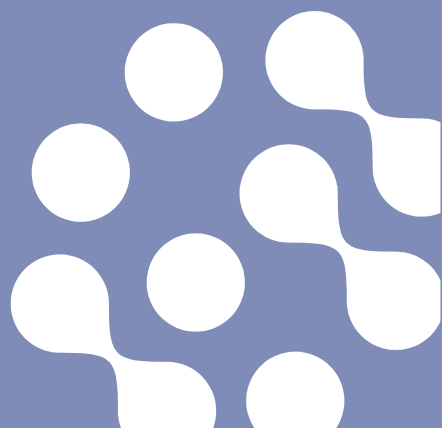


Eurofins Ahma Oy
3.5.2024

TERRAFAME OY JÄTEJAKEIDEN TARKKAILU 2023



TERRAFAME OY,

JÄTEJAKEIDEN TARKKAILU 2023

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO	1
1.1	YLEISTÄ	1
1.2	JÄTELUOKITUS	1
2.	METALLIEN TALTEENOTTOLAITOKSEN JA KESKUSPUHDISTAMON SAKKAJAKEET	3
2.1	ALKUAINEIDEN KOKONAISPITOISUUDET	3
2.2	LIUKOISUUSOMINAISUUDET	20
2.3	HEHKUTUSHÄVIÖ, TOC, ANC JA RADIOAKTIIVISUUS	33
3.	SIVUKIVEN OMINAISUUDET	36
3.1	ALKUAINEIDEN KOKONAISPITOISUUDET	36
3.2	LIUKOISUUSOMINAISUUDET	39
4.	AKKUKEMIKAALITEHTAAN JÄTEJAKEIDEN KAATOPAIKKAKELPOISUUS	43
4.1	ALKUAINEIDEN KOKONAISPITOISUUDET	43
4.1.1	Metallisulfaattiliuos	43
4.1.2	Sakkajakeet	44
4.2	LIUKOISUUSOMINAISUUDET	47
4.3	HEHKUTUSHÄVIÖ, TOC, ANC JA RADIOAKTIIVISUUS	50
5.	EPÄVARMUUSTARKASTELU	52
6.	YHTEENVETO	53
	VIITTEET	56
	LIITTEET	57

LIITTEET

- Liite 1. Sakkajakeiden kokonaispitoisuudet 2023
- Liite 2. Sakkajakeiden liukoiset pitoisuudet 2023
- Liite 3.1 Sakkajakeiden radioaktiivisuusmääritysten tulokset vuodelta 2020
- Liite 3.2 Sakkajakeiden radioaktiivisuusmääritysten tulokset vuodelta 2021
- Liite 4. Sivukivinäytteiden kokonaispitoisuudet 2023
- Liite 5. Sivukivinäytteiden liukoiset pitoisuudet 2023
- Liite 6. Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden kokonaispitoisuudet
- Liite 7. Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden liukoiset pitoisuudet
- Liite 8.1 Akkukemikaalitehtaan metallisulfaattiliuos, perusmäärittelyn tulokset
- Liite 8.2 Akkukemikaalitehtaan aktiivihiiijäte, perusmäärittelyn lausunto
- Liite 8.3 Akkukemikaalitehtaan bentoniittisakka, perusmäärittelyn lausunto
- Liite 8.4 Akkukemikaalitehtaan rautasakka, perusmäärittelyn lausunto
- Liite 9. Akkukemikaalitehtaan näytteiden radioaktiivisuusmääritysten tulokset v. 2022

Eurofins Ahma Oy

Juha Kotiranta,
Ympäristöasiantuntija

Sähköposti: Etunimi.Sukunimi@etn.eurofins.com

www.eurofins.fi

1. JOHDANTO

1.1 Yleistä

Terrafame Oy:n jätejakeiden tarkkailu käsittää sivukiven tarkkailun, metallien talteenottolaitoksella ja keskuspuhdistamolla muodostuvien sakkajakeiden eli loppuneutralointisakan (646), rautasakan (645), esineutralointisakan (653) ja vesienkäsittelysakan (572 T1 ja 572 T2) tarkkailun. Vuodesta 2021 lähtien tarkkailuun on sisällynyt myös akkukemikaalitehtaalla muodostuvien jätejakeiden aktiivihilen, bentoniittisakan ja akkukemikaalitehtaan rautasakan tarkkailu. Lisäksi tarkkailtavia jätejakeita ovat sivukivet (mustaliuske ja kiilleliuske), poistettava maa-aines, geotuubisakat, sekä muilla vesienkäsittely-yksiköillä muodostuvat vesienkäsittelysakat (HÄR, KOR, SEM2). Uusille jätejakeille tehdään tarkkailuohjelman mukainen perusmäärittely.

Raudan sakeuttimen alite kuului vielä vuonna 2023 jätejakeiden tarkkailuun, vaikka se ei enää lukeudukaan toiminnassa muodostuviin prosessijätteisiin, sillä nykyisellään se johdetaan jatkokäsiteltäväksi keskusvedenpuhdistamolle. Myös esineutralointisakka kierrätetään nykyisin takaisin prosessiin, sekundääriliuotusalueelle. Loppuneutraloinnin alite ja keskuspuhdistamolla muodostuva vesienkäsittelysakka johdetaan kipsisakka-altaalle.

Vuonna 2021 tarkkailuun on lisätty akkukemikaalitehtaalla muodostuvien jätejakeiden ominaisuuksien tarkkailu. Akkukemikaalitehtaan ylösajo alkoi alkuvuonna 2021. Bioliuotukseen kierrätettävän metallisulfaattiliuoksen osalta tarkkailu on alkanut vuoden 2021 loppupuolella. Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden (rautasakka, bentoniittisakka ja käytetty aktiivihili) ensimmäiset kokoomanäytteet kerättiin lokakuussa 2022, ja niille tehtiin Vna 331/2013 mukainen perusmäärittely. Sen jälkeen sakkajakeiden tarkkailu jatkui vastaavuustestauksen mukaisessa laajuudessa. Vuonna 2023 tarkkailua toteutettiin akkukemikaalitehtaan vuoden 2021 tarkkailusuunnitelman mukaan tammikuusta marraskuuhun ja marraskuusta alkaen uuden tarkkailuohjelman mukaan.

Metallien talteenottolaitoksen ja keskuspuhdistamon sakkojen sekä sivukiven tarkkailu toteutettiin vuonna 2019 laaditun tarkkailuohjelman (Ramboll Finland Oy 2019) mukaisesti marraskuuhun 2023 asti. Ohjelmassa 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 ympäristöluvut. Marraskuusta alkaen tarkkailua on toteutettu uuden tarkkailuohjelman mukaisesti, minkä lisäksi rautasakan 645 tarkkailua on jatkettu omavolontana. Metallien talteenottolaitoksella ja keskuspuhdistamolla muodostuvien sakkajakeiden tarkkailussa sovelletaan valtioneuvoston asetuksen 202/2006 mukaista kaatopaikkakelpoisuuden testausmenettelyä soveltuvilta osin.

Kesäkuussa 2022 Terrafamen sai uuden ympäristöluvan (nro 87/2022, PSAVI/2461/2017). Tarkkailuohjelma on päivitetty vastaamaan uusia lupaehtoja. Jätejakeiden tarkkailun osalta uusi tarkkailuohjelma otettiin osittain käyttöön jo vuoden 2023 aikana.

Vuonna 2023 sivukiven tarkkailua laajennettiin kahteen kuukausikokoomanäytteeseen: mustaliuske (näytejake sivukivi) ja kiilleliuske (näytejake kiilleliuske).

Tässä raportissa on esitetty jätejakeiden tarkkailun tulokset vuodelta 2023.

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 tarvitsa 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 luokituksista 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 on Pohjois-Suomen aluehallintoviraston ympäristölupapäätöksessä (nro 87/2022) luokiteltu valtioneuvoston jätteistä antaman asetuksen mukaisesti vaarallisiksi jätteiksi (*) ja jäteasetuksen liitteen 4 mukaisesti seuraavasti (suluissa nimiketyyppi Euroopan komission tiedonannon 2018 mukaan):

- | | |
|---|----------------|
| - esineutralointisakka, EsNe (653) | 11 02 02* (AH) |
| - loppuneutralointisakka, LoNe (646) | 11 02 07* (MH) |
| - kipsisakka-altaissa jo sijaitseva raudan sakeuttimen alite eli rautasakka (645) | 11 02 07* (MH) |
| - keskuspuhdistamolla metallipitoisten jätevesien sekä raudansaostuksen alitteen ja ylitteen neutraloinnissa muodostuva sakka | 19 02 05* (MH) |

Raudan sakeuttimen alite ohjataan nykyään keskusvedenpuhdistamolle, eikä sitä enää muodostu erillisenä jättejakeena.

Sivukivialueelle KL2 saadaan sijoittaa toiminnassa muodostuvia sivukiviä ja kaivosalueelta poistettavia, pilaantuneita maa-aineksia ja maa-aineksia, jotka sisältävät vaarallisia aineita (jätenumero 01 01 01, 01 01 01*, 01 01 02, 17 05 03* tai 17 05 04) sekä louhinnan räjäytystoiminnan yhteydessä sivukiven sekaan jäävän panostusmateriaalin.

Akkukemikaalitehtaan ympäristöluvan (Nro 5/2021, Dnro PSAVI/3626/2019) mukaan akkukemikaalitehtaan toiminnassa muodostuvat prosessijätteet luokitellaan seuraaviin jäteluokkiin:

- | | |
|---|----------------|
| - nikkeli- ja kobolttisulfaattien valmistuksessa syntyvä rautasakka | 06 03 15* (MH) |
| - bentoniittisakka uuttoliuospuhdistuksesta (crudi) | 06 03 99 (ANH) |
| - käytetty aktiivihili | 06 03 99 (ANH) |

2. METALLIEN TALTEENOTTOLAITOKSEN JA KESKUSPUHDISTAMON SAKKAJAKEET

Vuonna 2023 esineutralointisakan (653) näytteenotto toteutettiin tarkkailuohjelman mukaisesti. Esineutralointisakasta otettiin päivittäin/viikoittain osanäytteitä Terrafamen henkilökunnan toimesta. Osanäytteistä muodostettiin kuukauden kokoomanäyte. Loppuneutraloinnin sakasta (646) otettiin näytteet prosessin ollessa käynnissä, eli touko-, heinä-, elo-, syys-, loka-, marras- ja joulukuussa ja rautasakasta (645) prosessin ollessa käynnissä elo-, syys-, loka-, marras- ja joulukuussa.

Helmikuusta 2017 marraskuuhun 2020 vesienkäsittelysakan määritykset on tehty kuukauden kokoomanäytteistä, joissa 1. ja 2. linjan näytteet on yhdistetty yhdeksi näytteeksi. Marraskuusta 2020 elokuun 2022 loppuun saakka määritykset tehtiin lisäksi viikon kokoomanäytteistä. Syyskusta 2022 alkaen määritykset on jälleen tehty kuukauden kokoomanäytteistä, mutta kummaltakin linjalta (572 T1 ja 572 T2) erikseen. Vuonna 2023 kokoomanäytteet kerättiin molemmilta linjoilta tarkkailuohjelman mukaisesti kuukausittain.

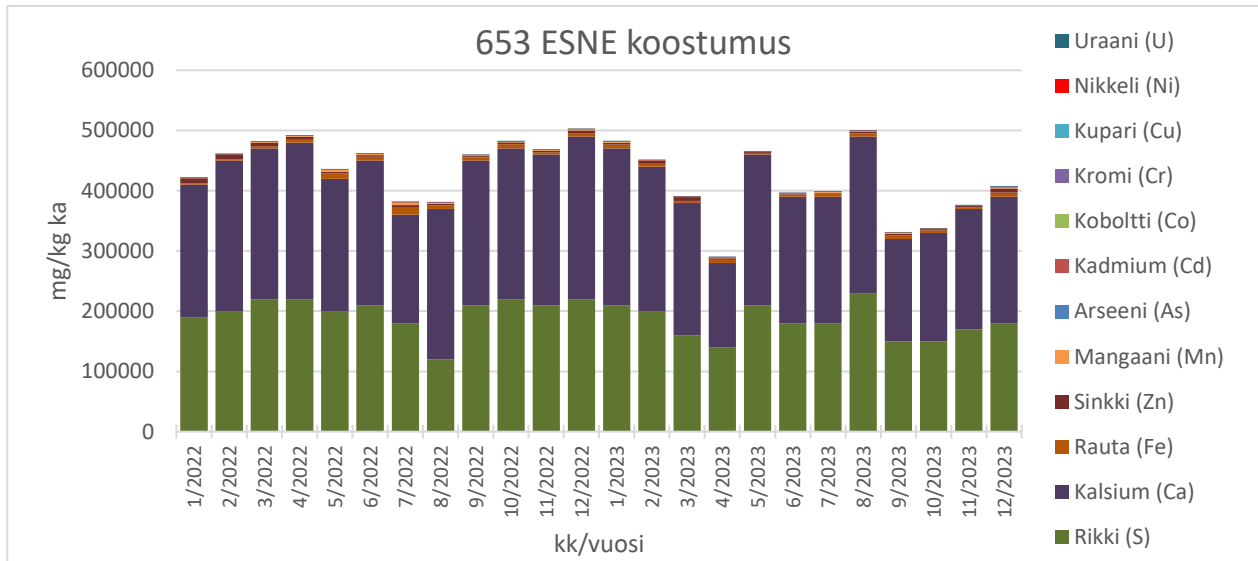
Näytteenotosta ja osanäytteiden yhdistämisestä viikko- ja kuukausinäytteiksi vastasi Terrafame Oy. Näytteiden laboratorioanalytiikka tehtiin Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratoriossa. Sakkajakeiden radioaktiivisuusmäärityksiä ei inhimillisen virheen vuoksi saatu tehtyä vuoden 2022 näytteistä. Vuoden 2023 sakkajakeiden radioaktiivisuusmääritysten on määrä valmistua toukokuussa 2024.

2.1 Alkuaineiden kokonaispitoisuudet

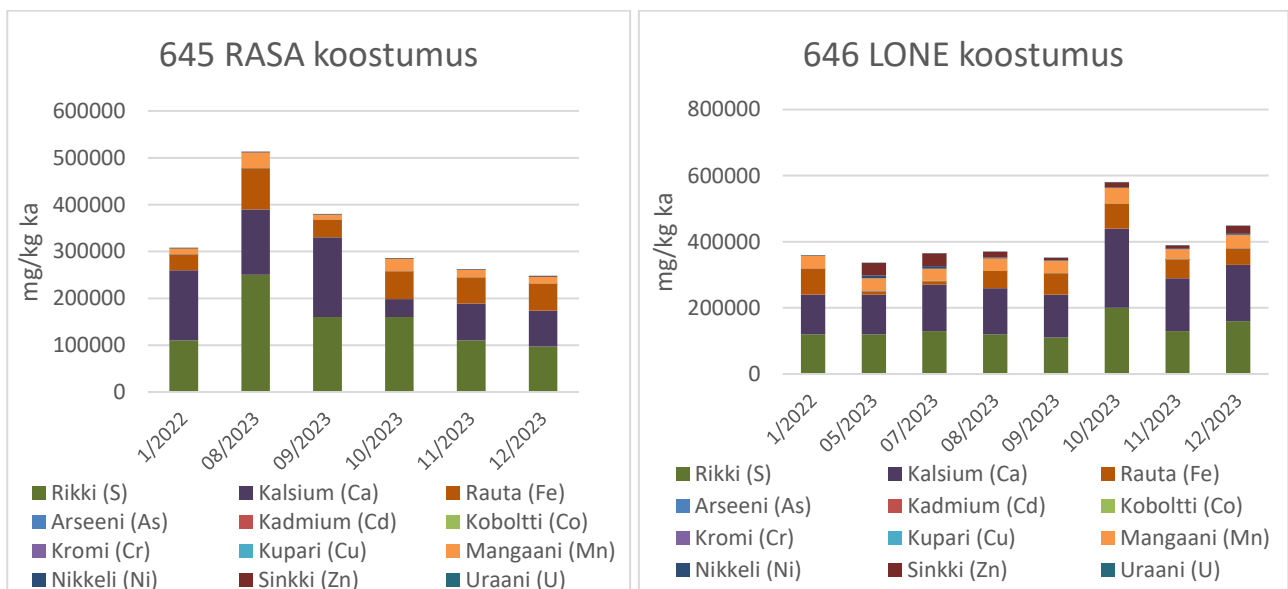
Raportin liitteessä (liite 1) on esitetty koontitaulukot vuoden 2023 sakkajakeiden kokonaispitoisuuksien analyysituloksista. Vuonna 2023 kokonaispitoisuudet saatiin määritettyä kaikista näytteistä. Loppuneutralointisakan 646 elokuun näytteestä ei saatu määritettyä kuiva-ainepitoisuutta. Marras- ja joulukuun näytteillä on käytetty uuden tarkkailuohjelman mukaisia analyysipaketteja, joissa joidenkin alkuaineiden määrittämiseen aiemmin käytetty ICP-OES -menetelmä on korvattu ICP-MS -menetelmällä.

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.

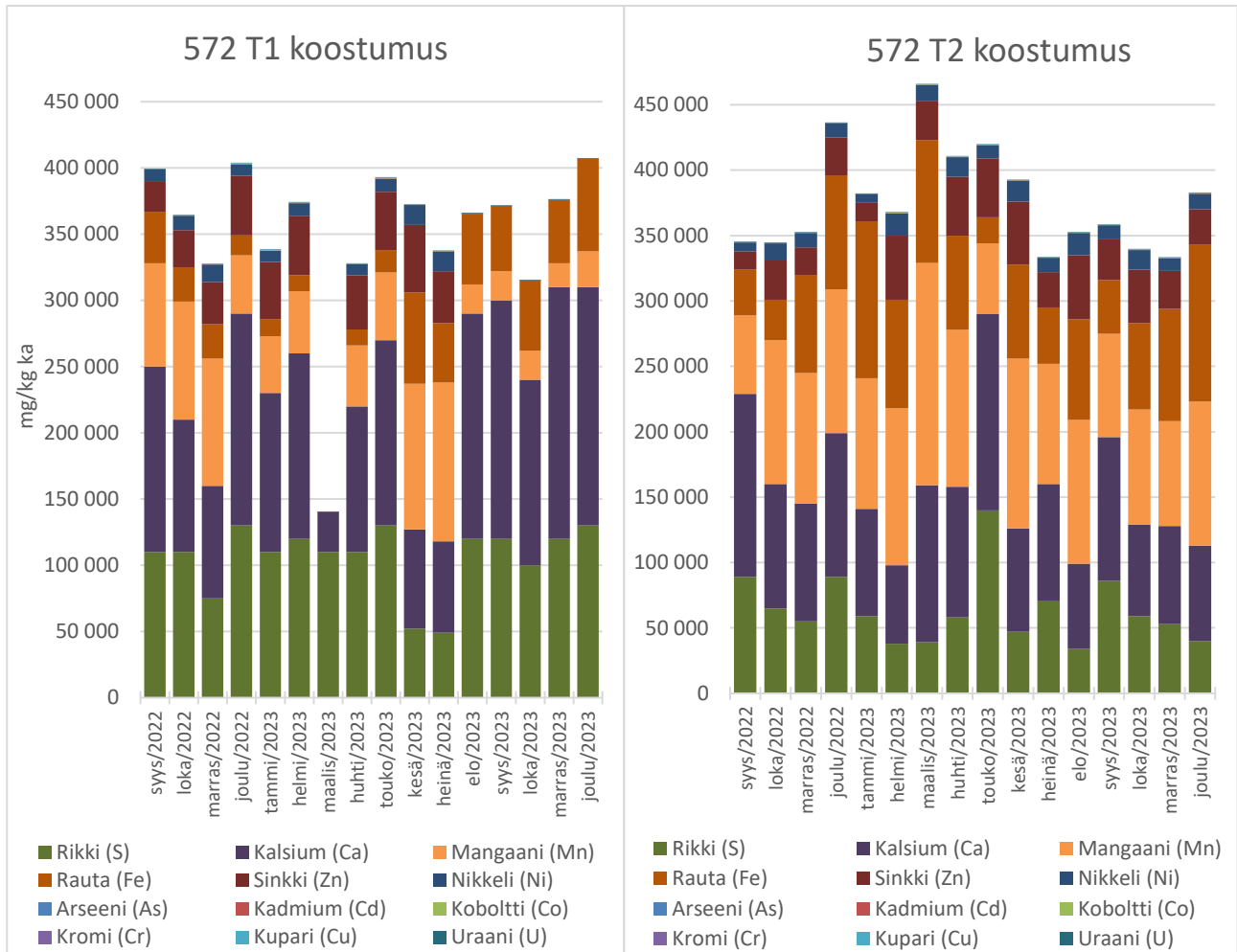
Eri sakkajakeiden kemiallinen koostumus riippuu prosessiin tulevasta liuoksesta ja saostusprosessista, sekä esimerkiksi käytetyn kalkkikiven laadusta. Sakkajakeilla on selvät pääkomponentit, kuten rikki ja kalsium, mutta näiden lisäksi eri sakoilla on omat tyypilliset pitoisuutensa esimerkiksi raudalle, mangaanille, sinkille ja nikkelille.



Kuva 2-1. Esineutralointisakan (653 ESNE) koostumus kuukausittain vuosina 2022–2023



Kuva 2-2. Raudansaostussakan (645 RASA) ja loppuneutralointisakan (646 LONE) koostumukset vuosina 2022–2023



Kuva 2-3. Keskuspuhdistamon linjojen 1 ja 2 vesienkäsittelysakkujen (572 T1 ja 572 T2) koostumukset kuukausittain vuosina 2022–2023

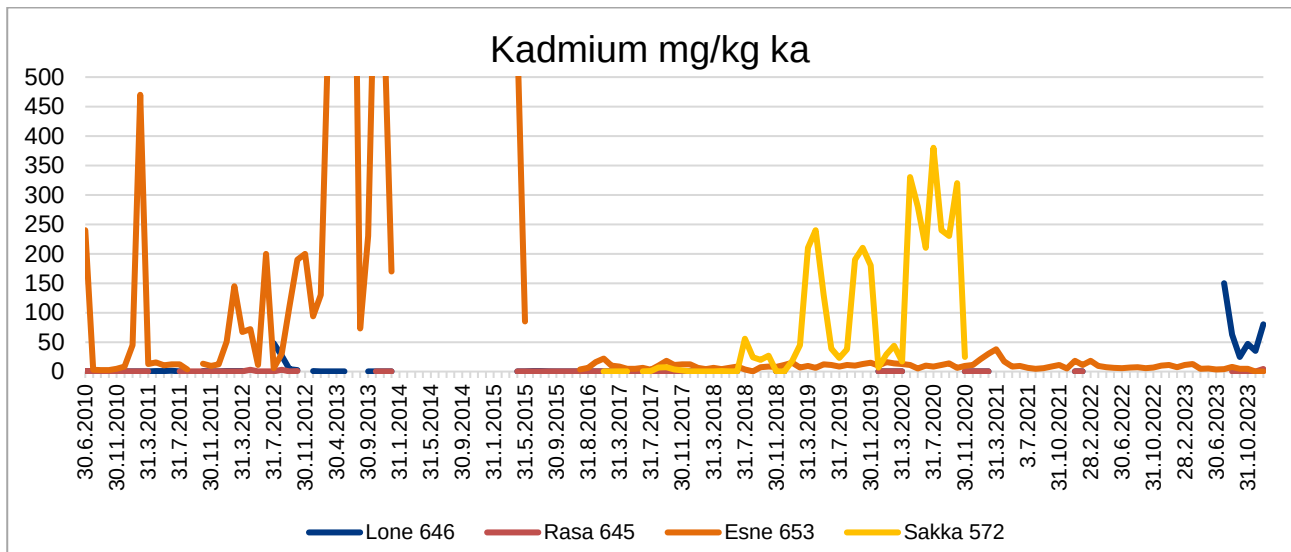
Terrafamella muodostuvien jätejakeiden jäteluokituksen kannalta kriittisten alkuaineiden (mangaani, nikkeli ja sinkki) osalta pitoisuuksia on verrattu myös vaarallisen jätteen pitoisuusarvoihin. Jätteiden luokittelu vaaralliseksi tai vaarattomaksi jätteeksi perustuu suurelta osin Euroopan unionin kemikaalilainsäädäntöön 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 alkupe-
räisessä 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 2023 arseenin pitoisuudet loppuneutralointisakassa (<3 mg/kg ka), rautasakassa (645) (<3 mg/kg ka) ja esineutralointisakassa (<3 mg/kg ka) olivat aiempien vuosien tapaan pieniä. Myös vesienkäsittelysakan kokoomänäytteissä arseenipitoisuudet pysyttelivät pieninä < 3 mg/kg ka (572 T1 ja 572 T2). Jäteluokituksessa arseenille sovellettava alin vaarallisen jätteen pitoisuusraja tuorepainona on 2500 mg/kg, ja yhteenlaskussa alin huomiotava pitoisuus (ns. Cut-off-arvo) 1000 mg/kg (Häkkinen 2019, liite 9). Sakkajakeissa arseenipitoisuus on jäänyt selvästi näiden raja-arvojen alapuolelle.

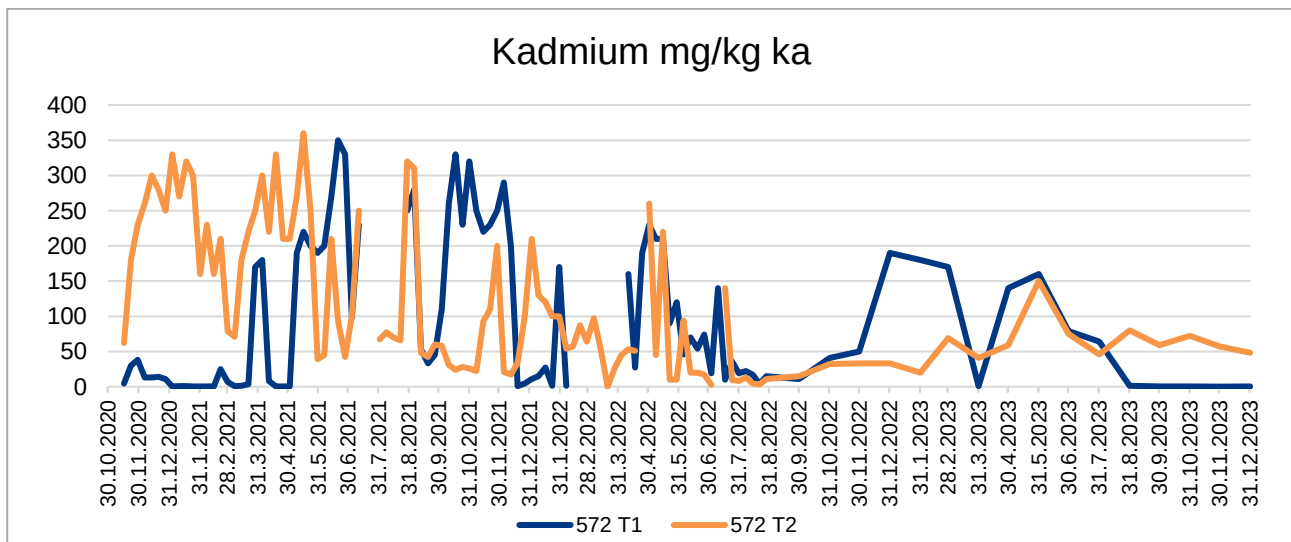
Kadmiumin pitoisuudet olivat vuosien 2019–2022 tavoin pieniä rautasakassa (645) (<0,3 mg/kg ka). Loppuneutralointisakassa kadmiumpitoisuudet ovat nousseet merkittävästi: vuoden 2023 pitoisuustaso on vaihdellut välillä 25–160 mg/kg ka (Kuva 2-4). Vertailun vuoksi loppuneutralointisakan (646) edellinen kadmiumin pitoisuushuippu vuodelta 2012 oli 48 mg/kg ka ja ylipäättään määritysrajan ylitykset ovat olleet varsin harvinaisia. Esineutralointisakan (653) kadmiumpitoisuudet ovat pysyneet pieninä vuosien 2013–2015 (max. 1700 mg/kg

ka) suurien pitoisuuksien jälkeen. Vuonna 2023 esineutralointisakan kadmiumpitoisuudet vaihtelivat välillä 3,4–13 mg/kg ka. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden kuukausikokoomanäytteissä kadmiumpitoisuudet vaihtelivat välillä 0,074–180 mg/kg ka (572 T1) ja 20–150 mg/kg ka (572 T2). Kadmiumin kokonaispitoisuudet kuivapainoa kohden vesienkäsittelysakan ja esineutralointisakassa vuosina 2010–2023 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-4, Kuva 2-5).

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 aiheuttamaan pitkäaikaiseen vaaraan vesiympäristölle. Esineutralointisakassa raja-arvo 1000 mg/kg on ylittynyt syys-joulukuun 2014 näytteessä (1088 mg/kg tp), mutta muita kadmiumin raja-arvojen ylityksiä ei ole todettu sakanäytteissä vuosina 2010–2023.



Kuva 2-4. Sakkajakeiden kuiva-aineen kadmiumpitoisuudet vuosina 2010–2023. Vesienkäsittelysakan (572 T1 ja T2) tulokset marraskuusta 2020 lähtien on esitetty seuraavassa kuvassa.



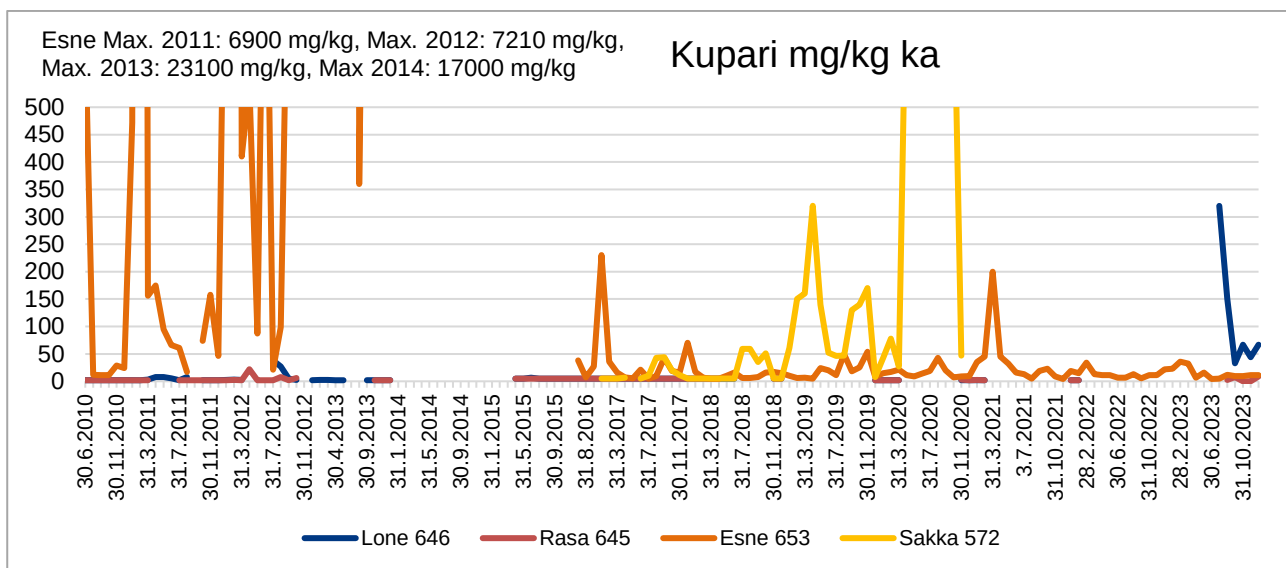
Kuva 2-5. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikko- ja kuukausinäytteiden kadmiumpitoisuudet kuivapainoa kohden v. 2020–2023.

Kuparin pitoisuudet olivat pieniä rautasakassa (645) (<2–8,9 mg/kg ka). Loppuneutralointisakassa (646) myös kuparipitoisuus on noussut merkittävästi aiempiin vuosiin verrattuna: vuonna 2023 loppuneutralointisakan kuparipitoisuudet vaihtelivat välillä 33–500 mg/kg ka, kun edellinen pitoisuushuippu 38 mg/kg ka on vuodelta 2012 ja määritysrajan ylitykset ovat olleet harvinaisia. Esineutralointisakan (653) kuparipitoisuuksissa on aiempina vuosina ollut huomattavaa vaihtelua, mutta viime vuosina (2017–2022) tutkituissa näytteissä vaihtelu on ollut vähäisempää. Vuonna 2023 kuparipitoisuudet vaihtelivat esineutralointisakassa välillä 4,2–36 mg/kg ka. Vesienkäsittelysakan kokoomanäytteissä kuparipitoisuudet vaihtelivat välillä <2–410 mg/kg ka (572 T1) ja 89–370 mg/kg ka (572 T2). Tutkittujen sakkajakeiden kuparipitoisuuksien kehitys vuosina 2010–2023 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-6, Kuva 2-7).

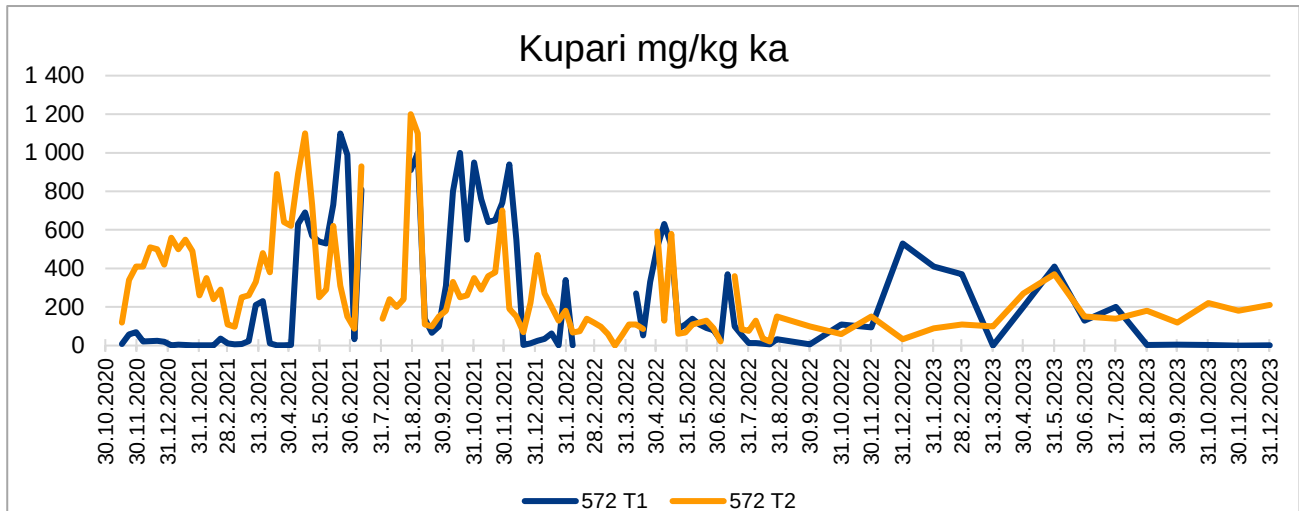
Kupari-ionille ei ole CLP-asetuksen aineluettelossa annettu yleistä pitoisuusrajaa. Kupariyhdisteistä kupari-ionin pitoisuudeksi laskettuna alin mahdollinen raja-arvo on annettu kuparisulfaatile, perustuen sen pitkäaikaisiin haittavaikutuksiin vesieliöille. Kyseinen vaarallisen jätteen pitoisuusraja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

Aineiden pitoisuudet tuorepainoa kohti on laskettu näytteiden kuiva-ainepitoisuuksien perusteella. Niillä näytteillä, joiden kuiva-ainepitoisuutta ei ollut käytettävissä, on käytetty kuiva-ainepitoisuuden arvona muiden näytteiden mediaania.

Vuonna 2023 tuorepainoksi laskettuna vesienkäsittelysakan kuparipitoisuudet jäivät sekä vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon että yhteenlaskussa huomioitavan alimman pitoisuuden alapuolelle (572 T1: 0,02–350 mg/kg TP, 572 T2: 0,4–313,8 mg/kg TP). Esineutralointisakassa on todettu raja-arvojen ylityksiä vuosina 2014–2015 (vaihteluväli 2014–2015: 2519–27328 mg/kg tp).



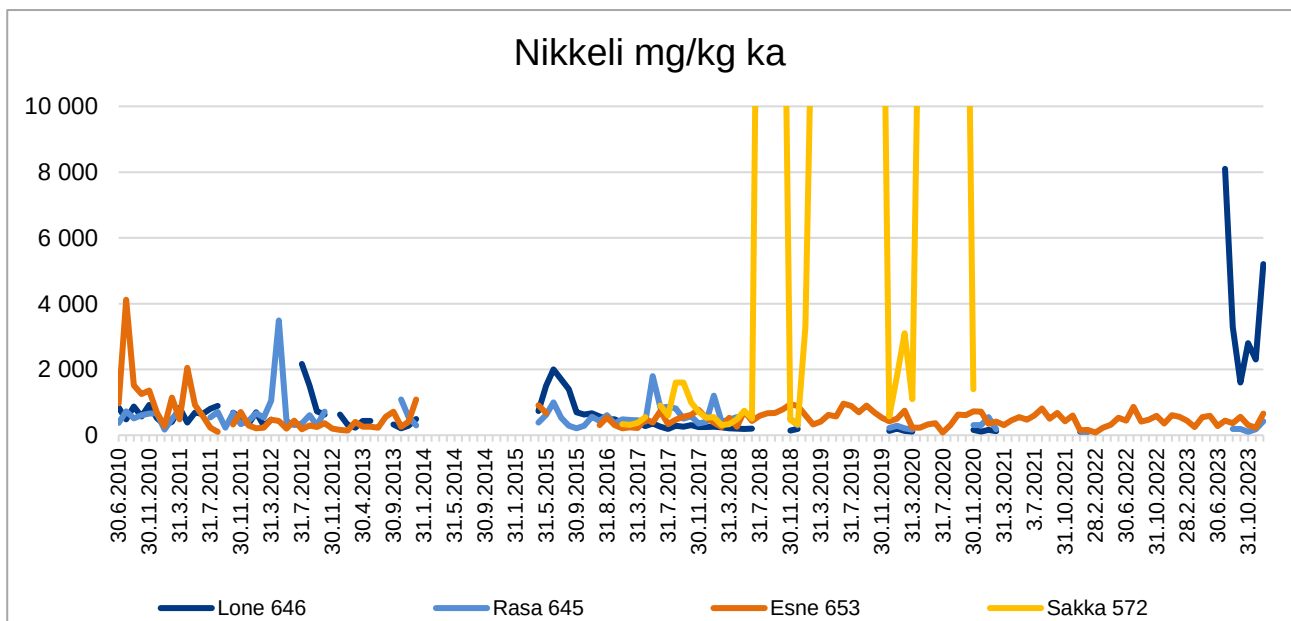
Kuva 2-6. Sakkajakeiden kuiva-aineen kuparipitoisuudet vuosina 2010–2023. Vesienkäsittelysakan (572 T1 ja T2) tulokset marraskuusta 2020 lähtien on esitetty seuraavassa kuvassa.



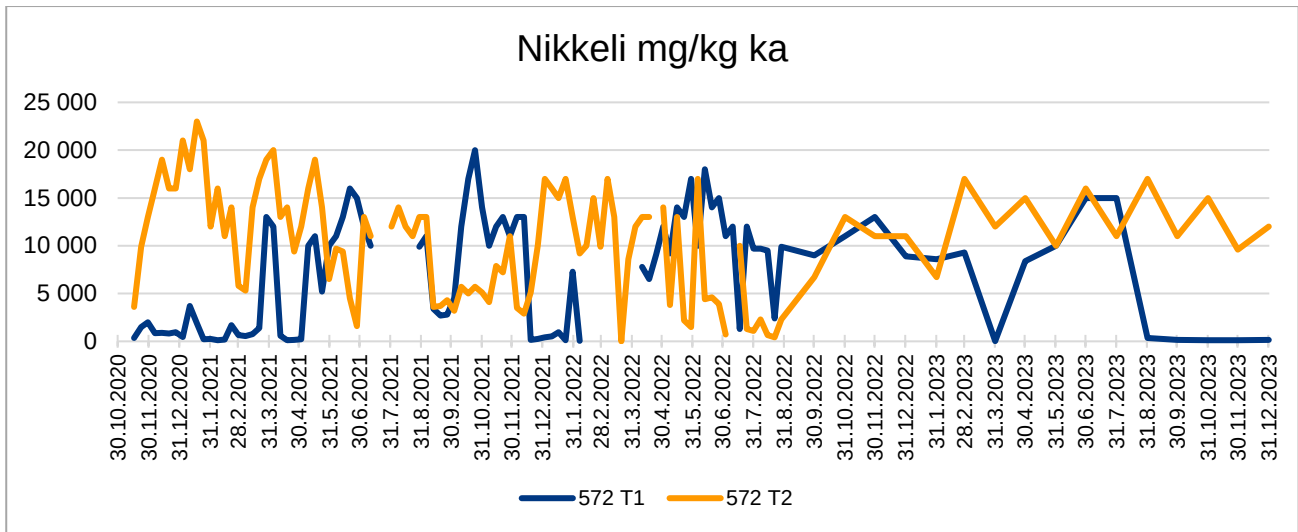
Kuva 2-7. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikko- ja kuukausinäytteiden kuparipitoisuudet kuivapainona v. 2020–2023.

Nikkelin pitoisuus loppuneutralointisakassa (646) oli vuonna 2023 noussut merkittävästi edellisvuosiin verrattuna, nikkelipitoisuuden vaihdella välillä 1600–8200 mg/kg ka., kun loppuneutralointisakan nikkelipitoisuus on vuosina 2015–2022 pysytellyt 1000 mg/kg ka alapuolella. Rautasakassa (645) nikkelipitoisuus vaihteli vuonna 2023 tavanomaisella tasolla, välillä 99–420 mg/kg ka. Loppuneutralointiyksiköllä on vuonna 2023 käsitelty sivukivialueen vesiä, mikä vaikuttaa yksiköllä muodostuvan sakan nikkelipitoisuuteen.

Esineutralointisakassa (653) nikkelipitoisuudet kuivapainoa kohden vaihtelivat välillä 230–660 mg/kg ka, ollen edellisvuosien vaihteluvälillä. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden viikonäytteissä nikkelipitoisuudet vaihtelivat välillä 21–15000 mg/kg ka (572 T1) ja 6700–17000 mg/kg ka (572 T2). Nikkelin kokonaispitoisuuksien kehitys kuiva-ainetta kohden ilmoitettuna on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-8, Kuva 2-9).



Kuva 2-8. Nikkelipitoisuuksien kehitys kuivapainona sakkajakeiden kuukausinäytteissä vuosina 2010–2023. Kuvaaja on esitetty kahdessa eri skaalassa pitoisuusvaihteluiden havainnollistamiseksi sekä suuremmilla (sakka 572) että pienemmillä pitoisuuksilla (Lone 646, Rasa 645 ja Esne 653). Vesi- ja sivukivialueen sakan (572 T1 ja T2) tulokset marraskuusta 2020 lähtien on esitetty seuraavassa kuvassa.

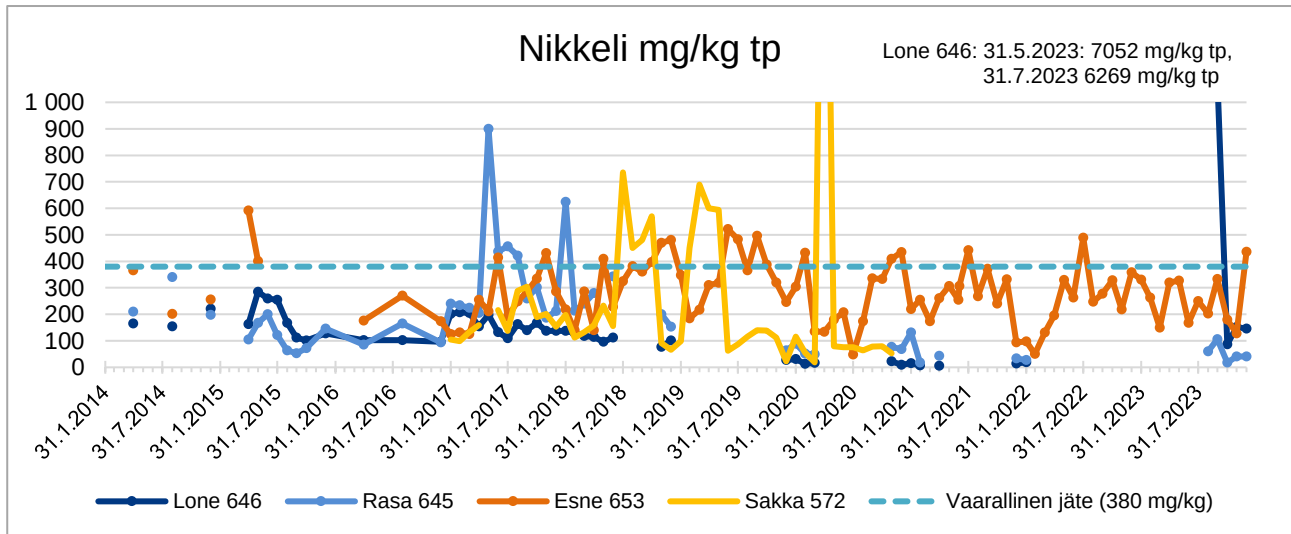


Kuva 2-9. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikko- ja kuukausinäytteiden nikkelpitoisuudet kuivapainona v. 2020–23.

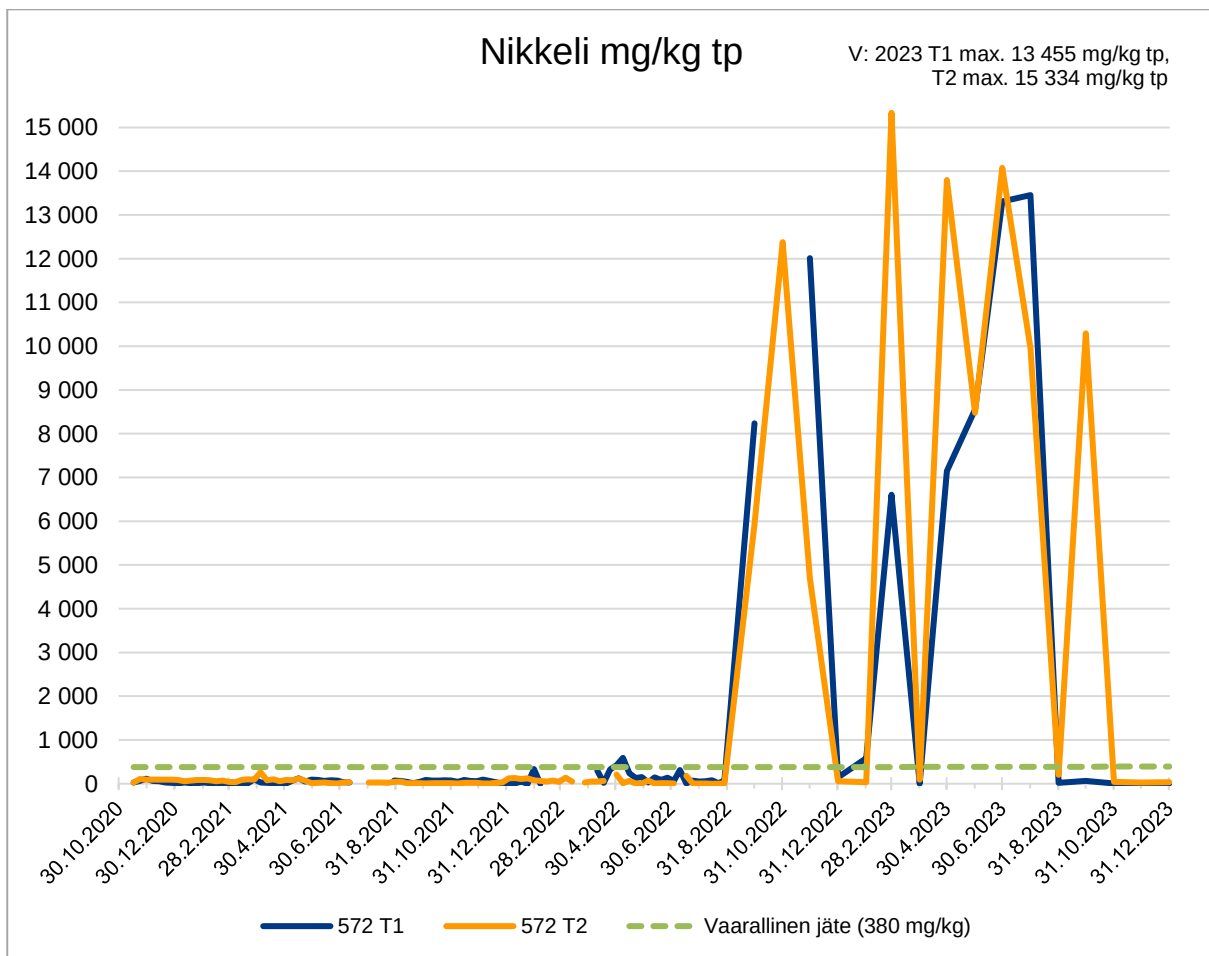
Nikkeli-ionille ei ole CLP-asetuksen aineluettelossa annettu yleistä pitoisuusrajaa. Nikkeliyhdisteiden osalta alin sovellettava vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo on annettu nikkelisulfaatille, jonka raja-arvo nikkeli-ionin pitoisuudeksi laskettuna on 380 mg/kg tp ja alin yhteenlaskussa sovellettava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

Vuosina 2014–2023 tuorepainoksi muutettu nikkelpitoisuus on ajoittain ylittänyt vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon 380 mg/kg rautasakan, esineutralointisakan, loppuneutralointisakan ja vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä. (Kuva 2-10) Vuonna 2023 kyseinen raja-arvo ylittyi loppuneutralointisakan osalta touko-, heinä-, syys- ja lokakuun näytteissä, sekä suurella varmuudella myös elokuun näytteessä, josta tuorepainoa ei saatu laskettua. Esineutralointisakan osalta raja-arvo ylittyi joulukuun näytteessä. Rautasakalla (645) raja-arvo ei ylittynyt, korkeimman nikkelin tuorepainopitoisuuden ollessa 105,6 mg/kg tp. Esineutralointisakassa (653) vuoden 2023 nikkelpitoisuudet tuorepainoksi muutettuna vaihtelivat välillä 127,7–436 mg/kg tp ja loppuneutralointisakassa (646) välillä 87–2301 mg/kg tp.

Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden kokoomanäytteissä nikkelpitoisuus ylitti vaarallisen jätteen pitoisuusrajan tammi-, helmi-, huhti-, touko-, kesä- ja heinäkuussa jakeella 572 T1 sekä helmi-, huhti-, touko-, kesä-, heinä ja syyskuussa jakeella 572 T2. Jakeen 572 T1 kokoomanäytteissä nikkelpitoisuus tuorepainona vaihteli välillä 0,06–13455 mg/kg tp. Vastaavasti jakeen 572 T2 viikkonäytteissä vaihteluväli oli 29–15334 mg/kg tp (kuva 2-11). On huomattava, että nikkelin kuiva-ainepitoisuudet vesienkäsittelysakassa eivät ole muuttuneet vastaavasti (kuva 2-9), vaan ero tuorepainopitoisuudessa on seurausta eroista kuukausikokoomanäytteiden vesipitoisuudesta. Nikkelpitoisuuksien kehitys vuosina 2016–2023 tuorepainoa kohden on esitetty seuraavissa kuvissa (kuva 2-10, kuva 2-11)

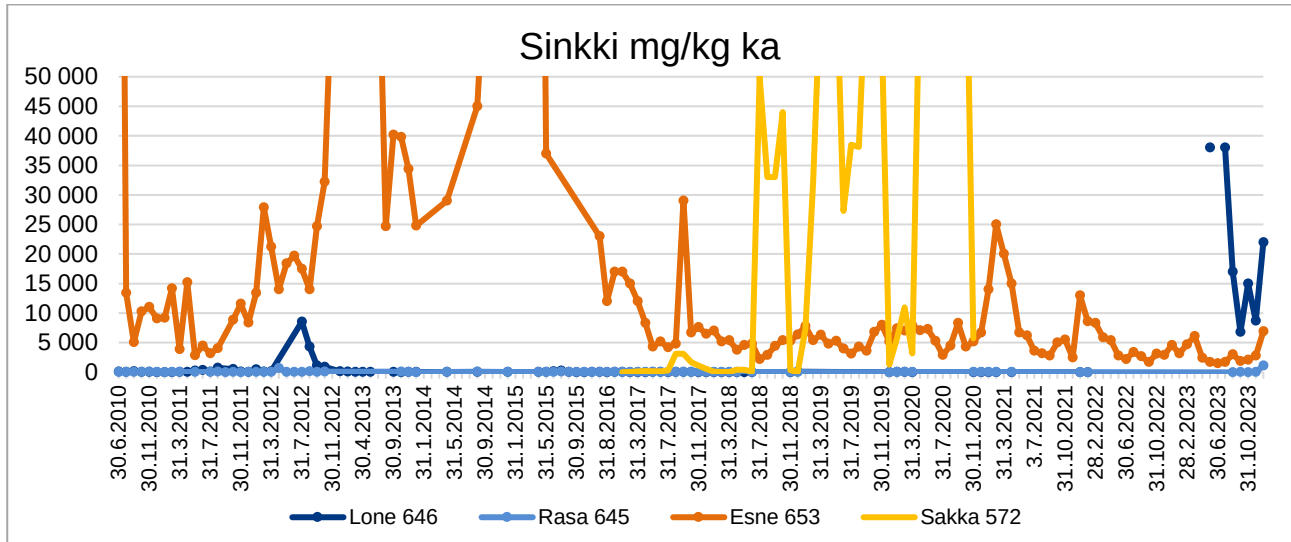


Kuva 2-10. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden nikkelpitoisuudet tuorepainona vuosina 2014–2023. Vesienkäsittelysakan (572 T1 ja T2) tulokset marraskuusta 2020 lähtien on esitetty seuraavassa kuvassa.

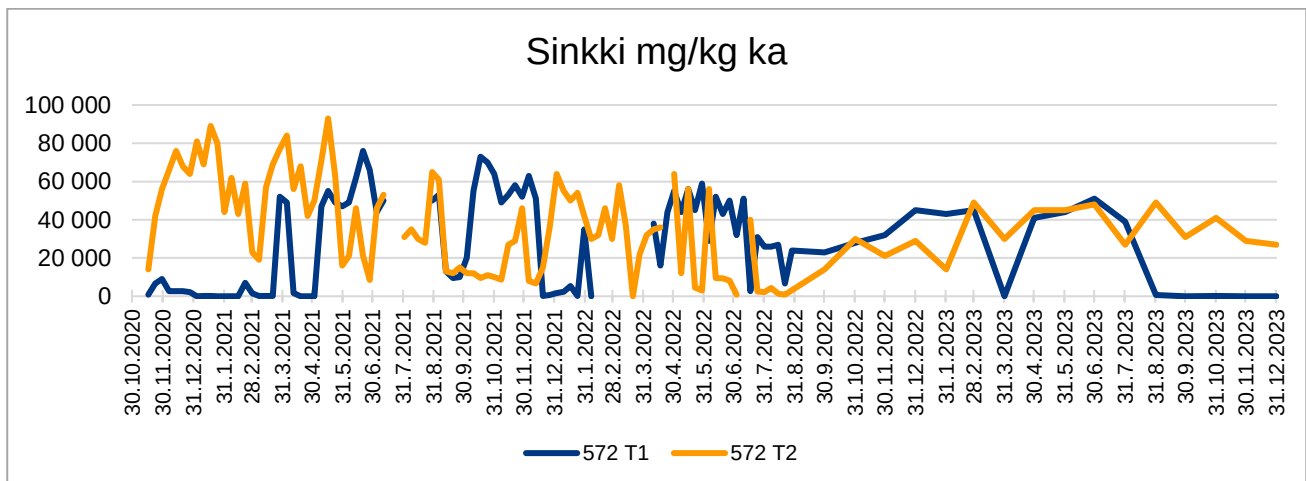


Kuva 2-11. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 nikkelpitoisuudet tuorepainona v. 2020–23, sekä vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo.

Sinkin pitoisuudet rautasakassa (645) olivat vuonna 2023 enimmäkseen pieniä, samaa tasoa kuin vuosina 2017–2022, mutta joulukuun näytteessä mitattiin rautasakan tarkkailujakson korkein sinkkipitoisuus 1100 mg/kg ka (kuva 2-12). Loppuneutralointisakassa (646) sinkkipitoisuus nousi merkittävästi, sinkkipitoisuuden vaihdella välillä 6800–38000 mg/kg ka. Esineutralointisakan (653) sinkkipitoisuus vaihteli välillä 1500–6900 mg/kg ka, ollen samaa tai hieman alempaa tasoa kuin vuosina 2017–2022. Vesienkäsittelysakkojen kokoomanäytteissä sinkkipitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 12–51000 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 14000–49000 mg/kg ka (kuva 2-13).



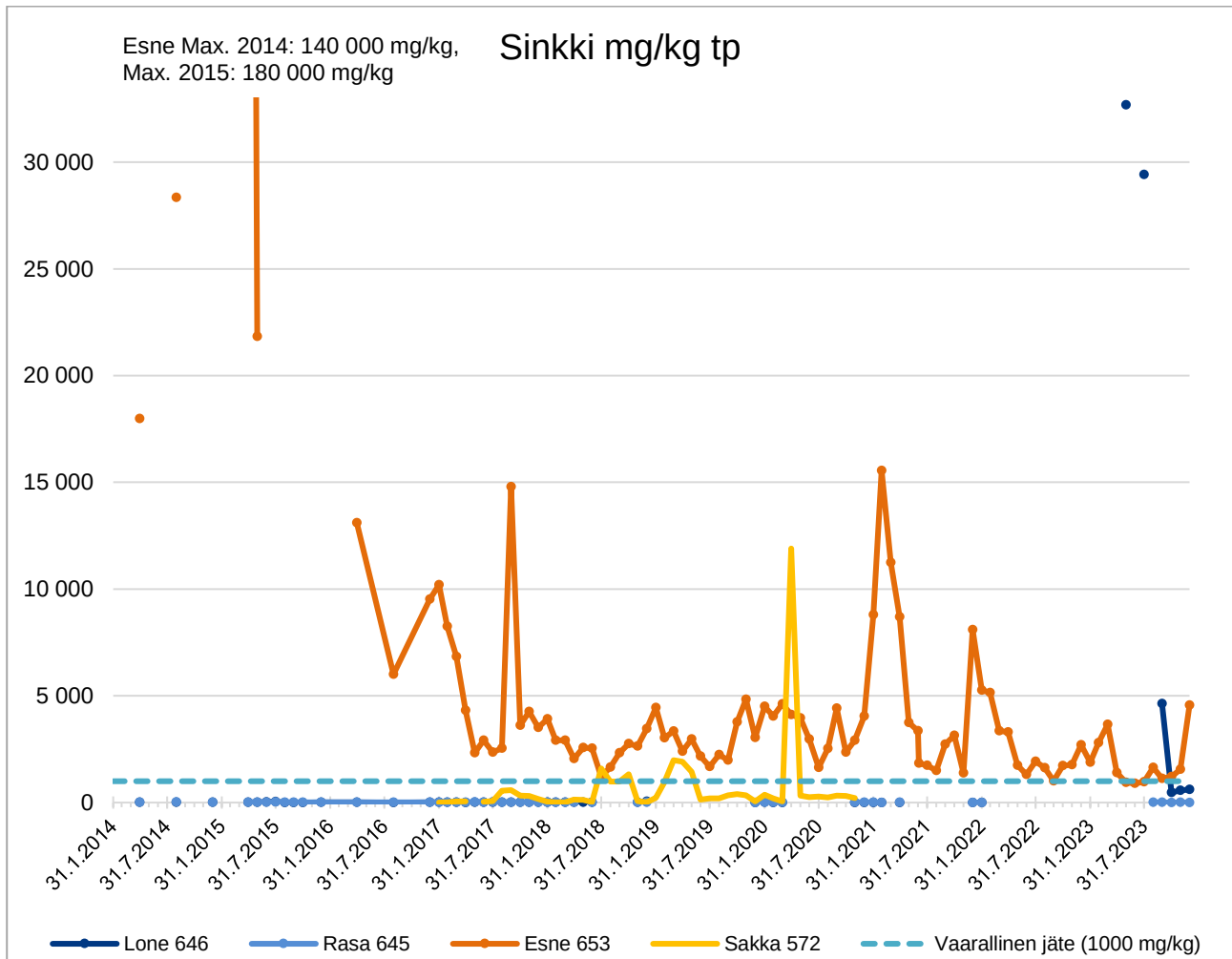
Kuva 2-12. Sinkkipitoisuudet sakkajakeiden kuukausinäytteiden kuiva-aineessa vuosina 2010–2023. Vesienkäsittelysakan (572 T1 ja T2) tulokset marraskuusta 2020 lähtien on esitetty seuraavassa kuvassa.



