. Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteiden kadmiumpitoisuudet vaihtelivat välillä 17-380 mg/kg ka. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden viikkonäytteissä (vk 46-53) kadmiumpitoisuudet vaihtelivat välillä <0,5-38 mg/kg ka (572 T1) ja 62-330 mg/kg ka (572 T2). Kadmiumin kokonaispitoisuudet kuivapainoa kohden vesienkäsittelysakassa ja esineutralointisakassa vuosina 2010-2020 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 3-1, kuva 3-2).

Jäteluokituksessa kadmiumille sovellettava alin vaarallisen jätteen pitoisuusraja tuorepainona on 2500 mg/kg, ja yhteenlaskussa alin huomioitava pitoisuus (ns. Cut-off-arvo) 1000 mg/kg (Häkkinen 2019, liite 9). Raja-arvot perustuvat kadmiumin pitkäaikaiseen vaaraan vesiympäristölle. Esineutralointisakassa raja-arvo 1000 mg/kg on ylittynyt syys-joulukuun 2014 näytteessä (1088 mg/kg tp), mutta muilta osin kyseisten raja-arvojen ylityksiä ei ole todettu sakkanäytteissä vuosina 2014-2020.



Kuva 3-1. Esineutralointisakan (653) ja vesienkäsittelysakan (572) kuukausinäytteiden kadmiumpitoisuudet kuivapainoa kohden vuosina 2010-2020.

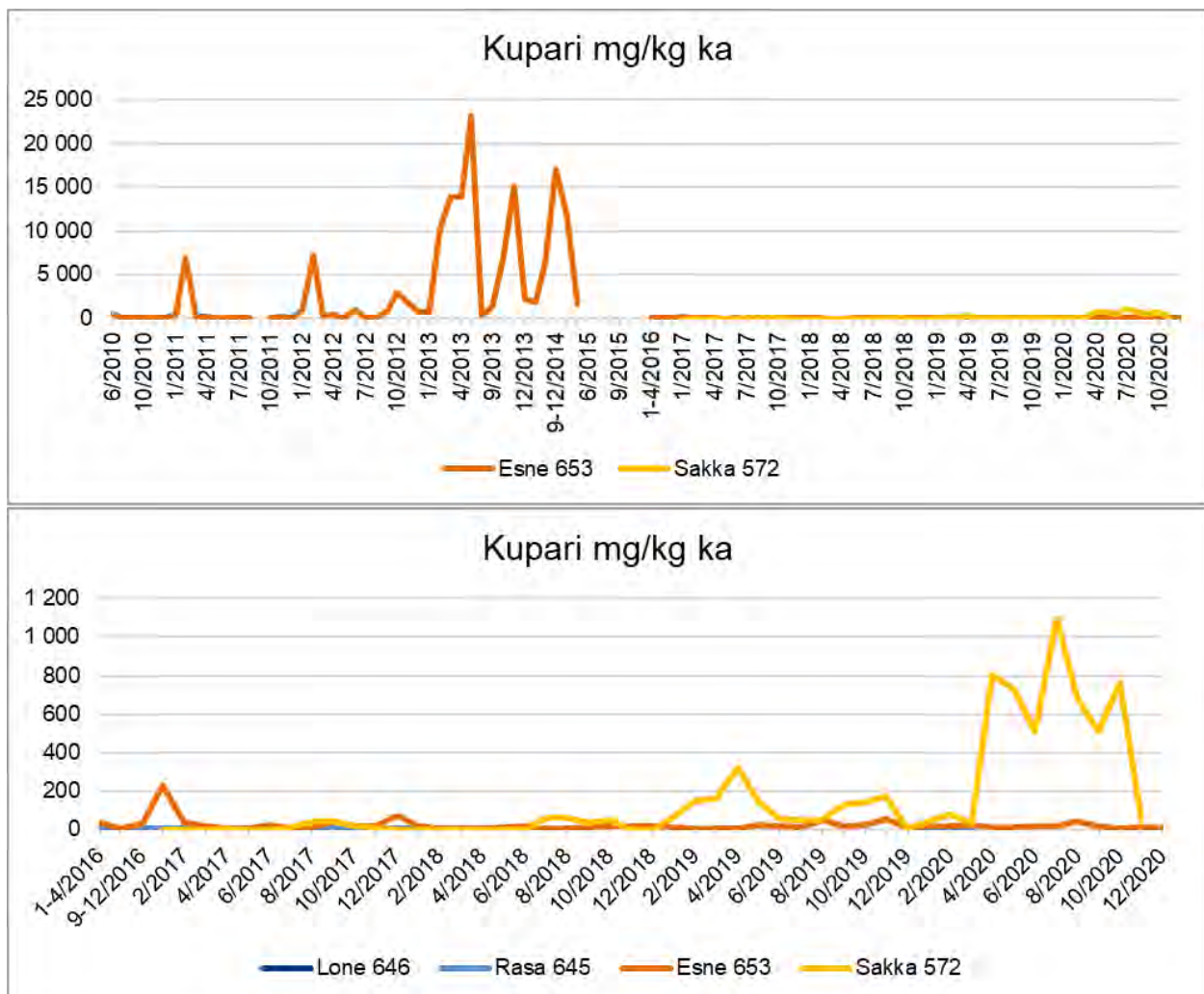


Kuva 3-2. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden kadmiumpitoisuudet kuivapainoa kohden vuonna 2020.

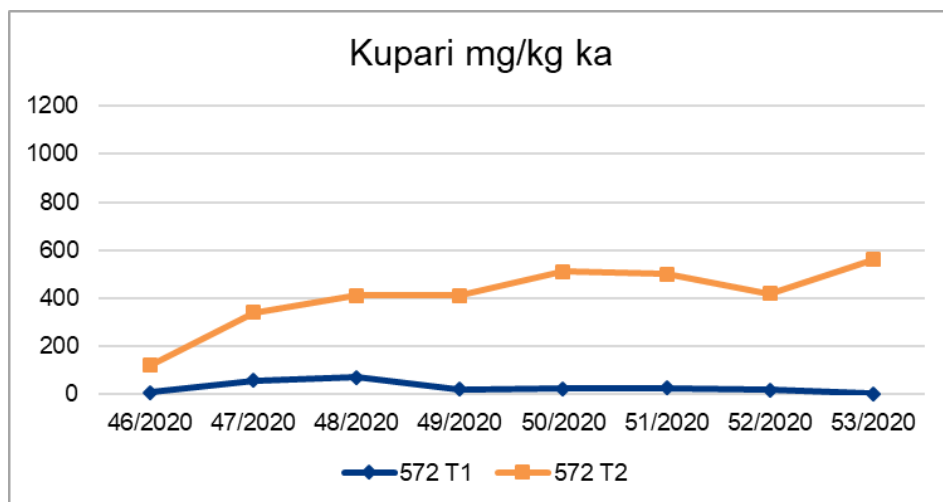
Kuparin pitoisuudet olivat alhaisia loppuneutralointisakassa (<2 mg/kg ka) ja rautasakassa (<2-2,9 mg/kg ka). Esineutralointisakan kuparipitoisuuksissa on aiempina vuosina ollut huomattavaa vaihtelua, mutta viime vuosina (2017-2020) tutkituissa näytteissä vaihtelu on ollut vähäisempää (kuva 3-3). Vuonna 2020 kuparipitoisuudet vaihtelivat esineutralointisakassa välillä 7,2-43 mg/kg ka ja vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä välillä 27-1100 mg/kg ka. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä kuparipitoisuudet vaihtelivat välillä 2,1-70 mg/kg ka (572 T1) ja 120-560 mg/kg ka (572 T2). Tutkittujen sakkajakeiden kuparipitoisuuksien kehitys vuosina 2010-2020 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 3-3, Kuva 3-4).

Kupari-ionille ei ole CLP-asetuksen aineluettelossa annettu yleistä pitoisuusrajaa. Kupariyhdisteistä kupari-ionin pitoisuudeksi laskettuna alin mahdollinen raja-arvo on annettu kuparisulfaatile, perustuen sen pitkäaikaisiin haittavaikutuksiin vesieliöille. Kyseinen vaarallisen jätteen pitoisuusraja on 1000 mg/kg tp ja yhteenlaskussa alin huomioitava pitoisuus 400 mg/kg tp. (Häkkinen 2019, liite 9)

Vuonna 2020 tuorepainoksi laskettuna vesienkäsittelysakan kuparipitoisuudet jäivät selvästi vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvojen alapuolelle sekä kuukausinäytteiden osalta (572: 0-136 mg/kg tp) että viikkonäytteiden osalta (572 T1: 0,01-4,1 mg/kg TP, 572 T2: 1,0-3,7 mg/kg TP). Esineutralointisakassa on todettu raja-arvojen ylityksiä vuosina 2014-2015 (vaihteluväli 2014-2015: 2519-27328 mg/kg tp).



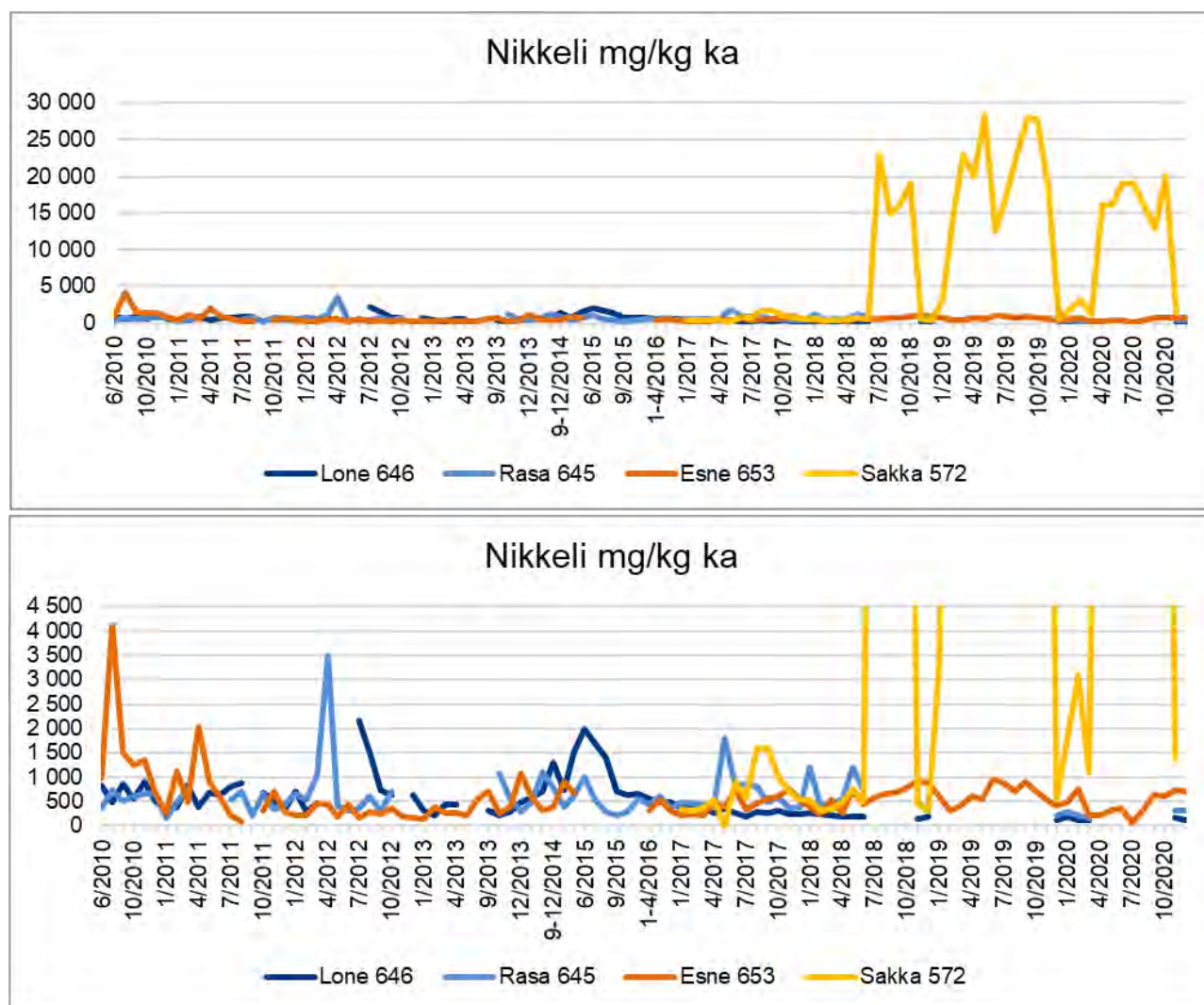
Kuva 3-3. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden kuparipitoisuudet kuivapainoa kohden vuosina 2010-2020.



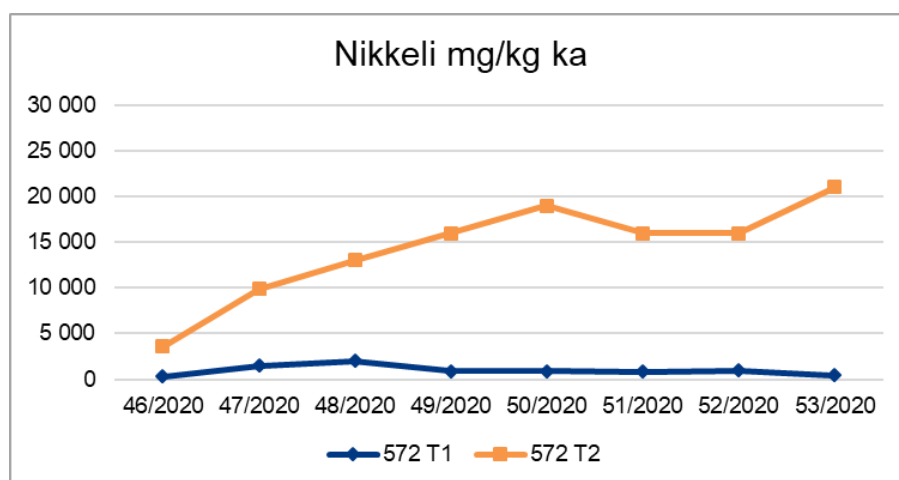
Kuva 3-4. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden kuparipitoisuudet kuivapainona vuonna 2020.

Nikkelin pitoisuudet loppuneutralointisakassa olivat vuonna 2020 (110-200 mg/kg ka) samaa tasoa kuin edellisenä vuonna (130 mg/kg ka, 1 näyte). Myös rautasakassa nikkelipitoisuus (170-310 mg/kg ka) oli vuonna 2020 samalla tasolla kuin vuonna 2019 (220 mg/kg ka, 1 näyte).

Esineutralointisakassa nikkelipitoisuudet kuivapainoa kohden vaihtelivat välillä 85-750 mg/kg ka. Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä nikkelipitoisuudet vaihtelivat välillä 1100-20000 mg/kg ka. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden viikkonäytteissä nikkelipitoisuudet vaihtelivat välillä 340-2000 mg/kg ka (572 T1) ja 3600-21000 mg/kg ka (572 T2). Nikkelin kokonaispitoisuuksien kehitys kuiva-ainetta kohden ilmoitettuna on esitetty seuraavissa kuvissa (kuva 3-5, kuva 3-6).



Kuva 3-5. Nikkelipitoisuuksien kehitys kuivapainona sakkajakeiden kuukausinäytteissä vuosina 2010-2020.



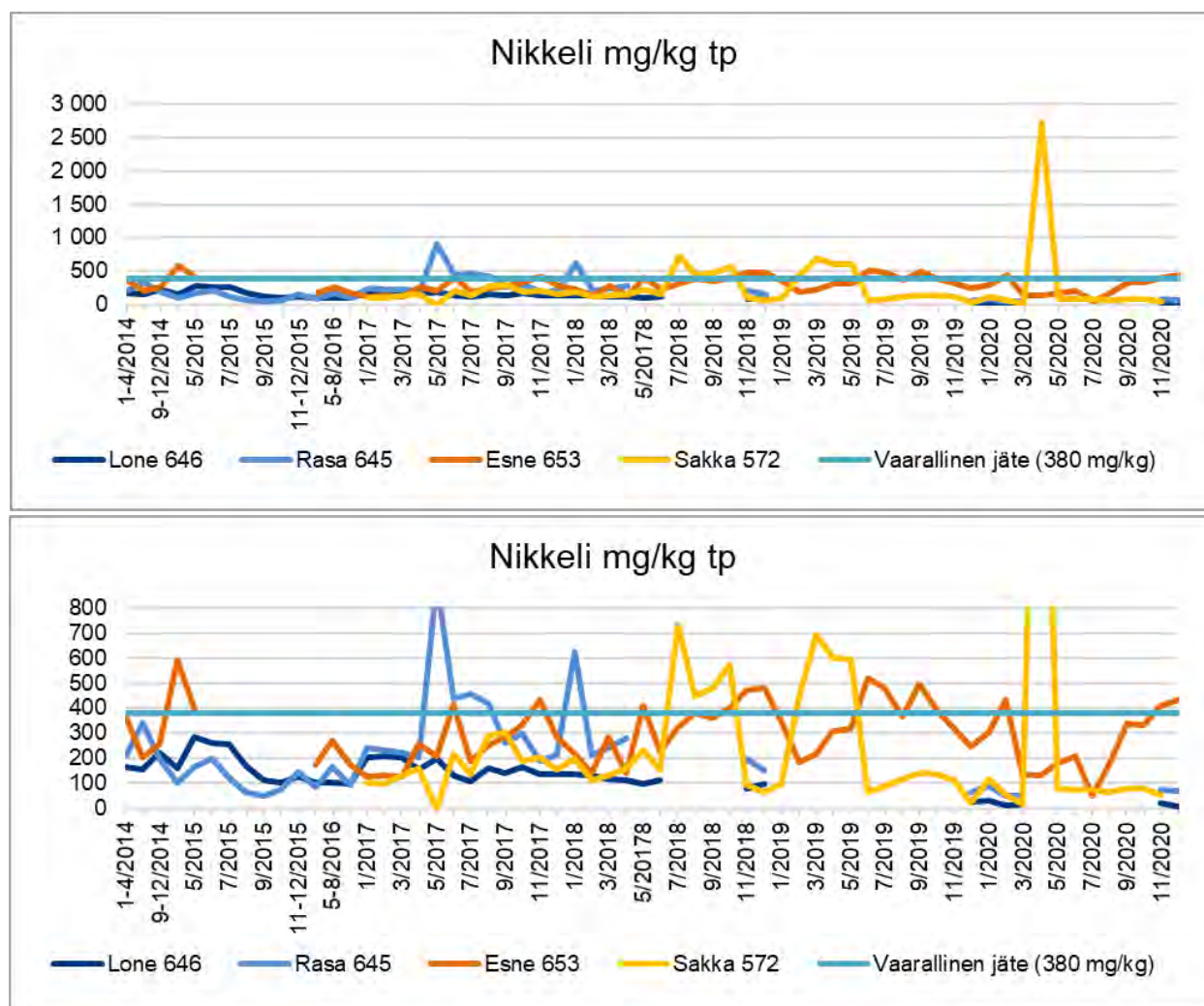
Kuva 3-6. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden nikkelipitoisuudet kuiva- vuonna 2020.

Nikkeli-ionille ei ole CLP-asetuksen aineluettelossa annettu yleistä pitoisuusrajaa. Nikkeliyhdisteiden osalta alin sovellettava vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo on annettu nikkelisulfaatille, jonka raja-arvo nikkeli-ionin pitoisuudeksi laskettuna on 380 mg/kg tp ja alin yhteenlaskussa sovellettava pitoisuusraja-arvo 380 mg/kg tp. Raja-arvo perustuu nikkelisulfaatin mahdolliseen syöpävaarallisuuteen. (Häkkinen 2019, liite 9)

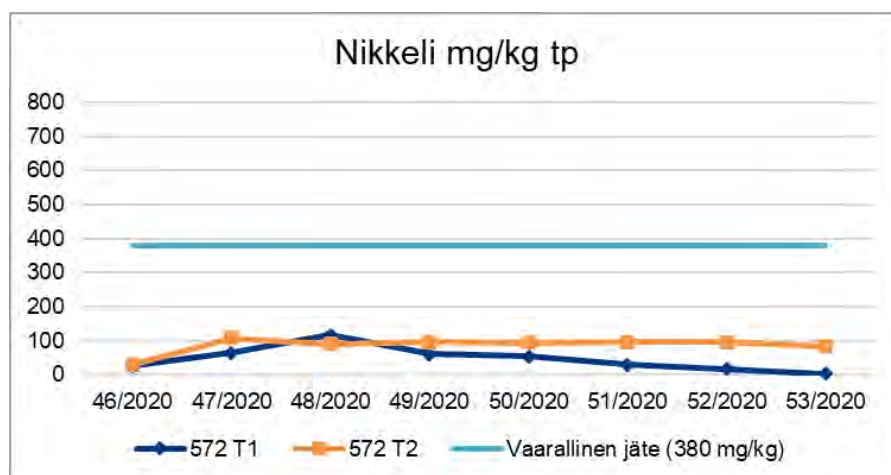
Vuosina 2014-2019 tuorepainoksi muutettu nikkelpitoisuus on ajoittain ylittänyt vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon 380 mg/kg rautasakan, esineutralointisakan ja vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä. Vuonna 2020 kyseinen raja-arvo ylittyi esineutralointisakan osalta helmi-, marras ja joulukuussa ja vesienkäsittelysakan osalta huhtikuun kuukausinäytteessä. Loppuneutralointisakassa (646) tuorepainoksi muutettu nikkelpitoisuus vaihteli välillä 9,4-31 mg/kg tp ja vastaavasti rautasakassa (645) välillä 49-89 mg/kg tp. Esineutralointisakassa (653) vuoden 2020 nikkelpitoisuudet tuorepainoksi muutettuna olivat välillä 48-435 mg/kg ja vesienkäsittelysakassa (572) nikkelpitoisuus tuorepainona vaihteli välillä 19-2720 mg/kg tp.

Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä tuorepainoa kohti määritetyn nikkelpitoisuuden mediaani oli 76 mg/kg tp ja keskiarvo 334 mg/kg tp, joten huhtikuun näytteessä todettu maksimipitoisuus 2720 mg/kg tp oli poikkeuksellisen korkea muiden kuukausien pitoisuuksiin verrattuna. Tulosten perusteella huhtikuun näyte erosi muista kuukausinäytteistä lähinnä kuiva-ainepitoisuutensa osalta; näytteen kuiva-ainepitoisuus oli 17 %, mikä oli huomattavasti korkeampi kuin muilla näytteillä (mediaani 1,2 %, keskiarvo 3,3 %). Kuivapainoa kohti määritetyt pitoisuudet olivat huhtikuussa samaa suuruusluokkaa kuin muina kuukausina. Tämän seurauksena tuorepainoa kohti ilmoitetut pitoisuudet ovat huhtikuun näytteellä huomattavasti korkeammat kuin muilla näytteillä.

Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden viikkonäytteissä nikkelpitoisuus alitti vaarallisen jätteen pitoisuusrajan kaikkien tutkittujen näytteiden osalta. Viikkonäytteissä nikkelpitoisuus tuorepainona vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 3,1-116 mg/kg tp ja jakeen 572 T2 osalta välillä 28-109 mg/kg tp. Nikkelpitoisuuksien kehitys vuosina 2016-2020 tuorepainoa kohden on esitetty seuraavissa kuvissa (kuva 3-7, kuva 3-8)

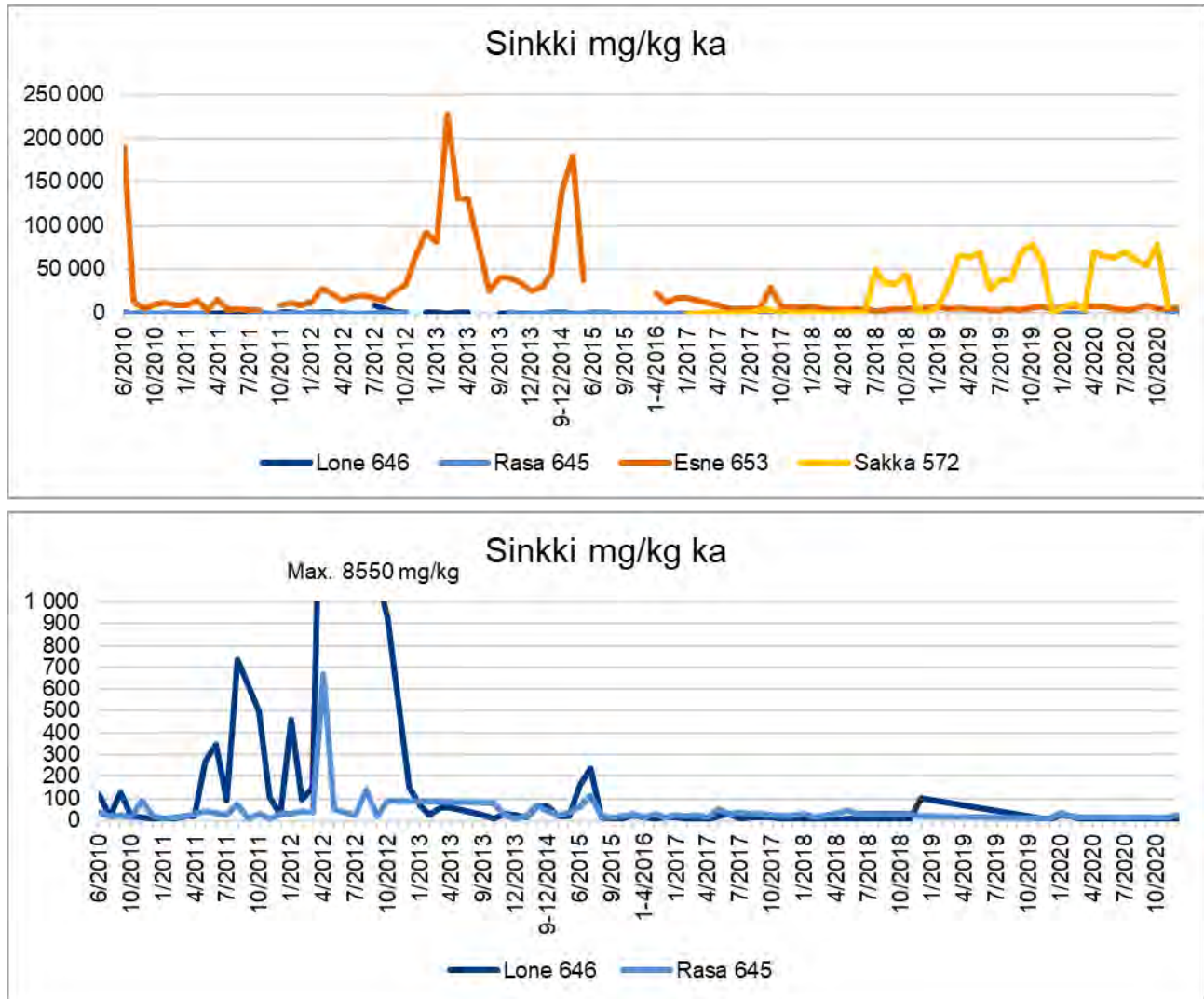


Kuva 3-7. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden nikkelpitoisuudet tuorepainoa kohden vuosina 2014–2020.

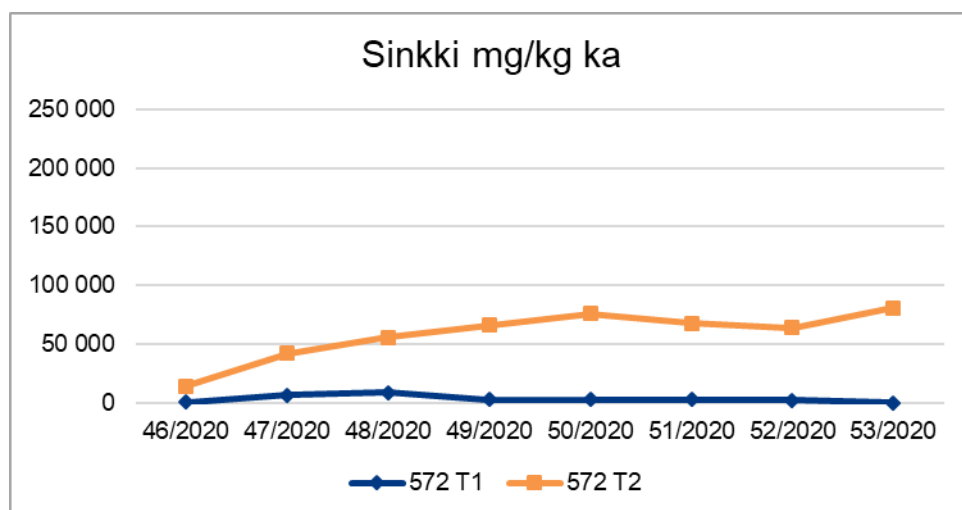


Kuva 3-8. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden nikkelpitoisuudet tuorepainona vuonna 2020, sekä vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo.

Sinkin pitoisuudet loppuneutralointisakassa ja rautasakassa olivat vuonna 2020 samaa alhaista tasoa kuin vuosina 2017-2019 (kuva 3-9). Esineutralointisakan sinkkipitoisuus vaihteli välillä 2900-8300 mg/kg ka, mikä on samaa luokkaa kuin vuonna 2019. Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä pitoisuudet vaihtelivat 3200-79000 mg/kg ka välillä, ollen myös samaa tasoa kuin edellisvuonna. Vesienkäsittelysakkojen viikkonäytteissä sinkkipitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 35-900 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 14000-81000 mg/kg ka (kuva 3-10).



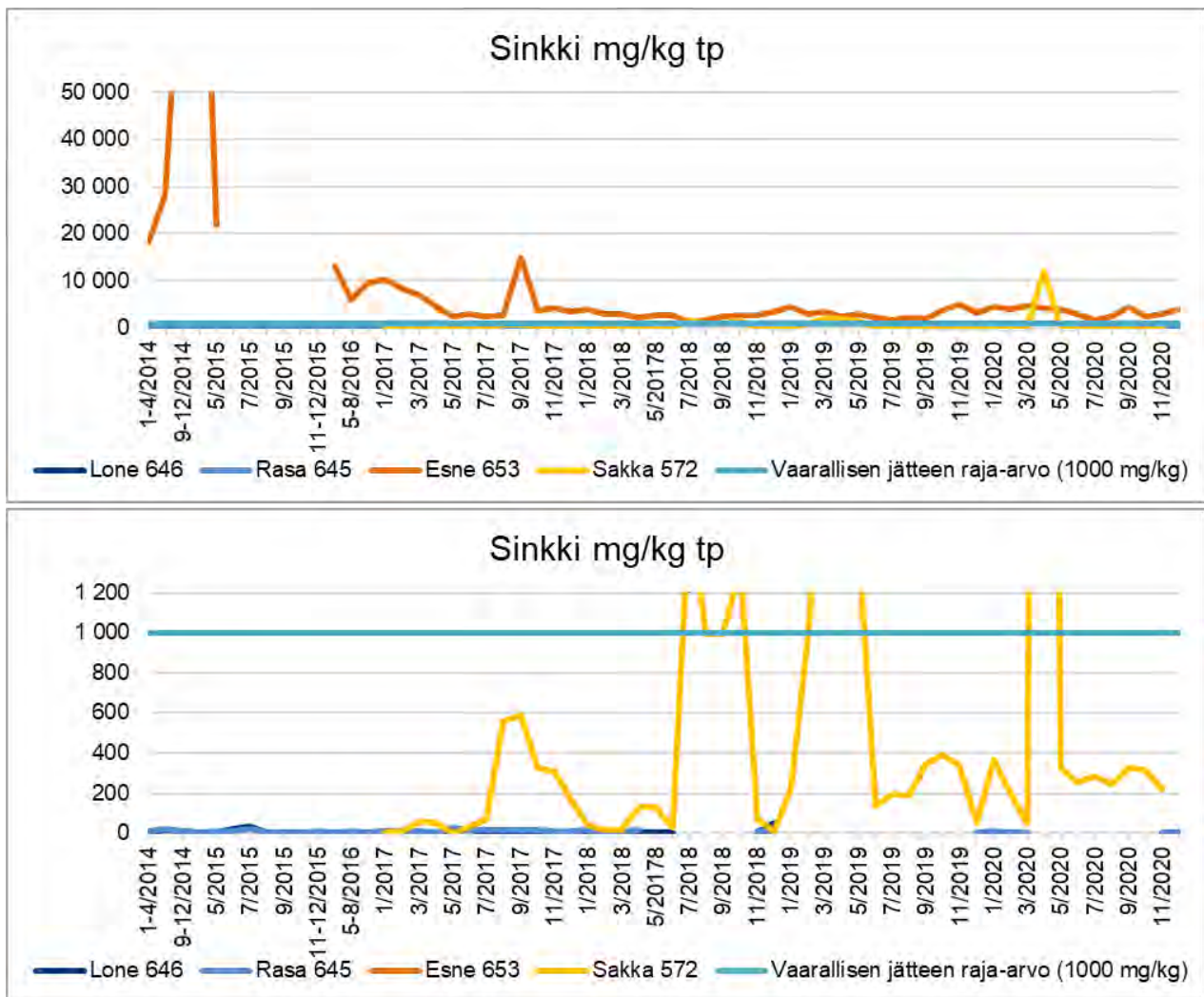
Kuva 3-9. Sinkkipitoisuudet sakkajakeiden kuukausinäytteissä kuiva-ainetta kohden vuosina 2010–2020.



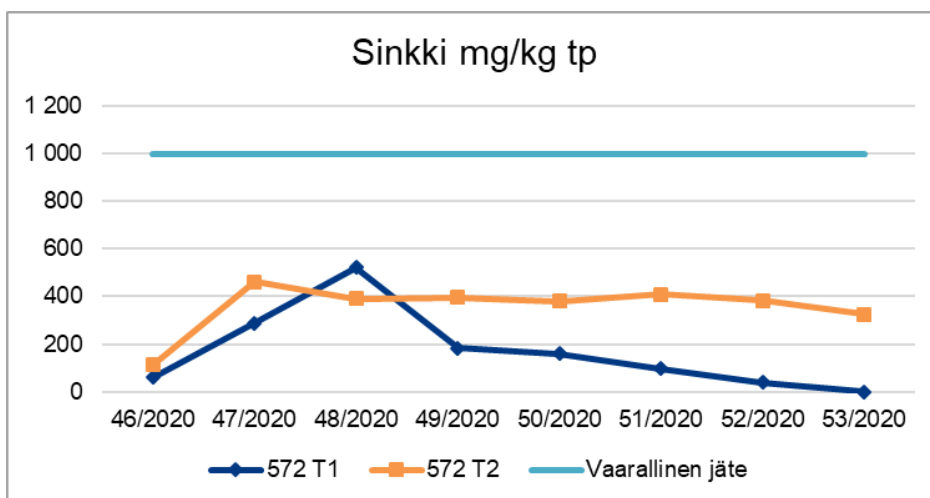
Kuva 3-10. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden sinkkipitoisuudet kuivapainona vuonna 2020.

Sinkki-ionille ei ole CLP-asetuksen aineluettelossa annettu yleistä pitoisuusrajaa. Sinkkiyhdisteiden osalta alin sovellettava vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo on annettu sinkkisulfaatile, jonka raja-arvo sinkki-ionin pitoisuudeksi laskettuna on 1000 mg/kg tp ja alin yhteenlaskussa sovellettava pitoisuusraja-arvo 400 mg/kg tp. Raja-arvo perustuu sinkkisulfaatin pitkäaikaisiin haittavaikutuksiin vesieliöille. (Häkkinen 2019, liite 9)

Tuorepainoksi muutettuna esineutralointisakan sinkkipitoisuudet vuonna 2020 vaihtelivat välillä 1644-4622 mg/kg, ja vaarallisen jätteen raja-arvo ylittyi kaikissa kuukausinäytteissä. Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteiden sinkkipitoisuus vaihteli välillä 54-11900 mg/kg tp, ja vaarallisen jätteen raja-arvo alittui muilta osin, mutta ylittyi huhtikuun näytteessä. Huhtikuun näytteen kohonnut pitoisuus tuorepainoksi laskettuna on seurausta kyseisen näytteen korkeasta kuiva-ainepitoisuudesta. Kuivapainoa kohden määritetty sinkkipitoisuus oli samaa suuruusluokkaa kuin muina kuukausina. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä sinkkipitoisuus tuorepainona vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 0,2-522 mg/kg tp ja jakeen 572 T2 osalta välillä 112-462 mg/kg tp, ja vaarallisen jätteen raja-arvo alittui kaikissa näytteissä. Sinkkipitoisuuksien kehitys tuorepainoa kohden vuosina 2010- 2020 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 3-11, kuva 3-12).

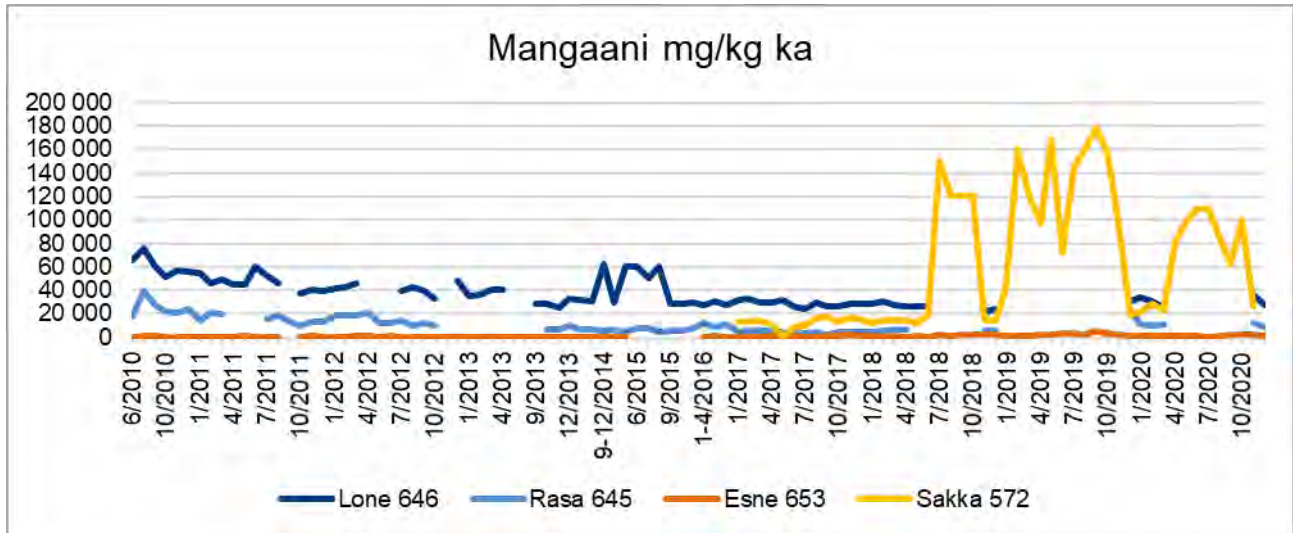


Kuva 3-11. Sinkkipitoisuudet sakkajakeiden kuukausinäytteissä tuorepainoa kohden vuosina 2010–2020, sekä vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo.

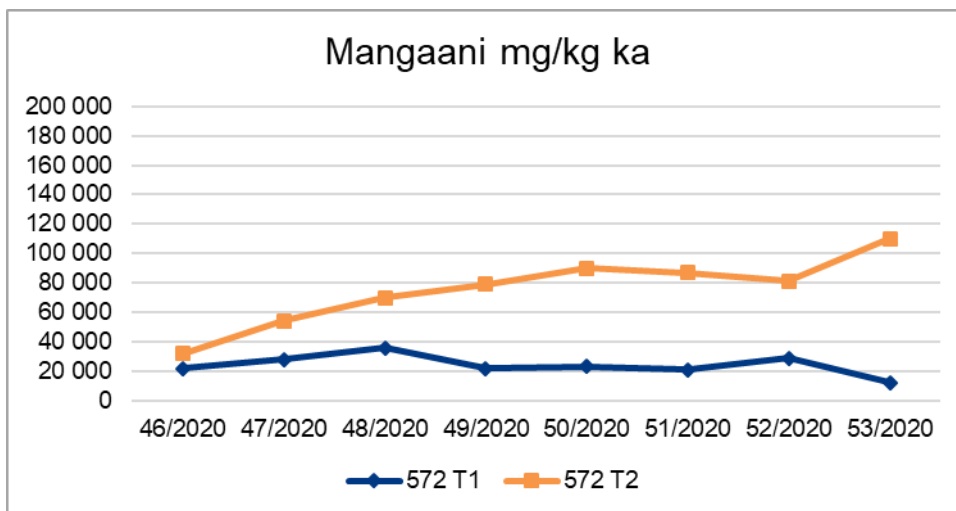


Kuva 3-12. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden sinkkipitoisuudet tuorepainona vuonna 2020, sekä vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo.

Mangaanin pitoisuudet loppuneutralointisakassa ja rautasakassa ovat tasaantuneet vuosiin 2010-2015 verrattuna. Vuonna 2020 loppuneutralointisakan mangaanipitoisuus vaihteli välillä 25000-36000 mg/kg ka ja rautasakan vastaavasti välillä 8700-12000 mg/kg ka. Molempien jakeiden osalta pitoisuudet olivat samaa tasoa kuin vuosina 2016-2019. Esineutralointisakassa mangaanin pitoisuudet olivat jonkin verran alempaa tasoa kuin edellisenä vuonna, vaihdellen välillä 320-2900 mg/kg ka. Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä mangaanipitoisuus vaihtelivat välillä 22000-110000 mg/kg ka, mikä oli myös jonkin verran alempaa tasoa kuin vuonna 2019. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä mangaanipitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 12000-36000 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 32000-110000 mg/kg ka. Mangaanipitoisuuksien kehitys vuosina 2010-2020 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 3-13, kuva 3-14).



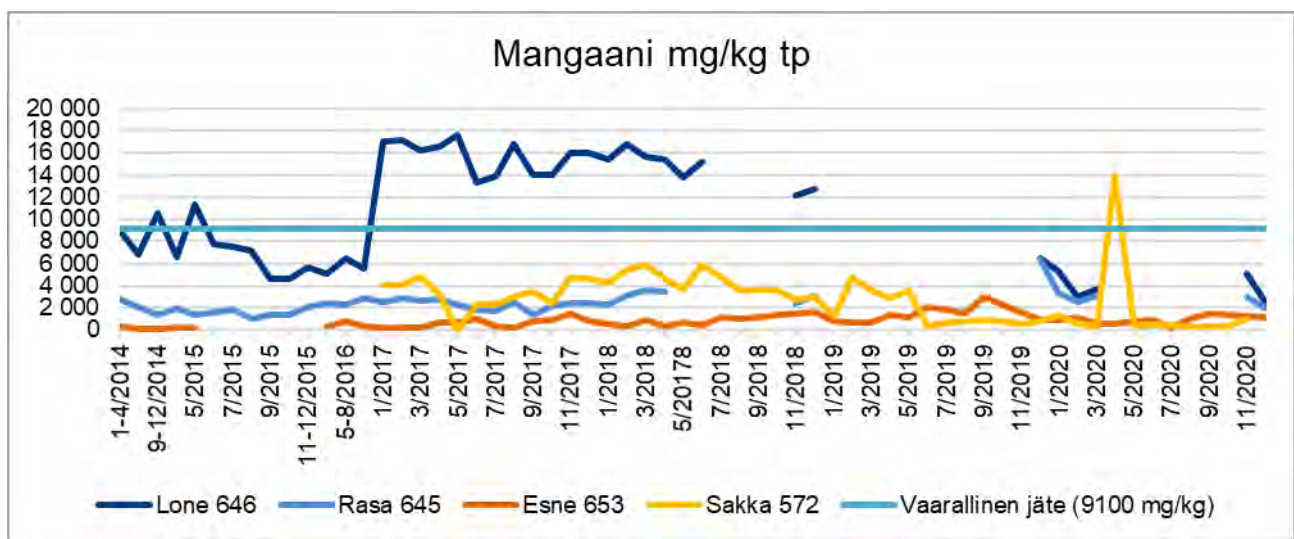
Kuva 3-13. Sakkejakeiden kuukausinäytteiden mangaanipitoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010-2020.



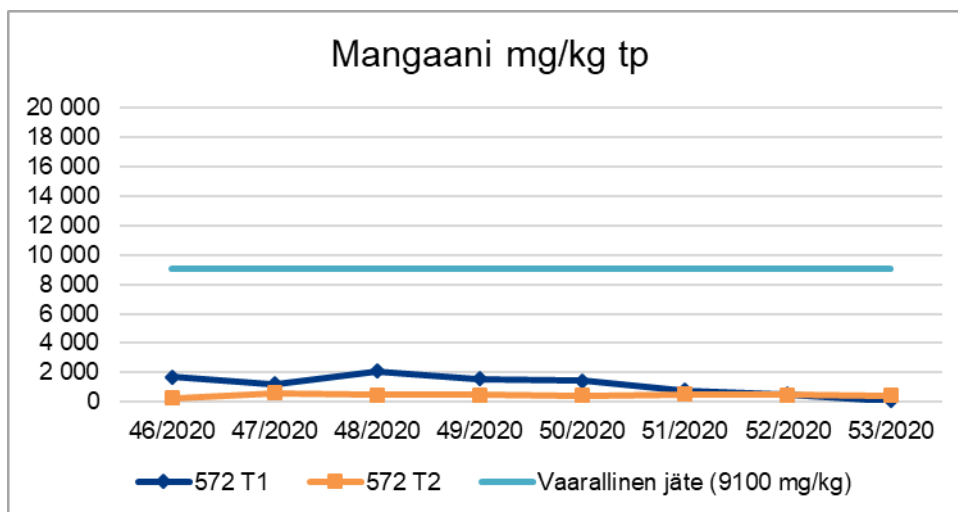
Kuva 3-14. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden mangaanipitoisuudet kuivapainona vuonna 2020.

Mangaaniyhdisteiden osalta CLP-asetuksessa alin vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo on annettu mangaanisulfaatile (25 000 mg/kg tp), joka on mangaani-ionin pitoisuudeksi laskettuna 9100 mg/kg tp. Raja-arvo perustuu mangaanisulfaatin pitkäaikaisiin haittavaikutuksiin vesieliöille. (CLP-asetus, Euroopan Unioni 2008)

Tuorepainoksi muutettu mangaanipitoisuus loppuneutralointisakassa (646) vaihteli välillä 2380-5270 mg/kg tp ja rautasakassa (645) 1923-3388 mg/kg tp. Esineutralointisakassa (653) pitoisuudet vaihtelivat välillä 181 - 1546 mg/kg tp. Kyseisissä jakeissa vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo alittui kaikkien tutkittujen näytteiden osalta. Vesienkäsittelysakan (572) kuukausinäytteissä mangaanipitoisuus vaihteli välillä 332-13940 mg/kg tp. Vaarallisen jätteen raja-arvo alittui muissa näytteissä, mutta ylittyi huhtikuun näytteessä. Huhtikuun näytteen kohonnut pitoisuus tuorepainoksi laskettuna on seurausta kyseisen näytteen korkeasta kuiva-ainepitoisuudesta. Kuivapainoa kohden määritetty mangaanipitoisuus oli samaa suuruusluokkaa kuin muina kuukausina. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä mangaanipitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 84-2088 mg/kg tp ja jakeen 572 T2 osalta välillä 256-594 mg/kg tp. Viikkonäytteissä vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo alittui kaikilta osin. Mangaanipitoisuuksien kehitys tuorepainoa kohti vuosina 2014-2020 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 3-15, kuva 3-16).

