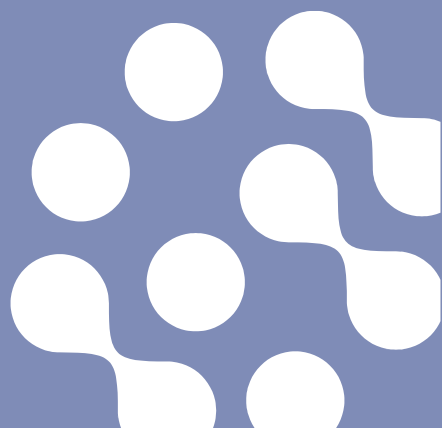


Eurofins Ahma Oy
30.3.2022

TERRAFAME OY JÄTEJAKEIDEN TARKKAILU 2021



TERRAFAME OY,

JÄTEJAKEIDEN TARKKAILU 2021

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	17
2.3	HEHKUTUSHÄVIÖ, TOC, ANC JA RADIOAKTIIVISUUS	29
3.	SIVUKIVEN OMINAISUUDET.....	31
3.1	ALKUAINEIDEN KOKONAISPITOISUUDET	31
3.2	LIUKOISUUSOMINAISUUDET	33
4.	AKKUKEMIKAALITEHTAAN JÄTEJAKEIDEN KAATOPAIKKAKELPOISUUS	37
4.1	METALLISULFAATTILIUOS	37
5.	EPÄVARMUUSTARKASTELU.....	38
6.	YHTEENVETO.....	38
	VIITTEET	40
	LIITTEET	41

LIITTEET

Liite 1. Sakkajakeiden kokonaispitoisuudet
Liite 2. Sakkajakeiden liukoiset pitoisuudet
Liite 3. Sivukivinäytteiden kokonaispitoisuudet
Liite 4. Sivukivinäytteiden liukoiset pitoisuudet
Liite 5. Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden analyysitulokset
Liite 6. Sakkajakeiden radioaktiivisuus – *toimitetaan myöhemmin*

Eurofins Ahma Oy

Laura Kemppainen,
Ympäristöasiantuntija

Tiina Härmä,
Projektipäällikkö

Sähköposti: EtunimiSukunimi@eurofins.fi

www.eurofins.fi

1. JOHDANTO

1.1 Yleistä

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

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

Vuonna 2021 tarkkailuun lisättiin akkukemikaalitehtaalla muodostuvien jätejakeiden ominaisuuksien tarkkailu. Akkukemikaalitehtaan ylösajo alkoi alkuvuonna 2021. Vuonna 2021 tarkkailu toteutui ohjelman mukaan metallisulfaattiliuoksen osalta. Muiden akkukemikaalitehtaan jätejakeiden (rautasakka, bentoniittisakka ja käytetty aktiivihili) ensimmäiset näytteet tullaan ottamaan sitten, kun ylösajovaiheesta on siirrytty tuotantovaiheeseen ja jätteiden laatu vastaa normaalin toiminnan aikana muodostuvaa laatua. Ensimmäisistä näytteistä tullaan tekemään kaatopaikoista annetun valtioneuvoston asetuksen nro 331/2013 16–19 §:n mukainen perusmäärittely, minkä jälkeen tarkkailu jatkuu ohjelman mukaisesti.

Vuonna 2021 metallien talteenottolaitoksen ja keskuspuhdistamon sakkojen sekä sivukiven tarkkailu toteutettiin vuonna 2019 laaditun tarkkailuohjelman (Ramboll Finland Oy 2019) mukaisesti. 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. Metallien talteenottolaitoksella ja keskuspuhdistamolla muodostuvien sakkajakeiden tarkkailussa sovelletaan valtioneuvoston asetuksen 202/2006 mukaista kaatopaikkakelpoisuuden testausmenettelyä soveltuvilta osin. Akkukemikaalitehtaan jätejakeiden tarkkailu toteutettiin vuonna 2021 laaditun erillisen akkukemikaalitehtaan tarkkailuohjelman mukaan (Terrafame 2021).

Tässä raportissa on esitetty edellä mainittujen jätejakeiden tarkkailun tulokset vuodelta 2021.

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. jättenimikkeellä. 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 jättenimikkeeseen, joka on luokiteltu aina vaaralliseksi jätteeksi (AH-nimike tai aina vaarattomaksi jätteeksi (ANH-nimike), ei jätteen luokitteluun tarvitse 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 ovat Pohjois-Suomen aluehallintoviraston ympäristölupapäätöksissä (nro 36/2014/1 ja 3/2017/1, Dnro PSAVI/58/04.08/2011 ja PSAVI/702/2016) luokiteltu valtioneuvoston jätteistä antaman asetuksen mukaisesti vaarallisiksi jätteiksi (*) ja jäteasetuksen liitteen 4 mukaisesti seuraavasti (suluissa nimiketyyppi Euroopan komission tiedonannon 2018 mukaan):

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

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

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

Akkukemikaalitehtaan ympäristöluvan (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 2021 esineutralointisakan (653) näytteenotto toteutettiin muilta osin tarkkailusuunnitelman mukaisesti, mutta tammi-joulukuun kuukausinäytteiden lisäksi laboratorioon toimitettiin viikkonäyte viikolta 26. Esineutralointisakasta otettiin päivittäin/viikoittain osanäytteitä Terrafamen henkilökunnan toimesta. Osanäytteistä muodostettiin kuukauden kokoomanäyte. Loppuneutraloinnin sakasta (646) ja rautasakasta (645) otettiin näytteet tammi-helmikuussa, huhtikuussa ja joulukuussa, jolloin raudansaostus- ja loppuneutralointiprosessit olivat käynnissä. Vesienkäsittelysakan osalta määritykset on marraskuusta 2020 lähtien tehty viikon kokoomanäytteistä, ja lisäksi kokoomanäytteet kerätään nykyään erikseen kahdelta linjalta (1. linja/572 T1 ja 2. linja/572 T2). Vuonna 2021 kokoomanäytteet otettiin linjalta 1 viikoilla 1-28 ja 34-52 sekä linjalta 2 viikoilla 1-27 ja 30-52. Viikoilla 29-33, ja linjan 2 osalta myös viikoilla 28-29 puhdistamo oli pääosin seisakissa, ja sakkaa muodostui vain hyvin vähäisiä määriä. Helmikuusta 2017 marraskuuhun 2020 myös vesienkäsittelysakan määritykset tehtiin kuukauden kokoomanäytteistä, joissa 1. ja 2. linjan näytteet oli yhdistetty.

Näytteenotosta ja osanäytteiden yhdistämisestä viikko- ja kuukausinäytteiksi, sekä näytteiden toimittamisesta laboratorioon vastasi Terrafame Oy. Määritykset tehtiin muilta osin Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratoriossa ja radioaktiivisuusmääritysten osalta Eurofins Eichrom Radioactivité:n laboratoriossa Ranskassa.

2.1 Alkuaineiden kokonaispitoisuudet

Raportin liitteessä (liite 1) on esitetty koontitaulukot vuoden 2021 sakkajakeiden kokonaispitoisuuksien analyysituloksista.

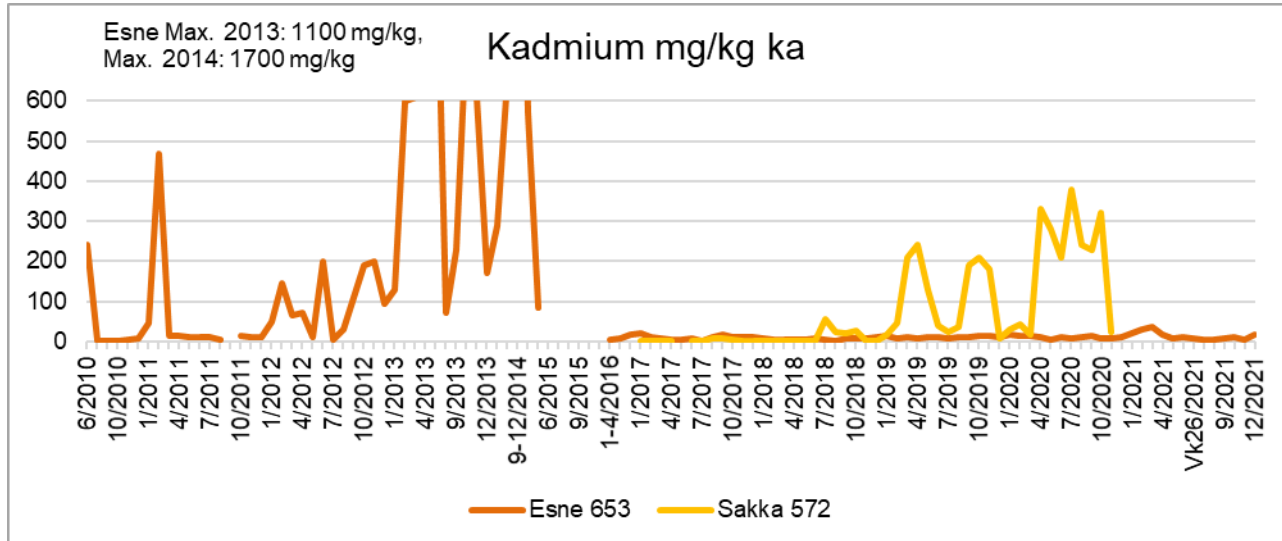
Alkuaineiden kokonaispitoisuuksia on seuraavassa verrattu aiempina vuosina määritettyihin kokonaispitoisuuksiin, ja merkittävimmin pitoisuuksina todettujen alkuaineiden pitoisuuksien kehitystä on havainnollistettu myös kuvaajien avulla. Pääsääntöisesti kokonaispitoisuudet on esitetty kuiva-ainetta (ka)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

Terrafamella muodostuvien jättejakeiden jäteluokituksen kannalta kriittisten aineiden (mangaani, nikkeli ja sinkki) osalta pitoisuuksia on verrattu myös vaarallisen jätteen pitoisuusarvoihin. Jätteiden luokittelu vaaralliseksi tai vaarattomaksi jätteeksi perustuu suurelta osin Euroopan unionin kemikaalilainsäädäntöön eli CLP-asetukseen (EY 1272/2008), sillä jätteeseen sovellettavat vaaraominaisuudet liittyvät luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista koskeviin perusteisiin. Vertailupitoisuuksina sovelletaan CLP-asetuksessa sekä ympäristöministeriön julkaisuissa 2019/2 (liitteet 6 ja 9) esitettyjä alimpia pitoisuusrajoja (ns. varovaisuusperiaate). Jätteen vaaraominaisuuksien arvioinnissa kokonaispitoisuuksia verrataan aineiden pitoisuuteen jätteessä sen 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.

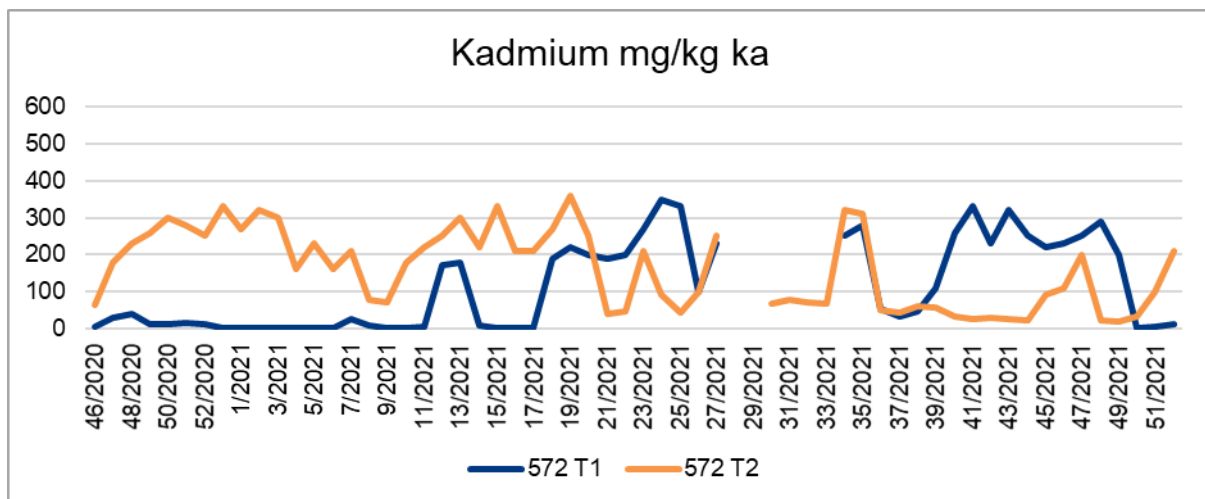
Vuonna 2021 arseenin pitoisuudet loppuneutralointisakassa (<3 mg/kg ka), rautasakassa (<3-3,4 mg/kg ka) ja esineutralointisakassa (<3 mg/kg ka) olivat alhaisia vastaavasti kuin aiempina vuosina. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä arseenipitoisuudet vaihtelivat välillä <3-24 mg/kg ka (572 T1) ja 3,5-33 mg/kg ka (572 T2). Jäteluokituksessa arseenille 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). Sakkajakeissa arseenipitoisuus on jäänyt selvästi näiden raja-arvojen alapuolelle.

Myös kadmiumin pitoisuudet olivat vuosien 2019-2020 tavoin alhaisia loppuneutralointisakassa (0,4-0,57 mg/kg ka) ja rautasakassa (<0,3-0,41 mg/kg ka). Esineutralointisakan kadmiumin pitoisuudet ovat laskeneet selvästi vuosien 2013-2015 (max. 1700 mg/kg ka) korkeista pitoisuuksista. Vuonna 2021 esineutralointisakan kadmiumpitoisuudet vaihtelivat välillä 2,6-21 mg/kg ka. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden viikkonäytteissä kadmiumpitoisuudet vaihtelivat välillä 0,3-350 mg/kg ka (572 T1) ja 17-360 mg/kg ka (572 T2). Kadmiumin kokonaispitoisuudet kuivapainoa kohden vesienkäsittelysakassa ja esineutralointisakassa vuosina 2010-2021 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-1, Kuva 2-2).

Jäteluokituksessa kadmiumille sovellettava alin vaarallisen jätteen pitoisuusraja tuorepainona on 2500 mg/kg, ja yhteenlaskussa alin huomioitava pitoisuus (ns. Cut-off-arvo) 1000 mg/kg (Häkkinen 2019, liite 9). Raja-arvot perustuvat kadmiumin aiheuttamaan pitkäaikaiseen vaaraan vesiympäristölle. Esineutralointisakassa raja-arvo 1000 mg/kg on ylittynyt syys-joulukuun 2014 näytteessä (1088 mg/kg tp), mutta muilta osin kyseisten raja-arvojen ylityksiä ei ole todettu sakkajäätteissä vuosina 2014-2021.



Kuva 2-1. Esineutralointisakan (653) ja vesienkäsittelysakan (572) kuukausinäytteiden kadmiumpitoisuudet kuivapainoa kohden vuosina 2010-2021. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomänäytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.



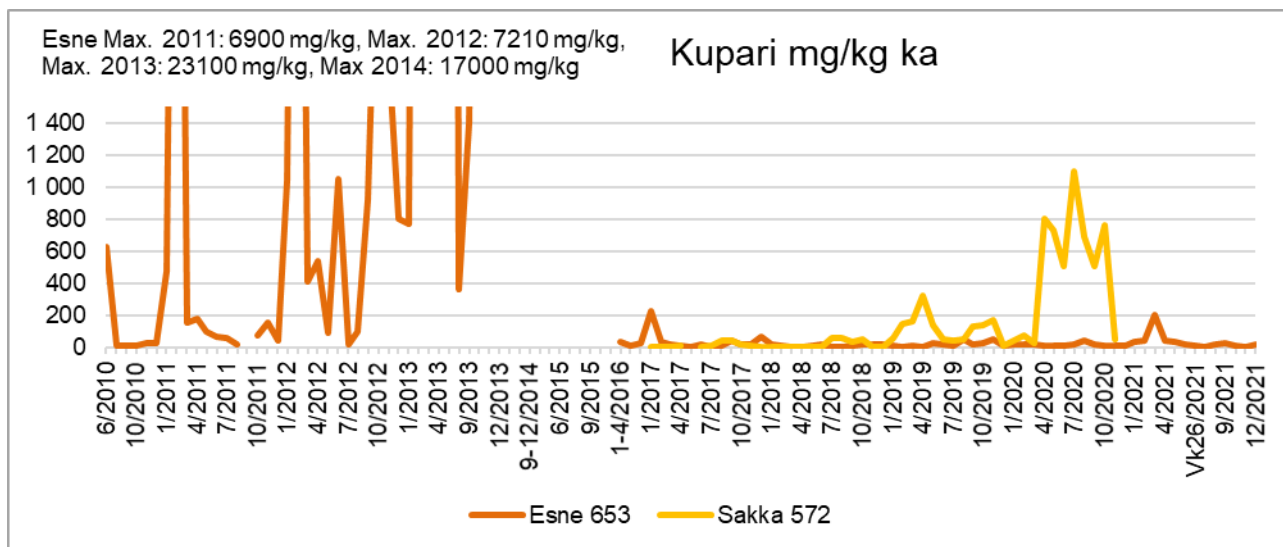
Kuva 2-2. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden kadmiumpitoisuudet kuivapainoa kohden v. 2020-2021.