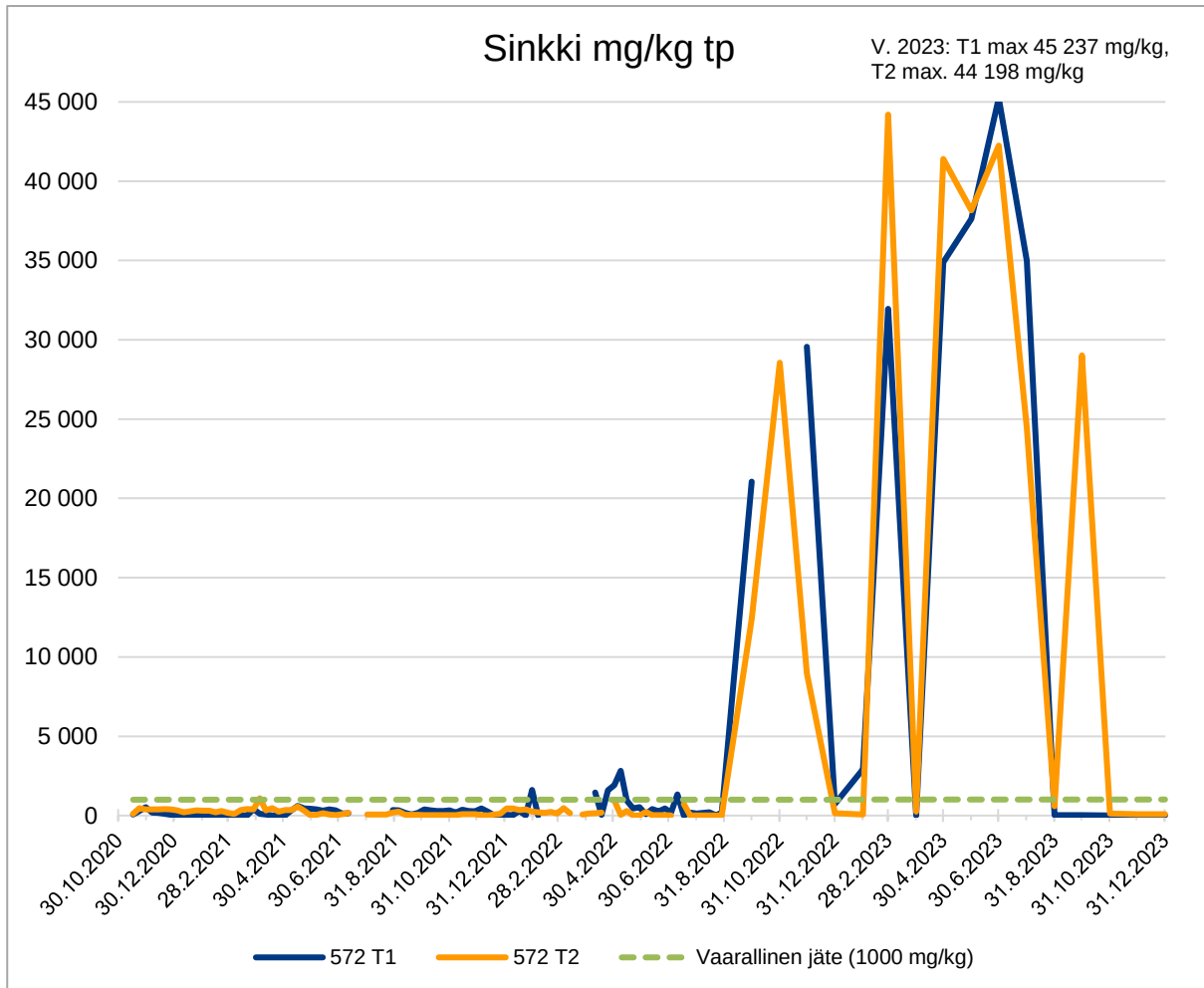
Kuva 2-2. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 näytteiden sinkkipitoisuudet kuiva-aineessa v. 2020–2023.

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 (653) sinkkipitoisuudet vuonna 2023 vaihtelivat välillä 896–4554 mg/kg, ja vaarallisen jätteen raja-arvo ylittyi kaikissa paitsi touko-, kesä- ja heinäkuun kuukausinäytteissä. Loppuneutralointisakan (646) kuiva-aineen sinkkipitoisuuden nousu näkyy myös tuorepainopitoisuuksissa. Loppuneutralointisakan sinkkipitoisuus ylitti vaarallisen jätteen raja-arvon touko-, heinä- ja syyskuun näytteissä, sekä suurella varmuudella myös elokuun näytteessä, josta tuorepainoa ei saatu laskettua. Loppuneutralointisakan vaihteluväli vuonna 2023 oli 465–32680 mg/kg tp. Rautasakan (645) sinkkipitoisuudet olivat pieniä, eikä raja-arvon ylityksiä ollut yhdessäkään näytteessä. Vesienkäsittelysakan kokoomanäytteissä sinkkipitoisuus tuorepainona ylitti vaarallisen jätteen raja-arvon tammi-, helmi-, huhti-, touko-, kesä- ja heinäkuussa jakeella 572 T1 sekä helmi-, huhti-, touko-, kesä-, heinä- ja syyskuussa jakeella 572 T2. Jakeen 572 T1 kuukausinäytteissä sinkkipitoisuus tuorepainona vaihteli välillä 0,2–45237 mg/kg tp. Vastaavasti jakeen 572 T2 vaihteluväli oli 70–44198 mg/kg tp. Aiempaan verrattuna korkeat vesienkäsittelysakan tuorepainopitoisuudet johtuvat korkeista kuiva-aineosuuksista, eikä vesienkäsittelysakan sinkkipitoisuus kuiva-aineessa ole kasvanut. Sen sijaan loppuneutralointisakan sinkkipitoisuus on kasvanut myös kuiva-aineessa. Sinkkipitoisuuksien kehitys tuorepainoa kohden vuosina 2010–2023 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-14, kuva 2-15).

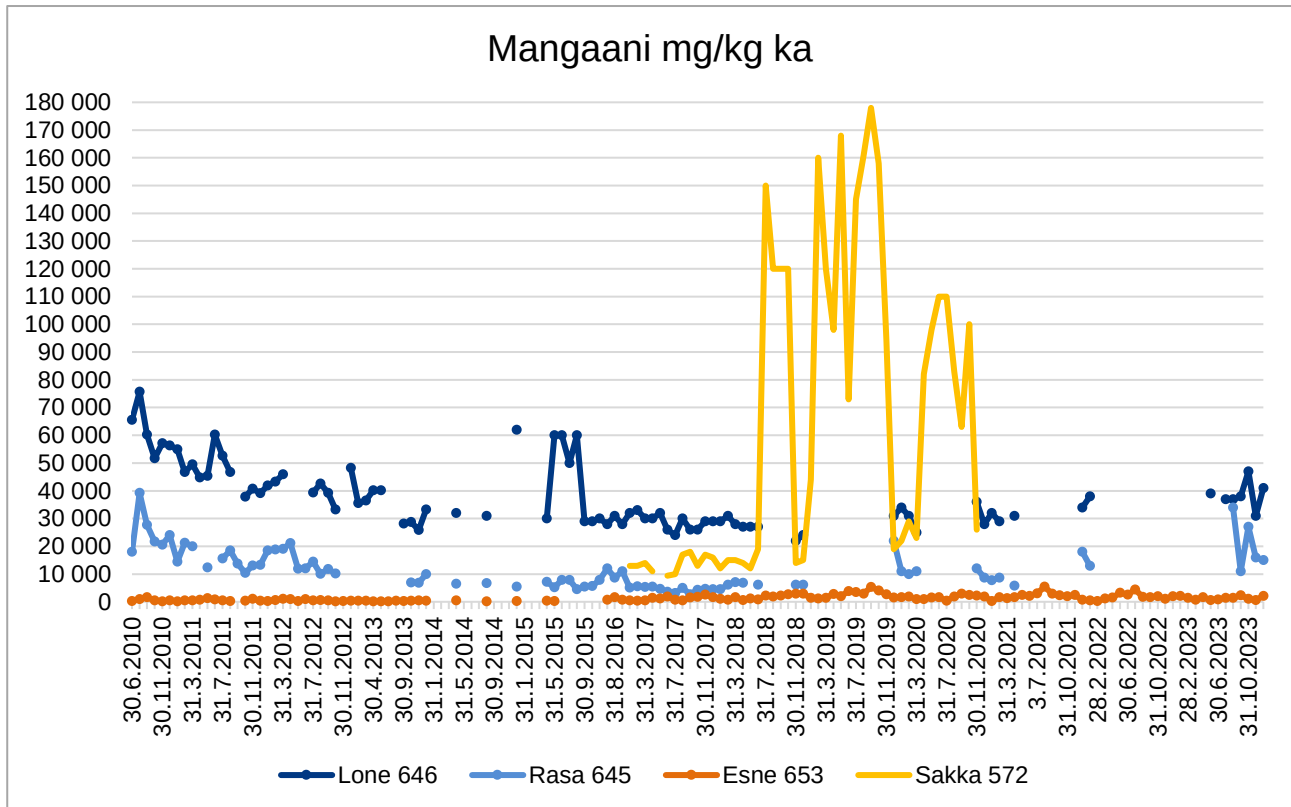


Kuva 2-3. Sinkkipitoisuudet tuorepainona sakkajakeiden näytteistä vuosina 2014–2023, sekä vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo. Vesienkäsittelysakan (572 T1 ja T2) tulokset marraskuusta 2020 lähtien on esitetty seuraavassa kuvassa.

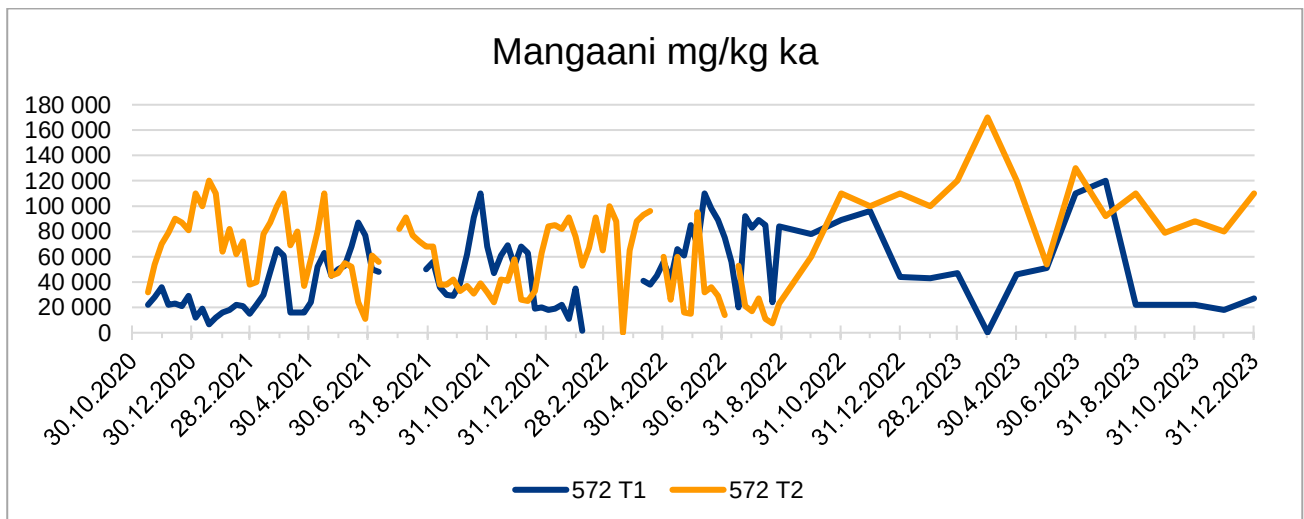


Kuva 2-4. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 näytteiden sinkkipitoisuudet tuorepainona v. 2020–2023, sekä vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo.

Vuonna 2023 loppuneutralointisakan (646) kuiva-aineen mangaanipitoisuus vaihteli välillä 31000–47000 mg/kg ka ja rautasakan (645) näytteessä vastaavasti välillä 11000–34000 mg/kg ka. Molempien jakeiden osalta pitoisuudet ovat lähteneet kasvuun verrattuna vuosiin 2016–2022. Esineutralointisakan (653) kuiva-aineen mangaanipitoisuus on pysytellyt samalla tasolla vuodesta 2016 lähtien, vaihdellen vuonna 2023 välillä 600–2300 mg/kg ka. Vesienkäsittelysakan kokoomanäytteissä mangaanipitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 210–120000 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 54000–170000 mg/kg ka. Varsinkin jakeen 572 T2 mangaanin pitoisuus oli vuonna 2023 koholla. Mangaanipitoisuuksien kehitys vuosina 2010–2023 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-16, kuva 2-17).



Kuva 2-5. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden kuiva-aineen mangaanipitoisuudet vuosina 2010–2023. Vesienkäsittelysakan (572 T1 ja T2) tulokset marraskuusta 2020 lähtien on esitetty seuraavassa kuvassa.

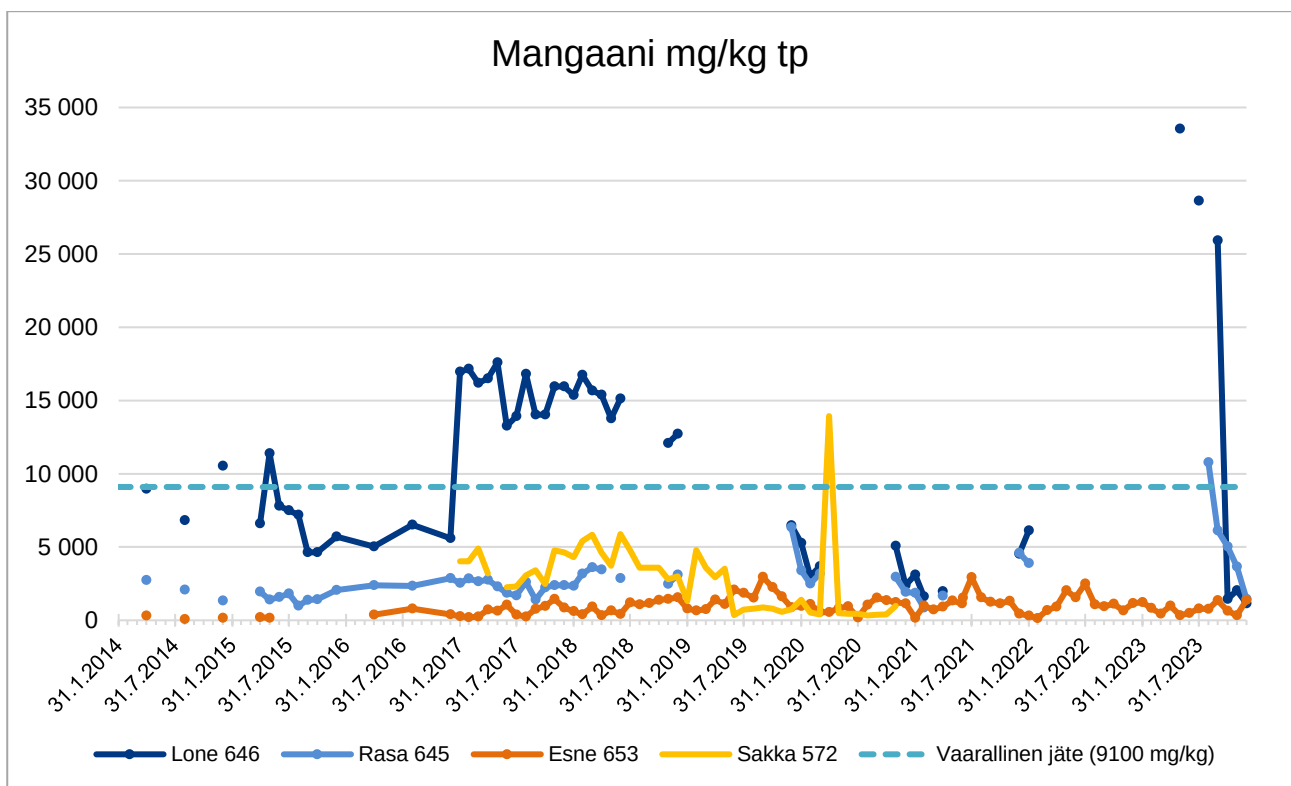


Kuva 2-6. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikko- ja kuukausinäytteiden mangaanipitoisuudet kuiva-aineessa v. 2020–2023.

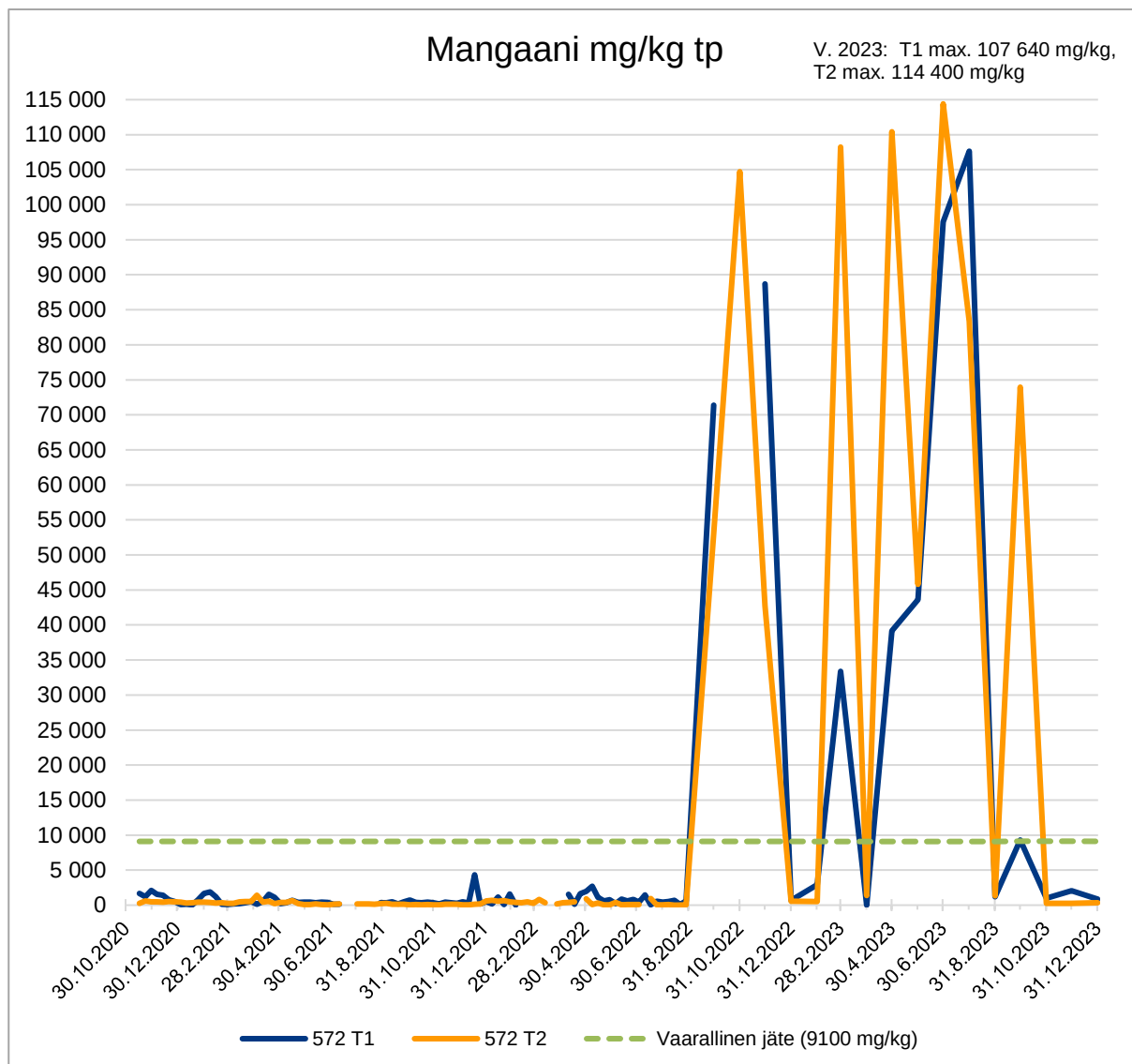
Mangaaniyhdisteiden osalta CLP-asetuksessa alin vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo on annettu mangaanisulfaatile (25 000 mg/kg tp), joka on mangaani-ionin pitoisuudeksi laskettuna 9100 mg/kg tp. Raja-arvo perustuu mangaanisulfaatin pitkäaikaisiin haittavaikutuksiin vesieliöille. (CLP-asetus, Euroopan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

Tuorepainoksi muutettu mangaanipitoisuus loppuneutralointisakan (646) näytteissä vaihteli välillä 1148–33540 mg/kg tp ja vaarallisen jätteen raja-arvo ylittyi touko-, heinä- ja syyskuun näytteissä, sekä suurella todennäköisyydellä myös elokuussa, jolloin tuorepainon laskemiseen tarvittavaa kuiva-ainepitoisuutta ei saatu määritettyä. Rautasakan (645) näytteissä tuorepainopitoisuudet vaihtelivat välillä 1440–10778 mg/kg tp ja vaarallisen jätteen raja-arvo ylittyi elokuun näytteessä. Esineutralointisakassa (653) mangaanin tuorepainopitoisuudet vaihtelivat välillä 333–1386 mg/kg tp, alittaen vaarallisen jätteen raja-arvon.

Vesienkäsittelysakan kokoomanäytteissä mangaanipitoisuus tuorepainona ylitti vaarallisen jätteen raja-arvon helmi-, huhti-, touko-, kesä-, heinä ja syyskuun kokoomanäytteissä, vaihdellen jakeella 572 T1 välillä 0,63–107640 mg/kg tp ja jakeella 572 T2 välillä 240–114400 mg/kg tp. Korkeat tuorepainopitoisuudet johtuvat pääasiassa korkeista kuiva-aineosuuksista, mutta myös mangaanin kuiva-ainepitoisuudet ovat kasvaneet. Mangaanipitoisuuksien kehitys tuorepainoa kohti vuosina 2014–2023 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-18, kuva 2-19).

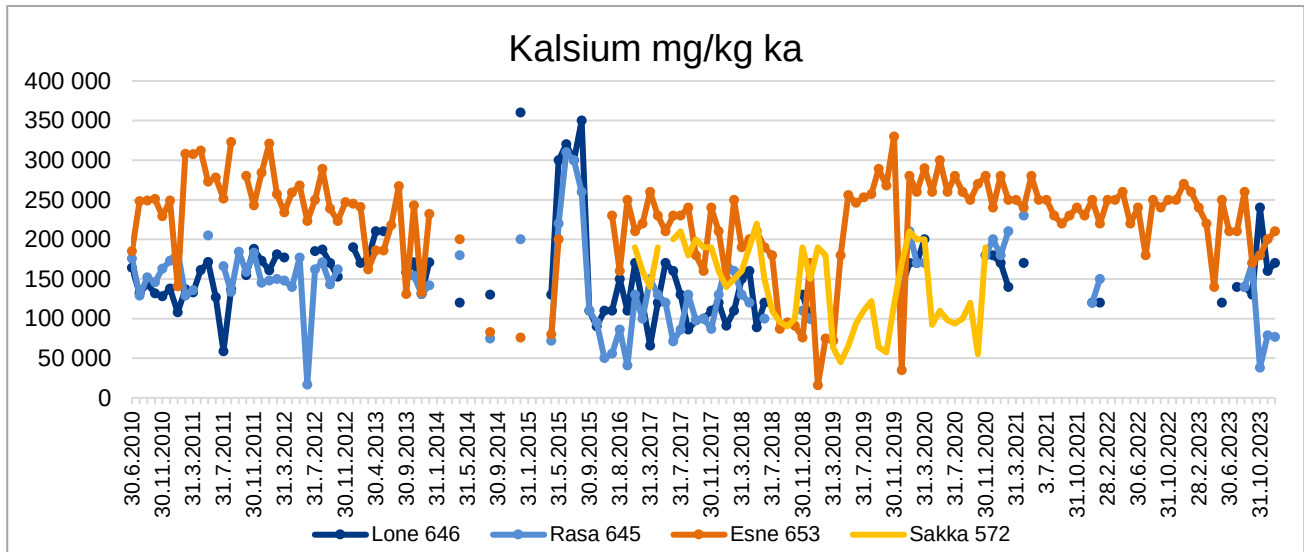


Kuva 2-7. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden mangaanipitoisuudet tuorepainoa kohti 2014–2023, sekä vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo. Vesienkäsittelysakan (572 T1 ja T2) tulokset marras-kuusta 2020 lähtien on esitetty seuraavassa kuvassa.

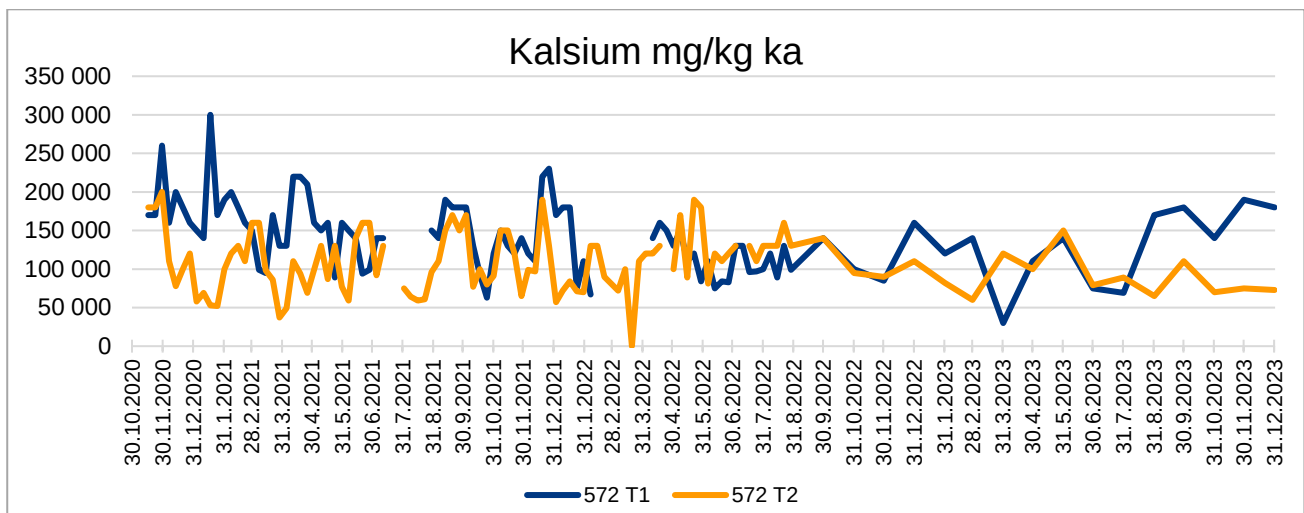


Kuva 2-8. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikko- ja kuukausinäytteiden mangaanipitoisuudet tuorepainona v. 2020–2023.

Vuonna 2023 kuiva-aineen kalsiumpitoisuus vaihteli loppuneutralointisakassa (646) välillä 110000–240000 mg/kg ka, rautasakan (645) näytteessä 38000–170000 mg/kg ka ja esineutralointisakassa (653) 140000–260000 mg/kg ka. Loppuneutralointisakan ja esineutralointisakan pitoisuustasot olivat samaa tasoa edellisvuosien kanssa, kun taas rautasakalla pitoisuudet olivat aiempaa hieman pienempiä. Vesienkäsittelysakan kokoomanäytteissä kalsiumpitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 63000–300000 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 60000–150000 mg/kg ka. Kalsiumpitoisuuksien kehitys vuosina 2010–2023 on esitetty seuraavissa kuvissa (kuva 2-20, kuva 2-21). Kalsiumin yhdisteistä sakoissa todennäköisimmin esiintyvää kalsiumsulfaattia eli kipsiä ei ole CLP-asetuksen mukaan luokiteltu vaaralliseksi aineeksi, joten kalsiumpitoisuus ei ole merkityksellinen jätejakeiden vaaraominaisuuksien arvioinnin kannalta.

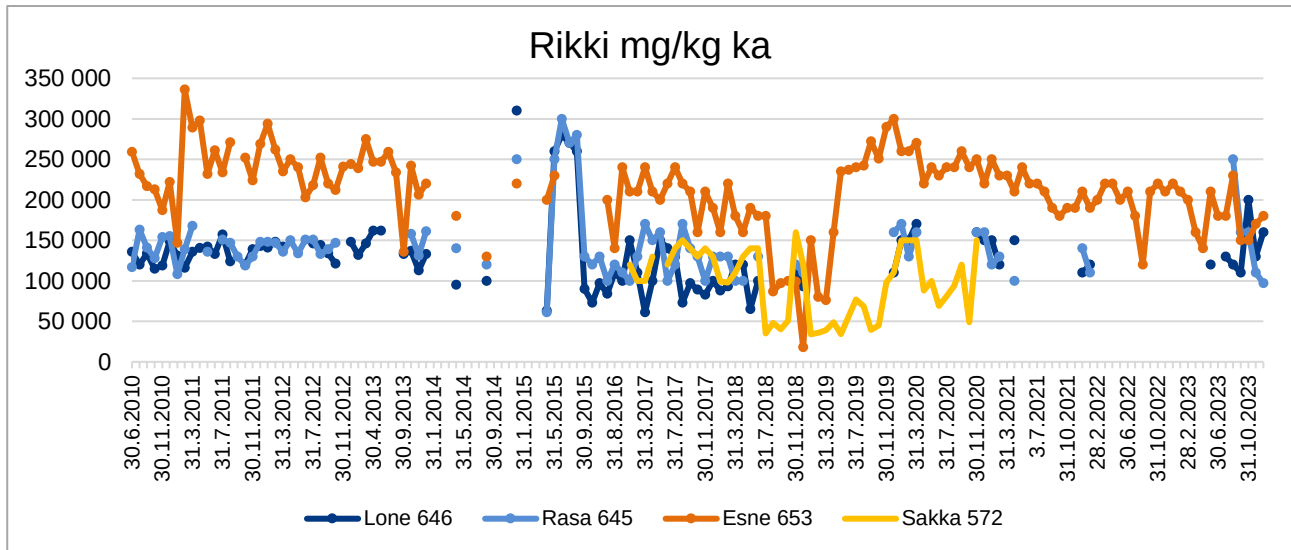


Kuva 2-20. Sakkajakeiden kuiva-aineen kalsiumpitoisuudet vuosina 2010–2023. Vesienkäsittelysakan (572 T1 ja T2) tulokset marraskuusta 2020 lähtien on esitetty seuraavassa kuvassa.

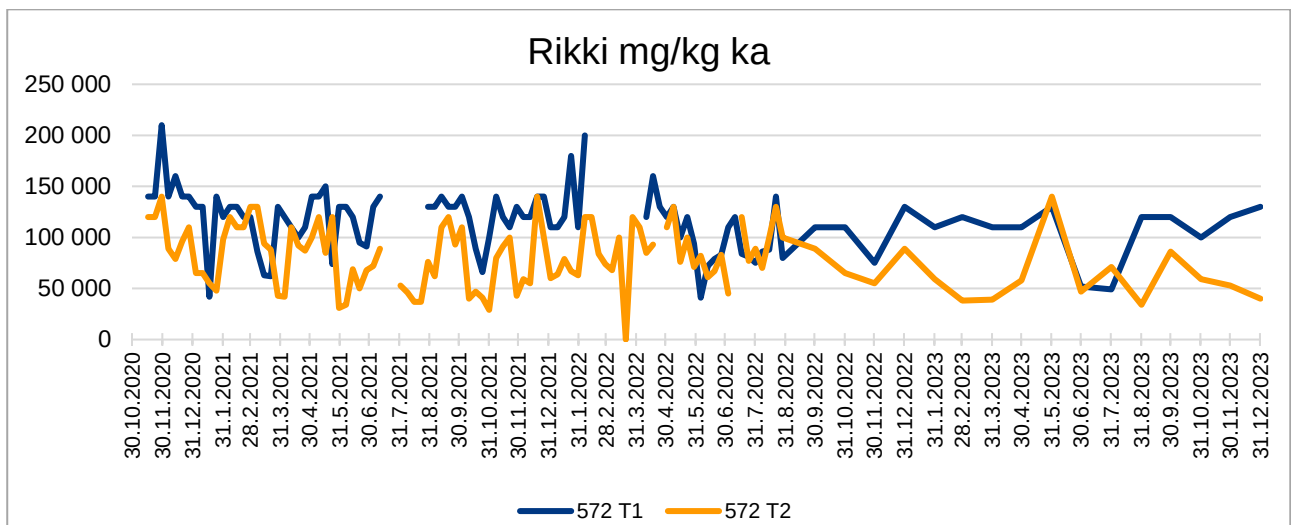


Kuva 2-21. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 kuiva-aineen kalsiumpitoisuudet v. 2020–2023.

Vuonna 2023 rikkipitoisuus vaihteli loppuneutralointisakan (646) kuiva-aineessa välillä 98000–200000 mg/kg, rautasakan (645) kuiva-aineessa 97000–250000 mg/kg ka ja esineutralointisakan (653) kuiva-aineessa 140000–230000 mg/kg ka. Esineutralointisakan rikkipitoisuuksissa on havaittavissa laskeva suuntaus vuosina 2019–2023. Loppuneutralointisakan ja rautasakan pitoisuustasot noudattelivat keskimäärin edellisvuosien tasoa. Vesienkäsittelysakan kokoomanäytteissä rikkipitoisuudet vaihtelivat jakeen 572 T1 osalta välillä 49000–130000 ja jakeen 572 T2 osalta välillä 34000–140000 mg/kg ka. Sakkajakeiden rikkipitoisuuksien kehitys vuosina 2010–2023 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-22, kuva 2-23).

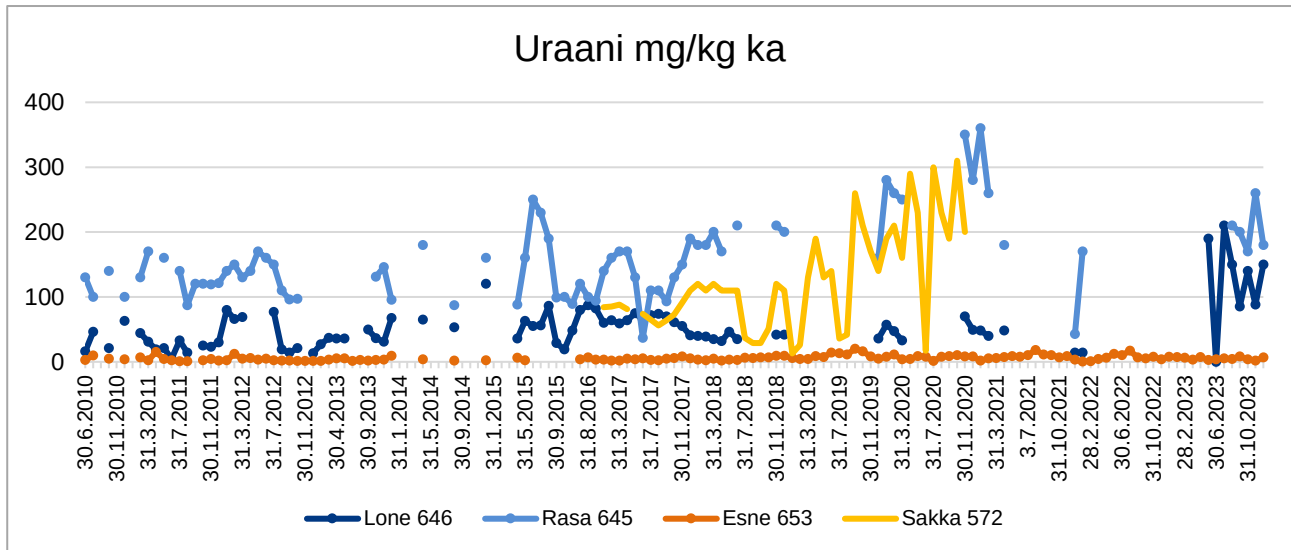


Kuva 2-22. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden rikkipitoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2023. Vesienkäsittelysakan (572 T1 ja T2) tulokset marraskuusta 2020 lähtien on esitetty seuraavassa kuvassa.

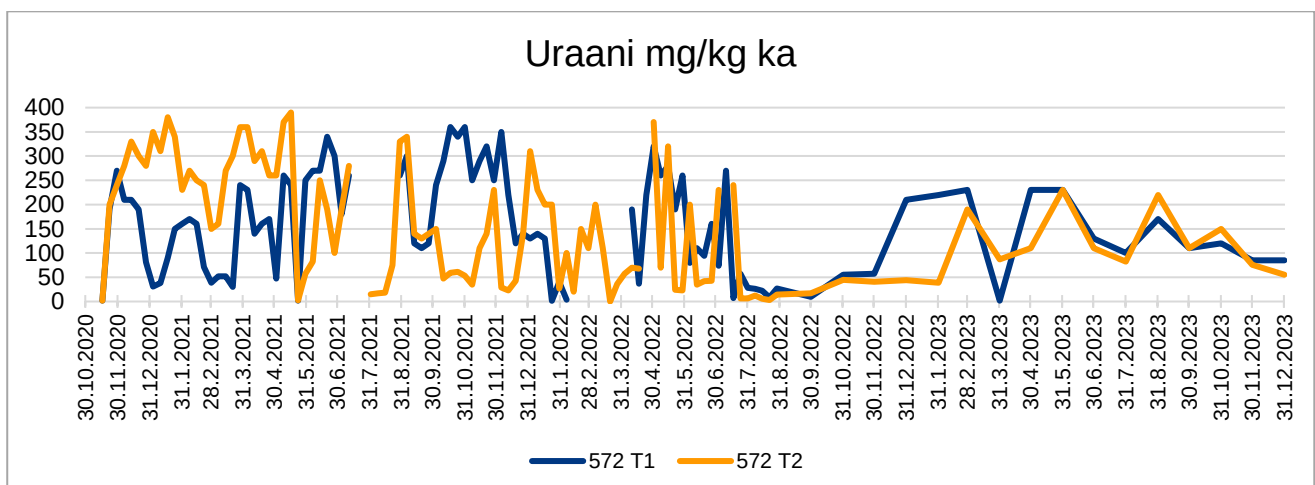


Kuva 2-9. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikko- ja kuukausinäytteiden rikkipitoisuudet kuivapainona v. 2020–2023.

Vuonna 2023 uraanipitoisuus loppuneutralointisakan (646) kuiva-aineessa vaihteli välillä 85–210 mg/kg ka, rautasakalla (645) 170–260 mg/kg ka ja esineutralointisakalla (653) 1,9–8,2 mg/kg ka. Vesienkäsittelysakan kokoomanäytteissä uraanipitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 1,6–230 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 39–230 mg/kg ka. Rautasakan ja vesienkäsittelysakan kokoomanäytteiden uraanipitoisuuksissa on ollut havaittavissa vaihtelua vuosina 2018–2022 ja loppuneutralointisakan uraanipitoisuuksissa nousua vuonna 2023. Esineutralointisakan uraanipitoisuudet sen sijaan ovat pysytelleet samalla tasolla vuosina 2010–2023. Uraanipitoisuuksien kehitys vuosina 2010–2023 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-24, kuva 2-25).



Kuva 2-10. Sakkajakeiden kuiva-aineen uraanipitoisuudet vuosina 2010–2023. Vesienkäsittelysakan (572 T1 ja T2) tulokset marraskuusta 2020 lähtien on esitetty seuraavassa kuvassa.



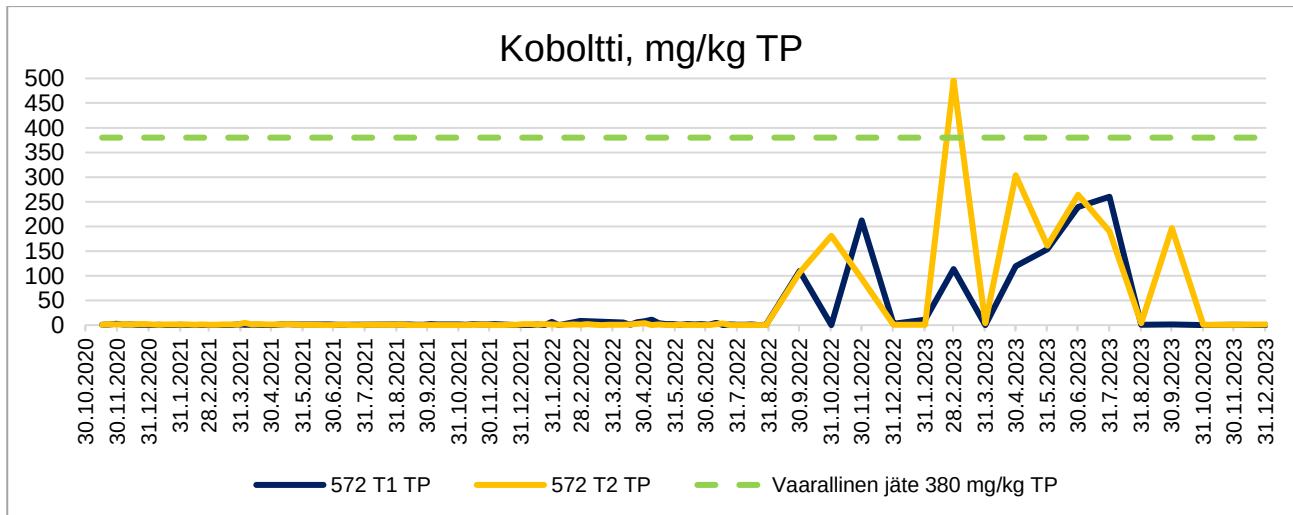
Kuva 2-11. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 kuiva-aineen uraanipitoisuudet v. 2020–2023.

Raudan pitoisuus loppuneutralointisakan (646) kuiva-aineessa vaihteli välillä 10000–75000 mg/kg ka ja rautasakalla (645) välillä 38000–88000 mg/kg ka. Esineutralointisakassa (653) pitoisuustaso vaihteli välillä 2400–6800 mg/kg ka. Vesienkäsittelysakan kokoomanäytteissä rautapitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 58–70000 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 20000–120000 mg/kg ka. Esineutralointisakassa pitoisuudet olivat samaa tasoa kuin vuosina 2014–2022, mutta loppuneutralointisakan rautapitoisuus on laskenut ja rautasakan sekä vesienkäsittelysakkajakeen 572 T2 rautapitoisuus on noussut. Rautaionille ei ole CLP-asetuksen aineluettelossa annettu yleistä pitoisuusrajaa, jota voitaisiin soveltaa vaarallisen jätteen raja-arvona.

Koboltin pitoisuus loppuneutralointisakan (646) kuiva-aineessa vaihteli välillä 30–150 mg/kg ka, rautasakan (645) kuiva-aineessa 2,8–7,1 mg/kg ka, sekä esineutralointisakan (653) kuiva-aineessa välillä 3,2–19 mg/kg ka. Esineutralointi- ja rautasakassa (645) rautapitoisuus oli samalla vaihteluvälillä vuosiin 2016–2022 verrattuna. Loppuneutralointisakan kuiva-aineen koboltipitoisuus on sen sijaan kasvanut merkittävästi. Vesienkä-

sittelysakan kokoomanäytteissä kobolttipitoisuudet vaihtelivat jakeen 572 T1 osalta edellisvuosien tasolla välillä 2,7–290 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 130–550 mg/kg ka, joka on noin kaksinkertainen verrattuna vuoteen 2022.

Koboltti-ionille ei ole CLP-asetuksen aineluettelossa annettu yleistä pitoisuusrajaa. Kobolttiyhdisteiden osalta alin sovellettava vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo on annettu kobolttisulfaattille, jonka raja-arvo koboltti-ionin pitoisuudeksi laskettuna on 380 mg/kg tp ja alin yhteenlaskussa sovellettava pitoisuusraja-arvo niin ikään 380 mg/kg tp. Raja-arvo perustuu siihen, että kobolttisulfaatti on luokiteltu syöpää aiheuttavaksi. (Häkkinen 2019, liite 9). Vesienkäsittelysakan 572 T2 helmikuun näytteessä kobolttin pitoisuus tuorepainona ylitti vaarallisen jätteen raja-arvon, ollen 496 mg/kg TP. Muut sakanäytteet alittivat rajan. (Kuva 2-26)



Kuva 2-26. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikko- ja kuukausinäytteiden kobolttipitoisuudet tuorepainona v. 2020–2023.

Kromipitoisuudet olivat kaikissa sakkajakeissa alhaisia ja jäivät selvästi kromi-ionille määritetyn vaarallisen jätteen pitoisuusrajan (1000 mg/kg) alapuolelle. Loppuneutralointisakan näytteissä kromin pitoisuus vaihteli välillä <2–3 mg/kg ka, ollen vuosien 2016–2022 vaihteluvälillä. Rautasakan näytteissä kromipitoisuus vaihteli välillä 12–36 mg/kg ka, ollen samaa tasoa kuin vuosina 2010–2013 ja 2019–2022. Vuosina 2014–2018 kromipitoisuus on ollut hieman korkeampaa tasoa, vaihdellen välillä 19–74 mg/kg, mutta myös tuolloin vaarallisen jätteen pitoisuusraja on alittunut selvästi. Esineutralointisakan kromipitoisuus vaihteli välillä <2–2,9 mg/kg ka, ollen samaa tasoa kuin vuosina 2010–2022. Vesienkäsittelysakan kokoomanäytteissä kromipitoisuus vaihteli välillä <2,0–25 mg/kg ka jakeen 572 T1 osalta ja välillä <2,0–9,5 mg/kg ka jakeen 572 T2 osalta.

2.2 Liukoisuusominaisuudet

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 2020a) Terrafamen ympäristöluvan nro 87/2022 lupamääräysten 131 ja 132 mukaiset vaatimukset kipsisakka-altaisiin 2 ja 3 sijoitettavan jätteen ominaisuuksista on listattu taulukossa (taulukko 2-1). Tässä raportissa esitetyissä kuvaajissa on huomioitu ainoastaan ravistelutestien tulokset.

Jättejakeiden vesipitoisuus on tarkkailuvuosina 2010–2023 aiheuttanut teknisiä ongelmia jättejakeiden liukoisuustestien toteuttamisessa. 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 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 2014–2023 tarkkailutulokset eivät välttämättä ole keskenään täysin vertailukelpoisia. (Ramboll Finland Oy 2020a)

Vuonna 2016 tehdyn määritysvertailun 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 jätējaekohtaiset näytesangot yhdistetään yhdeksi näytteeksi ja homogenisoidaan sekoittamalla.

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

- Loppuneutralointisakan (646) kokoomanäytteille v. 2014, 2015
- Rautasakan (645) kokoomanäytteille v. 2014, 2015 sekä 12/2021
- Esineutralointisakan kuukausinäytteille 7–8/2021 ja 10/2021
- Vesienkäsittelysakan (572) kuukausinäytteille v. 2018, 12/2019, 1–3/2020
- Vesienkäsittelysakan linjan 1 (572 T1) viikkonäytteille: v. 2020 vk 46–48 ja 52, v. 2021 vk 13, 18, 21–23, 27 ja 37, v. 2022 vk 4, 8, 14, 16, 18.
- Vesienkäsittelysakan linjan 2 (572 T2) viikkonäytteille: vk 48/2020, v. 2021 vk 4, 7, 9–10, 14–17 ja 20.
- Vesienkäsittelysakan linjan 1 (572 T1) kuukausinäytteelle 12/2022.
- Vesienkäsittelysakan linjan 1 (572 T1) kuukausinäytteille 1, 4, 8 ja 9/2023.

Esikäsitelystä 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 1. linjan (572 T1) viikkonäytteistä: vk 53/2020, v. 2021: vk 1–2, 7–12, 17, 19–20, 24–26, 34–35 ja 40–49, v. 2022 vk 3, 5, 15, 17, 19–34.
- Vesienkäsittelysakan 2. linjan (572 T2) viikkonäytteistä: v. 2020: vk 46–47 ja 49–53, v. 2021: vk 1–3, 5–6, 8, 11–13, 18–19 ja 21–52, v. 2022 vk 1–34.
- Vesienkäsittelysakan linjan 1 (572 T1) kuukausinäytteistä 9–11/2022.
- Vesienkäsittelysakan linjan 2 (572 T2) kuukausinäytteistä 9–12/2022.
- Vesienkäsittelysakan linjan 1 (572 T1) kuukausinäytteistä 5–7/2023.
- Vesienkäsittelysakan linjan 2 (572 T2) kuukausinäytteistä 1–12/2023.

Raportin liitteessä (liite 2) on esitetty koontitaulukot vuoden 2023 liukoisuusmääritysten analyysituloksista. Vesienkäsittelysakan linjan 2 näytteet (572 T2) olivat niin vesipitoisia, että liukoisuustestejä ei voitu tehdä yhdellekään vuonna 2023 otetulle näytteelle.

Taulukko 2-1. Lupamääräysten 131 ja 132 mukaiset raja-arvot kipsisakka-altaisiin 2 ja 3 sijoitettaville jätteille

Aine/muuttuja	LM 131 raja-arvo mg/kg kuiva-ainetta (L/S = 10 l/kg)	LM132 raja-arvo pH -arvo
Arseeni (As)	2	
Barium (Ba)	20	
Kadmium (Cd)	1,0	
Kromi yhteensä (Cr _{kok})	1,0	
Kupari (Cu)	2,0	
Elohopea (Hg)	0,05	
Molybdeeni (Mo)	0,5	
Nikkeli (Ni)	4	
Lyijy (Pb)	2,0	
Antimoni (Sb)	0,5	
Seleen (Se)	0,5	
Sinkki (Zn)	10	
Kloridi (Cl ⁻)	800	
Fluoridi (F ⁻)	150	
Sulfaatti (SO ₄ ²⁻)	50 000	
Liennut orgaaninen hiili (DOC)	800	
Liuenneet aineet (TDS)	100 000	
pH		vähintään 8

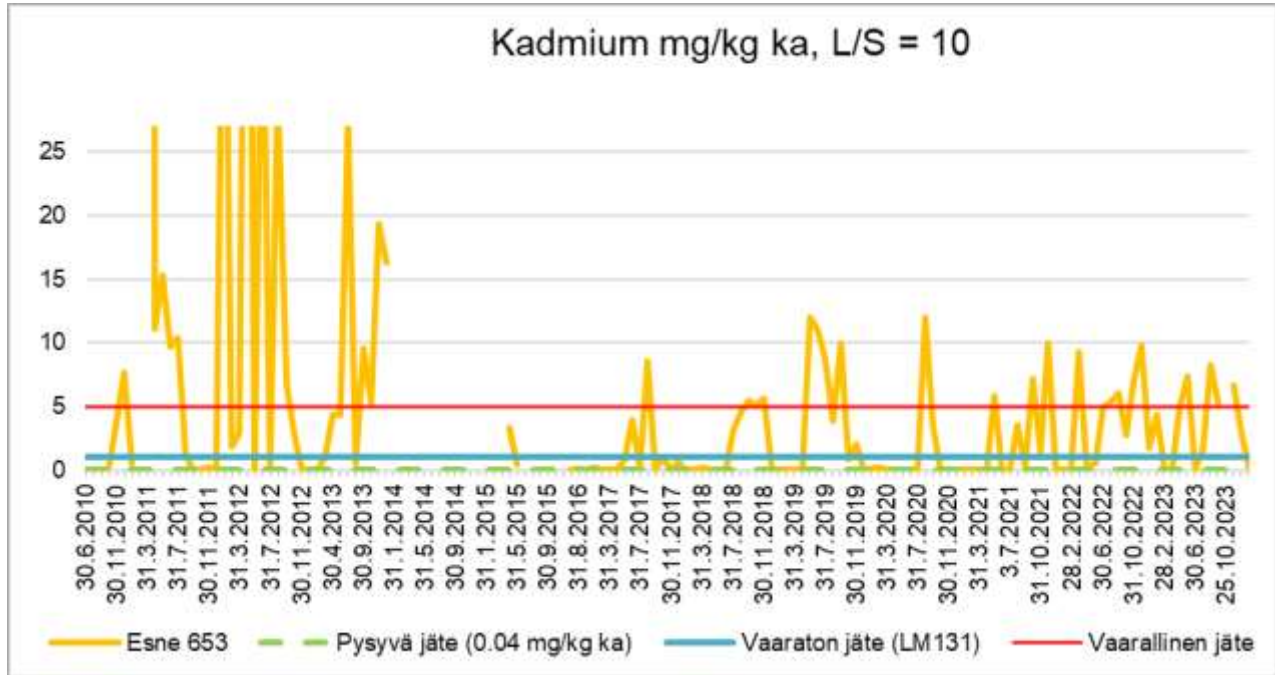
Arseenin liukoisuudet kaikissa jätejakeissa olivat edellisvuosien tapaan pieniä. Loppuneutralointisakan ja rautasakan kuukausinäytteissä sekä kaikissa vesienkäsittelynsakan kokoomanäytteissä arseenin liukoinen pitoisuus alitti määritysmenetelmän määritysrajan (<0,01 mg/kg). Esineutralointisakassa arseenin liukoinen pitoisuus vaihteli välillä <0,01–0,66 mg/kg, ylittäen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvon 0,5 mg/kg huhti-, touko-, elo- ja lokakuun näytteissä. Vuonna 2023 kipsisakka-altalle sijoitettavien vesienkäsittelynsakan (572 T1) ja loppuneutralointisakan (646) liukoiset pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvon (2 mg/kg ka L/S = 10) arseenin osalta.

Bariumin liukoisuudet alittivat kaikissa jätejakeissa (Lone (646) <0,05–0,27 mg/kg; Rasa (645) 0,062–0,19 mg/kg; Esne <0,05–0,30 mg/kg, 572 T1 <0,05–0,085 mg/kg) pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (20 mg/kg) ja olivat samalla tasolla edellisvuosien liukoisuuksiin verrattuna.

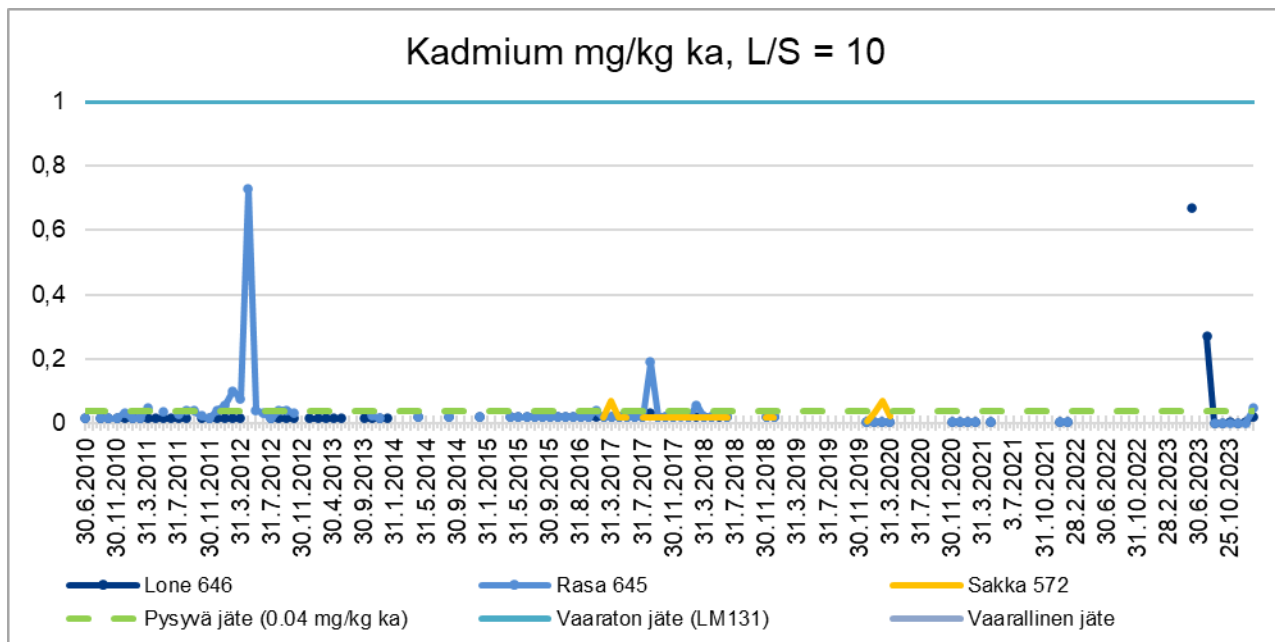
Kadmiumin liukoinen pitoisuus rautasakassa (645) pysyi joulukuun näytettä lukuun ottamatta alle määritysrajan (<0,005–0,048). Loppuneutralointisakan näytteiden kadmiumin liukoinen pitoisuus vaihteli välillä <0,05–0,67, ylittäen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,04 mg/kg) touko- ja heinäkuussa. Vesienkäsittelynsakan 572 T1 kokoomanäytteissä liukoisen kadmiumin pitoisuus vaihteli välillä <0,005–0,25 mg/kg, ylittäen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin tammi-, helmi- ja huhtikuussa. Vuonna 2023 kipsisakka-altalle sijoitettavien vesienkäsittelynsakan (572 T1) ja loppuneutralointisakan (646) liukoiset pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvon (1,0 mg/kg L/S = 10) kadmiumin osalta.

Esineutralointisakassa kadmiumin liukoisuus vaihteli välillä <0,022–8,3 mg/kg, ollen samaa tasoa kuin edellisinä tarkkailuvuosina (Kuva 2-26). Esineutralointisakan liukoinen kadmiumipitoisuus ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (5 mg/kg) huhti-, touko-, elo-, syys- ja lokakuussa, sekä vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (1 mg/kg) tammi-, heinä- ja marraskuussa. Maaliskuun ja joulukuun näytteissä kadmiumin liukoisuus ylitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,04 mg/kg).

Kadmiumipitoisuuksien kehitys sakkajakeiden kuukausinäytteissä vuosina 2010–2023 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-27, Kuva 2-28).



Kuva 2-12. Esineutralointisakan (653) kuukausinäytteiden kadmiumin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2023 sekä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri.



Kuva 2-13. Loppuneutralointisakan (646), rautasakan (645) ja vesienkäsittelysakan (572) kuukausinäytteiden kadmiumin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2023 sekä pysyvän ja vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu kokoomanäytteet erikseen kahdelta eri linjalta.

Koboltin liukoisuudet loppuneutralointisakassa, rautasakassa (645) ja vesienkäsittelysakassa olivat edellisvuosien (2010–2022) tapaan varsin pieniä. Loppuneutralointisakan ja rautasakan (645) näytteissä pitoisuudet olivat pieniä (<0,004–0,009 ja 0,016–0,25 mg/kg), mutta loppuneutralointisakasta määritettiin kaksi selvästi korkeampaa pitoisuutta edellisvuosiin verrattuna. Vesienkäsittelysakan jakeen T1 kokoomanäytteissä pitoi-

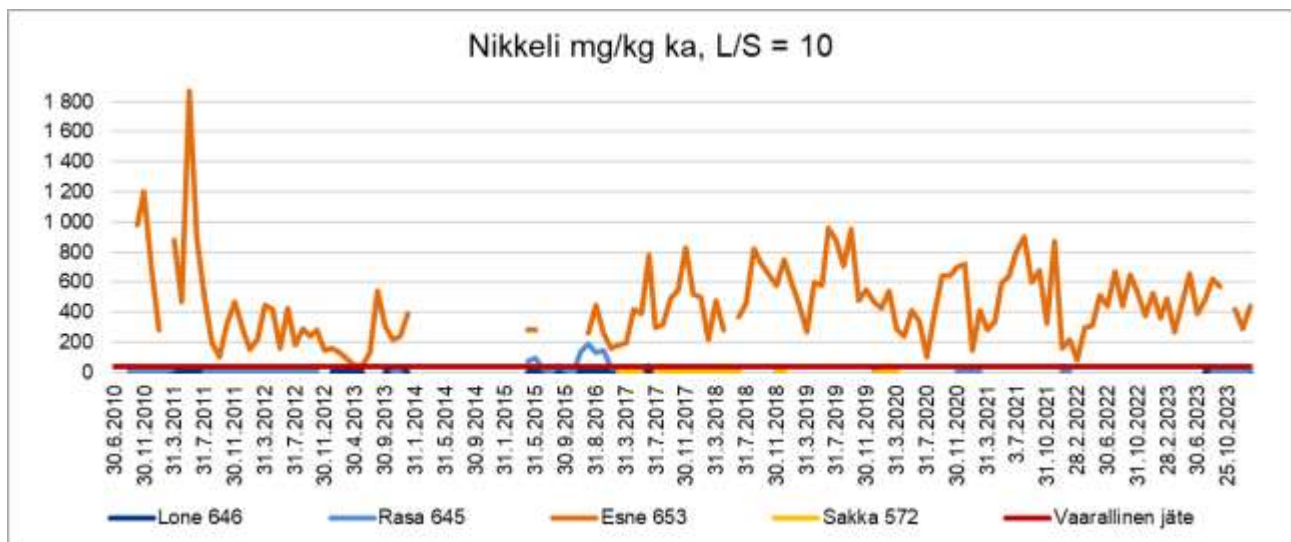
suudet vaihtelivat välillä <0,004–0,008 mg/kg ka. Esineutralointisakassa koboltin liukoisuus vaihteli pitoisuustasolla 4,2–24 mg/kg ja oli siten edellisvuosien (2014–2022) tasolla. Koboltille ei ole asetettu kaatopaikkasijoitusta ohjaavia kelpoisuuskriteerejä.