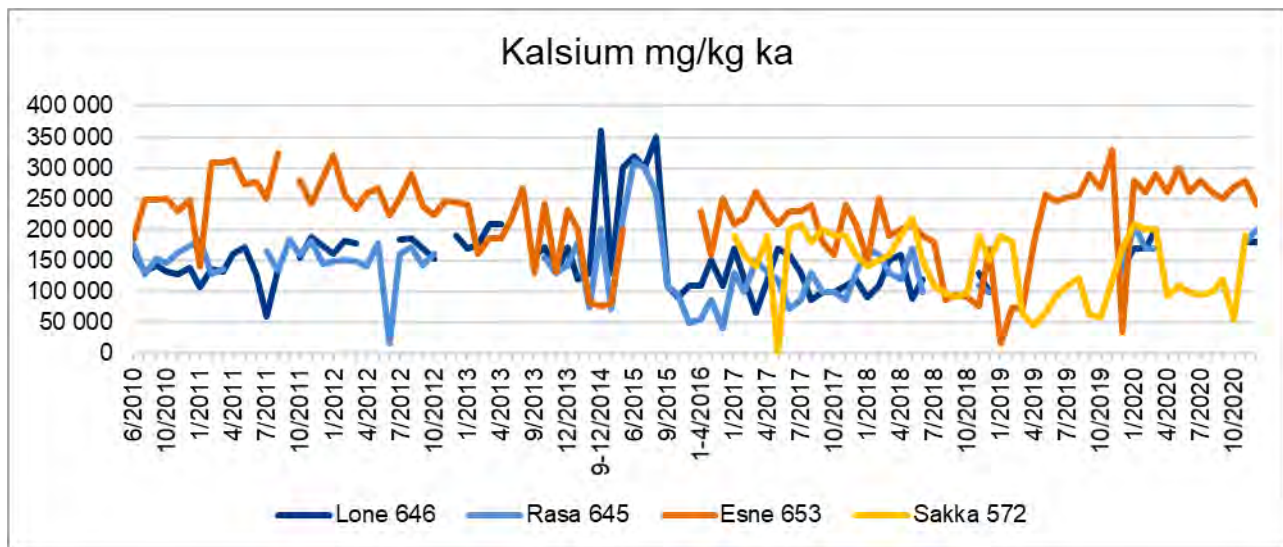


Kuva 3-15. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden mangaanipitoisuudet tuorepainoa kohti 2014–2020, sekä vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo.

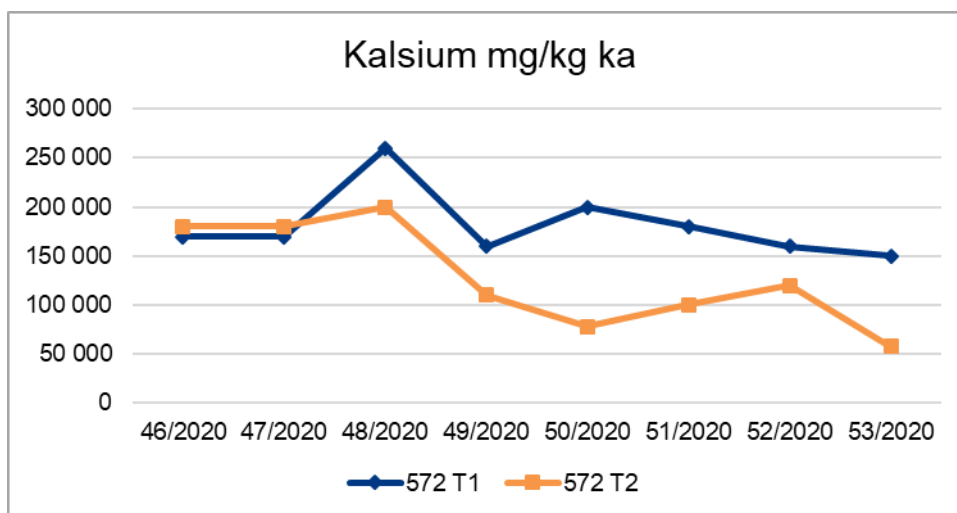


Kuva 3-13. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden mangaanipitoisuudet kuiva- ja tuorepainona vuonna 2020.

Kalsiumin pitoisuudet vaihtelivat loppuneutralointisakassa vuonna 2020 välillä (170000-200000 mg/kg ka) ja rautasakassa (170000–210000 mg/kg ka), ollen molemmissa jakeissa jonkin verran korkeampaa tasoa kuin vuonna 2019. Esineutralointisakassa kalsiumpitoisuudet olivat samalla tasolla aiempiin vuosiin nähden (240000-300000 mg/kg ka). Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä kalsiumpitoisuudet vaihtelivat välillä 55000-210000 mg/kg ka, ollen niin ikään samaa tasoa kuin edellisinä vuosina. Vesienkäsittelysakan näytteissä kalsiumpitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 150000-260000 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 58000-200000 mg/kg ka. Kalsiumpitoisuuksien kehitys vuosina 2010–2020 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 3-14, Kuva 3-15). Kalsiumin yhdisteistä sakoissa todennäköisimmin esiintyvää kalsiumsulfaattia ei ole CLP -asetuksen mukaan luokiteltu vaaralliseksi aineeksi, joten kalsiumpitoisuus ei ole merkityksellinen jätejakeiden vaaraominaisuuksien arvioinnin kannalta.

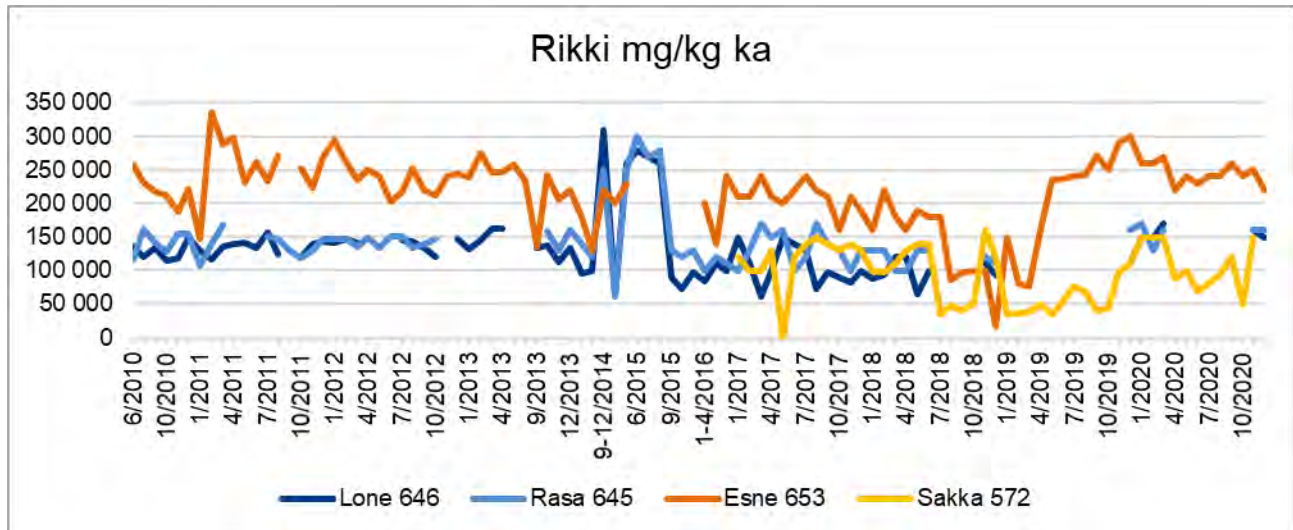


Kuva 3-14. Näytteiden kalsiumpitoisuudet vuosina 2010–2020.

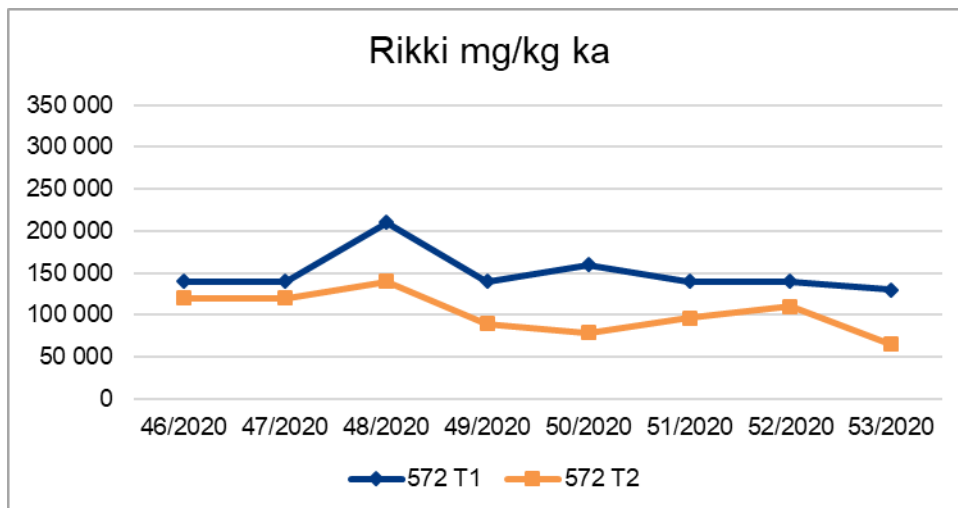


Kuva 3-14. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden kalsiumpitoisuudet kuivapainona vuonna 2020.

Vuonna 2020 rikkipitoisuus vaihteli loppuneutralointisakan kuukausinäytteissä välillä 150000-170000 mg/kg (ka), ja rautasakan kuukausinäytteissä vastaavasti välillä 130000-170000 mg/kg ka. Molemmissa jakeissa pitoisuudet olivat edellisten tarkkailuvuosien vaihteluvälillä (kuva 3-15). Myös esineutralointisakassa rikkipitoisuudet (220000-270000 mg/kg ka) olivat samalla tasolla kuin aiempina vuosina. Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä rikkipitoisuudet vaihtelivat välillä 49000-150000 mg/kg ka, ollen samaa luokkaa kuin vuosina 2017-2019. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä rikkipitoisuudet vaihtelivat jakeen 572 T1 osalta välillä 130000-210000 ja jakeen 572 T2 osalta välillä 65000-140000 mg/kg ka. Sakkajakeiden rikkipitoisuuksien kehitys vuosina 2010–2020 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 3-15, kuva 3-16).



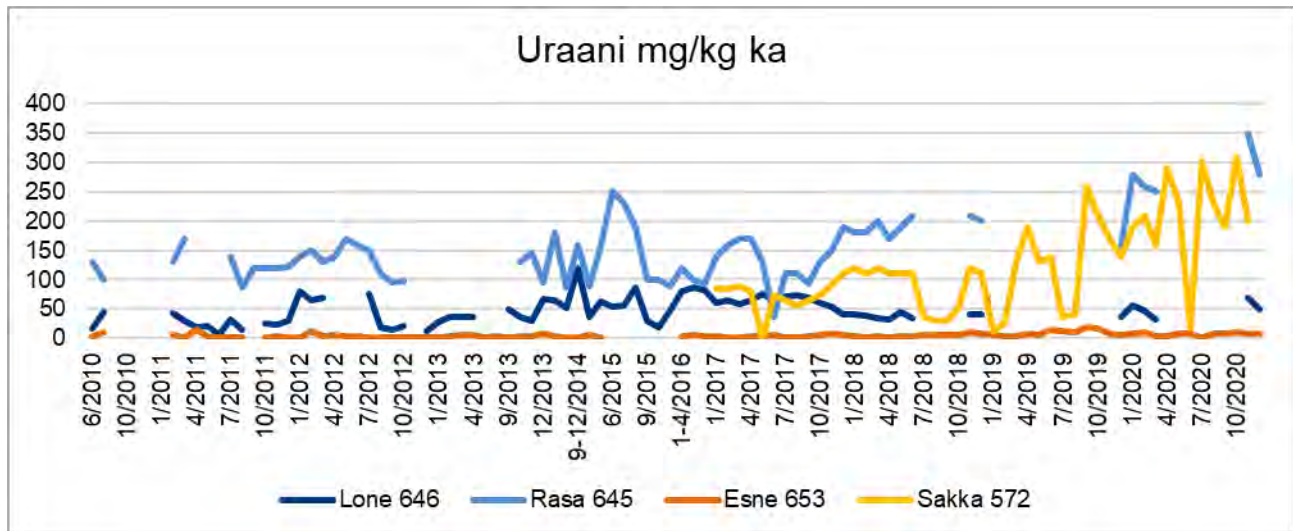
Kuva 3-15. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden rikkipitoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2020.



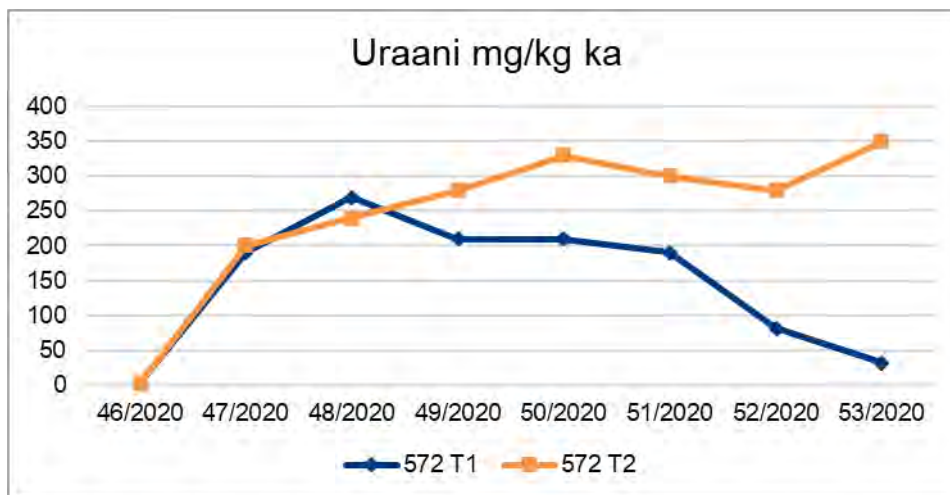
Kuva 3-16. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden rikkipitoisuudet kuivapainona vuonna 2020.

Rautasakan (645) ka vesienkäsittelysakan (572) kuukausinäytteiden uraanipitoisuuksissa on havaittavissa hiljalleen nouseva trendi (kuva 3-17). Loppuneutralointisakan (646) ja esineutralointisakan (653) uraanipitoisuudet sen sijaan ovat pysytelleet samalla tasolla vuosina 2010-2020. Vuonna 2020 uraanin pitoisuus vaihteli loppuneutralointisakassa välillä 33-70 mg/kg ka, rautasakassa välillä 250-350 mg/kg ka, esineutraloin-

tisakassa välillä 1,4-11 mg/kg ka ja vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä välillä 17-310 mg/kg ka. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä uraanipitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 1,7-270 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 1,6-310 mg/kg ka. Uraanipitoisuuksien kehitys vuosina 2010–2020 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 3-17, kuva 3-18).



Kuva 3-17. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden uraanipitoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2020.



Kuva 3-18. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden uraanipitoisuudet kuivapainoa kohti vuonna 2020.

Raudan pitoisuus loppuneutralointisakassa vaihteli välillä 53000-140000 mg/kg ka, ollen samalla tasolla aiempiin vuosiin 2014-2019 verrattuna. Rautasakan rautapitoisuus vaihteli välillä 24000-36000 mg/kg ka, ollen samaa tasoa kuin vuosina 2014-2019. Joulukuussa 2019 todetun aikaisempaa korkeamman pitoisuuden (56 000 mg/kg ka) jälkeen raudan pitoisuus oli palautunut aikaisemmalle tasolle. Esineutralointisakassa raudan pitoisuudet (2100-6400 mg/kg ka) olivat laskeneet vuonna 2019 todetuista aikaisempaa korkeammista pitoisuuksista, ollen nyt samaa tasoa kuin vuosina 2014-2018. Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä rautapitoisuudet vaihtelivat hieman alemmalla tasolla (20000-56000 mg/kg ka) kuin vuonna 2019, ja olivat samaa

tasoa kuin vuosina 2017-2018. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä rautapitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 17000-55000 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 15000-32000 mg/kg ka.

Koboltin pitoisuus loppuneutralointisakassa vaihteli välillä 2,4-6,3 mg/kg ka ja rautasakassa välillä 4,6-6,4 mg/kg ka. Molemmissa jakeissa rautapitoisuus oli samalla vaihteluvälillä vuosiin 2016-2019 verrattuna. Esi-neutralointisakan kobolttipitoisuudet vaihtelivat välillä 2,2-43 mg/kg ka, jotka olivat samalla tasolla kuin vuosina 2016-2019 lukuun ottamatta helmikuussa todettua, muita kuukausia korkeampaa pitoisuutta (43 mg/kg ka). Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteiden kobolttipitoisuudet vaihtelivat välillä 27-410 mg/kg ka, ollen samaa tasoa kuin vuosina 2017-2018. Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä kobolttipitoisuudet vaihtelivat jakeen 572 T1 osalta välillä 6,7-42 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 66-360 mg/kg ka.

Kromipitoisuudet olivat kaikissa sakkajakeissa alhaisia. Loppuneutralointisakassa kromin pitoisuus vaihteli välillä <2-2,3 mg/kg ka, ollen vuosien 2016-2019 vaihteluvälillä. Rautasakan kromipitoisuus vaihteli välillä 26-41 mg/kg ka, ollen samaa tasoa kuin vuosina 2010-2013 ja 2019. Vuosina 2014-2018 kromipitoisuus on ollut hieman korkeampaa tasoa. Esi-neutralointisakan kromipitoisuus vaihteli välillä <2-3 mg/kg ka, ollen samaa tasoa kuin vuosina 2010-2019. Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteiden kromipitoisuudet olivat samaa tasoa kuin vuosina 2017-2019 ja vaihtelivat välillä 2,5-24 mg/kg ka. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä kromipitoisuus vaihteli välillä 4,3-20 mg/kg ka jakeen 572 T1 osalta ja välillä 3,5-9,2 mg/kg ka jakeen 572 T2 osalta.

3.2 Muut ominaisuudet

Kaatopaikka-asetuksen (Vna 331/2013) liitteessä 3 on esitetty pysyvän jätteen, tavanomaisen jätteen ja vaarallisen jätteen kaatopaikoille hyväksyttävien jätteiden kelpoisuusvaatimukset. Seuraavassa on verrattu jättejakeista analysoidun hehkutushäviön, orgaanisen hiilen kokonaismäärän (TOC) sekä pH:n arvoja kaatopaikkakelpoisuuskriteereihin. Esi-neutraloinnin sakasta ja vesienkäsittelysakasta määritetään lisäksi haponneutralointikapasiteetti ANC.

Kuiva-aineen pitoisuus loppuneutralointisakan näytteissä vaihteli välillä 8,5-15,5 % (v. 2019: 20,9 %, v. 2018: 51-57 %) ja rautasakan näytteissä välillä 22-38 % (v. 2019: 29 %, v. 2018: 40-52 %). Ennen vuotta 2017 kuiva-ainepitoisuudet ovat olleet matalampia kuin nykyisin näytteiden esikäsittelystä johtuen. Esi-neutralointisakan näytteissä kuiva-ainepitoisuudet olivat 53-61 % ja vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä kuiva-ainepitoisuus vaihteli välillä 0,4-17 %. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteet olivat pääasiassa hyvin vesipitoisia, kuiva-ainepitoisuuden vaihdella välillä 0,7-7,7 % (572 T1) ja 0,4-1,4 % (572 T2). Vesienkäsittelysakan huhtikuun kuukausinäytteen kuiva-ainepitoisuus (17 %) oli poikkeavan korkea muihin näytteisiin verrattuna. Tammi-maaliskuun ja touko-marraskuun näytteiden kuiva-ainepitoisuuden vaihteluväli oli 0,4-6 %, Terrafamen omassa laboratorioissa tehtyjen määritysten perusteella kuiva-ainepitoisuudessa ei ollut juurikaan poikkeavuutta huhtikuussa. Alkukuusta kuiva-ainepitoisuus oli hieman koholla, mikä voi johtua maaliskuisen Rasa-alitteen ajon vaikutuksesta. Eurofin sin laboratorioissa huhtikuun näytteestä mitattu kuiva-ainepitoisuus voi olla virheellinen, mutta tulosta ei pystytty enää tarkistamaan.

Orgaanisen aineen osuutta kuvaava hehkutushäviö vaihteli loppuneutralointisakassa välillä 6,7-9,4 % ja rautasakassa 8,8-20 %. Esi-neutralointisakassa hehkutushäviö vaihteli välillä 0,6-4,2 % ja vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä välillä 8,5-14 %. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä hehkutushäviö vaihteli välillä 4,9-8,8 % (572 T1) ja 1,0-44 % (572 T2). Vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle hehkutushäviön raja-arvo on 10 % tai vaihtoehtoisesti sovelletaan TOC-rajaa 6 %. Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä raja-arvo 10 % ylittyi huhti-, touko-, kesä-, heinä- ja marraskuun näytteessä, ja joulukuussa pitoisuus sivusi raja-arvoa. Elokuussa hehkutushäviötä ei voitu määrittää näytteen vähäisestä kuiva-ainepitoisuudesta johtuen. Vesienkäsittelysakan jakeen 572 T2 viikkonäytteissä raja-arvo 10 % ylittyi viikoilla 46-50.

Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC) oli kaikissa vuoden 2020 loppuneutralointisakan, rautasakan ja esi-neutralointisakan kuukausinäytteissä hyvin pieni, alittaen laboratorion määritysrajan <0,5 %. Myös vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä TOC-pitoisuudet olivat alhaisia, ja määritysraja <0,5 % ylittyi vain touko- ja elokuun näytteissä (0,52-0,54 %). Kaikissa vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä pitoisuus alitti määritysrajan <0,5% sekä jakeen 572 T1 että jakeen 572 T2 osalta. Pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvo on 3 %, eli orgaanisen hiilen kokonaismäärät kaikissa jättejakeissa olivat pieniä.

Liukoisuustestin suodoksen pH-arvot vaihtelivat vuoden loppuneutralointisakan kuukausinäytteissä välillä 8,6-10,5, rautasakassa välillä 6,8-7,4 ja esi-neutralointisakassa 2,8-4,2. pH-arvot olivat edellisvuosien 2014-2019 tasolla. Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteiden pH-arvo vaihteli välillä 7,0-8,9 ja vesienkäsittelysakan jakeen 572 T1 viikkonäytteissä välillä 7,5-8,8. Vesienkäsittelysakan jakeen 572 T2 viikon 48 kokoomanäytteessä pH

oli 9,5. Tavanomaisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavan jätteen pH:n tulee kaatopaikka-asetuksen mukaan olla >6. Tämä pH-arvo ylittyi muiden jakeiden paitsi esineutralointisakan v. 2020 näytteissä.

Haponneutralointikapasiteetti (ANC) määritetään esineutralointisakasta ja vesienkäsittelysakasta. Vuonna 2020 ANC-määrittäminen esineutralointisakan osalta vain tammi- ja toukokuun kokoomanäytteille, joiden pH oli vähintään 4,0. Muiden kuukausien näytteille määrittäminen ei tehty, koska näytteiden pH oli <4, eli näytteillä ei ollut haponneutralointikapasiteettia. Sekä tammi-, että huhtikuun näytteen haponneutralointikapasiteetti oli alle laboratorion määrittämissä rajat (<0,1 ja <0,01 mol H⁺/kg ka). Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteiden osalta ANC-määrittäminen ei voitu tehdä huhti-, touko-, heinä- ja elokuun näytteistä niiden vähäisen kiintoainemäärän vuoksi. Tutkituilla osin vesienkäsittelysakan kuukausinäytteiden ANC oli kohtalaisen korkea, vaihdellen välillä 5,2-8,9 mol H⁺/kg ka. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteiden ANC oli myös korkeaa tasoa, vaihdellen välillä 7,4-10 mol H⁺/kg ka jakeessa 572 T1 ja 8,3-10,1 mol H⁺/kg ka jakeen 572 T2 osalta.

Tarkkailuohjelman mukaan loppuneutralointisakasta (646), rautasakasta (645) ja vesienkäsittelysakasta (572) tehdään vuosittain radioaktiivisuusmäärittäksiä. Radioaktiivisuusmäärittäminen on tehty kokoomanäytteistä, jotka on koostettu kuukausittain määrittämisen jälkeen yli jääneistä kuukausinäytteistä. Vuoden 2019 vuosikokoomanäytteistä radioaktiivisuusmäärittäminen ei voitu tehdä vähäisten näytemäärien vuoksi. Rautasakkaa- ja loppuneutralointisakkaa muodostui niin vähän, että näytteitä ei kuukausittain määrittämisen jälkeen jäänyt yli vuosikokoomia varten. Vesienkäsittelysakan näytteissä kiintoainepitoisuus oli niin pieni, että laskeuttamisesta huolimatta ja kuukausikokoomien jälkeen näytettä ei ollut tarpeeksi analyysia varten. Vuosien 2014-2018 radioaktiivisuusmäärittämisen tulokset on esitetty vuoden 2019 raportissa (Ramboll Finland Oy 2020). Vuoden 2020 tulokset eivät olleet vielä saatavilla raportin kirjoittamisen aikaan.