Kuparin pitoisuudet olivat alhaisia loppuneutralointisakassa (<2 mg/kg ka) ja rautasakassa (<2-2,7 mg/kg ka). Esineutralointisakan kuparipitoisuuksissa on aiempina vuosina ollut huomattavaa vaihtelua, mutta viime vuosina (2017-2021) tutkituissa näytteissä vaihtelu on ollut vähäisempää. Vuonna 2021 kuparipitoisuudet vaihtelivat esineutralointisakassa välillä 4,2-200 mg/kg ka. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä kuparipitoisuudet vaihtelivat välillä <2-1100 mg/kg ka (572 T1) ja 69-1200 mg/kg ka (572 T2). Tutkittujen sakkajakeiden kuparipitoisuuksien kehitys vuosina 2010-2021 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-3, Kuva 2-4).

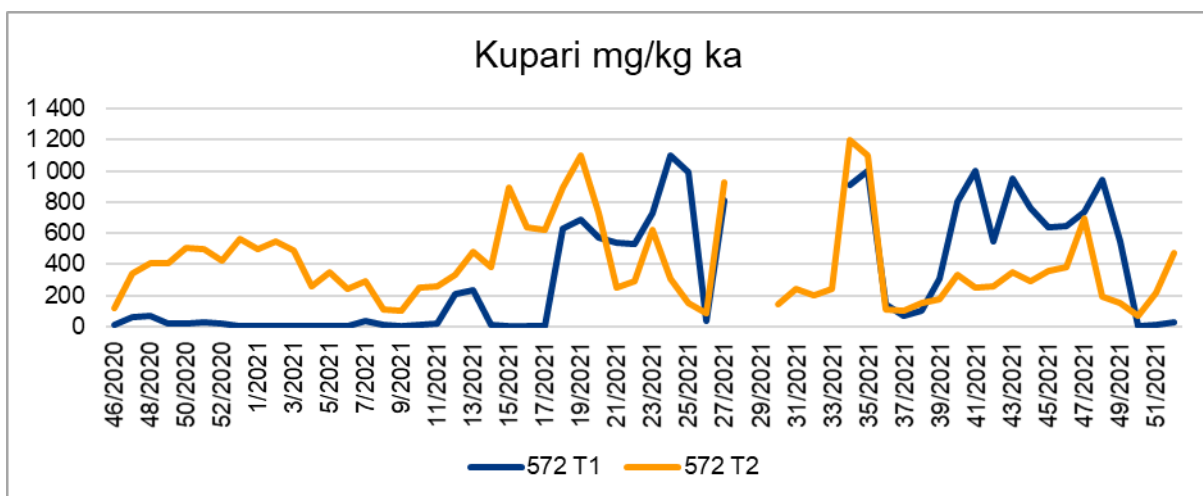
Kupari-ionille ei ole CLP-asetuksen aineluettelossa annettu yleistä pitoisuusrajaa. Kupariyhdisteistä kupari-ionin pitoisuudeksi laskettuna alin mahdollinen raja-arvo on annettu kuparisulfaatile, perustuen sen pitkäaikaisiin haittavaikutuksiin vesieliöille. Kyseinen vaarallisen jätteen pitoisuusraja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

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 2021 tuorepainoksi laskettuna vesienkäsittelysakan kuparipitoisuudet jäivät sekä vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon että yhteenlaskussa huomioitavan alimman pitoisuuden alapuolelle (572 T1: 0,02-7,6 mg/kg TP, 572 T2: 0,2-6,6 mg/kg TP). Esineutralointisakassa on todettu raja-arvojen ylityksiä vuosina 2014-2015 (vaihteluväli 2014-2015: 2519-27328 mg/kg tp).



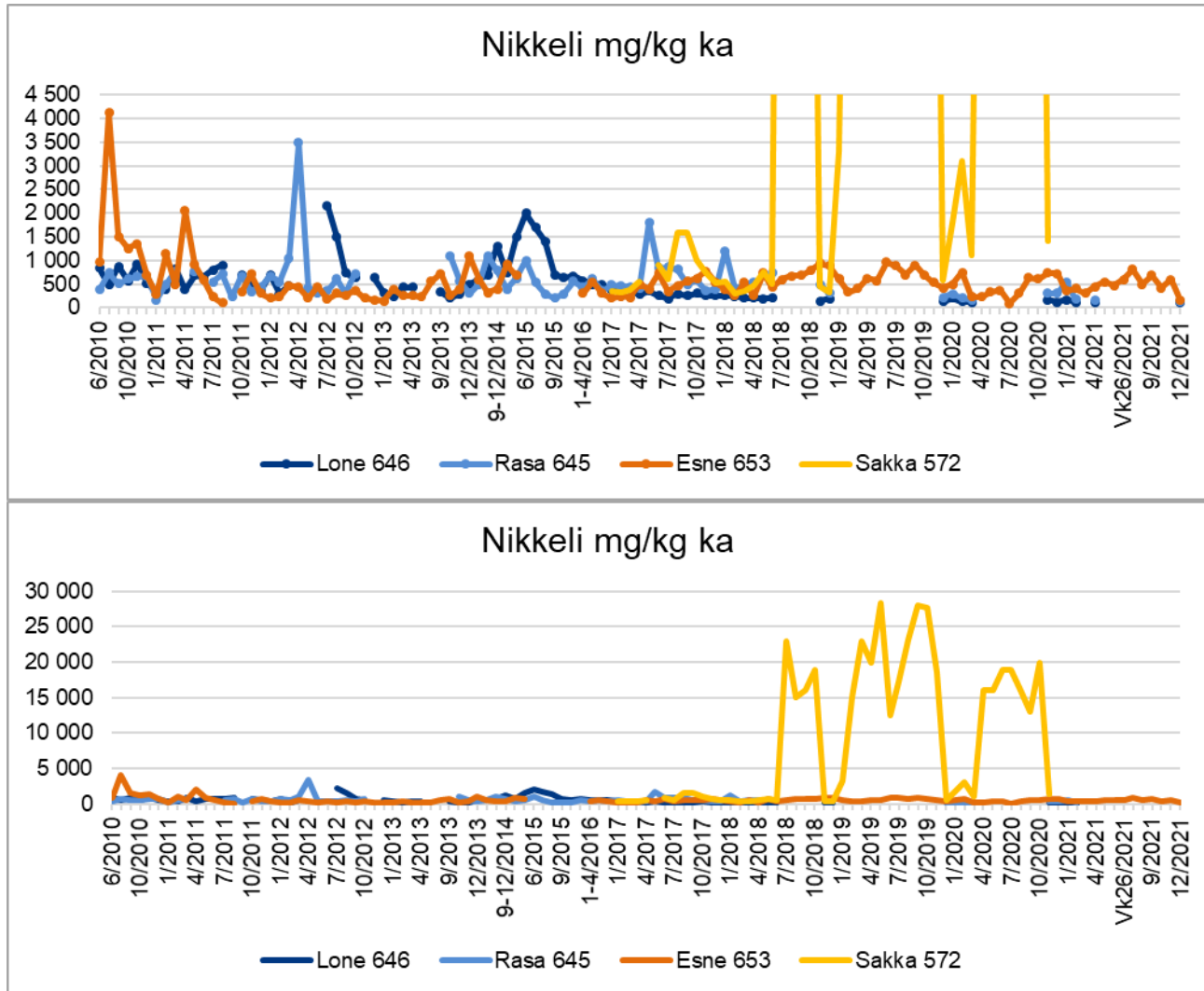
Kuva 2-3. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden kuparipitoisuudet kuivapainoa kohden vuosina 2010-2021. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomänäytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.

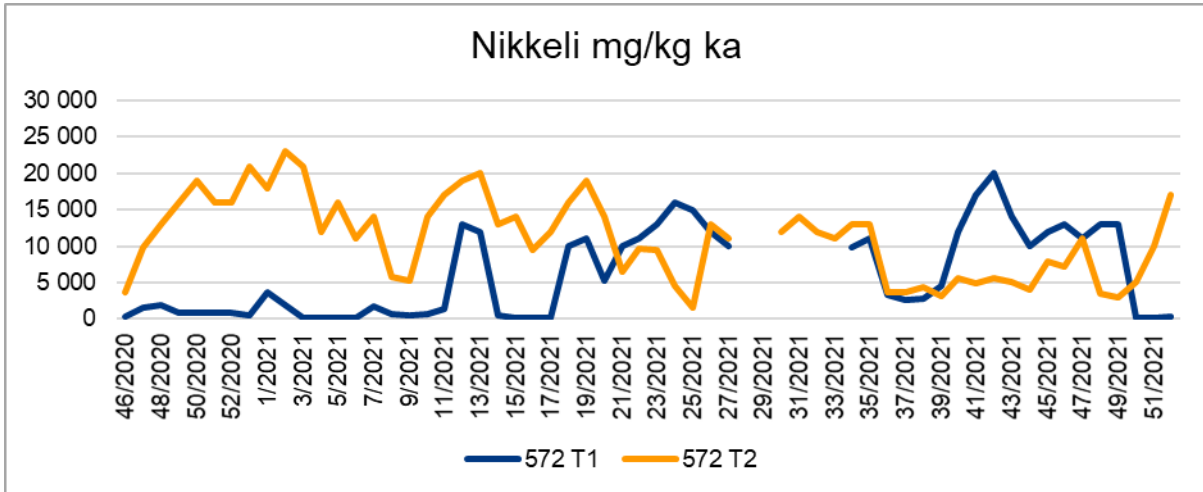


Kuva 2-4. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden kuparipitoisuudet kuivapainona v. 2020-21.

Nikkelin pitoisuudet loppuneutralointisakassa olivat vuonna 2021 (100-160 mg/kg ka) samaa tasoa kuin edellisenä vuonna (110-200 mg/kg ka). Rautasakassa nikkelipitoisuus oli vuonna 2021 (130-550 mg/kg ka, keskiarvo 287 mg/kg ka) samaa tasoa kuin vuonna 2020 (170-310 mg/kg ka, keskiarvo 258 mg/kg ka).

Esineutralointisakassa nikkelipitoisuudet kuivapainoa kohden vaihtelivat välillä 150-810 mg/kg ka, ollen edellisvuosien vaihteluvälillä. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden viikkonäytteissä nikkelipitoisuudet vaihtelivat välillä 110-20000 mg/kg ka (572 T1) ja 1600-22000 mg/kg ka (572 T2). Nikkelin kokonaispitoisuuksien kehitys kuiva-ainetta kohden ilmoitettuna on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-5, Kuva 2-6).



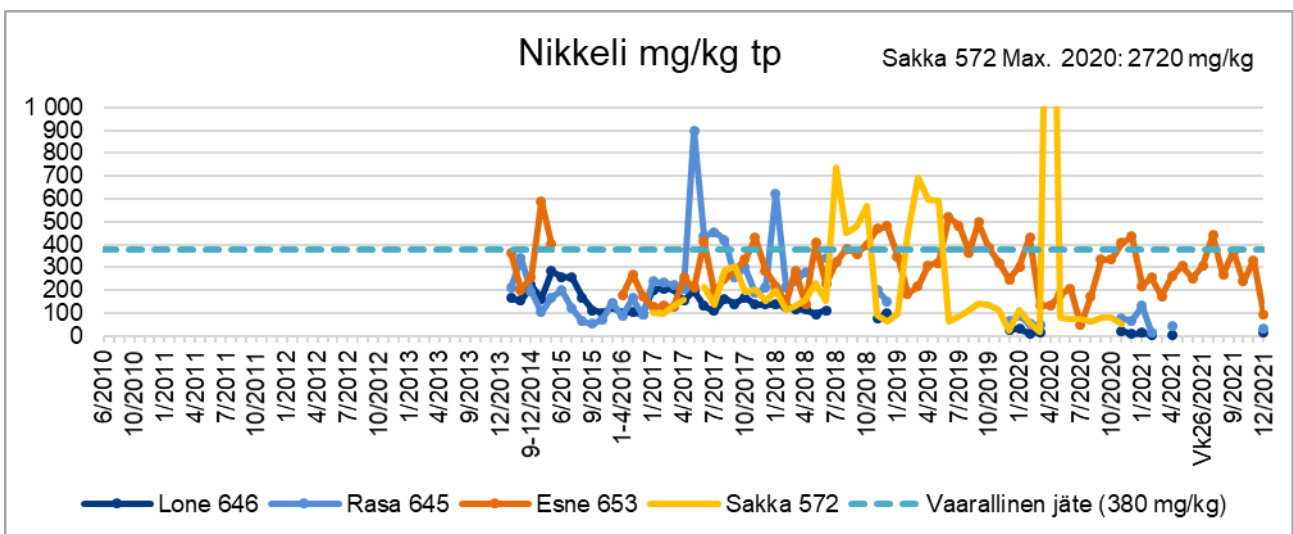


Kuva 2-6. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden nikkelpitoisuudet kuivapainona v. 2020-21.

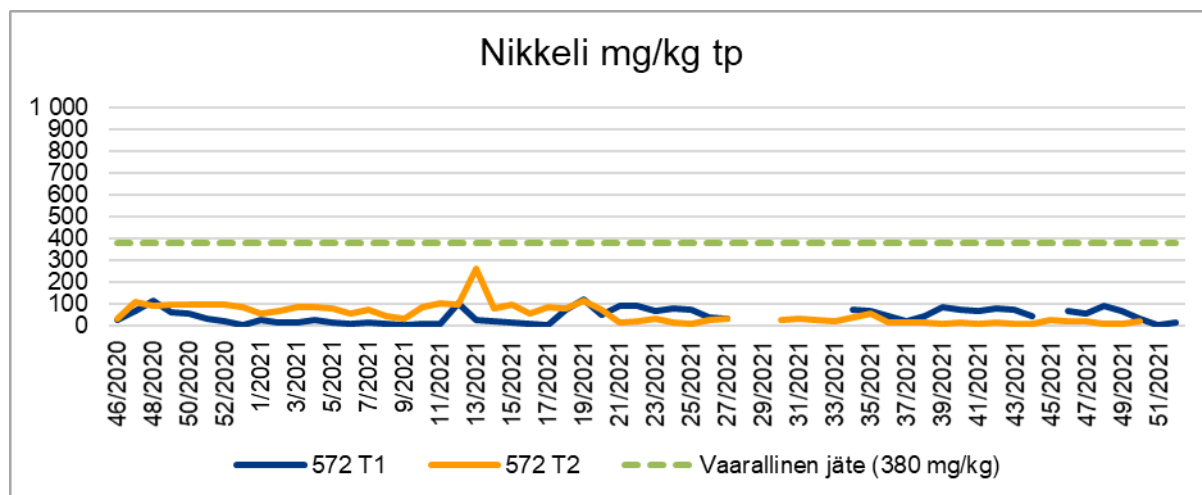
Nikkeli-ionille ei ole CLP-asetuksen aineluettelossa annettu yleistä pitoisuusrajaa. Nikkeliyhdisteiden osalta alin sovellettava vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo on annettu nikkelisulfaatile, jonka raja-arvo nikkeli-ionin pitoisuudeksi laskettuna on 380 mg/kg tp ja alin yhteenlaskussa sovellettava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

Vuosina 2014-2020 tuorepainoksi muutettu nikkelpitoisuus on ajoittain ylittänyt vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon 380 mg/kg rautasakan, esineutralointisakan ja vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä. Vuonna 2021 kyseinen raja-arvo ylittyi esineutralointisakan osalta viikon 26 näytteessä. Loppuneutralointisakassa (646) tuorepainoksi muutettu nikkelpitoisuus vaihteli välillä 6,4-15,5 mg/kg tp ja vastaavasti rautasakassa (645) välillä 18-131 mg/kg tp. Esineutralointisakassa (653) vuoden 2021 nikkelpitoisuudet tuorepainoksi muutettuna olivat välillä 93-441 mg/kg.

Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden viikkonäytteissä nikkelpitoisuus alitti vaarallisen jätteen pitoisuusrajan. Viikkonäytteissä nikkelpitoisuus tuorepainona vaihteli jakeen 572 T1 osalta pääasiassa välillä 2,1-121 mg/kg tp, ja jakeen 572 T2 osalta välillä 4,8-260 mg/kg tp. Nikkelpitoisuuksien kehitys vuosina 2016-2021 tuorepainoa kohden on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-7, Kuva 2-8)

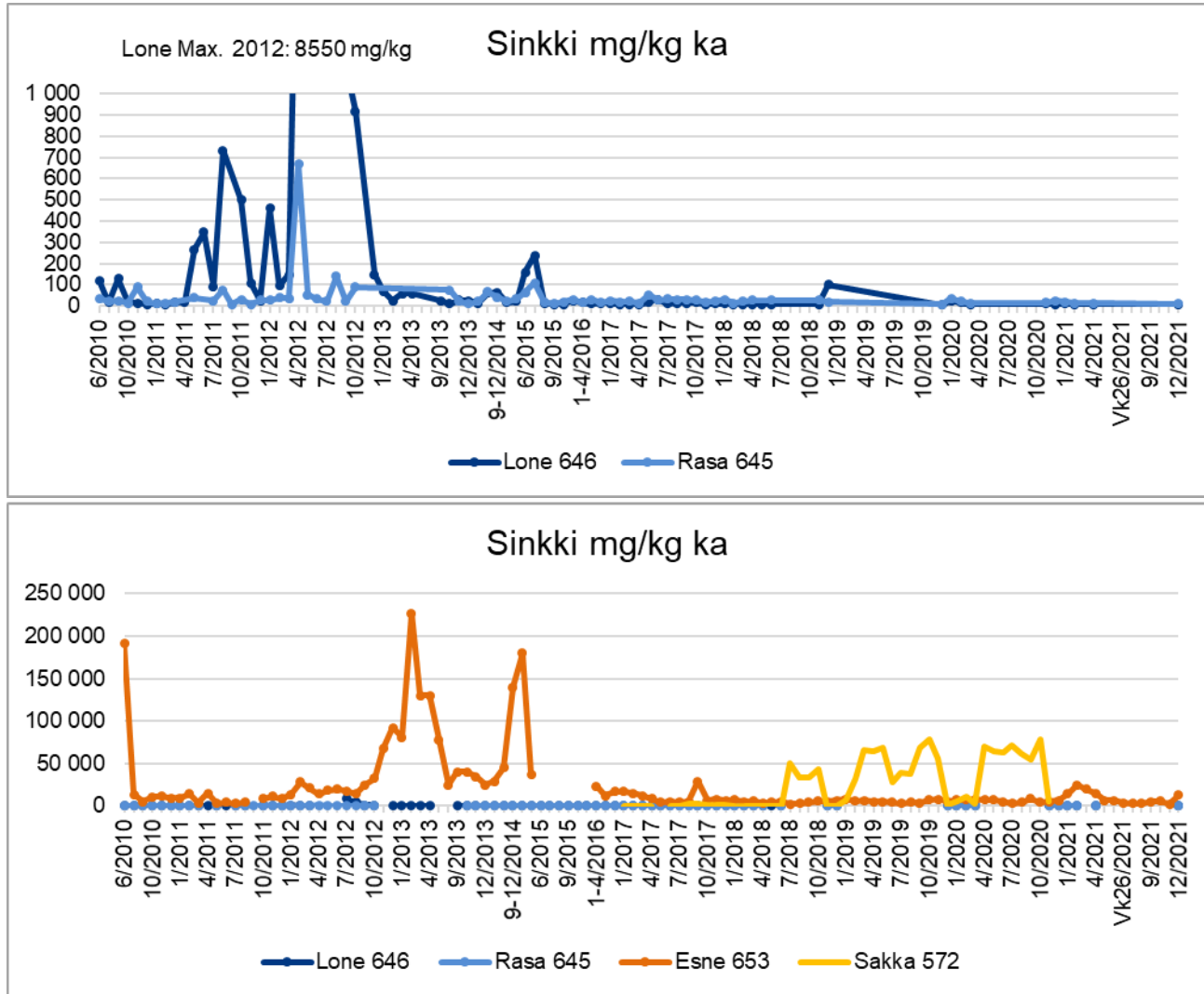


Kuva 2-7. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden nikkelpitoisuudet tuorepainoa kohden vuosina 2014–2021. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoonäytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.

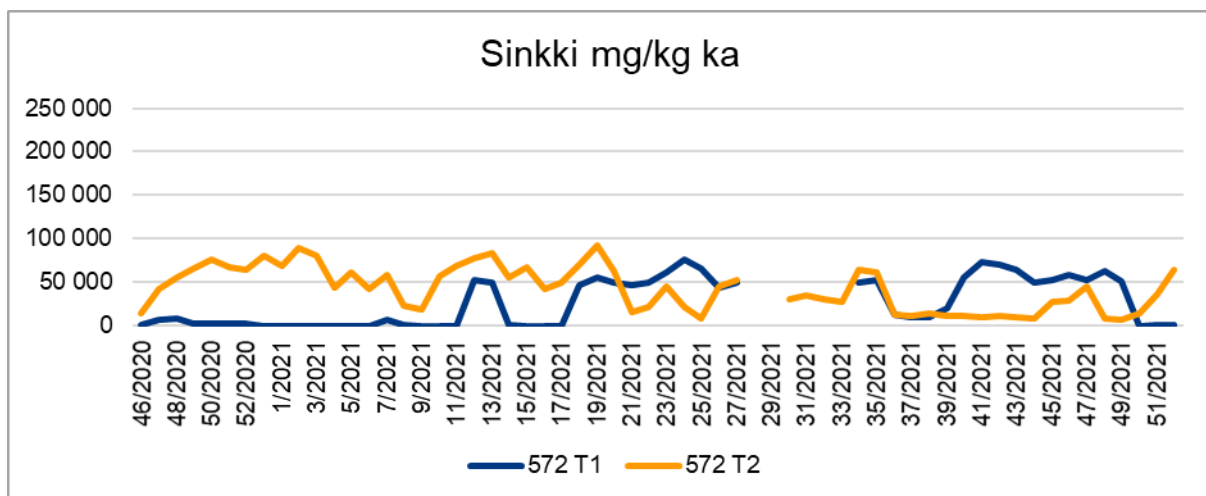


Kuva 2-8. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden nikkelipitoisuudet tuorepainona v. 2020-21, sekä vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo.

Sinkin pitoisuudet loppuneutralointisakassa ja rautasakassa olivat vuonna 2021 samaa alhaista tasoa kuin vuosina 2017-2020 (Kuva 2-9). Esineutralointisakan sinkkipitoisuus vaihteli välillä 2500-25000 mg/kg ka, ollen hieman korkeampaa tasoa kuin vuosina 2018-2020, mutta samaa tasoa kuin vuosina 2016-2017. Vesienkäsittelysakkojen viikkonäytteissä sinkkipitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 7,1-76000 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 6600-93000 mg/kg ka (Kuva 2-10).



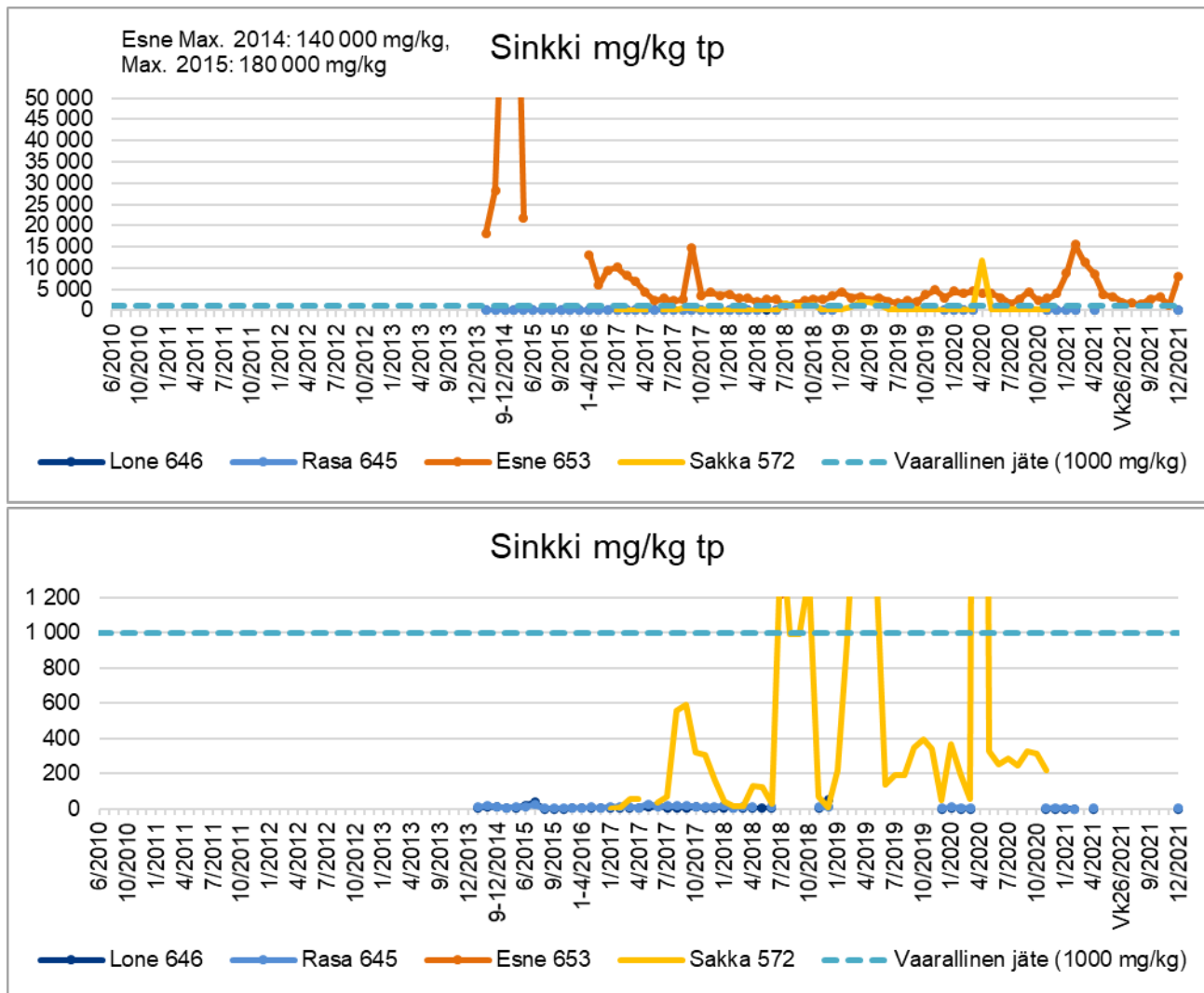
Kuva 2-9. Sinkkipitoisuudet sakkajakeiden kuukausinäytteissä kuiva-ainetta kohden vuosina 2010–2021. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomanäytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.



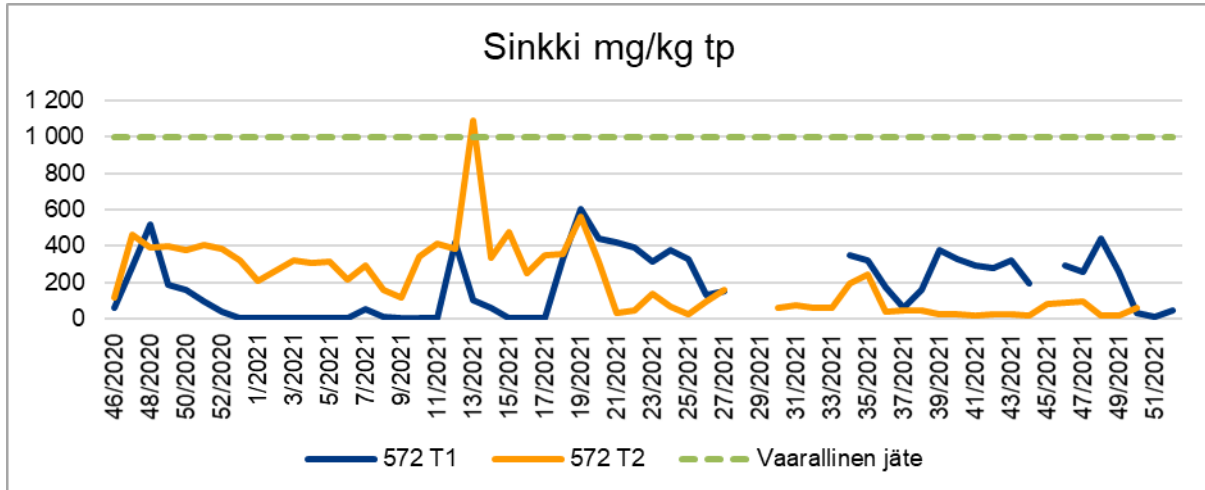
Kuva 2-10. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden sinkkipitoisuudet kuivapainona v. 2020-21.

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

Tuorepainoksi muutettuna esineutralointisakan sinkkipitoisuudet vuonna 2021 vaihtelivat välillä 1383-15550 mg/kg, ja vaarallisen jätteen raja-arvo ylittyi kaikissa kuukausinäytteissä. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä sinkkipitoisuus tuorepainona vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 0,16-605 mg/kg tp, alittaen vaarallisen jätteen raja-arvon kaikilta osin. Jakeen 572 T2 osalta vaihteluväli oli 13,2-1092 mg/kg tp, ja vaarallisen jätteen raja-arvo alittui muissa näytteissä paitsi viikolla 13. Sinkkipitoisuuksien kehitys tuorepainoa kohden vuosina 2010-2021 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-11, Kuva 2-12).

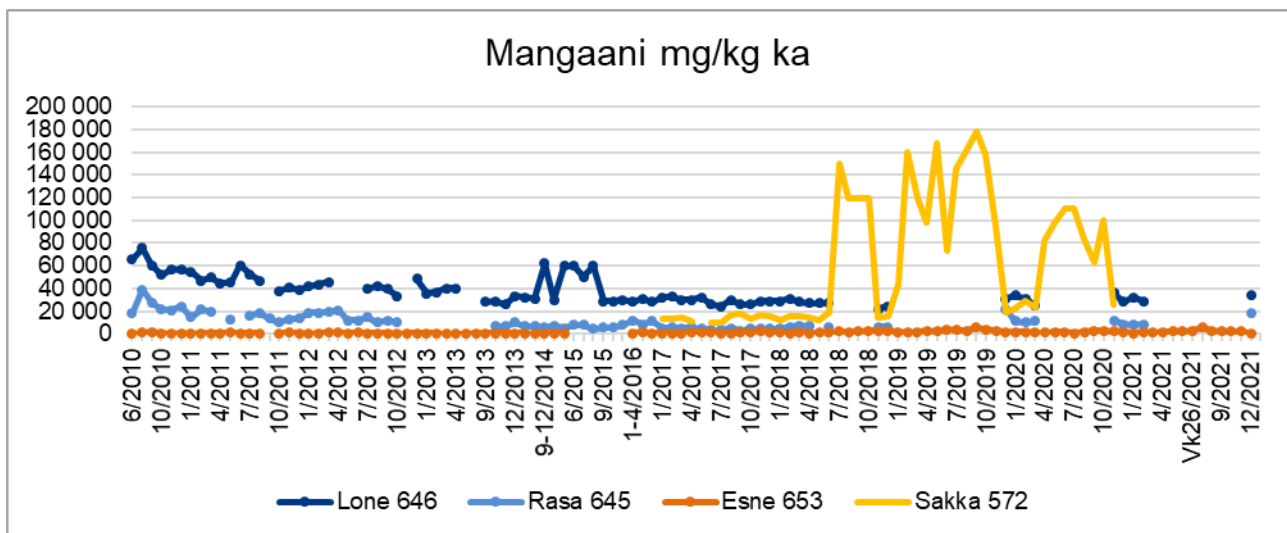


Kuva 2-11. Sinkkipitoisuudet sakkajakeiden kuukausinäytteissä tuorepainoa kohden vuosina 2010–2021, sekä vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomanäytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.