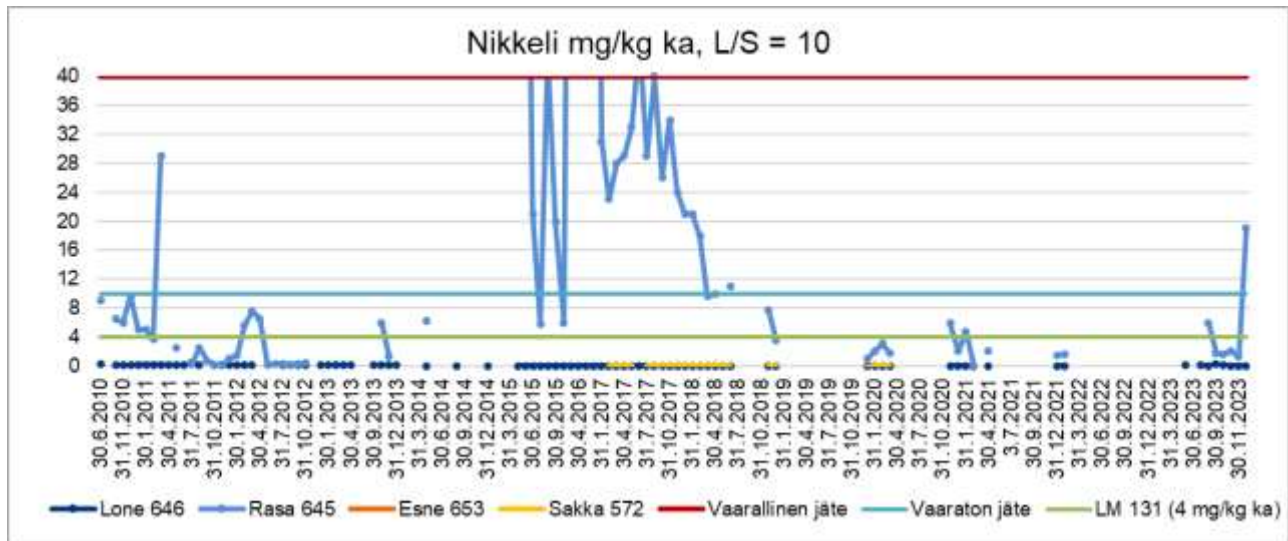
Kromin liukoisuudet olivat loppuneutralointisakassa, rautasakassa (645) sekä vesienkäsittelysakan 572 T1 kokoomanäytteissä hyvin pieniä, ja alittivat lähes kaikissa näytteissä määritysrajan (<0,01 mg/kg). Esineutralointisakan liukoisien kromin pitoisuudet vaihtelivat välillä <0,014–1,00 mg/kg, ylittäen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,5 mg/kg) huhti- touko- elo- ja syyskuussa. Esineutralointisakan liukoisien kromin pitoisuudet olivat samaa tasoa kuin vuosina 2017–2019, mutta suurempia kuin 2020–2022. Vuonna 2023 kipsisakka-altaalle sijoitettavien vesienkäsittelysakan (572 T1) ja loppuneutralointisakan (646) liukoiset pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvon (1,0 mg/kg L/S = 10) kromin osalta.

Kuparin liukoisuudet olivat hyvin pieniä loppuneutralointisakassa (<0,05 mg/kg), rautasakassa (645) (<0,05–0,06 mg/kg) ja vesienkäsittelysakassa (572 T1: <0,05 mg/kg). Esineutralointisakan kuparin liukoisuudet vaihtelivat välillä <0,05–16 mg/kg. Tammi-, huhti-, touko-, elo-, syys- ja lokakuun näytteissä pitoisuudet ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (2 mg/kg), mutta alitti vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (50 mg/kg). Muissa näytteissä pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin raja-arvo alittui. Vuonna 2023 kipsisakka-altaalle sijoitettavien vesienkäsittelysakan (572 T1) ja loppuneutralointisakan (646) liukoiset pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvon (2,0 mg/kg L/S = 10) kuparin osalta.

Molybdeenin liukoisuudet olivat kaikissa näytteissä edellisvuosien tapaan pieniä ja alittivat pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 0,5 mg/kg (Lone 646 <0,01 mg/kg; Rasa 645 <0,01–0,11 mg/kg; Esne 653 <0,01–0,40 mg/kg, 572 T1 <0,01–0,02 mg/kg). Vuonna 2023 kipsisakka-altaalle sijoitettavien vesienkäsittelysakan (572 T1) ja loppuneutralointisakan (646) liukoiset pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvon (0,5 mg/kg L/S = 10) molybdeenin osalta.

Nikkelin liukoisuudet olivat hyvin pieniä loppuneutralointisakan näytteessä (<0,01–0,23 mg/kg) ja vesienkäsittelysakassa (572 T1: <0,01–0,21 mg/kg), alittaen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,4 mg/kg) kaikissa näytteissä. Rautasakan (645) näytteessä nikkelin liukoisuus vaihteli välillä 1,3–19 mg/kg, ylittäen joulukuun näytteessä vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (10 mg/kg), sekä elo-, syys-, loka- ja marraskuussa pysyvän jätteen kaatopaikkakriteerin. Esineutralointisakassa nikkelin liukoisuudet olivat tavanomaiseen tapansa korkeampaa tasoa kuin muissa sakkajakeissa, ja vaihtelivat välillä 270–660 mg/kg. Esineutralointisakan nikkelin liukoisuudet ylittivät kaikilla näytteillä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 40 mg/kg (Kuva 2-29). Vuonna 2023 kipsisakka-altaalle sijoitettavien vesienkäsittelysakan (572 T1) ja loppuneutralointisakan (646) liukoiset pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvon (4 mg/kg ka L/S = 10) nikkelin osalta.





Kuva 2-14. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden nikkelin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2023 sekä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu kokoomanäytteet erikseen kahdelta eri linjalta.

Lyijyn liukoisuudet loppuneutralointisakassa, rautasakassa (645) ja vesienkäsittelysakan olivat pieniä, alittaen pääosassa näytteitä menetelmän määritysrajan 0,005 mg/kg. Pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri (0,5 mg/kg ka) ylittyi esineutralointisakan huhti-, touko- ja kesäkuun näytteissä (pitoisuuksilla 1,1; 0,81 ja 0,74 mg/kg ka), sekä raudansakeuttimen joulukuun näytteessä (pitoisuus 1,0 mg/kg ka). Vuonna 2023 kipsisakka-altaalle sijoitettavien vesienkäsittelysakan (572 T1) ja loppuneutralointisakan (646) liukoiset pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvon (2,0 mg/kg ka L/S = 10) lyijyn osalta.

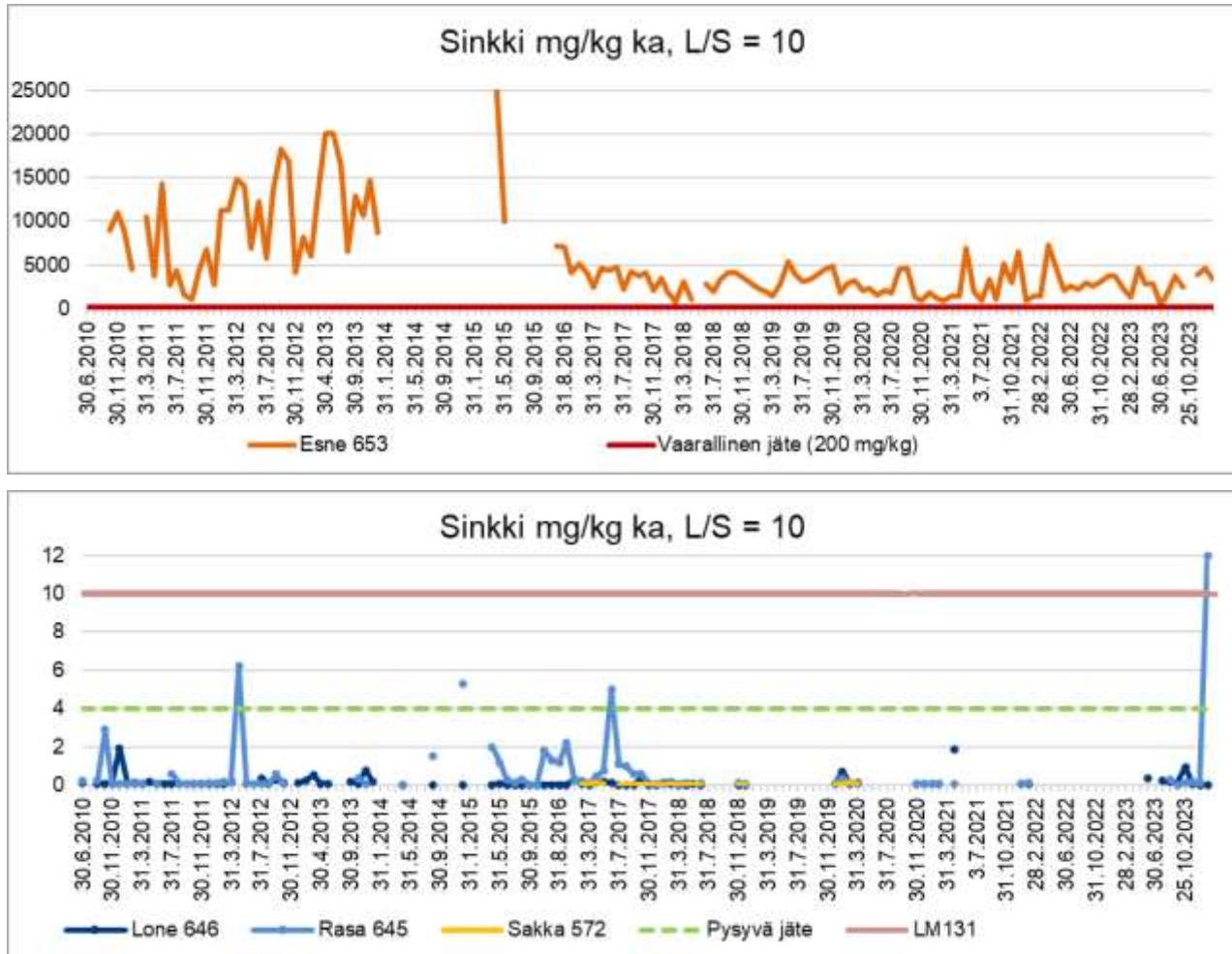
Antimonin ja tinan liukoisuudet loppuneutralointisakassa, rautasakassa (645), esineutralointisakassa ja vesienkäsittelysakan olivat edellisvuosien (2014–2022) tapaan hyvin pieniä ja alittivat kaikilla näytteillä menetelmien määritysrajan (0,01 mg/kg molemmilla). Antimonin liukoisuus alitti kaikilla näytteillä määritysrajan ja pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin raja-arvon (0,06 mg/kg). Tinan liukoisuudelle ei ole määritetty kaatopaikkakelpoisuuskriteerejä.

Seleenin liukoisuudet rautasakan (645) näytteissä alittivat menetelmän määritysrajan (<0,04 mg/kg) ja siten myös pysyvän jätteen kelpoisuuskriteerin raja-arvon (0,1 mg/kg). Myös loppuneutralointisakan (<0,04–0,44 mg/kg) ja esineutralointisakan seleenin liukoisuudet (<0,04–0,26 mg/kg) alittivat menetelmän määritysrajan suurimman osan ajan vuodesta, mutta loppuneutralointisakan touko- ja heinäkuun näytteet, sekä esineutralointisakan touko-, elo- ja lokakuun näytteet ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,1 mg/kg). Vesienkäsittelysakan linjan 1. näytteissä seleenin liukoisuudet vaihtelivat välillä (572 T1: <0,04–0,29 mg/kg), ja ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin raja-arvon tammi-, helmi- ja huhtikuun näytteissä. Vuonna 2023 kipsisakka-altaalle sijoitettavien vesienkäsittelysakan (572 T1) ja loppuneutralointisakan (646) liukoiset pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvon (0,5 mg/kg ka L/S = 10) seleenin osalta.

Vanadiinin liukoisuudet olivat kaikissa näytteissä pieniä, kuten aiempina tarkkailuvuosina. Loppuneutralointisakalla vaihteluväli oli <0,01–0,034 mg/kg, rautasakassa (645) <0,01–0,22 mg/kg, esineutralointisakassa 0,05–4,40 mg/kg ja vesienkäsittelysakan näytteissä liukoisuus vaihteli välillä <0,01–0,04 mg/kg. Esineutralointisakalla vanadiinin liukoinen pitoisuus on noussut, mutta muilla sakoilla todetut liukoisuudet olivat edellisvuosien tasolla.

Sinkin liukoisuudet loppuneutralointisakan, rautasakan (645) ja vesienkäsittelysakan näytteissä olivat edellisvuosien tapaan pieniä. Loppuneutralointisakalla vaihteluväli oli <0,05–0,97 mg/kg, rautasakassa (645) <0,05–12 mg/kg ja vesienkäsittelysakan näytteissä liukoisuus vaihteli välillä <0,05–0,51 mg/kg. Esineutralointisakassa sinkin liukoisuudet olivat edellisvuosien tapaan korkeampia kuin muissa jakeissa, vaihdellen välillä 410–4600 mg/kg, ja ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin raja-arvon 200 mg/kg vuoden 2023 kaikissa näytteissä. Vuonna 2023 kipsisakka-altaalle sijoitettavien vesienkäsittelysakan (572 T1) ja loppuneutralointisakan (646) liukoiset pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvon (10 mg/kg ka L/S = 10)

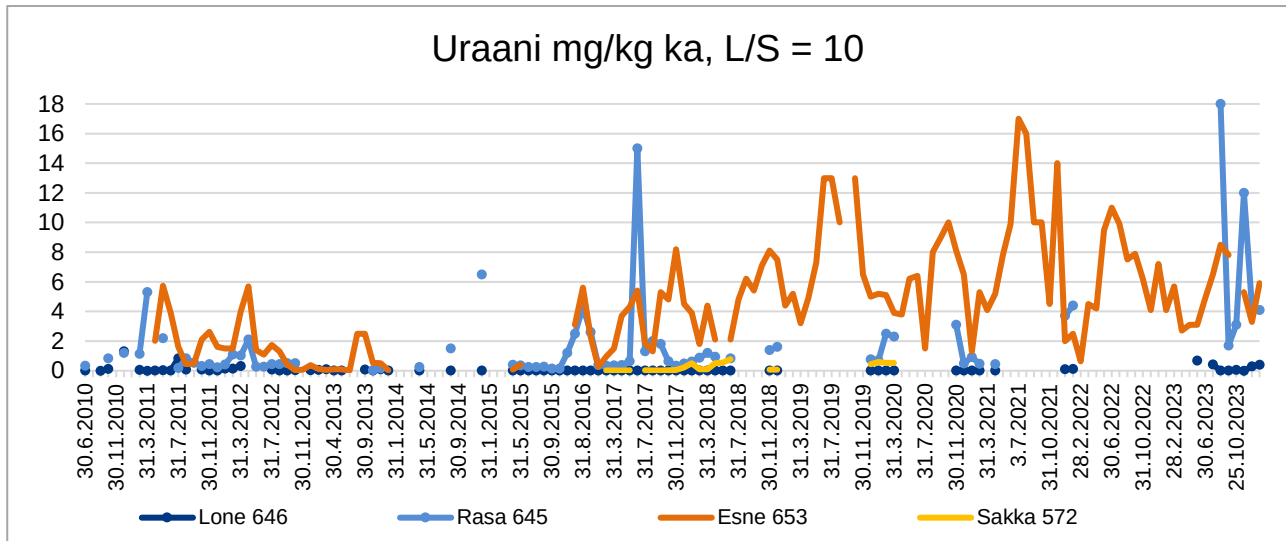
sinkin osalta. Sinkin liukoisuuksien kehitystä sakkajakeiden kuukausinäytteissä on havainnollistettu seuraavassa kuvassa (Kuva 2-30).



Kuva 2-30. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden sinkin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2023 sekä pysyvän ja vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu kokoomanäytteet erikseen kahdelta eri linjalta.

Elohopean liukoisuudet olivat kaikissa tutkituissa sakkanäytteissä hyvin pieniä, eikä menetelmän määrittämää 0,004 mg/kg ylittäviä pitoisuuksia todettu. Elohopean liukoisuudet ovat kaikissa jättejakeissa olleet alhaisia tai alittaneet analyysin määrittämisen myös aiempina vuosina. Pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri liukoiselle elohopealle on 0,01 mg/kg. Vuonna 2023 kipsisakka-altaalle sijoitettavien vesienkäsittelysakan (572 T1) ja loppuneutralointisakan (646) liukoiset pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvon (0,05 mg/kg ka L/S = 10) elohopean osalta.

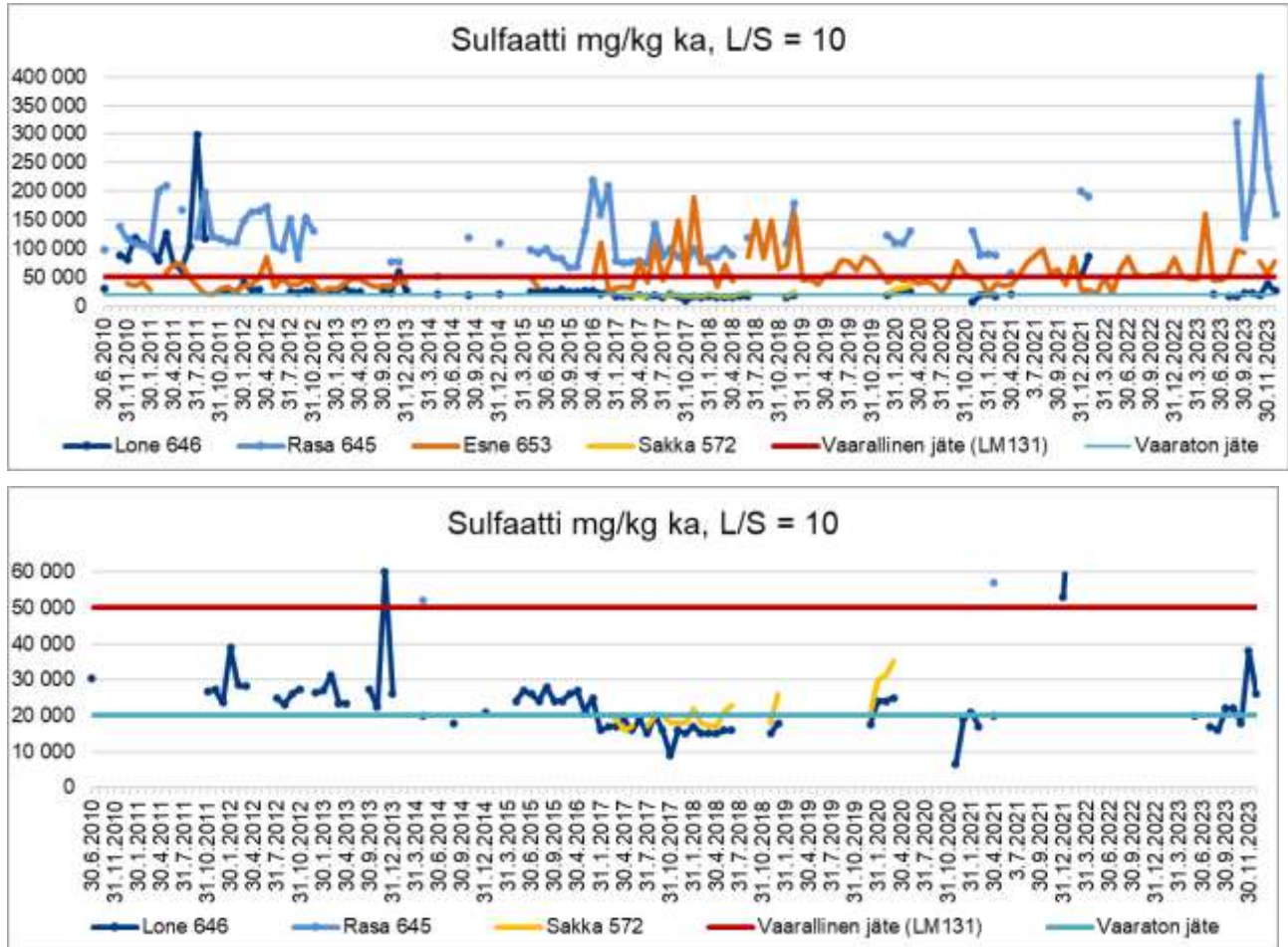
Uraanin liukoisuudet loppuneutralointisakan näytteessä olivat pieniä (<0,002–0,69 mg/kg) ja edellisvuosien pitoisuuksien vaihteluvälillä. Esineutralointisakan liukoisen uraanin pitoisuuksissa on havaittavissa nousujohteinen suuntaus vuosina 2010–2021, mutta vuosina 2022–2023 pitoisuudet ovat laskeneet. Vuonna 2023 uraanin liukoisuus esineutralointisakassa vaihteli välillä 2,7–8,5 mg/kg ja vesienkäsittelysakassa 572 T1 0,011–0,86 mg/kg ka. Muista sakoista poiketen raudansakeuttimen 645 sakassa todettiin elokuussa seuranta-ajan korkein pitoisuus, 18 mg/kg ka, sekä lokakuussa kolmanneksi korkein pitoisuus 12 mg/kg ka. Uraanin liukoisuuksien kehitystä sakkajakeiden kuukausinäytteissä on havainnollistettu seuraavassa kuvassa (Kuva 2-31). Uraanin liukoiselle pitoisuudelle ei ole määritetty kaatopaikkakelpoisuuskriteerejä.



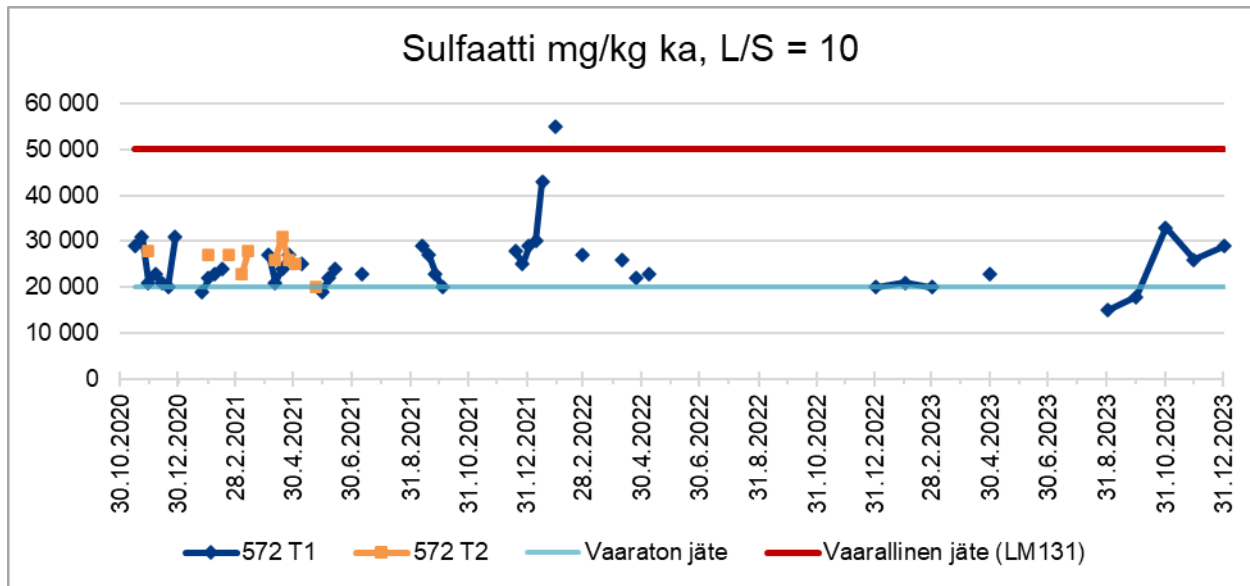
Kuva 2-31. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden uraanin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2023. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu kokoomanäytteet erikseen kahdelta eri linjalta. Uraanin liukoiselle pitoisuudelle ei ole määritetty kaatopaikkakelpoisuuskriteerejä.

Sulfaatin liukoiset pitoisuudet ovat sakkajakeissa olleet tyypillisesti suuria, ja kaikissa sakkajakeissa on vuosina 2010–2023 todettu vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ja osin myös vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä. Vuoden 2023 loppuneutralointisakan näytteissä sulfaatin liukoisuudet (16000–38000 mg/kg) oli samaa suuruusluokkaa kuin vuosina 2017–2021 ja pienempi kuin vuonna 2022. Sulfaatin liukoisuus esineutralointisakassa vaihteli välillä 44000–160000 mg/kg, ollen samaa tasoa kuin 2017–2018, mutta korkeampi kuin vuosina 2010–2016 ja 2019–2022. Rautasakassa (645) sulfaatin liukoisuus on noussut merkittävästi ja vuonna 2023 vaihteluväli oli 120000–400000 mg/kg. Vesienkäsittelysakan 1. linjan kokoomanäytteissä sulfaattipitoisuus vaihteli välillä 15000–33000 mg/kg.

Sulfaatin liukoisuuden osalta vaarallisen jätteen kelpoisuuskriteerin (50000 mg/kg) ylityksiä todettiin rautasakasta vuoden kaikissa näytteissä (elo-joulukuun), sekä esineutralointisakassa kaikissa muissa paitsi helmi-maaliskuun ja touko-kesäkuun näytteissä. Lisäksi vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri ylittyi loppuneutralointisakan syys-, marras- ja joulukuun näytteissä, esineutralointisakan helmi-, maaliskuu- ja kesäkuun näytteissä, sekä vesienkäsittelysakan 1 linjan tammi-, helmi-, huhti-, loka-, marras- ja joulukuun näytteissä. Vuonna 2023 kipsisakka-altaalle sijoitettavien vesienkäsittelysakan (572 T1) ja loppuneutralointisakan (646) liukoiset pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvon (50 000 mg/kg ka L/S = 10) sulfaatin osalta. Sulfaatin liukoisuuksia sakkajakeiden kuukausi- ja viikkonäytteissä on havainnollistettu seuraavissa kuvissa Kuva 2-32, Kuva 2-33).



Kuva 2-32. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden sulfaatin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2023 sekä vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit. Vesienkäsittelysakan (572) osalta näytteet on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.

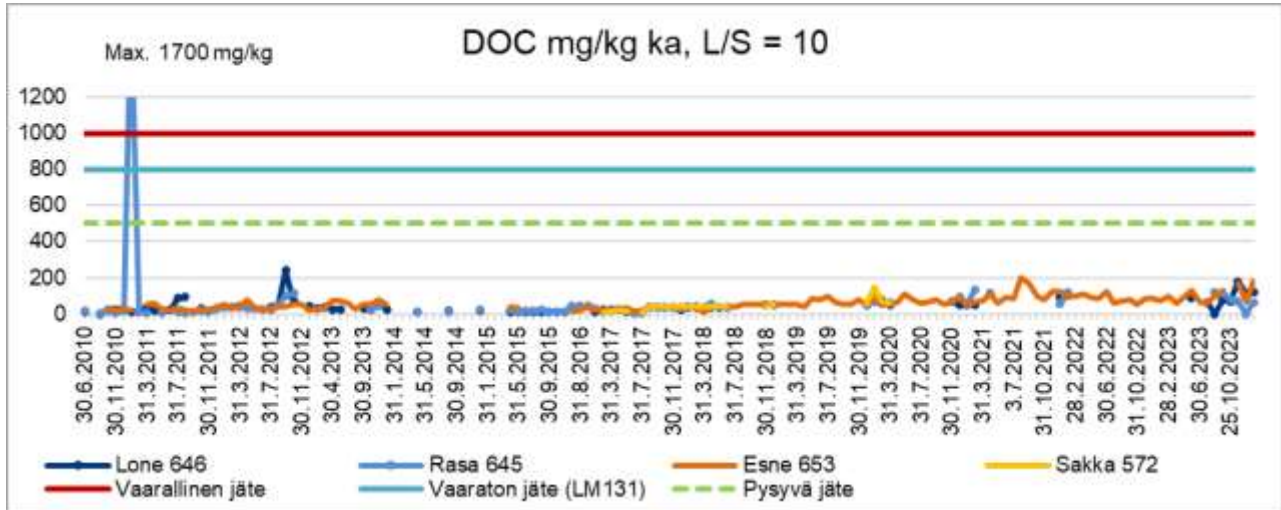


Kuva 2-33. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden viikko- ja kuukausinäytteiden sulfaatin liukoisuudet kuivapainoa kohti v. 2020–2023 sekä vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

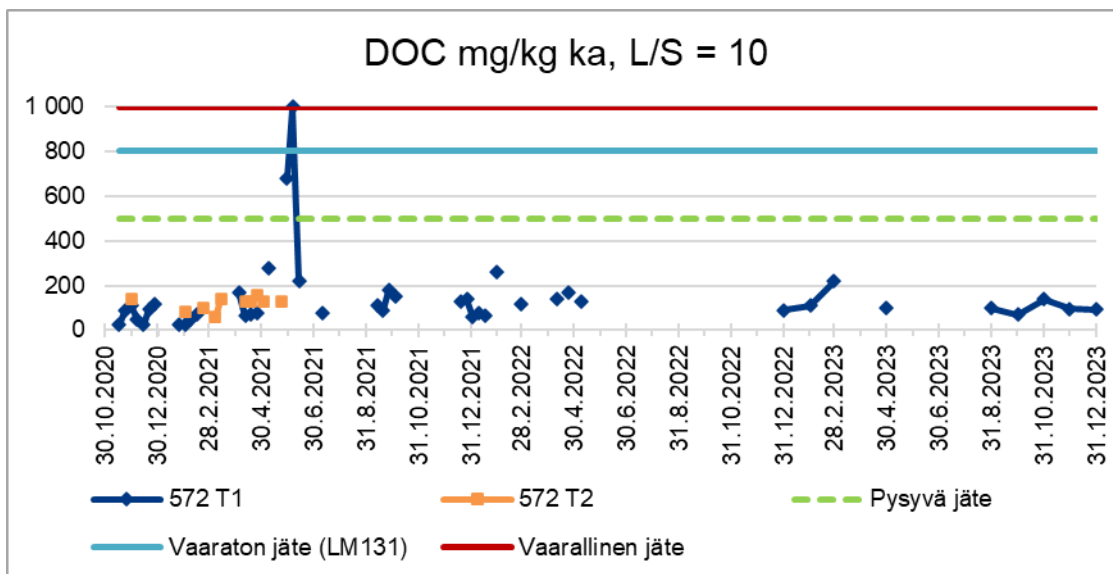
Kloridin liukoisuudet olivat sakkajakeissa pääosin samaa luokkaa kuin edellisinä tarkkailuvuosina: Lone 646 <50–150 mg/kg, Rasa (645) <50–150 mg/kg, Esne (653) <50 mg/kg, sekä 572 T1 61–330 mg/kg. Kloridin liukoisuudet alittivat tutkituissa näytteissä pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (800 mg/kg) selvästi. Vuonna 2023 kipsisakka-altaalle sijoitettavien vesienkäsittelysakan (572 T1) ja loppuneutralointisakan (646) liukoiset pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvon (800 mg/kg ka L/S = 10) kloridin osalta.

Fluoridin liukoisuudet olivat sakkajakeissa pääosin samaa tasoa kuin vuosina 2017–2022, vaihdellen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (10 mg/kg) molemmiin puolin: Lone (646) 14–34 mg/kg, Rasa (645) <5–81 mg/kg, Esne (653) 7,8–39 mg/kg, 572 T1 23–110 mg/kg). Pitemmällä aikavälillä tarkasteltuna fluoridin liukoisuus oli loppuneutralointisakassa vuosina 2017–2022 pienempi kuin vuosina 2013–2016 ja 2023. Rautasakassa (645) ja esineutralointisakassa fluoridin liukoisuus oli vuonna 2023 tavanomaisella tasolla. Vesienkäsittelysakan (645) ja esineutralointisakassa fluoridin liukoisuus on ollut korkeampi vuonna 2018, mutta muutoin tulokset ovat tasaisia koko jaksolla 2017–2023. Vuonna 2023 kipsisakka-altaalle sijoitettavien vesienkäsittelysakan (572 T1) ja loppuneutralointisakan (646) liukoiset pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvon (150 mg/kg ka L/S = 10) fluoridin osalta.

Liunneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet olivat loppuneutralointisakassa, rautasakassa (645) ja esineutralointisakassa alhaisia (<50–180 mg/kg, <50–120 mg/kg ja 58–180 mg/kg) ja alittivat pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuden kriteerin 500 mg/kg. DOC-pitoisuudet ovat olleet alhaisia myös aikaisempina vuosina, vuonna 2010 rautasakassa (645) mitattua yksittäistä korkeaa pitoisuutta lukuun ottamatta. Myös vesienkäsittelysakan 1. linjan näytteissä DOC-pitoisuus oli vuonna 2023 pieni (70–220 mg/kg), eikä vuoden 2021 kaltaisia pitoisuuspiikkejä todettu (Kuva 2-34, Kuva 2-35). Vuonna 2023 kipsisakka-altaalle sijoitettavien vesienkäsittelysakan (572 T1) ja loppuneutralointisakan (646) liukoiset pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvon (800 mg/kg ka L/S = 10) DOC:n osalta.



Kuva 2-15. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden liuennan orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2023 sekä Vna 331/2013 mukaiset kaatopaikkakelpoisuuskriteerit. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu näytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.



Kuva 2-16. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden viikko- ja kuukausinäytteiden liuennan orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet kuivapainoa kohti v. 2020–2023 sekä Vna 331/2013 mukaiset kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

Liuenneiden aineiden kokonaispitoisuus (TDS) oli esineutralointisakassa vuonna 2023 samalla tasolla kuin vuosina 2010–2022, vaihdellen välillä 52000–110000 mg/kg. Sekä vaarattoman jätteen raja-arvon (60000 mg/kg) alitukset, että vaarallisen jätteen raja-arvon (100000 mg/kg) ylitykset ovat olleet esineutralointisakalle tyypillisiä vuodesta 2012 alkaen. Vuonna 2023 vaarallisen jätteen raja-arvo ylittyi vain elokuun näytteessä.

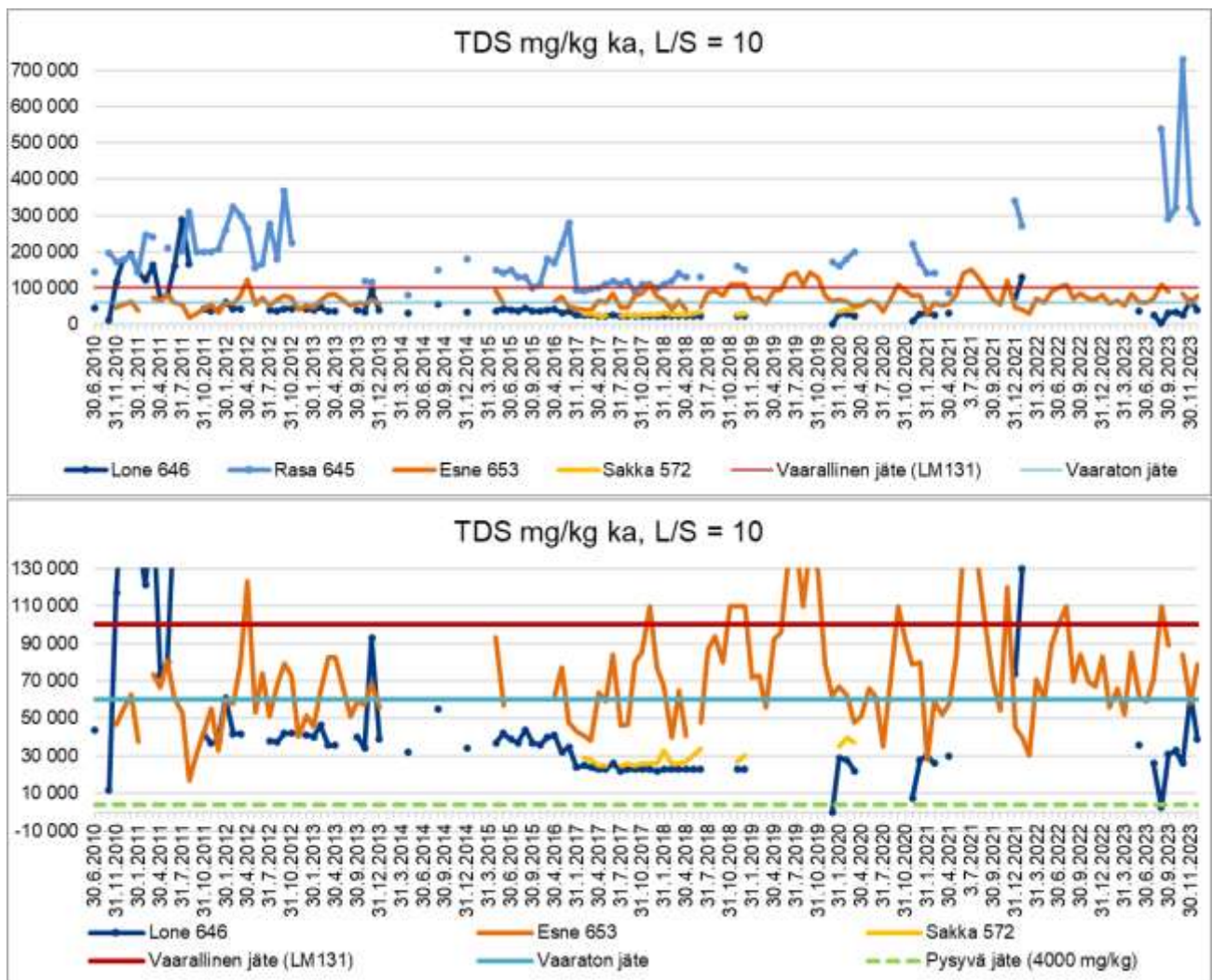
Loppuneutralointisakan 646 liuenneiden aineiden kokonaispitoisuus on pääosin pysynyt vaarattoman jätteen raja-arvon alapuolella, mutta vuosina 2010–2011 ja 2022 pitoisuus ylitti vaarallisen jätteen raja-arvon, sekä 2013 ja 2023 vaarattoman jätteen raja-arvon. (Kuva 2-36, Kuva 2-37). Vuonna 2023 liuenneiden aineiden

kokonaismäärä loppuneutralointisakan näytteessä vaihteli välillä 2600–63000 mg/kg, ylittäen vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin raja-arvon marraskuussa.

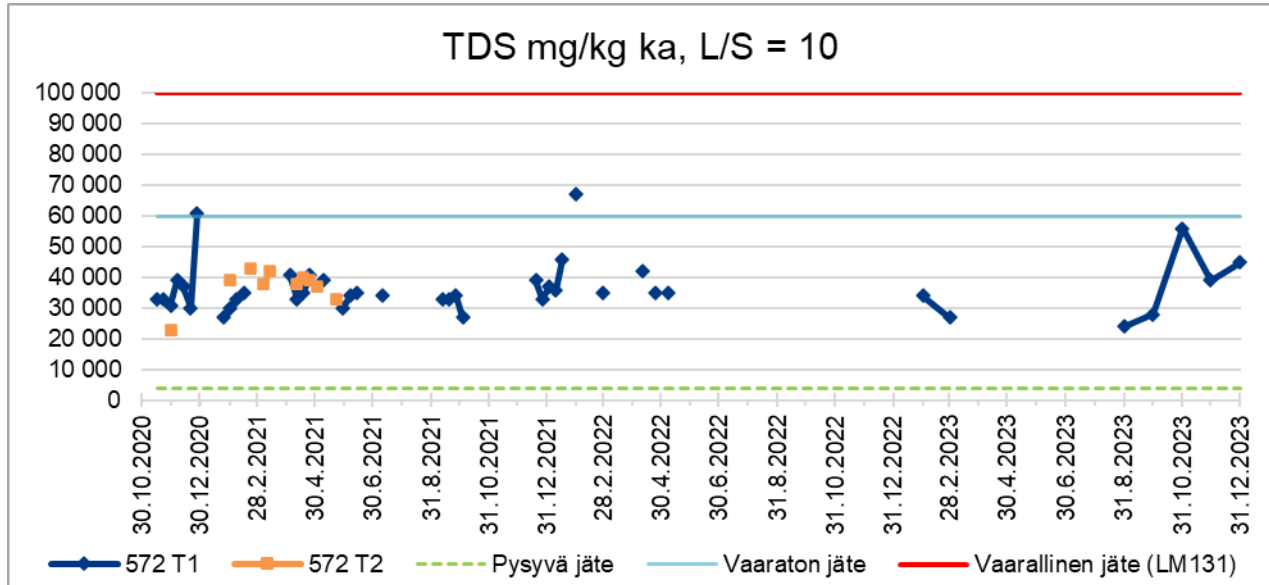
Rautasakan (645) liuenneiden aineiden kokonaispitoisuus on ollut lähes poikkeuksetta sakkajakeiden korkein, mutta pysytellyt tyypillisesti välillä 80000–400000 mg/kg. Vuonna 2023 pitoisuudet ovat olleet tavallista selvästi korkeampia, vaihteluvälin ollessa 280000–730000 mg/kg, jokaisen näytteen ylittäessä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvon.

Vesienkäsittelysakan 1. linjan kokoomanäytteissä liuenneiden aineiden kokonaispitoisuus vaihteli välillä 24000–56000 mg/kg, ylittäen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin raja-arvon, mutta toisaalta alittaen vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin raja-arvon kaikissa vuoden 2023 näytteissä.

Vuonna 2023 kipsisakka-altaalle sijoitettavien vesienkäsittelysakan (572 T1) ja loppuneutralointisakan (646) pitoisuudet alittivat lupamääräyksen 131 raja-arvon (100 000 mg/kg ka L/S = 10) TDS:n osalta.

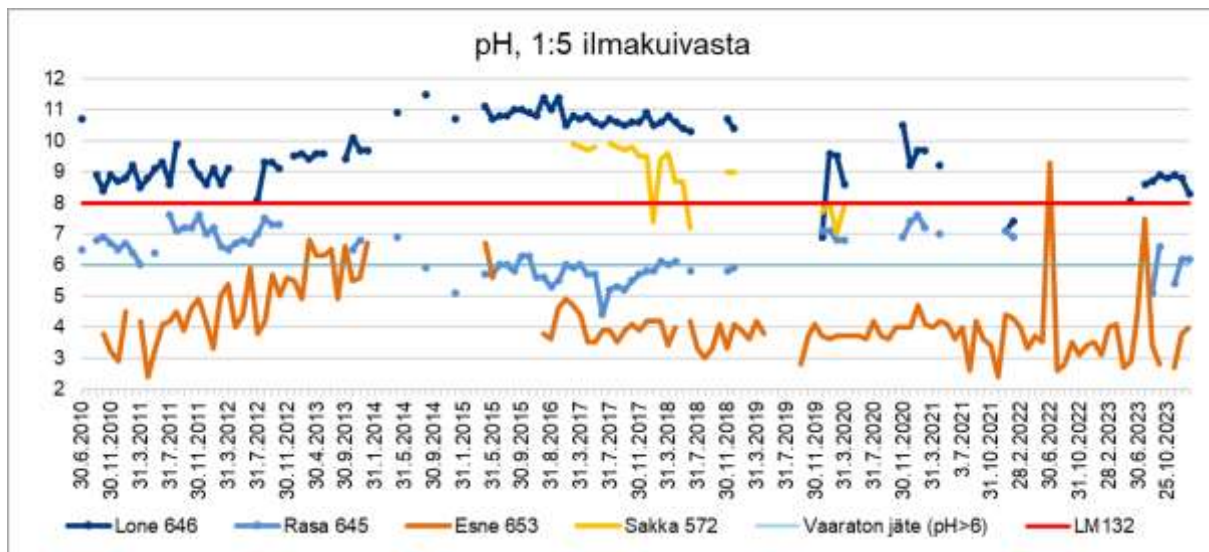


Kuva 2-17. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) kuivapainoa kohti vuosina 2010–2023 sekä pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu näytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.

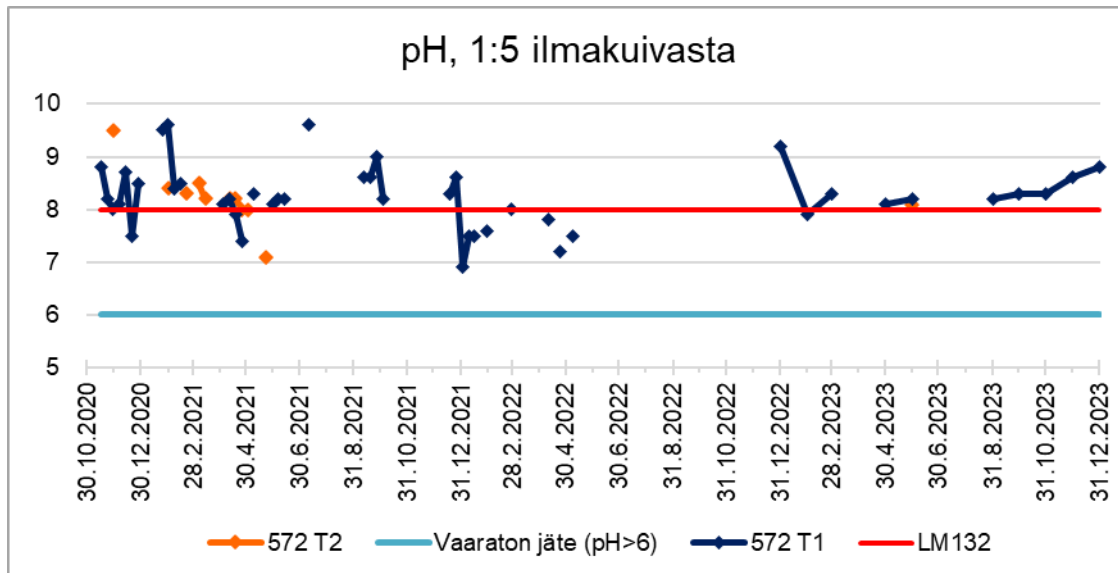


Kuva 2-18. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden viikko- ja kuukausinäytteiden liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) kuivapainoa kohti v. 2020–2023 sekä vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri.

Sakkojen pH-arvot olivat pääosin vuosien 2017–2022 vaihteluvälillä loppuneutralointisakassa (pH 8,1–8,9), esineutralointisakassa 653 (pH 2,7–7,5) ja vesienkäsittelysakassa (572 T1: pH 7,9–8,8). Rautasakassa (645) suodosten pH-arvot ovat olleet vuosina 2020–2022 yli, ja vuosina 2014–2019 pääsääntöisesti alle vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (pH > 6). Vuonna 2023 rautasakan (645) marraskuun näytteen liukoisuustestin suodoksen pH oli 3, joka on tarkkailuhistorian happamin. Koko vuonna pH vaihteli välillä 3,0–6,7. Marraskuun näytteen lisäksi myöskään elo- ja lokakuun näytteet eivät täyttäneet vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä. Kaatopaikkakelpoisuuskriteeri täyttyi pH:n osalta loppuneutralointisakassa ja vesienkäsittelysakassa. Esineutralointisakan suodosten pH ei täyttänyt vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä. Sakkajakeiden suodosten pH-arvojen kehittymistä vuosina 2010–2023 on havainnollistettu seuraavissa kuvissa (Kuva 2-38, Kuva 2-39). Kipsisakka-altaalle sijoitettavan loppuneutralointisakan (646) pH täytti lupamääräyksen 132 raja-arvon (pH-arvo vähintään 8). Vesienkäsittelysakan 571 T1 tammikuun näyte alitti vähimmäis-pH:n, joskin alitus on virhemarginaalin puitteissa (± 0.2 pH yks.).



Kuva 2-19. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden pH-arvot liukoisuuskokeiden suodoksissa vuosina 2010–2023 sekä vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri (pH >6). Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu näytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.



Kuva 2-20. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikko- ja kuukausinäytteiden pH-arvot liukoisuuskokeiden suodoksissa v. 2020–2023 sekä vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri.

Liukoisuustestien suodosten sähkönjohtavuus oli loppuneutralointisakan näytteellä 230–380 mS/m, rautasakan (645) näytteellä 420–1300 mS/m, esineutralointisakan näytteillä 230–540 mS/m ja vesienkäsittelysakan linjan 1 kokoomanäytteillä 20–510 mS/m. Kaikissa sakkajakeissa sähkönjohtavuudet olivat vuosien 2017–2022 vaihteluvälillä. Sähkönjohtavuudelle ei ole määritelty kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä.

2.3 Hehkutushäviö, TOC, ANC ja radioaktiivisuus

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

Sakkanäytteiden kuiva-ainepitoisuus on vaihdellut suuresti, lukuun ottamatta esineutralointisakkaa. Ennen vuotta 2017 kuiva-ainepitoisuudet ovat olleet matalampia kuin nykyisin. Vuonna 2023 loppuneutralointisakan kuiva-aineen pitoisuuden vaihteluväli oli 2,8–86 m-%, rautasakalla 9,6–56 m-%, mutta esineutralointisakalla vain 55–66 %. Vesienkäsittelysakan näytteissä kuiva-ainepitoisuus vaihteli välillä 0,3–89,7 % (572 T1) ja 0,3–93,6 (572 T2).

Termisesti hajoavien yhdisteiden, kuten esimerkiksi orgaanisen aineen, karbonaattien ja kideveden osuutta kuvaava hehkutushäviö 550°C (jonka tulos on massahäviön prosentti kuiva-aineesta) vaihteli loppuneutralointisakan näytteessä välillä 7,8–13 % ja rautasakan (645) näytteessä 9–28 %. Esineutralointisakassa hehkutushäviö vaihteli välillä 1,9–9,0 % ja vesienkäsittelysakan kokoomanäytteissä välillä 6,4–18,8 % (572 T1) ja 10,4–19,7 % (572 T2). Vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle hehkutushäviön raja-arvo on 10 %, tai vaihtoehtoisesti sovelletaan TOC-rajaa 6 %. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä raja-arvo 10 % ylittyi neljällä jakeen 572 T1 kuukausinäytteellä ja kaikilla jakeen 572 T2 kuukausinäytteillä, mutta orgaanisen hiilen

(TOC) osuudet näillä olivat <0,5-1,2 m-% sekä <0,5–2,5 m-%. Esineutralointisakan osalta raja-arvo 10 % ei ylittynyt yhdessäkään näytteessä, ja loppuneutralointisakalla raja-arvo ylittyi kahdessa näytteessä, mutta näiden TOC oli alle määritysrajan. Rautasakan (645) näytteissä raja-arvo ylittyi yhtä näytettä lukuun ottamatta, mutta näilläkin TOC oli <0,5–0,55 m-%.

Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC) oli loppuneutralointisakan, rautasakan (645) ja esineutralointisakan kuukausinäytteissä hyvin pieni. Pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvo (3 %) alittui kaikissa niissä näytteissä, joista TOC-pitoisuus saatiin määritettyä, eli orgaanisen hiilen kokonaismäärät kaikissa jätejakeissa olivat pieniä.

Haponneutralointikapasiteetti (ANC) määritetään esineutralointisakasta ja vesienkäsittelysakasta. Vuonna 2023 esineutralointisakan näytteiden luontainen pH oli kaikilla näytteillä alle 4, jolloin näytteellä ei ole haponneutralointikykyä, eikä ANC-määritystä voi tehdä. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteistä ANC-määritystä ei voitu useissa tapauksissa tehdä, varsinkaan linjan 2 näytteiden osalta, niiden vähäisen kiintoainemäärän vuoksi. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteiden jakeen 572 T1 haponneutralointikapasiteetti vaihteli välillä 3,3-7,3 mol H⁺/kg ka pH:ssa 4; 2,7-5,6 mol H⁺/kg ka pH:ssa 5; 1,6-3,9 mol H⁺/kg ka pH:ssa 6; 0,58-2 mol H⁺/kg ka pH:ssa 7, sekä 0,05-0,41 mol H⁺/kg ka pH:ssa 8. Jakeen 572 T2 haponneutralointikapasiteetti saatiin määritettyä vain toukokuun näytteeltä, ja sillä ANC oli pH-arvoilla 4–8 vastaavasti 5,1; 3,3; 1,9; 0,9, sekä 0,1.

Loppuneutralointisakasta (646), rautasakasta (645) ja vesienkäsittelysakasta (572) tehdään vuosittain radioaktiivisuusmääryksiä. Radioaktiivisuusmäärykset on tehty vuoden kokoomanäytteistä, jotka on koostettu analysoivassa laboratoriossa kuukausittain ja viikoittain tehtyjen määrytysten jälkeen yli jääneistä kuukausi- ja viikkonäytteistä. Tämän vuoksi analyysitulokset eivät tyypillisesti ehdi valmistua ennen vuosiraportin koostamista. Tällä hetkellä vuoden 2023 näytteiden määrykset eivät ole vielä valmistuneet, ja tulokset esitetään v. 2024 tarkkailun raportissa. Vuoden 2022 sakanäytteistä ei tehty radioaktiivisuusanalyyskejä inhimillisen virheen vuoksi.

Radioaktiivisuusmääryksiä on tehty vuodesta 2014 lähtien. Vuoden 2019 näytteistä määryksiä ei voitu tehdä liian vähäisten näytemäärien vuoksi ja vuonna 2022 määrykset jäivät tekemättä inhimillisen virheen vuoksi. Vuosien 2020–2021 osalta kuukausinäytteitä oli vielä kuukausittain tehtävien määrytysten jälkeen käytettävissä siinä määrin, että vuosinäytteet voitiin koostaa ja määrykset saatiin toteutettua ohjelman mukaisesti. Vuosien 2020–2021 näytteistä tehty radioaktiivisuusmäärytysten tulokset ja niiden vertailu aikaisempien vuosien tuloksiin on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 2-2). Vuosien 2020–2021 näytteiden radioaktiivisuusmäärytysten tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä (liite 3).

Vuonna 2021 radioaktiivisuusmäärykset tehtiin vuoden 2020 kokoomanäytteistä Eurofins Eichrom Radioactivité:n laboratoriossa Ranskassa. Vuonna 2020 Ra-226:n aktiivisuudet loppuneutralointisakassa, rautasakassa (645) ja vesienkäsittelysakassa olivat selvästi korkeampaa tasoa kuin vuosina 2014–2018, ollen samaa suuruusluokkaa kuin v. 2019 Terrafamen louhitussa malmassa ja mustaliuskesivukivessä, sekä liuotuskasoilta otetuissa näytteissä v. 2019–2020 tehdyn radioaktiivisuus selvityksen mukaan (Ramboll Finland Oy 2020b).

Ra-228:n osalta vuoden 2020 tulokset alittivat laboratorion määritysrajan loppuneutralointisakan ja vesienkäsittelysakan näytteissä. Rautasakassa (645) Ra-228:n aktiivisuus oli n. 3 kertaa korkeampaa tasoa kuin vuosina 2016–2018. Pb-210:n aktiivisuudet alittivat määritysrajan kaikissa näytteissä. Po-210:n aktiivisuudet olivat kohonneet loppuneutralointisakassa ja rautasakassa (645) vuosien 2015–2018 pitoisuuksiin verrattuna, ollen kuitenkin samaa suuruusluokkaa kuin vuonna 2014. Vesienkäsittelysakassa Po-210:n aktiivisuus oli samaa tasoa kuin rautasakassa (645).

Syytä vuoden 2020 kohonneisiin aktiivisuuksiin ei löytynyt. Tuloksia ei voitu varmistaa uusinta-analyysillä, koska näytteitä ei ollut enää jäljellä.

Myös vuoden 2021 kokoomanäytteet analysoitiin Eurofins Eichrom Radioactivité:n laboratoriossa Ranskassa, mutta lisäksi rautasakan (645) ja vesienkäsittelysakan radioaktiivisuusmäärykset tehtiin vertailun vuoksi myös STUK:n laboratoriossa. Edellisvuoden näytteisiin verrattuna vuoden 2021 kokoomanäytteistä määritetyt aktiivisuudet olivat laskeneet huomattavasti ja aiempien vuosien tasoa. Eurofinsin ja STUK:n laboratorioissa määritetyt tulokset olivat samaa suuruusluokkaa.

Taulukko 2-2. Radioaktiivisuusmääritysten tulokset vuosien 2014–2021 kokoomanäytteistä. Vuonna 2019 radioaktiivisuusmäärityksiä ei voitu tehdä näytemäärien vähäisyyden vuoksi.

	2014 ¹ (Bq/kg)	2015 ¹ (Bq/kg)	2016 ¹ (Bq/kg)	2017 ¹ (Bq/kg)	2018 ¹ (Bq/kg)	2020 ² (Bq/kg)	2021 ² (Bq/kg)	2021 ¹ (Bq/kg)
Loppuneutralointisakka (646)								
Ra-226	5.0 ± 3.0	<2.8	<10.0	7.1±2.1	6.4 ± 0.2	169 ± 101	<5	-
Ra-228	1.17 ± 0.21	<0.8	0.75 ± 0.21	0.78 ± 0.30	0.76 ± 0.16	<5	<8	-
Pb-210	1.14 ± 0.77	6.4 ± 1.6	5.6 ± 1.4	6.6 ± 2.6	<3.5	<18	<26	-
Po-210	11.5 ± 4.6	<2.2	7.1 ± 1.0	8.6 ± 1.7	0.031 ± 0.002	11.6 ± 3.5	7.5 ± 3.2	-
Rautasakka (645)								
Ra-226	2.0 ± 1.2	<2.8	<13.4	2.8 ± 0.8	4.2 ± 0.3	837 ± 193	<5	8.9 ± 1.5
Ra-228	1.70 ± 0.20	<0.8	2.7 ± 0.9	2.1 ± 0.6	2.9 ± 0.3	9.4 ± 3.3	<8	<3.6
Pb-210	1.80 ± 0.87	4.2 ± 0.9	3.3 ± 1.4	<8.5	<6	<29	<35	<11.7
Po-210	12.1 ± 4.9	6.1 ± 1.6	4.5 ± 0.9	<1.2	0.024 ± 0.003	21 ± 5.6	8.4 ± 3.5	<1.0
Esineutralointisakka (653)								
Ra-226	-	-	<3.0	-	-	-	-	-
Ra-228	-	-	0.46 ± 0.21	-	-	-	-	-
Pb-210	-	-	9.5 ± 2.7	-	-	-	-	-
Po-210	-	-	10.3 ± 1.5	-	-	-	-	-
Vesienkäsittelysakka (572)								
Ra-226	-	-	-	7.6 ± 2.3	5.2 ± 0.4	835 ± 278	11.3 ± 3.9	13.1 ± 2.0
Ra-228	-	-	-	2.8 ± 0.9	1.46 ± 0.6	<5	<8	5.7 ± 1.5
Pb-210	-	-	-	<8.6	<3.5	<21	<29	13.7 ± 5.6
Po-210	-	-	-	4.5 ± 1.0	0.025 ± 0.002	20 ± 5.2	11.6 ± 3.5	<1.0

1) Analysoiva laboratorio STUK

2) Analysoiva laboratorio Eurofins Eichrom Radioactivité

3. SIVUKIVIEN OMINAISUUDET

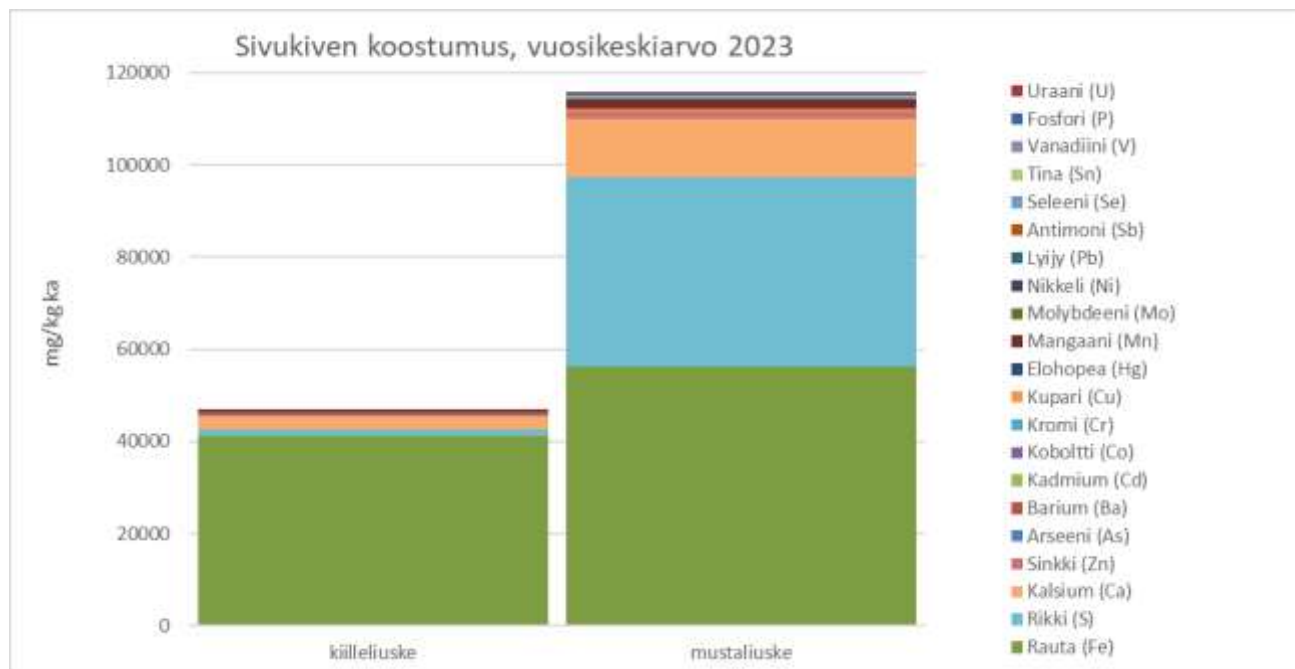
Sivukivistä otetaan Terrafamen henkilökunnan toimesta kairanäytteitä, joista muodostetaan kuukausittaiset kokoomanäytteet mustaliuskeelle ja kiilleliuskeelle erikseen. Näytteet toimitetaan ulkoiseen laboratorioon analysoitavaksi. Tarkkailu toteutui kaikilta osin tarkkailuohjelman mukaisesti. Näytteenotosta ja osanäytteiden yhdistämisestä viikko- ja kuukausinäytteiksi, sekä näytteiden toimittamisesta laboratorioon vastasi Terrafame Oy. Määritykset tehtiin Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratoriossa.