4. SAKKAJAKEIDEN LIUKOISUUSOMINAISUUDET

4.1 Liukoisuustestaus ja vertailuarvot

Terrafame Oy:n toiminnassa muodostuvien sakkajakeiden orgaanisen hiilen määrän, pH-arvon sekä jättejakeiden sisältämien aineiden liukoisuusominaisuuksien laatua on seurattu kaatopaikka-asetuksen mukaisten kaatopaikalle sijoitettavien jätteiden kelpoisuusvaatimuksien (Vna 331/2013) mukaisesti. Vuosina 2010-2013 jättejakeiden liukoisuuksia on tutkittu sekä läpivirtaustesteillä eli kolonnikokeilla (CEN/TS 14405:2004) että ravistelutesteillä (SFS-EN 12457-2 ja SFS-EN 12457-3). Vuoden 2014 alusta lähtien liukoisuudet on määritetty tarkkailuohjelman mukaisesti ravistelutesteillä. (Ramboll Finland Oy 2020) Tässä kappaleessa esitetyissä kuvaajissa on huomioitu ainoastaan ravistelutestien tulokset.

Jättejakeiden vesipitoisuus on tarkkailuvuosina 2010-2020 aiheuttanut teknisiä ongelmia muun muassa jättejakeiden liukoisuustestien toteuttamiseen. Kaikilta tarkkailuvuosilta ei ole ollut saatavilla riittäviä tietoja jättejakeiden liukoisuustestien teknisestä toteutuksesta. Tulosten vertailukelpoisuuden kannalta tiedoissa on ollut puutteita muun muassa sen suhteen, miten vesipitoisia jättejakeet ovat olleet, miten ne on esikäsitelty ennen liukoisuustestausa, sekä kuinka paljon näytteisiin on lisätty vettä liukoisuustestissä. Kaikkia testaukseen liittyviä tietoja ei ole ollut saatavilla vuosina 2010-2013. Tästä syystä vuosien 2010-2013 ja vuosien 2014-2020 tarkkailutulokset eivät välttämättä ole keskenään täysin vertailukelpoisia. (Ramboll Finland Oy 2020)

Vuonna 2016 tehdyn määrittämisvertailun jälkeen on todettu parhaaksi menetelmäksi antaa loppuneutralointisakan (646), rautasakan (645) ja vesienkäsittelysakan (572) näytteiden laskeutua laboratoriossa muutama päivä ennen näytteiden käsittelyä. Laskeutuksen jälkeen näytteistä poistetaan dekantoimalla kirkasvesi, minkä jälkeen jättejakekohtaiset näytesangot yhdistetään yhdeksi näytteeksi ja homogenisoidaan sekoittamalla. (Ramboll Finland Oy 2020)

Liukoisuustestit on pääosin toteutettu kaksivaiheisena ravistelutestinä. Teknisten ongelmien (mm. liian vähäinen kiintoainemäärä) vuoksi näytteet eivät ole kaikilta osin soveltuneet testattavaksi 2-vaiheisella ravistelutestillä, minkä vuoksi on sovellettu 1-vaiheista ravistelutestiä:

- Loppuneutralointisakan (646) kokoomanäytteille v. 2014, 2015

- Rautasakan (645) kokoomanäytteille v. 2014, 2015
- Vesienkäsittelysakan (572) kuukausinäytteille v. 2018, 12/2019, 1-3/2020
- Vesienkäsittelysakan (572) viikkonäytteille: 572 T1: vk 46-48/2020 ja 52/2020, 572 T2: vk 48/2020

Esikäsittelystä huolimatta näytteiden kuiva-ainemäärä on ollut ajoittain liian alhainen, jotta näytettä olisi voitu tutkia edes 1-vaiheisella ravistelutestillä:

- Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteistä (572) 7-10/2018 1-11/2019, 4-10/2020
- Vesienkäsittelysakan (572) viikkonäytteistä: 572 T1: vk 53/2020, 572 T2: vk 46-47/2020 ja 49-53/2020

Raportin liitteessä (liite 2) on esitetty koontitaulukot vuoden 2020 liukoisuusmääritysten analyysituloksista.

4.1 Liukoisuusominaisuuksien muutosten seuranta

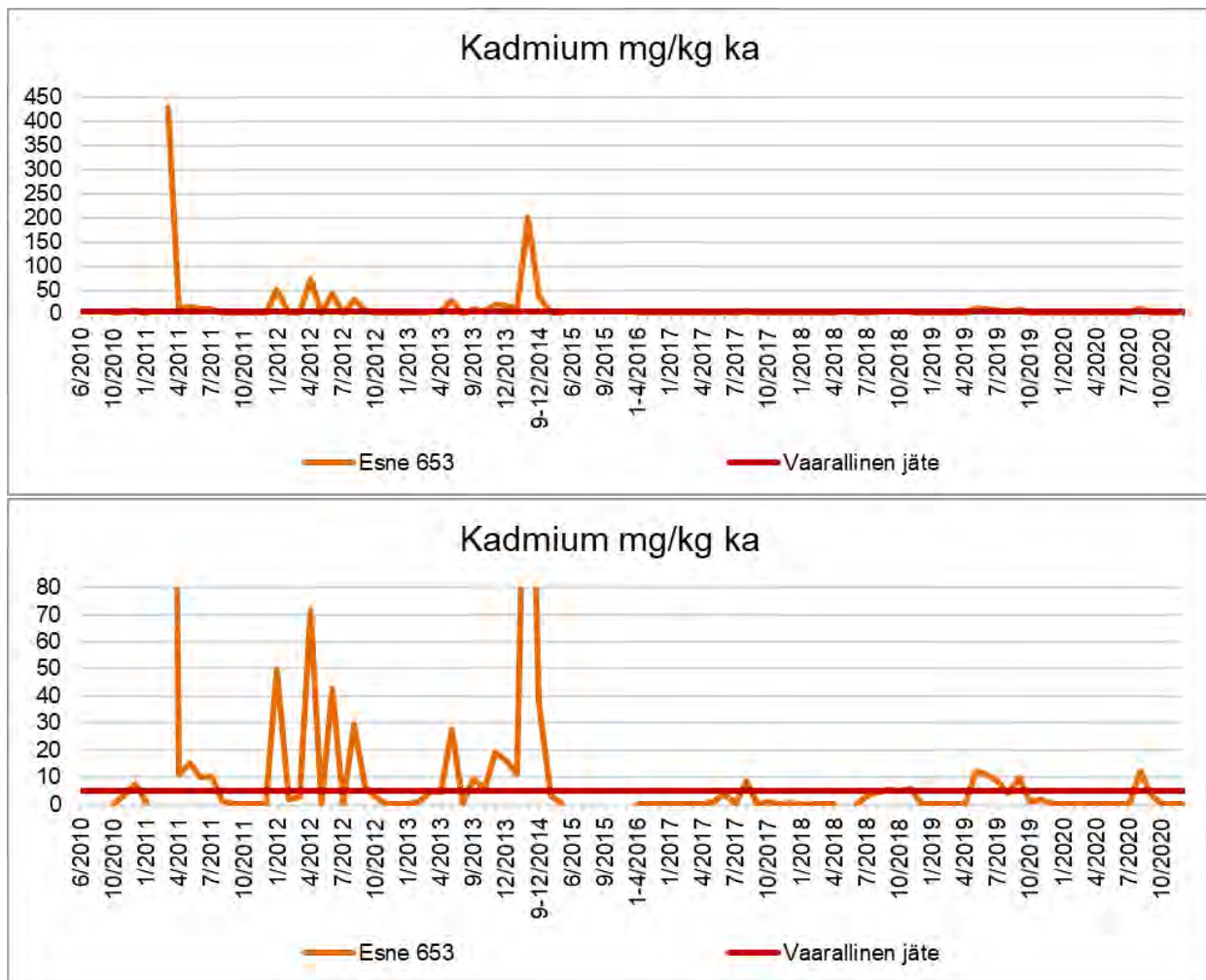
Arseenin liukoisuudet kaikissa jätejakeissa olivat edellisvuosien tapaan alhaisia. Loppuneutralointisakan, rautasakan kuukausinäytteissä sekä vesienkäsittelynsakan kuukausi- ja viikkonäytteissä arseenin liukoinen pitoisuus alitti laboratorion määritysrajan ($<0,01$ mg/kg). Esineutralointisakassa arseenin liukoinen pitoisuus vaihteli välillä $<0,01$ - $0,45$ mg/kg. Sakoissa todetut arseenin liukoiset pitoisuudet näin ollen alittivat pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin $0,5$ mg/kg kaikilta osin.

Bariumin liukoisuudet alittivat kaikissa jätejakeissa (Lone $0,08$ - $0,36$ mg/kg; Rasa $0,06$ - $0,12$ mg/kg; Esne $0,06$ - $0,25$ mg/kg, 572 kk-näyte $0,17$ - $0,22$ mg/kg, 572 T1 vk-näyte $0,08$ - $0,28$ mg/kg, 572 T2 vk-näyte $<0,01$ mg/kg) pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (20 mg/kg) ja olivat samalla tasolla edellisvuosien liukoisuuksiin verrattuna.

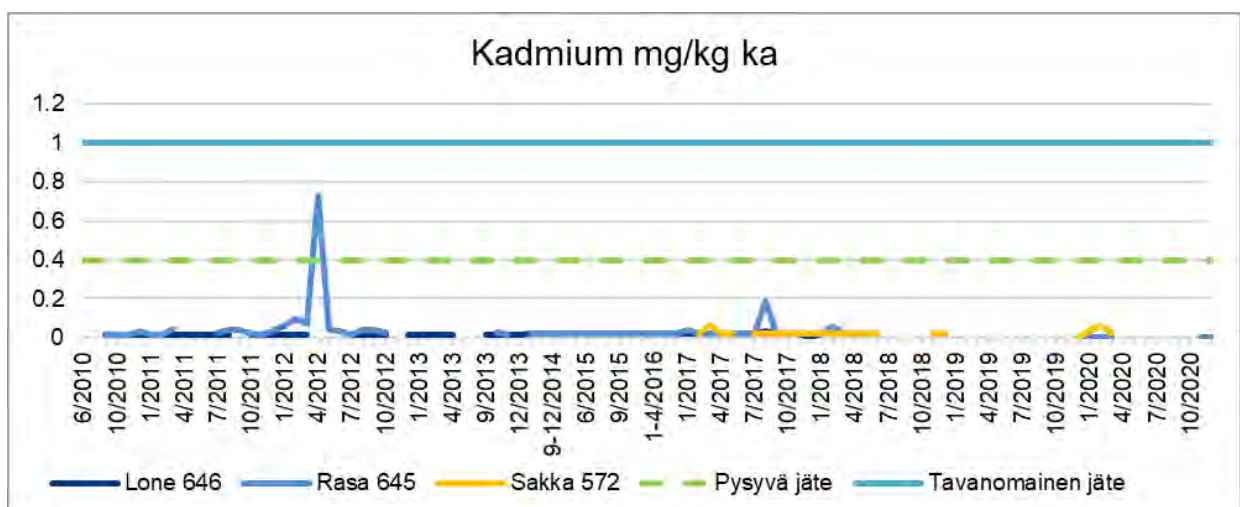
Kadmiumin liukoisuudet loppuneutralointisakassa, rautasakassa ja vesienkäsittelynsakassa olivat edellisvuosien tapaan alhaisia. Loppuneutralointisakassa ja rautasakassa kadmiumin liukoinen pitoisuus alitti laboratorion määritysrajan ($<0,005$ mg/kg) ja siten myös pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ($0,04$ mg/kg) kaikissa tutkituissa näytteissä. Vesienkäsittelynsakan kuukausinäytteissä liukoisen kadmiumin pitoisuus vaihteli välillä $0,01$ - $0,07$ mg/kg, jakeen 572 T1 viikkonäytteissä välillä $0,01$ - $0,03$ mg/kg ja jakeen 572 T2 viikon 48 näytteessä pitoisuus alitti määritysrajan ($<0,005$ mg/kg).

Esineutralointisakassa kadmiumin liukoisuus vaihteli välillä $0,02$ - 12 mg/kg, mikä oli keskimäärin korkeampi kuin aiempien vuosien liukoisuudet. (Kuva 4-2). Esineutralointisakan loka- ja marraskuun näytteissä kadmiumin liukoisuus ylitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ($0,04$ mg/kg) ja elokuun näytteen liukoisuus ylitti tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (1 mg/kg). Touko-heinäkuun välisen ajan ja syyskuun näytteissä liukoinen pitoisuus ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (5 mg/kg).

Kadmiumpitoisuuksien kehitys sakkajakeiden kuukausinäytteissä vuosina 2010-2020 on esitetty seuraavissa kuvissa (kuva 4-1, kuva 4-2).



Kuva 4-1. Esineutralointisakan (653) kuukausinäytteiden kadmiumin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2020 sekä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri.



Kuva 4-2. Loppuneutralointisakan (646), rautasakan (645) ja vesienkäsittelysakan (572) kuukausinäytteiden kadmiumin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2020 sekä pysyvän ja tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri.

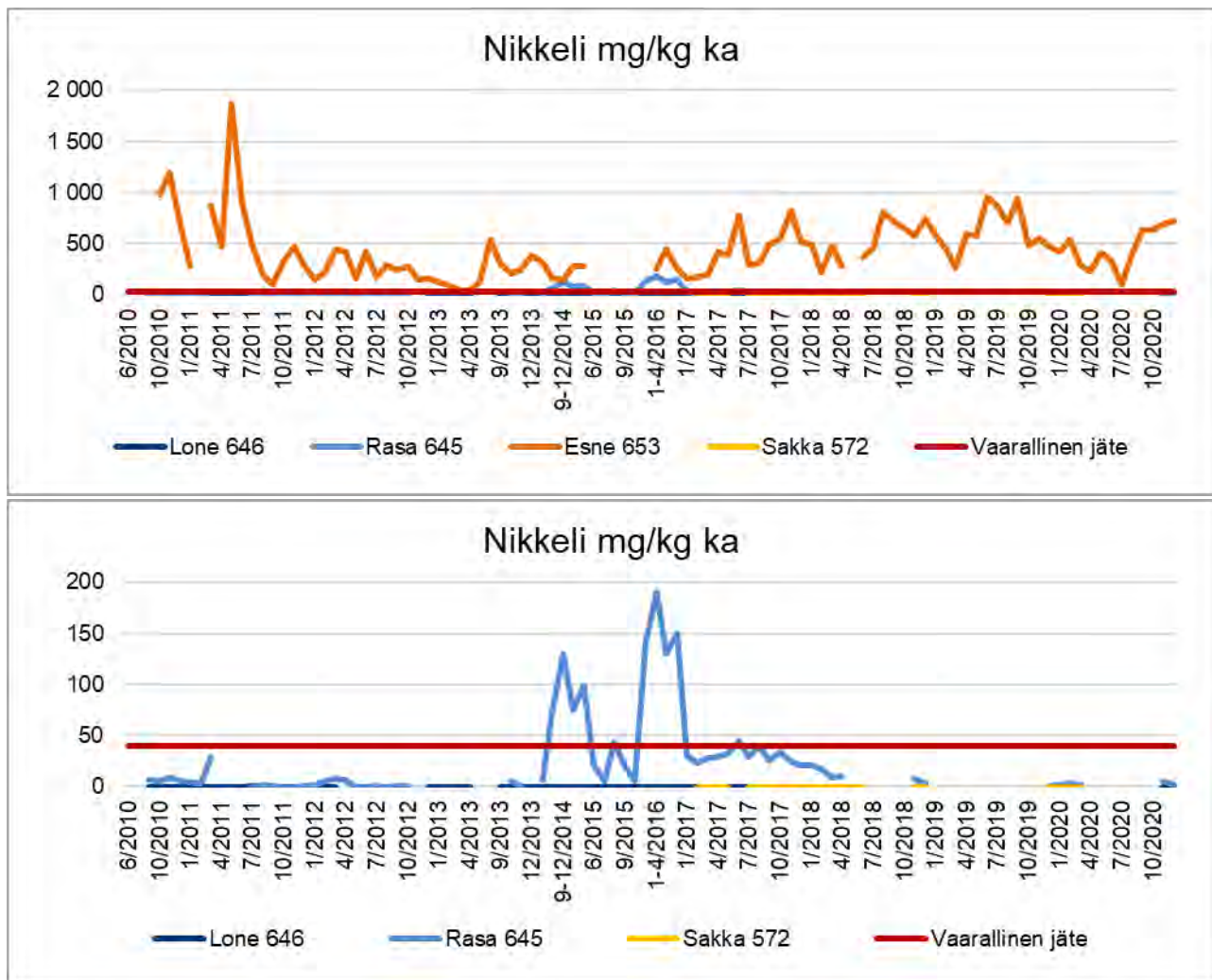
Koboltin liukoisuudet loppuneutralointisakassa, rautasakassa ja vesienkäsittelysakassa olivat edellisvuosien (2010-2019) tapaan hyvin pieniä. Loppuneutralointisakassa pitoisuudet vaihtelivat välillä <0,004-0,005 mg/kg. Rautasakassa, vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä sekä vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä pitoisuudet alittivat kaikilta osin laboratorion määrittämissä raja-arvoissa (<0,005 mg/kg). Esineutralointisakassa koboltin liukoisuus vaihteli pitoisuustasolla 3,6-29 mg/kg ja oli siten edellisvuosien (2014-2019) tasolla. Koboltille ei ole asetettu kaatopaikkasijoitusta ohjaavia kelpoisuuskriteerejä.

Kromin liukoisuudet olivat loppuneutralointisakassa, rautasakassa sekä vesienkäsittelysakan kuukausi- ja viikkonäytteissä hyvin pieniä, ja alittivat lähes kaikissa näytteissä määrittämissä raja-arvoissa (<0,01 mg/kg). Esineutralointisakan liukoisuuden kromin pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,05- 0,38 mg/kg, alittaen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,5 mg/kg) kaikissa näytteissä. Esineutralointisakan liukoisuuden kromin pitoisuudet olivat hieman laskeneet vuodesta 2019.

Kuparin liukoisuudet olivat hyvin alhaista tasoa loppuneutralointisakassa (<0,05-0,14 mg/kg), rautasakassa (<0,05-0,68 mg/kg) ja vesienkäsittelysakassa (kk-näytteet: <0,05-0,24 mg/kg, 572 T1 vk-näytteet: <0,05 mg/kg, 572 T2 vk 48: <0,05 mg/kg). Esineutralointisakan kuparin liukoisuudet vaihtelivat välillä 0,12- 6,9 mg/kg ja elokuussa määritetty muita kuukausia selvästi korkeampi pitoisuus ylitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (2 mg/kg). Muissa näytteissä kyseinen raja-arvo alittui.

Molybdeenin liukoisuudet olivat kaikissa näytteissä edellisvuosien tapaan pieniä ja alittivat pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 0,5 mg/kg (Lone <0,01-0,013 mg/kg; Rasa <0,01 mg/kg; Esne <0,01-0,07 mg/kg, 572 kk-näytteet <0,01-0,029 mg/kg, 572 T1 vk-näyte <0,01-0,34 mg/kg, 572 T2 vk 48 <0,01 mg/kg).

Nikkelin liukoisuudet olivat hyvin pieniä loppuneutralointisakassa (<0,01-0,041 mg/kg) ja vesienkäsittelysakassa (572 kk-näytteet: 0,02-0,048, 572 T1 vk-näytteet: <0,01-0,03 mg/kg, 572 T2 vk 48: 0,028 mg/kg), alittaen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,4 mg/kg). Rautasakassa nikkelin liukoisuus vaihteli välillä 1,8-5,9 mg/kg, ylittäen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin mutta alittaen tavanomaisen jätteen kaatopaikkakriteerin (10 mg/kg). Esineutralointisakassa nikkelin liukoisuudet vaihtelivat välillä 100-720 mg/kg, ja liukoisuudet ylittivät kaikissa näytteissä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 40 mg/kg (Kuva 4-3).



Kuva 4-3. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden nikkelin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2020 sekä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri.

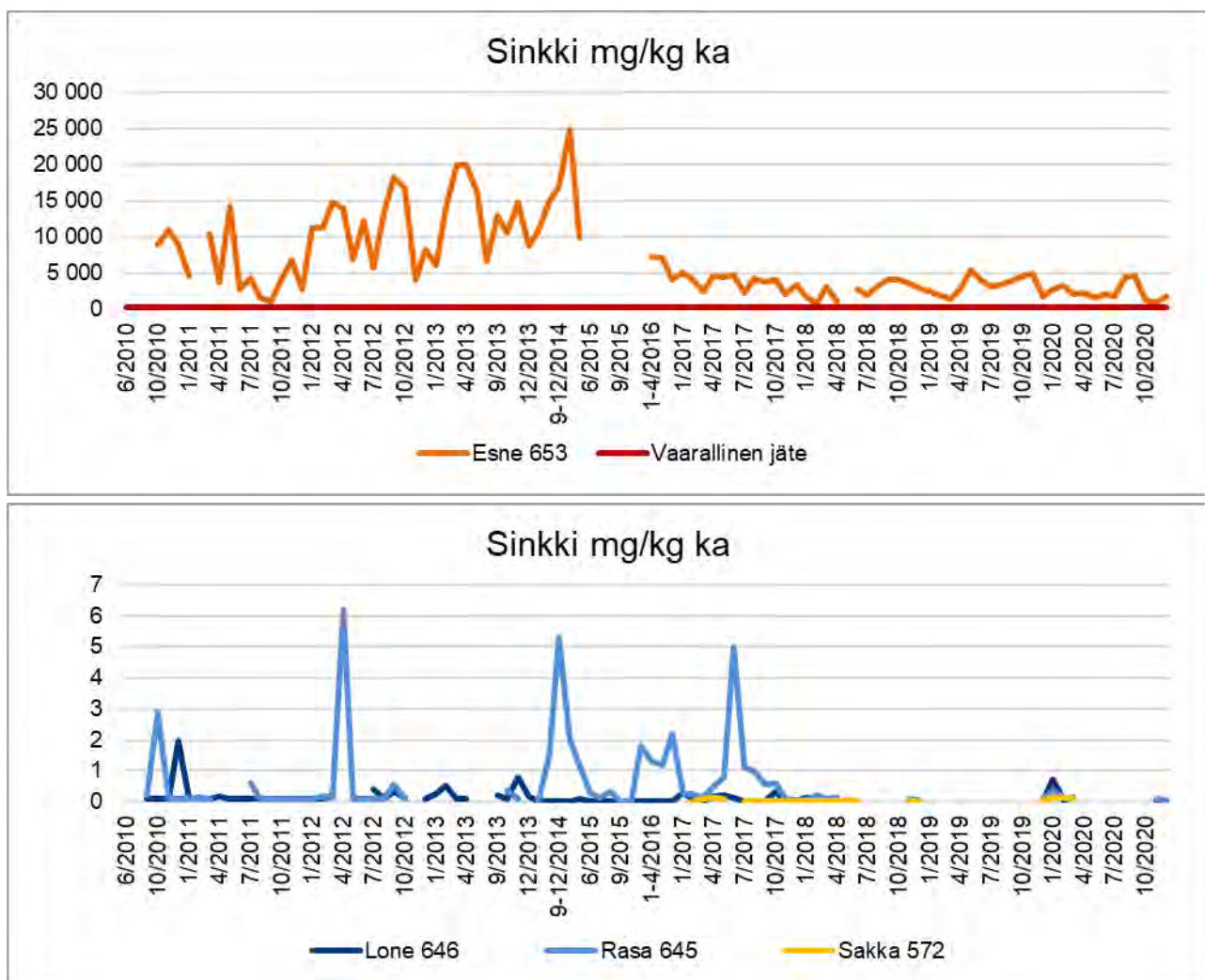
Lyijyn liukoisuudet loppuneutralointisakassa, rautasakassa ja vesienkäsittelysakassa olivat hyvin pieniä, alittaen pääasiassa näytteistä laboratorion määrittämissä 0,005 mg/kg. Esineutralointisakassa lyijyn liukoisuudet (0,01-0,59 mg/kg) olivat samaa luokkaa kuin edellisinä tarkkailuvuosina 2013-2019. Vuonna 2020 sakkajakeiden liukoisuudet lyijyn pitoisuus alitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,5 mg/kg) muilta osin, mutta elokuussa esineutralointisakasta määritetty muita kuukausia korkeampi pitoisuus (0,59 mg/kg) ylitti kyseisen raja-arvon.

Antimonin ja tinan liukoisuudet loppuneutralointisakassa, rautasakassa ja vesienkäsittelysakassa olivat edellisvuosien (2014-2019) tapaan hyvin pieniä ja alittivat laboratorion määrittämissä (0,01 mg/kg). Myös esineutralointisakassa liukoisuudet alittivat määrittämissä lähes kaikissa näytteissä. Heinäkuun näytteessä antimonin liukoinen pitoisuus oli 0,011 mg/kg.