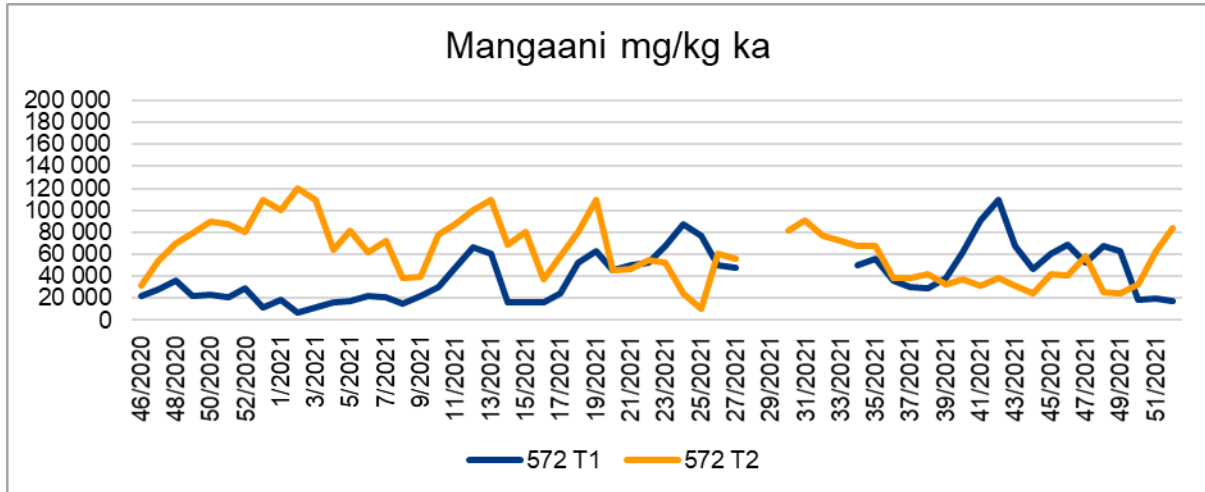


Kuva 2-12. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden sinkkipitoisuudet tuorepainona v. 2020-21, sekä vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo.

Mangaanin pitoisuudet loppuneutralointisakassa ja rautasakassa ovat tasaantuneet vuosiin 2010-2015 verrattuna. Vuonna 2021 loppuneutralointisakan mangaanipitoisuus vaihteli välillä 29000-34000 mg/kg ka ja rautasakan vastaavasti välillä 5800-18000 mg/kg ka. Molempien jakeiden osalta pitoisuudet olivat samaa tasoa kuin vuosina 2016-2020. Esineutralointisakassa mangaanin pitoisuudet olivat jonkin verran nousseet edellisvuodesta mutta samaa tasoa kuin vuonna 2019, vaihdellen välillä 270-5400 mg/kg ka. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä mangaanipitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 66000-110000 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 11000-120000 mg/kg ka. Mangaanipitoisuuksien kehitys vuosina 2010-2021 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-13, Kuva 2-14).



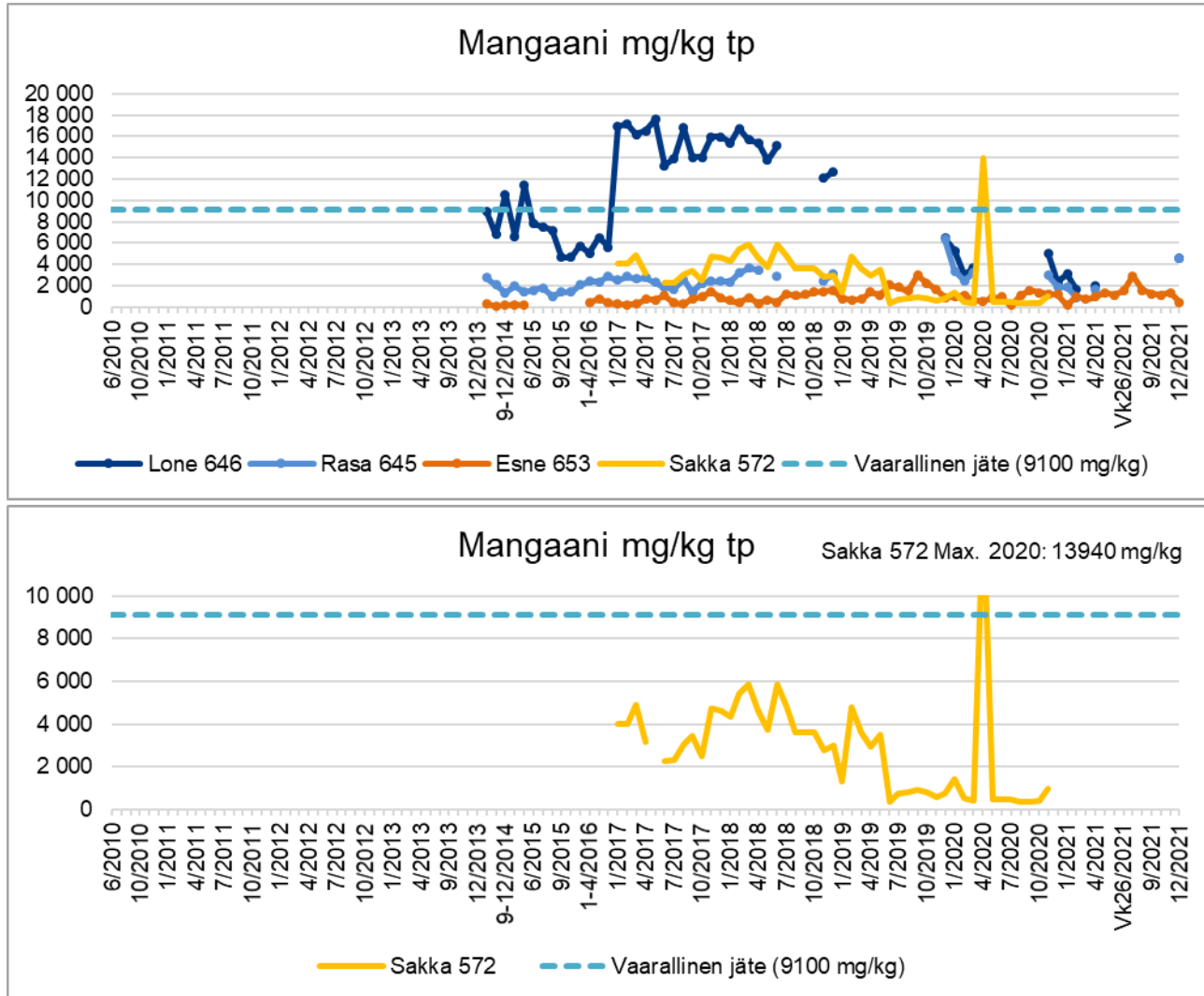
Kuva 2-13. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden mangaanipitoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010-2021. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomänäytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.



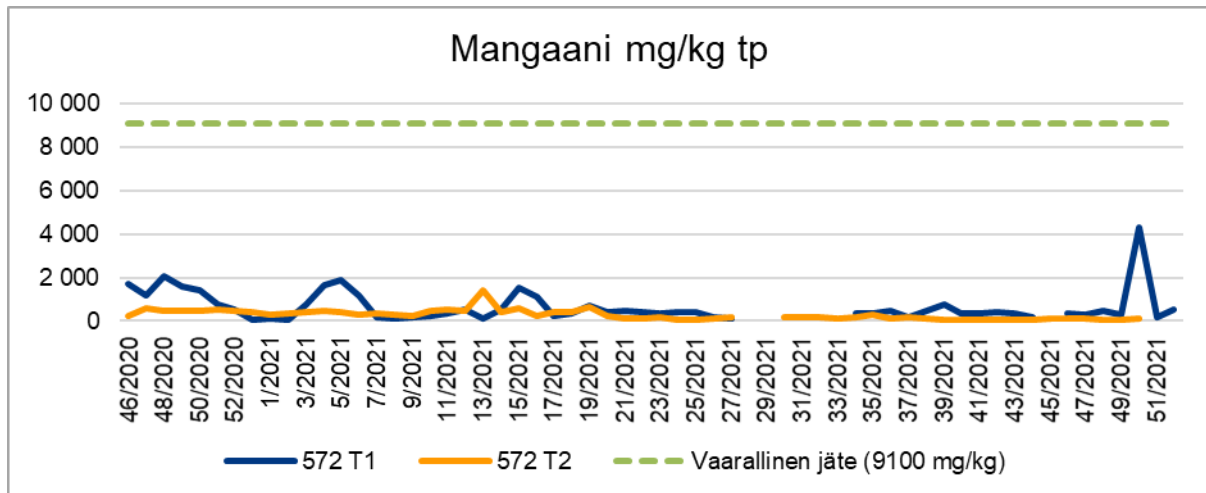
Kuva 2-14. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden mangaanipitoisuudet kuivapainona v. 2020-21.

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

Tuorepainoksi muutettu mangaanipitoisuus loppuneutralointisakassa (646) vaihteli välillä 1624-4522 mg/kg tp ja rautasakassa (645) välillä 870-4590 mg/kg tp. Esineutralointisakassa (653) pitoisuudet vaihtelivat välillä 170-2943 mg/kg tp. Kyseisissä jakeissa vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo alittui kaikkien tutkittujen näytteiden osalta. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä mangaanipitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 40-4313 mg/kg tp ja jakeen 572 T2 osalta pitoisuus vaihteli välillä 33-1430 mg/kg tp. Vaarallisen jätteen raja-arvo alittui myös vesienkäsittelysakan näytteissä. Mangaanipitoisuuksien kehitys tuorepainoa kohti vuosina 2014-2021 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-15, Kuva 2-16).

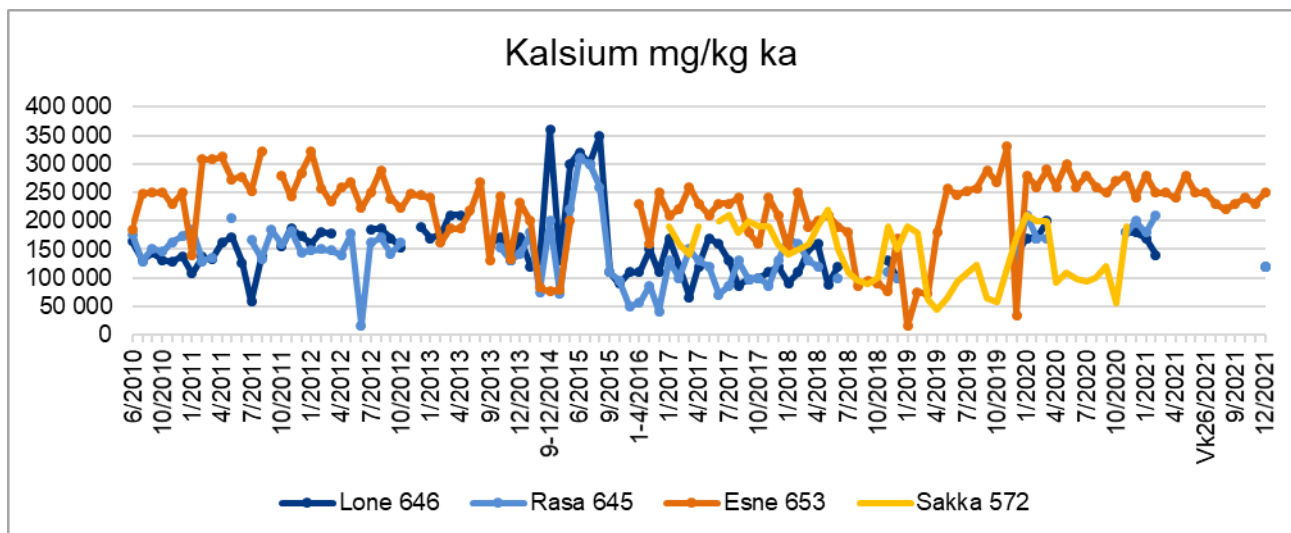


Kuva 2-15. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden mangaanipitoisuudet tuorepainoa kohti 2014–2021, sekä vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomanäytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.

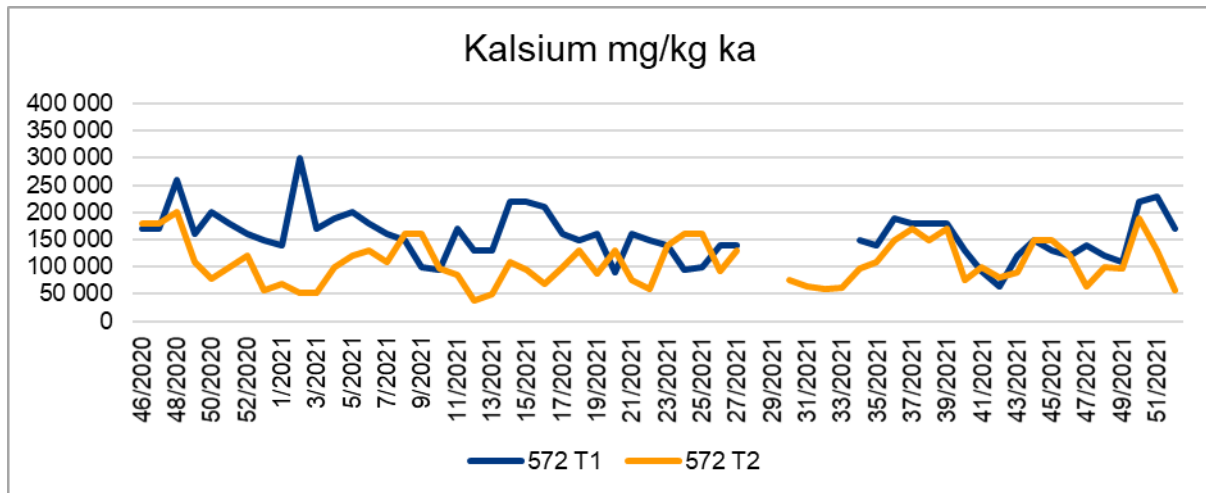


Kuva 2-16. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden mangaanipitoisuudet kuiva- ja tuorepainona v. 2020-21.

Kalsiumin pitoisuudet vaihtelivat loppuneutralointisakassa vuonna 2021 välillä (120000-170000 mg/kg ka) ja rautasakassa (120000–230000 mg/kg ka), ollen molemmissa jakeissa samaa suuruusluokkaa kuin vuosina 2019-2020. Myös esineutralointisakassa kalsiumpitoisuudet olivat samalla tasolla aiempiin vuosiin nähden (220000-280000 mg/kg ka). Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä kalsiumpitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 63000-300000 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 37000-190000 mg/kg ka. Kalsiumpitoisuuksien kehitys vuosina 2010–2021 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-17, Kuva 2-18). 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.

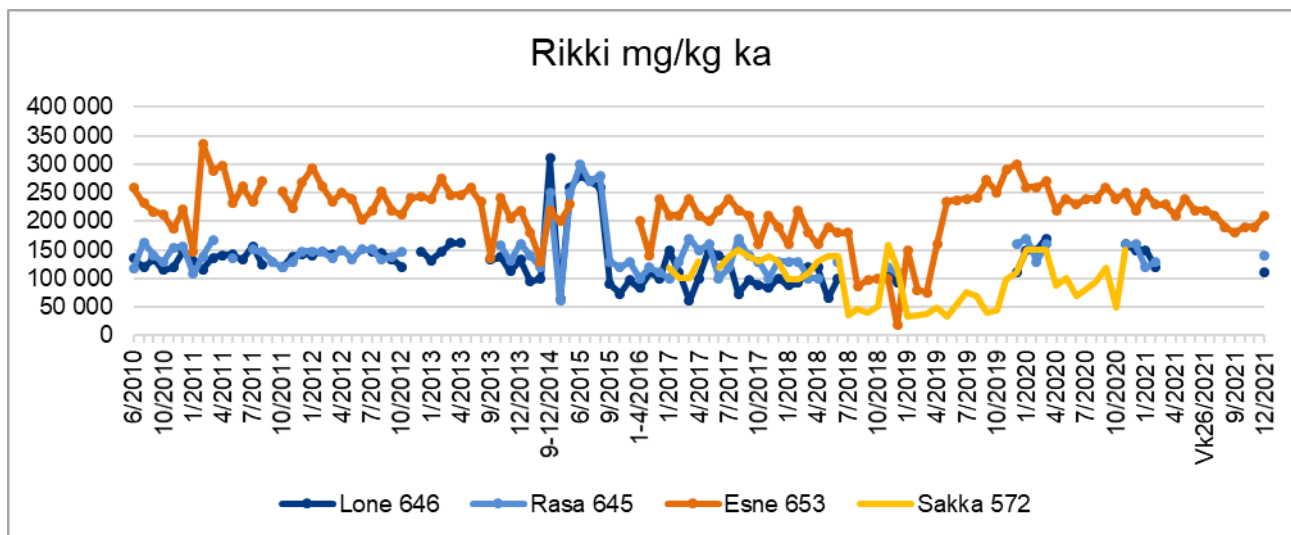


Kuva 2-17. Näytteiden kalsiumpitoisuudet vuosina 2010–2021. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomanäytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.