3.1 Alkuaineiden kokonaispitoisuudet

Kaivoksella muodostuvan sivukiven laatua on tarkkailtu osana veloitettarkkailua joulukuusta 2017 saakka. Vuonna 2023 sivukiven kuukausikokoomanäytteistä määritettyjä alkuaineiden kokonaispitoisuuksia on seuraavassa verrattu joulukuussa 2017 ja vuosina 2018–2022 määritettyihin kokonaispitoisuuksiin. Pääsääntöisesti kaikki kokonaispitoisuudet on esitetty kuiva-ainetta (ka) kohden. Terrafamella muodostuvan sivukiven 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 seuraavassa taulukossa (taulukko 3-1) ja kokonaisuudessaan sivukivinäytteiden vuoden 2023 analyysitulokset kokonaispitoisuuksien osalta on esitetty liitteessä (liite 4).

Sivukivinäytteissä todetut alkuaineiden kokonaispitoisuudet ovat olleet hyvin samankaltaisia tarkkailun aikana. Suurinta vaihtelu on ollut kuparin, mangaanin, nikkelin, sinkin, raudan ja kalsiumin kokonaispitoisuuksissa. Kiviaineksen korkeasta kuiva-ainepitoisuudesta johtuen kuivapainoa ja tuorepainoa kohden ilmoitetut pitoisuudet ovat hyvin lähellä toisiaan, eivätkä vaikuta pitoisuusvertailuun. Vuoden 2023 marraskuusta alkaen on noudatettu uutta tarkkailuohjelmaa, jonka mukaisesti kahdesta eri kivilajista, mustaliuskeesta ja kiilleliuskeesta, on otettu erilliset näytteet. Kivilajien ero näkyy selkeimmin rikkipitoisuudessa, sillä rikkipitoiset kiisuminaalit ovat yksi mustaliuskeen päämineraaleista. (Kuva 3-1) Suuri osa molempien sivukivien koostumuksesta on analyysipaketin ulkopuolisia yhdisteitä ja alkuaineita, kuten epäorgaanisia hiiliyhdisteitä tai piitä.

Vuosien 2019–2022 tapaan vuonna 2023 tutkituissa sivukivinäytteissä (mustaliuske) todettiin vaarallisen jätteen pitoisuusrajan ylityksiä nikkelin ja sinkin osalta. Muiden alkuaineiden pitoisuudet olivat selvästi vaarallisen jätteen pitoisuusrajan alapuolella (taulukko 3-1).



Kuva 3-1. Sivukivien (kiilleliuske, mustaliuske) koostumus tutkittujen alkuaineiden osalta.

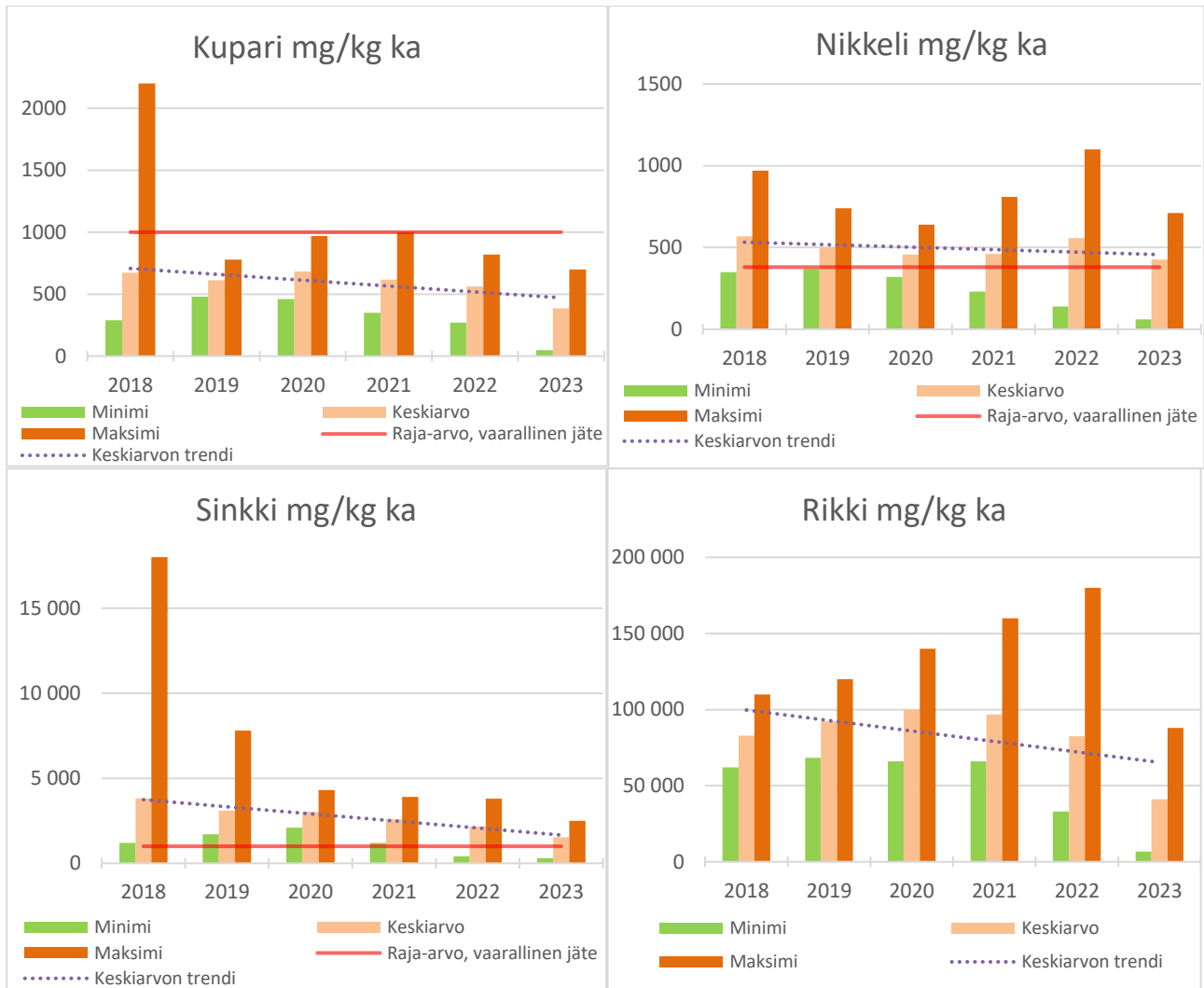
Taulukko 3-1. Alkuaineiden kokonaispitoisuudet mustaliuskeessa joulukuussa 2017 ja vuosina 2018–2023, sekä vaarallisen jätteen raja-arvot CLP-asetuksen ja ympäristöministeriön julkaisun 2/2019 mukaan.

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
Min 2021	35	8	10	20	29	350	340	640	30
Ka 2021	134	16	20	44	86	617	607	2 721	61
Maks 2021	260	34	33	84	190	1 000	987	6 800	91
Min 2022	10	7	2	28	17	270	268	820	9
Ka 2022	68	16	14	69	66	563	558	2 041	32
Maks 2022	230	28	23	200	94	820	818	5 100	58
Min 2023	6	6	2	9	23	50	49	340	2
Ka 2023	42	18	10	50	62	386	398	1 630	22
Maks 2023	100	49	19	87	130	700	694	5 000	50

Aine/muuttuja	Ni mg/kg ka	Ni TP mg/kg TP	Zn mg/kg ka	Zn 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	0,2	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
Min 2021	230	227	1 200	1 184	100	66 000	3 800	9	62 000
Ka 2021	460	453	2 580	2 541	425	96 700	12 630	14	102 300
Maks 2021	810	799	3 900	3 830	670	160 000	24 000	19	180 000
Min 2022	140	139	410	406	48	33 000	5700	2	13000
Ka 2022	558	551	2168	2145	322	82 417	10075	11	83167
Maks 2022	1100	1092	3800	3781	590	180 000	20000	16	120000
Min 2023	60	59	310	304	26	6700	8600	1	12000
Ka 2023	426	414	1536	1545	174	41070	12725	8	56250
Maks 2023	710	707	2500	2480	350	88 000	21000	18	99000

Seuraavassa kuvassa (Kuva 3-2) on havainnollistettu sivukiven kuparin, nikkelin ja sinkin pitoisuuksien vuosikeskiarvojen vaihtelua tuorepainoa kohti sekä rikkipitoisuuksien vuosikeskiarvojen vaihtelua kuivapainoa kohti vuosina 2018–2022. Sinkin keskiarvopitoisuudessa on havaittavissa laskeva suuntaus. Nikkelin keskiarvopitoisuus laski ja rikin keskiarvopitoisuus nousi vuosina 2019 ja 2020, mutta vuosina 2021–2022 kehityssuunta

oli päinvastainen. Vuonna 2023 kaikkien neljän muuttujan pitoisuuskeskiarvo laski edellisvuodesta. Kuparin keskimääräinen pitoisuus on noudatellut sinkin ja rikin nousu- ja laskutrendejä, mutta muutokset ovat olleet merkittävästi pienempiä.



Kuva 3-2. Mustaliuskeen kuukausinäytteiden kuparin, nikkelin, sinkin ja rikin minimi-, keskiarvo- ja maksimipitoisuudet kuiva-aineessa, sekä ko. metallien vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvot tuorepainossa vuosina 2018–2023.

Kiilleliuskeesta on otettu erilliset näytteet osana tarkkailuohjelmaa vuodesta 2023 alkaen. Kiilleliuskeen nikkeli- ja sinkkipitoisuudet ovat merkittävästi pienemmät, eivätkä ne ylitä vaarallisen jätteen raja-arvoa (taulukko 3-2). Kiilleliuskeen sijoituspaikkana toimii vuodesta 2024 alkaen sivukivialueen KL1 lohko 7. Kiilleliuskeen rikki-, nikkeli- ja sinkkipitoisuudet ovat paljon pienempiä kuin mustaliuskeella. Toisaalta kiilleliuskeen barium- ja kromipitoisuudet ovat huomattavasti mustaliusketta suuremmat johtuen muskoviittimineraaleista.

Taulukko 3-2. Alkuaineiden kokonaispitoisuudet kiilleliuskeessa vuonna 2023, 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	
Min 2023		340		12	99	26	26	380	
Ka 2023		394		16	132	31	31	469	
Maks 2023	1	440	0	25	150	39	39	590	3

Aine/muuttuja	Ni mg/kg ka	Ni TP mg/kg TP	Zn mg/kg ka	Zn 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				
Min 2023	37	37	62	62	110	920	2200	2	38000
Ka 2023	43	41	70	68	125	1412	2900	2	41250
Maks 2023	52	52	79	74	140	2 400	4400	2	46000

3.2 Liukoisuusominaisuudet

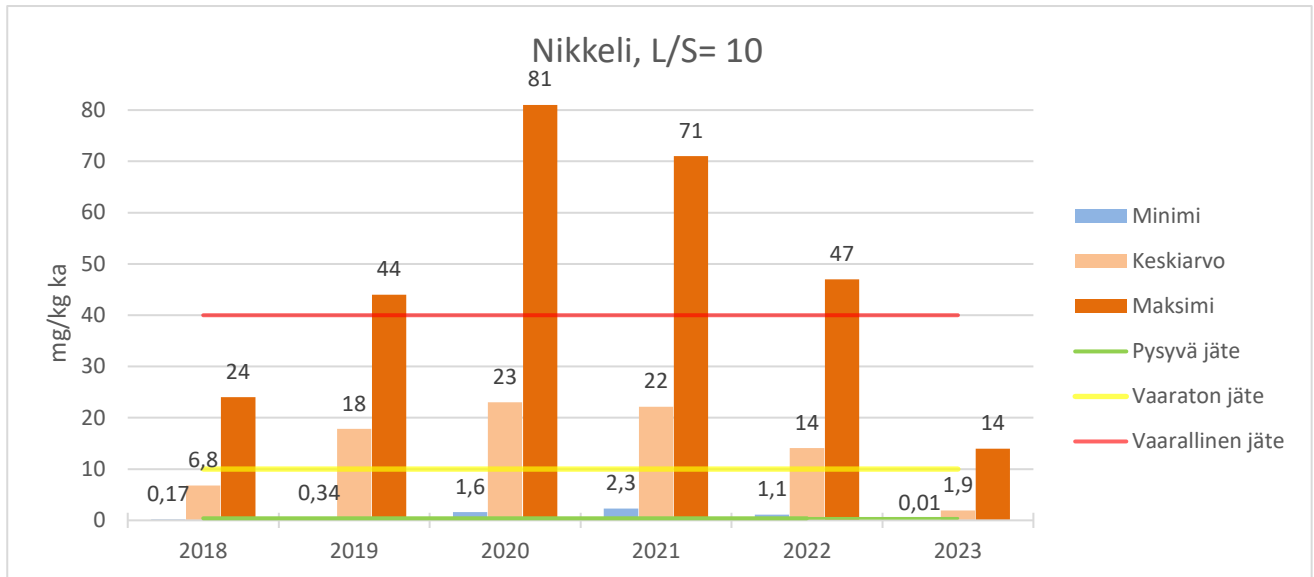
Kaivannaisteollisuudessa syntyvän jätteen geokemiallisia ominaisuuksia ja käyttäytymistä on tarkasteltava VNa 190/2013 mukaisesti (ns. kaivannaisjäteasetus). Sivukivialueelle KL2 sijoitettavan sivukiven liukoisuusominaisuuksien laatua on seurattu kaatopaikka-asetuksen mukaisten kaatopaikalle sijoitettavien jätteiden kelpoisuusvaatimusten (Vna 331/2013) mukaisesti. Sivukivinäytteiden liukoisuusominaisuuksia on seurattu 2-vaiheisella ravistelutestillä kuukausittain lokakuuhun 2023 asti, ja uuden tarkkailusuunnitelman mukaisesti marraskuusta 2023 alkaen puolivuositain. Kiilleliuskeelle ei tehty 2-vaiheista ravistelutestiä vuonna 2023. 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 2023 määritettyjä alkuaineiden liukoisia pitoisuuksia on seuraavassa taulukossa verrattu joulukuussa 2017 ja vuosina 2018–2022 määritettyihin liukoisuuksiin (taulukko 3-3). Liukoisuusominaisuuksia on verrattu ns. kaatopaikka-asetuksen (Vna 331/2013) mukaisiin pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikoille sijoittamista varten asetettuihin kaatopaikkakelpoisuuskriteereihin. Nikkelin, sinkin ja sulfaatin liukoisuuksien muutosta on lisäksi havainnollistettu kuvissa (Kuva 3-3, Kuva 3-4, Kuva 3-5). Vuoden 2023 sivukivinäytteiden liukoisuustestien tulokset on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä (liite 5).

Pääsääntöisesti mustaliuskeesta liukenevien alkuaineiden pitoisuudet olivat vähäisiä ja suurelta osin liukoisuudet alittivat laboratorion määrittämissä raja-arvoissa. Mustaliuskeesta liukenee metallien osalta pääasiassa nikkeliä ja sinkkiä. Vuosina 2018–2023 vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä on todettu nikkelin ja sinkin osalta ja vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä lisäksi kadmiumin, seleenin ja pH:n osalta.

Vuonna 2023 kadmiumin liukoiset pitoisuudet olivat pääosin pieniä. Kadmiumin liukoinen pitoisuus ylitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin syyskuun näytteessä. Muissa näytteissä pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvo alittui. Kadmiumin keskimääräinen liukoisuus oli hieman laskenut vuosista 2019–2022.

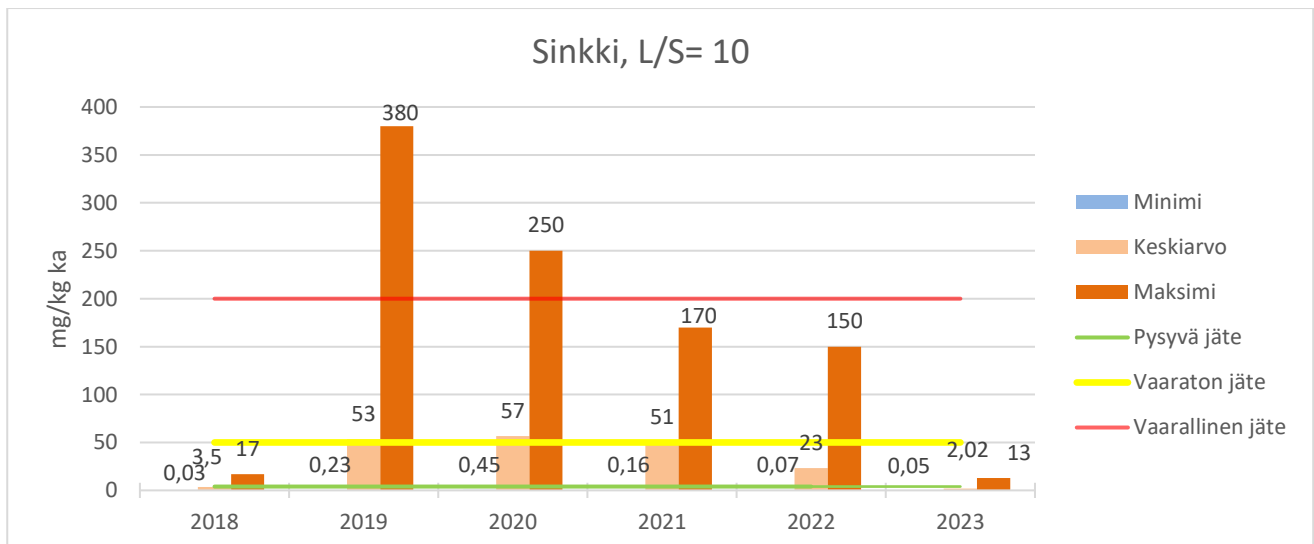
Nikkelin liukoisuus ylitti vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin syyskuussa sekä pysyvän jätteen raja-arvon helmi-, maaliskuu-, huhti- ja lokakuussa. Nikkelin keskimääräinen liukoinen pitoisuus nousi edellisiin vuosiin nähden vuosina 2019 ja 2020, mutta vuosina 2021–2023 kehitys on ollut laskusuuntaista.



Kuva 3-3. Mustaliuskenäytteiden nikkelin liukoisuustestin tulosten minimi-, keskiarvo- sekä maksimipitoisuudet vuosina 2018–2023 sekä kaatopaikka-asetuksen (Vna 331/2013) mukaiset kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

Seleenin liukoisuus ylitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin syys- ja lokakuun näytteissä. Selleenin keskimääräinen liukoinen pitoisuus on ollut hienoisessa nousussa vuosina 2018–2020, minkä jälkeen pitoisuustaso on ollut laskusuuntainen.

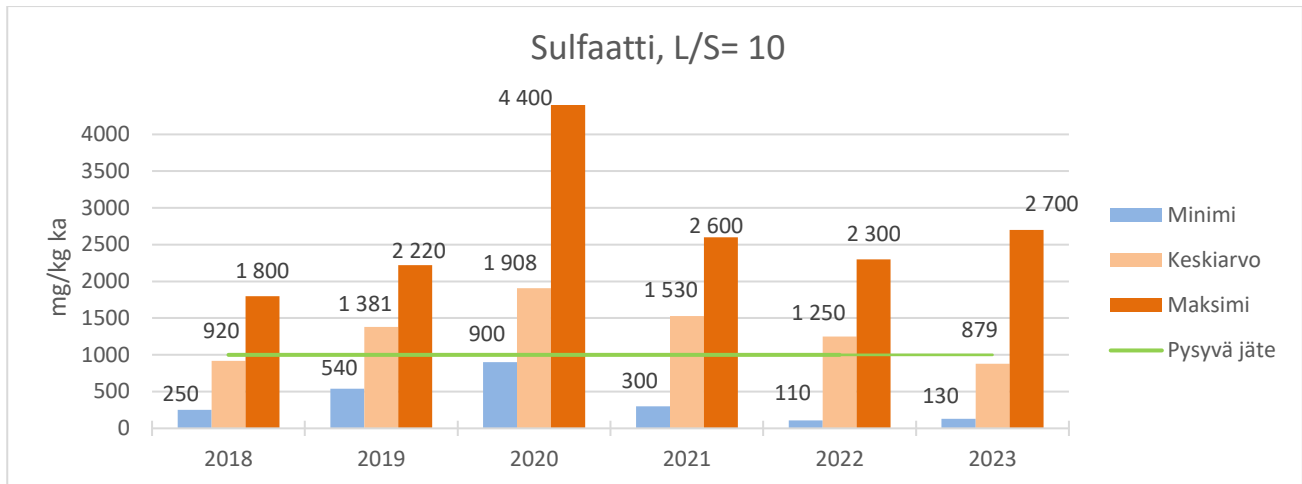
Sinkin liukoisuudet vuoden 2023 sivukivinäytteissä ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin huhti- ja syyskuussa. Muissa näytteissä sinkin liukoisuus oli selvästi pienempi. Liukoisin sinkin keskiarvopitoisuus oli vuonna 2023 selvästi alemmalla tasolla kuin vuosina 2019–2022.



Kuva 3-4. Mustaliuskenäytteiden sinkin liukoisuustestin tulosten minimi-, keskiarvo- sekä maksimipitoisuudet vuosina 2018–2023 sekä kaatopaikka-asetuksen (Vna 331/2013) mukaiset kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

Vuonna 2020 liukoisin kloridin ja fluoridin keskiarvopitoisuudet kohosivat 9/2020 määritettyjen korkeiden liukoisuuksien seurauksena, mutta vuosina 2021–2023 pitoisuudet ovat olleet tavanomaisella tasolla. Kaikissa vuoden 2022 näytteissä pitoisuudet olivat pieniä, ja alittivat menetelmän määritysrajan.

Vuonna 2023 sulfaatin liukoisuudet sivukivessä ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin huhti-, syys- ja lokakuussa. Sulfaatin keskimääräinen liukoisuus on kohonnut vuosina 2018–2020, mutta vuosina 2021–2023 vuosikeskiarvon kehitys on ollut laskusuuntaista.



Kuva 3-5. Mustaliuskenäytteiden sulfaatin liukoisuustestin tulosten minimi-, keskiarvo- sekä maksimipitoisuudet vuosina 2018–2023 sekä kaatopaikka-asetuksen (Vna 331/2013) mukaiset kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

Ravistelutestissä liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) pysyi vuoden 2023 näytteissä pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin alapuolella. Liukoisuustestin suodoksen liuenneiden aineiden kokonaismäärän vuosikeskiarvon kehityssuunta on ollut nousujohteinen vuosina 2018–2022, mutta vuoden 2023 näytteissä liuenneiden aineiden kokonaismäärät ovat merkittävästi edellisvuosia pienempiä.

Vuonna 2023 liukoisuustestin suodoksen pH-arvo täytti vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (pH > 6).

Taulukko 3-3. Alkuaineiden liukoiset pitoisuudet kuivapainoa kohti mustaliuskeen kuukausinäytteissä joulukuussa 2017 sekä vuosina 2018–2023.

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
Vaaraton 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
Min 2021	<0.01	<0.05	0,01	<0.01	<0.05	<0.004	<0.01	2,3	<0.005	<0.01
Ka 2021		0,06	0,36		0,2			22	0,06	
Maks 2021	<0.01	0,1	1,0	2,5	0,57	<0.004	0,46	71	0,44	0,02
Min 2022	<0.01	<0.05	<0.005	<0.01	<0.05	<0.004	<0.01	1,1	<0.005	<0.01
Ka 2022			0,17					14	0,03	
Maks 2022	<0.01	0,091	0,7	<0.01	0,31	<0.004	0,06	47	0,15	0,01
Min 2023	<0.01	<0.05	0,01	<0.01	<0.05	<0.004	<0.01	0,01	0,01	0,01
Ka 2023	0,007	<0.05	0,04	<0.01	<0.05	0,008	0,020	1,9	0,02	0,01
Maks 2023	0,017	<0.05	0,08	<0.01	0,06	0,066	0,036	14	0,042	0,017

TERRAFAME OY, JÄTEJAKEIDEN TARKKAILU VUONNA 2023

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		-
Vaaraton 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	0,70	250	0,87	3 900	86	4 400	100	4 900	8,1	20
Min 2021	0,07	0,16	0,00	<50	<5	300	<50	2 100	3,3	10
Ka 2021	0,19	51	0,40			1 530	80	3 175	6,2	29
Maks 2021	0,31	170	0,96	<50	<5	2 600	150	4 700	10,4	81
Min 2022	<0.04	0,07	<0.002	<50	<5	110	<50	<1250	2,9	7,1
Ka 2022	0,16	23	0,07	<50	<5	1 250	85	4 845	5,6	29
Maks 2022	0,26	150	0,3	<50	<5	2 300	130	26 000	8,0	150
Min 2023	<0,04	0,05	0,0	<50	<5	130	61	1 300	6,1	6
Ka 2023	0,07	2,02	0,0	<50	<5	879	86	2 000	7,8	12
Maks 2023	0,15	13	0,0	<50	<5	2 700	130	2 700	10,3	20

4. AKKUKEMIKAALITEHTAAN JÄTEJAKEIDEN KAATOPAIKKAKELPOISUUS

Akkukemikaalitehtaalla muodostuu jätejakeina rautasakkaa, bentoniittisakkaa, sekä liuoksen puhdistamisesta syntyvää aktiivihiiijätettä. Lisäksi muodostuu bioliuotukseen kierrätettävää metallisulfaattiliuosta. Bentonitiisakkaa ja aktiivihiiijätettä ei muodostu jatkuvasti. Vuonna 2023 tarkkailua toteutettiin akkukemikaalitehtaan vuoden 2021 tarkkailusuunnitelman mukaan tammikuusta marraskuuhun ja marraskuusta 2023 alkaen uuden tarkkailuohjelman mukaan. Aktiivihiiilestä, bentoniittisakasta, rautasakasta ja metallisulfaattiliuoksesta on tehty perusmäärittelyt vuonna 2022. Tämän jälkeen sakkajakeiden tarkkailu on jatkunut vastaavuustestauksena kuukauden kokoomanäytteistä. Vuonna 2023 aktiivihiihinäytteitä saatiin otettua tammi-, helmi-, maaliskuu- ja toukokuussa, bentoniittisakkanäytteitä tammi- ja helmikuussa, sekä rautasakkanäytteitä kaikkina kuukausina kesä- ja heinäkuuta lukuun ottamatta. Näytteenotosta ja näytteiden toimittamisesta laboratorioon vastasi Terrafame Oy. Määritykset tehtiin Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratoriossa.

4.1 Alkuaineiden kokonaispitoisuudet

4.1.1 Metallisulfaattiliuos

Akkukemikaalitehtaalta bioliuotukseen kierrätettävien metallisulfaattiliuosten (ns. strippausliuos) laatua seurataan keskeisten laatuominaisuuksien osalta osana tehtaan prosessin ohjausta ja valvontaa. Seurantaan liittyvät analyysit tehdään Terrafamen omassa laboratoriossa. Lisäksi neljän kuukauden välein analysoidaan liuosten laatu ulkopuolisessa laboratoriossa. Metallisulfaattiliuoksen analyysitulokset vuodelta 2023 on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä (liite 6). Liuoksesta analysoidaan säännöllisesti metallien kokonaispitoisuuksia, fosforin ja rikin pitoisuudet sekä orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC). Vuonna 2022 metallisulfaattiliuokselle tehtiin perusmäärittely, jossa metallisulfaattiliuokselle tehtiin hieman laajemmat analyysit. Perusmäärittelyn analyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä (liite 8).

Seuraavassa taulukossa (taulukko 4-1) on esitetty vuosina 2021-2023 otettujen näytteiden raskasmetallien sekä rikin ja kemikaalijäämiä indikoivien fosforin ja TOC:n pitoisuudet (TOC = orgaanisen hiilen kokonaismäärä). Metallisulfaattiliuos on analysoitujen näytteiden perusteella sisältänyt korkeita pitoisuuksia kobolttia, nikkeliä, sinkkiä, uraania ja rikkiä. Pitoisuustasoissa on ollut ajoittain voimakastakin vaihtelua. Nikkelin, sinkin ja kobolttin pitoisuudet ovat olleet korkeimmillaan 20.12.2022 ja 23.8.2023 otetuissa näytteissä (taulukko 4-1). Metallisulfaattiliuos kierrätetään hyödynnettäväksi bioliuotuksessa, jossa sen sisältämät arvometallit, happosäältä ja orgaaninen hiili pystytään hyödyntämään.

Taulukko 4-1. Metallisulfaattiliuoksen raskasmetallien sekä rikin, fosforin ja TOC:n pitoisuudet vuosina 2021–23.

Pvm	As µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l	U µg/l	S mg/l	P µg/l	TOC mg/l
5.10.2021	10	0,3	500	340	16	17 000	610	450	62 000	350	12
29.12.2021	10	30	23 000	140	48	300 000	130 000	4 600	57 000	460	26
15.3.2022	22	10	66 000	61	23	140 000	39 000	1 300	65 000	650	7
21.6.2022	14	15	25 000	230	44	150 000	120 000	41 000	46 000	800	36
23.8.2022	54	95	100 000	470	80	280 000	480 000	220	57 000	570	44
19.10.2022	27	14	24 000	500	64	470 000	750 000	250	62 000	440	57
20.12.2022	29	6,9	150 000	200	21	1 300 000	780 000	400	46 000	<320	26
23.8.2023	34	17	110 000	370	75	1 100 000	1 000 000	510	32 000	150	53
28.12.2023	18	5,7	19 000	43	18	40 000	280 000	230	48 000	190	21

4.1.2 Sakkajakeet

Akkukemikaalitehtaalla muodostuva bentoniittisakka (crudi) ja aktiivihiilijäte toimitetaan kierrätettäväksi tai käsiteltäväksi toimintaan, jolla on ympäristölupa sekä tarvittaessa Säteilyturvakeskuksen lupa kyseisten jätteiden vastaanottamiseen ja käsittelyyn. Akkukemikaalitehtaalla muodostuva rautasakka on voitu akkukemikaalitehtaan ympäristöluvan (5/2021) mukaisesti 31.7.2023 saakka käsitellä palauttamalla se omana jakeenaan välittömästi tai lyhyen varastointiajan jälkeen liuotukseen sekundääriliuotuskasalle. Kuitenkin Vaasan hallinto-oikeuden huhtikuussa tekemän ratkaisun (Dnro 20249/03.04.04.19/2021) jälkeen kuivattua rautasakkaa on välivarastoitu primääriliuotuskentän pohjoisosassa.

Sakkajakeiden näytteen alkuaineiden kokonaispitoisuudet vastaavuustestauksen laajuudessa vuodelta 2023 on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä (liite 6). Seuraavassa on esitetty perusmäärittelyiden lausuntojen johtopäätökset jäteluokituksen ja jätteiden vaaraominaisuuksien osalta, sekä vertailtu vuoden 2023 vastaavuustestausten ja perusmäärittelyiden tuloksia. Perusmäärittelyiden tulokset ja lausunnot on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä (liite 8).

Perusmäärittelyt ja vastaavuustestauksien tulokset

Aktiivihiili

Näytteen edustaman jätteen kaltaiselle epäorgaanisissa kemian prosesseissa syntyvälle aktiivihiilijätteelle on jäteasetuksen 978/2021 liitteen 3 jäteluettelossa jätenimike 06 13 02* (käytetty aktiivihiili). Jätteen nimiketyyppi on AH, joten jäte luokitellaan aina vaaralliseksi eikä lisäarviointia tarvita päätöksen tekemiseksi siitä, onko jäte luokiteltava vaarattomaksi. Luvan mukainen jätenimike aktiivihiilelle on 06 03 99*.

Aktiivihiilinäytteen perusmäärittelyssä vuonna 2022 nikkelin kokonaispitoisuus (930 mg/kg tuorepainossa) ylitti vaarallisten jätteiden luokituksen alimmat rinnakkaisjätenimikkeellisille sovellettavat pitoisuusrajat, mikäli nikkeli esiintyy jätteessä nikkelisulfaattina ja/tai nikkelisulfidina. Metallin kokonaispitoisuuden perusteella sen esiintymismuotoa jätteessä ei voida tuntea. Jätteen liukaisen nikkelin pitoisuus (1 500 mg/kg ka L/S 10 kum. ravistelutestissä ja 790 mg/kg läpivirtaustestissä) sekä liukaisen sulfaatin pitoisuus (9 400 mg/kg ravistelutestissä ja 4 000 mg/kg läpivirtaustestissä) olivat kuitenkin korkeat, minkä perusteella nikkeli esiintyyneen tutkitussa jätteessä suurelta osin helppoliukoisena nikkelisulfaattina. Öljyhiilivetyjen (C5-C40) kokonaispitoisuus (5,6 % tuorepainossa) ylitti rinnakkaisnimikkeellisille jätteille asetetun vaarallisen jätteen luokituksen ylemmän pitoisuusrajan (1 %). PAH-yhdisteiden ja bentseenin kokonaispitoisuudet alittivat vaarallisten jätteiden luokituksen alimmat sovellettavat pitoisuusrajat.

Jäte ei sisältänyt merkittäviä POP-yhdisteiksi luokiteltujen PCB- (<50 mg/kg ka) tai PAH16-yhdisteiden (<0,1 mg/kg ka) pitoisuuksia.

Vuoden 2023 vastaavuustestauksissa akkukemikaalitehtaan aktiivihiilen nikkeli- ja kobolttipitoisuudet ovat olleet merkittävästi pienempiä kuin perusmäärittelyssä.

Bentoniittisakka

Bentoniittisakkanäytteen edustamille kiinteille suoloille ja liuoksille, jotka sisältävät raskasmetalleja on jäteasetuksen 978/2021 liitteen 3 jäteluettelossa sekä vaarallisen (06 03 13*) että vaarattoman (06 03 14) jätteen rinnakkaisnimikkeet. Jätteen nimiketyyppi on tällöin joko MH (vaarallinen jäte) tai MNH (vaaraton jäte) riippuen jätteen haitallisten aineiden pitoisuuksista. Luvan mukainen jätenimike bentoniittisakalle on 06 03 99*.

Ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 (liitteet 6 ja 9) mukaisesti tarkasteltuna vuoden 2022 perusmäärittelyssä näytteen edustaman jätteen nikkelin kokonaispitoisuus (9 200 mg/kg tuorepainossa, 18 000 mg/kg ka) ylitti vaarallisten jätteiden luokituksen alimmat rinnakkaisjätenimikkeellisille sovellettavat pitoisuusrajat, mikäli nikkeli esiintyy jätteessä nikkelisulfaattina ja/tai nikkelisulfidina. Metallin kokonaispitoisuuden perusteella sen esiintymismuotoa jätteessä ei voida tuntea. Jätteen liukaisen nikkelin pitoisuus (18 000 mg/kg ka L/S 10 kum. ravistelutestissä ja 17 000 mg/kg ka L/S10 kum. läpivirtaustestissä) sekä liukaisen sulfaatin pitoisuus (100 000 mg/kg ka L/S10 kum. ravistelutestissä ja 94 000 mg/kg ka L/S10 kum. läpivirtaustestissä) olivat kuitenkin korkeat, minkä perusteella nikkeli esiintyyneen tutkitussa jätteessä suurelta osin helppoliukoisena nikkelisulfaattina. Öljyhiilivetyjen (C5-C40) kokonaispitoisuus (8,7 % tuorepainossa) ylitti rinnakkaisnimikkeellisille jätteille asetetun vaarallisen jätteen luokituksen ylemmän pitoisuusrajan (1 %).

Korkeiden nikkelin ja öljyhiilivetyjen (C5-C40) kokonaispitoisuuksien perusteella näytteen edustama jäte voidaan luokitella vaaralliseksi jätteeksi jätenimikkeellä 06 03 13*.

Jäte ei sisältänyt merkittäviä POP-yhdisteiksi luokiteltujen PCB- (<50 mg/kg ka) tai PAH16-yhdisteiden (<25 mg/kg ka) pitoisuuksia.

Vuoden 2023 vastaavuustestauksissa akkukemikaalitehtaan bentoniittisakan koboltti-, nikkeli-, ja rikkipitoisuudet olivat pienempiä kuin perusmäärittelyssä. Muilta osin vastaavuustestausten tulokset ovat vastanneet perusmäärittelyä tärkeimpien muuttujien osalta.

Rautasakka

Näytteen edustaman Terrafame Oy:n akkukemikaalitehtaan jätteen (rautasakka, näyte 3) kaltaisille epäorgaanisessa kemian prosessissa syntyville metallioksidijätteille on jäteasetuksen 978/2021 liitteen 3 jäteluettelossa sekä vaarallisen (06 03 15*) että vaarattoman (06 03 16) jätteen rinnakkaisnimikkeet. Jätteen nimiketyyppi on siten joko MH (vaarallinen jäte) tai MNH (vaaraton jäte) riippuen jätteen haitallisten aineiden pitoisuuksista (2018/C 124/01, liite 1 taulukko 3).

Nikkelin (4,0 % tuorepainossa) kokonaispitoisuuden ja varovaisuusperiaatteen perusteella vuoden 2022 perusmäärittelynäytteen edustama jäte (rautasakka, näyte 3) luokitellaan luvan mukaisesti vaaralliseksi jätteeksi jätteenimikkeellä 06 03 15*.

Näytteen edustama jäte ei sisältänyt merkittäviä POP-yhdisteiksi luokiteltujen PCB- tai PAH-pitoisuuksia.

Vuoden 2023 vastaavuustestauksissa nikkelin kokonaispitoisuus on vaihdellut välillä 29000–72000 mg/kg ka, vastaten keskimäärin 3,8 % tuorepaino-osuutta. Nikkelin osalta vastaavuustestausten tulokset ovat yhtenevät perusmäärittelyn kanssa. Sinkin kokonaispitoisuus on vastaavuustestauksissa ollut suurempi kuin perusmäärittelyssä.

Alkuaineiden kokonaispitoisuuksien vertailu

Seuraavassa taulukossa (taulukko 4-2) on esitetty näytteistä määritettyjen alkuaineiden kokonaispitoisuuksia tärkeimpien muuttujien osalta. Näytteiden pitoisuuksia on verrattu vaarallisen jätteen raja-arvoihin. Samoin kuin metallien talteenottolaitoksen ja keskuspuhdistamon sakkajakeiden osalta (ks. kpl 2.1), 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 pitoisuudet on esitetty pääasiassa kuiva-ainetta kohden, mutta koboltin, nikkelin ja sinkin osalta on laskettu pitoisuudet myös tuorepainossa.

Arseenin, kadmiumin, kromin, kuparin, mangaanin ja uraanin pitoisuudet olivat kaikissa jakeissa alhaisia, ja alittivat selvästi vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvot (taulukko 4-2). Koboltin pitoisuudet olivat melko alhaisia aktiivihiiijätteessä ja bentoniittisakassa, mutta rautasakassa koboltin tuorepainopitoisuudet olivat vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon tienoilla, mutta ei vuonna 2023 ylittänyt pitoisuusraja-arvoa.

Nikkelipitoisuudet olivat kaikissa bentoniitti- ja rautasakkanäytteissä korkeita, ja ylittivät reilusti vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvot tuorepainossa. Aktiivihiiijätteen nikkelipitoisuus oli vuonna 2023 erittäin paljon pienempi kuin edellisvuonna. Pitoisuuksien pitkäaikaiskehitystä voidaan arvioida tulevana vuosina, kun tulosdataa on käytettävissä enemmän.

Sinkin pitoisuudet olivat aktiivihiiijätteessä alle määräysrajan ja myös bentoniittisakassa pitoisuudet olivat pieniä. Rautasakan sinkkipitoisuudet vaihtelivat vuonna 2023 välillä 620–1702 mg/kg ka, ylittäen myös tuorepainolle asetetun vaarallisen jätteen raja-arvon helmi-, maalisi-, loka- ja joulukuun näytteissä.

Rikkiä esiintyi runsaasti kaikissa jakeissa, mutta bentoniittisakan rikkipitoisuus vuonna 2023 oli alle puolet vuoden 2022 näytteiden rikkipitoisuuksista. Myös rautaa esiintyi kaikissa jakeissa, mutta pitoisuudet olivat korkeinta tasoa rautasakassa. Aktiivihiiilen rautapitoisuuksissa on havaittavissa voimakasta vaihtelua, mutta vuoden 2023 pitoisuudet ovat myös merkittävästi pienempiä kuin edellisvuonna. Kalsiumin pitoisuudet olivat alhaista tasoa aktiivihiiijätteessä. Bentoniittisakassa kalsiumpitoisuudet vaihtelevat välillä 2200–5000 mg/kg ka. Rautasakan kalsiumpitoisuuksissa on erittäin voimakasta vaihtelua, ja vuonna 2023 vaihteluväli oli <50–20000 mg/kg ka. Alkuaineena esiintyvälle rikille, raudalle ja kalsiumille ei ole määritetty vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvoa.

Taulukko 4-2. Akkukemikaalitehtaan sakkajakeiden kuukausinäytteiden metallien kokonaispitoisuudet vuonna 2022–2023 sekä vertailuna vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvot.

Aine/muuttuja	As mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg KP	Co TP mg/kg TP	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mn mg/kg
Vaarallinen jäte	2 500	2 500		380	1 000	1 000	9 100
Aktiivihiihi							
31.10.2022	<3	<0,3	26	20	7,0	6,3	8,0
31.12.2022	3,2	<0,3	81	72	44	14	20
31.1.2023	3,2	<0,3	3,2	2,5	5,8	4,9	<5
28.2.2023	3,7	<0,3	2,7	2,1	3,9	4,2	27,0
31.3.2023	<3	<0,3	2,8	2,1	3,6	3,6	<5
31.5.2023	<3	<0,3	1,7	1,3	2,8	2,3	<5
Bentoniittisakka							
31.10.2022	5,9	<0,3	43	22	17	3,0	74
31.12.2022	5,6	<0,3	3,8	1,9	13	4,4	74
31.1.2023	<3	<0,3	3	2	14	4	89
28.2.2023	4	<0,3	6	3	13	4	78
Rautasakka							
31.10.2022	4,1	<0,3	450	371	37	2,3	150
30.11.2022	<3	<0,3	480	377	28	<2	130
31.12.2022	<3	<0,3	500	388	23	<2	180
31.1.2023	<3	<0,3	380	299	19,0	<2	92,0
28.2.2023	<3	<0,3	700	519	26,0	<2	170,0
31.3.2023	<3	<0,3	680	482	23,0	<2	96,0
30.4.2023	<3	0,5	320	268	110,0	<2	29,0
31.5.2023	<3	0,4	250	205	74,0	<2	15,0
31.8.2023	<3	<0,3	260	193	45,0	<2	31,0
30.9.2023	<3	0,6	400	286	54,0	<2	44,0
31.10.2023	<3	0,7	500	372	53,0	9,2	62,0
30.11.2023	4,6	0,04	450	362	49,0	5,2	230,0
31.12.2023	2,9	0,04	410	316	26,0	0,7	130,0

Aine/muuttuja	Ni mg/kg KP	Ni TP mg/kg TP	Zn mg/kg KP	Zn TP mg/kg TP	S mg/kg	Ca mg/kg	U mg/kg	Fe mg/kg
Vaarallinen jäte		380		1 000			2500	
Aktiivihiihi								
31.10.2022	1 200	928	<3	<3	8 100	63	1,3	550
31.12.2022	28 000	24 752	32	28	19 000	91	1,9	22 000
31.1.2023	70	54	<3	<3	8 800	64	1,5	160
28.2.2023	44	35	<3	<3	7 900	71	1,1	1 800
31.3.2023	30	23	<3	<3	14 000	<50	1,3	240
31.5.2023	99	73	<3	<3	5 500	<50	0,37	76
Bentoniittisakka								
31.10.2022	18 000	9 162	20	10	24 000	2 200	0,52	15 000
31.12.2022	8 700	4 385	19	10	20 000	5 000	0,49	14 000
31.1.2023	5 400	2 770	20	10	9 100	3 100	0,60	15 000
28.2.2023	7 300	3 781	18	9	9 800	2 600	0,57	13 000
Rautasakka								
31.10.2022	49 000	40 376	470	387	130 000	<50	0,20	610 000
30.11.2022	51 000	40 035	980	769	15 000	61	0,13	520 000
31.12.2022	56 000	43 456	1 000	776	16 000	51	0,21	600 000
31.1.2023	55 000	43 285	1 100	866	16 000	<50	0,3	540 000
28.2.2023	70 000	51 940	1 900	1 410	18 000	69	0,52	510 000
31.3.2023	72 000	51 048	2 400	1 702	21 000	79	0,79	590 000
30.4.2023	33 000	27 621	620	519	29 000	16000	9,8	530 000

31.5.2023	29 000	23 722	700	573	15 000	890	2,3	370 000
31.8.2023	38 000	28 272	1 100	818	13 000	98	0,21	360 000
30.9.2023	50 000	35 800	1 200	859	19 000	64	0,25	570 000
31.10.2023	61 000	45 323	2 000	1 486	24 000	3800	0,31	640 000
30.11.2023	29 000	23 316	1 100	884	31 000	20000	0,15	360 000
31.12.2023	59 000	45 430	2 100	1 617	26 000	16000	2,2	460 000

4.2 Liukoisuusominaisuudet

Sakkajakeiden näytteiden liukoisuustestien tulokset vastaavuustestauksen laajuudessa vuodelta 2023 on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä (liite 7). Lokakuussa 2022 perusmäärittelyä varten otetuista näytteistä on lisäksi tehty laajemmat analyysit. Seuraavassa on esitetty perusmäärittelyiden lausuntojen johtopäätökset liukoisuusominaisuuksien ja kaatopaikkakelpoisuuden osalta. Perusmäärittelyiden tulokset ja lausunnot on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä (liite 8).

Perusmäärittelyt ja vastaavuustestausten tulokset

Aktiivihilli

Valtioneuvoston asetuksen 331/2013 mukaisesti tarkasteltuna vuonna 2022 tehdyssä perusmäärittelyssä näytteen edustama jäte ei täyttänyt vaarallisen jätteen kaatopaikan sijoitusvaatimuksia liian korkean liukoisien nikkelin sekä liukoisien orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuuksien takia. Nikkeli ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikan liukoisuusraja-arvon ravistelutestissä 38-kertaisesti ja läpivirtaustestissä 20-kertaisesti. DOC ylitti ravistelutestissä vaarallisen jätteen kaatopaikan raja-arvon 2,1-kertaisesti ja läpivirtaustestissä 1,8-kertaisesti.

Vuoden 2023 vastaavuustestauksissa liukoisien orgaanisen hiilen pitoisuus on ollut pääasiassa samaa tasoa kuin perusmäärittelyssä, ja ylittänyt vaarallisen jätteen liukoisuusraja-arvon kaikissa näytteissä. Nikkelipitoisuus on ollut merkittävästi pienempi kuin perusmäärittelyssä, mutta kuitenkin ylittänyt vaarallisen jätteen liukoisuusraja-arvon niukasti yhdessä näytteessä.

Perusmäärittelyssä koboltin kokonaispitoisuus oli 26 mg/kg ka. Liukoisien koboltin pitoisuus oli ravistelutestissä 70 mg/kg ka L/S 10 kum. ja läpivirtaustestissä 17 mg/kg, minkä perusteella koboltti oli täysin liukoisessa muodossa. Ravistelutestin kokonaispitoisuutta suurempi liukoinen kobolttipitoisuus selittyy näytteen epähomogeenisuudella ja korkean suolapitoisuuden aiheuttamalla satunnaisvirheellä. Uraanin kokonaispitoisuus oli 1,3 mg/kg ka, tinan <3 mg/kg ka ja toriumin 0,75 mg/kg ka. Liukoisien uraanin, tinan ja toriumin pitoisuudet olivat alhaisia ja alle analyysimenetelmien määrittämissä rajojen.

Vuoden 2023 vastaavuustestauksissa aktiivihillen liukoiset kobolttipitoisuudet ovat olleet erittäin pieniä (0,016–0,082 mg/kg ka L/S = 10) ja seleenin tulokset alle määrittämissä rajojen. Koboltin, seleenin ja nikkelin liukoisuuksia lukuun ottamatta akkukemikaalitehtaan aktiivihillen vastaavuustestausten liukoisuusominaisuudet vastaavat perusmäärittelyssä saatuja tuloksia.

Bentoniittisakka

Valtioneuvoston asetuksen 331/2013 mukaisesti tarkasteltuna näytteen edustama jäte ei täyttänyt vaarallisen jätteen kaatopaikan sijoitusvaatimuksia liian korkean liukoisien nikkelin, liukoisien sulfaatin, liukoisien orgaanisen hiilen (DOC) sekä liuenneiden aineiden kokonaismäärän (TDS) pitoisuuksien takia. Nikkeli ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikan liukoisuusraja-arvot molemmissa liukoisuustesteissä yli 200-kertaisesti, sulfaatti ja DOC molemmat noin kaksinkertaisesti.

Vuoden 2023 vastaavuustestauksissa bentoniittisakan liukoisien nikkelin ja sulfaatin pitoisuudet olivat samaa luokkaa, mutta hieman pienempiä kuin perusmäärittelyssä. Liukoisien orgaanisen hiilen tulokset olivat samat kuin perusmäärittelyssä. Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) puolestaan oli merkittävästi pienempi kuin perusmäärittelyssä, täyttäen molemmilla vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuden kriteerin.

Perusmäärittelyssä koboltin kokonaispitoisuus oli 43 mg/kg ka. Liukoisien koboltin pitoisuus oli ravistelutestissä 41 mg/kg ka L/S 10 kum. ja läpivirtaustestissä 56 mg/kg, minkä perusteella koboltti oli täysin liukoisessa muodossa. Ravistelutestin kokonaispitoisuutta suurempi liukoinen kobolttipitoisuus selittyy näytteen epähomogeenisuudella ja korkean suolapitoisuuden aiheuttamalla satunnaisvirheellä. Uraanin kokonaispitoisuus oli 0,52

mg/kg ka ja liukoinen pitoisuus 0,28 mg/kg ravistelutestissä ja 0,012 mg/kg läpivirtaustestissä. Toriumin kokonaispitoisuus oli 2,1 mg/kg ka. Liukoisen toriumin pitoisuus oli ravistelutestissä 2,9 mg/kg ja läpivirtaustestissä 1,8 mg/kg. Tinan kokonaispitoisuus (<3 mg/kg ka) ja liukoiset pitoisuudet olivat alhaisia (<0,01 mg/kg).

Vuoden 2023 vastaavuustestauksissa bentoniittisakan koboltin liukoiset pitoisuudet olivat merkittävästi pienemmät kuin perusmäärittelyssä. Samoin liukoisten arseenin, kuparin, lyijyn, seleenin, sinkin, vanadiinin ja uraanin pitoisuudet, sekä sähkönjohtavuus olivat jonkin verran pienempiä kuin perusmäärittelyssä.

Rautasakka

Valtioneuvoston asetuksen 331/2013 mukaisesti tarkasteltuna näytteen edustama jäte ei täyttänyt vaarallisen jätteen kaatopaikan sijoitusvaatimuksia liian korkean liukoisen nikkelin pitoisuuden vuoksi. Nikkeli ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikan liukoisuusraja-arvon ravistelutestissä 112-kertaisesti ja läpivirtaustestissä 78-kertaisesti.

Vuoden 2023 vastaavuustestauksissa akkukemikaalitehtaan rautasakan liukoisen nikkelin pitoisuus on ollut keskimäärin suurempi kuin perusmäärittelyssä, ylittäen vaarallisen jätteen liukoisuusraja-arvon selvästi. Perusmäärittelystä poiketen myös sinkin liukoinen pitoisuus on ylittänyt vaarallisen jätteen liukoisuusraja-arvon toistuvasti.

Koboltti ja uraani olivat ainakin osittain vesiliukoisessa muodossa. Koboltin kokonaispitoisuus oli 450 mg/kg ka. Liukoisen koboltin pitoisuus oli ravistelutestissä 110 mg/kg ka L/S 10 kum. ja läpivirtaustestissä 26 mg/kg. Uraanin kokonaispitoisuus oli 0,20 mg/kg ka ja liukoisen pitoisuus 0,024 mg/kg ravistelutestissä ja 0,18 mg/kg läpivirtaustestissä. Tinan kokonaispitoisuus oli <3 mg/kg ka ja toriumin 0,15 mg/kg ka. Liukoisen tinan ja toriumin pitoisuudet olivat alhaisia ja alle analyysimenetelmien määrittämissä rajoissa.

Vuoden 2023 vastaavuustestauksissa koboltin ja uraanin liukoiset pitoisuudet ovat olleet keskimäärin samaa tasoa perusmäärittelyn tulosten kanssa, mutta huhtikuun näytteessä liukoisen uraanin pitoisuus oli n. 100-kertainen perusmäärittelyyn verrattuna.

Sakkajakeiden näytteiden liukoisuusominaisuuksien vertailu

Akkukemikaalitehtaan sakkajakeiden liukoisuusominaisuudet on määritetty kuukauden kokoomanäytteistä 2-vaiheisella ravistelutestillä. Seuraavassa taulukossa (taulukko 4-3

Taulukko 4-2) on esitetty liukoisuustestien tuloksia tärkeimpien muuttujien osalta. Liukoisuustestin suodoksesta määritettyjä pitoisuuksia on lisäksi verrattu Vna 313/2013 mukaisiin kaatopaikkakelpoisuuskriteereihin.

Vuonna 2023 bentoniitti- ja rautasakan näytteistä määritettiin korkeita nikkelin liukoisia pitoisuuksia, jotka ylittivät selvästi vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (40 mg/kg). Liukoisen nikkelin vaihteluväli vuonna 2023 oli bentoniittisakalla 4500–6300 mg/kg ja rautasakalla 2600–45000 mg/kg. Rautasakan liukoisen nikkelin pitoisuusvaihtelut ovat suuria.

Myös aktiivihiihen toukokuun näytteen liukoisen nikkelin pitoisuus selvästi vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin, mutta pitoisuudet olivat paljon pienempiä kuin vuonna 2022. Helmikuun näyte ylitti vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuden kriteerin (10 mg/kg) ja tammi- ja maaliskuun näytteet ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,4 mg/kg). Liukoisen nikkelin vaihteluväli aktiivihiihinäytteillä vuonna 2023 oli 3,7–43 mg/kg, kun vuonna 2022 se oli 1500–21000 mg/kg.

Ravistelutestin suodoksen pH (L/S = 8) oli enimmäkseen selvästi hapan, eikä siten täyttänyt vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä (pH>6) muiden kuin rautasakan syys- ja marraskuun näytteiden osalta. Vuonna 2023 suodoksen pH vaihteli aktiivihiihinäytteillä välillä 3,0–3,8 ja rautasakan näytteillä välillä 2,4–8,2. Bentoniittisakan osalta suodoksen pH:t olivat 2,4 ja 5,6.

Aktiivihiihinäytteissä todettiin vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) osalta kaikissa vuoden 2023 näytteissä. Sulfaattipitoisuus ylitti vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (20 000 mg/kg) maaliskuun näytteessä, sekä pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (1000 mg/kg) tammi-, helmi- ja toukokuun näytteissä. Liukoisten aineiden kokonaispitoisuuden (TDS)

osalta pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri (4000 mg/kg) ylittyi kaikkien vuoden 2023 aktiivihiilinäytteen osalta. Seleenin liukoisuus pysyi vuonna 2023 määritysrajan (0,04 mg/kg) alapuolella, alittaen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,1 mg/kg) selvästi. (ks. taulukko 4-4).

Bentoniittisakkanäytteissä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit ylittivät nikkelin lisäksi myös sulfaatin ja DOC-pitoisuuksien osalta sekä tammi- että helmikuussa. Liukoisten aineiden kokonaispitoisuuden (TDS) osalta vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri (60000 mg/kg) ylittyi helmikuun ja pysyvän jätteen kriteeri tammikuun osalta. Lisäksi molemmat näytteet ylittivät fluoridin pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (10 mg/kg). Vuodesta 2022 poiketen seleenin liukoiset pitoisuudet alittivat pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,1 mg/kg). (ks. taulukko 4-4).

Akkukemikaalitehtaan rautasakassa todettiin vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä nikkelin lisäksi sinkkiläl helmi-, maalisk-, elo-, syys-, loka- ja joulukuun näytteissä. Muilla näytteillä sinkki ylitti vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Liukoisen sinkin pitoisuudet rautasakassa olivat vuonna 2023 keskimäärin suurempia kuin vuonna 2022, mutta pitoisuusvaihtelu olivat selvästi pienempiä verrattuna esimerkiksi nikkelin tai sulfaatin pitoisuusvaihteluun. (ks. taulukko 4-4).