Seleenin liukoisuudet loppuneutralointisakassa ja rautasakassa olivat hyvin pieniä (Lone <0,04 mg/kg, Rasa <0,04-0,066 mg/kg), ja alittivat pysyvän jätteen kelpoisuuskriteerin (0,1 mg/kg). Esineutralointisakan seleenin liukoisuudet (<0,04- 0,31 mg/kg) olivat hieman laskeneet vuosista 2018-2019. Helmi-, syys- ja lokakuussa liukoinen pitoisuus ylitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin mutta alitti tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 0,5 mg/kg. Vesienkäsittelysakassa seleenin liukoisuudet olivat pääosin alhaista tasoa (572 kk-näyte <0,04-0,068 mg/kg, 572 T1 vk-näyte <0,04-0,052 mg/kg, 572 T2 vk 48: 0,27 mg/kg), ja pitoisuudet alittivat pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin muilta osin, paitsi jakeet 572 T2 viikon 48 näytteestä määritetyn pitoisuuden osalta.

Vanadiinin liukoisuudet olivat kaikissa näytteissä alhaisia, kuten aiempina tarkkailuvuosina. Loppuneutralointisakassa ja vesienkäsittelysakassa liukoisuudet alittivat lähes kaikissa näytteissä laboratorion määrittämissä 0,01 mg/kg. Rautasakassa vanadiinin liukoisuus vaihteli välillä 0,034-0,080 mg/kg ja esineutralointisakassa välillä 0,08-3,1 mg/kg. Sekä rautasakassa että esineutralointisakassa todetut liukoisuudet olivat edellisvuosien tasolla.

Sinkin liukoisuudet loppuneutralointisakassa ja vesienkäsittelysakassa olivat edellisvuosien tapaan hyvin pieniä (Lone <0,05-0,72, 572 kk-näytteet 0,078-0,15 mg/kg, 572 T1 vk-näytteet 0,06-0,07 mg/kg, 572 T2 vk 48: <0,05 mg/kg). Myös rautasakassa sinkin liukoisuus oli edellisvuosien tapaan alhainen (<0,05-0,038 mg/kg). Kyseisten jakeiden kaikissa näytteissä sinkin liukoisuus alitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (4 mg/kg). Esineutralointisakassa sinkin liukoisuudet olivat edellisvuosien tapaan korkeampia kuin muissa jakeissa, vaihdellen välillä 950-4600 mg/kg, ja ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 200 mg/kg koko vuoden ajan. Sinkin liukoisuuksien kehitystä sakkajakeiden kuukausinäytteissä on havainnollistettu seuraavassa kuvassa (kuva 4-4).

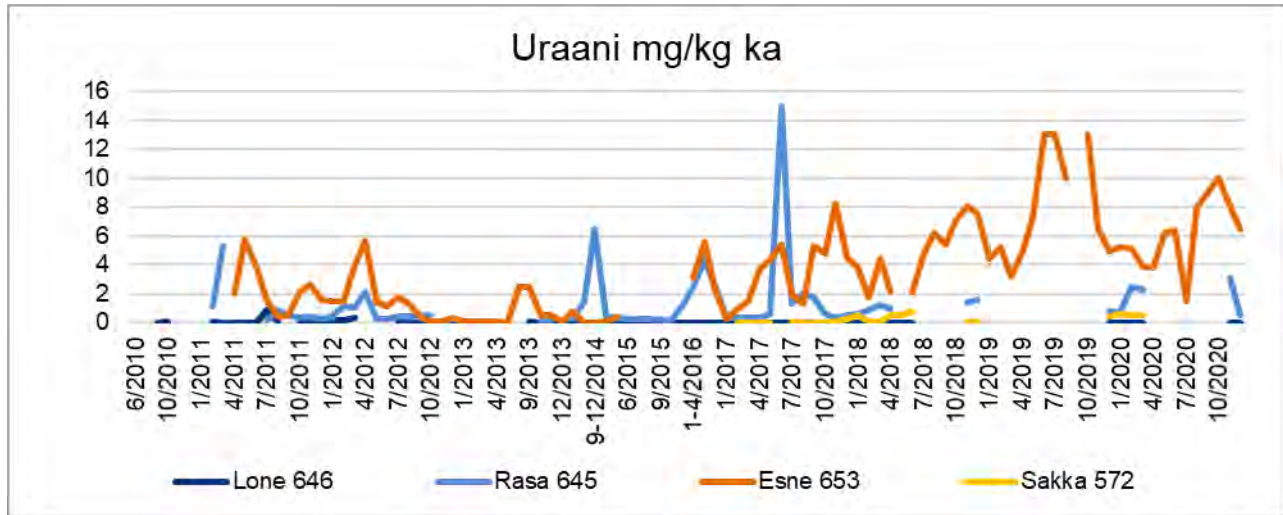


Kuva 4-4 Sakkajakeiden kuukausinäytteiden sinkin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2020 sekä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri.

Elohopean liukoisuudet olivat kaikissa tutkituissa sakkanäytteissä hyvin pieniä, eikä laboratorion määrittämissä 0,004 mg/kg ylittäviä pitoisuuksia todettu. Elohopean liukoisuudet ovat kaikissa jätejakeissa olleet alhaisia tai

alittaneet analyysin määrittämissä myös aiempina vuosina. Pysyvän jätteen kaatopaikan liukoisuuden raja-arvo elohopealle on 0,01 mg/kg.

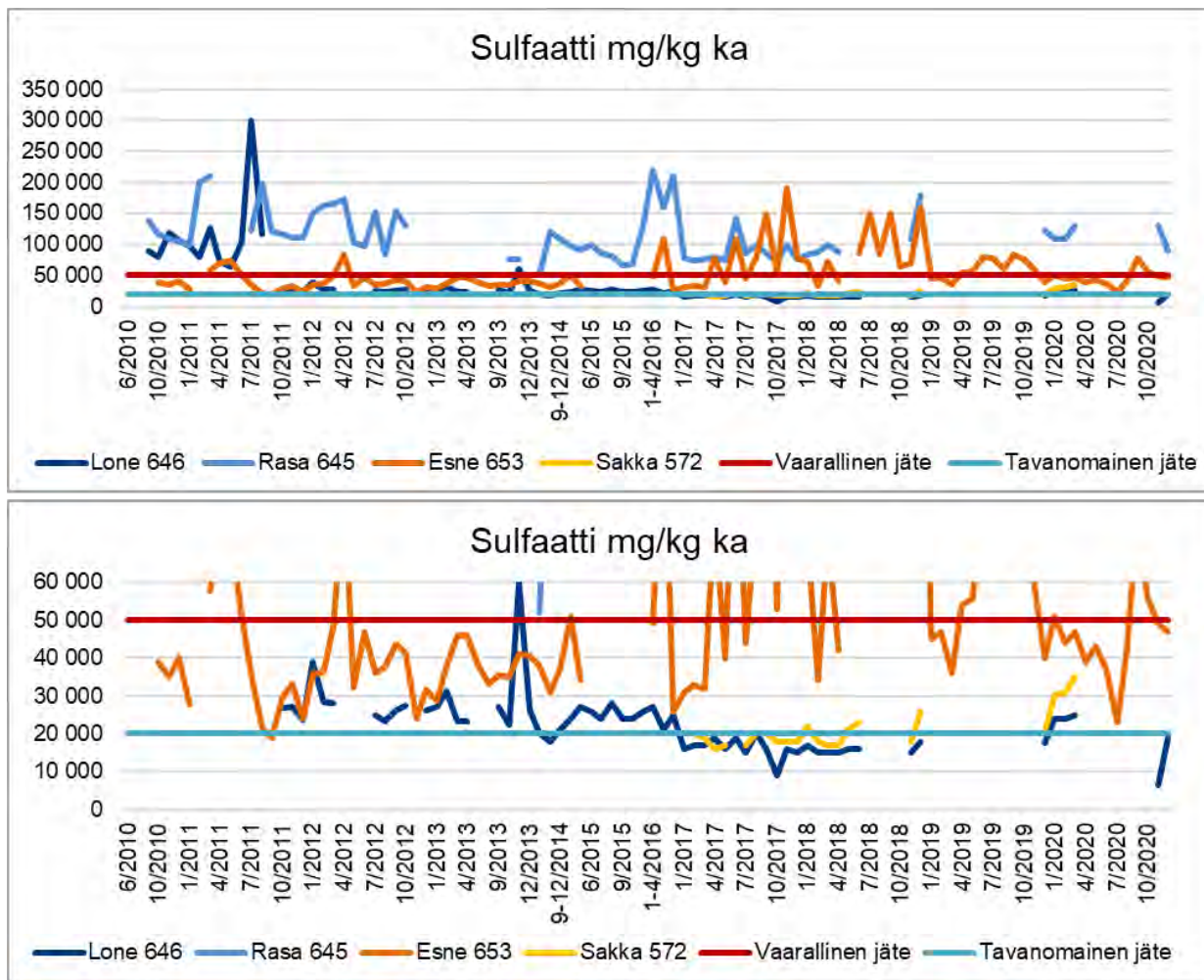
Uraanin liukoisuudet loppuneutralointisakassa olivat hyvin pieniä, eikä laboratorion määrittämissä (0,002 mg/kg) ylittäviä pitoisuuksia todettu. Rautasakassa ja vesienkäsittelysakassa liukoisuuden uraanin pitoisuudet olivat alhaisia ja edellisvuosien pitoisuuksien vaihteluvälillä (Rasa 0,48-3,1 mg/kg, 572 kk-näytteet 0,52-0,70 mg/kg, 572 T1 vk-näytteet 0,33-0,70 ja 572 T2 vk 48: <0,002). Esineutralointisakan liukoisuuden uraanin pitoisuuksissa on havaittavissa lievä nousujohteinen suuntaus vuosina 2010-2020, mutta vuonna 2020 pitoisuudet olivat hieman edellisvuoden tasoa alhaisempia (v. 2020: 1,5-10 mg/kg). Uraanin liukoisuuksien kehitystä sakkajakeiden kuukausinäytteissä on havainnollistettu seuraavassa kuvassa (kuva 4-5).



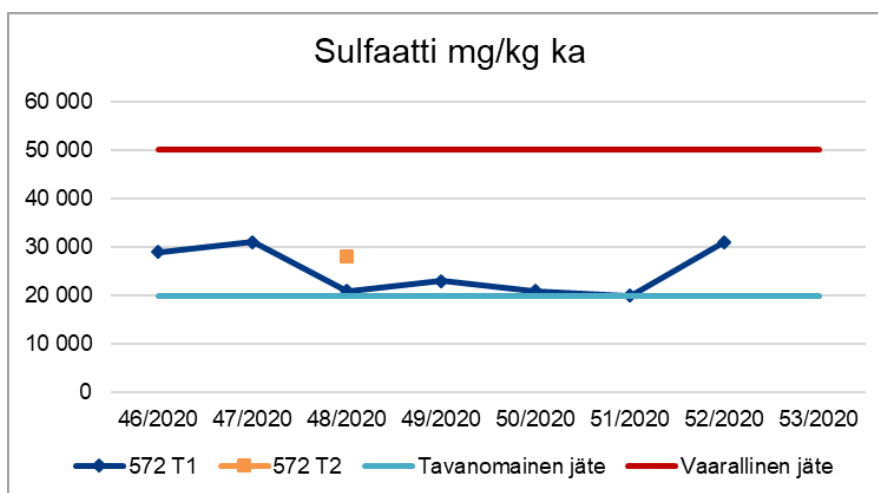
Kuva 4-5 Sakkajakeiden kuukausinäytteiden uraanin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2020.

Sulfaatin liukoisuus on sakkajakeissa ollut tyypillisesti koholla tai korkea, ja kaikissa sakkajakeissa on vuosina 2010-2020 todettu tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ja osin myös vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä. Vuonna 2020 sulfaatin liukoisuus oli edellisvuosien vaihteluvälillä loppuneutralointisakan (6400-25000 mg/kg), rautasakan (89000-130000 mg/kg) ja esineutralointisakan osalta (23000-78000 mg/kg). Vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä sulfaatin liukoisuus sen sijaan kohosi jonkin verran vuosien 2017-2019 tason yläpuolelle (572 kk-näytteet 30000-40000 mg/kg, 572 T1 vk-näytteet 20000-31000 mg/kg, 572 T2 vk 48: 28000 mg/kg) (kuva 4-6).

Loppuneutralointisakan näytteissä sulfaatin liukoisuudet vaihtelivat tavanomaisen kaatopaikan kelpoisuuskriteerin (20 000 mg/kg) molemmin puolin. Vesienkäsittelysakan näytteissä liukoisuus ylitti tavanomaisen kaatopaikan kelpoisuuskriteerin ja alitti vaarallisen jätteen kaatopaikan pitoisuusrajan (50000 mg/kg) kaikkien näytteiden osalta. Esineutralointisakan näytteissä pitoisuus vaihteli vaarallisen jätteen kaatopaikan kelpoisuuskriteerin molemmin puolin, ja rautasakan osalta vaarallisen jätteen kaatopaikan pitoisuusraja-arvo ylittyi kaikissa näytteissä. Sulfaatin liukoisuuksia sakkajakeiden kuukausi- ja viikkonäytteissä on havainnollistettu seuraavissa kuvissa (Kuva 4-6, kuva 4-7).



Kuva 4-6. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden sulfaatin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2020 sekä tavanomaisen ja vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

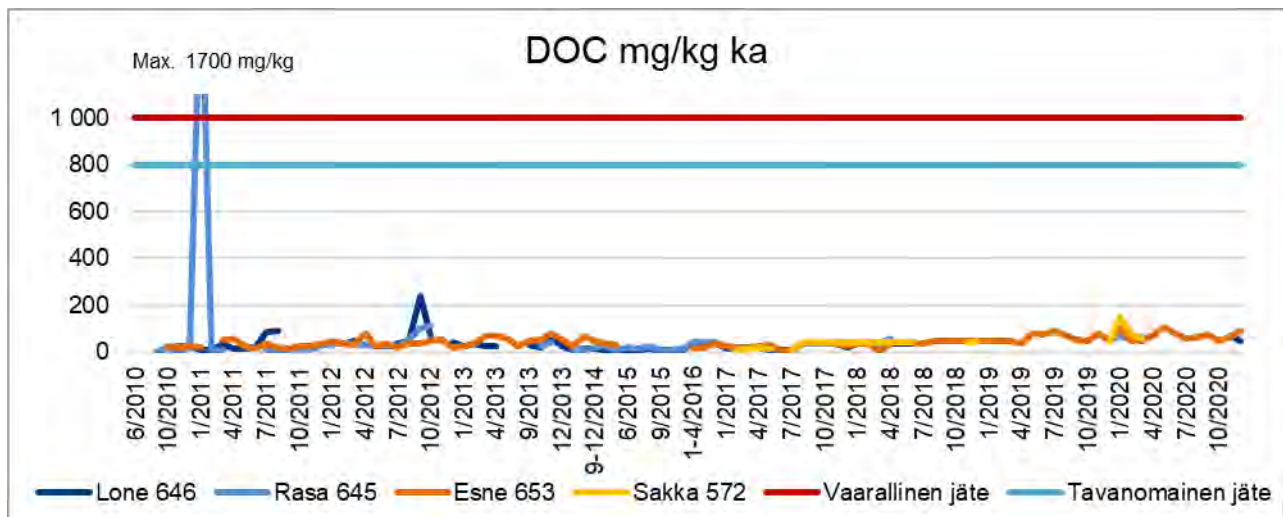


Kuva 4-7. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden sulfaatin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuonna 2020 sekä tavanomaisen ja vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

Kloridin liukoisuudet olivat sakkajakeissa pääosin samaa luokkaa kuin edellisinä tarkkailuvuosina (Lone <50-290 mg/kg, Rasa <50-99 mg/kg, Esne <50-100 mg/kg, 572 kk-näytteet 79-1400 mg/kg, 572 T1 vk-näytteet 73-130 mg/kg, 572 T2 vk 48: 110 mg/kg). Vesienkäsittelysakan tammikuun näytteestä määritetty korkeampi pitoisuus (1400 mg/kg) kohosi muihin tarkkailukertoihin sekä vuosien 2017-2019 tasoon verrattuna selvästi korkeammalle, ja ylitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (800 mg/kg), mutta alitti vastaavan tavanomaisen jätteen kaatopaikoille annetun raja-arvon (15000 mg/kg). Kyseistä näytettä lukuun ottamatta kloridin liukoisuudet alittivat tutkituissa näytteissä pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin selvästi.

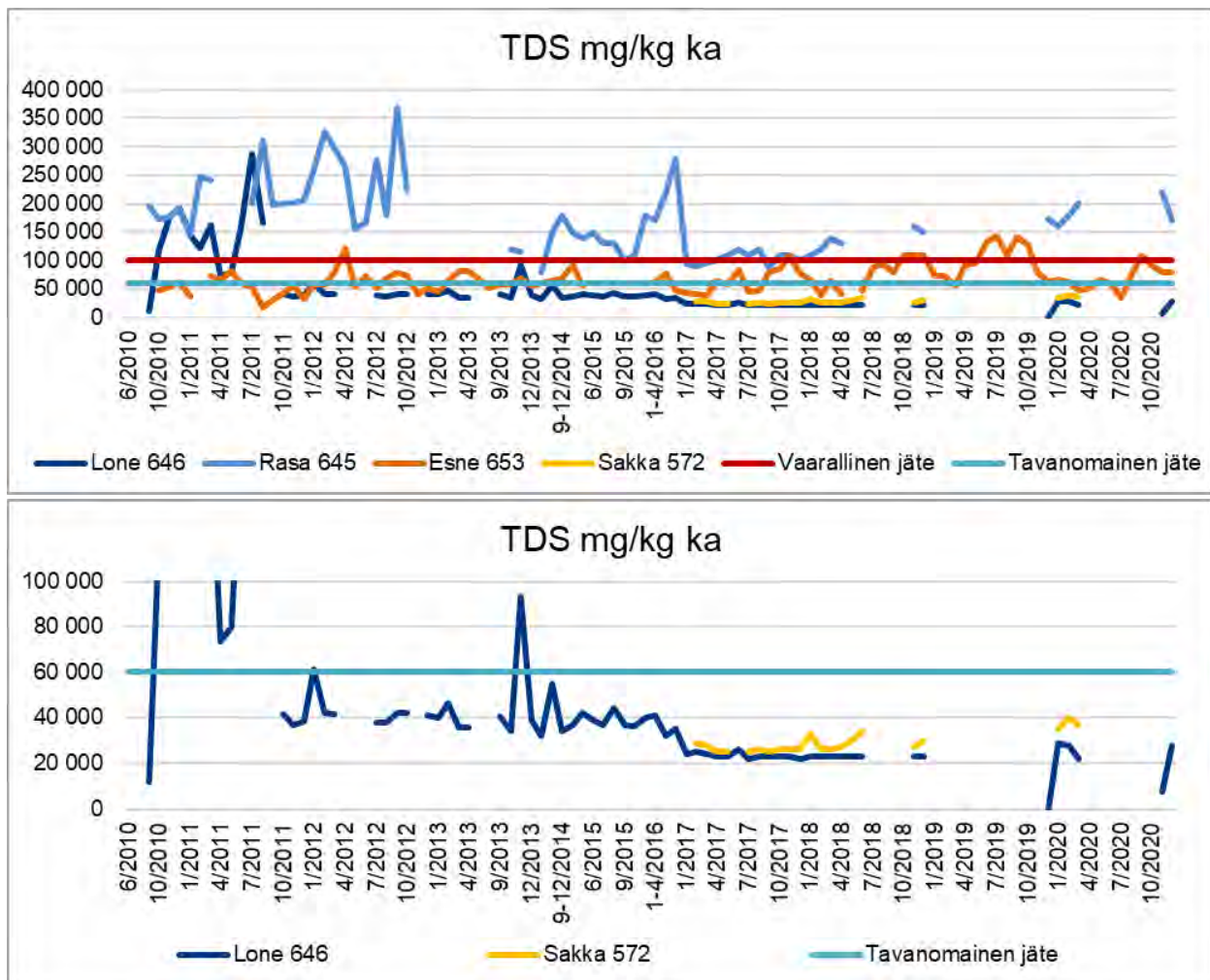
Fluoridin liukoisuudet olivat sakkajakeissa samaa tasoa kuin vuonna 2019, vaihdellen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (10 mg/kg) molemmiin puolin (Lone <5-6 mg/kg, Rasa <5-20 mg/kg, Esne <5-99 mg/kg, 572 kk-näytteet <5-82 mg/kg, 572 T1 vk-näytteet <5-99 mg/kg, 572 T2 vk 48: <5 mg/kg). Pitemmällä aikavälillä tarkasteltuna fluoridin liukoisuus vuosina 2019-2020 on loppuneutralointisakassa ollut alhaisempi kuin vuosina 2013-2016 ja rautasakassa alemmaa tasoa kuin vuosina 2014-2017. Esineutralointisakassa ja vesienkäsittelysakassa liukoisen fluoridin pitoisuus on ollut likimain samaa tasoa koko tarkkailujakson ajan.

Liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet olivat kaikissa sakoissa alhaisia (<50- 150 mg/kg) ja alittivat pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuden kriteerin 500 mg/kg. DOC- pitoisuudet ovat olleet alhaisia myös aikaisempina vuosina, vuonna 2010 rautasakassa mitattua yksittäistä korkeaa pitoisuutta lukuun ottamatta (Kuva 4-8).

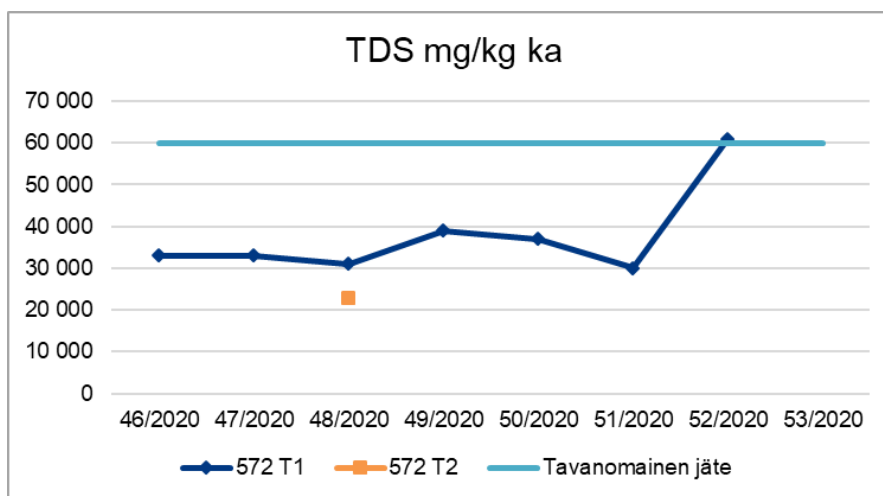


Kuva 4-8. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2020 sekä tavanomaisen ja vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) oli sakkajakeissa edellisvuosien vaihteluvälillä. Loppuneutralointisakassa TDS-arvo on tasoittunut vuosien 2010 ja 2011 jälkeen (kuva 4-9, kuva 4-10). Vuonna 2020 loppuneutralointisakan liuenneiden aineiden kokonaismäärä vaihteli välillä 7400-29000 mg/kg, alittaen tavanomaisen jätteen kaatopaikkakriteerin (60000 mg/kg) mutta ylittäen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (4000 mg/kg). Rautasakassa liuenneiden aineiden kokonaismäärä vaihteli välillä 160000-220000 mg/kg, ylittäen vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Esineutralointisakassa liuenneiden aineiden kokonaismäärä vaihteli välillä 35000-110000 mg/kg, alittaen ajoittain tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin, mutta toisaalta ylittäen vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (100000 mg/kg) syyskuussa. Vesienkäsittelysakassa liuenneiden aineiden kokonaismäärä oli pääosin tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin alapuolella (572 kk-näytteet: 33000-40000 mg/kg, 572 T1 vk-näytteet: 30000-61000 mg/kg, 572 T2 vk 48: 23000 mg/kg), jakeen 572 T1 viikon 52 näytettä lukuun ottamatta (61000 mg/kg).