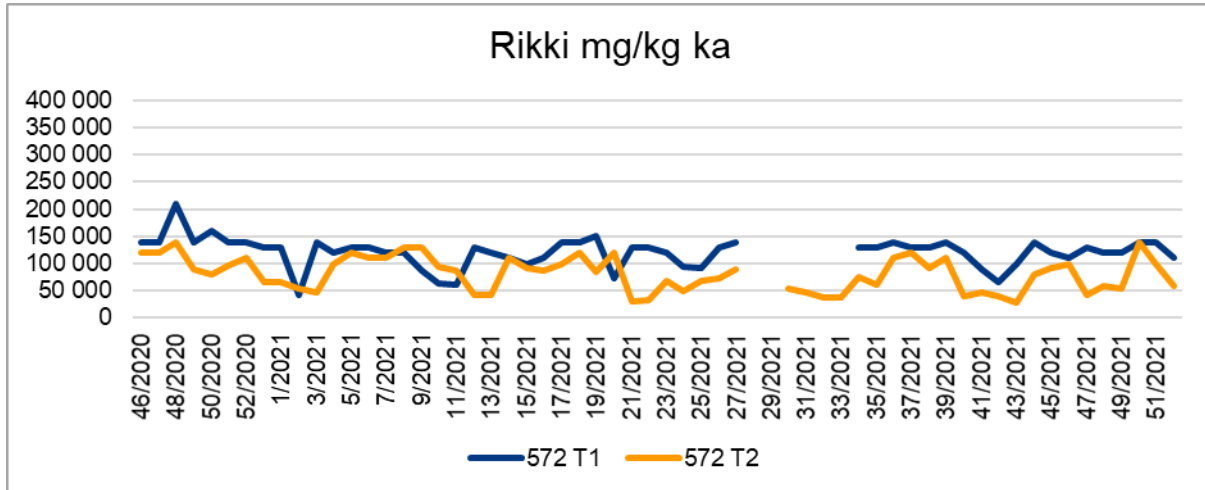


Kuva 2-18. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden kalsiumpitoisuudet kuivapainona v. 2020-21.

Vuonna 2021 rikkipitoisuus vaihteli loppuneutralointisakan kuukausinäytteissä välillä 110000-150000 mg/kg (ka), ja rautasakan kuukausinäytteissä vastaavasti välillä 100000-140000 mg/kg ka. Molemmissa jakeissa pitoisuudet olivat edellisten tarkkailuvuosien vaihteluvälillä (kuva 3-15). Esineutralointisakan rikkipitoisuuksissa on havaittavissa laskeva suuntaus vuosina 2019-2021, ja vuonna 2021 vaihteluväli oli 180000-250000 mg/kg ka. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä rikkipitoisuudet vaihtelivat jakeen 572 T1 osalta välillä 42000-150000 ja jakeen 572 T2 osalta välillä 29000-140000 mg/kg ka. Sakkajakeiden rikkipitoisuuksien kehitys vuosina 2010–2021 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-19, Kuva 2-20).

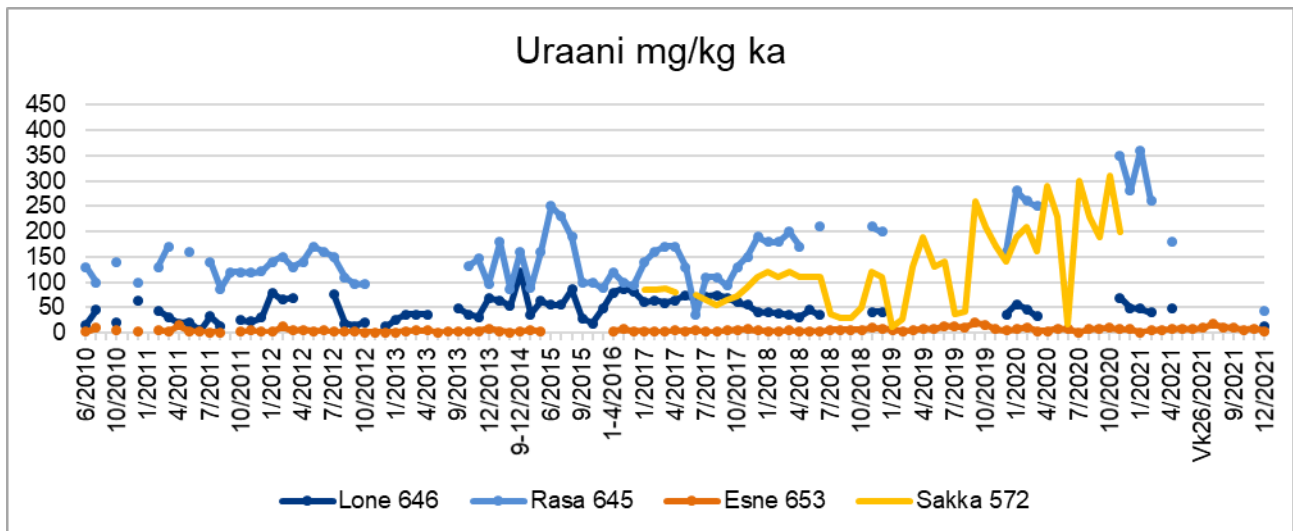


Kuva 2-19. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden rikkipitoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2021. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomanäytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.

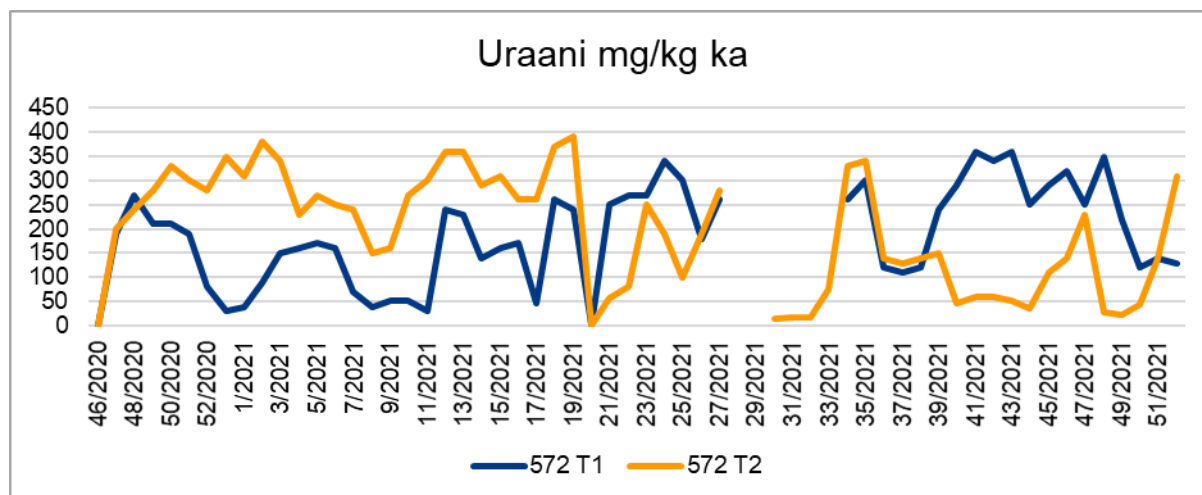


Kuva 2-20. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden rikkipitoisuudet kuivapainona v. 2020-21.

Rautasakan (645) ja vesienkäsittelysakan (572) kuukausinäytteiden uraanipitoisuuksissa on ollut havaittavissa hiljalleen nouseva trendi vuosina 2018-2021 (kuva 3-17). Loppuneutralointisakan (646) ja esineutralointisakan (653) uraanipitoisuudet sen sijaan ovat pysytelleet samalla tasolla vuosina 2010-2021. Vuonna 2021 uraanin pitoisuus vaihteli loppuneutralointisakassa välillä 14-48 mg/kg ka, rautasakassa välillä 43-360 mg/kg ka ja esineutralointisakassa välillä 1,6-18 mg/kg ka. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä uraanipitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 1,8-360 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 2,3-390 mg/kg ka. Uraanipitoisuuksien kehitys vuosina 2010–2021 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-21, Kuva 2-22).



Kuva 2-21. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden uraanipitoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2021. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomänäytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.



Kuva 2-22. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden uraanipitoisuudet kuivapainoa kohti v. 2020-21.

Raudan pitoisuus loppuneutralointisakassa vaihteli välillä 33000-71000 mg/kg ka, ollen samalla tasolla aiempiin vuosiin 2014-2020 verrattuna. Rauta-ionille ei ole CLP-asetuksen aineluettelossa annettu yleistä pitoisuusrajaa, jota voitaisiin soveltaa vaarallisen jätteen raja-arvona. Rautasakan rautapitoisuus vaihteli välillä 9600-47000 mg/kg ka, ollen samaa tasoa kuin vuosina 2014-2020. Esineutralointisakassa raudan pitoisuustaso (1900-11000 mg/kg ka) oli jonkin verran noussut edellisvuodesta, mutta oli samaa tasoa kuin vuonna 2019. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä rautapitoisuus vaihteli jakeen 572 T1 osalta välillä 9600-90000 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 12000-95000 mg/kg ka.

Koboltin pitoisuus loppuneutralointisakassa vaihteli välillä 2,0-3,4 mg/kg ka ja rautasakassa välillä 3,1-9,9 mg/kg ka. Molemmissa jakeissa rautapitoisuus oli samalla vaihteluvälillä vuosiin 2016-2020 verrattuna. Esineutralointisakan kobolttipitoisuudet vaihtelivat välillä 5,0-28 mg/kg ka, mikä oli samaa tasoa kuin vuosina 2016-2020. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä kobolttipitoisuudet vaihtelivat jakeen 572 T1 osalta välillä 2,0-320 mg/kg ka ja jakeen 572 T2 osalta välillä 40-400 mg/kg ka.

Koboltti-ionille ei ole CLP-asetuksen aineluettelossa annettu yleistä pitoisuusrajaa. Kobolttiyhdisteiden osalta alin sovellettava vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvo on annettu kobolttisulfaatile, 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). Kaikissa sakkajakeissa koboltin pitoisuus tuorepainona alitti vaarallisen jätteen raja-arvon selvästi, vaihdellen välillä 0,1-0,4 mg/kg TP (Lone), 0,3-2,4 mg/kg TP (Rasa), 2,7-15 mg/kg TP (Esne), 0,04-2,1 mg/kg TP (572 T1) ja 0,1-4,4 mg/kg TP (572 T2).

Kromipitoisuudet olivat kaikissa sakkajakeissa alhaisia ja jäivät selvästi kromi-ionille määritetyn vaarallisen jätteen pitoisuusrajan (1000 mg/kg) alapuolelle. Loppuneutralointisakassa kromin pitoisuus vaihteli välillä <2-2,0 mg/kg ka, ollen vuosien 2016-2020 vaihteluvälillä. Rautasakan kromipitoisuus vaihteli välillä 12-25 mg/kg ka, ollen samaa tasoa kuin vuosina 2010-2013 ja 2019-2020. Vuosina 2014-2018 kromipitoisuus on ollut hiekan korkeampaa tasoa, vaihdellen välillä 19-74 mg/kg, mutta myös tuolloin vaarallisen jätteen pitoisuusraja on alittunut selvästi. Esineutralointisakan kromipitoisuus vaihteli välillä <2-3,3 mg/kg ka, ollen samaa tasoa kuin vuosina 2010-2020. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä kromipitoisuus vaihteli välillä <2,0-13 mg/kg ka jakeen 572 T1 osalta ja välillä <2,0-17 mg/kg ka jakeen 572 T2 osalta.

2.2 Liukoisuusominaisuudet

Terrafame Oy:n toiminnassa muodostuvien sakkajakeiden orgaanisen hiilen määrän, pH-arvon sekä jätteiden sisältämien aineiden liukoisuusominaisuuksien laatua on seurattu kaatopaikka-asetuksen mukaisten kaatopaikalle sijoitettavien jätteiden kelpoisuusvaatimuksien (Vna 331/2013) mukaisesti. Vuosina 2010-2013 jätteiden 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) Tässä raportissa esitetyissä kuvaajissa on huomioitu ainoastaan ravistelutestien tulokset.

Jätejakeiden vesipitoisuus on tarkkailuvuosina 2010-2021 aiheuttanut teknisiä ongelmia jätejakeiden liukoisuustestien toteuttamisessa. Kaikilta tarkkailuvuosilta ei ole ollut saatavilla riittäviä tietoja jätejakeiden liukoisuustestien teknisestä toteutuksesta. Tulosten vertailukelpoisuuden kannalta tiedoissa on ollut puutteita muun muassa sen suhteen, miten vesipitoisia jätejakeet ovat olleet, miten ne on esikäsitelty ennen liukoisuustestauksia, 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. (Ramboll Finland Oy 2020a)

Vuonna 2016 tehdyn määritysvertailun jälkeen on todettu parhaaksi menetelmäksi antaa loppuneutralointisakan (646), rautasakan (645) ja vesienkäsittelysakan (572) näytteiden laskeutua laboratorioissa muutama päivä ennen näytteiden käsittelyä. Laskeutuksen jälkeen näytteistä poistetaan dekantoimalla kirkasvesi, minkä jälkeen jätejakekohtaiset 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
- Vesienkäsittelysakan linjan 2 (572 T2) viikkonäytteille: vk 48/2020, v. 2021 vk 4, 7, 9-10, 14-17 ja 20.

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.
- 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.

Raportin liitteessä (liite 2) on esitetty koontitaulukot vuoden 2021 liukoisuusmääritysten analyysituloksista.

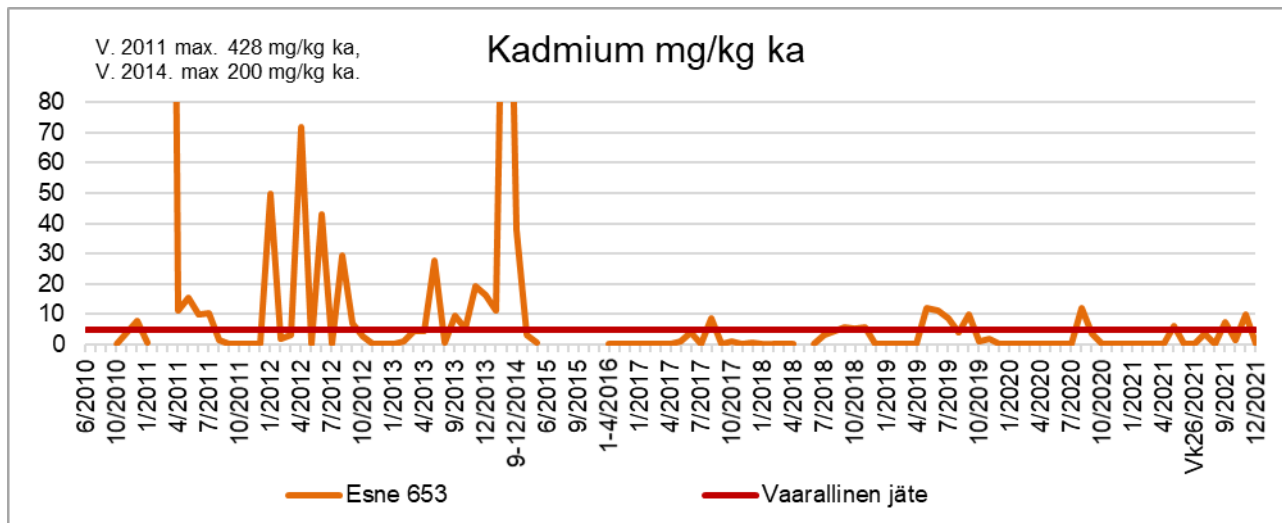
Arseenin liukoisuudet kaikissa jätejakeissa olivat edellisvuosien tapaan alhaisia. Loppuneutralointisakan ja rautasakan kuukausinäytteissä sekä yhtä lukuun ottamatta kaikissa vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä arseenin liukoinen pitoisuus alitti laboratorion määritysrajan (<0,01 mg/kg). Esineutralointisakassa arseenin liukoinen pitoisuus vaihteli välillä <0,01-0,76 mg/kg. Sakoissa todetut arseenin liukoiset pitoisuudet alittivat pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 0,5 mg/kg lähes kaikilta osin, vain yhdessä esineutralointisakan kuukausinäytteessä (0,76 mg/kg) raja-arvo ylittyi.