Taulukko 4-4. Akkukemikaalitehtaan sakkajakeiden kuukausinäytteiden liukoiset pitoisuudet (L/S = 10) kuivapainoa kohti vuosina 2022–2023 sekä vertailuna Vna 331/2013 mukaiset kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

Aine/muuttuja	As mg/kg	Ba mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Se mg/kg
Pysyvä jäte	0,5	20	0,04	-	0,5	2	0,5	0,4	0,5	0,1
Vaaraton jäte	2	100	1	-	10	50	10	10	10	0,5
Vaarallinen jäte	25	300	5	-	70	100	30	40	50	7
Aktiivihiili										
31.10.2022	0,033	0,097	<0,005	70	0,046	<0,05	0,027	1 500	0,023	0,24
31.12.2022	0,034	0,13	<0,005	57	1,4	<0,05	<0,01	21 000	0,044	0,52
31.1.2023	<0,01	0,13	0,007	0,033	0,015	<0,05	<0,01	9,3	0,006	<0,04
28.2.2023	<0,01	0,29	<0,005	0,082	0,026	<0,05	<0,01	21	<0,005	<0,04
31.3.2023	<0,01	0,059	<0,005	0,016	0,017	0,053	<0,01	3,7	<0,005	<0,04
31.5.2023	<0,01	0,25	<0,005	0,032	0,022	<0,05	<0,01	43	<0,005	<0,04
Bentoniittisakka										
31.10.2022	1,9	0,51	0,061	41	3,3	0,3	<0,01	18 000	0,26	1,6
31.12.2022	1,5	0,44	0,012	3	2,6	0,15	<0,01	7 600	0,17	0,72
31.1.2023	0,083	0,44	0,012	1,5	1,5	<0,05	<0,01	4 500	<0,05	0,065
28.2.2023	<0,01	0,52	0,012	4,6	1,7	<0,05	<0,01	6 300	<0,05	<0,04
Rautasakka										
31.10.2022	0,041	<0,05	0,006	110	0,021	0,56	<0,01	4 500	0,011	0,4
30.11.2022	0,031	<0,05	0,006	78	<0,01	<0,05	<0,01	3 600	0,006	0,35
31.12.2022	0,03	<0,05	<0,005	120	<0,01	<0,05	<0,01	5 400	0,42	0,41
31.1.2023	<0,01	<0,05	<0,005	99	<0,01	<0,05	<0,01	5 900	<0,005	0,081
28.2.2023	<0,01	<0,05	0,011	260	<0,01	<0,05	<0,01	13 000	0,006	1,4
31.3.2023	<0,01	<0,05	0,007	260	<0,01	0,056	<0,01	12 000	<0,005	0,97
30.4.2023	<0,01	<0,05	0,018	51	0,03	<0,05	<0,01	2 600	0,025	0,2
31.5.2023	<0,01	<0,05	0,017	43	<0,01	<0,05	<0,01	2 600	<0,005	0,16
31.8.2023	<0,01	<0,05	<0,005	73	<0,01	<0,05	<0,01	5 200	<0,005	0,43
30.9.2023	<0,01	0,06	0,008	130	<0,01	0,11	<0,01	8 000	0,032	0,46
31.10.2023	<0,01	0,061	0,009	150	<0,01	0,053	<0,01	9 400	0,007	0,58
30.11.2023	0,017	0,069	0,016	57	<0,01	0,18	<0,01	3 100	0,08	0,2
31.12.2023	<0,01	<0,05	0,031	120	<0,01	<0,05	<0,01	45 000	0,007	0,13

Aine/muuttuja	Zn mg/kg	V mg/kg	U mg/kg	Cl ⁻ mg/kg	F ⁻ mg/kg	SO ₄ ²⁻ mg/kg	DOC mg/kg	TDS mg/kg	pH	Säh- könj. mS/m
Pysyvä jäte	4	-	-	800	10	1 000	500	4 000		-
Vaaraton jäte	50	-	-	15 000	150	20 000	800	60 000	<6	-
Vaarallinen jäte	200	-	-	25 000	500	50 000	1 000	100 000		-
Aktiivihiili										
31.10.2022	0,17	<0,01	<0,002	<50	<5	9 400	2 100	19 000	4,8	53
31.12.2022	5,2	0,013	0,004	<50	7,3	58 000	980	100 000	3,2	180
31.1.2023	3,2	<0,01	<0,001	<50	<5	12 000	2 100	11 000	3,7	60
28.2.2023	0,13	0,013	<0,001	<50	<5	4 800	10 000	9 000	3	30
31.3.2023	0,26	0,031	<0,001	<50	<5	25 000	2 200	24 000	3,8	130
31.5.2023	0,47	<0,01	<0,001	<50	<5	7 200	1 500	9 100	3,8	51
Bentoniittisakka										
31.10.2022	4	4,7	0,28	<50	17	100 000	2 300	120 000	2,1	670
31.12.2022	4,8	5,4	0,33	<50	19	62 000	2 100	120 000	2,1	710
31.1.2023	1,6	1,2	0,12	61	27	52 000	2 300	46 000	2,4	350
28.2.2023	2,5	1,8	0,17	72	19	85 000	2 300	67 000	5,6	390
Rautasakka										
31.10.2022	79	<0,01	0,024	<50	<5	9 900	120	21 000	2,4	77
30.11.2022	97	<0,01	0,019	<50	<5	17 000	70	15 000	3,3	70
31.12.2022	170	<0,01	0,015	<50	<5	16 000	76	20 000	4,5	80
31.1.2023	140	<0,01	0,03	<50	<5	20 000	93	23 000	3,6	110
28.2.2023	310	<0,01	0,038	<50	<5	36 000	180	69 000	4,4	250
31.3.2023	240	<0,01	0,052	<50	<5	24 000	<50	51 000	4,5	250
30.4.2023	100	<0,01	2,8	<50	<5	28 000	90	33 000	3,4	250
31.5.2023	130	<0,01	0,55	<50	<5	8 900	73	14 000	3,6	62
31.8.2023	240	<0,01	0,015	<50	<5	12 000	56	22 000	4,5	85
30.9.2023	220	<0,01	0,016	<50	<5	21 000	87	32 000	6,2	150
31.10.2023	310	<0,01	0,008	<50	<5	32 000	63	54 000	5	280
30.11.2023	110	<0,01	0,02	<50	<5	26 000	130	38 000	8,2	240
31.12.2023	210	<0,01	0,19	<50	<5	27 000	91	55 000	4,4	300

4.3 Hehkutushäviö, TOC, ANC ja radioaktiivisuus

Seuraavassa on verrattu akkukemikaalitehtaan sakkänäytteistä analysoitujen hehkutushäviön, orgaanisen hiilen kokonaismäärän (TOC), pH:n ja haponneutralointikapasiteetin (ANC) arvoja kaatopaikkakelpoisuuskriteereihin. Tulokset on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä (liite 6).

Metallien talteenottolaitoksen ja keskusvedenpuhdistamon sakkänäytteisiin verrattuna (ks. kappale 2.3) akkukemikaalitehtaan sakkänäytteet sisälsivät laboratorioon tullessaan huomattavasti vähemmän vettä. Aktiivihiilinäytteen kuiva-ainepitoisuus vaihteli vuonna 2023 välillä 73,7–78,7 %. Rautasakan näytteissä kuiva-ainepitoisuus vaihteli välillä 71,6–83,7 %. Bentoniittisakan kuiva-ainepitoisuus oli jonkin verran alhaisempi kuin muilla sakoilla, kuiva-ainepitoisuuden ollessa 51,3 ja 51,8 %.

Orgaanisen aineen osuutta kuvaavan hehkutushäviön tulosten osalta akkukemikaalitehtaan sakkajakeet erosivat toisistaan selvästi. Hehkutushäviö oli korkeimmillaan aktiivihiilinäytteessä (92,5–95,2 %). Bentoniittisakassa hehkutushäviö oli selvästi alhaisempaa tasoa (20,1 ja 21,6 %). Kaikista alhaisimmat hehkutushäviöt määritettiin rautasakan näytteistä, joissa hehkutushäviö vaihteli välillä 4,5–5,8 %. Vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle hehkutushäviön raja-arvo on 10 %, tai vaihtoehtoisesti sovelletaan TOC-rajaa 6 %. Akkukemikaalitehtaan sakkajakeista hehkutushäviön raja-arvo 10 % alittui ainoastaan rautasakan näytteillä vuonna 2023.

Hehkutushäviön tapaan myös orgaanisen hiilen kokonaismäärän (TOC) osuus vaihteli akkukemikaalitehtaan sakkajakeissa. TOC-pitoisuus oli selvästi suurin aktiivihielessä (83–86 %). Bentoniittisakassa TOC-pitoisuus oli jo huomattavasti alempaa tasoa (30 ja 32 %), mutta ylitti kuitenkin vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (6 %) selvästi. Rautasakan näytteissä TOC-pitoisuus alitti kaikilla vuoden 2023 näytteillä laboratorion määritysrajan (<0,5 %), alittaen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (3 %).

Vuonna 2023 useiden akkukemikaalitehtaan sakkajakeiden näytteiden luontainen pH (pH 1:10, eri määrittely kuin taulukossa 4-4 jossa pH = L/S 8) oli alle 4, eikä näillä näytteillä ole haponneutralointikykyä. ANC-määrittelyä alimmassa pH-luokassa (pH 4) voitiin kuitenkin tehdä yhdelle aktiivihiehinäytteelle, sekä kahdeksalle akkukemikaalitehtaan rautasakkanäytteelle. Aktiivihiehen happoneutralointikapasiteetti pH:ssa 4 oli 0,065 ja rautasakalla <0,01-0,15 mol H⁺/kg ka.

Tarkkailuohjelman mukaan tehtaan ensimmäisenä toimintavuotena jätejakeille tehdään muiden määritysten ohella radioaktiivisuusmäärittelyä osana perusmäärittelyä. Aktiivihiehen, bentoniittisakan ja rautasakan osalta määritykset tehtiin lokakuussa 2022 kerätyille ja metallisulfaattiliuoksen osalta joulukuussa kerätyille kokoomanäytteille Eurofins Eichrom Radioactivité:n laboratoriossa Ranskassa.

Vuoden 2022 perusmäärittelyn radioaktiivisuustestauksissa aktiivihiehinäytteessä Ra-226:n aktiivisuus oli samaa suuruusluokkaa kuin Terrafamen keskusvedenpuhdistamon sakassa vuonna 2021 (ks. kpl 2.3, taulukko 2-2). Ra-226-, Pb-210- ja Po-210-pitoisuudet alittivat laboratorion määritysrajan.

Bentoniittisakassa Ra-226:n aktiivisuus oli samaa suuruusluokkaa kuin aktiivihiehinäytteessä. Ra-226:n aktiivisuus oli 1-2 kertaluokkaa korkeampaa tasoa kuin metallien talteenottolaitoksen ja keskusvedenpuhdistamon sakkajakeissa yleisesti vuosina 2014-2021 (ks. kpl 2.3, taulukko 2-2). Po-210:n aktiivisuus oli samaa tasoa kuin metallien talteenottolaitoksen ja vedenpuhdistamon sakanäytteissä vuonna 2021. Pb-210:n aktiivisuus alitti laboratorion määritysrajan.

Rautasakassa Ra-226- ja Ra-228 –aktiivisuudet alittivat laboratorion määritysrajan. Pb-210-aktiivisuus oli samaa suuruusluokkaa kuin vesienkäsittelysakassa STUK:n laboratorion tulosten perusteella vuonna 2021 (ks. kpl 2.3, taulukko 2-2). Po-210 –pitoisuus oli samaa suuruusluokkaa, kuin mitä se on korkeimmillaan ollut metallien talteenottolaitoksen sakanäytteissä v. 2014–2021.

Taulukko 4-5. Vuoden 2022 lokakuun perusmäärittelyssä tehtyjen radioaktiivisuusmääritysten tulokset (yksiköt: sakat Bq/kg, metallisulfaattiliuos Bq/l).

	Aktiivihiehi	Bentoniittisakka	Rautasakka	Metallisulfaattiliuos
Ra-226	20.7 ± 4.5	11.2 ± 4.8	< 3	<0.06
Ra-228	<7	26.7 ± 5.3	<3	<0.7
Pb-210	<24	<27	20.3 ± 8.9	0.039 ± 0.012
Po-210	<5	8.3 ± 3.0	23.8 ± 5.5	0.0179 ± 0.0044

5. 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 2014–2022 analyysijä on tehty sekä kuukausinäytteistä että tutkimuslaboratoriossa koostetuista kokoomanäytteistä. Keskusvedenpuhdistamon sakkanäytteissä on siirrytty vuoden 2022 syksyllä viikkonäytteistä kuukausikokoomanäytteisiin. Tämä vaikuttaa ulkopuoliseen laboratorioon toimitettujen näytteiden kuiva-aineen massaprosenttiin, joka puolestaan määrittää näytteen laskennallisen tuorepainopitoisuuden. Kuiva-ainepitoisuuksiin (mg/kg ka) tällä ei ole vaikutusta. Kuiva-ainemääritys olisi tehtävä tuoreesta näytteestä, tai varmistettava että kokoomanäytteen kuiva-ainepitoisuus vastaa osanäytteitä. Tuorepainon määrittämisessä on tärkeää, ettei näyte ole kuivunut haihtumalla tai valuttamalla. Suurista näytetilavuuksista ja pienestä luontaisesta kuiva-ainepitoisuudesta johtuen näytteistä on jouduttu poistamaan vettä. Poistettu vesimäärä olisi kirjattava ylös, jotta todellisen kuiva-ainepitoisuuden ja siten tuorepainopitoisuuden voisi laskea.

Laboratorion pätevyys vaikuttaa laboratoriotulosten määrittysten epävarmuuteen. Vuonna 2023 kokoomanäytteet toimitettiin analysoitavaksi Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratorioon, joka on erikoistunut jätemateriaalien testaamiseen. Yksittäiseen tulokseen vaikuttaa käytetty menetelmä ja sen mittausepävarmuus, sekä näytteen käsittelyyn liittyvät virhelähteet. Laboratoriomäärittysten tulosten osalta on huomioitava, että laboratorion antama määrittystulos ei ole absoluuttinen totuus, vaan tietyn vaihteluvälin sisällä oleva arvio määritettävästä suureesta. Huolellisella näytteenotto- tai keruutavalla, puhtailla näytteenottovälineillä ja -astioilla, mahdollisimman nopealla näytteen kuljetuksella ja lyhyellä säilytyksellä sekä korkealaatuisella laboratoriotyöllä minimoidaan yksittäisen tuloksen kokonaisepävarmuuden poikkeaminen laboratorion määrittämenetelmän epävarmuudesta.

Jätejakeiden vesipitoisuus on tarkkailuvuosina 2010–2023 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 esikäsittely 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 2014–2021 tarkkailutulokset eivät välttämättä ole keskenään täysin vertailukelpoisia.

Toukokuusta 2016 lähtien loppuneutralointisakan (646), rautasakan (645) ja vesienkäsittelysakan (572) näytteiden on annettu laskeutua laboratoriossa muutama päivä ennen liukoisuustestausta. Näytteistä poistetaan dekantimalla kirkasvesi, minkä jälkeen jätejakekohtaiset 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.

Metallien talteenottolaitoksen loppuneutralointisakasta (646) ja rautasakasta (645) sekä keskusvedenpuhdistamon sakasta (572) tehdään vuosittain radioaktiivisuusmäärittäksiä. Radioaktiivisuusmäärittäykset on tehty vuoden kokoomanäytteistä, jotka on koostettu analysoivassa laboratoriossa kuukausittain ja viikoittain tehtyjen määrittysten jälkeen yli jääneistä kuukausi- ja viikkonäytteistä. Laboratorioon toimitettujen näytteiden kiintoaineen määrä on vaihdellut, minkä seurauksena kuukausi- ja viikkonäytteistä on jäänyt jäljelle vaihtelevia määriä näytettä säännöllisesti tehtävien analyysien jälkeen, ja joissakin tapauksissa näytettä ei ole jäänyt yli ollenkaan. Tämän seurauksena vuosikokoomanäytteet eivät ole kaikissa tapauksissa edustaneet tasaisesti vuoden aikana muodostunutta sakkaa, mikä aiheuttaa epävarmuutta radioaktiivisuusmäärittäysten tulosten vertailuun.

6. YHTEENVETO

Terrafame Oy:n jätejakeiden tarkkailu käsittää sivukivialueelle KL2 sijoitettavan sivukiven tarkkailun, metallien talteenottolaitoksella ja keskuspuhdistamolla muodostuvien sakkajakeiden eli loppuneutralointisakan (646), rautasakan (645), esineutralointisakan (653) ja vesienkäsittelysakan tarkkailun. Vuodesta 2021 lähtien tarkkailuun on sisällynyt myös akkukemikaalitehtaalla muodostuvien jätejakeiden tarkkailu.

Metallien talteenottolaitoksen sakat ja vesienkäsittelysakka

Vuonna 2023 jätejakeiden laatua seurattiin pääasiassa kuukausinäytteistä, jotka muodostettiin päivittäisistä/viikoittaisista osanäytteistä. Vesienkäsittelysakan 572 laatua on aikavälillä 11/2020–8/2022 tutkittu kuukausikokoomien sijaan viikon kokoomanäytteistä, ja näytteet on marraskuusta 2020 lähtien kerätty erikseen kahdelta linjalta.

Näytteistä määritettyjä kokonaispitoisuuksia verrattiin vaarallisen jätteen pitoisuusrajoihin. Sakkajakeiden osalta metallien kokonaispitoisuuksista vaarallisen jätteen pitoisuusrajan ylityksiä on viime vuosina todettu nikkelin, sinkin ja mangaanin osalta. Vuosina 2014–2022 tuorepainoksi muutettu nikkelpitoisuus on ajoittain ylittänyt vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon (380 mg/kg) rautasakan, esineutralointisakan ja vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä. Vuonna 2023 kyseinen raja-arvo ylittyi myös loppuneutralointisakan osalta kahdessa kuukausinäytteessä ja esineutralointisakan osalta yhdessä kuukausinäytteessä. Lisäksi ylityksiä todettiin vesienkäsittelysakan osalta molempien linjojen näytteissä.

Tuorepainoksi muutettu sinkin pitoisuus on ylittänyt vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon (1000 mg/kg) esineutralointisakassa koko tarkkailujakson (2014–2022) ajan, ja ajoittain raja-arvo on ylittynyt myös vesienkäsittelysakassa. Myös vuonna 2023 esineutralointisakan osalta vaarallisen jätteen raja-arvon ylittivät kaikki muut, paitsi touko-, kesä- ja heinäkuun näytteet. Lisäksi ylityksiä todettiin vesienkäsittelysakan osalta molempien linjojen näytteissä.

Tuorepainoksi muutetun mangaanipitoisuuden osalta vaarallisen jätteen raja-arvon (9100 mg/kg) ylityksiä on todettu loppuneutralointisakassa vuosina 2017–2018, ja vesienkäsittelysakan osalta huhtikuun 2020 näytteessä, sekä vuonna 2022 molempien linjojen kuukausikokoomanäytteissä. Vuonna 2023 ylityksiä todettiin loppuneutralointisakassa, rautasakassa (645), sekä vesienkäsittelysakan molempien linjojen näytteissä.

Vuosina 2022 ja 2023 vesienkäsittelysakan tuorepainoksi lasketut pitoisuudet kuukausikokoomanäytteissä vaihtelivat suuresti johtuen kuukausikokoomanäytteiden kuiva-ainepitoisuuden suuresta vaihtelusta. Kuivapainoa kohti määritetyissä pitoisuuksissa ei kuitenkaan havaittu vastaavaa vaihtelua. Vesienkäsittelysakkojen koostumusta ja sen muutoksia on arvioitava kuiva-aineesta määritetyn koostumuksen perusteella, eikä lasketuja tuorepainopitoisuuksia voida välttämättä pitää valideina.

Sakkajakeiden sijoituskelpoisuutta arvioitiin vertaamalla niiden liukoisuusominaisuuksia kaatopaikka-asetuksen mukaisiin kaatopaikkakelpoisuuskriteereihin. Vaarallisen jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuuskriteerien ylityksiä on vuosina 2010–2022 todettu esineutralointisakassa kadmiumin, nikkelin ja sinkin liukoisten pitoisuuksien osalta. Muissa sakkajakeissa ei todettu kyseisten metallien liukoisuuksien osalta vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerien ylityksiä vuonna 2023. Muiden metallien liukoisuudet kaikissa jätejakeissa ovat olleet alhaisia, eikä metallien liukoisuutta ole sijoituskelpoisuuden kannalta arvioitu merkitykselliseksi.

Merkittävin vaikutus jätteiden sijoituskelpoisuuteen on jätejakeista liukenevan sulfaatin määrällä, joka muodostaa myös suuren osan liuenneiden aineiden kokonaismäärästä (TDS). Vuonna 2023 vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä todettiin TDS:n osalta rautasakan kaikissa elo-joulukuun näytteissä, sekä esineutralointisakan elokuun näytteessä. Sulfaatin osalta vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä todettiin rautasakan kaikissa elo-joulukuun näytteissä, esineutralointisakan tammi-, huhti-, heinä-, elo-, syys-, loka-, marras-, ja joulukuun näytteissä.

Vuonna 2023 jätejakeiden sijoituskelpoisuudessa ei tapahtunut merkittäviä muutoksia edellisvuosien tarkkailuun verrattuna. Rautasakkaa (645) ei nykyisin johdeta suoraan kipsisakka-altaalle vaan keskusvedenpuhdistamolle, jossa se neutraloidaan ja johdetaan kipsisakka-altaalle puhdistettavien vesijakeiden mukana. Rautasakkaa (645) ei siten luokitella enää itsenäiseksi jätejakeeksi, joten jätelainsäädännön liukoisuuden raja-arvot eivät suoranaisesti enää koske tätä jätettä.

Terrafamen ympäristölupapäätöksessä (nro 87/2022) loppuneutralointisakka, esineutralointisakka, rautasakka (645) ja vesienkäsittelysakka on luokiteltu vaaralliseksi jätteiksi. Myös edellä mainittujen raja-arvojen ylitykset

tukevat luokitusta. Vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä todettiin vuonna 2023 sulfaatin liukoisuuden ja liuenneiden aineiden kokonaismäärän (TDS) osalta rautasakan lisäksi esineutralointisakassa.

Sivukivi

Mustaliuskesivukiveä on vuonna 2023 sijoitettu sekä KL2 että KL1 sivukivialueille (KL1 alueella ylimpiin pohjarakennekerroksiin, ei vielä varsinaiseen täyttöön). Mustaliuskesivukivinäytteissä todetut alkuaineiden kokonaispitoisuudet ovat olleet hyvin samankaltaisia tarkkailun aikana. Pitoisuusvaihtelu on ollut suurinta kuparin, mangaanin, nikkelin, sinkin, raudan ja kalsiumin kokonaispitoisuuksissa. Vuonna 2023 tutkituissa mustaliuskesivukivinäytteissä todettiin vaarallisen jätteen pitoisuusrajan ylityksiä sivukiven nikkelin ja sinkin osalta. Kiilleliusketta on vuodesta 2021 alkaen välivarastoitu sivukivialueen KL1 lohkolle 7. Kiilleliuksenäytteiden pitoisuudet eivät ylittäneet vaarallisen jätteen pitoisuusrajoja vuonna 2023.

Sivukivestä (mustaliuske) liukenevien alkuaineiden pitoisuudet ovat olleet pääosin vähäisiä, ja suurelta osin liukoisuudet ovat alittaneet laboratorion määrittämissä raja-arvoissa. Mustaliuskesivukivestä liukenee pääasiassa nikkeliä, sinkkiä ja sulfaattia. Vuonna 2023 vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä ei todettu. Vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä todettiin sinkin osalta. Lisäksi liukoisuustestin suodoksen pH-arvo ei kaikkialta osin täyttänyt vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä. Vuosina 2019 ja 2020 liukoisuuksien vuosikeskiarvopitoisuuksissa oli havaittavissa nousua mm. nikkelin, sinkin ja sulfaatin osalta, vuosina 2021, 2022 ja 2023 näiden parametrien vuosikeskiarvojen kehitys on ollut laskusuuntaista.

Akkukemikaalitehtaan jätejakeet

Akkukemikaalitehtaalla muodostuvat jätejakeet ovat rautasakka, bentoniittisakka, aktiivihiilijäte. Lisäksi tarkkaillaan bioliuotuskiertoon kierrätettävä metallisulfaattiliuosta. Vuonna 2022 aktiivihiilestä, bentoniittisakasta ja rautasakasta kerättiin ensimmäiset kuukauden kokoomänäytteet perusmäärittelyä varten, minkä jälkeen jakeille on tehty vastaavuustestauksia. Vuonna 2023 aktiivihiilijätteestä kerättiin näytteet vastaavuustestausta varten tammi-, helmi-, maali- ja toukokuussa, bentoniittisakasta tammi- ja helmikuussa sekä rautasakasta muina kuukausina paitsi kesä- ja heinäkuussa.

Metallisulfaattiliuos on akkukemikaalitehtaan nestemäinen jae, joka kierrätetään hyödynnettäväksi bioliuotuksessa. Metallisulfaattiliuos on analysoitujen näytteiden perusteella sisältänyt korkeita pitoisuuksia kobolttia, nikkeliä, sinkkiä, uraania ja rikkiä. Pitoisuustasoissa on ollut vuonna 2023 voimakastakin vaihtelua erityisesti kobolttin, nikkelin ja sinkin osalta.

Bentoniittisakka ja aktiivihiilijäte toimitetaan kierrätettäväksi tai käsiteltäväksi toimintaan, jolla on ympäristölupa kyseisten jätteiden vastaanottamiseen ja käsittelyyn. Rautasakka on voitu 31.7.2023 saakka käsitellä palauttamalla se omana jakeenaan välittömästi tai lyhyen varastointiajan jälkeen liuotukseen sekundääriliuotuskasalle.

Lokakuussa 2022 näytteille tehtyjen perusmäärittelyjen perusteella aktiivihiilinäytteen, bentoniittisakkanäytteen ja rautasakan nikkelin kokonaispitoisuus ylitti vaarallisten jätteiden luokituksen alimmat rinnakkaisjätteenimikkeellisille sovellettavat pitoisuusrajat, mikäli nikkeli esiintyy jätteessä nikkelisulfaattina ja/tai nikkelisulfidina. Liukoisuustestin tulosten perusteella arvioitiin, että nikkeli esiintyy kaikissa kolmessa jättejakeessa suurelta osin helppoliukoisena nikkelisulfaattina. Lisäksi aktiivihiilen ja bentoniittisakan öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuus molemmissa näytteissä ylitti rinnakkaisnimikkeellisille jätteille asetetun vaarallisen jätteen luokituksen ylemmän pitoisuusrajan.

Vuosien 2022 ja 2023 vastaavuustestausten perusteella bentoniittisakan ja rautasakan nikkelin kokonaispitoisuudet ylittivät vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon selvästi kaikissa näytteissä. Sen sijaan aktiivihiilen nikkelipitoisuus on vuoden 2023 vastaavuustestauksissa alittanut pitoisuusraja-arvon. Kobolttipitoisuus ylitti vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon rautasakan helmi- ja maaliskuun näytteissä. Rautasakalla vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvon ylityksiä oli lisäksi sinkin osalta vuoden 2023 helmi-, maaliskuun ja joulukuun näytteissä. Muiden alkuaineiden osalta vaarallisen jätteen raja-arvot alittuivat. Yleisesti korkeimmat metallipitoisuudet määritettiin rautasakan näytteistä.

Liukoisuustestien perusteella aktiivihiilijätteen liukoisesta nikkelin pitoisuus ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin vuonna 2022, mutta vuonna 2023 pitoisuudet ovat olleet selvästi pienempiä. Toukokuun aktiivihiili näyte ylitti niukasti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Sen sijaan orgaanisen hiilen kokonaispitoisuus (DOC) ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin kaikilla vuoden 2023 näytteillä.

Bentoniittisakka puolestaan ei täyttänyt vuonna 2023 vaarallisen jätteen kaatopaikan sijoitusvaatimuksia liian korkean liukoisen nikkelin, liukoisen sulfaatin sekä liukoisen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuuksien takia. Edellisvuodesta poiketen liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) täytti sijoitusvaatimukset vuoden molemmissa näytteissä.

Rautasakan osalta kaikissa vuoden 2023 näytteissä ylittyi vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri liukoisen nikkelin osalta ja vuodesta 2022 poiketen kuudessa näytteessä myös sinkin osalta.

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

Ramboll Finland Oy 2020b. Terrafame Oy – Luonnon radioaktiiviset aineet. 1.4.2020. Moniste 26 s. Saatavissa: <https://www.terrafame.fi/ymparisto/ymparisto-vesien-hallinta/ymparistotarkkailuraportit.html>

Terrafame Oy 2021. Tarkkailusuunnitelma, akkukemikaalitehdas. Moniste 11 s.

LIITTEET

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)	DOC L/S=10 - (mg/kg ka)	Elohopea (Hg) L/S=10 - (mg/kg ka)	Fluoridi L/S=10 - (mg/kg ka)	Kadmium (Cd) L/S=10 - (mg/kg ka)	Kloridi L/S=10 - (mg/kg ka)	Koboltti (Co) L/S=10 - (mg/kg ka)	Kromi (Cr) L/S=10 - (mg/kg ka)	Kupari (Cu) 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)	pH L/S=8
Raudan sakeuttimen alite 645																
693-2023-00039144	Elokuu	<0,01	<0,01	0,062	120	<0,004	81	<0,005	97	0,065	<0,01	0,06	0,02	0,011	6	5,9
693-2023-00047307	Syyskuu	<0,01	<0,01	0,08	110	<0,004	<5	<0,005	<50	0,016	<0,01	<0,05	<0,005	<0,01	1,8	6,7
693-2023-00054478	Lokakuu	<0,01	<0,01	0,19	68	<0,004	20	<0,005	150	0,25	<0,01	<0,05	0,008	<0,01	2,1	5,9
693-2023-00055040	Marraskuu	<0,01	<0,01	0,14	<50	<0,004	18	<0,005	100	0,036	<0,01	<0,05	0,006	<0,01	1,3	3
693-2024-00001211	Joulukuu	<0,01	<0,01	0,16	63	<0,004	15	0,048	86	0,13	0,031	<0,05	1	<0,01	19	6,4
Loppuneutraloinnin sakeuttimen alite 646																
693-2023-00030059	Toukokuu	<0,01	<0,01	0,27	89	<0,004	34	0,67	81	0,009	<0,01	<0,05	<0,005	<0,01	0,17	7,9
693-2023-00034667	Heinäkuu	<0,01	<0,01	0,22	62	<0,004	25	0,27	<50	<0,004	<0,01	<0,05	<0,005	<0,01	0,081	7,6
693-2023-00039142	Elokuu	<0,01	<0,01	<0,05	<50	<0,004	21	<0,005	53	<0,004	<0,01	<0,05	0,016	<0,01	0,025	8,2
693-2023-00047304	Syyskuu	<0,01	<0,01	<0,05	80	<0,004	14	<0,005	63	0,005	<0,01	<0,05	0,007	<0,01	0,23	6,9
693-2023-00054479	Lokakuu	<0,01	<0,01	0,064	180	<0,004	32	<0,005	53	<0,005	<0,01	<0,05	<0,005	<0,01	<0,01	7
693-2023-00055037	Marraskuu	<0,01	<0,01	0,063	110	<0,004	22	0,005	150	<0,005	<0,01	<0,05	<0,005	<0,01	0,032	8,8
693-2024-00001206	Joulukuu	<0,01	<0,01	0,059	120	<0,004	28	0,021	66	<0,005	<0,01	<0,05	<0,005	<0,01	0,04	7,4
Nauhasuotimen esineutralointisakka 653																
693-2023-00007477	Tammikuu	<0,01	<0,01	0,084	74	<0,004	13	4,4	<50	5,9	0,088	2,9	0,47	<0,01	360	3,2
693-2023-00012740	Helmikuu	<0,01	<0,01	0,086	100	<0,004	19	0,022	<50	7,4	0,041	<0,05	0,01	<0,01	490	3,5
693-2023-00019491	Maaliskuu	<0,01	<0,01	0,077	58	<0,004	9,2	0,17	<50	6	0,017	0,088	0,037	<0,01	270	4
693-2023-00024360	Huhtikuu	<0,01	0,52	0,08	90	<0,004	26	5,1	<50	8,9	0,74	4,7	1,1	0,4	460	2,6
693-2023-00030052	Toukokuu	<0,01	0,63	0,15	130	<0,004	7,8	7,4	<50	24	0,7	16	0,81	0,29	660	2,6
693-2023-00034659	Kesäkuu	<0,01	<0,01	0,16	63	<0,004	21	0,036	<50	4,2	0,014	<0,05	0,74	<0,01	390	4,9
693-2023-00034662	Heinäkuu	<0,01	<0,01	0,23	58	<0,004	26	1,6	<50	4,7	0,08	0,17	0,32	<0,01	480	3,7
693-2023-00047302	Elokuu	<0,01	0,66	0,3	97	<0,004	27	8,3	<50	9,6	1	5,9	0,06	0,28	620	2,7
693-2023-00039143	Syyskuu	<0,01	0,085	<0,05	130	<0,004	39	5,3	<50	8,3	0,58	5,7	0,046	0,06	570	2,7
693-2023-00054477	Lokakuu	<0,01	0,5	0,087	170	<0,004	34	6,7	<50	7,7	0,63	7,1	0,068	0,22	420	3,8
693-2023-00055036	Marraskuu	<0,01	<0,01	0,11	66	<0,004	12	2,9	<50	5,3	0,15	0,22	0,16	<0,01	290	3,6
693-2024-00001205	Joulukuu	<0,01	<0,01	0,092	180	<0,004	25	0,27	<50	6,3	0,27	<0,05	0,13	<0,01	440	3,3

Vaarallisen jätteen raja-arvon ylittävät pitoisuudet punaisella

Näytenumero	Näyte	Sähkönjohtavuus L/S=8 - (mS/m)	Seleenin (Se) L/S=10 - (mg/kg ka)	Sinkki (Zn) L/S=10 - (mg/kg ka)	Sulfaatti L/S=10 - (mg/kg ka)	TDS 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)
Raudan sakeuttimen alite 645									
693-2023-00039144	Elokuu	1200	<0,04	0,28	320000	540000	<0,01	18	0,014
693-2023-00047307	Syyskuu	750	<0,04	<0,05	120000	290000	<0,01	1,7	0,012
693-2023-00054478	Lokakuu	760	<0,04	0,18	400000	730000	<0,01	12	0,014
693-2023-00055040	Marraskuu	1300	<0,04	0,11	240000	320000	<0,01	4,3	0,01
693-2024-00001211	Joulukuu	420	<0,04	12	160000	280000	<0,01	4,1	0,22
Loppuneutraloinnin sakeuttimen alite 646									
693-2023-00030059	Toukokuu	290	0,44	0,34	20000	36000	<0,01	0,69	<0,01
693-2023-00034667	Heinäkuu	240	0,28	0,22	17000	26000	<0,01	0,42	<0,01
693-2023-00039142	Elokuu	240	<0,04	0,19	16000	2600	<0,01	0,004	0,016
693-2023-00047304	Syyskuu	260	<0,04	0,16	22000	31000	<0,01	0,011	<0,01
693-2023-00054479	Lokakuu	230	<0,04	0,059	18000	26000	<0,01	<0,002	<0,01
693-2023-00055037	Marraskuu	380	<0,04	<0,05	38000	63000	<0,01	0,3	<0,01
693-2024-00001206	Joulukuu	270	<0,04	<0,05	26000	39000	<0,01	0,41	0,034
Nauhasuotimen esineutralointisakka 653									
693-2023-00007477	Tammikuu	280	<0,04	2400	53000	56000	<0,01	4,1	0,57
693-2023-00012740	Helmikuu	20	<0,04	1300	47000	66000	<0,01	5,7	1,1
693-2023-00019491	Maaliskuu	290	<0,04	4600	46000	52000	<0,01	2,7	0,081
693-2023-00024360	Huhtikuu	440	<0,04	2800	160000	85000	<0,01	3,1	4,1
693-2023-00030052	Toukokuu	400	0,18	2800	44000	61000	<0,01	3,1	2,1
693-2023-00034659	Kesäkuu	280	<0,04	410	44000	59000	<0,01	4,9	0,049
693-2023-00034662	Heinäkuu	330	<0,04	1700	52000	71000	<0,01	6,5	1,1
693-2023-00047302	Elokuu	510	0,14	3800	96000	110000	<0,01	8,5	4,4
693-2023-00039143	Syyskuu	420	<0,04	2500	93000	89000	<0,01	7,8	3,2
693-2023-00054477	Lokakuu	290	0,26	3900	77000	84000	<0,01	5,3	3,3
693-2023-00055036	Marraskuu	290	0,094	4600	56000	58000	<0,01	3,3	0,85
693-2024-00001205	Joulukuu	280	<0,04	3300	77000	79000	<0,01	5,9	2,1

Vaarallisen jätteen raja-arvon ylittävät pitoisuudet punaisella

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)	DOC L/S=10 - (mg/kg ka)	Elohopea (Hg) L/S=10 - (mg/kg ka)	Fluoridi L/S=10 - (mg/kg ka)	Kadmium (Cd) L/S=10 - (mg/kg ka)	Kloridi L/S=10 - (mg/kg ka)	Koboltti (Co) L/S=10 - (mg/kg ka)	Kromi (Cr) L/S=10 - (mg/kg ka)	Kupari (Cu) 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)	pH L/S=8	pH L/S=10
Vesienkäsittelysakan kokoomanäytteet, 1. linja (572 T1)																	
693-2023-00007481	Tammikuu	<0,01	<0,01	0,085	110	<0,004	23	0,19	230	0,008	<0,01	<0,05	0,02	0,023	0,13		7,9
693-2023-00012738	Helmikuu	<0,01	<0,01	0,06	220	<0,004	23	0,25	120	0,006	<0,01	<0,05	0,013	<0,01	0,21	6,1	
693-2023-00019489	Maaliskuu																
693-2023-00024349	Huhtikuu	<0,01	<0,01	<0,05	100	<0,004	23	0,2	330	0,008	<0,01	<0,05	<0,005	<0,01	0,19		7,3
693-2023-00024350	Toukokuu																
693-2023-00034669	Kesäkuu																
693-2023-00034671	Heinäkuu																
693-2023-00039137	Elokuu	<0,01	<0,01	0,063	99	<0,004	75	<0,005	61	<0,004	<0,01	<0,05	0,014	<0,01	<0,01		8,2
693-2023-00047298	Syyskuu	<0,01	<0,01	0,083	70	<0,004	110	<0,005	74	<0,005	<0,01	<0,05	<0,005	0,013	<0,01		8
693-2023-00054480	Lokakuu	<0,01	<0,01	0,066	140	<0,004	41	<0,005	190	<0,005	<0,01	<0,05	<0,005	<0,01	0,011	8,4	
693-2023-00055038	Marraskuu	<0,01	<0,01	0,057	96	<0,004	47	<0,005	120	<0,005	<0,01	<0,05	<0,005	<0,01	<0,01	8,5	
693-2024-00001208	Joulukuu	<0,01	<0,01	0,065	94	<0,004	41	<0,005	110	<0,005	<0,01	<0,05	<0,005	<0,01	<0,01	8,6	

Näytenumero	Näyte	Sähkönjohtavuus L/S=8 - (mS/m)	Sähkönjohtavuus L/S=10 - (mS/m)	Seleeni (Se) L/S=10 - (mg/kg ka)	Sinkki (Zn) L/S=10 - (mg/kg ka)	Sulfaatti L/S=10 - (mg/kg ka)	TDS 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)
Vesienkäsittelysakan kokoomanäytteet, 1. linja (572 T1)										
693-2023-00007481	Tammikuu		320	0,29	0,25	21000	34000	<0,01	0,64	<0,01
693-2023-00012738	Helmikuu	260		0,17	0,23	20000	27000	<0,01	0,86	0,023
693-2023-00019489	Maaliskuu									
693-2023-00024349	Huhtikuu		310	0,24	0,51	23000		<0,01	0,45	<0,01
693-2023-00024350	Toukokuu									
693-2023-00034669	Kesäkuu									
693-2023-00034671	Heinäkuu									
693-2023-00039137	Elokuu		230	<0,04	0,18	15000	24000	<0,01	0,011	<0,01
693-2023-00047298	Syyskuu		240	<0,04	<0,05	18000	28000	<0,01	0,15	0,019
693-2023-00054480	Lokakuu	360		<0,04	<0,05	33000	56000	<0,01	0,29	<0,01
693-2023-00055038	Marraskuu	300		<0,04	0,13	26000	39000	<0,01	0,85	<0,01
693-2024-00001208	Joulukuu	330		<0,04	<0,05	29000	45000	<0,01	0,33	0,035



Eurofins Eichrom Radioactivité
Campus de Ker Lann - Parc de Lormandière
Rue Maryse Bastié - Bât. C
35170 Bruz - France

Eurofins Environnement Testing Finland Oy
Mr EUROFINS
Niemenkatu 73

15140 Lahti

June 8, 2022

Test report B

Dear Sir,

Please find below **your B-indexed test reports which cancel and replace the previous reports**. All electronic and paper versions of these previous reports must be destroyed.

We would like to thank you for your confidence and, if you need any further information, please, do not hesitate to contact us.

Yours sincerely,

Christophe Rielland
Laboratory Director



Accreditation n°1-1550
Full scope available on
www.cofrac.fr



Eichrom Laboratories is agreed by French Ministry of Health for the radioactive measurements of drinking water and French Nuclear Safety Authority (ASN) for radioactivity analyses on environmental matrices.



Eichrom Laboratories is agreed by French Ministry of Health for the radioactive measurements of drinking water and French Nuclear Safety Authority (ASN) for radioactivity analyses on environmental matrices.

Eurofins EnvironnementTesting Finland Oy
Mr EUROFINS
Niemenkatu 73

15140 Lahti
Finlande

TEST REPORT N° 21-01881-05364B

CANCEL AND REPLACE INITIAL REPORT N° 21-01881-05364A

This test report only deals with the tests performed on the samples received

Customer ID : ICO062 - *Order N° :

*Sample reference : **693-2021-645 RASA-00010261**

*Sampling date : 02/07/2020

*Matrix : SOL / Soil

*Sampling location : Terrafame Oy

Date of delivery : 5/25/2021

()Data provided by the customer, those data couldn't engage the responsibility of the laboratory*

Parameter	Reference method	Unit	Result	Incertainty (k=2)	Detection Limit (LD)	Date of preparation	Date of measurement	COFRAC
ALPHA EMITTERS								
Po-210	int. method	Bq.kg ⁻¹	21,0	5,6	1,5	7/27/2021	8/4/2021	NO
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-238								
Th-234	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	2582	381	32	6/24/2021	7/15/2021	YES
Th-230		Bq.kg ⁻¹	< LD		306	6/24/2021	7/15/2021	YES
Ra-226		Bq.kg ⁻¹	837	193	28	6/24/2021	7/15/2021	YES
Pb-210		Bq.kg ⁻¹	< LD		29	6/24/2021	7/15/2021	YES
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-235								
U-235	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	125	16	19	6/24/2021	7/15/2021	YES
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF Th-232								
Ra-228	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	9,4	3,3	5,6	6/24/2021	7/15/2021	YES
Pb-212		Bq.kg ⁻¹	< LD		6	6/24/2021	7/15/2021	YES
Bi-212		Bq.kg ⁻¹	< LD		27	6/24/2021	7/15/2021	YES
Tl-208		Bq.kg ⁻¹	5,8	1,5	2,4	6/24/2021	7/15/2021	YES
OTHER NATURAL GAMMA EMITTERS								
K-40	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	106	14	11	6/24/2021	7/15/2021	YES
ARTIFICIAL GAMMA EMITTERS								
Co-60	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		2	6/24/2021	7/15/2021	YES
Cs-134		Bq.kg ⁻¹	< LD		2	6/24/2021	7/15/2021	YES
Cs-137		Bq.kg ⁻¹	< LD		1	6/24/2021	7/15/2021	YES
Am-241		Bq.kg ⁻¹	< LD		3	6/24/2021	7/15/2021	YES

Remarks : Activities, uncertainties and detection limits are calculated from the sampling date for gamma emitters.

Radium228 is deduced from its progeny actinium228.

Modifications compared to the previous report are underlined, they relate to sampling date, gamma results and remarks.

Bruz, on 08/06/2022



Accreditation n°1-1550
Full scope available on
www.cofrac.fr

The accreditation by COFRAC is attesting the competence of the laboratory only for tests covered by the accreditation, as indicated by the mention "YES".
The reproduction of this test report is only authorised in form of an integral facsimile.

Benoît DANIEL
Technical Manager

+33 (0)2 23 50 13 80

eichromrad@eurofins.com – www.eurofins.fr/nucleaire/
SAS au capital de 121 000 euros – SIRET 830 988 721 00015
APE 7120 B – TVA Intra-Communautaire : FR 21 830 988 721



Eichrom Laboratories is agreed by French Ministry of Health for the radioactive measurements of drinking water and French Nuclear Safety Authority (ASN) for radioactivity analyses on environmental matrices.

Eurofins EnvironnementTesting Finland Oy
Mr EUROFINS
Niemenkatu 73

15140 Lahti
Finlande

TEST REPORT N° 21-01881-05365B

CANCEL AND REPLACE INITIAL REPORT N° 21-01881-05365A

This test report only deals with the tests performed on the samples received

Customer ID : ICO062 - *Order N° :	*Sampling date : 02/07/2020
*Sample reference : 693-2021-646 LONE -00010262	*Sampling location : Terrafame Oy
*Matrix : SOL / Soil	
Date of delivery : 5/25/2021	

(*)Data provided by the customer, those data couldn't engage the responsibility of the laboratory

Parameter	Reference method	Unit	Result	Incertainty (k=2)	Detection Limit (LD)	Date of preparation	Date of measurement	COFRAC
ALPHA EMITTERS								
Po-210	int. method	Bq.kg ⁻¹	11,6	3,5	2,1	7/27/2021	8/4/2021	NO
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-238								
Th-234	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	444	66	21	6/24/2021	7/15/2021	YES
Th-230		Bq.kg ⁻¹	< LD		183	6/24/2021	7/15/2021	YES
Ra-226		Bq.kg ⁻¹	169	101	22	6/24/2021	7/15/2021	YES
Pb-210		Bq.kg ⁻¹	< LD		18	6/24/2021	7/15/2021	YES
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-235								
U-235	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	18,5	5,1	12,0	6/24/2021	7/15/2021	YES
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF Th-232								
Ra-228	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		5	6/24/2021	7/15/2021	YES
Pb-212		Bq.kg ⁻¹	< LD		3	6/24/2021	7/15/2021	YES
Bi-212		Bq.kg ⁻¹	< LD		24	6/24/2021	7/15/2021	YES
Tl-208		Bq.kg ⁻¹	< LD		2	6/24/2021	7/15/2021	YES
OTHER NATURAL GAMMA EMITTERS								
K-40	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	< LD		19	6/24/2021	7/15/2021	YES
ARTIFICIAL GAMMA EMITTERS								
Co-60	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		1	6/24/2021	7/15/2021	YES
Cs-134		Bq.kg ⁻¹	< LD		2	6/24/2021	7/15/2021	YES
Cs-137		Bq.kg ⁻¹	< LD		1	6/24/2021	7/15/2021	YES
Am-241		Bq.kg ⁻¹	< LD		2	6/24/2021	7/15/2021	YES

Remarks : Activities, uncertainties and detection limits are calculated from the sampling date for gamma emitters.

Radium228 is deduced from its progeny actinium228.

Modifications compared to the previous report are underlined, they relate to sampling date, gamma results and remarks.

Bruz, on 08/06/2022



Accreditation n°1-1550
Full scope available on
www.cofrac.fr

The accreditation by COFRAC is attesting the competence of the laboratory only for tests covered by the accreditation, as indicated by the mention "YES".
The reproduction of this test report is only authorised in form of an integral facsimile.

Benoît DANIEL
Technical Manager

+33 (0)2 23 50 13 80

eichromrad@eurofins.com – www.eurofins.fr/nucleaire/
SAS au capital de 121 000 euros – SIRET 830 988 721 00015
APE 7120 B – TVA Intra-Communautaire : FR 21 830 988 721



Eichrom Laboratories is agreed by French Ministry of Health for the radioactive measurements of drinking water and French Nuclear Safety Authority (ASN) for radioactivity analyses on environmental matrices.

Eurofins EnvironnementTesting Finland Oy
Mr EUROFINS
Niemenkatu 73

15140 Lahti
Finlande

TEST REPORT N° 21-01881-05366B

CANCEL AND REPLACE INITIAL REPORT N° 21-01881-05366A

This test report only deals with the tests performed on the samples received

Customer ID : ICO062 - *Order N° :

*Sample reference : 693-2021-572-00010263

*Sampling date : 02/07/2020

*Matrix : SOL / Soil

*Sampling location : Terrafame Oy

Date of delivery : 5/25/2021

()Data provided by the customer, those data couldn't engage the responsibility of the laboratory*

Parameter	Reference method	Unit	Result	Incertainty (k=2)	Detection Limit (LD)	Date of preparation	Date of measurement	COFRAC
ALPHA EMITTERS								
Po-210	int. method	Bq.kg ⁻¹	20,0	5,2	1,5	7/27/2021	8/5/2021	NO
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-238								
Th-234	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	2616	385	24	6/24/2021	7/15/2021	YES
Th-230		Bq.kg ⁻¹	< LD		237	6/24/2021	7/15/2021	YES
Ra-226		Bq.kg ⁻¹	835	278	19	6/24/2021	7/15/2021	YES
Pb-210		Bq.kg ⁻¹	< LD		21	6/24/2021	7/15/2021	YES
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-235								
U-235	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	123	15	13	6/24/2021	7/15/2021	YES
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF Th-232								
Ra-228	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		5	6/24/2021	7/15/2021	YES
Pb-212		Bq.kg ⁻¹	< LD		5	6/24/2021	7/15/2021	YES
Bi-212		Bq.kg ⁻¹	< LD		29	6/24/2021	7/15/2021	YES
Tl-208		Bq.kg ⁻¹	4,9	1,4	2,3	6/24/2021	7/15/2021	YES
OTHER NATURAL GAMMA EMITTERS								
K-40	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	< LD		22	6/24/2021	7/15/2021	YES
ARTIFICIAL GAMMA EMITTERS								
Co-60	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		2	6/24/2021	7/15/2021	YES
Cs-134		Bq.kg ⁻¹	< LD		2	6/24/2021	7/15/2021	YES
Cs-137		Bq.kg ⁻¹	< LD		1	6/24/2021	7/15/2021	YES
Am-241		Bq.kg ⁻¹	< LD		3	6/24/2021	7/15/2021	YES

Remarks : Activities, uncertainties and detection limits are calculated from the sampling date for gamma emitters.

Radium228 is deduced from its progeny actinium228.

Modifications compared to the previous report are underlined, they relate to sampling date, gamma results and remarks.

Bruz, on 08/06/2022



Accreditation n°1-1550
Full scope available on
www.cofrac.fr

The accreditation by COFRAC is attesting the competence of the laboratory only for tests covered by the accreditation, as indicated by the mention "YES".
The reproduction of this test report is only authorised in form of an integral facsimile.

Benoît DANIEL
Technical Manager

+33 (0)2 23 50 13 80

eichromrad@eurofins.com – www.eurofins.fr/nucleaire/
SAS au capital de 121 000 euros – SIRET 830 988 721 00015
APE 7120 B – TVA Intra-Communautaire : FR 21 830 988 721

EUROFINS AHMA OY FINLANDE
Mrs. Ilkka VALIMAKI
Nuottasaarentie 17,
ovi K301
90400 Oulu

Bruz, 24/01/2023

Test report

Dear Madam,

Please find below your test report corresponding to your samples sent for radiological analysis, as received in our laboratory on 02/11/2022.

We would like to thank you for your confidence and, if you need any further information, please, do not hesitate to contact us.

Yours sincerely,



Christophe Rielland
Laboratory Director



Eichrom Laboratories is agreed by French Ministry of Health for the radioactive measurements of drinking water and French Nuclear Safety Authority (ASN) for radioactivity analyses on environmental matrices.



Eichrom Laboratories is agreed by French Ministry of Health for the radioactive measurements of drinking water and French Nuclear Safety Authority (ASN) for radioactivity analyses on environmental matrices.

EUROFINS AHMA OY FINLANDE
Mrs. Ilkka VALIMAKI
Nuottasaarentie 17,
ovi K301
90400 Oulu
Finlande

TEST REPORT N° 22-03607-10186

This test report only deals with the tests performed on the samples received

Customer ID : ICO076 - *Order N° :	*Sampling date : 2.7.2021
*Sample reference : LONE / 693-2022-00036598	*Sampling location : Laboratory
*Matrix : Solid waste from mining industry	
Date of delivery : 02/11/2022	

(*)Data provided by the customer, those data couldn't engage the responsibility of the laboratory

Parameter	Reference method	Unit	Result	Incertainty (k=2)	Detection Limit (LD)	Date of preparation	Date of measurement	COFRAC
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-238								
Th-234	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	661	99	29	30/12/2022	22/01/2023	NO
Th-230		Bq.kg ⁻¹	< LD		241	30/12/2022	22/01/2023	NO
Ra-226		Bq.kg ⁻¹	< LD		5	30/12/2022	22/01/2023	NO
Pb-210		Bq.kg ⁻¹	< LD		26	30/12/2022	22/01/2023	NO
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-235								
U-235	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	31,9	6,5	21,2	30/12/2022	22/01/2023	NO
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF Th-232								
Ra-228	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		8	30/12/2022	22/01/2023	NO
Pb-212		Bq.kg ⁻¹	< LD		6	30/12/2022	22/01/2023	NO
Bi-212		Bq.kg ⁻¹	< LD		39	30/12/2022	22/01/2023	NO
Tl-208		Bq.kg ⁻¹	< LD		4	30/12/2022	22/01/2023	NO
OTHER NATURAL GAMMA EMITTERS								
K-40	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	< LD		33	30/12/2022	22/01/2023	NO
ARTIFICIAL GAMMA EMITTERS								
Co-60	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		2	30/12/2022	22/01/2023	NO
Cs-134		Bq.kg ⁻¹	< LD		3	30/12/2022	22/01/2023	NO
Cs-137		Bq.kg ⁻¹	< LD		2	30/12/2022	22/01/2023	NO
Am-241		Bq.kg ⁻¹	< LD		3	30/12/2022	22/01/2023	NO
ALPHA EMITTERS								
Po-210	Internal method	Bq.kg ⁻¹	7,5	3,2	3,3	20/12/2022	21/12/2022	NO

The version references of the internal methods and the issuing year of the standards noted in this report are available upon request

Remarks : results are expressed in Bq per dry weight

Activities, uncertainties and detection limits are calculated from the date of sampling.

Radium226 is deduced from its progenies lead214 and bismuth214, radium228 from actinium228.

Bruz, on 24/01/2023

Benoît DANIEL
Technical Manager



Eichrom Laboratories is agreed by French Ministry of Health for the radioactive measurements of drinking water and French Nuclear Safety Authority (ASN) for radioactivity analyses on environmental matrices.

EUROFINS AHMA OY FINLANDE
Mrs. Ilkka VALIMAKI
Nuottasaarentie 17,
ovi K301
90400 Oulu
Finlande

TEST REPORT N° 22-03607-10187

This test report only deals with the tests performed on the samples received

Customer ID : ICO076 - *Order N° :	
*Sample reference : RASA 645 / 693-2022-00036599	*Sampling date : 2.7.2021
*Matrix : Solid waste from mining industry	*Sampling location : Laboratory
Date of delivery : 02/11/2022	

(*)Data provided by the customer, those data couldn't engage the responsibility of the laboratory

Parameter	Reference method	Unit	Result	Incertainty (k=2)	Detection Limit (LD)	Date of preparation	Date of measurement	COFRAC
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-238								
Th-234	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	3048	450	40	30/12/2022	23/01/2023	NO
Th-230		Bq.kg ⁻¹	< LD		369	30/12/2022	23/01/2023	NO
Ra-226		Bq.kg ⁻¹	< LD		5	30/12/2022	23/01/2023	NO
Pb-210		Bq.kg ⁻¹	< LD		35	30/12/2022	23/01/2023	NO
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-235								
U-235	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	153	21	22	30/12/2022	23/01/2023	NO
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF Th-232								
Ra-228	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		8	30/12/2022	23/01/2023	NO
Pb-212		Bq.kg ⁻¹	15,6	3,3	8,9	30/12/2022	23/01/2023	NO
Bi-212		Bq.kg ⁻¹	< LD		42	30/12/2022	23/01/2023	NO
Tl-208		Bq.kg ⁻¹	6,6	2,1	3,6	30/12/2022	23/01/2023	NO
OTHER NATURAL GAMMA EMITTERS								
K-40	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	28	13	23	30/12/2022	23/01/2023	NO
ARTIFICIAL GAMMA EMITTERS								
Co-60	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		2	30/12/2022	23/01/2023	NO
Cs-134		Bq.kg ⁻¹	< LD		3	30/12/2022	23/01/2023	NO
Cs-137		Bq.kg ⁻¹	< LD		2	30/12/2022	23/01/2023	NO
Am-241		Bq.kg ⁻¹	< LD		4	30/12/2022	23/01/2023	NO
ALPHA EMITTERS								
Po-210	Internal method	Bq.kg ⁻¹	8,4	3,5	3,4	20/12/2022	21/12/2022	NO

The version references of the internal methods and the issuing year of the standards noted in this report are available upon request

Remarks : results are expressed in Bq per dry weight

Activities, uncertainties and detection limits are calculated from the date of sampling.

Radium226 is deduced from its progenies lead214 and bismuth214, radium228 from actinium228.

Bruz, on 24/01/2023

Benoît DANIEL
Technical Manager

+33 (0)2 23 50 13 80

eichromrad@eurofins.com – www.eurofins.fr/nucleaire/
SAS au capital de 121 000 euros – SIRET 830 988 721 00015
APE 7120 B – TVA Intra-Communautaire : FR 21 830 988 721



Eichrom Laboratories is agreed by French Ministry of Health for the radioactive measurements of drinking water and French Nuclear Safety Authority (ASN) for radioactivity analyses on environmental matrices.

EUROFINS AHMA OY FINLANDE
Mrs. Ilkka VALIMAKI
Nuottasaarentie 17,
ovi K301
90400 Oulu
Finlande

TEST REPORT N° 22-03607-10188

This test report only deals with the tests performed on the samples received

Customer ID : ICO076 - *Order N° :	
*Sample reference : SAKKA 572 / 693-2022-00036600	*Sampling date : 2.7.2021
*Matrix : Solid waste from mining industry	*Sampling location : Laboratory
Date of delivery : 02/11/2022	

(*)Data provided by the customer, those data couldn't engage the responsibility of the laboratory

Parameter	Reference method	Unit	Result	Incertainty (k=2)	Detection Limit (LD)	Date of preparation	Date of measurement	COFRAC
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-238								
Th-234	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	1960	288	34	30/12/2022	23/01/2023	NO
Th-230		Bq.kg ⁻¹	< LD		338	30/12/2022	23/01/2023	NO
Ra-226		Bq.kg ⁻¹	11,3	3,9	3,9	30/12/2022	23/01/2023	NO
Pb-210		Bq.kg ⁻¹	< LD		29	30/12/2022	23/01/2023	NO
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-235								
U-235	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	84	11	19	30/12/2022	23/01/2023	NO
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF Th-232								
Ra-228	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		8	30/12/2022	23/01/2023	NO
Pb-212		Bq.kg ⁻¹	20,7	4,1	6,0	30/12/2022	23/01/2023	NO
Bi-212		Bq.kg ⁻¹	< LD		33	30/12/2022	23/01/2023	NO
Tl-208		Bq.kg ⁻¹	8,7	2,0	3,1	30/12/2022	23/01/2023	NO
OTHER NATURAL GAMMA EMITTERS								
K-40	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	23	11	21	30/12/2022	23/01/2023	NO
ARTIFICIAL GAMMA EMITTERS								
Co-60	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		2	30/12/2022	23/01/2023	NO
Cs-134		Bq.kg ⁻¹	< LD		2	30/12/2022	23/01/2023	NO
Cs-137		Bq.kg ⁻¹	< LD		2	30/12/2022	23/01/2023	NO
Am-241		Bq.kg ⁻¹	< LD		3	30/12/2022	23/01/2023	NO
ALPHA EMITTERS								
Po-210	Internal method	Bq.kg ⁻¹	11,6	3,5	3,4	20/12/2022	21/12/2022	NO

The version references of the internal methods and the issuing year of the standards noted in this report are available upon request

Remarks : results are expressed in Bq per dry weight

Activities, uncertainties and detection limits are calculated from the date of sampling.

Radium226 is deduced from its progenies lead214 and bismuth214, radium228 from actinium228.

Bruz, on 24/01/2023

Benoît DANIEL
Technical Manager

Terrafame Oy
Mari Malinen
Malmintie 66
88120 Tuhkakylä
mari.malinen@terrafame.fi
laura-maria.tervonen@terrafame.fi
elina.salmela@terrafame.fi

Teollisuusjätteen radioaktiivisuusmäärittäminen

Tilaaaja Terrafame Oy (144949)

Mittauksen kohde

Mittauksen kohde	Saapumispvm	Analysointipvm
teollisuusjäte 24573D RASA 645, 2021	30.9.2022	4.10-8.11.2022
teollisuusjäte 24574E SAKKA 572, 2021	30.9.2022	4.10-8.11.2022

Analysointimenetelmät Näytteen kuivaus ja homogenointi, akkreditoitu menetelmä (esikäsittely, sisäinen ohje VALO 4.4). Vaativat gammaspektrometriset analyysit, akkreditoitu menetelmä (gammaspektrometria, sisäinen ohje VALO 4.5). Radiokemialliset analyysit, Näytteen hajotus märkäpoltolla, Polonium-määrittäminen, akkreditoitu menetelmä (210Po:n määrittäminen alfaspektrometrisellä mittauksella, sisäinen ohje VALO 4.14).

Näytteenotto Analyysit ja mittaukset tehtiin asiakkaan Säteilyturvakeskukselle toimittamista näytteistä.

Näytteen kunto Näytteen laadussa ei havaittu tuloksen oikeellisuuteen vaikuttavaa poikkeavuutta

Tulokset Seuraavassa taulukossa esitettävät radionuklidien aktiivisuuspitoisuudet on laskettu referenssipäivään, joka on asiakkaan ilmoittama näytteenottopäivä.

Mittauksen kohde	Referenssipäivä*	Nuklidi	Tulos ± epävarmuus
teollisuusjäte 24573D RASA 645, 2021	2.07.2021	Pa-234m	3400 ± 500 Bq/kg
		K-40	17,5 ± 9,0 Bq/kg
		Pb-210	<11,7 Bq/kg
		Ra-226	8,9 ± 1,5 Bq/kg
		Ra-228	<3,6 Bq/kg
		Th-228	9,6 ± 1,5 Bq/kg
		Po-210**	<1,0 Bq/kg
teollisuusjäte 24574E SAKKA 572, 2021	2.07.2021	Pa-234m	1900 ± 240 Bq/kg
		K-40	19,1 ± 7,0 Bq/kg
		Pb-210	13,7 ± 5,6 Bq/kg
		Ra-226	13,1 ± 2,0 Bq/kg
		Ra-228	5,7 ± 1,5 Bq/kg
		Th-228	6,9 ± 1,2 Bq/kg
		Po-210**	<1,0 Bq/kg

* Referenssipäivä on se päivämäärä, jolle tulos on laskettu.