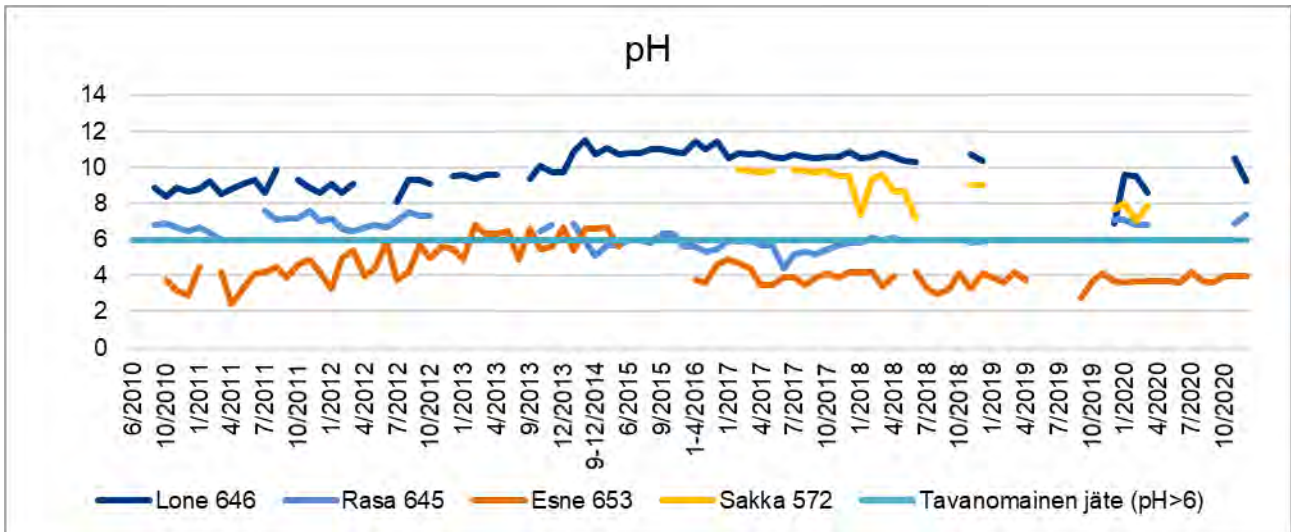


Kuva 4-9. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) kuivapainoa kohti vuosina 2010–2020 sekä tavanomaisen ja vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

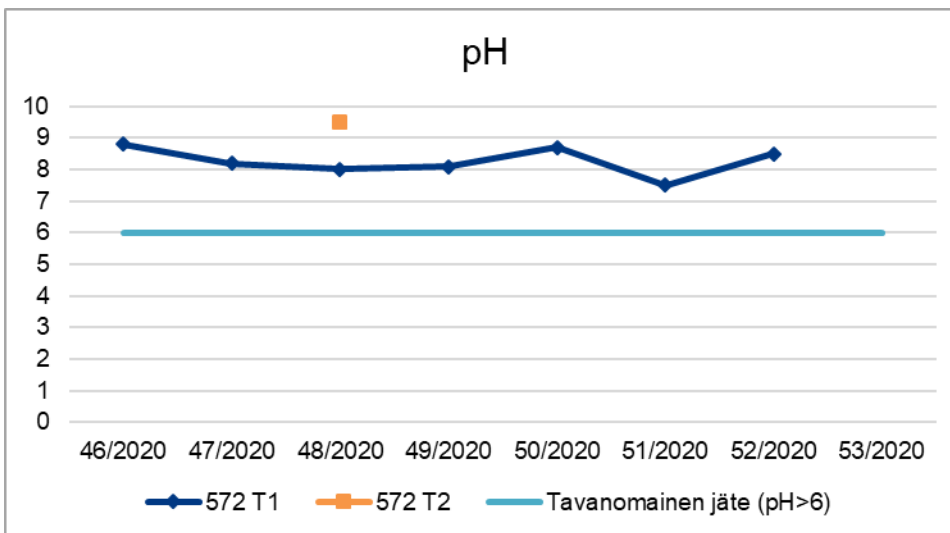


Kuva 4-10. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) kuivapainoa kohti vuonna 2020 sekä tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri.

Liukoisuustestin suodosten pH-arvot olivat vuosien 2017-2019 vaihteluvälillä loppuneutralointisakassa (pH 8,6-10,5), esineutralointisakassa (pH 3,6-4,2) ja vesienkäsittelysakassa (572 kk-näytteet: 7,0-8,9, 572 T1 vk-näytteet: pH 7,5-8,8, 572 T2 vk 48: pH 9,5). Rautasakassa suodosten pH-arvot sen sijaan olivat kohonneet (pH 6,9-7,4), ja olivat nyt tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin mukaisia (pH>6). Kaatopaikkakelpoisuuskriteeri toteutui myös loppuneutralointisakassa ja vesienkäsittelysakassa. Esineutralointisakan suodosten pH ei vuosien 2017-2019 tapaan täyttänyt tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä. Sakkajakeiden suodosten pH-arvojen kehittymistä vuosina 2010-2020 on havainnollistettu seuraavissa kuvissa (kuva 4-11, kuva 4-12).



Kuva 4-11. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden pH-arvot liukoisuuskokeiden suodoksissa vuosina 2010–2020 sekä tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri (pH >6).



Kuva 4-12. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden pH-arvot liukoisuuskokeiden suodoksissa vuonna 2020 sekä tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri (pH >6).

Liukoisuustestien suodosten sähkönjohtavuuden vaihteluväli oli loppuneutralointisakassa 60-270 mS/m, rautasakassa 500-660 mS/m, esineutralointisakassa 240-390, vesienkäsittelynsakan kuukausinäytteissä 280-380 mS/m ja viikkonäytteissä 290-420 mS/m (572 T1) ja 240 mS/m (572 T2). Esineutralointisakassa sähkönjohtavuudet ovat olleet suurin piirtein samaa tasoa koko tarkkailujakson 2010-2020 ajan. Loppuneutralointisakassa ja rautasakassa sähkönjohtavuudet olivat vuonna 2020 vuosien 2018-2019 tasolla ja vesienkäsittelynsakassa tarkkailujakson 2017-2019 tasolla.

5. SIVUKIVEN OMINAISUUDET

5.1 Alkuaineiden kokonaispitoisuudet

Kaivoksella muodostuvan sivukiven laatua on tarkkailtu osana veloitettutarkkailua joulukuusta 2017 saakka. Vuonna 2020 kuukausikokoomanäytteistä määritettyjä alkuaineiden kokonaispitoisuuksia on seuraavassa verrattu joulukuussa 2017 ja vuosina 2018-2019 määritettyihin kokonaispitoisuuksiin. Pääsääntöisesti kaikki kokonaispitoisuudet on esitetty kuiva-ainetta (ka) kohden. Jäteluokituksen kannalta kriittisten aineiden (kupari, nikkeli ja sinkki) osalta pitoisuudet on laskettu myös tuorepainoa kohden, ja pitoisuuksia on verrattu myös vaarallisen jätteen pitoisuusarvoihin. Tulokset on esitetty tärkeimpien parametrien osalta taulukossa 5-1 ja kokonaisuudessaan sivukivinäytteiden vuoden 2020 analyysitulokset kokonaispitoisuuksien osalta on esitetty liitteessä (liite 3).

Sivukivinäytteissä todetut alkuaineiden kokonaispitoisuudet ovat olleet hyvin samankaltaisia tarkkailun aikana. Suurinta vaihtelu on ollut kuparin, mangaanin, sinkin, raudan ja kalsiumin kokonaispitoisuuksissa. Kiviaineksen korkeasta kuiva-ainepitoisuudesta johtuen kuivapainoa ja tuorepainoa kohden ilmoitetut pitoisuudet ovat hyvin lähellä toisiaan, eivätkä vaikuta pitoisuusvertailuun.

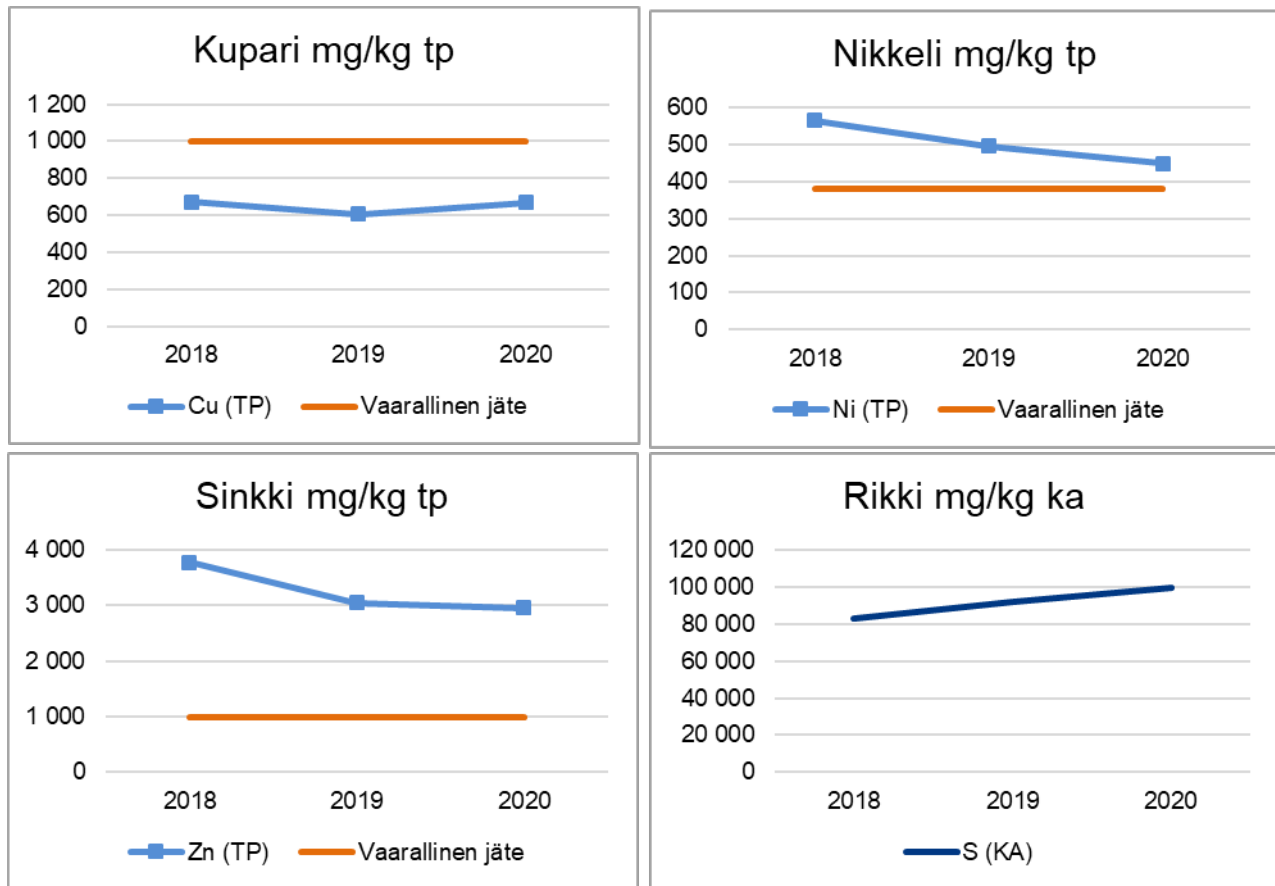
Vuonna 2020 tutkituissa näytteissä todettiin vaarallisen jätteen pitoisuusrajan ylityksiä nikkelin ja sinkin osalta. Kuparipitoisuus oli korkeimmillaan vaarallisen jätteen pitoisuusrajan tuntumassa (taulukko 5-1).

Taulukko 5-1. Alkuaineiden kokonaispitoisuudet sivukivessä joulukuussa 2017 ja vuosina 2018-2020, sekä vaarallisen jätteen raja-arvot CLP-asetuksen ja ympäristöministeriön julkaisun 2/2019 mukaan.

Aine / muuttuja	As mg / kg ka	Ba mg / kg ka	Cd mg / kg ka	Co mg / kg ka	Cr mg / kg ka	Cu mg / kg ka	Cu TP mg / kg TP	Mn mg / kg ka	Mo mg / kg ka
Vaarallinen jäte	2 500	225 000	2 500	380	1 000	1 000	1 000	9 100	
Joulukuu 2017	50		9	37	76	370	366	1 400	
Min 2018	53		6	34	53	290	290	1 200	
Ka 2018	88		21	57	75	674	670	2 933	
Maks 2018	130		73	88	97	2 200	2 178	5 700	
Min 2019	85	20	10	30	50	480	468	1 140	34
Ka 2019	119	23	24	59	73	614	607	3 632	43
Maks 2019	180	29	72	210	92	780	773	8 150	51
Min 2020	65	7	13	23	34	460	459	1 000	44
Ka 2020	124	21	21	50	74	682	670	3 067	56
Maks 2020	200	33	39	69	120	970	970	7 700	72

Aine / muuttuja	Ni mg / kg ka	Ni TP mg / kg TP	Zn mg / kg ka	Zn TP mg / kg TP	V mg / kg ka	S mg / kg ka	Ca mg / kg ka	U mg / kg ka	Fe mg / kg ka
Vaarallinen jäte	380	380	1 000	1 000	5 600				
Joulukuu 2017	400	396	1 600	1 584		63 000	12 000	10	80 000
Min 2018	350	350	1 200	1 200		62 000	6 100	7	63 000
Ka 2018	568	565	3 808	3 783		82 750	9 342	12	92 583
Maks 2018	970	970	18 000	17 820		110 000	14 000	17	110 000
Min 2019	370	364	1 700	1 659	300	68 400	5 600	8	77 300
Ka 2019	500	495	3 087	3 056	360	92 209	11 210	14	97 600
Maks 2019	740	740	7 800	7 730	460	120 000	27 400	21	120 000
Min 2020	320	313	2 100	2 054	180	66 000	4 500	0	65 000
Ka 2020	457	448	3 017	2 958	378	99 833	12 100	16	99 833
Maks 2020	640	637	4 300	4 283	650	140 000	22 000	22	130 000

Kuvassa 5-1 on havainnollistettu kuparin, nikkelin ja sinkin pitoisuuksien vuosikeskiarvojen vaihtelua tuorepainoa kohti sekä rikkipitoisuuksien vuosikeskiarvojen vaihtelu kuivapainoa kohti vuosina 2018-2020. Nikkelin ja sinkin keskiarvopitoisuuksissa on havaittavissa laskeva suuntaus ja rikkipitoisuudessa nouseva suuntaus. Kuparin keskimääräisessä pitoisuudessa ei ole havaittavissa nousevaa eikä laskevaa suuntausta.



Kuva 5-1. Sivukiven kuukausinäytteiden keskimääräiset kupari-, nikkeli- ja sinkkipitoisuudet tuorepainoa kohti, vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvot sekä rikkipitoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2018-2020.

5.2 Liukoisuusominaisuudet

Kaivannaisteollisuudessa syntyvän jätteen geokemiallisia ominaisuuksia ja käyttäytymistä on tarkasteltava VNa 190/2013 mukaisesti (ns. kaivannaisjäteasetus). Sivukivialueelle KL2 sijoitettavan sivukiven liukoisuusominaisuuksien laatua on seurattu kaatopaikka-asetuksen mukaisten kaatopaikalle sijoitettavien jätteiden kelpoisuusvaatimuksien (Vna 331/2013) mukaisesti. Tutkittujen liukoisuuksien vertailua kaatopaikka-asetuksen mukaisiin kaatopaikkakelpoisuuskriteereihin on pidetty hyväksyttynä, vaikka kaivannaisjätteet eivät kuulu kaatopaikka-asetuksen (Vna 331/2013) soveltamisalaan. Liukoisuuksien arviointiin ei toistaiseksi ole kaatopaikkasijoitusta ohjaavien vertailuarvojen lisäksi muita vertailuarvoja tarjolla.

Sivukivinäytteistä vuonna 2020 määritettyjä alkuaineiden liukoisia pitoisuuksia on seuraavassa taulukossa verrattu joulukuussa 2017 ja vuosina 2018-2019 määritettyihin liukoisuuksiin (Taulukko 5-2). Liukoisuusominaisuuksia on verrattu ns. kaatopaikka-asetuksen (Vna 331/2013) mukaisiin pysyvän, tavanomaisen ja vaarallisen jätteen kaatopaikoille sijoittamista varten asetettuihin kaatopaikkakelpoisuuskriteereihin. Vuoden 2020 sivukivinäytteiden liukoisuustestien tulokset on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä (liite 4).

Pääsääntöisesti sivukivestä liukenevien alkuaineiden pitoisuudet olivat vähäisiä ja suurelta osin liukoisuudet alittivat laboratorion määrittämissä rajoissa. Sivukivestä liukenee pääasiassa nikkeliä, sinkkiä, kloridia ja sulfaattia.

Vuonna 2020 kadmiumin liukoiset pitoisuudet olivat pääosin pieniä. Kadmiumin osalta tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri ylittyi elo-, loka- ja marraskuussa, mutta muissa näytteissä pitoisuus alitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Kadmiumin keskimääräinen pitoisuus on noussut edellisiin vuosiin verrattuna vuosina 2019 ja 2020.

Myös kuparin pitoisuudet olivat vuonna 2020 pääosin pieniä. Pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri ylittyi marraskuussa, mutta muilta osin pitoisuudet alittivat kyseisen raja-arvon. Kuparin keskimääräinen pitoisuus oli hieman noussut vuodesta 2019.

Nikkelin liukoisuudet sivukivessä vuonna 2020 ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin loka-marraskuussa ja tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin tammikuussa sekä kesä-syyskuussa. Myös nikkelin keskimääräinen liukoinen pitoisuus on noussut vuodesta 2018 lähtien.

Seleenin liukoisuus sivukivessä vuonna 2020 ylitti tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin lokakuun kuukausikokoomanäytteessä, ja muissa näytteissä ylittyi pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri. Selseenin keskimääräinen liukoinen pitoisuus on ollut hienoisessa nousussa vuodesta 2018 lähtien.

Sinkin liukoisuudet vuoden 2020 sivukivinäytteissä ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin lokakuussa, tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin elo- ja marraskuussa sekä pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin tammi-helmi-, kesä-heinä- ja syyskuussa. Liukoisen sinkin keskiarvopitoisuus on noussut vuodesta 2018 lähtien.

Liukoisen kloridin ja fluoridin pitoisuudet olivat vuoden 2020 näytteissä pääosin pieniä, mutta syyskuun näytteessä kyseisten aineiden pitoisuudet ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Syyskuussa määritetyn korkeamman pitoisuuden seurauksena liukoisen kloridin ja fluoridin vuoden 2020 keskiarvopitoisuudet kohosivat vuodesta 2019.

Vuonna 2020 sulfaatin liukoisuudet sivukivessä ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin kaikissa muissa paitsi joulukuun näytteessä. Sulfaatin keskimääräinen liukoisuus on kohonnut hiljalleen vuodesta 2018 lähtien.

Vuonna 2020 liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) ylitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin lokakuussa ja sivusi raja-arvoa huhtikuussa. Myös liuenneiden aineiden kokonaismäärän vuosikeskiarvo on hiljalleen noussut vuodesta 2018 lähtien.

Vuonna 2020 liukoisuustestin suodoksen pH-arvo ei täyttänyt tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä (pH>6) kesäkuussa sekä elo-marraskuussa. Suodosten pH:n vuosikeskiarvo on hiljalleen laskenut vuosina 2018-2020.

Taulukko 5-2. Alkuaineiden liukoiset pitoisuudet kuivapainoa kohti sivukiven kuukausinäytteissä joulukuussa 2017 sekä vuosina 2018-2020.

Aine/muuttuja	As mg/kg ka	Ba mg/kg ka	Cd mg/kg ka	Cr mg/kg ka	Cu mg/kg ka	Hg mg/kg ka	Mo mg/kg ka	Ni mg/kg ka	Pb mg/kg ka	Sb mg/kg ka
Pysyvä jäte	0.5	20	0.04	0.5	2	0.01	0.5	0.4	0.5	0.06
Tavanomainen jäte	2	100	1	10	50	0.2	10	10	10	0.7
Vaarallinen jäte	25	300	5	70	100	2	30	40	50	5
Joulukuu 2017	<0.020	0.023	<0.020	<0.020	<0.020	<0.003	<0.020	2	<0.020	<0.020
Min 2018	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.003	<0.020	0.17	<0.020	<0.020
Ka 2018		0.02	0.10	0.02	0.18		0.04	6.8		0.02
Maks 2018	<0.020	0.02	0.13	0.02	0.18	<0.003	0.07	24	<0.020	0.02
Min 2019	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.003	<0.020	0.34	<0.020	<0.020
Ka 2019			0.39		0.16		0.03	18	0.02	0.02
Maks 2019	<0.01	0.2	1.2	<0.01	0.22	<0.004	0.03	44	0.02	0.02
Min 2020	<0.01	<0.05	0.01	<0.01	<0.05	<0.004	<0.01	1.6	<0.005	<0.01
Ka 2020		0.09	0.55		1.1		0.03	23	0.04	0.02
Maks 2020	<0.01	0.2	2.7	<0.01	2.6	<0.004	0.03	81	0.13	0.02

Aine/muuttuja	Se mg/kg ka	Zn mg/kg ka	U mg/kg ka	Cl ⁻ mg/kg ka	F ⁻ mg/kg ka	SO ₄ ²⁻ mg/kg ka	DOC mg/kg ka	TDS mg/kg ka	pH	Sähkönj. mS/m
Pysyvä jäte	0.1	4	-	800	10	1 000	500	4 000	-	-
Tavanomainen jäte	0.5	50	-	15 000	150	20 000	800	60 000	>6	-
Vaarallinen jäte	7	200	-	25 000	500	50 000	1 000	100 000	-	-
Joulukuu 2017	0.12	0.19	<0.020	<24	<1.0	1 300	<23	2 600	8.5	22
Min 2018	0.05	0.03	<0.020	<24	<4.9	250	<39	84	5.3	10
Ka 2018	0.10	3.5				920		1 449	7.2	12
Maks 2018	0.15	17	<0.020	<25	<9	1 800	<50	2 200	9.2	16
Min 2019	0.05	0.23	<0.020	<5.6	<5	540	<50	1 600	4.2	12
Ka 2019	0.18	53	0.02	135		1 381	71	2 455	6.5	16
Maks 2019	0.34	380	0.10	210	<9	2 220	80	3 410	8.6	20
Min 2020	0.10	0.45	0.00	<50	<5	900	50	1 600	4.0	<5
Ka 2020	0.25	57	0.17	1 339	46	1 908	73	2 975	6.1	17
Maks 2020	0.7	250	0.87	3 900	86	4 400	100	4 900	8.1	20

6. EPÄVARMUUSTARKASTELU

Jätejakeiden tarkkailussa kokonaisepävarmuus koostuu useasta eri tekijästä liittyen näytteenottoon, näytteiden kuljetukseen ja käsittelyyn, analysointiin sekä pidemmän aikavälin tulosten tulkintaan.

Jätejakeiden tarkkailun osalta kriittisin tekijä on edustavan näytteen ottaminen. Koska näyte edustaa suurta määrää jätemateriaalia, edustavan näytteen ottamista edesauttaa huolellinen suunnittelu ja näytteen ottaminen kokoomanäytteenä. Jätejakeiden tarkkailussa Terrafamen henkilökunta on vastannut jätejakeiden kuukausittaisten ja viikoittaisten kokoomanäytteiden ottamisesta. Vuosina 2014-2020 analyysijä on tehty sekä kuukausinäytteistä että tutkimuslaboratoriossa koostetuista kokoomanäytteistä (Ramboll Finland Oy 2020).

Laboratorion osaamistaso vaikuttaa laboratoriotulosten määritysten epävarmuuteen. Vuonna 2020 kokoomanäytteet toimitettiin analysoitavaksi Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratorioon, joka on erikoistunut jätemateriaalien testaamiseen. Yksittäiseen tulokseen vaikuttaa laboratorion mittausepävarmuus, joka on yksilöllinen kunkin menetelmän osalta. Laboratoriomääritysten tulosten osalta tulisi aina muistaa, että laboratorion antama pitoisuustieto ei ole absoluuttinen totuus, vaan tietyn vaihteluvälin sisällä oleva arvio pitoisuuden tasosta. Huolellisella näytteenotto- tai keruutavalla, puhtailla näytteenottovälineillä ja -astioilla, mahdollisimman nopealla näytteen kuljetuksella ja lyhyellä säilytyksellä sekä korkealaatuksella laboratoriotyöllä minimoidaan yksittäisen tuloksen kokonaisepävarmuuden poikkeaminen laboratorion määritysmenetelmän epävarmuudesta.