Bariumin liukoisuudet alittivat kaikissa jätejakeissa (Lone <0,05-0,32 mg/kg; Rasa 0,07-0,09 mg/kg; Esne <0,05-0,10 mg/kg, 572 T1 vk-näyte <0,05-0,27 mg/kg, 572 T2 vk-näyte <0,05-0,20 mg/kg) pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (20 mg/kg) ja olivat samalla tasolla edellisvuosien liukoisuuksiin verrattuna.

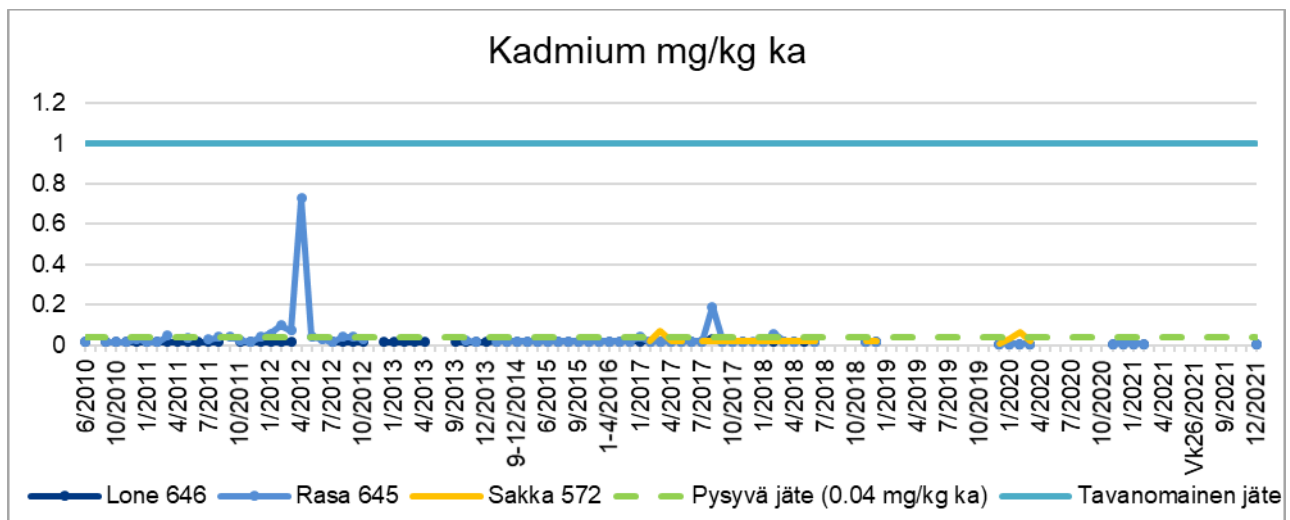
Kadmiumin liukoisuudet loppuneutralointisakassa, rautasakassa ja vesienkäsittelysakan olivat edellisvuosien tapaan alhaisia. Loppuneutralointisakassa ja rautasakassa kadmiumin liukoinen pitoisuus alitti laboratorion määritysrajan (<0,005 mg/kg) ja siten myös pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,04 mg/kg) kaikissa tutkituissa näytteissä. Vesienkäsittelysakan 572 T1 viikkonäytteissä liukoisien kadmiumin pitoisuus vaihteli välillä <0,005-0,027 mg/kg ja jakeen 572 T2 viikkonäytteissä välillä <0,005-0,22 mg/kg.

Esineutralointisakassa kadmiumin liukoisuus vaihteli välillä <0,005-10 mg/kg, ollen samaa tasoa kuin edellisinä tarkkailuvuosina (Kuva 4-2). Esineutralointisakan kesä- ja elokuun näytteissä kadmiumin liukoisuus ylitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,04 mg/kg) ja heinä- ja lokakuun näytteiden liukoisuus ylitti tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (1 mg/kg). Touko- ja marraskuussa liukoinen pitoisuus ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (5 mg/kg).

Kadmiumpitoisuuksien kehitys sakkajakeiden kuukausinäytteissä vuosina 2010-2021 on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 2-23, Kuva 2-24).



Kuva 2-23. Esineutralointisakan (653) kuukausinäytteiden kadmiumin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2021 sekä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri.



Kuva 2-24. Loppuneutralointisakan (646), rautasakan (645) ja vesienkäsittelysakan (572) kuukausinäytteiden kadmiumin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2021 sekä pysyvän ja tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomanäytteet erikseen 2 linjalta.

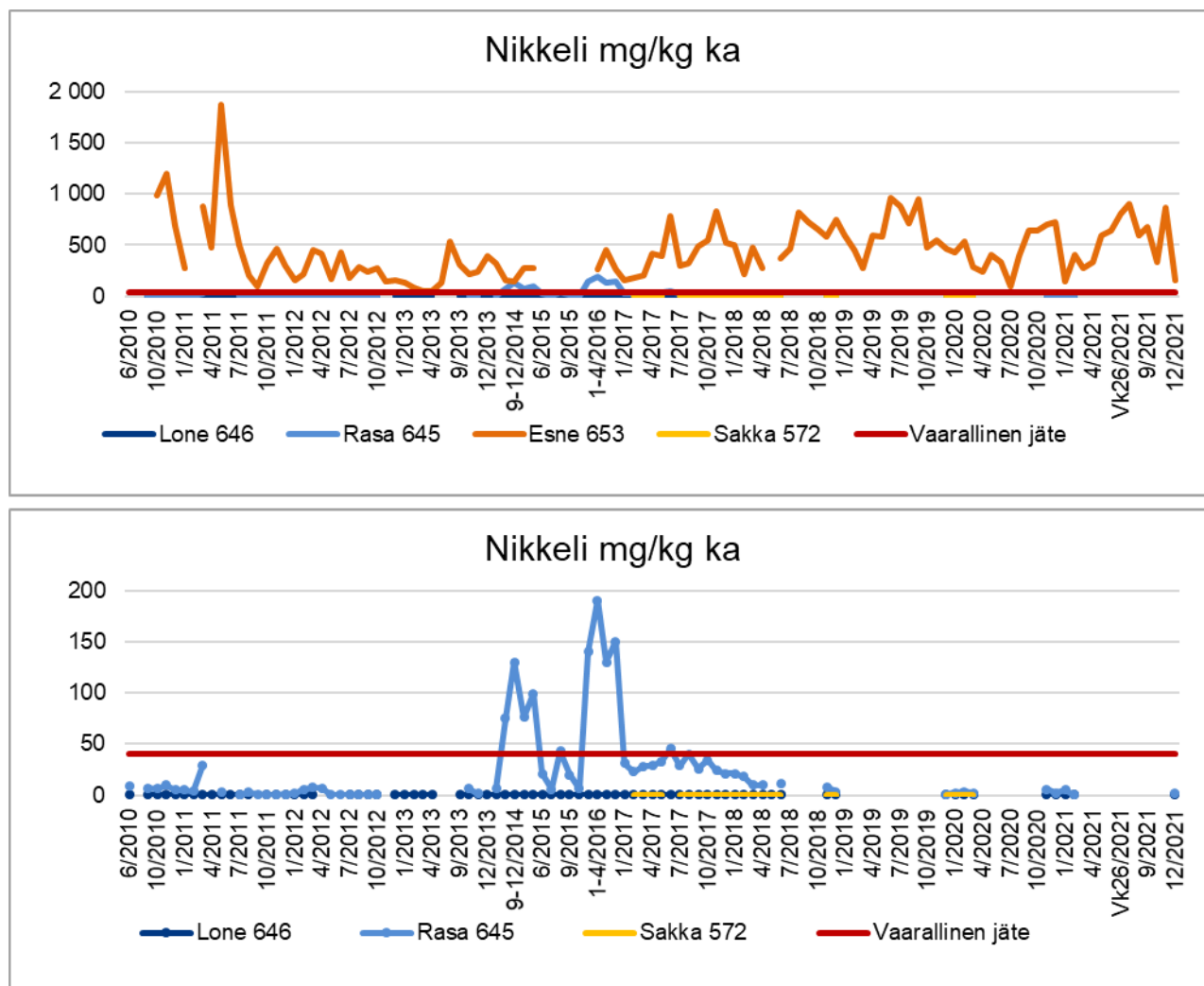
Koboltin liukoisuudet loppuneutralointisakassa, rautasakassa ja vesienkäsittelysakassa olivat edellisvuosien (2010-2020) tapaan hyvin pieniä. Loppuneutralointisakassa ja rautasakassa pitoisuudet alittivat laboratorion määritysrajan (<0,005 mg/kg) kaikkien näytteiden osalta. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä pitoisuudet vaihtelivat välillä <0,004-0,019 mg/kg ka jakeessa T1 ja välillä 0,005-0,021 mg/kg ka jakeessa T2. Esineutralointisakassa koboltin liukoisuus vaihteli pitoisuustasolla 3,6-23 mg/kg ja oli siten edellisvuosien (2014-2020) tasolla. Koboltille ei ole asetettu kaatopaikkasijoitusta ohjaavia kelpoisuuskriteerejä.

Kromin liukoisuudet olivat loppuneutralointisakassa, rautasakassa sekä vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä hyvin pieniä, ja alittivat lähes kaikissa näytteissä määritysrajan (<0,01 mg/kg). Esineutralointisakan liukoisen kromin pitoisuudet vaihtelivat välillä 0,017- 0,5 mg/kg. Marraskuun näytteen pitoisuus (0,5 mg/kg) sivusi pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä (0,5 mg/kg), mutta muissa näytteissä raja-arvo alittui. Esineutralointisakan liukoisen kromin pitoisuudet olivat samaa tasoa kuin vuosina 2017-2020.

Kuparin liukoisuudet olivat hyvin alhaista tasoa loppuneutralointisakassa (<0,05 mg/kg), rautasakassa (<0,05-0,081 mg/kg) ja vesienkäsittelysakassa (572 T1: <0,05-0,23 mg/kg, 572 T2 vk 48: <0,05-0,12 mg/kg). Esineutralointisakan kuparin liukoisuudet vaihtelivat välillä <0,05-4,6 mg/kg ja marraskuussa määritetty muita kuukausia selvästi korkeampi pitoisuus (4,6 mg/kg) ylitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (2 mg/kg), mutta alitti tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (10 mg/kg). Muissa näytteissä pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri alittui.

Molybdeenin liukoisuudet olivat kaikissa näytteissä edellisvuosien tapaan pieniä ja alittivat pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 0,5 mg/kg (Lone <0,01-0,015 mg/kg; Rasa <0,01-0,010 mg/kg; Esne <0,01-0,019 mg/kg, 572 T1 <0,01-0,029 mg/kg, 572 T2 <0,01 mg/kg).

Nikkelin liukoisuudet olivat hyvin pieniä loppuneutralointisakassa (<0,01 mg/kg) ja vesienkäsittelysakassa (572 T1: <0,01-0,89 mg/kg, 572 T2: <0,01-0,39 mg/kg), alittaen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,4 mg/kg) muissa paitsi yhdessä vesienkäsittelysakan 1. linjan näytteessä, jonka pitoisuus oli 0,89 mg/kg. Rautasakassa nikkelin liukoisuus vaihteli välillä 0,16-4,8 mg/kg. Kaikkiaan 3 näytteestä kahden pitoisuus ylitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin mutta alitti tavanomaisen jätteen kaatopaikkakriteerin (10 mg/kg). Esineutralointisakassa nikkelin liukoisuudet vaihtelivat välillä 150-900 mg/kg, ja liukoisuudet ylittivät kaikissa näytteissä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 40 mg/kg (Kuva 2-25).



Kuva 2-25. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden nikkelin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2021 sekä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomanäytteet erikseen 2 linjalta.

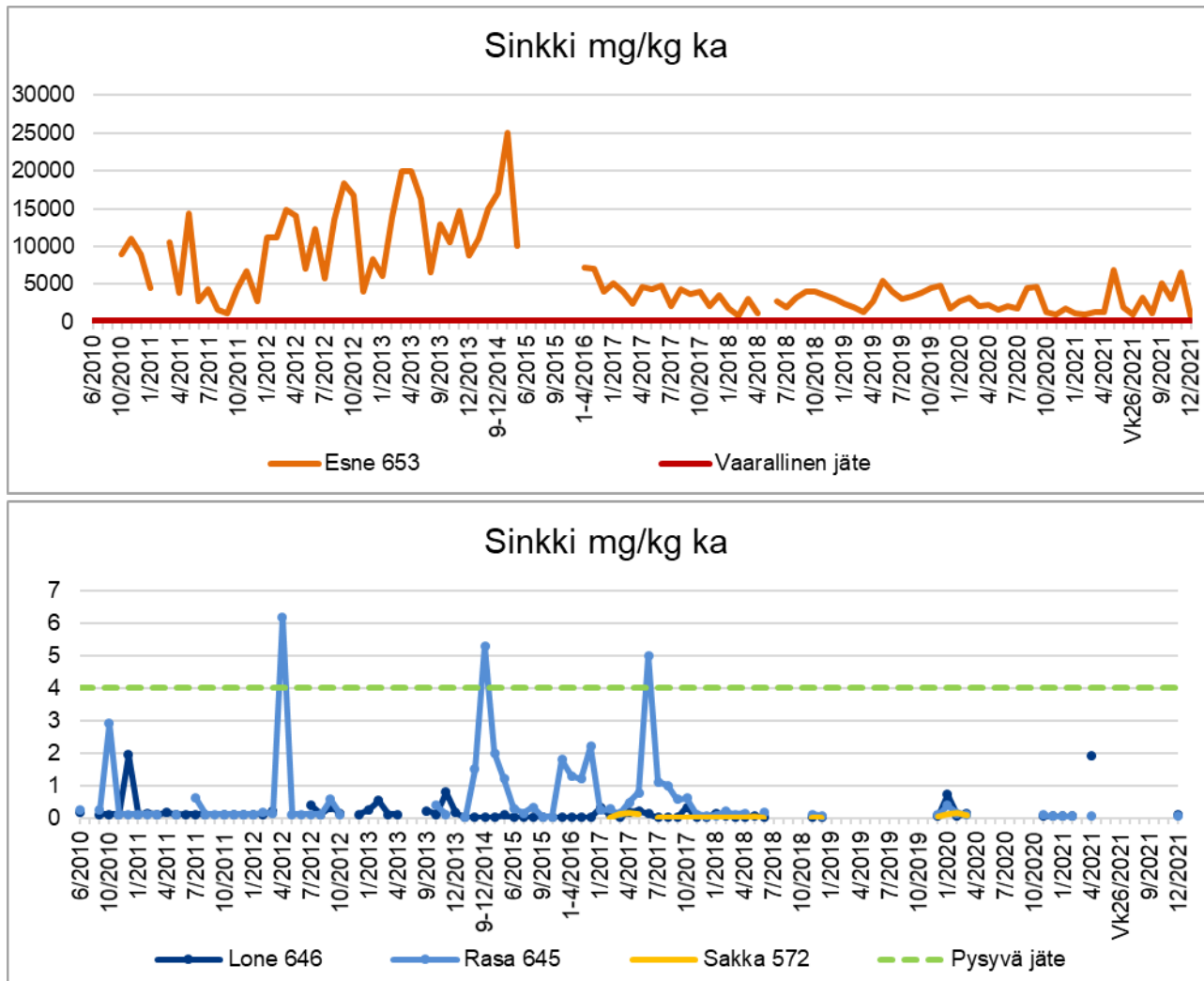
Lyijyn liukoisuudet loppuneutralointisakassa, rautasakassa ja vesienkäsittelysakassa olivat hyvin pieniä, alittaen pääasiassa näytteistä laboratorion määrittäjärajan 0,005 mg/kg. Pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri (0,5 mg/kg ka) ylittyi yhdessä vesienkäsittelysakan linjan 1 näytteessä, jonka pitoisuus oli 0,66 mg/kg ka. Esineutralointisakassa lyijyn liukoisuudet (<0,005–1,8 mg/kg) olivat tammi-lokakuussa samaa luokkaa kuin edellisinä tarkkailuvuosina 2013–2020, mutta marras- ja joulukuussa hieman korkeampaa tasoa. Esineutralointisakan lyijyn liukoinen pitoisuus alitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin muina kuukausina paitsi marras- ja joulukuussa, jolloin pitoisuudet olivat 1,2 mg/kg ka ja 1,8 mg/kg ka.