** Analyysitulostulos radiokemiallisesta Polonium-määrityksestä

Tulosten epävarmuus Tulosten epävarmuus (2 sigmaa) ilmoittaa, että tulokset ovat 95 %:n todennäköisyydellä ilmoitettujen tulosrajojen sisällä

Allekirjoitukset

Tiina Torvela
Ylitarkastaja, gammaspektrometriset analyysit

Tarja Heikkinen
Tarkastaja, radiokemialliset analyysit

Tämä tulosseloste voidaan julkaista tai kopioida vain kokonaisuudessaan. Osittaiseen käyttöön on saatava kirjallinen lupa Säteilyturvakeskukselta. Tulokset pätevät vain tutkittuihin näytteisiin. Näytteenotto ja tulosten tulkinta eivät sisälly akkreditointiin.

STUK

SÄTEILYTURVAKESKUS
STRÅLSÄKERHETSCENTRALEN
RADIATION AND NUCLEAR SAFETY AUTHORITY

Osoite | Adress | Jokiniemenkuja 1, 01370 Vantaa | Änäsgränden 1, 01370 Vanda
Address | Jokiniemenkuja 1, 01370 Vantaa, FINLAND
Puh. | Tfn. | Tel. | (09) 759 881, +358 9 759 881 | www.stuk.fi

Näytenumero	Näyte	Alumiini (Al) - (mg/kg ka)	Arseeni (As) - (mg/kg ka)	Antimoni (Sb) - (mg/kg ka)	Barium (Ba) - (mg/kg ka)	Beryllium (Be) - (mg/kg ka)	Boori (B) - (mg/kg ka)	Elohopea (Hg) - (mg/kg ka)	Fosfori (P) - (mg/kg ka)	Kadmium (Cd) - (mg/kg ka)	Kalium (K) - (mg/kg ka)	Kalsium (Ca) - (mg/kg ka)	Koboltti (Co) - (mg/kg ka)	Kromi (Cr) - (mg/kg ka)
693-2023-00007476	Sivukivi, Tammikuu	12000	26	<2	11	<1	7,1	0,049	340	1,5	3900	8600	14	23
693-2023-00012741	Sivukivi, Helmikuu	23000	23	<2	13	<1	<4	0,6	570	12	7300	12000	70	61
693-2023-00019492	Sivukivi, Maaliskuu	27000	18	<2	26	<1	5,1	0,3	690	11	8800	17000	59	97
693-2023-00024361	Sivukivi, Huhtikuu	7500	<3	<2	6,3	<1	<4	<0,04	160	3,4	1900	8700	8,8	49
693-2023-00024362	Sivukivi, Toukokuu	16000	6,1	<2	15	<1	6,6	0,13	890	8,1	3900	11000	72	33
693-2023-00030060	Sivukivi, Kesäkuu	17000	47	<2	10	<1	4	0,53	500	12	6000	10000	59	51
693-2023-00034663	Sivukivi, Heinäkuu	13000	8,9	<2	16	<1	<4	0,14	300	6,3	4100	14000	29	32
693-2023-00039139	Sivukivi, Elokuu	16000	18	<2	18	<1	<4	0,21	470	9,4	4200	16000	55	130
693-2023-00047306	Sivukivi, Syyskuu	26000	98	2,2	22	<1	7	0,46	430	19	9300	9400	58	76
693-2023-00054482	Sivukivi, Lokakuu	19000	44	<2	14	<1	<4	0,47	600	15	4900	11000	87	59
693-2023-00055035	Sivukivi, Marraskuu		100	1,7	49		0,4	0,4		11		21000	69	100
693-2024-00001204	Sivukivi, Joulukuu		71	0,56	12		0,27	0,27		8,3		14000	19	33

Näytenumero	Näyte	Lyijy (Pb) - (mg/kg ka)	Magnesium (Mg) - (mg/kg ka)	Mangaani (Mn) - (mg/kg ka)	Molybdeeni (Mo) - (mg/kg ka)	Natrium (Na) - (mg/kg ka)	Nikkeli (Ni) - (mg/kg ka)	Rauta (Fe) - (mg/kg ka)	Rikki (S) - (mg/kg ka)	Seleen (Se) - (mg/kg ka)	Sinkki (Zn) - (mg/kg ka)	Tina (Sn) - (mg/kg ka)	Titaani (Ti) - (mg/kg ka)	Uraani (U) - (mg/kg ka)
693-2022-00005978	Sivukivi, Tammikuu	5,1	9300	520	2,3	370	82	19000	13000	3,3	310	<3	370	2
693-2022-00010622	Sivukivi, Helmikuu	13	13000	3000	31	510	550	67000	49000	21	2500	<3	760	16
693-2022-00014372	Sivukivi, Maaliskuu	11	21000	1600	17	1100	560	91000	52000	21	1700	<3	660	9,1
693-2022-00017204	Sivukivi, Huhtikuu	5,5	5500	340	1,7	250	60	12000	6700	<3	330	<3	460	1,3
693-2022-00021333	Sivukivi, Toukokuu	6,2	13000	1700	10	380	510	51000	37000	16	1800	<3	620	5,7
693-2022-00026960	Sivukivi, Kesäkuu	15	12000	3300	41	400	410	71000	56000	22	2200	<3	340	18
693-2022-00030987	Sivukivi, Heinäkuu	6,9	9800	820	12	390	260	41000	30000	13	1000	<3	500	5,5
693-2022-00034089	Sivukivi, Elokuu	7,6	14000	780	13	610	710	40000	30000	15	1500	<3	600	6,7
693-2022-00041692	Sivukivi, Syyskuu	21	16000	870	50	1400	370	99000	88000	27	2200	<3	850	13
693-2022-00048131	Sivukivi, Lokakuu	16	11000	930	22	850	680	66000	49000	24	2100	<3	490	8,7
693-2022-00051908	Sivukivi, Marraskuu	26		5000	31		690	72000		23	1800			8,2
693-2023-00000229	Sivukivi, Joulukuu	15		700	28		230	46000		14	990			4,4

Näytenumero	Näyte	Hehkutus-häviö (550 °C) - (% ka)	Kuiva- ainepitoisuus - (%)	Orgaaninen kokonaishiili (TOC) - (% ka)	pH	NAPP - (Kg H2SO4/tonni)	NP - (Kg CaCO3/TON)	AP - (Kg CaCO3/tonni)	NPR	NNP - (Kg CaCO3/tonni)	MPA - (Kg H2SO4/tonni)	ANC - (Kg H2SO4/tonni)
693-2022-00005978	Sivukivi, Tammikuu	0,6	98,2	0,81	9,3							
693-2022-00010622	Sivukivi, Helmikuu	6,2	99,2	6,5	6,7							
693-2022-00014372	Sivukivi, Maaliskuu	2,2	99,7	2,5	7,5							
693-2022-00017204	Sivukivi, Huhtikuu	0,4	98,7	0,7	9							
693-2022-00021333	Sivukivi, Toukokuu	2	99,3	2,1	8,3							
693-2022-00026960	Sivukivi, Kesäkuu	3,6	99,7	4,8	7,9							
693-2022-00030987	Sivukivi, Heinäkuu	1,7	97,7	2,6	10							
693-2022-00034089	Sivukivi, Elokuu	1,6	99,6	1,8	8,6							
693-2022-00041692	Sivukivi, Syyskuu	6,2	98	4,9	5,7							
693-2022-00048131	Sivukivi, Lokakuu	1,9	97	3,1	6,8							
693-2022-00051908	Sivukivi, Marraskuu					170	31	200	0,15	<0,3	200	30
693-2023-00000229	Sivukivi, Joulukuu					140	17	160	0,11	<0,3	160	17

Näytenumero	Näyte	Arseeni (As) - (mg/kg ka)	Antimoni (Sb) - (mg/kg ka)	Barium (Ba) - (mg/kg ka)	Elohopea (Hg) - (mg/kg ka)	Kadmium (Cd) - (mg/kg ka)	Kalsium (Ca) - (mg/kg ka)	Koboltti (Co) - (mg/kg ka)	Kromi (Cr) - (mg/kg ka)	Kupari (Cu) - (mg/kg ka)	Lyijy (Pb) - (mg/kg ka)	Mangaani (Mn) - (mg/kg ka)	Molybdeeni (Mo) - (mg/kg ka)	Nikkeli (Ni) - (mg/kg ka)
693-2023-00007475	Kiilleliuske, Tammikuu	<3	<2	410		<0,3	2600	13	130	39	3	500	<1	41
693-2023-00012737	Kiilleliuske, Helmikuu	<3	<2	440		<0,3	2800	13	140	31	3,3	480	<1	41
693-2023-00019488	Kiilleliuske, Maaliskuu	<3	<2	420		<0,3	3000	14	130	33	4,1	480	<1	42
693-2023-00024348	Kiilleliuske, Huhtikuu	<3	<2	420		<0,3	3000	13	130	33	3,2	450	<1	41
693-2023-00030045	Kiilleliuske, Toukokuu	<3	<2	420		<0,3	2400	13	130	31	2,7	470	<1	41
693-2023-00034668	Kiilleliuske, Kesäkuu	<3	<2	390		<0,3	2200	12	140	28	2,8	440	<1	39
693-2023-00039140	Kiilleliuske, Heinäkuu	<3	<2	350		<0,3	2300	23	110	28	2,9	400	<1	39
693-2023-00039141	Kiilleliuske, Elokuu	<3	<2	380		<0,3	2800	23	130	32	3,5	450	3	52
693-2023-00054475	Kiilleliuske, Syyskuu	<3	<2	340		<0,3	4400	25	99	26	2,7	380	<1	37
693-2023-00054476	Kiilleliuske, Lokakuu	<3	<2	370		<0,3	2500	14	150	30	3,7	470	<1	41
693-2023-00055034	Kiilleliuske, Marraskuu	1	0,053	390	<0,01	0,052	3600	18	150	29	3,9	590	2,8	50
693-2024-00001203	Kiilleliuske, Joulukuu	1,1	0,042	400	<0,01	0,048	3200	15	140	26	4,1	520	1,5	46

Näytenumero	Näyte	Rikki (S) - (mg/kg ka)	Seleeni (Se) - (mg/kg ka)	Sinkki (Zn) - (mg/kg ka)	Uraani (U) - (mg/kg ka)	Vanadiini (V) - (mg/kg ka)	Hehkutushäviö (550 °C) - (% ka)	Kuiva- ainepitoisuus - (%)	Orgaaninen kokonaishiili (TOC) - (% ka)	pH	pH (NAG)	NAG (pH 4.5) - (Kg H2SO4/tonni)	NAG (pH 7.0) - (Kg H2SO4/tonni)	NAPP - (Kg H2SO4/tonni)
693-2023-00007475	Tammikuu	1100		74	1,9		0,3	99,9	<0,5	9,4				
693-2023-00012737	Helmikuu	920		69	2		0,3	99,7	0,53	9,8	7,2	0	0	<0,3
693-2023-00019488	Maaliskuu	1400		74	1,9		0,5	99,9	0,56	9,9				
693-2023-00024348	Huhtikuu	1300		68	2,2		0,3	99,9	<0,5	9,7				
693-2023-00030045	Toukokuu	1500		67	1,8		0,3	99,9	0,55	9,6	5,4	0	1,9	<0,3
693-2023-00034668	Kesäkuu	1300		67	1,8		0,4	99,9	<0,5	3,4				
693-2023-00039140	Heinäkuu	1100		62	1,9		0,3	99,8	<0,5	9,9				
693-2023-00039141	Elokuu	1300		67	2		0,3	99,8	<0,5	9,8	6	0	1,4	<0,3
693-2023-00054475	Syyskuu	2400		64	1,6		0,6	99,8	<0,5	9,8				
693-2023-00054476	Lokakuu	1800		74	1,8		0,4	99,8	<0,5	9,3				
693-2023-00055034	Marraskuu		0,69	79	2	140								<0,3
693-2024-00001203	Joulukuu		0,89	72	1,9	110								<0,3

Näytenumero	Näyte	AP - (Kg CaCO3/tonni)	NPR	NNP - (Kg CaCO3/tonni)	MPA - (Kg H2SO4/tonni)	ANC - (Kg H2SO4/tonni)
693-2023-00007475	Kiilleliuske, Tammikuu					
693-2023-00012737	Kiilleliuske, Helmikuu	4,1	2,1	4,4	4	8,3
693-2023-00019488	Kiilleliuske, Maaliskuu					
693-2023-00024348	Kiilleliuske, Huhtikuu					
693-2023-00030045	Kiilleliuske, Toukokuu	5,6	1,4	2,4	5,5	7,8
693-2023-00034668	Kiilleliuske, Kesäkuu					
693-2023-00039140	Kiilleliuske, Heinäkuu					
693-2023-00039141	Kiilleliuske, Elokuu	5	2,4	7	4,9	12
693-2023-00054475	Kiilleliuske, Syyskuu					
693-2023-00054476	Kiilleliuske, Lokakuu					
693-2023-00055034	Kiilleliuske, Marraskuu	4,7	1,7	3,5	4,6	8
693-2024-00001203	Kiilleliuske, Joulukuu	6,6	1,4	2,3	6,4	8,7

Kupari (Cu) - (mg/kg ka)
110
700
460
50
460
550
330
360
430
580
390
210

Vanadiini (V) - (mg/kg ka)
31
310
180
26
84
230
94
110
350
190
350
130

Rauta (Fe) - (mg/kg ka)
41000
40000
46000
41000
45000
38000
41000
42000
38000
40000
42000
41000

NP - (Kg CaCO3/TON)
8,5
8
12
8,2
8,9

[illegible][illegible]

Aine/muuttuja	As mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg KP	Co TP mg/kg TP	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mn mg/kg	Ni mg/kg KP	Ni TP mg/kg TP	Zn mg/kg KP	Zn TP mg/kg TP	S mg/kg	Ca mg/kg	U mg/kg	Fe mg/kg
Vaarallinen jäte	2 500	2 500		380	1 000	1 000	9 100		380		1 000			2500	
Aktiivihiili															
31.10.2022	<3	<0.3	26	20	7,0	6,3	8,0	1 200	928	<3	<3	8 100	63	1,3	550
31.12.2022	3,2	<0.3	81	72	44	14	20	28 000	24 752	32	28	19 000	91	1,9	22 000
31.1.2023	3,2	<0,3	3,2	2,5	5,8	4,9	<5	70	54	<3	<3	8 800	64	1,5	160
28.2.2023	3,7	<0,3	2,7	2,1	3,9	4,2	27,0	44	35	<3	<3	7 900	71	1,1	1 800
31.3.2023	<3	<0,3	2,8	2,1	3,6	3,6	<5	30	23	<3	<3	14 000	<50	1,3	240
31.5.2023	<3	<0,3	1,7	1,3	2,8	2,3	<5	99	73	<3	<3	5 500	<50	0,37	76
Bentoniittisakka															
31.10.2022	5,9	<0.3	43	22	17	3,0	74	18 000	9 162	20	10	24 000	2 200	0,52	15 000
31.12.2022	5,6	<0.3	3,8	1,9	13	4,4	74	8 700	4 385	19	10	20 000	5 000	0,49	14 000
31.1.2023	<3	<0,3	3	2	14	4	89	5 400	2 770	20	10	9 100	3 100	0,60	15 000
28.2.2023	4	<0,3	6	3	13	4	78	7 300	3 781	18	9	9 800	2 600	0,57	13 000
Rautasakka															
31.10.2022	4,1	<0.3	450	371	37	2,3	150	49 000	40 376	470	387	130 000	<50	0,20	610 000
30.11.2022	<3	<0.3	480	377	28	<2	130	51 000	40 035	980	769	15 000	61	0,13	520 000
31.12.2022	<3	<0.3	500	388	23	<2	180	56 000	43 456	1 000	776	16 000	51	0,21	600 000
31.1.2023	<3	<0,3	380	299	19,0	<2	92,0	55 000	43 285	1 100	866	16 000	<50	0,3	540 000
28.2.2023	<3	<0,3	700	519	26,0	<2	170,0	70 000	51 940	1 900	1 410	18 000	69	0,52	510 000
31.3.2023	<3	<0,3	680	482	23,0	<2	96,0	72 000	51 048	2 400	1 702	21 000	79	0,79	590 000
30.4.2023	<3	0,5	320	268	110,0	<2	29,0	33 000	27 621	620	519	29 000	16000	9,8	530 000
31.5.2023	<3	0,4	250	205	74,0	<2	15,0	29 000	23 722	700	573	15 000	890	2,3	370 000
31.8.2023	<3	<0,3	260	193	45,0	<2	31,0	38 000	28 272	1 100	818	13 000	98	0,21	360 000
30.9.2023	<3	0,6	400	286	54,0	<2	44,0	50 000	35 800	1 200	859	19 000	64	0,25	570 000
31.10.2023	<3	0,7	500	372	53,0	9,2	62,0	61 000	45 323	2 000	1 486	24 000	3800	0,31	640 000
30.11.2023	4,6	0,04	450	362	49,0	5,2	230,0	29 000	23 316	1 100	884	31 000	20000	0,15	360 000
31.12.2023	2,9	0,04	410	316	26,0	0,7	130,0	59 000	45 430	2 100	1 617	26 000	16000	2,2	460 000

Vaarallisen jätteen raja-arvon ylittävät pitoisuudet punaisella

Aine/muuttuja	As mg/kg	Ba mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Se mg/kg	Zn mg/kg	V mg/kg	U mg/kg	Cl ⁻ mg/kg	F ⁻ mg/kg	SO ₄ ²⁻ mg/kg	DOC mg/kg	TDS mg/kg	pH	Sähkönj. mS/m
Pysyvä jäte	0,5	20	0,04	-	0,5	2	0,5	0,4	0,5	0,1	4	-	-	800	10	1 000	500	4 000		-
Vaaraton jäte	2	100	1	-	10	50	10	10	10	0,5	50	-	-	15 000	150	20 000	800	60 000	>6	-
Vaarallinen jäte	25	300	5	-	70	100	30	40	50	7	200	-	-	25 000	500	50 000	1 000	100 000		-
Aktiivihiili																				
31.10.2022	0,033	0,097	<0.005	70	0,046	<0.05	0,027	1 500	0,023	0,24	0,17	<0.01	<0.002	<50	<5	9 400	2 100	19 000	4,8	53
31.12.2022	0,034	0,13	<0.005	57	1,4	<0.05	<0.01	21 000	0,044	0,52	5,2	0,013	0,004	<50	7,3	58 000	980	100 000	3,2	180
31.1.2023	<0,01	0,13	0,007	0,033	0,015	<0,05	<0,01	9,3	0,006	<0,04	3,2	<0,01	<0,001	<50	<5	12 000	2 100	11 000	3,7	60
28.2.2023	<0,01	0,29	<0,005	0,082	0,026	<0,05	<0,01	21	<0,005	<0,04	0,13	0,013	<0,001	<50	<5	4 800	10 000	9 000	3,0	30
31.3.2023	<0,01	0,059	<0,005	0,016	0,017	0,053	<0,01	3,7	<0,005	<0,04	0,26	0,031	<0,001	<50	<5	25 000	2 200	24 000	3,8	130
31.5.2023	<0,01	0,25	<0,005	0,032	0,022	<0,05	<0,01	43	<0,005	<0,04	0,47	<0,01	<0,001	<50	<5	7 200	1 500	9 100	3,8	51
Bentoniittisakka																				
31.10.2022	1,9	0,51	0,061	41	3,3	0,3	<0.01	18 000	0,26	1,6	4	4,7	0,28	<50	17	100 000	2 300	120 000	2,1	670
31.12.2022	1,5	0,44	0,012	3	2,6	0,15	<0.01	7 600	0,17	0,72	4,8	5,4	0,33	<50	19	62 000	2 100	120 000	2,1	710
31.1.2023	0,083	0,44	0,012	1,5	1,5	<0,05	<0,01	4 500	<0,05	0,065	1,6	1,2	0,12	61	27	52 000	2 300	46 000	2,4	350
28.2.2023	<0,01	0,52	0,012	4,6	1,7	<0,05	<0,01	6 300	<0,05	<0,04	2,5	1,8	0,17	72	19	85 000	2 300	67 000	5,6	390
Rautasakka																				
31.10.2022	0,041	<0.05	0,006	110	0,021	0,56	<0.01	4 500	0,011	0,4	79	<0.01	0,024	<50	<5	9 900	120	21 000	2,4	77
30.11.2022	0,031	<0.05	0,006	78	<0.01	<0.05	<0.01	3 600	0,006	0,35	97	<0.01	0,019	<50	<5	17 000	70	15 000	3,3	70
31.12.2022	0,03	<0.05	<0.005	120	<0.01	<0.05	<0.01	5 400	0,42	0,41	170	<0.01	0,015	<50	<5	16 000	76	20 000	4,5	80
31.1.2023	<0,01	<0,05	<0,005	99	<0,01	<0,05	<0,01	5 900	<0,005	0,081	140	<0,01	0,03	<50	<5	20 000	93	23 000	3,6	110
28.2.2023	<0,01	<0,05	0,011	260	<0,01	<0,05	<0,01	13 000	0,006	1,4	310	<0,01	0,038	<50	<5	36 000	180	69 000	4,4	250
31.3.2023	<0,01	<0,05	0,007	260	<0,01	0,056	<0,01	12 000	<0,005	0,97	240	<0,01	0,052	<50	<5	24 000	<50	51 000	4,5	250
30.4.2023	<0,01	<0,05	0,018	51	0,03	<0,05	<0,01	2 600	0,025	0,2	100	<0,01	2,8	<50	<5	28 000	90	33 000	3,4	250
31.5.2023	<0,01	<0,05	0,017	43	<0,01	<0,05	<0,01	2 600	<0,005	0,16	130	<0,01	0,55	<50	<5	8 900	73	14 000	3,6	62
31.8.2023	<0,01	<0,05	<0,005	73	<0,01	<0,05	<0,01	5 200	<0,005	0,43	240	<0,01	0,015	<50	<5	12 000	56	22 000	4,5	85
30.9.2023	<0,01	0,06	0,008	130	<0,01	0,11	<0,01	8 000	0,032	0,46	220	<0,01	0,016	<50	<5	21 000	87	32 000	6,2	150
31.10.2023	<0,01	0,061	0,009	150	<0,01	0,053	<0,01	9 400	0,007	0,58	310	<0,01	0,008	<50	<5	32 000	63	54 000	5	280
30.11.2023	0,017	0,069	0,016	57	<0,01	0,18	<0,01	3 100	0,08	0,2	110	<0,01	0,02	<50	<5	26 000	130	38 000	8,2	240
31.12.2023	<0,01	<0,05	0,031	120	<0,01	<0,05	<0,01	45 000	0,007	0,13	210	<0,01	0,19	<50	<5	27 000	91	55 000	4,4	300

Tutkimusnro EUFI05-00017747
Asiakasnro YB0001273
136147Terrafame Oy
Mari Malinen
Malmitie 66
88120 TUHKAKYLÄ
FINLAND
s-posti: mari.malinen@terrafame.fi

Tilauksen kuvaus

Metallisulfaattiliuoksen perusmäärittely

Näyttenumero	693-2022-00041689
Näytteen nimi	Metallisulfaattiliuos
Näytteen kuvaus	Muut nestemäiset materiaalit
Asiakkaan näyttenumero	Metallisulfaattiliuos, p
Matriisi	Muut nestemäiset materiaalit
Näytteenottopäivä	19.10.2022
Vastaanottopäivä	20.10.2022
Analysointi aloitettu	20.10.2022
Näytteenottaja	Jukka Kortelainen

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset			
pH	YBB14		0,2
Sähkönjohtavuus 25°C	YBB17	mS/m	140000
Fluoridi (F-)	YBB01	mg/l	<5
Kloridi (Cl-)	YBB02	mg/l	<25
Sulfaatti (SO4)	YBB03	mg/l	160000
Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC)	YBB23	mg/l	57
Liuenanut orgaaninen hiili (DOC)	YBB21	mg/l	54
Fenoli-indeksi	YBB50	mg/l	0,14
Alkuaineanalyysit			
Alumiini (Al)	YB01B	µg/l	22000
Arseeni (As)	YB00N	µg/l	27
Boori (B)	YB019	µg/l	21
Barium (Ba)	YB00P	µg/l	<3,8
Beryllium (Be)	YB015	µg/l	6,8
Kalsium (Ca)	YB09I	µg/l	54000
Kadmium (Cd)	YB00U	µg/l	14
Koboltti (Co)	YB00W	µg/l	24000
Kromi (Cr)	YB00R	µg/l	500
Kupari (Cu)	YB016	µg/l	64
Rauta (Fe)	YB09P	µg/l	15000



Näyttenumero	693-2022-00041689
Näytteen nimi	Metallisulfaattiliuos
Näytteen kuvaus	Muut nestemäiset materiaalit
Asiakkaan näyttenumero	Metallisulfaattiliuos, p
Matriisi	Muut nestemäiset materiaalit
Näytteenottopäivä	19.10.2022
Vastaanottopäivä	20.10.2022
Analysointi aloitettu	20.10.2022
Näytteenottaja	Jukka Kortelainen

Analyysit	Testikoodi	Yksikkö	Tulokset
Alkuaineanalyysit			
Rauta (Fe)	YB01A	µg/l	16000
Elohopea (Hg)	YB00V	µg/l	0,25
Mangaani (Mn)	YB09L	µg/l	7900
Mangaani (Mn)	YB017	µg/l	8200
Molybdeeni (Mo)	YB00Z	µg/l	44
Nikkeli (Ni)	YB00S	µg/l	470000
Fosfori (P)	YB09G	µg/l	440
Lyijy (Pb)	YB00Q	µg/l	110
Rikki (S)	YB09U	µg/l	62000000
Antimoni (Sb)	YB00Y	µg/l	1,00
Seleen (Se)	YB012	µg/l	60
Tina (Sn)	YB010	µg/l	1,2
Strontium (Sr)	YB011	µg/l	3,2
Torium (Th)	YB043	µg/l	3,2
Titaani (Ti)	YB09S	µg/l	63
Tallium (Tl)	YB013	µg/l	<0,13
Uraani (U)	YB014	µg/l	250
Vanadiini (V)	YB00T	µg/l	4,3
Sinkki (Zn)	YB018	µg/l	750000

*Menetelmä on akkreditoitu.

Kommentti

TDS-määrittäminen peruttu. Näyte ei haihtunut kuiviin usean viikon aikana. Radioaktiivisuustutkimus peruttu liian vähäisen näyttemäärän vuoksi



ALLEKIRJOITUS

07.12.2022



Toni Mäkelä Analyysipalvelupäällikkö

ToniMakela@eurofins.fi +358 503111081

Tutkimustodistus on sähköisesti hyväksytty.



Menetelmätiedot

Testikoodi	Parametrin nimi	Menetelmän mittaausepävarmuus	Menetelmän määrittäysraja	Akkreditoitu	Menetelmä	Laboratorio
Fysikaalis-kemialliset tutkimukset						
YBB14	pH	± 0.2 pH yks.		Ei	SFS 3021:1979	YB
YBB17	Sähkönjohtavuus 25°C	<5 ± 1 mS/m: >5 ± 20%		Ei	SFS-EN 27888:1994	YB
YBB01	Fluoridi (F-)	<0.45:±0.05mg/l >0.45:±11%	0,1	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009	YB
YBB02	Kloridi (Cl-)	<6.3:±0.5mg/l >6.3:±8%	0,5	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009	YB
YBB03	Sulfaatti (SO4)	<10:±0.8mg/l >10:±8%	1	Ei	SFS-EN ISO 10304-1:2009	YB
YBB23	Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC)	<2:±0.3mg/l >2:±15%	0,5	Ei	SFS-EN 1484:1997	YB
YBB21	Liuennot orgaaninen hiili (DOC)	<2:±0.3mg/l >2:±15%	0,5	Ei	SFS-EN 1484:1997	YB
YBB50	Fenoli-indeksi	<0.25:±0.05mg/l >0.25:±20%	0,05	Ei	Sis. men., Spektrofotometri (UV/VIS)	YB
Alkuaineanalyysit						
YB01B	Alumiini (Al)	<50:±7.5µg/l >50:±14%	25	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB00N	Arseeni (As)	<2.25:±0.25µg/l >2.25:±11%	0,25	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB019	Boori (B)	<21:±2.5µg/l >21:±12%	2,5	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB00P	Barium (Ba)	<10:±1µg/l >10:±10%	1,5	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB015	Beryllium (Be)	<1.65:±0.25µg/l >1.65:±15%	0,25	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB09I	Kalsium (Ca)	<1300:±100µg/l >1300:±8%	130	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB00U	Kadmium (Cd)	<0.33:±0.05µg/l >0.33:±15%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB00W	Koboltti (Co)	<1:±0.1µg/l >1:±10%	0,1	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB00R	Kromi (Cr)	<2.5:±0.25µg/l >2.5:±10%	0,25	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB016	Kupari (Cu)	<2.5:±0.25µg/l >2.5:±10%	0,25	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB09P	Rauta (Fe)	<120:±15µg/l >120:±13%	25	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB01A	Rauta (Fe)	<25:±3µg/l >25:±12%	10	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB00V	Elohopea (Hg)	<0.75:±0.1µg/l >0.75:±12%	0,1	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB09L	Mangaani (Mn)	<75:±6µg/l >75:±8%	13	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB017	Mangaani (Mn)	<5:±0.5µg/l >5:±8%	1	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB00Z	Molybdeeni (Mo)	<2:±0.25µg/l >2:±11%	0,25	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB00S	Nikkeli (Ni)	<2.5:±0.25µg/l >2.5:±10%	0,25	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB



Alkuaineanalyysit						
YB09G	Fosfori (P)	<1000:±100µg/l >1000:±10%	130	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB00Q	Lyijy (Pb)	<1:±0.1µg/l >1:±10%	0,1	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB09U	Rikki (S)	<3100:±250µg/l >3100:±8%	600	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB00Y	Antimoni (Sb)	<2.5:±0.25µg/l >2.5:±10%	0,25	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB012	Seleeni (Se)	<3.3:±0.5µg/l >3.3:±15%	1	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB010	Tina (Sn)	<1.5:±0.25µg/l >1.5:±15%	0,25	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB011	Strontium (Sr)	<2.5:±0.25µg/l >2.5:±10%	0,5	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB043	Torium (Th)		0,25	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB09S	Titaani (Ti)	<310:±38µg/l >310:±12%	38	Ei	SFS-EN ISO 11885:2009; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB013	Tallium (Tl)	<0.65:±0.05µg/l >0.65:±8%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB014	Uraani (U)	<0.33:±0.035µg/l >0.33:±10%	0,05	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB00T	Vanadiini (V)	<2.5:±0.25µg/l >2.5:±10%	0,25	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB
YB018	Sinkki (Zn)	<8:±1µg/l >8:±12%	1	Ei	SFS-EN ISO 17294-2:2016; SFS-EN ISO 15587-2:2002	YB

Laboratorio	
YB	Eurofins Ahma - Oulu

Jakelu : laurakemppainen@eurofins.fi, Laura-Maria.Tervonen@terrafame.fi

Huomautukset

Tutkimustodistuksen osittainen kopioiminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain vastaanotettua ja tutkittua näytettä.

Terrafame Oy

**Jätteen (aktiivihiili, näyte 1)
kaatopaikkakelpoisuuden perusmäärittely**

Jätteen (aktiivihiihi, näyte 1) kaatopaikkakelpoisuuden perusmäärittely

5.1.2023

Tomi Nevanperä

Sandra van der Veen

Sisällysluettelo:

1.	NÄYTETIEDOT	1
2.	LABORATORIOTUTKIMUKSET	2
2.1	KOKONAISPITOISUUDET	2
2.2	LIUKOISET PITOISUUDET	2
3.	TULOSTEN TULKINTA.....	2
3.1	JÄTELUOKITTELU JA JÄTTEEN VAARAOMINAISUUKSIEN ARVIOIMINEN	2
3.2	KAATOPAIKKAKELPOISUUDEN ARVIOIMINEN.....	3
4.	TUTKIMUSTULOKSET	4
4.1	JÄTELUOKITTELU JA JÄTTEEN VAARAOMINAISUUDET	4
4.2	KAATOPAIKKAKELPOISUUS	7
5.	JOHTOPÄÄTÖKSET	11
5.1	JÄTELUOKITTELU JA JÄTTEEN VAARAOMINAISUUDET	11
5.2	KAATOPAIKKAKELPOISUUS	11
	VIITTEET	12

LIITTEET

Liite 1. Tutkimustodistus AR-23-YB-000001-01; 693-2022-00043871

Copyright © Eurofins Ahma Oy, Waste Testing Oulu

Nuottasaarentie 17

90400 Oulu

p. 040 1333 800 (vaihde)

Y-tunnus 0227583-3

1. NÄYTETIEDOT

Asiakas:	Terrafame Oy
Asiakkaan osoite:	Malmitie 66 88120 Tuhkakylä
Asiakasnumero:	YB0001273
Yhteyshenkilö:	Mari Malinen
Asiakirjan jakelu	mari.malinen@terrafame.fi; laura-maria.tervonen@terrafame.fi; mervi.pienimaki@terrafame.fi
Tilauksen kuvaus:	Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden perusmäärittely
Näytteen vastaanottopäivä:	3.11.2022
Vastaanotettu näytemäärä:	3,1 kg
Testauksen tavoite:	Jätteen kaatopaikkakelpoisuuden (VNa 331/2013) perusmäärittely
Tutkimuksen tilausnumero:	EUF105-00018068
Tutkimustodistuksen nro.:	AR-23-YB-000001-01
Laboratorion näytenumero:	693-2022-00043871
Asiakkaan näytetunnus:	Aktiivihiihi, näyte 1
Näytteenottaja:	Asiakas
Näytteenoton ajankohta:	31.10.2022
Näytteen lisätiedot:	Aktiivihiihi, näyte 1 syntyy nikkeli- ja kobolttisulfaatin valmistuksessa epäpuhtauksien poiston yhteydessä (Terrafame 2021)
Jätenimike:	06 13 02* (käytetty aktiivihiihi)
Nimiketyyppi:	Aina vaarallinen jäte (AH)

	JÄTE- NIMIKE	NIMIKE- TYYPPI	KUVAUS
EPÄORGAANISISSA KEMIAN PROSESSEISSA SYNTYVÄT JÄTTEET (06); sellaisissa epäorgaanisissa kemian prosesseissa syntyvät jätteet, joita ei ole mainittu muualla (06 13)	06 13 02*	AH	käytetty aktiivihiihi (lukuun ottamatta nimikettä 06 07 02)
	06 13 03	ANH	nokimusta
	06 13 04*	AH	asbestin käsittelyssä syntyvät jätteet
	06 13 05*	AH	noki
	06 13 99	ANH	jätteet, joita ei ole mainittu muualla

2. LABORATORIOTUTKIMUKSET

2.1 Kokonaispitoisuudet

Metallien kokonaispitoisuuksien määrittämiseksi näytteelle tehtiin mikroaaltoavusteinen märkäpoltto (HCl/HNO₃) EPA 3051A-ohjeiston mukaisilla olosuhteilla. Kalsium-, kalium-, magnesium-, natrium-, fosfori-, rikki-, arseeni-, barium-, lyijy-, kromi-, nikkeli-, alumiini-, antimoni-, boori-, kadmium-, koboltti-, molybdeeni-, seleeni-, tina-, vanadiini-, beryllium-, kupari-, rauta-, mangaani-, titaani- ja sinkkipitoisuudet määritettiin laimennetusta happoliuoksesta ICP-emissiospektrometrilla eli ICP-OES (SFS-EN ISO 11885), torium-, tallium- ja uraanipitoisuudet ICP-massaspektrometrilla (SFS-EN ISO 17294-2) ja elohopea kylmähöyry-atomiabsorptiospektrometrilla (ISO 16772). PCB-, PAH- ja BTEX-yhdisteet sekä öljyhiilivedyt (C5-C40) analysoitiin Eurofins Ahma Oy:n laboratoriossa Oulussa (sis. menetelmät GC-MS ja HS-GC-MS). Lisäksi määritettiin orgaanisen hiilen kokonaismäärä eli TOC (SFS-EN 15936), alkuainehiilipitoisuus (TOC-osuudesta) kalorimetrillä (sisäinen menetelmä), kuiva-ainepitoisuus (SFS-EN 15934), hehkutushäviö 550 °C:ssa (SFS-EN 15169) sekä haponneutralointikapasiteetti eli ANC (CEN/TS 15364) ja radioaktiivisuus (tulokset toimitetaan omana liitteenä).

2.2 Liukoiset pitoisuudet

Materiaalin liukoisten pitoisuuksien määrittämiseksi näytteelle tehtiin 7-vaiheinen läpivirtaustesti (SFS-EN 14405). Liukoiset pitoisuudet määritettiin lisäksi ravistelutestillä (SFS EN 12457-3). Suodoksista analysoitiin arseeni-, barium-, kadmium-, kromi-, koboltti-, kupari-, elohopea-, molybdeeni-, nikkeli-, lyijy-, antimoni-, seleeni-, tina-, torium-, vanadiini- ja sinkkipitoisuudet ICP-massaspektrometrilla (SFS-EN ISO 17294-2). Kloridi-, fluoridi- ja sulfaattipitoisuudet määritettiin ionikromatografisesti (SFS-EN ISO 10304-1). Liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) kokonaispitoisuus analysoitiin katalyyttiseen polttoon ja NDIR –detektioon perustuvalla Shimadzu TOC-L CSH TOC –analysaattorilla (SFS-EN 1484). Suodoksista tutkittiin lisäksi liuenneiden aineiden kokonaismäärä eli TDS (SFS-EN 15216), pH-arvo (SFS-EN ISO 10523) ja sähkönjohtavuus (SFS-EN 27888) sekä fenoli-indeksi.

3. TULOSTEN TULKINTA

3.1 Jäteluokittelu ja jätteen vaaraominaisuuksien arvioiminen

Jätteet luokitellaan jäteasetuksen 978/2021 liitteessä 3 olevan jäteluettelon mukaisesti 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.

Euroopan komission julkaisemassa tulkintaoppaassa (2018/C 124/01) on lisäksi 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). Jos jätteelle on jäteluettelossa ns. rinnakkaisnimike, eli samalle jätteelle on sekä vaarattoman jätteen että vaarallisen jätteen nimike, on jätteen luokittelu tehtävä tapauskohtaisesti sen koostumuksen perusteella jätedirektiivin liitteessä III (2008/98/EY, muutos 1357/2014, 2015/1127, 2017/997 ja 2018/851) esitettyjen kriteerien mukaisesti.

Jätteiden luokittelussa vaaralliseksi tai vaarattomaksi jätteeksi käytetään CLP-asetukseen (EY 1272/2008, liite III) perustuvia vertailupitoisuuksia, jätedirektiivin liitteen III sekä ympäristöministeriön

julkaisuiden 2019/2 liitteiden 6 ja 9 mukaisesti. Jätteen vaaraominaisuuksien arvioinnissa kokonaispitoisuuksia verrataan aineiden pitoisuuteen jätteessä sen alkuperäisessä muodossa, eli tuorepainossa.

Yleisen luokituksen saavien metallien osalta vaarallisen jätteen pitoisuusrajaa voidaan verrata suoraan metallisen alkuaineen pitoisuuteen jätteessä. Jätedirektiivin liitteessä III määritellyjä vaaraominaisuuksien pitoisuusrajoja ei kuitenkaan sovelleta massiivisessa kappalemuodossa oleviin puhtaisiin metalliseoksiin (nk. lejeerinkeihin), kuten nikkeliä sisältävään teräkseen. Metallilejeeringit, jotka on erikseen mainittu jäteluettelossa ja on merkitty tähdellä (*), luokitellaan kuitenkin vaarallisiksi jätteiksi (YM julk 2019/2, s. 43).

Jätteet, jotka sisältävät pysyviä orgaanisia yhdisteitä (POP), kuten dioksiineja ja furaaneja (PCDD/PCDF), DDT:tä, klordaania, heksakloorisykloheksaaneja (ml. lindaani (HCH), alfa- ja beta-HCH), dieldriiniä, endriiniä, heptaklooria, heksaklorobentseeniä (HCB), klooridekonia, aldriniä, pentaklooribentseeniä (PeCB), mireksiä, toksafeenia, heksabromibifenyylä (HBB) tai PCB:tä, yli POP-asetuksen (EU) 2019/1021 liitteessä IV säädettyjen pitoisuusrajojen, on luokiteltava vaarallisiksi jätteiksi (valtionneuvoston asetus jätteistä 978/2021 liite 3 §2.2). Alempaa POP-rajaa sovelletaan jäteluokituksessa lisäksi mm. seuraaville aineille: endosulfaani, heksabromisykloodekaani (HBCD), heksaklooributadieeni (HCBd), lyhytketjuiset klooratut parafiinit (SCCP), klordekoni, perfluorioktaanisulfonihappo ja sen johdannaiset (PFOS), polybromatut difenyylietterit (PBDE, nk. bromatut palonsuoja-aineet) ja polyklooratut naftaleenit (PCN). Lisäksi on aineita, joihin sovelletaan päästöjen vähentämistä koskevia säännöksiä, mutta toistaiseksi ilman POP-rajoituksia, kuten eräät polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet), dikofoli, pentakloorifenoli (PCP) ja sen suolat, perfluorioktaanihappo (PFOA), sen suolat ja PFOA:n kanssa samankaltaiset yhdisteet.

POP-jätteen kierrätys on kokonaan kielletty. POP-asetuksen mukaan tällainen jäte on loppukäsiteltävä tai esikäsiteltävä niin, että yhdisteet tuhotaan tai muunnetaan palautumattomasti toiseen muotoon. POP-jäte voidaan lisäksi pakata uudelleen ja varastoida tilapäisesti ennen esikäsittelyä tai ennen pysyvää varastointia.

POP-asetuksen liite V (osa 2) sisältää luettelon jätteistä, joille aluehallintovirasto (AVI) voi poikkeustapauksessa myöntää POP-asetuksen 7(4)(b) artiklan nojalla luvan sijoittamiselle tiettyihin pysyviin varastoihin. Em. jätteet ovat vuorausten ja tulenkestävien aineiden jätteitä (jätenimikeryhmä 16 11) tai jätteitä jotka ovat syntyneet termisissä prosesseissa (jätenimikeryhmä 10, 19 01 ja 19 04) tai rakentamisessa ja purkamisessa (jätenimikeryhmä 17). Mikäli POP-asetuksen liitteessä V (osa 2) lueteltujen aineiden pitoisuusrajat ylittyvät, poikkeuslupaa ei voida myöntää sijoittamiselle vaarallisen jätteen kaatopaikalle, vaan tällainen jäte voitaisiin sijoittaa poikkeusluvalla ainoastaan syvälle turvalliseen kallioperään tai suolakaivokseen.

3.2 Kaatopaikkakelpoisuuden arvioiminen

Haitta-aineiden liukoisia pitoisuuksia ja kokonaispitoisuuksia verrataan tässä lausunnossa valtioneuvoston asetuksen kaatopaikoista (331/2013, muutos 2021/1030) mukaisiin pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikoille sijoitettavalle jätteelle asetettuihin raja-arvoihin.

Kaatopaikka-asetus perustuu Euroopan Neuvoston päätökseen 2003/33/EY. Vaaralliseksi luokiteltu jäte jättepuitedirektiivin periaatteiden mukaisesti ja jäteluettelon nojalla olisi yleisesti ottaen sijoitettava vaarallisen jätteen kaatopaikoille ja vaaraton jäte olisi sijoitettava vaarattoman tai pysyvän jätteen kaatopaikoille. Pysyvät, reagoimattomat vaaralliset jätteet voidaan sijoittaa vaarattoman jätteen kaatopaikoille, jos kaatopaikka-asetuksessa asetetut edellytykset ja jätteen kelpoisuusperusteet täyttyvät (2018/C 124/01).

4. TUTKIMUSTULOKSET

4.1 Jäteluokittelu ja jätteen vaaraominaisuudet

Näytteen edustama jäte (aktiivihilli, näyte 1) syntyy Terrafame Oy:n akkukemikaalitehtaan epäorgaanisessa kemian prosessissa, nikkeli- ja kobolttsulfaatin valmistuksessa epäpuhtauksien poiston yhteydessä (Terrafame, 2021). Näytteen edustaman jätteen kaltaiset epäorgaanisissa kemian prosesseissa syntyvät käytetyt aktiivihillijätteet (jätenimike 06 13 02*) luokitellaan jäteasetuksen 978/2021 liitteen 3 jäteluettelon mukaan vaaralliseksi jätteeksi (nimiketyyppi AH; 2018/C 124/01, liite 1 taulukko 3).

Ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 (liitteet 6 ja 9) mukaisesti tarkasteltuna näytteen edustaman jätteen nikkelin kokonaispitoisuus (930 mg/kg tuorepainossa) ylitti vaarallisten jätteiden luokituksen alimmat rinnakkaisjätenimikkeellisille sovellettavat pitoisuusrajat, mikäli nikkeli esiintyy jätteessä nikkelisulfaattina ja/tai nikkelisulfidina. Metallin kokonaispitoisuuden perusteella sen esiintymismuotoa jätteessä ei voida tuntea. Jätteen liukoisen nikkelin pitoisuus (1 500 mg/kg ka L/S 10 kum. ravistelutestissä ja 790 mg/kg läpivirtaustestissä) sekä liukoisen sulfaatin pitoisuus (9 400 mg/kg ravistelutestissä ja 4 000 mg/kg läpivirtaustestissä) olivat kuitenkin korkeat, minkä perusteella nikkeli esiintyy tutkitussa jätteessä suurelta osin helppoliukoisena nikkelisulfaattina. Öljyhiilivetyjen (C5-C40) kokonaispitoisuus (5,6% tuorepainossa) ylitti rinnakkaisnimikkeellisille jätteille asetetun vaarallisen jätteen luokituksen ylemmän pitoisuusrajan (1%). PAH-yhdisteiden ja bentseenin kokonaispitoisuudet alittivat vaarallisten jätteiden luokituksen alimmat sovellettavat pitoisuusrajat (taulukot 1 ja 2).

Jäte ei sisältänyt merkittäviä POP-yhdisteiksi luokiteltujen PCB- (<50 mg/kg ka) tai PAH16-yhdisteiden (<0,1 mg/kg ka) pitoisuuksia. Muita POP-yhdisteitä ei ole tutkittu tässä tilauksessa (taulukot 2 ja 4).

Terraframe Oy
Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden perusmäärittely

Taulukko 1. Näytteen alkuaineiden kokonaispitoisuudet. Taulukossa on esitetty näytteen analyysitulosten lisäksi vertailupitoisuuksina vastaavat vaarallisille rinnakkaisjättenimikkeellisille jätteille (nimiketyypit MH ja MNH) sovellettavat pitoisuusraja-arvot Euroopan unionin jätedirektiivin (2008/98/EY, muutos 1357/2014 ja 2017/99) liitteen III sekä ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 liitteen 6 ja 9 mukaisesti.

Näytetunnus: Aktiivihilli, näyte 1 Näyttenumero: 693-2022-00043871			Vaarallisen jätteen sovellettava pitoisuusraja		Yhteenlaskussa alin huomioitava pitoisuus (cut-off-arvo)
KOKONAISPITOISUUS (ka-pit. 77,3%)			Raja-arvot Euroopan unionin jätedirektiivin liite III ja ympäristöministeriön julkaisut 2019/2 (liitteet 6 ja 9) mukaisesti		
Alkuaine	(mg/kg ka)	(mg/kg tuore)	(mg/kg tuore)	(mg/kg tuore)	Sovellettava pitoisuusrajan vaaraluokka ja vaarakategoria sekä sulussa vaaralauseke ja vaaraominaisuus
Arseeni (As)	<3	< 2	2 500	1 000	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Barium (Ba)	54	42	225 000	-	Acute Tox. 4 (H332/HP 6)
Beryllium (Be)	1,6	1,2	1 000	-	Carc. 1B (H350i/HP 7)
Kadmium (Cd)	<0,3	< 0,2	2 500	1 000	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Koboltti (Co)	26	20	380	-	CoSO ₄ : Carc. 1B (H350i/HP 7)
			450	-	CoCl: Carc. 1B (H350i/HP 7)
			2000	790	CoO: Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Kromi (Cr)	7,0	5,4	1 000	1 000	Cr(VI): Carc. 1B (H350i/HP 7)
Kupari (Cu)	6,3	4,9	1 000	400	CuSO ₄ : Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
			2 000 ¹⁾	-	CuO: Aquatic Chronic 1 (H410/HP14)
			2 220 ¹⁾	-	Cu ₂ O: Aquatic Chronic 1(H410/HP14)
			12 000	4 700	CuCl ₂ : Aquatic Chronic 2 (H411/HP 14)
Elohopea (Hg)	1,1	0,85	2 500	1 000	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14) ja Acute Tox.2 (H300/HP 6)
Molybdeeni (Mo)	13	10	-	-	-
Nikkeli (Ni)	1 200	930	380	380	NiSO ₄ : Carc 1A (H350i/HP 7)
			610	610	NiS: Carc 1A (H350i/HP 7)
Lyijy (Pb)	<2	< 2	2 500	1 000	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Antimoni (Sb)	<2	< 2	25 000	10 000	Aquatic Chronic 2 (H411/HP 14)
Seleen (Se)	<3	< 2	2 500	-	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Tallium (Tl)	<0,1	< 0,1	2 500	-	Acute Tox. 2 (H300/HP 6)
Uraani (U)	1,3	1,0	2 500	-	Acute Tox. 2 (H300/HP 6)
Vanadiini (V)	8,3	6,4	5 600	5 600	STOT RE 1 (H372/HP 5) ja Muta. 2 (H341/HP 11)
Sinkki (Zn)	<3	< 2	1 000	400	ZnSO ₄ : Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
			1 200	470	ZnCl ₂ : Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
			2 000 ¹⁾	-	ZnO: Aquatic Chronic 1 (H410/ HP 14)

¹⁾ Eräiden kupari- ja sinkkiyhdisteiden luokituksia CLP-asetuksen (EY 1272/2008) harmonisoidussa aineluettelossa, ja luokituksia vastaavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat. Raja-arvot on taulukossa ilmoitettu laskennallisina metalli-ionin pitoisuuksina yhdisteessä, jolle vaaraominaisuus on asetettu.

Terrafame Oy
Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden perusmäärittely

Taulukko 2. Näytteen PAH-yhdisteiden, öljyhiilivetyjen ja bentseenin kokonaispitoisuudet. Taulukossa on esitetty näytteen analyysitulosten lisäksi vertailupitoisuuksina vastaavat vaarallisille jätteille sovellettavat pitoisuusraja-arvot Euroopan unionin jätedirektiivin (2008/98/EY, muutos 1357/2014 ja 2017/99) liitteen III sekä ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 liitteen 6 ja 9 mukaisesti sekä öljyhiilivedyille (C5–C40) sovellettavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 taulukon 27 mukaisesti

Näytetunnus: Aktiivihiili, näyte 1 Näytenumero: 693-2022-00043871			Vaarallisen jätteen sovellettava pitoisuusraja		Yhteenlaskussa alin huomioitava pitoisuus (cut-off-arvo)
KOKONAISPITOISUUS (ka-pit. 77,3%)			Raja-arvot Euroopan unionin jätedirektiivin liite III ja ympäristöministeriön julkaisut 2019/2 (liitteet 6 ja 9) mukaisesti		
orgaaninen yhdiste	(mg/kg ka)	(% tuore)	(% tuore)	(% tuore)	Sovellettava pitoisuusrajan vaaraluokka ja vaarakategoria sekä sulussa vaaralauseke ja vaaraominaisuus ¹⁾
Antraseeni	<0,01	< 0,000001 %	0,25 %	0,10 %	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Asenaftteeni	<0,1	< 0,00001 %	-	-	-
Asenaftyleeni	<0,01	< 0,000001 %	-	-	-
Bentso(a)antraseeni ^{3, 4)}	<0,01	< 0,000001 %	0,10 %	0,10 %	Carc. 1B (H350 /HP 7)
Bentso(a)pyreeni ^{1, 3, 4)}	<0,01	< 0,000001 %	0,01% ²⁾	0,01 %	Carc. 1B (H350/ HP 7) ja Muta. 1B (H340/HP 11)
Bentso(b/j)fluoranteeni ^{1, 3, 4)}	<0,01	< 0,000001 %	0,10 %	-	Carc. 1B (H350/HP 7)
Bentso(g,h,i)peryleeni	<0,01	< 0,000001 %	-	-	-
Bentso(k)fluoranteeni ^{1, 3)}	<0,01	< 0,000001 %	0,10 %	0,10 %	Carc. 1B (H350)
Dibentso(a,h)antraseeni ³⁾	<0,01	< 0,000001 %	0,01 %	0,01 %	Carc. 1B (H350/HP 7)
Fenantreeni	<0,01	< 0,000001 %	0,25 %	0,10 %	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Fluoranteeni	<0,01	< 0,000001 %	0,25 %	0,10 %	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Fluoreeni	<0,1	< 0,00001 %	-	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni ¹⁾	<0,01	< 0,000001 %	-	-	-
Kryseeni ^{3, 4)}	<0,01	< 0,000001 %	0,10 %	-	Carc. 1B Muta. 2 (H350/HP 7)
Naftaleeni	<0,01	< 0,000001 %	0,25 %	0,10 %	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Pyreeni	<0,01	< 0,000001 %	-	-	-
PAH-yhdisteet (EPA 16)	<0,01	< 0,000001 %	-	-	-
Bentso(e)pyreeni ^{3, 4)}	ei tutkittu	ei tutkittu	0,10 %	-	Carc. 1B (H350/HP 7)
Bentseeni ^{3, 4)}	<0,05	< 0,000004 %	0,10%	-	Carc. 1B (H350 /HP 7)
Öljyhiilivedyt (C5-C40)	73 000	5,6 %	0,1% ³⁾ / 1,0% ⁴⁾	-	Carc. 1B (H350 /HP 7)
Öljyhiilivedyt (C10-C40)	72 000	5,6 %	-	-	Carc. 1B (H350 /HP 7)

¹⁾ POP-asetuksessa (EU) 2019/1021 liitteessä III (B OSA) esitetty POP-yhdiste.

²⁾ Silloin, kun jäte sisältää bitumiseoksia, tulisi kuitenkin ottaa huomioon bitumimateriaalin mahdollisesti sisältämä kivihiiliterva, joka voi tehdä jätteestä syöpävaarallista, mikäli kivihiilitervan pitoisuus jätteessä ylittää 0,1 %. Kivihiilitervan merkkiaineena voidaan komission luokitusoppaan mukaan käyttää bentso(a)pyreeniä. Jos bitumia sisältävä jäte sisältää bentso(a)pyreeniä yli 0,005 % (50 ppm), jäte olisi vaarallista, koska kivihiilitervan pitoisuus jätteessä ylittää silloin 0,1 (Euroopan komission 2018, liitteen I luvusta 1.4.5).

³⁾ Rinnakkaisnimikkeisiin kuuluvien öljyisten jätteiden luokittelussa sovellettavaa pitoisuusrajaa sovelletaan, jos: jätteen bentseeni- ja PAH-pitoisuudesta ei ole tietoa, tai jäte sisältää bentseeniä vähintään 0,1 %, tai bentso(a)pyreeniä tai dibentso(a,h)antraseeniä vähintään 0,01 %, tai bentso(a)antraseeniä, bentso(e)pyreeniä, kryseeniä, bentso(b)fluoranteeniä, bentso(j)fluoranteeniä tai bentso(k)fluoranteeniä vähintään 0,1 % (Ympäristöministeriön julkaisut 2019/2, s. 98).

⁴⁾ Rinnakkaisnimikkeisiin kuuluvien öljyisten jätteiden luokittelussa sovellettavaa pitoisuusrajaa sovelletaan, jos jäte sisältää: bentseeniä alle 0,1 %, ja bentso(a)pyreeniä ja dibentso(a,h)antraseeniä alle 0,01 %, ja bentso(a)antraseeniä, bentso(e)pyreeniä, kryseeniä, bentso(b)fluoranteeniä, bentso(j)fluoranteeniä ja bentso(k)fluoranteeniä alle 0,1 % (Ympäristöministeriön julkaisut 2019/2, s. 98).

4.2 Kaatopaikkakelpoisuus

Näytteen edustaman jätteen liukoisen nikkelin pitoisuus sekä liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuus (DOC) ylittivät sekä ravistelutestissä (SFS-EN 12457-3) että läpivirtaustestissä (SFS EN 14405) valtioneuvoston asetuksessa 331/2013 asetetut raja-arvot vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoittaville jätteille; nikkeli 38-kertaisesti ravistelutestissä ja 20-kertaisesti läpivirtaustestissä, DOC 2,1-kertaisesti ravistelutestissä ja 1,8-kertaisesti läpivirtaustestissä (taulukko 3).

Liukoisen seleenin (ravistelutestissä) ja sulfaatin pitoisuudet, fenoli-indeksi sekä liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikan liukoisuusraja-arvot (taulukko 3).

Liukoisen koboltin pitoisuus oli ravistelutestissä 70 mg/kg ka L/S 10 kum. ja läpivirtaustestissä 17 mg/kg. Koboltin kokonaispitoisuus oli 26 mg/kg ka. Ravistelutestin kokonaispitoisuutta suurempi liukoinen kobolttipitoisuus selittyy näytteen epähomogeenisuudella ja korkean suolapitoisuuden aiheuttamalla satunnaisvirheellä. Liukoisen uraanin, tinan ja toriumin pitoisuudet olivat alhaisia ja alle analyysimenetelmien määrittäysrajojen. Uraanin kokonaispitoisuus oli 1,3 mg/kg ka, tinan <3 mg/kg ka ja toriumin 0,75 mg/kg ka (taulukot 1 ja 3, liite 1).

Terrafame Oy
Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden perusmäärittely

Taulukko 3. Näytteen liuenneiden aineiden pitoisuudet liuos-kiintoainessuhteella $L/S = 10$ [mg/kg kuiva-ainetta]. Taulukossa on esitetty näytteen analyysitulosten lisäksi vertailupitoisuuksina valtioneuvoston asetuksen 331/2013 (muutos 2021/1030) mukaiset raja-arvot pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle.

Näytetunnus: Aktiivihilli, näyte 1 Näytenumero: 693-2022-00043871			Kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot (mg/kg ka L/S 10 l/kg kum.) <i>VNa 331/2013 mukaisesti</i>		
LIUKOISUUS (mg/kg ka L/S 10 l/kg kum.)			<i>Jätteen kelpoisuus pysyvän jätteen kaatopaikalle</i>	<i>Jätteen kelpoisuus vaarattoman jätteen kaatopaikalle ⁵⁾</i>	<i><u>Jätteen kelpoisuus vaarallisen jätteen kaatopaikalle</u></i>
Aine/muuttuja	SFS-EN 12457-3 ravistelutesti	SFS-EN 14405 läpivirtaustesti			
Arseeni (As)	0,033	0,013	0,5	2	25
Barium (Ba)	0,097	0,096	20	100	300
Kadmium (Cd)	<0,005	<0,002	0,04	1	5
Kromi (Cr)	0,046	0,020	0,5	10	70
Kupari (Cu)	<0,05	<0,01	2	50	100
Elohopea (Hg)	<0,004	<0,004	0,01	0,2	2
Molybdeeni (Mo)	0,027	0,032	0,5	10	30
Nikkeli (Ni)	1 500	790	0,4	10	40
Lyijy (Pb)	0,023	0,073	0,5	10	50
Antimoni (Sb)	<0,01	0,022	0,06	0,7	5
Seleen (Se)	0,24	0,064	0,1	0,5	7
Vanadiini (V)	<0,01	<0,01	-	-	-
Sinkki (Zn)	0,17	0,14	4	50	200
Kloridi (Cl ⁻)	<50	<50	800	15 000	25 000
Fluoridi (F ⁻)	<5	<5	10	150	500
Sulfaatti (SO ₄ ²⁻)	9 400	4 000	1 000	20 000	50 000
Fenoli-indeksi	5,4	6,5	1	-	-
DOC	2 100	1 800	500 ¹⁾	800 ²⁾	1 000 ³⁾
TDS	19 000	7 600	4 000 ⁴⁾	60 000 ⁴⁾	100 000 ⁴⁾
Koboltti (Co)	70	17	-	-	-
Tina (Sn)	<0,01	<0,01	-	-	-
Torium (Th)	<0,01	<0,02	-	-	-
Uraani (U)	<0,002	<0,002	-	-	-

¹⁾ Jos liuenneen orgaanisen hiilen raja-arvo ylittyy jätteen omassa pH:ssa, voidaan jäte vaihtoehtoisesti testata uuttosuhteessa $L/S = 10$ l/kg pH:ssa 7,5–8,0; jätteen katsotaan täyttävän liuenneen orgaanisen hiilen kelpoisuusvaatimuksen, jos pitoisuus on enintään 500 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, taulukko 2).

²⁾ Jos liuenneen orgaanisen hiilen raja-arvo ylittyy jätteen omassa pH:ssa, voidaan jäte vaihtoehtoisesti testata uuttosuhteessa $L/S = 10$ l/kg pH:ssa 7,5–8,0; jätteen katsotaan täyttävän liuenneen orgaanisen hiilen kelpoisuusvaatimuksen, jos pitoisuus on enintään 800 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, taulukko 5).