Jätejakeiden vesipitoisuus on tarkkailuvuosina 2010-2020 aiheuttanut teknisiä ongelmia jätejakeiden liukoisuustestin toteuttamiseen. Kaikilta tarkkailuvuosilta ei ole ollut saatavilla riittäviä tietoja jätejakeiden liukoisuustestien teknisestä toteutuksesta. Tulosten vertailukelpoisuuden kannalta tiedoissa on ollut puutteita muun muassa sen suhteen, miten vesipitoisia jätejakeet ovat olleet, miten ne on esikäsitelty ennen liukoisuustestausta,

sekä kuinka paljon näytteisiin on lisätty vettä liukoisuustestissä. Kaikkia testaukseen liittyviä tietoja ei ole ollut saatavilla vuosina 2010–2013. Tästä syystä vuosien 2010–2013 ja vuosien 2014–2020 tarkkailutulokset eivät välttämättä ole keskenään täysin vertailukelpoisia. (Ramboll Finland Oy 2020)

Toukokuusta 2016 lähtien loppuneutralointisakan (646), rautasakan (645) ja vesienkäsittelysakan (572) näytteiden on annettu laskeutua laboratoriossa muutama päivä ennen liukoisuustestausta. Näytteistä poistetaan dekantoimalla kirkasvesi, minkä jälkeen jätejaekohtaiset näytesangot yhdistetään yhdeksi näytteeksi ja homogenisoidaan sekoittamalla. Liukoisuustestit on pääosin toteutettu kaksivaiheisena ravistelutestinä. Teknisten ongelmien (mm. liian vähäinen kiintoainemäärä) vuoksi näytteet eivät ole kaikilta osin soveltuneet testattavaksi 2-vaiheisella ravistelutestillä, jolloin on sovellettu 1-vaiheista ravistelutestiä. Esikäsittelystä huolimatta näytteiden kuiva-ainemäärä on ollut ajoittain liian alhainen, jotta näytettä olisi voitu tutkia edes 1-vaiheisella ravistelutestillä.

Edellä mainitut seikat heikentävät liukoisuustestien tulosten vertailtavuutta keskenään ja aiheuttavat epävarmuutta liukoisuusominaisuuksien tulkintaan pidemmällä aikavälillä.

7. YHTEENVETO

Terrafame Oy:n jätejakeiden tarkkailu käsittää sivukivialueelle KL2 sijoitettavan sivukiven tarkkailun sekä metallien talteenottolaitoksella ja keskuspuhdistamolla muodostuvien sakkajakeiden eli loppuneutralointisakan (646), rautasakan (645), esineutralointisakan (653) ja vesienkäsittelysakan tarkkailun. Nykyisin esineutralointisakka kierrätetään takaisin prosessiin ja rautasakka johdetaan jatkokäsiteltäväksi keskusvedenpuhdistamolla. Loppuneutralointisakka ja vesienkäsittelysakka johdetaan kipsisakka-altaalle.

Vuonna 2020 jätejakeiden laatua seurattiin pääasiassa kuukausinäytteistä, jotka muodostettiin päivittäisistä/viikoittaisista osanäytteistä. Marraskuussa 2020 vesienkäsittelysakan laadun tarkkailua laajennettiin siten, että määrityksiä alettiin tehdä kuukausikokoomien sijaan viikon kokoomanäytteistä, ja lisäksi kokoomanäytettä alettiin kerätä erikseen kahdelta linjalta (1. linja ja 2. linja). Näytteet analysoitiin viikon kokoomanäytteinä viikosta 46 alkaen.

Näytteistä määritettiin kokonaispitoisuuksia ja liukoisuusominaisuuksia. Kokonaispitoisuuksia verrattiin vaarallisen jätteen pitoisuusrajoihin. Jätteiden luokittelussa vaaralliseksi tai vaarattomaksi jätteeksi käytetään CLP-asetukseen (EY 1272/2008, liite III) perustuvia vertailupitoisuuksia, mm. jätedirektiivin liitteen III sekä ympäristöministeriön julkaisun 2019/2 liitteiden 6 ja 9 mukaisesti. Jäte katsotaan vaaralliseksi, jos yksikin jätteen sisältämistä aineiden pitoisuuksista ylittää aineiden luokituksen perusteella määräytyvän luokittelussa sovellettavan pitoisuusrajan tai yhteenlaskua sovellettaessa yhteenlaskettava pitoisuus ylittää vaaraominaisuuksien luokitteluun sovellettavan summapitoisuudelle annetun pitoisuusrajan. Jätteen vaaraominaisuuksien arvioinnissa kokonaispitoisuuksia verrataan aineiden pitoisuuteen jätteessä sen alkuperäisessä muodossa, eli tuorepainossa.

Metallien kokonaispitoisuuksista vaarallisen jätteen pitoisuusrajan ylityksiä on viime vuosina todettu nikkelin, sinkin ja mangaanin osalta. Vuosina 2014–2020 tuorepainoksi muutettu nikkelpitoisuus on ajoittain ylittänyt vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon (380 mg/kg) rautasakan, esineutralointisakan ja vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä. Vuonna 2020 kyseinen raja-arvo ylittyi esineutralointisakan osalta helmi-, marras ja joulukuussa ja vesienkäsittelysakan osalta huhtikuun kuukausinäytteessä.

Tuorepainoksi muutettu sinkin pitoisuus on ylittänyt vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon (400 mg/kg) esineutralointisakassa koko tarkkailujakson (2014–2020) ajan, ja ajoittain raja-arvo on ylittynyt myös vesienkäsittelysakassa. Vuonna 2020 vesienkäsittelysakan kuukausinäytteiden sinkkipitoisuus alitti raja-arvon muilta osin, mutta ylitti sen huhtikuun näytteessä. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä sinkkipitoisuus alitti vaarallisen jätteen raja-arvon kaikilta osin.

Tuorepainoksi muutetun mangaanipitoisuuden osalta vaarallisen jätteen raja-arvon (9100 mg/kg) ylityksiä on todettu loppuneutralointisakassa vuosina 2017–2018, ja vesienkäsittelysakan osalta huhtikuun 2020 kuukausikokoomanäytteessä.

Vesienkäsittelysakan huhtikuun kuukausinäytteessä tuorepainoksi lasketut metallipitoisuudet olivat huomattavasti korkeampia kuin muissa kuukausinäytteissä. Tulosten tarkastelun perusteella huhtikuun näyte erosi

muista kuukausinäytteistä lähinnä kuiva-ainepitoisuutensa osalta; näytteen kuiva-ainepitoisuus oli huomattavasti korkeampi kuin muilla näytteillä. Kuivapainoa kohti määritetyt pitoisuudet olivat sen sijaan samaa suuruusluokkaa kuin muina kuukausina. Terrafamen omassa laboratoriossa tehtyjen määritysten perusteella kuiva-ainepitoisuudessa ei ollut juurikaan poikkeavuutta huhtikuussa. Alkukuusta kuiva-ainepitoisuus oli hie-man koholla, mikä voi olla seurausta rautasakan käsittelystä keskusvedenpuhdistamolla tammi-maaliskuussa. Eurofinsin laboratoriossa huhtikuun näytteestä mitattu kuiva-ainepitoisuus voi olla virheellinen, mutta tulosta ei pystytäkään enää tarkistamaan. Kuiva-ainepitoisuus vaikuttaa näytteen vaaraominaisuuksien tulkintaan huomattavasti.

Sakkajakeiden sijoituskelpoisuutta arvioitiin vertaamalla niiden liukoisuusominaisuuksia kaatopaikka-asetuksen mukaisiin kaatopaikkakelpoisuuskriteereihin. Vaarallisen jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuuskriteerien ylityksiä on vuosina 2010-2020 todettu esineutralointisakassa kadmiumin, nikkelin ja sinkin liukoisten pitoisuuksien osalta. Muissa sakkajakeissa ei todettu kyseisten metallien liukoisuuksien osalta vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerien ylityksiä vuonna 2020. Muiden metallien liukoisuudet kaikissa jätte-ja-keissa ovat olleet alhaisia, eikä metallien liukoisuutta ole sijoituskelpoisuuden kannalta arvioitu merkitykselliseksi.

Olennaista jätteiden sijoituskelpoisuuden kannalta on jättejakeista liukenevan sulfaatin määrä, joka näkyy myös liuenneiden aineiden kokonaismäärässä (TDS). Vuonna 2020 TDS ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin rautasakan osalta kaikissa näytteissä ja esineutralointisakan osalta syyskuun näytteessä. Esineutralointisakan osalta sulfaatin liukoisuus ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin tammi-kuussa sekä syys-lokakuussa ja rautasakan osalta kaikissa määritetyissä näytteissä.

Vuoden 2020 tarkkailun tulosten perusteella jättejakeiden sijoituskelpoisuudessa ei ole tapahtunut olennaisia muutoksia edellisvuosien tarkkailuun verrattuna.

Rautasakkaa ei nykyisin johdeta suoraan kipsisakka-altaalle vaan keskusvedenpuhdistamolle, jossa se neutraloidaan ja johdetaan kipsisakka-altaalle puhdistettavien vesijakeiden mukana. Rautasakkaa ei siten luokitella enää itsenäiseksi jättejakeeksi, joten jätelainsäädännön liukoisuuden raja-arvot eivät suoranaisesti koske tätä jaetta enää.

Pohjois-Suomen aluehallintoviraston ympäristölupapäätöksissä (nro 36/2014/1 ja 3/2017/1, Dnro PSAVI/58/04.08/2011 ja PSAVI/702/2016) loppuneutralointisakka, esineutralointisakka ja vesienkäsitte-lysakka on luokiteltu vaaralliseksi jätteiksi. Myös edellä mainittujen raja-arvojen ylitykset tukevat luokitusta, tosin vuonna 2020 loppuneutralointisakan kuukausinäytteissä ei todettu vaarallisen jätteen raja-arvoja ylittäviä kokonaispitoisuuksia. Tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä todettiin vuonna 2020 sulfaatin liukoisuuden osalta kaikissa sakkajakeissa ja liuenneiden aineiden kokonaismäärän osalta rautasa-kassa ja esineutralointisakassa. Jättejakeiden luokituksesta ja luokitukseen liittyvistä muutoksista päättää ympäristölupaviranomainen.

Sivukivinäytteissä todetut alkuaineiden kokonaispitoisuudet ovat olleet hyvin samankaltaisia tarkkailun aikana. Pitoisuusvaihtelu on ollut suurinta kuparin, mangaanin, sinkin, raudan ja kalsiumin kokonaispitoisuuksissa. Vuonna 2020 tutkituissa näytteissä todettiin vaarallisen jätteen pitoisuusrajan ylityksiä nikkelin ja sinkin osalta, ja kuparipitoisuus oli korkeimmillaan vaarallisen jätteen pitoisuusrajan tuntumassa.

Sivukivestä liukenevien alkuaineiden pitoisuudet ovat olleet pääosin vähäisiä, ja suurelta osin liukoisuudet ovat alittaneet laboratorion määritysrajan. Sivukivestä liukenee pääasiassa nikkeliä, sinkkiä, kloridia ja sulfaattia. Vuonna 2020 vaarallisen jätteen vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä todettiin nikkelin ja sinkin osalta ja tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä nikkelin ja sinkin ohella kad-miumin ja seleenin osalta. Lisäksi liukoisuustestin suodoksen pH-arvo ei kaikilta osin täyttänyt tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä. Vuoden keskiarvopitoisuuksissa on havaittavissa hienoista nousua usean parametrin osalta vuodesta 2018 lähtien.

VIITTEET

Euroopan Unioni 2008. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1272/2008 (ns. CLP-asetus). Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32008R1272>

Euroopan komissio 2018. Komission tiedonanto – Tekniset ohjeet jätteiden luokittelusta. Euroopan unionin virallinen lehti C 124, 2018.

Häkkinen E-L. (2019) Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi - päivitetty opas. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2019. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-001-9>

Ramboll Finland Oy 2019. Terrafame Oy – Ympäristötarkkailuohjelmat. 18.12.2019. Moniste 70 s.

Ramboll Finland Oy 2020. Terrafame Oy – Terrafamen kaivoksen tarkkailu 2019 – Jätejakeiden tarkkailu. 7.4.2020. Moniste 48 s. Saatavissa: <https://www.terrafame.fi/ymparisto/ymparisto-vesien-hallinta/ym-paristotarkkailuraportit.html>

LIITTEET

LIITE 1

SAKKAJAKEIDEN KOKONAISPITOISUUDET

Näytenumero	Näyte	Arseeni (As) (mg/kg ka)	Kadmium (Cd) (mg/kg ka)	Kalsium (Ca) (mg/kg ka)	Kromi (Cr) (mg/kg ka)	Koboltti (Co) (mg/kg ka)	Kupari (Cu) (mg/kg ka)	Rauta (Fe) (mg/kg ka)	Mangaani (Mn) (mg/kg ka)	Nikkeli (Ni) (mg/kg ka)	Rikki (S) (mg/kg ka)	Uraani (U) (mg/kg ka)	Sinkki (Zn) (mg/kg ka)	pH (1:5)	pH (1:10)
Loppuneutraloinnin sakeuttimen alite 646															
693-2020-00002176	1/2020	<3	<0.3	170000	2.3	6.3	<2	81000	34000	200	150000	57	26	-	9.7
693-2020-00003462	2/2020	<3	<0.3	170000	<2	3.7	<2	73000	31000	130	150000	47	17	-	9.8
693-2020-00005907	3/2020	<3	<0.3	200000	<2	3.8	<2	57000	25000	110	170000	33	4.3	-	9.8
693-2020-00027561	11/2020	3.9	0.53	180000	<2	2.5	<2	66000	36000	160	160000	70	11	9.4	-
693-2021-00000242	12/2020	<3	0.49	180000	<2	2.4	<2	53000	28000	110	150000	49	5.7	9.1	-
Raudan sakeuttimen alite 645															
693-2020-00002177	1/2020	<3	<0.3	210000	44	6.4	<2	34000	11000	290	170000	280	36	-	6.2
693-2020-00003463	2/2020	<3	<0.3	170000	38	6.2	<2	30000	10000	210	130000	260	21	-	6.2
693-2020-00005908	3/2020	<3	<0.3	170000	34	4.6	<2	30000	11000	170	160000	250	13	-	6.7
693-2020-00027560	11/2020	3.3	0.37	180000	27	4.7	2.9	36000	12000	310	160000	350	16	6.7	-
693-2021-00000241	12/2020	<3	0.38	200000	26	5.4	2.1	24000	8700	310	160000	280	24	7	-
Nauhasuotimen esineutralointisakka 653															
693-2020-00002178	1/2020	<3	16	280000	<2	16	15	5200	1600	500	260000	7.8	7400	-	4
693-2020-00004724	2/2020	<3	14	260000	3	43	17	6400	1900	750	260000	11	7000	-	3.3
693-2020-00005909	3/2020	<3	13	290000	2.6	7.2	21	3300	950	230	270000	4	7900	-	3.1
693-2020-00008335	4/2020	<3	11	260000	2.1	7.7	11	3300	940	230	220000	4.2	7100	-	3.5
693-2020-00010084	5/2020	<3	5.3	300000	<2	8.7	9	3700	1500	330	240000	8.8	7300	-	4.1
693-2020-00012720	6/2020	<3	9.9	260000	2.4	13	14	3800	1700	370	230000	7.5	5300	-	3.3
693-2020-00017104	7/2020	<3	8.2	280000	<2	3.2	19	2100	320	85	240000	1.4	2900	-	3.7
693-2020-00019393	8/2020	<3	11	260000	2.3	9.7	43	4100	1900	310	240000	7.5	4500	-	3.6
693-2020-00024057	9/2020	<3	14	250000	<2	11	20	5700	2900	630	260000	8.9	8300	-	3.6
693-2020-00025491	10/2020	<3	6.3	270000	2.2	9.8	7.2	5800	2500	610	240000	10	4300	-	3.8
693-2020-00027562	11/2020	<3	9.3	280000	<2	13	8.8	5300	2200	730	250000	8.1	5200	-	3.8
693-2021-00000243	12/2020	<3	11	240000	<2	11	9.5	5400	1900	720	220000	8	6700	-	3.7
Vesienkäsittelysakan (572) kuukausinäytteet															
693-2020-00002179	1/2020	<3	29	210000	24	45	43	42000	22000	1800	150000	190	5700	-	8.5
693-2020-00003464	2/2020	<3	44	200000	18	60	78	45000	29000	3100	150000	210	11000	-	8.3
693-2020-00005910	3/2020	<3	17	200000	20	27	27	45000	23000	1100	150000	160	3200	-	8.4
693-2020-00008334	4/2020	17	330	92000	3.3	360	800	22000	82000	16000	88000	290	70000	-	8.7
693-2020-00010083	5/2020	19	280	110000	3.6	340	730	29000	98000	16000	100000	230	65000	-	8.5
693-2020-00012719	6/2020	10	210	98000	2.5	380	510	56000	110000	19000	69000	17	63000	-	8.7
693-2020-00017103	7/2020	16	380	94000	4.1	360	1100	24000	110000	19000	81000	300	71000	-	-
693-2020-00019394	8/2020	18	240	100000	8.6	330	690	51000	83000	16000	94000	230	61000	-	8.5
693-2020-00024058	9/2020	16	230	120000	2.7	260	510	20000	63000	13000	120000	190	54000	-	8.5
693-2020-00025492	10/2020	24	320	55000	4.4	410	760	34000	100000	20000	49000	310	79000	-	8.6
693-2020-00027563	11/2020	4.9	25	190000	13	30	47	39000	26000	1400	150000	200	5700	-	8.6
Vesienkäsittelysakan viikkonäytteet, 1. linja (572 T1)															
693-2020-00026342	46/2020	<3	4.4	170000	11	6.7	8.3	41000	22000	340	140000	1.7	790	-	8.3
693-2020-00026624	47/2020	<3	30	170000	14	33	58	40000	28000	1500	140000	190	6700	-	8.2
693-2020-00027566	48/2020	6	38	260000	18	42	70	55000	36000	2000	210000	270	9000	-	8.5
693-2020-00028345	49/2020	<3	13	160000	17	18	21	40000	22000	870	140000	210	2600	-	8.3
693-2020-00028744	50/2020	<3	13	200000	20	19	23	44000	23000	880	160000	210	2600	-	7.4
693-2020-00029185	51/2020	<3	14	180000	15	17	25	39000	21000	810	140000	190	2600	-	8.4
693-2021-00000038	52/2020	<3	11	160000	5.6	20	19	50000	29000	950	140000	81	2200	-	9.2
693-2021-00000246	53/2020	<3	0.52	150000	4.3	7.1	2.1	17000	12000	440	130000	31	35	-	10
Vesienkäsittelysakan viikkonäytteet, 2. linja (572 T2)															
693-2020-00026343	46/2020	4.7	62	180000	9.2	66	120	31000	32000	3600	120000	1.6	14000	-	9.8
693-2020-00026625	47/2020	12	180	180000	4	180	340	15000	54000	9900	120000	200	42000	-	9.7
693-2020-00027567	48/2020	20	230	200000	3.5	230	410	20000	70000	13000	140000	240	56000	-	10.1
693-2020-00028346	49/2020	21	260	110000	5	280	410	27000	79000	16000	89000	280	66000	-	8.5
693-2020-00028745	50/2020	25	300	78000	7.8	320	510	29000	90000	19000	79000	330	76000	-	8.4
693-2020-00029186	51/2020	21	280	100000	4.8	300	500	26000	87000	16000	96000	300	68000	-	8.5
693-2021-00000039	52/2020	19	250	120000	3.9	280	420	25000	81000	16000	110000	280	64000	-	8.3
693-2021-00000247	53/2020	29	330	58000	4.8	360	560	32000	110000	21000	65000	350	81000	-	8.6

Näytenumero	Näyte	Kuiva-aine (%)	Hehkutus-häviö 550°C (% ka)	TOC (% ka)	ANC - pH 1:10	ANC, pH 4 + (mol H+/kg ka)	ANC, pH 5+(mol H+/kg ka)	ANC, pH 6 + (mol H+/kg ka)	ANC, pH 7 + (mol H+/kg ka)	ANC, pH 8 + (mol H+/kg ka)	ANC, pH 9 + (mol H+/kg ka)	ANC, pH 10 + (mol H+/kg ka)	ANC, pH 11 + (mol H+/kg ka)	ANC, pH 12 + (mol H+/kg ka)
Loppuneutraloinnin sakeuttimen alite 646														
693-2020-00002176	1/2020	15.5	7.8	<0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00003462	2/2020	9.7	7.4	<0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00005907	3/2020	14.7	6.7	<0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00027561	11/2020	14.1	6.7	<0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00000242	12/2020	8.5	9.4	<0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raudan sakeuttimen alite 645														
693-2020-00002177	1/2020	30.8	9.8	<0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00003463	2/2020	24.9	8.8	<0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00005908	3/2020	28.9	10.7	<0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00027560	11/2020	24.7	20	<0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00000241	12/2020	22.1	12.1	<0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nauhasuotimen esineutralointisakka 653														
693-2020-00002178	1/2020	60.8	2.3	<0.5	4	<0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00004724	2/2020	57.7	1.8	<0.5	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00005909	3/2020	58.5	2.6	<0.5	3.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00008335	4/2020	58	3.2	<0.5	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00010084	5/2020	54.3	1.3	<0.5	4.1	<0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00012720	6/2020	56.2	2.7	<0.5	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00017104	7/2020	56.7	<0.2	<0.5	3.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00019393	8/2020	56.1	1.7	<0.5	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00024057	9/2020	53.3	<0.2	<0.5	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00025491	10/2020	54.7	0.6	<0.5	3.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00027562	11/2020	56	1.7	<0.5	3.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00000243	12/2020	60.4	4.2	<0.5	3.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vesienkäsittelysakan (572) kuukausinäytteet														
693-2020-00002179	1/2020	6.4	8.9	<0.5	8.5	6.8	5.4	3.4	1.9	0.58	-	-	-	-
693-2020-00003464	2/2020	1.8	8.5	<0.5	8.3	6.4	5.2	3.1	1.7	0.37	-	-	-	-
693-2020-00005910	3/2020	1.7	8.6	<0.5	8.4	6.3	5.3	3.6	2	0.59	-	-	-	-
693-2020-00008334	4/2020	17	13.3	<0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00010083	5/2020	0.5	11.5	0.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00012719	6/2020	0.4	14.4	<0.5	8.7	7.1	5.4	3.6	1.8	0.8	-	-	-	-
693-2020-00017103	7/2020	0.4	13.1	<0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00019394	8/2020	0.4	-	0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2020-00024058	9/2020	0.6	9	<0.5	8.5	5.2	3.7	2.2	1.1	-	-	-	-	-
693-2020-00025492	10/2020	0.4	13	<0.5	8.5	8.9	6.5	4	2	0.5	-	-	-	-
693-2020-00027563	11/2020	3.8	10.1	<0.5	8.6	7.2	5.6	3.8	1.9	0.6	-	-	-	-
Vesienkäsittelysakan viikkonäytteet, 1. linja (572 T1)														
693-2020-00026342	46/2020	7.7	6.8	<0.5	8.3	7.4	6.1	4.6	2.6	0.5	-	-	-	-
693-2020-00026624	47/2020	4.3	7.4	<0.5	8.2	7	5.6	3.8	2.1	0.2	-	-	-	-
693-2020-00027566	48/2020	5.8	6.1	<0.5	8.5	7	5.3	3.7	2.1	0.7	-	-	-	-
693-2020-00028345	49/2020	7.1	4.9	<0.5	8.3	6.6	5.5	3.8	2.2	0.7	-	-	-	-
693-2020-00028744	50/2020	6.2	<0.2	<0.5	7.4	5	4	2.3	0.7	-	-	-	-	-
693-2020-00029185	51/2020	3.7	<0.2	<0.5	8.4	6.9	5.5	3.8	2.1	0.5	-	-	-	-
693-2021-00000038	52/2020	1.8	8.8	<0.5	9.2	6.8	6.1	5.4	4.1	2.1	-	-	-	-
693-2021-00000246	53/2020	0.7	7.6	<0.5	10	10.7	9.9	9.2	8.4	6.4	3.3	-	-	-
Vesienkäsittelysakan viikkonäytteet, 2. linja (572 T2)														
693-2020-00026343	46/2020	0.8	9.7	<0.5	9.8	7.6	6.2	4.2	2.9	1.7	0.7	-	-	-
693-2020-00026625	47/2020	1.1	11.5	<0.5	9.7	7.6	6.1	4.6	2.8	1.6	0.7	-	-	-
693-2020-00027567	48/2020	0.7	43.7	<0.5	10.1	4.3	3.1	2.2	1.3	0.6	0.3	-	-	-
693-2020-00028346	49/2020	0.6	12.4	<0.5	8.5	3.6	2.1	1.4	0.8	0.3	-	-	-	-
693-2020-00028745	50/2020	0.5	13.4	<0.5	8.4	4.9	2.5	1.6	0.9	0.2	-	-	-	-
693-2020-00029186	51/2020	0.6	1	<0.5	8.5	5.1	2.3	1.6	0.9	0.3	-	-	-	-
693-2021-00000039	52/2020	0.6	9	<0.5	8.3	6	4	2.4	1.2	0.3	-	-	-	-
693-2021-00000247	53/2020	0.4	8.5	<0.5	8.6	7.6	4.8	3.1	1.7	0.6	-	-	-	-