Antimonin ja tinan liukoisuudet loppuneutralointisakassa, rautasakassa ja vesienkäsittelysakassa olivat edellisvuosien (2014–2020) tapaan hyvin pieniä ja alittivat laboratorion määrittäjärajan (0,01 mg/kg). Myös esineutralointisakassa liukoisuudet alittivat määrittäjärajan kaikissa näytteissä vuonna 2021.

Seleenin liukoisuudet loppuneutralointisakassa ja rautasakassa olivat hyvin pieniä (Lone: <0,04–0,081 mg/kg, Rasa: <0,04–0,076 mg/kg), ja alittivat pysyvän jätteen kelpoisuuskriteerin (0,1 mg/kg). Esineutralointisakan seleenin liukoisuudet (<0,04–1,2 mg/kg) alittivat laboratorion määrittäjärajan muina kuukausina, mutta helmikuun näytteessä pitoisuus (1,2 mg/kg ka) ylitti tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (0,5 mg/kg). Vesienkäsittelysakassa seleenin liukoisuudet vaihtelivat välillä (572 T1: <0,04–0,42 mg/kg, 572 T2: <0,04–0,27 mg/kg), ja pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri alittui yhteensä 11 näytteessä ja ylittyi yhteensä 15 näytteessä.

Vanadiinin liukoisuudet olivat kaikissa näytteissä alhaisia, kuten aiempina tarkkailuvuosina. Loppuneutralointisakassa ja vesienkäsittelysakassa liukoisuudet alittivat kaikissa näytteissä laboratorion määrittäjärajan 0,01 mg/kg. Rautasakassa vanadiinin liukoisuus vaihteli välillä 0,020-0,038 mg/kg ja esineutralointisakassa välillä <0,01-1,6 mg/kg. Sekä rautasakassa että esineutralointisakassa todetut liukoisuudet olivat edellisvuosien tasolla.

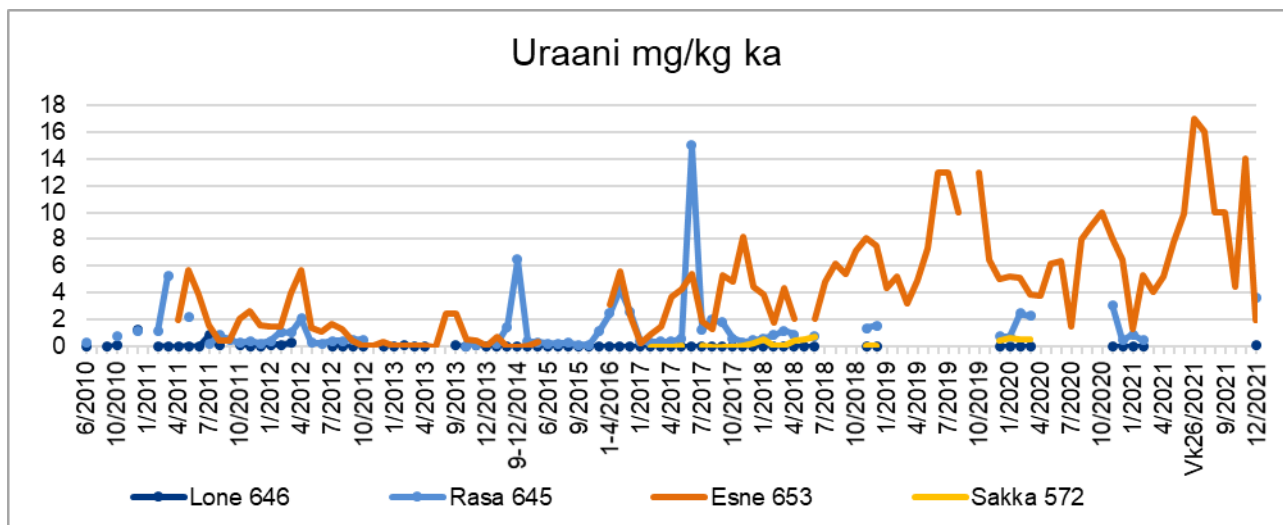
Sinkin liukoisuudet loppuneutralointisakassa ja vesienkäsittelysakassa olivat edellisvuosien tapaan hyvin pieniä (Lone <0,05-1,9, 572 T1 0,06-0,53 mg/kg, 572 T2: <0,05-0,78 mg/kg). Vesienkäsittelysakan linjan 1 viikon 23 näytteestä määritettiin poikkeavan korkea sinkin liukoinen pitoisuus (92 mg/kg). Tulos tarkistettiin laboratoriossa. Virhettä ei löytynyt, mutta koska mahdollista esikäsittelyssä tapahtunutta kontaminaatiota ei voida sulkea pois, tulosta ei huomioida tämän raportin kuvaajilla eikä vertailussa kaatopaikkakelpoisuuskriteereihin. Rautasakassa sinkin liukoisuus oli edellisvuosien tapaan alhainen (<0,05-0,067 mg/kg). Kyseisten jakeiden kaikissa näytteissä sinkin liukoisuus alitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (4 mg/kg). Esineutralointisakassa sinkin liukoisuudet olivat edellisvuosien tapaan korkeampia kuin muissa jakeissa, vaihdellen välillä 890-6900 mg/kg, ja ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin 200 mg/kg koko vuoden ajan. Sinkin liukoisuuksien kehitystä sakkajakeiden kuukausinäytteissä on havainnollistettu seuraavassa kuvassa (Kuva 2-26).



Kuva 2-26. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden sinkin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2021 sekä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomänäytteet erikseen 2 linjalta.

Elohopean liukoisuudet olivat kaikissa tutkituissa sakkänäytteissä hyvin pieniä, eikä laboratorion määrittämissä 0,004 mg/kg ylittäviä pitoisuuksia todettu. Elohopean liukoisuudet ovat kaikissa jättejakeissa olleet alhaisia tai alittaneet analyysin määrittämissä myös aiempina vuosina. Pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri liukoiselle elohopealle on 0,01 mg/kg.

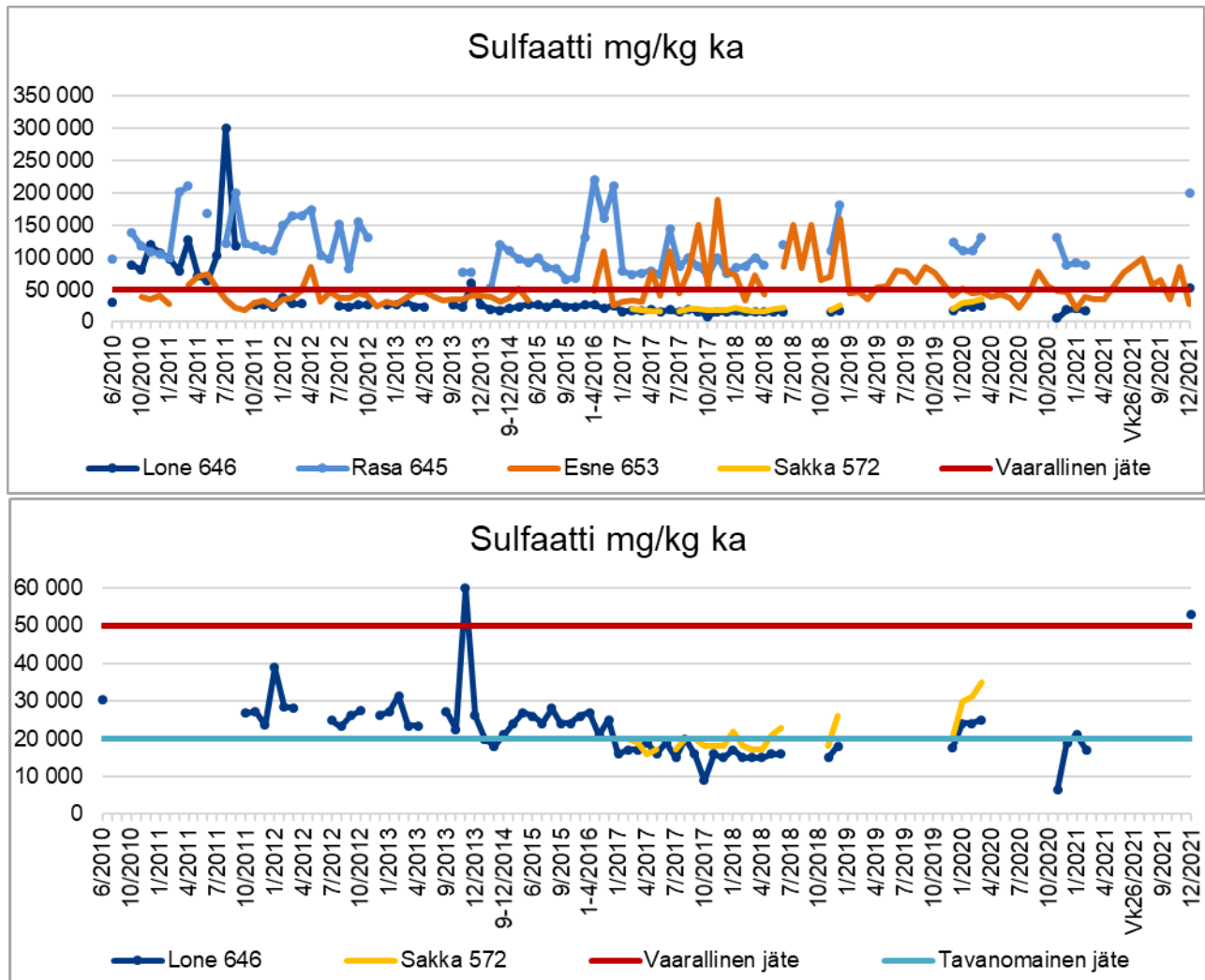
Uraanin liukoisuudet loppuneutralointisakassa olivat hyvin pieniä ja vaihtelivat välillä <0,002-0,01 mg/kg. Myös rautasakassa ja vesienkäsittelysakan liukoisuudet olivat alhaisia ja edellisvuosien pitoisuuksien vaihteluvälillä (Rasa 0,45-3,7 mg/kg, 572 T1 0,27-0,84 ja 572 T2 <0,002-0,83 mg/kg). Esineutralointisakan liukoisuudet uraanin pitoisuuksissa on havaittavissa nousujohteinen suuntaus vuosina 2010-2021. Vuonna 2021 uraanin liukoisuus esineutralointisakassa vaihteli välillä 1,3-17 mg/kg. Uraanin liukoisuuden kehitystä sakkajakeiden kuukausinäytteissä on havainnollistettu seuraavassa kuvassa (Kuva 2-27). Uraanin liukoiselle pitoisuudelle ei ole määritelty kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä.



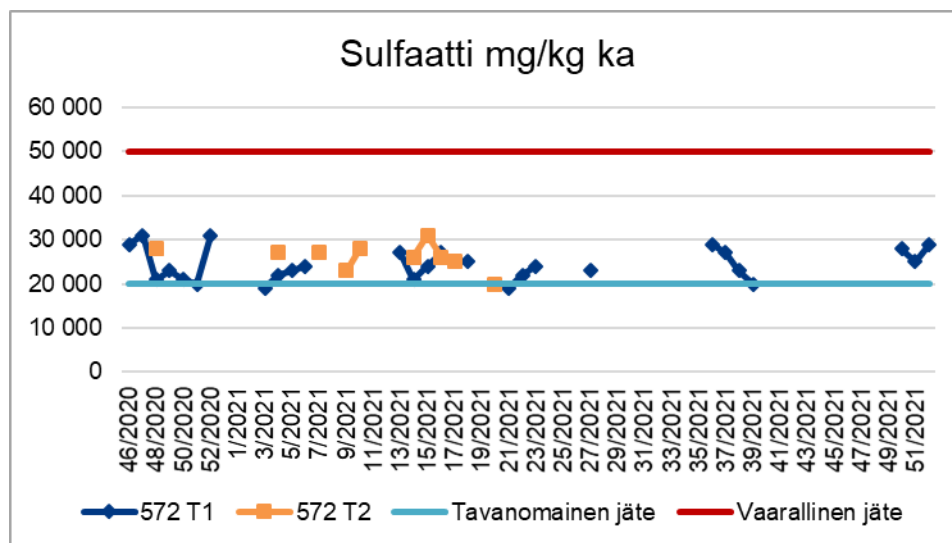
Kuva 2-27. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden uraanin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2021. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomänäytteet erikseen 2 linjalta. Uraanin liukoiselle pitoisuudelle ei ole määritelty kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä.

Sulfaatin liukoisuus on sakkajakeissa ollut tyypillisesti koholla tai korkea, ja kaikissa sakkajakeissa on vuosina 2010-2021 todettu tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ja osin myös vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä. Vuonna 2021 sulfaatin liukoisuus oli tammi-helmikuussa edellisvuosien vaihteluvälillä, mutta joulukuussa edellisvuosia korkeammalla tasolla loppuneutralointisakassa (1700-53000 mg/kg). Sulfaatin liukoisuus oli edellisvuosien tasolla esineutralointisakassa (21000-98000 mg/kg) ja rautasakassa (57000-200000 mg/kg). Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä sulfaattipitoisuus vaihteli välillä 19000-29000 mg/kg (T1) ja 20000-31000 mg/kg (T2).

Loppuneutralointisakan näytteissä sulfaatin liukoisuus ylitti tavanomaisen jätteen kaatopaikan kelpoisuuskriteerin (20000 mg/kg) tammikuussa ja vaarallisen jätteen kelpoisuuskriteerin (50000 mg/kg) joulukuussa. Vesienkäsittelysakan sulfaatin liukoisuus ylitti tavanomaisen kaatopaikan kelpoisuuskriteerin lähes kaikissa näytteissä. Esineutralointisakan näytteissä pitoisuus vaihteli vaarallisen jätteen kaatopaikan kelpoisuuskriteerin molemmiin puoliin, ja rautasakan osalta vaarallisen jätteen kaatopaikan pitoisuusraja-arvo ylittyi kaikissa näytteissä. Sulfaatin liukoisuuksia sakkajakeiden kuukausi- ja viikkonäytteissä on havainnollistettu seuraavissa kuvissa (Kuva 2-28, Kuva 2-29).



Kuva 2-28. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden sulfaatin liukoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2021 sekä tavanomaisen ja vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomanäytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.