³⁾ Jos liuenneen orgaanisen hiilen raja-arvo ylittyy jätteen omassa pH:ssa, voidaan jäte vaihtoehtoisesti testata uuttosuhteessa $L/S = 10$ l/kg pH:ssa 7,5–8,0; jätteen katsotaan täyttävän liuenneen orgaanisen hiilen kelpoisuusvaatimuksen, jos pitoisuus on enintään 1 000 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, taulukko 7).

⁴⁾ Liuenneiden aineiden kokonaismäärän (TDS) raja-arvoa voidaan soveltaa sulfaatin ja kloridin raja-arvojen sijasta (VNa 331/2013 liite 3, taulukot 2, 5 ja 7).

⁵⁾ Liukoisten pitoisuuksien raja-arvot sijoitettaessa vaaratonta jätettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle yhdessä vakaan reagoimattoman vaarallisen jätteen kanssa (VNa 331/2013 30 §).

Terrafame Oy
Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden perusmäärittely

⁶⁾ Liuennot orgaaninen hiilen (DOC) raja-arvo sijoitettaessa vaaratonta jätettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle yhdessä kipsipohjaisen jätteen kanssa (VNa 331/2013 29 §).

Näytteen edustamalla jätteellä ei ollut lainkaan haponneutralointikapasiteettia (ANC/pH₄), koska jätteen luonnollinen pH_{1:10} oli alle 4 (taulukot 4 ja 5).

Näytteen orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC 85% ka) ja hehkutushäviö (90% ka) ylittivät moninkertaisesti vaarallisen jätteen kaatopaikan raja-arvot. Alkuainehiilen osuus TOC:na määritetyn orgaanisen hiilen kokonaismäärästä oli 46% (taulukko 4, liite 1).

BTEX-, PCB- ja PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuudet alittivat kaatopaikka-asetuksessa (331/2013) asetetut raja-arvot pysyvän jätteen kaatopaikalle. Öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuus (72 000 mg/kg ka) ylitti pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvon (taulukko 4).

Taulukko 4. Näytteen muut tutkitut aineet. Taulukossa on esitetty näytteen analyysitulosten lisäksi vertailupitoisuuksina valtioneuvoston asetuksen 331/2013 (muutos 2021/1030) mukaiset raja-arvot pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle.

Näytetunnus: Aktiivihilli, näyte 1 Näytenumero: 693-2022-00043871			Kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot VNa 331/2013 mukaisesti		
			Jätteen kelpoisuus pysyvän jätteen kaatopaikalle	Jätteen kelpoisuus vaarattoman jätteen kaatopaikalle	Jätteen kelpoisuus vaarallisen jätteen kaatopaikalle
Aine/muuttuja	Yksikkö	Tulos			
ANC (pH 4/24h)	mol H ⁺ /kg ka	-	-	tutkittava ja arvioitava ¹⁾	
pH 1:10	-	3,8	-	-	
TOC	(% ka)	85	3 / 6 ²⁾	5 ^{3, 4)} / 10 ⁵⁾	6 ⁶⁾ / 18 ^{6, 7)}
Hehkutushäviö 550 °C	(% ka)	90	-	10 ⁵⁾	10 ⁶⁾
Kuiva-ainepitoisuus	(% tuore)	77,3	-	-	-
BTEX-yhdisteet	(mg/kg ka)	0,57	6	-	-
Öljyhiilivedyt (C10-C40)	(mg/kg ka)	72 000	500	-	-
PCB-yhdisteet (PCB-7)	(mg/kg ka)	<0,6	1	-	-
PAH-yhdisteet (EPA 16)	(mg/kg ka)	<0,1	40	-	-

¹⁾ Raja-arvo sijoitettaessa vaaratonta jätettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle yhdessä vakaan reagoimattoman vaarallisen jätteen kanssa (VNa 331/2013 30 §).

²⁾ Raja-arvo (TOC 3 %-ka) voidaan korottaa enintään kaksinkertaisesti; maa-ainesjätteelle voidaan kuitenkin hyväksyä kolminkertainen raja-arvo, jos jätteen DOC on enintään 500 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, kohta 4).

³⁾ Raja-arvo sijoitettaessa vaaratonta jätettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle yhdessä kipsipohjaisen (VNa 331/2013 29 §) tai vakaan reagoimattoman vaarallisen jätteen kanssa (VNa 331/2013 30 §).

⁴⁾ Raja-arvo (TOC 5 %-ka) voidaan korottaa enintään kaksinkertaiseksi vain, jos DOC on enintään 800 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, kohta 4).

⁵⁾ Vaarattoman jätteen kaatopaikan pintarakenteen tiivistyskerroksen alla olevaan jätetäyttöön tai rakenteeseen hyväksytään vain sellaista vaaratonta jätettä, jonka biohajoavan ja muun orgaanisen aineksen pitoisuus määritettynä orgaanisen hiilen kokonaismääränä tai hehkutushäviönä on enintään 10 prosenttia. Tämä ei koske seuraavia jätteitä: 1) energiantuotannossa tai jätteen polttamisessa syntyvä lento- tai pohjatuhka, jos sen liuenneen orgaanisen hiilen pitoisuus on alle 800 milligrammaa kilogrammassa määritettynä nesteen ja kiinteän aineen suhteessa 10 litraa kilogrammaa kuiva-ainetta kohden joko jätteen omassa pH:ssa tai pH:ssa 7,5–8; 2) pilaantunut maa-ainesjäte, pilaantunut ruoppausjäte tai asbestijäte, jos se sijoitetaan erillään muista jätteistä; 3) jätelain 3 §:n 1 momentin 6 kohdassa tarkoitettu sivutuoteasetuksessa tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden, jos asetuksessa tai sen täytäntöönpanosäännöksissä hyväksytään niiden hautaaminen maahan, tai muutkin jätteet erityistilanteissa, jos niiden sijoittaminen kaatopaikalle on välttämätöntä eläintautien torjumiseksi; 4) metsäteollisuudessa massan valmistuksessa

Terrafame Oy
Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden perusmäärittely

syntyvä soodasakka tai keräyspaperin siistauksessa syntyvä liete; 5) 29–31 §:ssä tarkoitettu jäte (VNa 331/2013 28 §).

⁶⁾ On sovellettava joko hehkutushäviön tai orgaanisen hiilen kokonaismäärän (TOC) raja-arvoa (VNa 331/2013).

⁷⁾ Raja-arvo (TOC 6 %-ka) voidaan korottaa enintään kolminkertaiseksi vain, jos jätteen DOC on enintään 1 000 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, kohta 4).

Taulukko 5. Näytteen suotovesien pH-arvot ja sähköjohtokyvyt. Taulukossa on esitetty näytteen analyysitulosten lisäksi vertailupitoisuuksina valtioneuvoston asetuksen 331/2013 (muutos 2021/1030) mukaiset raja-arvot pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle.

Näytetunnus: Aktiivihilli, näyte 1 Näytenumero: 693-2022-00043871			Kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot VNa 331/2013 mukaisesti		
Aine/muuttuja			Jätteen kelpoisuus pysyvän jätteen kaatopaikalle	Jätteen kelpoisuus vaarattoman jätteen kaatopaikalle	Jätteen kelpoisuus vaarallisen jätteen kaatopaikalle
	SFS-EN 12457-3	SFS-EN 14405			
pH L/S 0 - 0,1	-	4,8	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 0,1 - 0,2	-	3,8	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 0,2 - 0,5	3,7	3,9	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 0,5 - 1	-	3,9	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 1 - 2	-	4,0	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 2 - 5	-	4,1	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 5 - 10	4,8	4,4	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
sähköjohtokyky L/S 0 - 0,1 (mS/m)		650	-	-	-
sähköjohtokyky L/S 0,1 - 0,2 (mS/m)		480	-	-	-
sähköjohtokyky L/S 0,2 - 0,5 (mS/m)	690	460	-	-	-
sähköjohtokyky L/S 0,5 - 1 (mS/m)		280	-	-	-
sähköjohtokyky L/S 1 - 2 (mS/m)		180	-	-	-
sähköjohtokyky L/S 2 - 5 (mS/m)		62	-	-	-
sähköjohtokyky L/S 5 - 10 (mS/m)	53	19	-	-	-

¹⁾ Raja-arvo sijoitettaessa vaaratonta jätettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle yhdessä vakaan reagoimattoman vaarallisen jätteen kanssa (VNa 331/2013 30 §).

¹⁾ Poikkeukset taulukon raja-arvoista, jos toteutettavan rakenteen enimmäispaksuus on 0,5 m (mg/kg L/S-suhteessa 10 l/kg). Peitetty väylä: barium 80, vanadiini 3, kloridi 3 600, sulfaatti 6 000. Päällystetty väylä: kloridi 14 000, sulfaatti 20 000. Peitetty kenttä: antimoni 0,4.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Jäteluokittelu ja jätteen vaaraominaisuudet

Näytteen edustama jäte (aktiivihiili, näyte 1) syntyy Terrafame Oy:n akkukemikaalitehtaan epäorgaanisessa kemian prosessissa, nikkeli- ja kobolttisulfaatin valmistuksessa epäpuhtauksien poiston yhteydessä. Näytteen edustaman jätteen kaltaiselle epäorgaanisissa kemian prosesseissa syntyvälle aktiivihiilijätteelle on jäteasetuksen 978/2021 liitteen 3 jäteluettelossa jätenimike 06 13 02* (käytetty aktiivihiili). Jätteen nimiketyyppi on AH, joten jäte luokitellaan aina vaaralliseksi eikä lisäarviointia tarvita päätöksen tekemiseksi siitä, onko jäte luokiteltava vaarattomaksi (2018/C 124/01).

Ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 (liitteet 6 ja 9) mukaisesti tarkasteltuna näytteen edustaman jätteen nikkelin kokonaispitoisuus (930 mg/kg tuorepainossa) ylitti vaarallisten jätteiden luokituksen alimmat rinnakkaisjätenimikkeellisille sovellettavat pitoisuusrajat, mikäli nikkeli esiintyy jätteessä nikkelisulfaattina ja/tai nikkelisulfidina. Metallin kokonaispitoisuuden perusteella sen esiintymismuotoa jätteessä ei voida tuntea. Jätteen liukoisen nikkelin pitoisuus (1 500 mg/kg ka L/S 10 kum. ravistelutestissä ja 790 mg/kg läpivirtaustestissä) sekä liukoisen sulfaatin pitoisuus (9 400 mg/kg ravistelutestissä ja 4 000 mg/kg läpivirtaustestissä) olivat kuitenkin korkeat, minkä perusteella nikkeli esiintyy tutkitussa jätteessä suurelta osin helppoliukoisena nikkelisulfaattina. Öljyhiilivetyjen (C5-C40) kokonaispitoisuus (5,6% tuorepainossa) ylitti rinnakkaisnimikkeellisille jätteille asetetun vaarallisen jätteen luokituksen ylemmän pitoisuusrajan (1%). PAH-yhdisteiden ja bentseenin kokonaispitoisuudet alittivat vaarallisten jätteiden luokituksen alimmat sovellettavat pitoisuusrajat.

Jäte ei sisältänyt merkittäviä POP-yhdisteiksi luokiteltujen PCB- (<50 mg/kg ka) tai PAH16-yhdisteiden (<0,1 mg/kg ka) pitoisuuksia. Muita POP-yhdisteitä ei ole tutkittu tässä tilauksessa.

5.2 Kaatopaikkakelpoisuus

Valtioneuvoston asetuksen 331/2013 mukaisesti tarkasteltuna näytteen edustama jäte (aktiivihiili, näyte 1) ei täyttänyt vaarallisen jätteen kaatopaikan sijoitusvaatimuksia liian korkean liukoisen nikkelin sekä liukoisen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuuksien takia. Nikkeli ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikan liukoisuusraja-arvon ravistelutestissä 38-kertaisesti ja läpivirtaustestissä 20-kertaisesti. DOC ylitti ravistelutestissä vaarallisen jätteen kaatopaikan raja-arvon 2,1-kertaisesti ja läpivirtaustestissä 1,8-kertaisesti.

Koboltin kokonaispitoisuus oli 26 mg/kg ka. Liukoisen koboltin pitoisuus oli ravistelutestissä 73 mg/kg ka L/S 10 kum. ja läpivirtaustestissä 17 mg/kg, minkä perusteella koboltti oli täysin liukoisessa muodossa. Ravistelutestin kokonaispitoisuutta suurempi liukoinen kobolttipitoisuus selittyy näytteen epähomogeenisuudella ja korkean suolapitoisuuden aiheuttamalla satunnaisvirheellä. Uraanin kokonaispitoisuus oli 1,3 mg/kg ka, tinan <3 mg/kg ka ja toriumin 0,75 mg/kg ka. Liukoisen uraanin, tinan ja toriumin pitoisuudet olivat alhaisia ja alle analyysimenetelmien määritysrajojen.

Päätöksen tutkitun näytteen edustaman jätteen kaatopaikkasijoituksesta tekee ympäristölupaviranomainen mm. tämän lausunnon sekä näytteestä tehtyjen tutkimusten (liite 1) perusteella. Ympäristönsuojeluasetuksen (713/2014) mukaan jätettä käsittelevän laitoksen ympäristölupaviranomaisena toimii laitoksen koosta, toiminnan luonteesta sekä käsiteltävän jätteen luokituksesta riippuen joko aluehallintovirasto (AVI) tai kunnan ympäristösuojeluviranomainen.

Tutkimustuloksista koostettu lausunto on testausselesteesta erillinen asiantuntija-arvio tulosten tulkinnan tueksi niillä tiedoilla, joita laboratoriollla on käytössä ja ainoastaan tehtyjen tutkimusten perusteella (KSE2013).

Oulussa, 5.1.2023
Eurofins Ahma Oy



Tomi Nevanperä, FM, Kemisti
tominevanpera@eurofins.fi
puh. 044 588 5268



Sandra van der Veen, MEng, Ympäristöinsinööri
SandravanderVeen@eurofins.fi
puh. 050 573 9762

VIITTEET

- 2018/C 124/01. Euroopan unionin virallinen lehti C 124, 2018. Komission tiedonanto – Tekniset ohjeet jätteiden luokittelusta
- CEN/TS 15364. Jätteiden karakterisointi. Liukoisuustestit. Hapon ja emäksen kulutuksen testaus neutralisaatiossa.
- EPA 3051A (revision 1). Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils and Oils
- SFS-EN 1484. Vesianalyysi. Ohjeita orgaanisen hiilen kokonaismäärän (TOC) ja liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) määrittelyyn
- SFS-EN 12457-3. Jätteiden karakterisointi. Liukoisuus. Rakeisten jättemateriaalien ja lietteiden liukoisuudenlaadunvalvontatesti. osa 3: kaksivaiheinen ravistelutesti uuttoliuoksen ja kiinteän jätteen suhteessa 2 l/kg ja 8 l/kg materiaaleille, joiden kiintoaineksen osuus on suuri ja raekoko alle 4 mm (raekoon pienentäminen tarvittaessa)
- SFS-EN 14405. Characterization of waste. Leaching behaviour test. Up-flow percolation test (under specified conditions)
- SFS-EN 15169. Characterization of waste. Determination of loss on ignition in waste, sludge and sediments
- SFS-EN 15216. Characterization of waste. Determination of total dissolved solids (TDS) in water and eluates
- SFS-EN 15934. Sludge, treated biowaste, soil and waste. Calculation of dry matter fraction after determination of dry residue or water content
- SFS-EN 15936. Soil, waste, treated biowaste and sludge. Determination of total organic carbon (TOC) by dry combustion
- SFS-EN 27888. Water quality. Determination of electrical conductivity (ISO 7888:1985)
- SFS-EN ISO 10304-1. Veden laatu. Liuenneiden fluori-, klori-, nitriitti-, ortofosfaatti-, bromidi-, nitraatti- ja sulfaatti-ionien määrittely ionikromatografialla. Osa 1: Menetelmä vähän likaantuneelle vedelle
- SFS-EN ISO 10523. Water quality. Determination of pH (ISO 10523:2008)
- SFS-EN ISO 11885. Water Quality – Determination of selected elements by Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry
- SFS-EN ISO 17294-2. Water quality. Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes (ISO 17294-2:2016)
- SFS-ISO 16772. Soil quality — Determination of mercury in aqua regia soil extracts with cold-vapour atomic spectrometry or cold-vapour atomic fluorescence spectrometry
- Terrafame Oy, Akkukemikaalitehtaan tarkkailusuunnitelma 15.6.2021
- Ympäristöministeriön julkaisu 2019:2. Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi – päivitetty opas. Ympäristöministeriö 30.1.2019
- Wahlström, M., J. Laine-Ylijoki, T. Kaartinen, O. Hjelmars and D. Bendz. Acid neutralization capacity of waste – specification of requirement stated in landfill regulations. Temanord 2009:580. Nordic Council of Ministers, Copenhagen 2009, ISBN 978-92-893-1942-3, s. 37-38

LIITTEET

Liite 1. Tutkimustodistus AR-23-YB-000001-01; 693-2022-00043871

Terrafame Oy

**Jätteen (bentoniittisakka, näyte 2)
kaatopaikkakelpoisuuden perusmäärittely**

Jätteen (bentoniittisakka, näyte 2) kaatopaikkakelpoisuuden perusmäärittely

5.1.2023

Tomi Nevanperä

Sandra van der Veen

Sisällysluettelo:

1.	NÄYTETIEDOT	1
2.	LABORATORIOTUTKIMUKSET	2
2.1	KOKONAISPITOISUUDET	2
2.2	LIUKOISET PITOISUUDET	2
3.	TULOSTEN TULKINTA.....	2
3.1	JÄTELUOKITTELU JA JÄTTEEN VAARAOMINAISUUKSIEN ARVIOIMINEN	2
3.2	KAATOPAIKKAKELPOISUUDEN ARVIOIMINEN.....	3
4.	TUTKIMUSTULOKSET	4
4.1	JÄTELUOKITTELU JA JÄTTEEN VAARAOMINAISUUDET	4
4.2	KAATOPAIKKAKELPOISUUS	7
5.	JOHTOPÄÄTÖKSET	11
5.1	JÄTELUOKITTELU JA JÄTTEEN VAARAOMINAISUUDET	11
5.2	KAATOPAIKKAKELPOISUUS	11
	VIITTEET	12

LIITTEET

Liite 1. Tutkimustodistus AR-23-YB-000182-01; 693-2022-00043872

Copyright © Eurofins Ahma Oy, Waste Testing Oulu

Nuottasaarentie 17

90400 Oulu

p. 040 1333 800 (vaihde)

Y-tunnus 0227583-3

1. NÄYTETIEDOT

Asiakas:	Terrafame Oy
Asiakkaan osoite:	Malmitie 66 88120 Tuhkakylä
Asiakasnumero:	YB0001273
Yhteyshenkilö:	Mari Malinen
Asiakirjan jakelu	mari.malinen@terrafame.fi; laura-maria.tervonen@terrafame.fi; mervi.pienimaki@terrafame.fi
Tilauksen kuvaus:	Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden perusmäärittely
Näytteen vastaanottopäivä:	3.11.2022
Vastaanotettu näytemäärä:	3,1 kg
Testauksen tavoite:	Jätteen kaatopaikkakelpoisuuden (VNa 331/2013) perusmäärittely
Tutkimuksen tilausnumero:	EUF105-00018068
Tutkimustodistuksen nro.:	AR-23-YB-000001-01
Laboratorion näytenumero:	693-2022-00043871
Asiakkaan näytetunnus:	Bentoniittisakka, näyte 2
Näytteenottaja:	Asiakas
Näytteenoton ajankohta:	31.10.2022
Näytteen lisätiedot:	Bentoniittisakka (crudi) syntyy nikkeli- ja kobolttisulfaatin valmistuksessa uutto-prosessin epäpuhtauksien poiston yhteydessä (Terrafame 2021)
Jätenimike:	06 03 13* tai 06 03 14 (kiinteät suolat ja liuokset, jotka sisältävät raskasmetalleja)
Nimiketyyppi:	vaarallisen jätteen rinnakkaisnimike (MH) tai vaarattoman jätteen rinnakkaisnimike (MNH)

NIMIKERYHMÄ	JÄTE-NIMIKE	NIMIKE-TYYPPI	KUVAUS
EPÄORGAANISISSA KEMIAN PROSESSEISSA SYNTYVÄT JÄTTEET (06); suolojen ja suolaliuosten sekä metallioksidien valmistuksessa, sekoituksessa, jakelussa ja käytössä syntyvät jätteet (06 03)	06 03 11*	MH	kiinteät suolat ja liuokset, jotka sisältävät syanideja
	06 03 13*	MH	kiinteät suolat ja liuokset, jotka sisältävät raskasmetalleja
	06 03 14	MNH	muut kuin nimikkeissä 06 03 11 ja 06 03 13 mainitut kiinteät suolat ja liuokset
	06 03 15*	MH	metallioksidit, jotka sisältävät raskasmetalleja
	06 03 16	MNH	muut kuin nimikkeessä 06 03 15 mainitut metallioksidit
	06 03 99	ANH	jätteet, joita ei ole mainittu muualla

2. LABORATORIOTUTKIMUKSET

2.1 Kokonaispitoisuudet

Metallien kokonaispitoisuuksien määrittämiseksi näytteelle tehtiin mikroaaltoavusteinen märkäpoltto (HCl/HNO₃) EPA 3051A-ohjeiston mukaisilla olosuhteilla. Kalsium-, kalium-, magnesium-, natrium-, fosfori-, rikki-, arseeni-, barium-, lyijy-, kromi-, nikkeli-, alumiini-, antimoni-, boori-, kadmium-, koboltti-, molybdeeni-, seleeni-, tina-, vanadiini-, beryllium-, kupari-, rauta-, mangaani-, titaani- ja sinkkipitoisuudet määritettiin laimennetusta happoliuoksesta ICP-emissiospektrometrilla eli ICP-OES (SFS-EN ISO 11885), torium-, tallium- ja uraanipitoisuudet ICP-massaspektrometrilla (SFS-EN ISO 17294-2) ja elohopea kylmähöyry-atomiabsorptiospektrometrilla (ISO 16772). PCB-, PAH- ja BTEX-yhdisteet sekä öljyhiilivedyt (C5-C40) analysoitiin Eurofins Ahma Oy:n laboratoriossa Oulussa (sis. menetelmät GC-MS ja HS-GC-MS). Lisäksi määritettiin orgaanisen hiilen kokonaismäärä eli TOC (SFS-EN 15936), alkuainehiilipitoisuus (TOC-osuudesta) kalorimetrillä (sisäinen menetelmä), kuiva-ainepitoisuus (SFS-EN 15934), hehkutushäviö 550 °C:ssa (SFS-EN 15169) sekä haponneutralointikapasiteetti eli ANC (CEN/TS 15364) ja radioaktiivisuus (tulokset toimitetaan omana liitteenä).

2.2 Liukoiset pitoisuudet

Materiaalin liukoisten pitoisuuksien määrittämiseksi näytteelle tehtiin 7-vaiheinen läpivirtaustesti (SFS-EN 14405). Liukoiset pitoisuudet määritettiin lisäksi ravistelutestillä (SFS EN 12457-3). Suodoksista analysoitiin arseeni-, barium-, kadmium-, kromi-, koboltti-, kupari-, elohopea-, molybdeeni-, nikkeli-, lyijy-, antimoni-, seleeni-, tina-, torium-, vanadiini- ja sinkkipitoisuudet ICP-massaspektrometrilla (SFS-EN ISO 17294-2). Kloridi-, fluoridi- ja sulfaattipitoisuudet määritettiin ionikromatografisesti (SFS-EN ISO 10304-1). Liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) kokonaispitoisuus analysoitiin katalyyttiseen polttoon ja NDIR –detektioon perustuvalla Shimadzu TOC-L CSH TOC –analysaattorilla (SFS-EN 1484). Suodoksista tutkittiin lisäksi liuenneiden aineiden kokonaismäärä eli TDS (SFS-EN 15216), pH-arvo (SFS-EN ISO 10523) ja sähkönjohtavuus (SFS-EN 27888) sekä fenoli-indeksi.

3. TULOSTEN TULKINTA

3.1 Jäteluokittelu ja jätteen vaaraominaisuuksien arvioiminen

Jätteet luokitellaan jäteasetuksen 978/2021 liitteessä 3 olevan jäteluettelon mukaisesti 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.

Euroopan komission julkaisemassa tulkintaoppaassa (2018/C 124/01) on lisäksi 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). Jos jätteelle on jäteluettelossa ns. rinnakkaisnimike, eli samalle jätteelle on sekä vaarattoman jätteen että vaarallisen jätteen nimike, on jätteen luokittelu tehtävä tapauskohtaisesti sen koostumuksen perusteella jätedirektiivin liitteessä III (2008/98/EY, muutos 1357/2014, 2015/1127, 2017/997 ja 2018/851) esitettyjen kriteerien mukaisesti.

Jätteiden luokittelussa vaaralliseksi tai vaarattomaksi jätteeksi käytetään CLP-asetukseen (EY 1272/2008, liite III) perustuvia vertailupitoisuuksia, jätedirektiivin liitteen III sekä ympäristöministeriön

julkaisuiden 2019/2 liitteiden 6 ja 9 mukaisesti. Jätteen vaaraominaisuuksien arvioinnissa kokonaispitoisuuksia verrataan aineiden pitoisuuteen jätteessä sen alkuperäisessä muodossa, eli tuorepainossa.

Yleisen luokituksen saavien metallien osalta vaarallisen jätteen pitoisuusrajaa voidaan verrata suoraan metallisen alkuaineen pitoisuuteen jätteessä. Jätedirektiivin liitteessä III määritellyjä vaaraominaisuuksien pitoisuusrajoja ei kuitenkaan sovelleta massiivisessa kappalemuodossa oleviin puhtaisiin metalliseoksiin (nk. lejeerinkeihin), kuten nikkeliä sisältävään teräkseen. Metallilejeeringit, jotka on erikseen mainittu jäteluettelossa ja on merkitty tähdellä (*), luokitellaan kuitenkin vaarallisiksi jätteiksi (YM julk 2019/2, s. 43).

Jätteet, jotka sisältävät pysyviä orgaanisia yhdisteitä (POP), kuten dioksiineja ja furaaneja (PCDD/PCDF), DDT:tä, klordaania, heksakloorisykloheksaaneja (ml. lindaani (HCH), alfa- ja beta-HCH), dieldriiniä, endriiniä, heptaklooria, heksaklorobentseeniä (HCB), klooridekonia, aldriinia, pentaklooribentseeniä (PeCB), mireksiä, toksafeenia, heksabromibifenyylä (HBB) tai PCB:tä, yli POP-asetuksen (EU) 2019/1021 liitteessä IV säädettyjen pitoisuusrajojen, on luokiteltava vaarallisiksi jätteiksi (valtionneuvoston asetus jätteistä 978/2021 liite 3 §2.2). Alempaa POP-rajaa sovelletaan jäteluokituksessa lisäksi mm. seuraaville aineille: endosulfaani, heksabromisykloodekaani (HBCD), heksaklooributadieeni (HCBd), lyhytketjuiset klooratut parafiinit (SCCP), klordekoni, perfluorioktaanisulfonihappo ja sen johdannaiset (PFOS), polybromatut difenyylietterit (PBDE, nk. bromatut palonsuoja-aineet) ja polyklooratut naftaleenit (PCN). Lisäksi on aineita, joihin sovelletaan päästöjen vähentämistä koskevia säännöksiä, mutta toistaiseksi ilman POP-rajoituksia, kuten eräät polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet), dikofoli, pentakloorifenoli (PCP) ja sen suolat, perfluorioktaanihappo (PFOA), sen suolat ja PFOA:n kanssa samankaltaiset yhdisteet.

POP-jätteen kierrätys on kokonaan kielletty. POP-asetuksen mukaan tällainen jäte on loppukäsiteltävä tai esikäsiteltävä niin, että yhdisteet tuhotaan tai muunnetaan palautumattomasti toiseen muotoon. POP-jäte voidaan lisäksi pakata uudelleen ja varastoida tilapäisesti ennen esikäsitteilyä tai ennen pysyvää varastointia.

POP-asetuksen liite V (osa 2) sisältää luettelon jätteistä, joille aluehallintovirasto (AVI) voi poikkeustapauksessa myöntää POP-asetuksen 7(4)(b) artiklan nojalla luvan sijoittamiselle tiettyihin pysyviin varastoihin. Em. jätteet ovat vuorausten ja tulenkestävien aineiden jätteitä (jätenimikeryhmä 16 11) tai jätteitä jotka ovat syntyneet termisissä prosesseissa (jätenimikeryhmä 10, 19 01 ja 19 04) tai rakentamisessa ja purkamisessa (jätenimikeryhmä 17). Mikäli POP-asetuksen liitteessä V (osa 2) lueteltujen aineiden pitoisuusrajat ylittyvät, poikkeuslupaa ei voida myöntää sijoittamiselle vaarallisen jätteen kaatopaikalle, vaan tällainen jäte voitaisiin sijoittaa poikkeusluvalla ainoastaan syvälle turvalliseen kallioperään tai suolakaivokseen.

3.2 Kaatopaikkakelpoisuuden arvioiminen

Haitta-aineiden liukoisia pitoisuuksia ja kokonaispitoisuuksia verrataan tässä lausunnossa valtioneuvoston asetuksen kaatopaikoista (331/2013, muutos 2021/1030) mukaisiin pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikoille sijoitettavalle jätteelle asetettuihin raja-arvoihin.

Kaatopaikka-asetus perustuu Euroopan Neuvoston päätökseen 2003/33/EY. Vaaralliseksi luokiteltu jäte jätetiededirektiivin periaatteiden mukaisesti ja jäteluettelon nojalla olisi yleisesti ottaen sijoitettava vaarallisen jätteen kaatopaikoille ja vaaraton jäte olisi sijoitettava vaarattoman tai pysyvän jätteen kaatopaikoille. Pysyvät, reagoimattomat vaaralliset jätteet voidaan sijoittaa vaarattoman jätteen kaatopaikoille, jos kaatopaikka-asetuksessa asetetut edellytykset ja jätteen kelpoisuusperusteet täyttyvät (2018/C 124/01).

4. TUTKIMUSTULOKSET

4.1 Jäteluokittelu ja jätteen vaaraominaisuudet

Näytteen edustama jäte (bentoniittisakka, näyte 2) syntyy Terrafame Oy:n akkukemikaalitehtaan epäorgaanisessa kemian prosessissa, nikkeli- ja kobolttisulfaatin valmistuksessa epäpuhtauksien poiston yhteydessä uutosta (Terrafame 2021). Kiinteille suoloille ja liuoksille, jotka sisältävät raskasmetalleja on jäteasetuksen 978/2021 liitteen 3 jäteluettelossa sekä vaarallisen (06 03 13*) että vaarattoman (06 03 14) jätteen rinnakkaisnimikkeet. Jätteen nimiketyyppi on tällöin joko MH (vaarallinen jäte) tai MNH (vaaraton jäte) riippuen jätteen haitallisten aineiden pitoisuuksista (2018/C 124/01, liite 1 taulukko 3).

Ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 (liitteet 6 ja 9) mukaisesti näytteen edustaman jätteen nikkelin kokonaispitoisuus (9 200 mg/kg tuorepainossa, 18 000 mg/kg ka) ylitti vaarallisten jätteiden luokituksen alimmat rinnakkaisjätenimikkeellisille sovellettavat pitoisuusrajat, mikäli nikkeli esiintyy jätteessä nikkelisulfaattina ja/tai nikkelisulfidina. Metallin kokonaispitoisuuden perusteella sen esiintymismuotoa jätteessä ei voida tuntea. Jätteen liukoisen nikkelin pitoisuus (18 000 mg/kg ka L/S 10 kum. ravistelutestissä ja 17 000 mg/kg läpivirtaustestissä) sekä liukoisen sulfaatin pitoisuus (100 000 mg/kg ravistelutestissä ja 94 000 mg/kg läpivirtaustestissä) olivat kuitenkin korkeat, minkä perusteella nikkeli esiintyy tutkitussa jätteessä suurelta osin helppoliukoisena nikkelisulfaattina. Öljyhiilivetyjen (C5-C40) kokonaispitoisuus (8,7% tuorepainossa) ylitti rinnakkaisnimikkeellisille jätteille asetetun vaarallisen jätteen luokituksen ylemmän pitoisuusrajan (1%). PAH-yhdisteiden ja bentseenin kokonaispitoisuudet alittivat vaarallisten jätteiden luokituksen alimmat sovellettavat pitoisuusrajat (taulukot 1 ja 2).

Korkeiden nikkelin ja öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuuksien perusteella näytteen edustama jäte voidaan luokitella vaaralliseksi jätteeksi jätenimikkeellä 06 03 13*.

Jäte ei sisältänyt merkittäviä POP-yhdisteiksi luokiteltujen PCB- (<50 mg/kg ka) tai PAH16-yhdisteiden (<25 mg/kg ka) pitoisuuksia. Muita POP-yhdisteitä ei ole tutkittu tässä tilauksessa (taulukot 2 ja 4).

Terrafame Oy
Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden perusmäärittely

Taulukko 1. Näytteen alkuaineiden kokonaispitoisuudet. Taulukossa on esitetty näytteen analyysitulosten lisäksi vertailupitoisuuksina vastaavat vaarallisille rinnakkaisjättenimikkeellisille jätteille (nimiketyypit MH ja MNH) sovellettavat pitoisuusraja-arvot Euroopan unionin jätedirektiivin (2008/98/EY, muutos 1357/2014 ja 2017/99) liitteen III sekä ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 liitteen 6 ja 9 mukaisesti.

Näytetunnus: Bentoniittisakka, näyte 2 Näyttenumero: 693-2022-00043872			Vaarallisen jätteen sovellettava pitoisuusraja		Yhteenlaskussa alin huomioitava pitoisuus (cut-off-arvo)
KOKONAISPITOISUUS (ka-pit. 50,9%)			Raja-arvot Euroopan unionin jätedirektiivin liite III ja ympäristöministeriön julkaisut 2019/2 (liitteet 6 ja 9) mukaisesti		
Alkuaine	(mg/kg ka)	(mg/kg tuore)	(mg/kg tuore)	(mg/kg tuore)	Sovellettava pitoisuusrajan vaaraluokka ja vaarakategoria sekä sulussa vaaralauseke ja vaaraominaisuus
Arseeni (As)	5,9	3,0	2 500	1 000	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Barium (Ba)	110	56	225 000	-	Acute Tox. 4 (H332/HP 6)
Beryllium (Be)	<1	< 0,5	1 000	-	Carc. 1B (H350i/HP 7)
Kadmium (Cd)	<0,3	< 0,2	2 500	1 000	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Koboltti (Co)	43	22	380	-	CoSO ₄ : Carc. 1B (H350i/HP 7)
			450	-	CoCl: Carc. 1B (H350i/HP 7)
			2000	790	CoO: Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Kromi (Cr)	17	8,7	1 000	1 000	Cr(VI): Carc. 1B (H350i/HP 7)
Kupari (Cu)	3,0	1,5	1 000	400	CuSO ₄ : Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
			2 000 ¹⁾	-	CuO: Aquatic Chronic 1 (H410/HP14)
			2 220 ¹⁾	-	Cu ₂ O: Aquatic Chronic 1(H410/HP14)
			12 000	4 700	CuCl ₂ : Aquatic Chronic 2 (H411/HP 14)
Elohopea (Hg)	0,084	0,043	2 500	1 000	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14) ja Acute Tox.2 (H300/HP 6)
Molybdeeni (Mo)	<1	< 1	-	-	-
Nikkeli (Ni)	18 000	9 200	380	380	NiSO ₄ : Carc 1A (H350i/HP 7)
			610	610	NiS: Carc 1A (H350i/HP 7)
Lyijy (Pb)	4,6	2,3	2 500	1 000	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Antimoni (Sb)	<2	< 1	25 000	10 000	Aquatic Chronic 2 (H411/HP 14)
Seleen (Se)	<3	< 2	2 500	-	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Tallium (Tl)	0,18	0,092	2 500	-	Acute Tox. 2 (H300/HP 6)
Uraani (U)	0,52	0,26	2 500	-	Acute Tox. 2 (H300/HP 6)
Vanadiini (V)	22	11	5 600	5 600	STOT RE 1 (H372/HP 5) ja Muta. 2 (H341/HP 11)
Sinkki (Zn)	20	10	1 000	400	ZnSO ₄ : Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
			1 200	470	ZnCl ₂ : Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
			2 000 ¹⁾	-	ZnO: Aquatic Chronic 1 (H410/ HP 14)

¹⁾ Eräiden kupari- ja sinkkiyhdisteiden luokituksia CLP-asetuksen (EY 1272/2008) harmonisoidussa aineluettelossa, ja luokituksia vastaavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat. Raja-arvot on taulukossa ilmoitettu laskennallisina metalli-ionin pitoisuuksina yhdisteessä, jolle vaaraominaisuus on asetettu.

Terrafame Oy
Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden perusmäärittely

Taulukko 2. Näytteen PAH-yhdisteiden, öljyhiilivetyjen ja bentseenin kokonaispitoisuudet. Taulukossa on esitetty näytteen analyysitulosten lisäksi vertailupitoisuuksina vastaavat vaarallille jätteille sovellettavat pitoisuusraja-arvot Euroopan unionin jätedirektiivin (2008/98/EY, muutos 1357/2014 ja 2017/99) liitteen III sekä ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 liitteen 6 ja 9 mukaisesti sekä öljyhiilivedyille (C5–C40) sovellettavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 taulukon 27 mukaisesti

Näytetunnus: Bentoniittisakka, näyte 2 Näytenumero: 693-2022-00043872			Vaarallisen jätteen sovellettava pitoisuusraja		Yhteenlaskussa alin huomioitava pitoisuus (cut-off-arvo)
KOKONAISPITOISUUS (ka-pit. 50,9%)			<i>Raja-arvot Euroopan unionin jätedirektiivin liite III ja ympäristöministeriön julkaisut 2019/2 (liitteet 6 ja 9) mukaisesti</i>		
orgaaninen yhdiste	(mg/kg ka)	(% tuore)	(% tuore)	(% tuore)	Sovellettava pitoisuusrajan vaaraluokka ja vaarakategoria sekä sulussa vaaralauseke ja vaaraominaisuus ¹⁾
Antraseeni	<8	< 0,0004 %	0,25 %	0,10 %	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Asenaftteeni	<8	< 0,0004 %	-	-	-
Asenaftyleeni	<8	< 0,0004 %	-	-	-
Bentso(a)antraseeni ^{3, 4)}	<8	< 0,0004 %	0,10 %	0,10 %	Carc. 1B (H350 /HP 7)
Bentso(a)pyreeni ^{1, 3, 4)}	<8	< 0,0004 %	0,01% ²⁾	0,01 %	Carc. 1B (H350/ HP 7) ja Muta. 1B (H340/HP 11)
Bentso(b/j)fluoranteeni ^{1, 3, 4)}	<8	< 0,0004 %	0,10 %	-	Carc. 1B (H350/HP 7)
Bentso(g,h,i)peryleeni	<8	< 0,0004 %	-	-	-
Bentso(k)fluoranteeni ^{1, 3)}	<8	< 0,0004 %	0,10 %	0,10 %	Carc. 1B (H350)
Dibentso(a,h)antraseeni ³⁾	<8	< 0,0004 %	0,01 %	0,01 %	Carc. 1B (H350/HP 7)
Fenantreeni	<8	< 0,0004 %	0,25 %	0,10 %	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Fluoranteeni	<8	< 0,0004 %	0,25 %	0,10 %	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Fluoreeni	<8	< 0,0004 %	-	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni ¹⁾	<8	< 0,0004 %	-	-	-
Kryseeni ^{3, 4)}	<8	< 0,0004 %	0,10 %	-	Carc. 1B Muta. 2 (H350/HP 7)
Naftaleeni	<25	< 0,001 %	0,25 %	0,10 %	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Pyreeni	<8	< 0,0004 %	-	-	-
PAH-yhdisteet (EPA 16)	<25	< 0,001 %	-	-	-
Bentso(e)pyreeni ^{3, 4)}	ei tutkittu	ei tutkittu	0,10 %	-	Carc. 1B (H350/HP 7)
Bentseeni ^{3, 4)}	<6	< 0,0003 %	0,10%	-	Carc. 1B (H350 /HP 7)
Öljyhiilivedyt (C5-C40)	170 000	8,7 %	0,1% ³⁾ / 1,0% ⁴⁾	-	Carc. 1B (H350 /HP 7)
Öljyhiilivedyt (C10-C40)	170 000	8,7 %	-	-	Carc. 1B (H350 /HP 7)

¹⁾ POP-asetuksessa (EU) 2019/1021 liitteessä III (B OSA) esitetty POP-yhdiste.

²⁾ Silloin, kun jäte sisältää bitumiseoksia, tulisi kuitenkin ottaa huomioon bitumimateriaalin mahdollisesti sisältämä kivihiiliterva, joka voi tehdä jätteestä syöpävaarallista, mikäli kivihiilitervan pitoisuus jätteessä ylittää 0,1 %. Kivihiilitervan merkkiaineena voidaan komission luokitusoppaan mukaan käyttää bentso(a)pyreeniä. Jos bitumia sisältävä jäte sisältää bentso(a)pyreeniä yli 0,005 % (50 ppm), jäte olisi vaarallista, koska kivihiilitervan pitoisuus jätteessä ylittää silloin 0,1 (Euroopan komission 2018, liitteen I luvusta 1.4.5).

³⁾ Rinnakkaisnimikkeisiin kuuluvien öljyisten jätteiden luokittelussa sovellettavaa pitoisuusrajaa sovelletaan, jos: jätteen bentseeni- ja PAH-pitoisuudesta ei ole tietoa, tai jäte sisältää bentseeniä vähintään 0,1 %, tai bentso(a)pyreeniä tai dibentso(a,h)antraseeniä vähintään 0,01 %, tai bentso(a)antraseeniä, bentso(e)pyreeniä, kryseeniä, bentso(b)fluoranteenia, bentso(j)fluoranteenia tai bentso(k)fluoranteenia vähintään 0,1 % (Ympäristöministeriön julkaisut 2019/2, s. 98).

⁴⁾ Rinnakkaisnimikkeisiin kuuluvien öljyisten jätteiden luokittelussa sovellettavaa pitoisuusrajaa sovelletaan, jos jäte sisältää: bentseeniä alle 0,1 %, ja bentso(a)pyreeniä ja dibentso(a,h)antraseeniä alle 0,01 %, ja bentso(a)antraseeniä, bentso(e)pyreeniä, kryseeniä, bentso(b)fluoranteenia, bentso(j)fluoranteenia ja bentso(k)fluoranteenia alle 0,1 % (Ympäristöministeriön julkaisut 2019/2, s. 98).

4.2 Kaatopaikkakelpoisuus

Näytteen edustaman jätteen liukoisen nikkelin ja sulfaatin pitoisuudet, liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuus (DOC) sekä liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) ylittivät sekä ravistelutestissä (SFS-EN 12457-3) että läpivirtaustestissä (SFS EN 14405) valtioneuvoston asetuksessa 331/2013 asetetut raja-arvot vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoittaville jätteille; nikkeli 450-kertaisesti ravistelutestissä ja 425-kertaisesti läpivirtaustestissä, DOC 2,3-kertaisesti ravistelutestissä ja 1,9-kertaisesti läpivirtaustestissä, sulfaatti noin kaksinkertaisesti molemmissa liukoisuustesteissä ja TDS 1,2-kertaisesti (taulukko 3).

Liukoisen seleenin pitoisuus ylitti vaarattoman jätteen kaatopaikan liukoisuusraja-arvon (ravistelutestissä) ja liukoisen sinkin pitoisuus (läpivirtaustestissä) (taulukko 3).

Liukoisen arseenin (ravistelutestissä), kromin (ravistelutestissä) sekä fenoli-indeksi (ravistelutestissä) ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikan liukoisuusraja-arvot. Fenoli-indeksin määrittäminen ei onnistunut läpivirtaustestissä näytematriisin erittäin korkeiden suolapitoisuuksien takia. Fenoli-indeksin tulos myös ravistelutestissä ainoastaan suuntaa antava (taulukko 3).

Liukoisen koboltin pitoisuus oli ravistelutestissä 41 mg/kg ka L/S 10 kum. ja läpivirtaustestissä 56 mg/kg. Koboltin kokonaispitoisuus oli 43 mg/kg ka. Ravistelutestin kokonaispitoisuutta suurempi liukoinen kobolttipitoisuus selittyy näytteen epähomogeenisuudella ja korkean suolapitoisuuden aiheuttamalla satunnaisvirheellä. Liukoisen uraanin pitoisuus oli ravistelutestissä 0,28 mg/kg ja läpivirtaustestissä 0,012 mg/kg. Uraanin kokonaispitoisuus oli 0,52 mg/kg ka. Liukoisen toriumin pitoisuus oli ravistelutestissä 2,9 mg/kg ja läpivirtaustestissä 1,8 mg/kg. Toriumin kokonaispitoisuus oli 2,1 mg/kg ka. Liukoisen tinan pitoisuudet olivat molemmissa liukoisuustesteissä alhaisia (<0,01 mg/kg). Tinan kokonaispitoisuus oli <3 mg/kg ka (taulukot 1 ja 3).

Taulukko 3. Näytteen liuenneiden aineiden pitoisuudet liuos-kiintoainessuhteella $L/S = 10$ [mg/kg kuiva-ainetta]. Taulukossa on esitetty näytteen analyysitulosten lisäksi vertailupitoisuuksina valtioneuvoston asetuksen 331/2013 (muutos 2021/1030) mukaiset raja-arvot pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle.

Näytetunnus: Bentoniittisakka, näyte 2 Näyttenumero: 693-2022-00043872			Kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot (mg/kg ka L/S 10 l/kg kum.) <i>VNa 331/2013 mukaisesti</i>		
Aine/muuttuja	LIUKOISUUS (mg/kg ka L/S 10 l/kg kum.)		<i>Jätteen kelpoisuus pysyvän jätteen kaatopaikalle</i>	<i>Jätteen kelpoisuus vaarattoman jätteen kaatopaikalle ⁵⁾</i>	<i><u>Jätteen kelpoisuus vaarallisen jätteen kaatopaikalle</u></i>
	SFS-EN 12457-3 ravistelutesti	SFS-EN 14405 läpivirtaustesti			
Arseeni (As)	1,9	0,022	0,5	2	25
Barium (Ba)	0,51	<0,08	20	100	300
Kadmium (Cd)	0,061	0,003	0,04	1	5
Kromi (Cr)	3,3	<0,01	0,5	10	70
Kupari (Cu)	0,30	0,54	2	50	100
Elohopea (Hg)	<0,004	<0,004	0,01	0,2	2
Molybdeeni (Mo)	<0,01	<0,01	0,5	10	30
Nikkeli (Ni)	18 000	17 000	0,4	10	40
Lyijy (Pb)	0,26	0,030	0,5	10	50
Antimoni (Sb)	<0,01	<0,01	0,06	0,7	5
Seleen (Se)	1,6	0,32	0,1	0,5	7
Vanadiini (V)	4,7	0,014	-	-	-
Sinkki (Zn)	4,0	57	4	50	200
Kloridi (Cl ⁻)	<50	<50	800	15 000	25 000
Fluoridi (F ⁻)	17	<5	10	150	500
Sulfaatti (SO₄²⁻)	100 000	94 000	1 000	20 000	50 000
Fenoli-indeksi	8,9	-	1	-	-
DOC	2 300	1 900	500 ¹⁾	800 ²⁾	1 000 ³⁾
TDS	120 000	116 000	4 000 ⁴⁾	60 000 ⁴⁾	100 000 ⁴⁾
Koboltti (Co)	41	56	-	-	-
Tina (Sn)	<0,01	<0,01	-	-	-
Torium (Th)	2,9	1,8	-	-	-
Uraani (U)	0,28	0,012	-	-	-

¹⁾ Jos liuenneen orgaanisen hiilen raja-arvo ylittyy jätteen omassa pH:ssa, voidaan jäte vaihtoehtoisesti testata uuttosuhteessa $L/S = 10$ l/kg pH:ssa 7,5–8,0; jätteen katsotaan täyttävän liuenneen orgaanisen hiilen kelpoisuusvaatimuksen, jos pitoisuus on enintään 500 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, taulukko 2).

²⁾ Jos liuenneen orgaanisen hiilen raja-arvo ylittyy jätteen omassa pH:ssa, voidaan jäte vaihtoehtoisesti testata uuttosuhteessa $L/S = 10$ l/kg pH:ssa 7,5–8,0; jätteen katsotaan täyttävän liuenneen orgaanisen hiilen kelpoisuusvaatimuksen, jos pitoisuus on enintään 800 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, taulukko 5).

³⁾ Jos liuenneen orgaanisen hiilen raja-arvo ylittyy jätteen omassa pH:ssa, voidaan jäte vaihtoehtoisesti testata uuttosuhteessa $L/S = 10$ l/kg pH:ssa 7,5–8,0; jätteen katsotaan täyttävän liuenneen orgaanisen hiilen kelpoisuusvaatimuksen, jos pitoisuus on enintään 1 000 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, taulukko 7).

⁴⁾ Liuenneiden aineiden kokonaismäärän (TDS) raja-arvoa voidaan soveltaa sulfaatin ja kloridin raja-arvojen sijasta (VNa 331/2013 liite 3, taulukot 2, 5 ja 7).

⁵⁾ Liukoisten pitoisuuksien raja-arvot sijoitettaessa vaaratonta jätettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle yhdessä vakaan reagoimattoman vaarallisen jätteen kanssa (VNa 331/2013 30 §).

Terrafame Oy
Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden perusmäärittely

⁶⁾ Liuennot orgaaninen hiilen (DOC) raja-arvo sijoitettaessa vaaratonta jätettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle yhdessä kipsipohjaisen jätteen kanssa (VNa 331/2013 29 §).

Näytteen edustamalla jätteellä ei ollut lainkaan haponneutralointikapasiteettia (ANC/pH4), koska jätteen luonnollinen pH_{1:10} oli alle 4. Koska näytteen edustama jäte oli hapan (pH 1,9) se saattaa olla syövyttävää tai ärsyttävää. Ympäristöministeriön ohjeen 2019/2 mukaan jos jätteen pH on ≤2 tai ≥11,5 se voi olla syövyttävää tai ärsyttävää riippuen lisäksi sen alkali/happoreservistä. Näytteen emäksistä puskurivaikutusta ei kuitenkaan tutkittu tässä tilauksessa (taulukot 4 ja 5).

Näytteen orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC 23% ka) ja hehkutushäviö (20%) ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikan raja-arvot. Alkuainehiilen osuus TOC:na määritetyn orgaanisen hiilen kokonaismäärästä oli 1% (taulukko 4).

BTEX-, PCB- ja PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuudet alittivat kaatopaikka-asetuksessa (331/2013) asetetut raja-arvot pysyvän jätteen kaatopaikalle. Öljyhiilivedyt (170 000 mg/kg ka) ylitti pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvon (taulukko 4).

Taulukko 4. Näytteen muut tutkitut aineet. Taulukossa on esitetty näytteen analyysitulosten lisäksi vertailupitoisuuksina valtioneuvoston asetuksen 331/2013 (muutos 2021/1030) mukaiset raja-arvot pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle.

Näytetunnus: Bentoniittisakka, näyte 2 Näytenumero: 693-2022-00043872			Kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot VNa 331/2013 mukaisesti		
			Jätteen kelpoisuus pysyvän jätteen kaatopaikalle	Jätteen kelpoisuus vaarattoman jätteen kaatopaikalle	Jätteen kelpoisuus vaarallisen jätteen kaatopaikalle
Aine/muuttuja	Yksikkö	Tulos			
ANC (pH 4/24h)	mol H ⁺ /kg ka	-	-	tutkittava ja arvioitava ¹⁾	
pH 1:10	-	1,9	-	-	
TOC	(% ka)	23	3 / 6 ²⁾	5 ^{3, 4)} / 10 ⁵⁾	6 ⁶⁾ / 18 ^{6, 7)}
Hehkutushäviö 550 °C	(% ka)	20	-	10 ⁵⁾	10 ⁶⁾
Kuiva-ainepitoisuus	(% tuore)	50,9	-	-	-
BTEX-yhdisteet	(mg/kg ka)	<6	6	-	-
Öljyhiilivedyt (C10-C40)	(mg/kg ka)	170 000	500	-	-
PCB-yhdisteet (PCB-7)	(mg/kg ka)	<0,8	1	-	-
PAH-yhdisteet (EPA 16)	(mg/kg ka)	<25	40	-	-

¹⁾ Raja-arvo sijoitettaessa vaaratonta jätettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle yhdessä vakaan reagoimattoman vaarallisen jätteen kanssa (VNa 331/2013 30 §).

²⁾ Raja-arvo (TOC 3 %-ka) voidaan korottaa enintään kaksinkertaisesti; maa-ainesjätteelle voidaan kuitenkin hyväksyä kolminkertainen raja-arvo, jos jätteen DOC on enintään 500 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, kohta 4).

³⁾ Raja-arvo sijoitettaessa vaaratonta jätettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle yhdessä kipsipohjaisen (VNa 331/2013 29 §) tai vakaan reagoimattoman vaarallisen jätteen kanssa (VNa 331/2013 30 §).

⁴⁾ Raja-arvo (TOC 5 %-ka) voidaan korottaa enintään kaksinkertaiseksi vain, jos DOC on enintään 800 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, kohta 4).

⁵⁾ Vaarattoman jätteen kaatopaikan pintarakenteen tiivistyskerroksen alla olevaan jätetäyttöön tai rakenteeseen hyväksytään vain sellaista vaaratonta jätettä, jonka biohajoavan ja muun orgaanisen aineksen pitoisuus määritettynä orgaanisen hiilen kokonaismääränä tai hehkutushäviönä on enintään 10 prosenttia. Tämä ei koske seuraavia jätteitä: 1) energiantuotannossa tai jätteen polttamisessa syntyvä lento- tai pohjatuhka, jos sen liuenneen orgaanisen hiilen pitoisuus on alle 800 milligrammaa kilogrammassa määritettynä neste- ja kiinteän aineen suhteessa 10 litraa kilogrammaa kuiva-ainetta kohden jätteen omassa pH:ssa tai pH:ssa 7,5–8; 2) pilaantunut maa-ainesjäte, pilaantunut ruoppausjäte tai asbestijäte, jos se sijoitetaan erillään muista jätteistä; 3) jätelain 3 §:n 1 momentin 6

Terrafame Oy
Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden perusmäärittely

kohdassa tarkoitettussa sivutuoteasetuksessa tarkoitettua eläimistä saatavat sivutuotteet, jos asetuksessa tai sen täytäntöönpanosäännöksissä hyväksytään niiden hautaaminen maahan, tai muutkin jätteet erityistilanteessa, jos niiden sijoittaminen kaatopaikalle on välttämätöntä eläintautien torjumiseksi; 4) metsäteollisuudessa massan valmistuksessa syntyvä soodasakka tai keräyspaperin siistauksessa syntyvä liete; 5) 29–31 §:ssä tarkoitettu jäte (VNa 331/2013 28 §).

⁶⁾ On sovellettava joko hehkutushäviön tai orgaanisen hiilen kokonaismäärän (TOC) raja-arvoa (VNa 331/2013).

⁷⁾ Raja-arvo (TOC 6 %-ka) voidaan korottaa enintään kolminkertaiseksi vain, jos jätteen DOC on enintään 1 000 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, kohta 4).

Taulukko 5. Näytteen suotovesien pH-arvot ja sähköjohtokyvyt. Taulukossa on esitetty näytteen analyysitulosten lisäksi vertailupitoisuuksina valtioneuvoston asetuksen 331/2013 (muutos 2021/1030) mukaiset raja-arvot pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle.

Näytetunnus: Bentoniittisakka, näyte 2 Näytenumero: 693-2022-00043872				Kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot VNa 331/2013 mukaisesti		
Aine/muuttuja				Jätteen kelpoisuus pysyvän jätteen kaatopaikalle	Jätteen kelpoisuus vaarattoman jätteen kaatopaikalle	Jätteen kelpoisuus vaarallisen jätteen kaatopaikalle
		SFS-EN 12457-3	SFS-EN 14405			
pH L/S 0 - 0,1	-		1,3	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 0,1 - 0,2	-		1,0	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 0,2 - 0,5	-	1,2	1,0	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 0,5 - 1	-		1,1	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 1 - 2	-		1,5	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 2 - 5	-	2,1	1,8	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 5 - 10	-		2,5	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
sähköjohtokyky L/S 0 - 0,1	(mS/m)		6 200	-	-	-
sähköjohtokyky L/S 0,1 - 0,2	(mS/m)		10 000	-	-	-
sähköjohtokyky L/S 0,2 - 0,5	(mS/m)	5 700	9 800	-	-	-
sähköjohtokyky L/S 0,5 - 1	(mS/m)		7 400	-	-	-
sähköjohtokyky L/S 1 - 2	(mS/m)		4 500	-	-	-
sähköjohtokyky L/S 2 - 5	(mS/m)	670	1 000	-	-	-
sähköjohtokyky L/S 5 - 10	(mS/m)		250	-	-	-

¹⁾ Raja-arvo sijoitettaessa vaaratonta jätettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle yhdessä vakaan reagoimattoman vaarallisen jätteen kanssa (VNa 331/2013 30 §).

¹⁾ Poikkeukset taulukon raja-arvoista, jos toteutettavan rakenteen enimmäispaksuus on 0,5 m (mg/kg L/S-suhteessa 10 l/kg). Peitetty väylä: barium 80, vanadiini 3, kloridi 3 600, sulfaatti 6 000. Päälystetty väylä: kloridi 14 000, sulfaatti 20 000. Peitetty kenttä: antimoni 0,4.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Jäteluokittelu ja jätteen vaaraominaisuudet

Näytteen edustama jäte (bentoniittisakka, näyte 2) syntyy Terrafame Oy:n akkukemikaalitehtaan epäorgaanisessa kemian prosessissa, nikkeli- ja kobolttisulfaatin valmistuksessa epäpuhtauksien poiston yhteydessä uutosta. Kiinteille suoloille ja liuksille, jotka sisältävät raskasmetalleja on jätteasetuksen 978/2021 liitteen 3 jäteluettelossa sekä vaarallisen (06 03 13*) että vaarattoman (06 03 14) jätteen rinnakkaisnimikkeet. Jätteen nimiketyyppi on tällöin joko MH (vaarallinen jäte) tai MNH (vaaraton jäte) riippuen jätteen haitallisten aineiden pitoisuuksista (2018/C 124/01, liite 1 taulukko 3).

Ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 (liitteet 6 ja 9) mukaisesti tarkasteltuna näytteen edustaman jätteen nikkelin kokonaispitoisuus (9 200 mg/kg tuorepainossa, 18 000 mg/kg ka) ylitti vaarallisten jätteiden luokituksen alimmat rinnakkaisjätenimikkeellisille sovellettavat pitoisuusrajat, mikäli nikkeli esiintyy jätteessä nikkelisulfaattina ja/tai nikkelisulfidina. Metallin kokonaispitoisuuden perusteella sen esiintymismuotoa jätteessä ei voida tuntea. Jätteen liukoisen nikkelin pitoisuus (18 000 mg/kg ka L/S 10 kum. ravistelutestissä ja 17 000 mg/kg ka L/S10 kum. läpivirtaustestissä) sekä liukoisen sulfaatin pitoisuus (100 000 mg/kg ka L/S10 kum. ravistelutestissä ja 94 000 mg/kg ka L/S10 kum. läpivirtaustestissä) olivat kuitenkin korkeat, minkä perusteella nikkeli esiintyy tutkitussa jätteessä suurelta osin helppoliukoisena nikkelisulfaattina. Öljyhiilivetyjen (C5-C40) kokonaispitoisuus (8,7% tuorepainossa) ylitti rinnakkaisnimikkeellisille jätteille asetetun vaarallisen jätteen luokituksen ylemmän pitoisuusrajan (1%).

Korkeiden nikkelin ja öljyhiilivetyjen (C5-C40) kokonaispitoisuuksien perusteella näytteen edustama jäte voidaan luokitella vaaralliseksi jätteeksi jätenimikkeellä 06 03 13*.

Jäte ei sisältänyt merkittäviä POP-yhdisteiksi luokiteltujen PCB- (<50 mg/kg ka) tai PAH16-yhdisteiden (<25 mg/kg ka) pitoisuuksia. Muita POP-yhdisteitä ei ole tutkittu tässä tilauksessa.

5.2 Kaatopaikkakelpoisuus

Valtioneuvoston asetuksen 331/2013 mukaisesti tarkasteltuna näytteen edustama jäte (bentoniittisakka, näyte 2) ei täyttänyt vaarallisen jätteen kaatopaikan sijoitusvaatimuksia liian korkean liukoisen nikkelin, liukoisen sulfaatin, liukoisen orgaanisen hiilen (DOC) sekä liuenneiden aineiden kokonaismäärän (TDS) pitoisuuksien takia. Nikkeli ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikan liukoisuusraja-arvot molemmissa liukoisuustesteissä yli 200-kertaisesti, sulfaatti ja DOC molemmat noin kaksinkertaisesti.