LIITE 2

SAKKAJAKEIDEN LIUKOISET PITOISUUDET

Näytenumero	Näyte	Antimoni (Sb) L/S=10 (mg/kg ka)	Arseeni (As) L/S=10 (mg/kg ka)	Barium (Ba) L/S=10 (mg/kg ka)	Kadmium (Cd) L/S=10 (mg/kg ka)	Kromi (Cr) L/S=10 (mg/kg ka)	Koboltti (Co) L/S=10 (mg/kg ka)	Kupari (Cu) L/S=10 (mg/kg ka)	Elohopea (Hg) L/S=10 (mg/kg ka)	Lyijy (Pb) L/S=10 (mg/kg ka)	Molybdeeni (Mo) L/S=10 (mg/kg ka)	Nikkeli (Ni) L/S=10 (mg/kg ka)	Seleen (Se) L/S=10 (mg/kg ka)	Tina (Sn) L/S=10 (mg/kg ka)	Uraani (U) L/S=10 (mg/kg ka)	Vanadiini (V) L/S=10 (mg/kg ka)	Sinkki (Zn) L/S=10 (mg/kg ka)
Loppuneutraloinnin sakeuttimen alite 646																	
693-2020-00002176	1/2020	<0.01	<0.01	0.36	<0.005	<0.01	<0.004	0.081	<0.004	<0.005	0.01	<0.01	<0.04	<0.01	<0.002	<0.01	0.72
693-2020-00003462	2/2020	<0.01	<0.01	0.29	<0.005	<0.01	<0.004	<0.05	<0.004	<0.005	0.011	<0.01	<0.04	<0.01	<0.002	<0.01	0.072
693-2020-00005907	3/2020	<0.01	<0.01	0.17	<0.005	<0.01	<0.004	<0.05	<0.004	<0.005	<0.01	<0.01	<0.04	<0.01	<0.002	<0.01	0.12
693-2020-00027561	11/2020	<0.01	<0.01	0.084	<0.005	0.016	0.005	0.098	<0.004	<0.005	0.013	0.041	<0.04	<0.01	<0.002	0.13	<0.05
693-2021-00000242	12/2020	<0.01	<0.01	0.24	<0.005	<0.01	<0.004	0.14	<0.004	<0.005	<0.01	<0.01	<0.04	<0.01	<0.002	<0.01	<0.05
Raudan sakeuttimen alite 645																	
693-2020-00002177	1/2020	<0.01	<0.01	0.07	<0.005	<0.01	0.042	0.68	<0.004	<0.005	<0.01	2	0.06	<0.01	0.71	0.08	0.38
693-2020-00003463	2/2020	<0.01	<0.01	0.095	<0.005	<0.01	0.094	<0.05	<0.004	0.005	<0.01	3.1	0.053	<0.01	2.5	0.058	0.15
693-2020-00005908	3/2020	<0.01	<0.01	0.12	<0.005	<0.01	0.065	0.069	<0.004	<0.005	<0.01	1.8	0.066	<0.01	2.3	0.048	0.098
693-2020-00027560	11/2020	<0.01	<0.01	0.074	<0.005	<0.01	0.067	<0.05	<0.004	<0.005	<0.01	5.9	<0.04	<0.01	3.1	0.034	0.092
693-2021-00000241	12/2020	<0.01	<0.01	0.062	<0.005	<0.01	0.087	<0.05	<0.004	<0.005	<0.01	2	<0.04	<0.01	0.48	0.047	<0.05
Nauhasuotimen esineutralointisakka 653																	
693-2020-00002178	1/2020	<0.01	0.012	0.091	0.08	0.14	16	0.12	<0.004	0.034	<0.01	430	<0.04	<0.01	5.2	1.5	2800
693-2020-00004724	2/2020	<0.01	0.049	0.083	0.25	0.13	29	0.21	<0.004	0.041	<0.01	540	0.23	<0.01	5.1	1.2	3200
693-2020-00005909	3/2020	<0.01	0.016	0.074	0.008	0.32	7.8	<0.05	<0.004	0.01	0.04	290	<0.04	<0.01	3.9	2.5	2100
693-2020-00008335	4/2020	<0.01	0.013	0.16	0.021	0.28	7.8	<0.05	<0.004	0.022	0.031	240	<0.04	<0.01	3.8	1.6	2300
693-2020-00010084	5/2020	<0.01	0.025	0.25	0.009	0.26	10	0.31	<0.004	0.014	0.025	410	<0.04	<0.01	6.2	1.8	1600
693-2020-00012720	6/2020	<0.01	<0.05	0.11	0.064	0.38	12	<0.05	<0.004	0.043	0.072	340	<0.04	<0.01	6.4	3.1	2100
693-2020-00017104	7/2020	0.011	<0.05	0.093	0.1	0.045	3.6	<0.05	<0.004	0.047	0.012	100	<0.04	<0.01	1.5	0.083	1800
693-2020-00019393	8/2020	<0.01	<0.1	0.08	12	0.052	12	6.9	<0.004	0.59	<0.01	390	<0.1	<0.01	8	0.1	4500
693-2020-00024057	9/2020	<0.01	0.45	0.085	3.4	0.22	12	0.22	<0.004	0.2	<0.01	640	0.19	<0.01	9	1.9	4600
693-2020-00025491	10/2020	<0.01	0.21	0.064	0.01	0.1	9.9	<0.05	<0.004	0.021	0.029	640	0.31	<0.01	10	2.5	1300
693-2020-00027562	11/2020	<0.01	<0.01	<0.05	0.007	0.05	11	<0.05	<0.004	0.008	<0.01	700	<0.04	<0.01	8.1	1.5	950
693-2021-00000243	12/2020	<0.01	<0.01	0.066	0.01	0.056	8.9	0.16	<0.004	0.006	<0.01	720	<0.04	<0.01	6.5	0.94	1800
Vesienkäsittelysakan (572) kuukausinäytteet																	
693-2020-00002179	1/2020	<0.01	<0.01	0.22	0.034	<0.01	<0.001	0.24	<0.004	<0.005	0.029	0.02	<0.04		0.6	<0.01	0.13
693-2020-00003464	2/2020	<0.01	<0.01	0.18	0.068	<0.01	<0.005	<0.05	<0.004	<0.005	<0.01	0.048	0.068		0.52	<0.01	0.15
693-2020-00005910	3/2020	<0.01	<0.01	0.2	0.021	<0.01	<0.005	0.067	<0.004	0.01	<0.01	0.022	<0.04		0.53	<0.01	0.08
693-2020-00008334	4/2020																
693-2020-00010083	5/2020																
693-2020-00012719	6/2020																
693-2020-00017103	7/2020																
693-2020-00019394	8/2020																
693-2020-00024058	9/2020																
693-2020-00025492	10/2020																
693-2020-00027563	11/2020	<0.01	<0.01	0.17	0.013	<0.01	<0.004	<0.05	<0.004	<0.005	<0.01	0.028	<0.04	<0.01	0.7	<0.01	0.078
Vesienkäsittelysakan viikkonäytteet, 1. linja (572 T1)																	
693-2020-00026342	46/2020	<0.01	<0.01	0.28	<0.005	<0.01	<0.004	<0.05	<0.004	<0.005	0.01	<0.01	<0.04	<0.01	0.62	<0.01	<0.05
693-2020-00026624	47/2020	<0.01	<0.01	0.27	0.025	<0.01	<0.005	<0.05	<0.004	<0.005	<0.01	0.016	<0.04	<0.01	0.7	<0.01	<0.05
693-2020-00027566	48/2020	<0.01	<0.01	0.22	0.025	<0.01	<0.005	<0.05	<0.004	0.005	<0.01		0.052	<0.01	0.7	<0.01	0.058
693-2020-00028345	49/2020	<0.01	<0.01	0.13	0.01	<0.01	<0.005	<0.05	<0.004	<0.005	0.18	0.014	<0.04	<0.01	0.62	<0.01	<0.05
693-2020-00028744	50/2020	<0.01	<0.01	0.25	0.018	0.079	<0.005	<0.05	<0.004	<0.005	0.34	<0.01	<0.04	<0.01	0.51	0.19	0.073
693-2020-00029185	51/2020	<0.01	<0.01	0.082	0.006	<0.01	<0.005	<0.05	<0.004	<0.005	<0.01	0.011	<0.04	<0.01	0.57	<0.01	<0.05
693-2021-00000038	52/2020	<0.01	<0.01	0.16	<0.005	<0.01	<0.005	<0.05	<0.004	<0.005	<0.01	0.031	<0.04	<0.01	0.33	<0.01	<0.05
693-2021-00000246	53/2020																
Vesienkäsittelysakan viikkonäytteet, 2. linja (572 T2)																	
693-2020-00026343	46/2020																
693-2020-00026625	47/2020																
693-2020-00027567	48/2020	<0.01	<0.01	<0.05	<0.005	0.067	<0.005	0.082	<0.004	<0.005	<0.01		0.27	<0.01	<0.002	<0.01	<0.05
693-2020-00028346	49/2020																
693-2020-00028745	50/2020																
693-2020-00029186	51/2020																
693-2021-00000039	52/2020																
693-2021-00000247	53/2020																

Näytenumero	Näyte	Kloridi L/S=10 (mg/kg ka)	Fluoridi L/S=10 (mg/kg ka)	Sulfaatti L/S=10 (mg/kg ka)	DOC L/S=10 (mg/kg ka)	TDS L/S=10 (mg/kg ka)	pH L/S=2	pH L/S=8	pH L/S=10	Sähkön- johtavuus L/S=2 (mS/m)	Sähkön- johtavuus L/S=8 (mS/m)	Sähkön- johtavuus L/S=10 (mS/m)
Loppuneutraloinnin sakeuttimen alite 646												
693-2020-00002176	1/2020	290	<5	24000	94	29000	7.7	9.6		680	270	
693-2020-00003462	2/2020	91	6	24000	73	28000	7.5	9.5		610	270	
693-2020-00005907	3/2020	96	<5	25000	<50	22000	8.9	8.6		510	240	
693-2020-00027561	11/2020	<50	<5	6400	68	7400	9.9	10.5		390	60	
693-2021-00000242	12/2020	90	<5	19000	<50	28000	7.8	9.2		550	250	
Raudan sakeuttimen alite 645												
693-2020-00002177	1/2020	99	<5	110000	67	160000	7.3	7.1		5800	660	
693-2020-00003463	2/2020	81	<5	110000	54	180000	5.8	6.8		7000	540	
693-2020-00005908	3/2020	99	<5	130000	63	200000	5.6	6.8		4300	630	
693-2020-00027560	11/2020	89	<5	130000	65	220000	6.2	6.9		5900	580	
693-2021-00000241	12/2020	<50	20	89000	91	170000	7.3	7.4		3800	500	
Nauhasuotimen esineutralointisakka 653												
693-2020-00002178	1/2020	65	<5	45000	100	67000	3.1	3.6		1500	340	
693-2020-00004724	2/2020	61	80	28000	<50	62000	3.1	3.7		1200	270	
693-2020-00005909	3/2020	73	57	32000	52	48000	3.2	3.7		1100	290	
693-2020-00008335	4/2020	58	34	24000	68	51000	3.1	3.7		1000	270	
693-2020-00010084	5/2020	76	84	29000	110	66000	3.1	3.7		1200	290	
693-2020-00012720	6/2020	67	68	29000	78	61000	3	3.6		1300	320	
693-2020-00017104	7/2020	<50	34	11000	57	35000	3.6	4.2		590	240	
693-2020-00019393	8/2020	85	99	34000	66	74000	3.6	3.7		1500	320	
693-2020-00024057	9/2020	100	<5	68000	75	110000	3.1	3.6		3300	390	
693-2020-00025491	10/2020	79	<5	38000	<50	92000	3.4	4		1300	340	
693-2020-00027562	11/2020	65	<5	40000	65	79000	3.4	4		1400	320	
693-2021-00000243	12/2020	<50	25	37000	92	80000	3.4	4		1400	310	
Vesienkäsittelysakan (572) kuukausinäytteet												
693-2020-00002179	1/2020	1400	<5	30000	150	35000			8	360		
693-2020-00003464	2/2020	81	40	31000	74	40000			7	380		
693-2020-00005910	3/2020	79	43	35000	56	37000			7.9	340		
693-2020-00008334	4/2020											
693-2020-00010083	5/2020											
693-2020-00012719	6/2020											
693-2020-00017103	7/2020											
693-2020-00019394	8/2020											
693-2020-00024058	9/2020											
693-2020-00025492	10/2020											
693-2020-00027563	11/2020	87	82	40000	58	33000	8.5	8.9		520	280	
Vesienkäsittelysakan viikkonäytteet, 1. linja (572 T1)												
693-2020-00026342	46/2020	110	99	29000	<50	33000			8.8			330
693-2020-00026624	47/2020	130	68	31000	87	33000			8.2			320
693-2020-00027566	48/2020	73	43	21000	110	31000			8			290
693-2020-00028345	49/2020	130	41	23000	51	39000	8.3	8.1		650	300	
693-2020-00028744	50/2020	110	<5	21000	<50	37000	11.3	8.7		310	330	
693-2020-00029185	51/2020	78	<5	20000	95	30000	7.9	7.5		520	290	
693-2021-00000038	52/2020	88	27	31000	120	61000			8.5			420
693-2021-00000246	53/2020											
Vesienkäsittelysakan viikkonäytteet, 2. linja (572 T2)												
693-2020-00026343	46/2020											
693-2020-00026625	47/2020											
693-2020-00027567	48/2020	110	<5	28000	140	23000			9.5			240
693-2020-00028346	49/2020											
693-2020-00028745	50/2020											
693-2020-00029186	51/2020											
693-2021-00000039	52/2020											
693-2021-00000247	53/2020											

LIITE 3

SIVUKIVINÄYTTEIDEN KOKONAISPITOISUUDET



Näytenumero	Näyte	Alumiini (mg/kg ka)	Antimoni (Sb) (mg/kg ka)	Arsenei (As) (mg/kg ka)	Barium (Ba) (mg/kg ka)	Beryllium (Be) (mg/kg ka)	Boori (B) (mg/kg ka)	Kadmium (Cd) (mg/kg ka)	Kalsium (Ca) (mg/kg ka)	Kromi (Cr) (mg/kg ka)	Koboltti (Co) (mg/kg ka)	Kupari (Cu) (mg/kg ka)	Rauta (Fe) (mg/kg ka)	Lyijy (Pb) (mg/kg ka)	Magnesium (Mg) (mg/kg ka)
693-2020-00002180	1/2020	41000	<2	130	31	1.2	23	19	17000	120	61	580	120000	31	21000
693-2020-00003475	2/2020	30000	<2	170	24	1	4.9	19	13000	74	62	970	130000	30	17000
693-2020-00005911	3/2020	32000	2.8	100	31	<1	<4	13	16000	80	57	610	93000	24	18000
693-2020-00008336	4/2020	20000	3.8	74	15	<1	<4	18	10000	50	69	760	94000	27	11000
693-2020-00010085	5/2020	28000	3	150	18	<1	4.5	22	22000	66	29	460	86000	24	14000
693-2020-00012721	6/2020	34000	4.8	130	23	1.2	<4	22	13000	85	49	630	99000	32	20000
693-2020-00019395	7/2020	28000	5	78	15	1.2	<4	22	11000	83	52	740	91000	27	17000
693-2020-00019396	8/2020	22000	7.3	180	26	<1	<4	23	4500	68	63	620	120000	39	20000
693-2020-00024056	9/2020	16000	6.1	120	11	<1	<4	23	6000	75	45	670	110000	35	12000
693-2020-00025493	10/2020	37000	3	87	33	1	<4	39	17000	110	23	600	65000	31	18000
693-2020-00027564	11/2020	18000	7.6	200	13	<1	<4	19	7000	40	33	710	110000	38	12000
693-2021-00000244	12/2020	18000	<2	65	7.2	<1	<4	18	8700	34	53	830	80000	29	9400

Näytenumero	Näyte	Mangaani (Mn) (mg/kg ka)	Elohopea (Hg) (mg/kg ka)	Molybdeeni (Mo) (mg/kg ka)	Nikkeli (Ni) (mg/kg ka)	Fosfori (mg/kg ka)	Kalium (K) (mg/kg ka)	Selenei (Se) (mg/kg ka)	Natrium (Na) (mg/kg ka)	Rikki (S) (mg/kg ka)	Tina (Sn) (mg/kg ka)	Titaani (Ti) (mg/kg ka)	Uraani (U) (mg/kg ka)	Vanadiini (V) (mg/kg ka)	Sinkki (Zn) (mg/kg ka)
693-2020-00002180	1/2020	3500	0.93	72	550	460	13000	39	2400	120000	5	1300	19	650	2800
693-2020-00003475	2/2020	1800	1.2	51	540	450	9800	35	1700	130000	<3	1000	22	460	2800
693-2020-00005911	3/2020	3200	0.89	46	400	520	12000	20	1200	88000	<3	940	17	390	2300
693-2020-00008336	4/2020	7700	1.2	44	550	700	6100	23	940	85000	<3	400	15	230	3300
693-2020-00010085	5/2020	2700	0.87	54	320	380	7300	22	1200	90000	<3	690	0.2	380	2400
693-2020-00012721	6/2020	2600	1.4	56	430	500	9600	27	1300	100000	<3	740	16	460	3400
693-2020-00019395	7/2020	4900	0.79	54	440	780	7700	18	1200	81000	<3	930	19	390	3500
693-2020-00019396	8/2020	3500	0.88	50	320	530	9700	16	550	140000	<3	860	13	340	2100
693-2020-00024056	9/2020	2600	0.95	60	400	440	5800	22	640	110000	<3	480	12	220	2700
693-2020-00025493	10/2020	1000	1	72	470	440	11000	29	2500	66000	<3	880	17	630	4300
693-2020-00027564	11/2020	1600	1	54	420	400	5800	37	1000	120000	<3	320	16	200	2300
693-2021-00000244	12/2020	1700	1.1	56	640	550	5600	28	600	68000	<3	200	21	180	4300

Näytenumero	Näyte	Kuiva-aine (%)	Hehkutus-häviö 550°C (% ka)	TOC (% ka)	pH
693-2020-00002180	1/2020	97	10.3	7.5	6.3
693-2020-00003475	2/2020	100	11.6	7.3	6.2
693-2020-00005911	3/2020	98.8	8.3	6.5	7.1
693-2020-00008336	4/2020	97.8	7.5	6.3	6.4
693-2020-00010085	5/2020	99.7	10.2	6.2	7.4
693-2020-00012721	6/2020	99.5	10.3	8.3	4.9
693-2020-00019395	7/2020	99.8	7.2	6.7	4.8
693-2020-00019396	8/2020	97.8	13.4	6.3	4.4
693-2020-00024056	9/2020	97.3	9.6	7.2	5.1
693-2020-00025493	10/2020	93.5	6.7	6.5	4.3
693-2020-00027564	11/2020	96.7	13.3	8.2	4.3
693-2021-00000244	12/2020	99.6	7.3	9.4	6.1

LIITE 4

SIVUKIVINÄYTTEIDEN LIUKOISET PITOISUUDET



Näytenumero	Näyte	Antimoni (Sb) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Arseeni (As) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Barium (Ba) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Kadmium (Cd) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Kromi (Cr) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Koboltti (Co) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Kupari (Cu) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Elohopea (Hg) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Lyijy (Pb) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Nikkeli (Ni) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Seleen (Se) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Tina (Sn) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)
693-2020-00002180	1/2020	<0,01	<0,01	0,060	0,24	<0,01	0,16	<0,05	<0,004	<0,005	<0,01	17	0,29	<0,01
693-2020-00003475	2/2020	0,015	<0,01	0,069	0,071	<0,01	0,10	0,65	<0,004	<0,005	0,020	8,9	0,17	<0,01
693-2020-00005911	3/2020	<0,01	<0,01	<0,05	0,014	<0,01	0,034	<0,05	<0,004	<0,005	<0,01	1,6	0,23	<0,01
693-2020-00008336	4/2020	<0,01	<0,01	<0,05	0,040	<0,01	0,067	<0,05	<0,004	<0,005	<0,01	4,0	0,12	<0,01
693-2020-00010085	5/2020	0,024	<0,01	<0,05	0,026	<0,01	0,030	<0,05	<0,004	<0,005	0,033	3,7	0,25	<0,01
693-2020-00012721	6/2020	<0,01	<0,01	0,064	0,17	<0,01	0,25	0,099	<0,004	<0,005	<0,01	19	0,19	<0,01
693-2020-00019395	7/2020	<0,01	<0,01	0,057	0,077	<0,01	0,36	<0,05	<0,004	0,055	<0,01	23	0,20	<0,01
693-2020-00019396	8/2020	<0,01	<0,01	0,097	1,3	<0,01	0,46	1,3	<0,004	0,011	<0,01	33	0,22	<0,01
693-2020-00024056	9/2020	<0,01	<0,01	0,074	0,36	<0,01	0,15	0,19	<0,004	0,006	<0,01	25	0,10	<0,01
693-2020-00025493	10/2020	<0,01	<0,01	0,20	2,7	<0,01	0,44	1,6	<0,004	0,13	<0,01	81	0,70	<0,01
693-2020-00027564	11/2020	<0,01	<0,01	0,092	1,6	<0,01	0,46	2,6	<0,004	0,020	<0,01	51	0,33	<0,01
693-2021-00000244	12/2020	<0,01	<0,01	<0,05	0,019	<0,01	0,12	<0,05	<0,004	<0,005	<0,01	9,0	0,17	<0,01

Näytenumero	Näyte	Uraani (U) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Vanadiini (V) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Sinkki (Zn) L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Fluoridi L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Kloridi L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Sulfaatti L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	DOC L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	TDS L/S=10 (Cum.) (mg/kg ka)	Sähkön- johtavuus L/S=2 (mS/m)	Sähkön- johtavuus L/S=8 (mS/m)	pH L/S=2	pH L/S=8
693-2020-00002180	1/2020	0,006	<0,01	26	<5	54	1600	79	1600	130	20	6,4	4,0
693-2020-00003475	2/2020	0,008	<0,01	5,4	<5	<50	1800	100	3000	130	20	7,8	8,1
693-2020-00005911	3/2020	0,003	<0,01	0,45	<5	63	1300	50	3500	100	<5	7,8	8,0
693-2020-00008336	4/2020	<0,002	<0,01	0,70	<5	<50	1900	69	4000	140	20	6,9	7,4
693-2020-00010085	5/2020	0,008	<0,01	1,4	5,9	<50	1400	88	2100	110	20	7,5	7,3
693-2020-00012721	6/2020	0,008	<0,01	25	<5	<50	1000	74	1800	80	10	4,9	5,5
693-2020-00019395	7/2020	0,036	<0,01	20	<5	<50	1700	61	3900	140	15	5,9	6,2
693-2020-00019396	8/2020	0,16	<0,01	140	<5	<50	2100	53	3100	120	14	4,7	5,1
693-2020-00024056	9/2020	0,053	<0,01	17	86	3900	4400	66	3000	120	10	4,8	5,9
693-2020-00025493	10/2020	0,70	<0,01	250	<5	<50	2800	<50	4900	190	20	4,3	4,9
693-2020-00027564	11/2020	0,87	<0,01	190	<5	<50	2000	<50	2500	130	20	4,4	4,6
693-2021-00000244	12/2020	0,002	<0,01	3,0	<5	<50	900	90	2300	80	20	6,7	6,5