Kobolttin kokonaispitoisuus oli 43 mg/kg ka. Liukoisen kobolttin pitoisuus oli ravistelutestissä 41 mg/kg ka L/S 10 kum. ja läpivirtaustestissä 56 mg/kg, minkä perusteella koboltti oli täysin liukoisessa muodossa. Ravistelutestin kokonaispitoisuutta suurempi liukoinen kobolttipitoisuus selittyy näytteen epähomogeenisuudella ja korkean suolapitoisuuden aiheuttamalla satunnaisvirheellä. Uraanin kokonaispitoisuus oli 0,52 mg/kg ka ja liukoinen pitoisuus 0,28 mg/kg ravistelutestissä ja 0,012 mg/kg läpivirtaustestissä. Toriumin kokonaispitoisuus oli 2,1 mg/kg ka. Liukoisen torium pitoisuus oli ravistelutestissä 2,9 mg/kg ja läpivirtaustestissä 1,8 mg/kg. Tinan kokonaispitoisuus (<3 mg/kg ka) ja liukoiset pitoisuudet olivat alhaisia (<0,01 mg/kg).

Päätöksen tutkitun näytteen edustaman jätteen kaatopaikkasijoituksesta tekee ympäristölupaviranomainen mm. tämän lausunnon sekä näytteestä tehtyjen tutkimusten (liite 1) perusteella. Ympäristönsuojeluasetuksen (713/2014) mukaan jätettä käsittelevän laitoksen ympäristölupaviranomaisena toimii laitoksen koosta, toiminnan luonteesta sekä käsiteltävän jätteen luokituksista riippuen joko aluehallintovirasto (AVI) tai kunnan ympäristösuojeluviranomainen.

Tutkimustuloksista koostettu lausunto on testausselesteesta erillinen asiantuntija-arvio tulosten tulkinnan tueksi niillä tiedoilla, joita laboratoriolla on käytössä ja ainoastaan tehtyjen tutkimusten perusteella (KSE2013).

Oulussa, 5.1.2023
Eurofins Ahma Oy



Tomi Nevanperä, FM, Kemisti
tominevanpera@eurofins.fi
puh. 044 588 5268



Sandra van der Veen, MEng, Ympäristöinsinööri
SandravanderVeen@eurofins.fi
puh. 050 573 9762

VIITTEET

- 2018/C 124/01. Euroopan unionin virallinen lehti C 124, 2018. Komission tiedonanto – Tekniset ohjeet jätteiden luokittelusta
- CEN/TS 15364. Jätteiden karakterisointi. Liukoisuustestit. Hapon ja emäksen kulutuksen testaus neutralisaatiossa.
- EPA 3051A (revision 1). Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils and Oils
- SFS-EN 1484. Vesianalyysi. Ohjeita orgaanisen hiilen kokonaismäärän (TOC) ja liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) määrittelykseen
- SFS-EN 12457-3. Jätteiden karakterisointi. Liukoisuus. Rakeisten jätemateriaalien ja lietteiden liukoisuudenlaadunvalvontatesti. osa 3: kaksivaiheinen ravistelutesti uuttoluoksen ja kiinteän jätteen suhteessa 2 l/kg ja 8 l/kg materiaaleille, joiden kiintoaineksen osuus on suuri ja raekoko alle 4 mm (raekoon pienentäminen tarvittaessa)
- SFS-EN 14405. Characterization of waste. Leaching behaviour test. Up-flow percolation test (under specified conditions)
- SFS-EN 15169. Characterization of waste. Determination of loss on ignition in waste, sludge and sediments
- SFS-EN 15216. Characterization of waste. Determination of total dissolved solids (TDS) in water and eluates
- SFS-EN 15934. Sludge, treated biowaste, soil and waste. Calculation of dry matter fraction after determination of dry residue or water content
- SFS-EN 15936. Soil, waste, treated biowaste and sludge. Determination of total organic carbon (TOC) by dry combustion
- SFS-EN 27888. Water quality. Determination of electrical conductivity (ISO 7888:1985)
- SFS-EN ISO 10304-1. Veden laatu. Liuenneiden fluori-, kloridi-, nitriitti-, ortofosfaatti-, bromidi-, nitraatti- ja sulfaatti-ionien määrittely ionikromatografialla. Osa 1: Menetelmä vähän likaantuneelle vedelle
- SFS-EN ISO 10523. Water quality. Determination of pH (ISO 10523:2008)
- SFS-EN ISO 11885. Water Quality – Determination of selected elements by Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry
- SFS-EN ISO 17294-2. Water quality. Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes (ISO 17294-2:2016)
- SFS-ISO 16772. Soil quality — Determination of mercury in aqua regia soil extracts with cold-vapour atomic spectrometry or cold-vapour atomic fluorescence spectrometry
- Terrafame Oy, Akkukemikaalitehtaan tarkkailusuunnitelma 15.6.2021
- Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:2. Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi – päivitetty opas. Ympäristöministeriö 30.1.2019
- Wahlström, M., J. Laine-Ylijoki, T. Kaartinen, O. Hjelm and D. Bendz. Acid neutralization capacity of waste – specification of requirement stated in landfill regulations. Temanord 2009:580. Nordic Council of Ministers, Copenhagen 2009, ISBN 978-92-893-1942-3, s. 37-38

LIITTEET

Liite 1. Tutkimustodistus AR-23-YB-000182-01; 693-2022-00043872

Terrafame Oy

Jätteen (rautasakka, näyte 3) kaatopaikkakelpoisuus

Jätteen (rautasakka, näyte 3) kaatopaikkakelpoisuus

13.1.2023

Sandra van der Veen

Tomi Nevanperä

Sisällysluettelo:

1.	NÄYTETIEDOT	1
2.	LABORATORIOTUTKIMUKSET	2
2.1	KOKONAISPITOISUUDET	2
2.2	LIUKOISET PITOISUUDET	2
3.	TULOSTEN TULKINTA	2
3.1	JÄTELUOKITTELU JA JÄTTEEN VAARAOMINAISUUKSIEN ARVIOIMINEN	2
3.2	KAATOPAIKKAKELPOISUUDEN ARVIOIMINEN	3
4.	TUTKIMUSTULOKSET	4
4.1	JÄTELUOKITTELU JA JÄTTEEN VAARAOMINAISUUDET	4
4.2	KAATOPAIKKAKELPOISUUS	7
5.	JOHTOPÄÄTÖKSET	11
5.1	JÄTELUOKITTELU JA JÄTTEEN VAARAOMINAISUUDET	11
5.2	KAATOPAIKKAKELPOISUUS	11
	VIITTEET	12

LIITTEET

Liite 1. Tutkimustodistus AR-23-YB-000002-01; 693-2022-00043873

Copyright © Eurofins Ahma Oy, Waste Testing Oulu

Nuottasaarentie 17

90400 Oulu

p. 040 1333 800 (vaihde)

Y-tunnus 0227583-3

1. NÄYTETIEDOT

Asiakas:	Terrafame Oy
Asiakkaan osoite:	Malmitie 66, 88120 TUHKAKYLÄ
Asiakasnumero:	YB0001273
Yhteyshenkilö:	Mari Malinen
Asiakirjan jakelu	mari.malinen@terrafame.fi; Laura-Maria.Tervonen@terrafame.fi; Mervi.Pienimäki@terrafame.fi
Asiakkaan näytenumero:	Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden perusmääritykset
Näytteen vastaanottopäivä:	3.11.2022
Näytemäärä astioineen:	4,2 kg
Testauksen tavoite:	Jätenäytteen kaatopaikkakelpoisuuden (VNa 331/2013) perusmäärittely
Tutkimuksen tilausnumero:	EUF105-00018068
Tutkimustodistuksen numero:	AR-23-YB-000002-01
Laboratorion näytenumero:	693-2022-00043873
Asiakkaan näytetunnus:	Rautasakka, näyte 3
Näytteenottaja:	Asiakas
Näytteenoton ajankohta:	31.10.2022
Jätenimike:	06 03 15* tai 06 03 16 (metallioksidit jotka sisältävät raskasmetalleja), <i>Jätenimike korjattu asiakkaan antamien lisätietojen perusteella 13.1. 2023</i>
Nimiketyyppi:	vaarallisen jätteen rinnakkaisnimike (MH) tai vaarattoman jätteen rinnakkaisnimike (MNH)

NIMIKERYHMÄ	JÄTE- NIMIKE	NIMIKE- TYYPPI	KUVAUS
EPÄORGAANISISSA KEMIAN PROSESSEISSA SYNTYVÄT JÄTTEET (06); suolojen ja suolaliuosten sekä metallioksidien valmistuksessa, sekoituksessa, jakelussa ja käytössä syntyvät jätteet (06 03)	06 03 11*	MH	kiinteät suolat ja liuokset, jotka sisältävät syanideja
	06 03 13*	MH	kiinteät suolat ja liuokset, jotka sisältävät raskasmetalleja
	06 03 14	MNH	muut kuin nimikkeissä 06 03 11 ja 06 03 13 mainitut kiinteät suolat ja liuokset
	06 03 15*	MH	metallioksidit, jotka sisältävät raskasmetalleja
	06 03 16	MNH	muut kuin nimikkeessä 06 03 15 mainitut metallioksidit
	06 03 99	ANH	jätteet, joita ei ole mainittu muualla

2. LABORATORIOTUTKIMUKSET

2.1 Kokonaispitoisuudet

Metallien kokonaispitoisuuksien määrittämiseksi näytteelle tehtiin mikroaaltoavusteinen märkäpoltto (HCl/HNO₃) EPA 3051A-ohjeiston mukaisilla olosuhteilla. Alumiini-, arseeni-, boori-, barium-, beryllium-, kalsium-, kadmium-, koboltti-, kromi-, kupari-, rauta-, kalium-, magnesium-, mangaani-, molybdeeni-, natrium-, nikkeli-, fosfori-, lyijy-, rikki-, antimoni-, seleeni-, tina-, titaani-, vanadiini- ja sinkkipitoisuudet määritettiin laimennetusta happoliuoksesta ICP-emissiospektrometrillä eli ICP-OES (SFS-EN ISO 11885) torium, tallium ja uraani ICP-massaspektrometrillä (SFS-EN ISO 17294-2) ja elohopea kylmähöyry-atomiabsorptiospektrometrillä (SFS-ISO 16772). PCB- ja PAH-yhdisteet ja öljyhiilivedyt analysoitiin kaasukromatografi-massaspektrometrillä (GC-MS) ja haihtuvat yhdisteet (VOC) HS-GC-MS:llä käyttäen sisäisiä menetelmiä. Lisäksi määritettiin orgaanisen hiilen kokonaismäärä eli TOC (SFS-EN 15936), alkuainehiilipitoisuus (TOC-osuus) kalorimetrillä (sisäinen menetelmä), kuiva-ainepitoisuus (SFS-EN 15934), hehkutushäviö 550 °C:ssa (SFS-EN 15169) sekä haponneutralointikapasiteetti eli ANC (CEN/TS 15364) ja radioaktiivisuus (tulokset toimitetaan omana liitteenä).

2.2 Liukoiset pitoisuudet

Materiaalin liukoisten pitoisuuksien määrittämiseksi näytteelle tehtiin kaksivaiheinen ravistelutesti (SFS-EN 12457-3). Liukoiset pitoisuudet määritettiin lisäksi läpivirtaustestillä (SFS EN 14405). Suodoksista analysoitiin arseeni-, barium-, kadmium-, koboltti-, kromi-, kupari-, elohopea-, molybdeeni-, nikkeli-, lyijy-, antimoni-, seleeni-, tina-, torium-, uraani-, vanadiini- ja sinkkipitoisuudet ICP-massaspektrometrillä (SFS-EN ISO 17294-2). Kloridi-, fluoridi- ja sulfaattipitoisuudet määritettiin ionikromatografisesti (SFS-EN ISO 10304-1). Liunneen orgaanisen hiilen (DOC) kokonaispitoisuus analysoitiin katalyyttiseen polttoon ja NDIR –detektioon perustuvalla Shimadzu TOC-L CSH TOC –analysaattorilla (SFS-EN 1484). Suodoksista tutkittiin lisäksi liunneiden aineiden kokonaismäärä eli TDS (SFS-EN 15216), pH-arvo (SFS-EN ISO 10523) ja sähkönjohtavuus (SFS-EN 27888) sekä fenoli-indeksi.

3. TULOSTEN TULKINTA

3.1 Jäteluokittelu ja jätteen vaaraominaisuuksien arvioiminen

Jätteet luokitellaan jäteasetuksen 978/2021 liitteessä 3 olevan jäteluettelon mukaisesti 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.

Euroopan komission julkaisemassa tulkintaoppaassa (2018/C 124/01) on lisäksi 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). Jos jätteelle on jäteluettelossa ns. rinnakkaisnimike, eli samalle jätteelle on sekä vaarattoman jätteen että vaarallisen jätteen nimike, on jätteen luokittelu tehtävä tapauskohtaisesti sen koostumuksen perusteella jätedirektiivin liitteessä III (2008/98/EY, muutos 1357/2014, 2015/1127, 2017/997 ja 2018/851) esitettyjen kriteerien mukaisesti.

Jätteiden luokittelussa vaaralliseksi tai vaarattomaksi jätteeksi käytetään CLP-asetukseen (EY 1272/2008, liite III) perustuvia vertailupitoisuuksia, jätedirektiivin liitteen III sekä ympäristöministeriön

julkaisuiden 2019/2 liitteiden 6 ja 9 mukaisesti. Jätteen vaaraominaisuuksien arvioinnissa kokonaispitoisuuksia verrataan aineiden pitoisuuteen jätteessä sen alkuperäisessä muodossa, eli tuorepainossa.

Yleisen luokituksen saavien metallien osalta vaarallisen jätteen pitoisuusrajaa voidaan verrata suoraan metallisen alkuaineen pitoisuuteen jätteessä. Jätedirektiivin liitteessä III määriteltyjä vaaraominaisuuksien pitoisuusrajoja ei kuitenkaan sovelleta massiivisessa kappalemuodossa oleviin puhtaisiin metalliseoksiin (nk. lejeerinkeihin), kuten nikkeliä sisältävään teräkseen. Metallilejeeringit, jotka on erikseen mainittu jäteluettelossa ja on merkitty tähdellä (*), luokitellaan kuitenkin vaarallisiksi jätteiksi (YM julk 2019/2, s. 43).

Jätteet, jotka sisältävät pysyviä orgaanisia yhdisteitä (POP), kuten dioksiineja ja furaaneja (PCDD/PCDF), DDT:tä, klordaania, heksakloorisykloheksaaneja (ml. lindaani (HCH), alfa- ja beta-HCH), dieldriiniä, endriiniä, heptaklooria, heksaklorobentseeniä (HCB), klooridekonia, aldriinia, pentaklooribentseeniä (PeCB), mireksiä, toksafeenia, heksabromibifenyylä (HBB) tai PCB:tä, yli POP-asetuksen (EU) 2019/1021 liitteessä IV säädettyjen pitoisuusrajojen, on luokiteltava vaarallisiksi jätteiksi (valtionneuvoston asetus jätteistä 978/2021 liite 3 §2.2). Alempaa POP-rajaa sovelletaan jäteluokituksessa lisäksi mm. seuraaville aineille: endosulfaani, heksabromisykloodekaani (HBCD), heksaklooributadieeni (HCBd), lyhytketjuiset klooratut parafiinit (SCCP), klordekoni, perfluorioktaanisulfonihappo ja sen johdannaiset (PFOS), polybromatut difenyylietterit (PBDE, nk. bromatut palonsuoja-aineet) ja polyklooratut naftaleenit (PCN). Lisäksi on aineita, joihin sovelletaan päästöjen vähentämistä koskevia säännöksiä, mutta toistaiseksi ilman POP-rajoituksia, kuten eräät polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet), dikofoli, pentakloorifenoli (PCP) ja sen suolat, perfluorioktaanihappo (PFOA), sen suolat ja PFOA:n kanssa samankaltaiset yhdisteet.

POP-jätteen kierrätys on kokonaan kielletty. POP-asetuksen mukaan tällainen jäte on loppukäsiteltävä tai esikäsiteltävä niin, että yhdisteet tuhotaan tai muunnetaan palautumattomasti toiseen muotoon. POP-jäte voidaan lisäksi pakata uudelleen ja varastoida tilapäisesti ennen esikäsitteilyä tai ennen pysyvää varastointia.

POP-asetuksen liite V (osa 2) sisältää luettelon jätteistä, joille aluehallintovirasto (AVI) voi poikkeustapauksessa myöntää POP-asetuksen 7(4)(b) artiklan nojalla luvan sijoittamiselle tiettyihin pysyviin varastoihin. Em. jätteet ovat vuorausten ja tulenkestävien aineiden jätteitä (jätenimikeryhmä 16 11) tai jätteitä jotka ovat syntyneet termisissä prosesseissa (jätenimikeryhmä 10, 19 01 ja 19 04) tai rakentamisessa ja purkamisessa (jätenimikeryhmä 17). Mikäli POP-asetuksen liitteessä V (osa 2) lueteltujen aineiden pitoisuusrajat ylittyvät, poikkeuslupaa ei voida myöntää sijoittamiselle vaarallisen jätteen kaatopaikalle, vaan tällainen jäte voitaisiin sijoittaa poikkeusluvalla ainoastaan syvälle turvalliseen kallioperään tai suolakaivokseen.

3.2 Kaatopaikkakelpoisuuden arvioiminen

Haitta-aineiden liukoisia pitoisuuksia ja kokonaispitoisuuksia verrataan tässä lausunnossa valtioneuvoston asetuksen kaatopaikoista (331/2013, muutos 2021/1030) mukaisiin pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikoille sijoitettavalle jätteelle asetettuihin raja-arvoihin.

Kaatopaikka-asetus perustuu Euroopan Neuvoston päätökseen 2003/33/EY. Vaaralliseksi luokiteltu jäte jätetiededirektiivin periaatteiden mukaisesti ja jäteluettelon nojalla olisi yleisesti ottaen sijoitettava vaarallisen jätteen kaatopaikoille ja vaaraton jäte olisi sijoitettava vaarattoman tai pysyvän jätteen kaatopaikoille. Pysyvät, reagoimattomat vaaralliset jätteet voidaan sijoittaa vaarattoman jätteen kaatopaikoille, jos kaatopaikka-asetuksessa asetetut edellytykset ja jätteen kelpoisuusperusteet täyttyvät (2018/C 124/01).

4. TUTKIMUSTULOKSET

4.1 Jäteluokittelu ja jätteen vaaraominaisuudet

Näytteen edustama jäte (rautasakka, näyte 3) syntyy Terrafame Oy:n akkukemikaalitehtaan epäorgaanisessa kemian prosessissa. Metallioksidijätteille, jotka sisältävät raskasmetalleja on jätteasetuksen 978/2021 liitteen 3 jäteluettelossa sekä vaarallisen (06 03 15*) että vaarattoman (06 03 16) jätteen rinnakkaisnimikkeet. Jätteen nimiketyyppi on siten joko MH (vaarallinen jäte) tai MNH (vaaraton jäte) riippuen jätteen haitallisten aineiden pitoisuuksista (2018/C 124/01, liite 1 taulukko 3).

Ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 (liitteet 6 ja 9) mukaisesti näytteen edustaman jätteen nikkelin kokonaispitoisuus (40 000 mg/kg tuorepainossa) ylitti vaarallisten jätteiden luokituksen alimmat rinnakkaisjätenimikkeellisille sovellettavat pitoisuusrajat, mikäli nikkeli esiintyy jätteessä nikkelisulfaattina ja/tai nikkelisulfidina. Metallin kokonaispitoisuuden perusteella sen esiintymismuotoa jätteessä ei voida tuntea. Jätteen liukoisen nikkelin pitoisuus (4 500 mg/kg L/S 10 kum. ravistelutestissä ja 3 100 mg/kg läpivirtaustestissä testissä), kokonaisrikkipitoisuus (130 000 mg/kg ka, 110 000 mg/kg tuorepainossa) sekä liukoisen sulfaatin pitoisuus (9 900 mg/kg L/S10 kum. ravistelutestissä ja 7 300 mg/kg L/S10 kum. läpivirtaustestissä) olivat kuitenkin korkeat, minkä perusteella nikkeli esiintyy tutkitussa jätteessä suurelta osin helppoliukoisena nikkelisulfaattina. Öljyhiilivetyjen (C5-C40), PAH-yhdisteiden ja bentseenin kokonaispitoisuudet alittivat vaarallisten jätteiden luokituksen alimmat sovellettavat pitoisuusrajat (taulukot 1 ja 2 ja liite 1).

Korkean nikkelin kokonaispitoisuuden sekä varovaisuusperiaatteen mukaisesti näytteen edustama jäte (rautasakka, näyte 3) luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi jätenimikkeellä 06 03 15*.

Jäte ei sisältänyt merkittäviä POP-yhdisteiksi luokiteltujen PCB- (<50 mg/kg ka) tai PAH16-yhdisteiden (<0,1 mg/kg ka) pitoisuuksia. Muita POP-yhdisteitä ei ole tutkittu tässä tilauksessa (taulukot 2 ja 4).

Taulukko 1. Näytteen alkuaineiden kokonaispitoisuudet. Taulukossa on esitetty näytteen analyysitulosten lisäksi vertailupitoisuuksina vastaavat vaarallisille rinnakkaisjätteenimikkeellisille jätteille (nimiketyypit MH ja MNH) sovellettavat pitoisuusraja-arvot Euroopan unionin jätedirektiivin (2008/98/EY, muutos 1357/2014 ja 2017/99) liitteen III sekä ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 liitteen 6 ja 9 mukaisesti.

Näytetunnus: Rautasakka, näyte 3 Näytenumero: 693-2022-00043873			Vaarallisen jätteen sovellettava pitoisuusraja		Yhteenlaskussa alin huomiotava pitoisuus (cut-off-arvo)
KOKONAISPITOISUUS (ka-pit. 82,4%)			Raja-arvot Euroopan unionin jätedirektiivin liite III ja ympäristöministeriön julkaisut 2019/2 (liitteet 6 ja 9) mukaisesti		
Alkuaine	(mg/kg ka)	(mg/kg tuore)	(mg/kg tuore)	(mg/kg tuore)	Sovellettava pitoisuusrajan vaaraluokka ja vaarakategoria sekä sulussa vaaralauseke ja vaaraominaisuus
Arseeni (As)	4,1	3,4	2 500	1 000	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Barium (Ba)	<1	< 1	225 000	-	Acute Tox. 4 (H332/HP 6)
Beryllium (Be)	<1	< 1	1 000	-	Carc. 1B (H350i/HP 7)
Kadmium (Cd)	<0,3	< 0,2	2 500	1 000	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Koboltti (Co)	450	370	380	-	CoSO ₄ : Carc. 1B (H350i/HP 7)
			450	-	CoCl ₂ : Carc. 1B (H350i/HP 7)
			2000	790	CoO: Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Kromi (Cr)	37	30	1 000	1 000	Cr(VI): Carc. 1B (H350i/HP 7)
Kupari (Cu)	2,3	1,9	1 000	400	CuSO ₄ : Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
			2 000 ¹⁾	-	CuO: Aquatic Chronic 1 (H410/HP14)
			2 220 ¹⁾	-	Cu ₂ O: Aquatic Chronic 1(H410/HP14)
			12 000	4 700	CuCl ₂ : Aquatic Chronic 2 (H411/HP 14)
Elohopea (Hg)	<0,04	< 0,03	2 500	1 000	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14) ja Acute Tox.2 (H300/HP 6)
Molybdeeni (Mo)	5,4	4,4	-	-	-
Nikkeli (Ni)	49 000	40 000	380	380	NiSO ₄ : Carc 1A (H350i/HP 7)
			610	610	NiS: Carc 1A (H350i/HP 7)
Lyijy (Pb)	5,2	4,3	2 500	1 000	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Antimoni (Sb)	<2	< 2	25 000	10 000	Aquatic Chronic 2 (H411/HP 14)
Seleen (Se)	<3	< 2	2 500	-	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Tallium (Tl)	<0,1	< 0,1	2 500	-	Acute Tox. 2 (H300/HP 6)
Uraani (U)	0,20	0,16	2 500	-	Acute Tox. 2 (H300/HP 6)
Vanadiini (V)	67	55	5 600	5 600	STOT RE 1 (H372/HP 5) ja Muta. 2 (H341/HP 11)
Sinkki (Zn)	470	390	1 000	400	ZnSO ₄ : Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
			1 200	470	ZnCl ₂ : Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
			2 000 ¹⁾	-	ZnO: Aquatic Chronic 1 (H410/ HP 14)

¹⁾ Eräiden kupari- ja sinkkiyhdisteiden luokituksia CLP-asetuksen (EY 1272/2008) harmonisoidussa aineluettelossa, ja luokituksia vastaavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat. Raja-arvot on taulukossa ilmoitettu laskennallisina metalli-ionin pitoisuuksina yhdisteessä, jolle vaaraominaisuus on asetettu.

Taulukko 2. Näytteen PAH-yhdisteiden, öljyhiilivetyjen ja bentseenin kokonaispitoisuudet. Taulukossa on esitetty näytteen analyysitulosten lisäksi vertailupitoisuuksina vastaavat vaarallille jätteille sovellettavat pitoisuusraja-arvot Euroopan unionin jätedirektiivin (2008/98/EY, muutos 1357/2014, 2015/1127, 2017/997 ja 2018/851) liitteen III sekä ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 liitteen 6 ja 9 mukaisesti sekä öljyhiilivedyille (C5–C40) sovellettavat vaarallisen jätteen pitoisuusrajat ympäristöministeriön julkaisujen 2019/2 taulukon 27 mukaisesti

Näytetunnus: Rautasakka, näyte 3 Näytenumero: 693-2022-00043873			Vaarallisen jätteen sovellettava pitoisuusraja		Yhteenlaskussa alin huomiotava pitoisuus (cut-off-arvo)
KOKONAISPITOISUUS (ka-pit. 82,4%)			Raja-arvot Euroopan unionin jätedirektiivin liite III ja ympäristöministeriön julkaisut 2019/2 (liitteet 6 ja 9) mukaisesti		
orgaaninen yhdiste	(mg/kg ka)	(% tuore)	(% tuore)	(% tuore)	Sovellettava pitoisuusrajan vaaraluokka ja vaarakategoria sekä sulussa vaaralauseke ja vaaraominaisuus ¹⁾
Antraseeni	<0,1	< 0,00001 %	0,25 %	0,10 %	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Asenaftteeni	<0,1	< 0,00001 %	-	-	-
Asenaftyleeni	<0,1	< 0,00001 %	-	-	-
Bentso(a)antraseeni ^{3, 4)}	<0,1	< 0,00001 %	0,10 %	0,10 %	Carc. 1B (H350 /HP 7)
Bentso(a)pyreeni ^{1, 3, 4)}	<0,1	< 0,00001 %	0,01% ²⁾	0,01 %	Carc. 1B (H350/ HP 7) ja Muta. 1B (H340/HP 11)
Bentso(b/j)fluoranteeni ^{1, 3, 4)}	<0,1	< 0,00001 %	0,10 %	-	Carc. 1B (H350/HP 7)
Bentso(g,h,i)peryleeni	<0,1	< 0,00001 %	-	-	-
Bentso(k)fluoranteeni ^{1, 3)}	<0,1	< 0,00001 %	0,10 %	0,10 %	Carc. 1B (H350)
Dibentso(a,h)antraseeni ³⁾	<0,1	< 0,00001 %	0,01 %	0,01 %	Carc. 1B (H350/HP 7)
Fenantreeni	<0,1	< 0,00001 %	0,25 %	0,10 %	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Fluoranteeni	<0,1	< 0,00001 %	0,25 %	0,10 %	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Fluoreeni	<0,1	< 0,00001 %	-	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni ¹⁾	<0,1	< 0,00001 %	-	-	-
Kryseeni ^{3, 4)}	<0,1	< 0,00001 %	0,10 %	-	Carc. 1B Muta. 2 (H350/HP 7)
Naftaleeni	<0,1	< 0,00001 %	0,25 %	0,10 %	Aquatic Chronic 1 (H410/HP 14)
Pyreeni	<0,1	< 0,00001 %	-	-	-
PAH-yhdisteet (EPA 16)	<0,1	< 0,00001 %	-	-	-
Bentso(e)pyreeni ^{3, 4)}	ei tutkittu	ei tutkittu	0,10 %	-	Carc. 1B (H350/HP 7)
Bentseeni ^{3, 4)}	<0,02	< 0,000002 %	0,10%	-	Carc. 1B (H350 /HP 7)
Öljyhiilivedyt (C5-C40)	<50	< 0,004 %	0,1% ³⁾ / 1,0% ⁴⁾	-	Carc. 1B (H350 /HP 7)
Öljyhiilivedyt (C10-C40)	<50	< 0,004 %	-	-	Carc. 1B (H350 /HP 7)

¹⁾ POP-asetuksessa (EU) 2019/1021 liitteessä III (B OSA) esitetty POP-yhdiste.

²⁾ Silloin, kun jäte sisältää bitumiseoksia, tulisi kuitenkin ottaa huomioon bitumimateriaalin mahdollisesti sisältämä kivihiiliterva, joka voi tehdä jätteestä syöpävaarallista, mikäli kivihiilitervan pitoisuus jätteessä ylittää 0,1 %. Kivihiilitervan merkkiaineena voidaan komission luokitusoppaan mukaan käyttää bentso(a)pyreeniä. Jos bitumia sisältävä jäte sisältää bentso(a)pyreeniä yli 0,005 % (50 ppm), jäte olisi vaarallista, koska kivihiilitervan pitoisuus jätteessä ylittää silloin 0,1 (2018/C 124/01, liitteen I luvusta 1.4.5).

³⁾ Rinnakkaisnimikkeisiin kuuluvien öljyisten jätteiden luokittelussa sovellettavaa pitoisuusrajaa sovelletaan, jos: jätteen bentseeni- ja PAH-pitoisuudesta ei ole tietoa, tai jäte sisältää bentseeniä vähintään 0,1 %, tai bentso(a)pyreeniä tai dibentso(a,h)antraseeniä vähintään 0,01 %, tai bentso(a)antraseeniä, bentso(e)pyreeniä, kryseeniä, bentso(b)fluoranteenia, bentso(j)fluoranteenia tai bentso(k)fluoranteenia vähintään 0,1 % (Ympäristöministeriön julkaisut 2019/2, s. 98).

⁴⁾ Rinnakkaisnimikkeisiin kuuluvien öljyisten jätteiden luokittelussa sovellettavaa pitoisuusrajaa sovelletaan, jos jäte sisältää: bentseeniä alle 0,1 %, ja bentso(a)pyreeniä ja dibentso(a,h)antraseeniä alle 0,01 %, ja bentso(a)antraseeniä, bentso(e)pyreeniä, kryseeniä, bentso(b)fluoranteenia, bentso(j)fluoranteenia ja bentso(k)fluoranteenia alle 0,1 % (Ympäristöministeriön julkaisut 2019/2, s. 98).

4.2 Kaatopaikkakelpoisuus

Näytteen edustaman jätteen liukoisen nikkelin pitoisuus ylitti sekä ravistelutestissä (SFS-EN 12457-3) että läpivirtaustestissä (SFS EN 14405) valtioneuvoston asetuksessa 331/2013 asetetun raja-arvon vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoittaville jätteille moninkertaisesti (taulukko 3).

Liukoisen seleenin pitoisuus ylitti läpivirtaustestissä vaarattoman jätteen kaatopaikan liukoisuusraja-arvon. Liukoisen sinkin pitoisuus ylitti ravistelutestissä vastaavan liukoisuusraja-arvon (taulukko 3).

Liukoisen arseenin (läpivirtaustestissä), kromin ((läpivirtaustestissä) ja sulfaatin pitoisuudet sekä lienneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) ja fenoli-indeksi (ravistelutestissä) ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikan liukoisuusraja-arvot. Liukoisen kadmiumin pitoisuus ja fenoli-indeksi olivat läpivirtaustestissä samalla tasolla vastaavien raja-arvojen kanssa raja-arvojen ilmoitustarkkuudella (taulukko 3).

Liukoisen koboltin pitoisuus oli ravistelutestissä 110 mg/kg ka L/S 10 kum. ja läpivirtaustestissä 26 mg/kg. Koboltin kokonaispitoisuus oli 450 mg/kg ka. Liukoisen uraanin pitoisuus oli ravistelutestissä 0,024 mg/kg, mutta läpivirtaustestissä 0,18 mg/kg. Uraanin kokonaispitoisuus oli 0,20 mg/kg ka. Liukoisen tinan ja toriumin pitoisuudet olivat alhaisia (<0,01 ja <0,02 mg/kg). Tinan kokonaispitoisuus oli <3 mg/kg ka ja toriumin 0,15 mg/kg ka (taulukot 1 ja 3).

Taulukko 3. Näytteen liuenneiden aineiden pitoisuudet liuos-kiintoainessuhteella $L/S = 10$ [mg/kg kuiva-ainetta]. Taulukossa on esitetty näytteen analyysitulosten lisäksi vertailupitoisuuksina valtioneuvoston asetuksen 331/2013 (muutos 2021/1030) mukaiset raja-arvot pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle.

Näytetunnus: Rautasakka, näyte 3 Näyttenumero: 693-2022-00043873			Kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot (mg/kg ka L/S 10 l/kg kum.) <i>VNa 331/2013 mukaisesti</i>		
Aine/muuttuja	LIUKOISUUS (mg/kg ka L/S 10 l/kg kum.)		<i>Jätteen kelpoisuus pysyvän jätteen kaatopaikalle</i>	<i>Jätteen kelpoisuus vaarattoman jätteen kaatopaikalle ⁵⁾</i>	<i><u>Jätteen kelpoisuus vaarallisen jätteen kaatopaikalle</u></i>
	SFS-EN 12457-3 ravistelutesti	SFS-EN 14405 läpivirtaustesti			
Arseeni (As)	0,041	0,68	0,5	2	25
Barium (Ba)	<0,05	0,33	20	100	300
Kadmium (Cd)	0,006	0,042	0,04	1	5
Kromi (Cr)	0,021	1,9	0,5	10	70
Kupari (Cu)	0,56	0,15	2	50	100
Elohopea (Hg)	<0,004	<0,004	0,01	0,2	2
Molybdeeni (Mo)	<0,01	<0,01	0,5	10	30
Nikkeli (Ni)	4 500	3 100	0,4	10	40
Lyijy (Pb)	0,011	0,14	0,5	10	50
Antimoni (Sb)	<0,01	<0,01	0,06	0,7	5
Seleen (Se)	0,40	1,2	0,1	0,5	7
Vanadiini (V)	<0,01	2,6	-	-	-
Sinkki (Zn)	79	3,3	4	50	200
Kloridi (Cl ⁻)	<50	<50	800	15 000	25 000
Fluoridi (F ⁻)	<5	<5	10	150	500
Sulfaatti (SO ₄ ²⁻)	9 900	7 300	1 000	20 000	50 000
Fenoli-indeksi	1,5	1,3	1	-	-
DOC	120	<50	500 ¹⁾	800 ²⁾	1 000 ³⁾
TDS	21 000	11 000	4 000 ⁴⁾	60 000 ⁴⁾	100 000 ⁴⁾
Koboltti (Co)	110	26	-	-	-
Tina (Sn)	<0,01	<0,01	-	-	-
Torium (Th)	<0,01	<0,02	-	-	-
Uraani (U)	0,024	0,18	-	-	-

¹⁾ Jos liuenneen orgaanisen hiilen raja-arvo ylittyy jätteen omassa pH:ssa, voidaan jäte vaihtoehtoisesti testata uuttosuhteessa $L/S = 10$ l/kg pH:ssa 7,5–8,0; jätteen katsotaan täyttävän liuenneen orgaanisen hiilen kelpoisuusvaatimuksen, jos pitoisuus on enintään 500 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, taulukko 2).

²⁾ Jos liuenneen orgaanisen hiilen raja-arvo ylittyy jätteen omassa pH:ssa, voidaan jäte vaihtoehtoisesti testata uuttosuhteessa $L/S = 10$ l/kg pH:ssa 7,5–8,0; jätteen katsotaan täyttävän liuenneen orgaanisen hiilen kelpoisuusvaatimuksen, jos pitoisuus on enintään 800 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, taulukko 5).

³⁾ Jos liuenneen orgaanisen hiilen raja-arvo ylittyy jätteen omassa pH:ssa, voidaan jäte vaihtoehtoisesti testata uuttosuhteessa $L/S = 10$ l/kg pH:ssa 7,5–8,0; jätteen katsotaan täyttävän liuenneen orgaanisen hiilen kelpoisuusvaatimuksen, jos pitoisuus on enintään 1 000 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, taulukko 7).

⁴⁾ Liuenneiden aineiden kokonaismäärän (TDS) raja-arvoa voidaan soveltaa sulfaatin ja kloridin raja-arvojen sijasta (VNa 331/2013 liite 3, taulukot 2, 5 ja 7).

⁵⁾ Liukoisten pitoisuuksien raja-arvot sijoitettaessa vaarattoma jätettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle yhdessä vakaan reagoimattoman vaarallisen jätteen kanssa (VNa 331/2013 30 §).

- ⁶⁾ *Liuennot orgaaninen hiilen (DOC) raja-arvo sijoitettaessa vaaratonta jätettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle yhdessä kipsipohjaisen jätteen kanssa (VNa 331/2013 29 §).*

Näytteen edustamalla jätteellä ei ollut lainkaan haponneutralointikapasiteettia (ANC/pH₄), koska jätteen luonnollinen pH_{1:10} oli alle 4 (taulukot 4 ja 5).

Näytteen orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC <0,5% ka) alitti pysyvän jätteen kaatopaikalle asetetun raja-arvon (taulukko 4).

Öljyhiilivetyjen (C₁₀-C₄₀) sekä BTEX-, PCB- ja PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuudet alittivat kaatopaikka-asetuksessa (331/2013) asetetut raja-arvot pysyvän jätteen kaatopaikalle (taulukko 4).

Taulukko 4. Näytteen muut tutkitut aineet. Taulukossa on esitetty näytteen analyysitulosten lisäksi vertailupitoisuuksina valtioneuvoston asetuksen 331/2013 (muutos 2021/1030) mukaiset raja-arvot pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle.

Näytetunnus: Rautasakka, näyte 3 Näytenumero: 693-2022-00043873			Kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot <i>VNa 331/2013 mukaisesti</i>		
			<i>Jätteen kelpoisuus pysyvän jätteen kaatopaikalle</i>	<i>Jätteen kelpoisuus vaarattoman jätteen kaatopaikalle</i>	<i>Jätteen kelpoisuus vaarallisen jätteen kaatopaikalle</i>
Aine/muuttuja	Yksikkö	Tulos			
ANC (pH 4/24h)	mol H ⁺ /kg ka	-	-	tutkittava ja arvioitava ¹⁾	
pH 1:10	-	3,8	-	-	
TOC	(% ka)	<0,5	3 / 6 ²⁾	5 ^{3, 4)} / 10 ⁵⁾	6 ⁶⁾ / 18 ^{6, 7)}
Hehkutushäviö 550 °C	(% ka)	2,8	-	10 ⁵⁾	10 ⁶⁾
Kuiva-ainepitoisuus	(% tuore)	82,4	-	-	-
BTEX-yhdisteet	(mg/kg ka)	<0,1	6	-	-
Öljyhiilivedyt (C ₁₀ -C ₄₀)	(mg/kg ka)	<50	500	-	-
PCB-yhdisteet (PCB-7)	(mg/kg ka)	<0,6	1	-	-
PAH-yhdisteet (EPA 16)	(mg/kg ka)	<0,1	40	-	-

¹⁾ *Raja-arvo sijoitettaessa vaaratonta jätettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle yhdessä vakaan reagoimattoman vaarallisen jätteen kanssa (VNa 331/2013 30 §).*

²⁾ *Raja-arvo (TOC 3 %-ka) voidaan korottaa enintään kaksinkertaisesti; maa-ainesjätteelle voidaan kuitenkin hyväksyä kolminkertainen raja-arvo, jos jätteen DOC on enintään 500 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, kohta 4).*

³⁾ *Raja-arvo sijoitettaessa vaaratonta jätettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle yhdessä kipsipohjaisen (VNa 331/2013 29 §) tai vakaan reagoimattoman vaarallisen jätteen kanssa (VNa 331/2013 30 §).*

⁴⁾ *Raja-arvo (TOC 5 %-ka) voidaan korottaa enintään kaksinkertaiseksi vain, jos DOC on enintään 800 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, kohta 4).*

⁵⁾ *Vaarattoman jätteen kaatopaikan pintarakenteen tiivistyskerroksen alla olevaan jätetäyttöön tai rakenteeseen hyväksytään vain sellaista vaaratonta jätettä, jonka biohajoavan ja muun orgaanisen aineksen pitoisuus määritettynä orgaanisen hiilen kokonaismääränä tai hehkutushäviönä on enintään 10 prosenttia. Tämä ei koske seuraavia jätteitä: 1) energiantuotannossa tai jätteen polttamisessa syntyvä lento- tai pohjatuhka, jos sen liuenneen orgaanisen hiilen pitoisuus on alle 800 milligrammaa kilogrammassa määritettynä neste- ja kiinteän aineen suhteessa 10 litraa kilogrammaa kuiva-ainetta kohden joko jätteen omassa pH:ssa tai pH:ssa 7,5–8; 2) pilaantunut maa-ainesjäte, pilaantunut ruoppausjäte tai asbestijäte, jos se sijoitetaan erillään muista jätteistä; 3) jätelain 3 §:n 1 momentin 6 kohdassa tarkoitettua sivutuoteasetuksessa tarkoitettuja eläimistä saatavia sivutuotteita, jos asetuksessa tai sen täytäntöönpanosäännöksissä hyväksytään niiden hautaaminen maahan, tai muutkin jätteet erityistilanteessa, jos niiden sijoittaminen kaatopaikalle on välttämätöntä eläintautien torjumiseksi; 4) metsäteollisuudessa massan valmistuksessa syntyvä soodasakka tai keräyspaperin siistauksessa syntyvä liete; 5) 29–31 §:ssä tarkoitettu jäte (VNa 331/2013 28 §).*

⁶⁾ *On sovellettava joko hehkutushäviön tai orgaanisen hiilen kokonaismäärän (TOC) raja-arvoa (VNa 331/2013).*

⁷⁾ Raja-arvo (TOC 6 %-ka) voidaan korottaa enintään kolminkertaiseksi vain, jos jätteen DOC on enintään 1 000 mg/kg (VNa 331/2013 liite 3, kohta 4).

Taulukko 5. Näytteen suotovesien pH-arvot ja sähkönjohtokyky. Taulukossa on esitetty näytteen analyysitulosten lisäksi vertailupitoisuuksina valtioneuvoston asetuksen 331/2013 (muutos 2021/1030) mukaiset raja-arvot pysyvän, vaarattoman ja vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle.

Näytetunnus: Rautasakka, näyte 3 Näyttenumero: 693-2022-00043873				Kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot <i>VNa 331/2013 mukaisesti</i>		
Aine/muuttuja				Jätteen kelpoisuus pysyvän jätteen kaatopaikalle	Jätteen kelpoisuus vaarattoman jätteen kaatopaikalle	Jätteen kelpoisuus vaarallisen jätteen kaatopaikalle
		SFS-EN 12457-3	SFS-EN 14405			
pH L/S 0 - 0,1	-		4,7	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 0,1 - 0,2	-		3,7	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 0,2 - 0,5	-	2,9	3,4	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 0,5 - 1	-		3,4	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 1 - 2	-		3,4	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 2 - 5	-	2,4	3,5	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
pH L/S 5 - 10	-		3,8	-	≥ 6,0 ¹⁾	-
sähkönjohtokyky L/S 0 - 0,1	(mS/m)		95	-	-	-
sähkönjohtokyky L/S 0,1 - 0,2	(mS/m)		170	-	-	-
sähkönjohtokyky L/S 0,2 - 0,5	(mS/m)	470	250	-	-	-
sähkönjohtokyky L/S 0,5 - 1	(mS/m)		180	-	-	-
sähkönjohtokyky L/S 1 - 2	(mS/m)		180	-	-	-
sähkönjohtokyky L/S 2 - 5	(mS/m)	77	120	-	-	-
sähkönjohtokyky L/S 5 - 10	(mS/m)		94	-	-	-

¹⁾ Raja-arvo sijoitettaessa vaaratonta jätettä vaarattoman jätteen kaatopaikalle yhdessä vakaan reagoimattoman vaarallisen jätteen kanssa (VNa 331/2013 30 §).

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Jäteluokittelu ja jätteen vaaraominaisuudet

Näytteen edustaman Terraframe Oy:n akkukemikaalitehtaan jätteen (rautasakka, näyte 3) kaltaisille epäorgaanisissa kemian prosessissa syntyville metallioksidijätteille on jäteasetuksen 978/2021 liitteen 3 jäteluettelossa sekä vaarallisen (06 03 15*) että vaarattoman (06 03 16) jätteen rinnakkaisnimikkeet. Jätteen nimiketyyppi on siten joko MH (vaarallinen jäte) tai MNH (vaaraton jäte) riippuen jätteen haitallisten aineiden pitoisuuksista (2018/C 124/01, liite 1 taulukko 3).

Nikkelin (4,0% tuorepainossa) kokonaispitoisuuden ja varovaisuusperiaatteen perusteella näytteen edustuma jäte (rautasakka, näyte 3) luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi jätenimikkeellä 06 03 15*.

Näytteen edustama jäte ei sisältänyt merkittäviä POP-yhdisteiksi luokiteltujen PCB- tai PAH-pitoisuuksia. Muita POP-yhdisteitä ei ole tutkittu tässä tilauksessa.

5.2 Kaatopaikkakelpoisuus

Valtioneuvoston asetuksen 331/2013 mukaisesti tarkasteltuna näytteen edustama jäte (rautasakka, näyte 3) ei täyttänyt vaarallisen jätteen kaatopaikan sijoitusvaatimuksia liian korkean liukoisen nikkelin pitoisuuden vuoksi. Nikkeli ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikan liukoisuusraja-arvon ravistelutestissä 112-kertaisesti ja läpivirtaustestissä 78-kertaisesti.

Koboltti ja uraani olivat ainakin osittain vesiliukoisessa muodossa. Kobolttin kokonaispitoisuus oli 450 mg/kg ka. Liukoisen kobolttin pitoisuus oli ravistelutestissä 110 mg/kg ka L/S 10 kum. ja läpivirtaustestissä 26 mg/kg. Uraanin kokonaispitoisuus oli 0,20 mg/kg ka ja liukoisen pitoisuus 0,024 mg/kg ravistelutestissä ja 0,18 mg/kg läpivirtaustestissä. Tinan kokonaispitoisuus oli <3 mg/kg ka ja toriumin 0,15 mg/kg ka. Liukoisen tinan ja toriumin pitoisuudet olivat alhaisia ja alle analyysimenetelmien määrittämisrajojen.

Päätöksen tutkitun näytteen edustaman jätteen kaatopaikkasijoituksesta tekee ympäristölupaviranomainen mm. tämän lausunnon sekä näytteestä tehtyjen tutkimusten (liite 1) perusteella. Ympäristönsuojeluasetuksen (713/2014) mukaan jätettä käsittelevän laitoksen ympäristölupaviranomaisena toimii laitoksen koosta, toiminnan luonteesta sekä käsiteltävän jätteen luokituksista riippuen joko aluehallintovirasto (AVI) tai kunnan ympäristösuojeluviranomainen.

Tutkimustuloksista koostettu lausunto on testausselesteesta erillinen asiantuntija-arvio tulosten tulkinnan tueksi niillä tiedoilla, joita laboratoriolla on käytössä ja ainoastaan tehtyjen tutkimusten perusteella (KSE2013).

Oulussa, 13.1.2023
Eurofins Ahma Oy



Sandra van der Veen, MEng, Ympäristöinsinööri
SandravanderVeen@eurofins.fi
puh. 050 573 9762



Tomi Nevanperä, FM, Kemisti
tominevanpera@eurofins.fi
puh. 044 588 5268

VIITTEET

- 2018/C 124/01. Euroopan unionin virallinen lehti C 124, 2018. Komission tiedonanto – Tekniset ohjeet jätteiden luokittelusta
- CEN/TS 15364. Jätteiden karakterisointi. Liukoisuustestit. Hapon ja emäksen kulutuksen testaus neutralisaatiossa.
- EPA 3051A (revision 1). Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils and Oils
- SFS-EN 1484. Vesianalyysi. Ohjeita orgaanisen hiilen kokonaismäärän (TOC) ja liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) määrittämiseen
- SFS-EN 12457-3. Jätteiden karakterisointi. Liukoisuus. Rakeisten jätemateriaalien ja lietteiden liukoisuudenlaadunvalvontatesti. osa 3: kaksivaiheinen ravistelutesti uuttoliuoksen ja kiinteän jätteen suhteessa 2 l/kg ja 8 l/kg materiaaleille, joiden kiintoaineksen osuus on suuri ja raekoko alle 4 mm (raekoon pienentäminen tarvittaessa)
- SFS-EN 14405. Characterization of waste. Leaching behaviour test. Up-flow percolation test (under specified conditions)
- SFS-EN 15169. Characterization of waste. Determination of loss on ignition in waste, sludge and sediments
- SFS-EN 15216. Characterization of waste. Determination of total dissolved solids (TDS) in water and eluates
- SFS-EN 15934. Sludge, treated biowaste, soil and waste. Calculation of dry matter fraction after determination of dry residue or water content
- SFS-EN 15936. Soil, waste, treated biowaste and sludge. Determination of total organic carbon (TOC) by dry combustion
- SFS-EN 27888. Water quality. Determination of electrical conductivity (ISO 7888:1985)
- SFS-EN ISO 10304-1. Veden laatu. Liuenneiden fluoridi-, kloridi-, nitriitti-, ortofosfaatti-, bromidi-, nitraatti- ja sulfaatti-ionien määrittäminen ionikromatografialla. Osa 1: Menetelmä vähän likaantuneelle vedelle
- SFS-EN ISO 10523. Water quality. Determination of pH (ISO 10523:2008)
- SFS-EN ISO 11885. Water Quality – Determination of selected elements by Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry
- SFS-EN ISO 17294-2. Water quality. Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes (ISO 17294-2:2016)
- SFS-ISO 16772. Soil quality — Determination of mercury in aqua regia soil extracts with cold-vapour atomic spectrometry or cold-vapour atomic fluorescence spectrometry
- Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:2. Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi – päivitetty opas. Ympäristöministeriö 30.1.2019
- Wahlström, M., J. Laine-Ylijoki, T. Kaartinen, O. Hjelm and D. Bendz. Acid neutralization capacity of waste – specification of requirement stated in landfill regulations. Temanord 2009:580. Nordic Council of Ministers, Copenhagen 2009, ISBN 978-92-893-1942-3, s. 37-38

LIITTEET

Liite 1. Tutkimustodistus AR-23-YB-000002-01; 693-2022-00043873



Eurofins Eichrom Radioactivité
Campus de Ker Lann - Parc de Lormandière
Rue Maryse Bastié - Bât. C
35170 Bruz - France

EUROFINS AHMA OY FINLANDE
Mrs. Ilkka VALIMAKI
Nuottasaarentie 17,
ovi K301
90400 Oulu

Bruz, 10/01/2023

Test report

Dear Madam,

Please find below your test report corresponding to your samples sent for radiological analysis, as received in our laboratory on 15/11/2022.

We would like to thank you for your confidence and, if you need any further information, please, do not hesitate to contact us.

Yours sincerely,

Christophe Rielland
Laboratory Director



Eichrom Laboratories is agreed by French Ministry of Health for the radioactive measurements of drinking water and French Nuclear Safety Authority (ASN) for radioactivity analyses on environmental matrices.



Eichrom Laboratories is agreed by French Ministry of Health for the radioactive measurements of drinking water and French Nuclear Safety Authority (ASN) for radioactivity analyses on environmental matrices.

EUROFINS AHMA OY FINLANDE
Mrs. Ilkka VALIMAKI
Nuottasaarentie 17,
ovi K301
90400 Oulu
Finlande

TEST REPORT N° 22-03778-10653

This test report only deals with the tests performed on the samples received

Customer ID : ICO076 - *Order N° : PO-EUFI05-00001493

*Sample reference : **AKTIIVIHILI / 693-2022-00043871**

*Sampling date : 31.10.2022

*Matrix : SOLIDE / Solid waste from minig/metal industry

*Sampling location : Terrafame Oy, Akkukemikaalitehdas

Date of delivery : 15/11/2022

(*)Data provided by the customer, those data couldn't engage the responsibility of the laboratory

Parameter	Reference method	Unit	Result	Incertainty (k=2)	Detection Limit (LD)	Date of preparation	Date of measurement	COFRAC
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-238								
Th-234	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	41	10	26	12/2/2022	1/7/2023	NO
Th-230		Bq.kg ⁻¹	< LD		212	12/2/2022	1/7/2023	NO
Ra-226		Bq.kg ⁻¹	20,7	4,5	4,8	12/2/2022	1/7/2023	NO
Pb-210		Bq.kg ⁻¹	< LD		24	12/2/2022	1/7/2023	NO
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-235								
U-235	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	< LD		3	12/2/2022	1/7/2023	NO
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF Th-232								
Ra-228	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		7	12/2/2022	1/7/2023	NO
Pb-212		Bq.kg ⁻¹	6,4	1,7	3,4	12/2/2022	1/7/2023	NO
Bi-212		Bq.kg ⁻¹	< LD		24	12/2/2022	1/7/2023	NO
Tl-208		Bq.kg ⁻¹	< LD		2	12/2/2022	1/7/2023	NO
OTHER NATURAL GAMMA EMITTERS								
K-40	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	< LD		32	02/12/2022	07/01/2023	NO
ARTIFICIAL GAMMA EMITTERS								
Co-60	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		2	12/2/2022	1/7/2023	NO
Cs-134		Bq.kg ⁻¹	< LD		2	12/2/2022	1/7/2023	NO
Cs-137		Bq.kg ⁻¹	13,0	2,1	1,8	12/2/2022	1/7/2023	NO
Am-241		Bq.kg ⁻¹	4,0	1,1	3,3	12/2/2022	1/7/2023	NO
ALPHA EMITTERS								
Po-210	Intern Method	Bq.kg ⁻¹	< LD		5	12/20/2022	12/21/2022	NO

Remarks : results are expressed in Bq per dry weight.

Activities, uncertainties and detection limits are calculated from the date of sampling.

Radium226 is deduced from its progenies lead214 and bismuth214, radium228 from actinium228.

Bruz, on 10/01/2023

Benoît DANIEL
Technical Manager

+33 (0)2 23 50 13 80

eichromrad@eurofins.com – www.eurofins.fr/nucleaire/
SAS au capital de 121 000 euros – SIRET 830 988 721 00015
APE 7120 B – TVA Intra-Communautaire : FR 21 830 988 721



Eichrom Laboratories is agreed by French Ministry of Health for the radioactive measurements of drinking water and French Nuclear Safety Authority (ASN) for radioactivity analyses on environmental matrices.

EUROFINS AHMA OY FINLANDE
Mrs. Ilkka VALIMAKI
Nuottasaarentie 17,
ovi K301
90400 Oulu
Finlande

TEST REPORT N° 22-03778-10654

This test report only deals with the tests performed on the samples received

Customer ID : ICO076 - *Order N° : PO-EUFI05-00001493	*Sampling date : 31.10.2022
*Sample reference : BENTONIITTISAKKA (CRUDI) / 693-2022-00043872	
*Matrix : SOLIDE / Solid waste from minig/metal industry	*Sampling location : Terrafame Oy, Akkukemikaalitehdas
Date of delivery : 15/11/2022	

(*)Data provided by the customer, those data couldn't engage the responsibility of the laboratory

Parameter	Reference method	Unit	Result	Incertainty (k=2)	Detection Limit (LD)	Date of preparation	Date of measurement	COFRAC
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-238								
Th-234	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		29	12/2/2022	1/7/2023	NO
Th-230		Bq.kg ⁻¹	< LD		249	12/2/2022	1/7/2023	NO
Ra-226		Bq.kg ⁻¹	11,2	4,8	5,8	12/2/2022	1/7/2023	NO
Pb-210		Bq.kg ⁻¹	< LD		27	12/2/2022	1/7/2023	NO
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-235								
U-235	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	< LD		3	12/2/2022	1/7/2023	NO
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF Th-232								
Ra-228	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	26,7	5,3	12,0	12/2/2022	1/7/2023	NO
Pb-212		Bq.kg ⁻¹	19,5	3,7	3,6	12/2/2022	1/7/2023	NO
Bi-212		Bq.kg ⁻¹	39	15	26	12/2/2022	1/7/2023	NO
Tl-208		Bq.kg ⁻¹	7,7	1,8	2,7	12/2/2022	1/7/2023	NO
OTHER NATURAL GAMMA EMITTERS								
K-40	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	256	33	33	02/12/2022	07/01/2023	NO
ARTIFICIAL GAMMA EMITTERS								
Co-60	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		2	12/2/2022	1/7/2023	NO
Cs-134		Bq.kg ⁻¹	< LD		2	12/2/2022	1/7/2023	NO
Cs-137		Bq.kg ⁻¹	< LD		2	12/2/2022	1/7/2023	NO
Am-241		Bq.kg ⁻¹	< LD		2	12/2/2022	1/7/2023	NO
ALPHA EMITTERS								
Po-210	Intern Method	Bq.kg ⁻¹	8,3	3,0	3,0	12/21/2022	12/22/2022	NO

Remarks : results are expressed in Bq per dry weight.

Activities, uncertainties and detection limits are calculated from the date of sampling.

Radium226 is deduced from its progenies lead214 and bismuth214, radium228 from actinium228.

Bruz, on 10/01/2023

Benoît DANIEL
Technical Manager



Eichrom Laboratories is agreed by French Ministry of Health for the radioactive measurements of drinking water and French Nuclear Safety Authority (ASN) for radioactivity analyses on environmental matrices.

EUROFINS AHMA OY FINLANDE
Mrs. Ilkka VALIMAKI
Nuottasaarentie 17,
ovi K301
90400 Oulu
Finlande

TEST REPORT N° 22-03778-10655

This test report only deals with the tests performed on the samples received

Customer ID : ICO076 - *Order N° : PO-EUFI05-00001493	*Sampling date : 31.10.2022
*Sample reference : RAUTASAKKA / 693-202-00043873	
*Matrix : SOLIDE / Solid waste from minig/metal industry	*Sampling location : Terrafame Oy, Akkukemikaalitehdas
Date of delivery : 15/11/2022	

(*)Data provided by the customer, those data couldn't engage the responsibility of the laboratory

Parameter	Reference method	Unit	Result	Incertainty (k=2)	Detection Limit (LD)	Date of preparation	Date of measurement	COFRAC
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-238								
Th-234	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		15	12/2/2022	1/8/2023	NO
Th-230		Bq.kg ⁻¹	< LD		122	12/2/2022	1/8/2023	NO
Ra-226		Bq.kg ⁻¹	< LD		3	12/2/2022	1/8/2023	NO
Pb-210		Bq.kg ⁻¹	20,3	8,9	15,4	12/2/2022	1/8/2023	NO
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF U-235								
U-235	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	< LD		1	12/2/2022	1/8/2023	NO
GAMMA EMITTERS FROM NATURAL CHAIN OF Th-232								
Ra-228	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		3	12/2/2022	1/8/2023	NO
Pb-212		Bq.kg ⁻¹	< LD		2	12/2/2022	1/8/2023	NO
Bi-212		Bq.kg ⁻¹	< LD		12	12/2/2022	1/8/2023	NO
Tl-208		Bq.kg ⁻¹	< LD		1	12/2/2022	1/8/2023	NO
OTHER NATURAL GAMMA EMITTERS								
K-40	NF EN ISO 18589-3	Bq.kg ⁻¹	< LD		17	02/12/2022	08/01/2023	NO
ARTIFICIAL GAMMA EMITTERS								
Co-60	NF EN ISO 18589-3 γ spectrometry	Bq.kg ⁻¹	< LD		0,97	12/2/2022	1/8/2023	NO
Cs-134		Bq.kg ⁻¹	< LD		0,9	12/2/2022	1/8/2023	NO
Cs-137		Bq.kg ⁻¹	1,19	0,52	0,92	12/2/2022	1/8/2023	NO
Am-241		Bq.kg ⁻¹	< LD		1,2	12/2/2022	1/8/2023	NO
ALPHA EMITTERS								
Po-210	Intern Method	Bq.kg ⁻¹	23,8	5,5	3,8	12/21/2022	12/22/2022	NO

Remarks : results are expressed in Bq per dry weight.

Activities, uncertainties and detection limits are calculated from the date of sampling.

Radium226 is deduced from its progenies lead214 and bismuth214, radium228 from actinium228.

Bruz, on 10/01/2023

Benoît DANIEL
Technical Manager