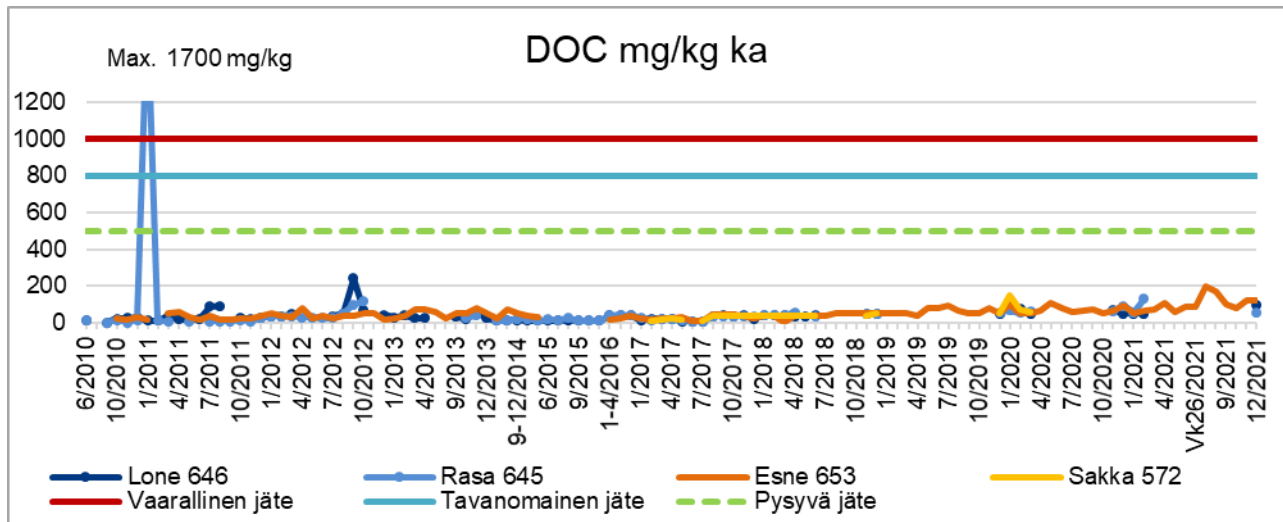


Kuva 2-29. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden viikkonäytteiden sulfaatin liukoisuudet kuivapainoa kohti v. 2020-2021 sekä tavanomaisen ja vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

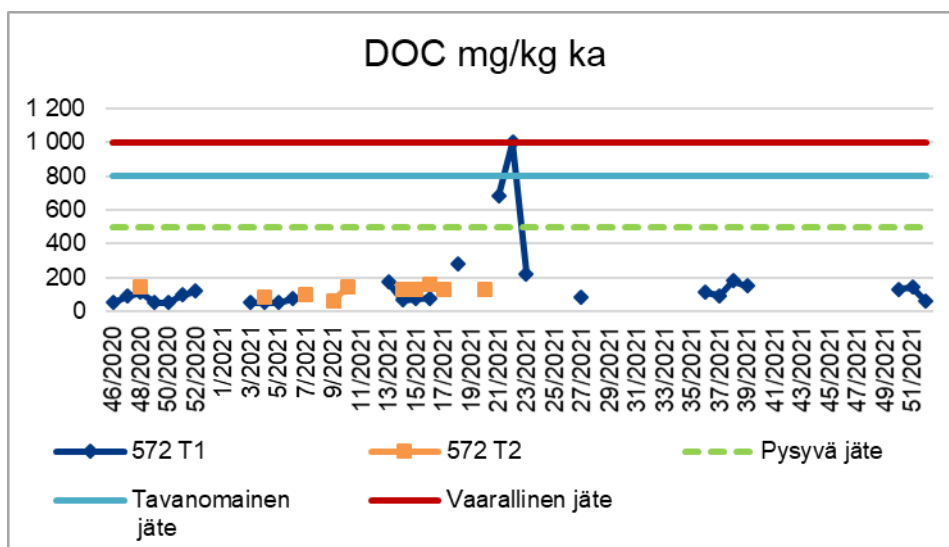
Kloridin liukoisuudet olivat sakkajakeissa pääosin samaa luokkaa kuin edellisinä tarkkailuvuosina (Lone 52-110 mg/kg, Rasa <50-99 mg/kg, Esne <50-64 mg/kg, 572 T1 <50-120 mg/kg, 572 T2 <50-190 mg/kg). Kloridin liukoisuudet alittivat tutkituissa näytteissä pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (800 mg/kg) selvästi.

Fluoridin liukoisuudet olivat sakkajakeissa pääosin samaa tasoa kuin vuosina 2017-2020, vaihdellen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (10 mg/kg) molemmiin puolin (Lone <5-53 mg/kg, Rasa <5-8,5 mg/kg, Esne 5,8-100 mg/kg, 572 T1 10-48 mg/kg, 572 T2 8,1-18 mg/kg). Pitemmällä aikavälillä tarkasteltuna fluoridin liukoisuus vuosina 2019-2021 on loppuneutralointisakassa ollut alhaisempi kuin vuosina 2013-2016 ja rautasakassa alemmaa tasoa kuin vuosina 2014-2017. Esineutralointisakassa liukoisen fluoridin pitoisuus on ollut likimain samaa tasoa koko tarkkailujakson ajan. Vesienkäsittelysakassa fluoridin liukoisuus on ollut vuosina 2017 ja 2019-2021 alemmaa tasoa kuin vuonna 2018.

Liunneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet olivat loppuneutralointisakassa, rautasakassa ja esineutralointisakassa alhaisia (<50-200 mg/kg) ja alittivat pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuden kriteerin 500 mg/kg. DOC-pitoisuudet ovat olleet alhaisia myös aikaisempina vuosina, vuonna 2010 rautasakassa mitattua yksittäistä korkeaa pitoisuutta lukuun ottamatta. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä havaittiin kaksi tavanomaista korkeampaa DOC-pitoisuutta (572 T1 vk 21: 680 mg/kg ja vk 22: 1000 mg/kg), joista viikon 21 näytteen pitoisuus ylitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ja viikon 22 näyte ylitti tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (800 mg/kg) sekä sivusi vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä (1000 mg/kg). Muissa näytteissä pitoisuudet olivat alemmaa tasoa (572 T1: 51-280 mg/kg, 572 T2: 60-160 mg/kg) ja samaa suuruusluokkaa kuin vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä vuonna 2020. Valtaosa vesienkäsittelysakan näytteiden DOC-pitoisuuksista alitti pysyvän jätteen kaatopaikan kriteerin (Kuva 2-30, Kuva 2-31).



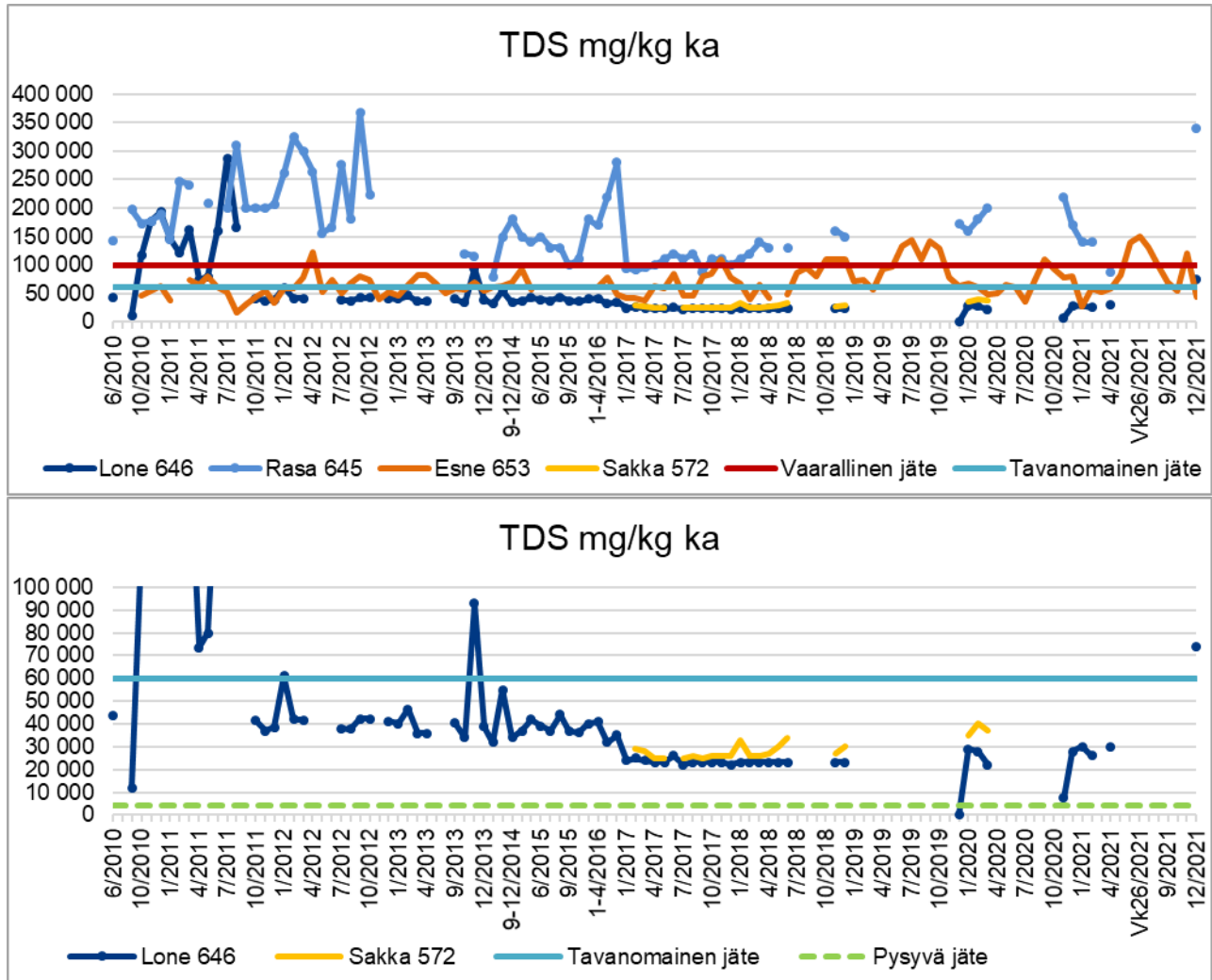
Kuva 2-30. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2010–2021 sekä tavanomaisen ja vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomänäytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.



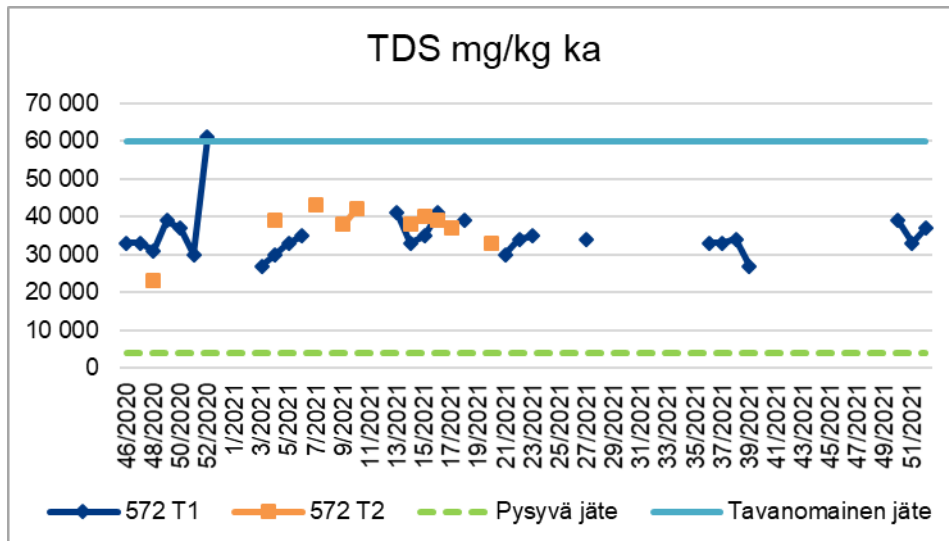
Kuva 2-31. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden viikkonäytteiden liuenneen orgaanisen hiilen (DOC) pitoisuudet kuivapainoa kohti v. 2020-2021 sekä tavanomaisen ja vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

Liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) oli esineutralointisakassa ja rautasakassa samalla vaihteluvälillä kuin vuosina 2010-2020. Loppuneutralointisakassa TDS-arvo on tasoittunut vuosien 2010 ja 2011 jälkeen, ja laskenut entisestään vuosina 2017-2020. Joulukuussa 2021 pitoisuus kuitenkin kohosi samalle tasolle kuin vuonna 2013 (Kuva 2-32, Kuva 2-33). Vuonna 2021 loppuneutralointisakan liuenneiden aineiden kokonaismäärä vaihteli välillä 26000-74000 mg/kg, ylittäen pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (4000 mg/kg) tammi-helmikuussa ja tavanomaisen jätteen kaatopaikkakriteerin (60000 mg/kg) joulukuussa. Rautasakassa liuenneiden aineiden kokonaismäärä vaihteli välillä 87000-340000 mg/kg, ylittäen huhtikuussa tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ja muissa näytteissä vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin. Esineutralointisakassa liuenneiden aineiden kokonaismäärä vaihteli välillä 28000-150000

mg/kg, alittaen ajoittain tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin, mutta toisaalta ylittäen vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (100000 mg/kg) kesä-elokuussa ja marraskuussa. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteissä liuenneiden aineiden kokonaismäärä alitti tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (572 T1: 27000-41000 mg/kg, 572 T2: 33000-43000 mg/kg).

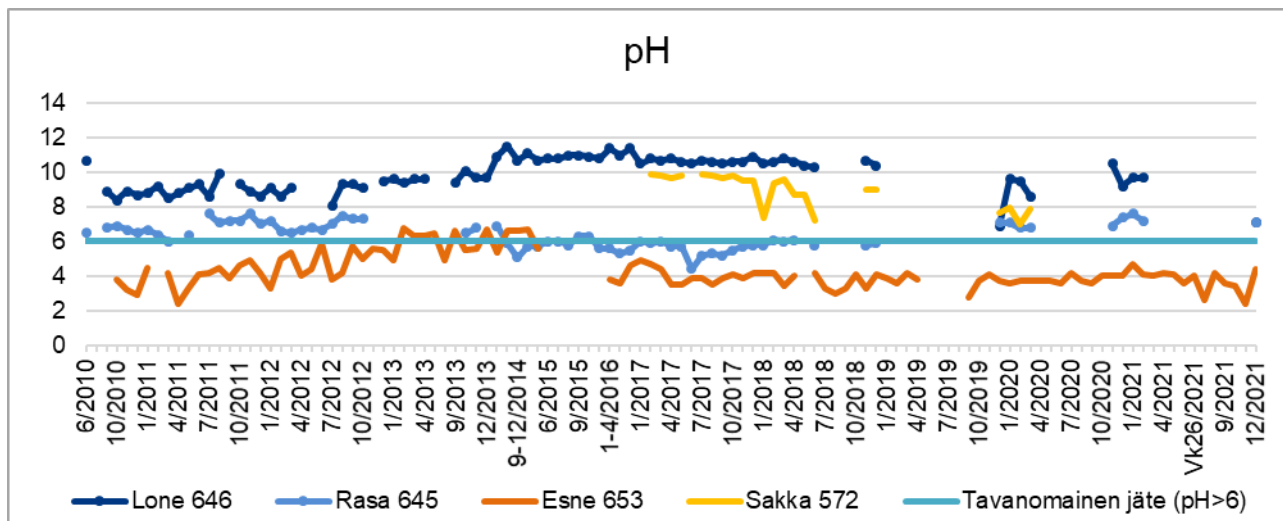


Kuva 2-32. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) kuivapainoa kohti vuosina 2010–2021 sekä tavanomaisen ja vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerit. Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomanäytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.

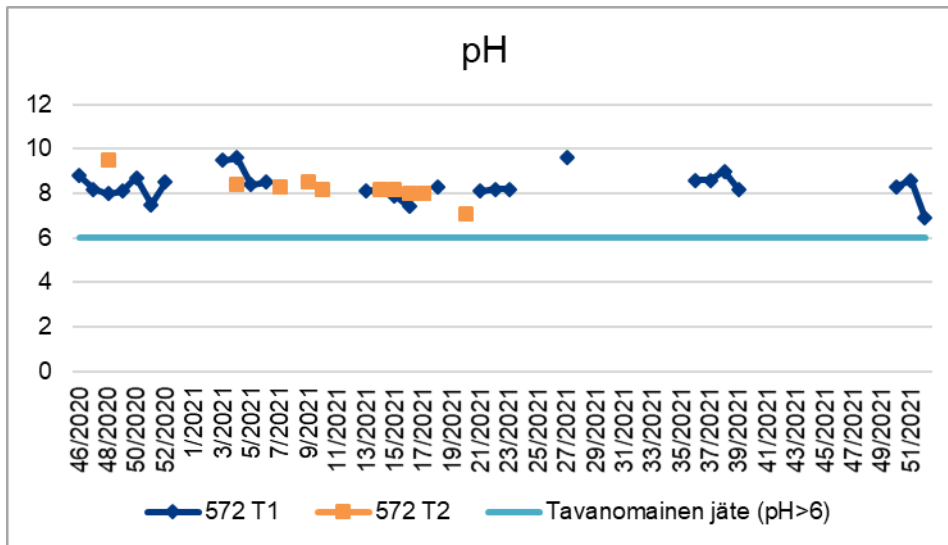


Kuva 2-33. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden viikonäytteiden liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) kuivapainoa kohti v. 2020-2021 sekä tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri.

Liukoisuustestien suodosten pH-arvot olivat vuosien 2017-2020 vaihteluvälillä loppuneutralointisakassa (pH 7,1-9,7), esineutralointisakassa (pH 2,4-4,7) ja vesienkäsittelysakassa (572 T1: pH 6,9-9,6, 572 T2: pH 7,1-8,5). Rautasakassa suodosten pH-arvot ovat olleet v. 2020-2021 vuosia 2014-2019 korkeammalla tasolla, täyttäen tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin (pH>6). Vuonna 2021 rautasakan liukoisuustestien suodosten pH vaihteli välillä 7,0-7,6. Kaatopaikkakelpoisuuskriteeri toteutui myös loppuneutralointisakassa ja vesienkäsittelysakassa. Esineutralointisakan suodosten pH ei vuosien 2017-2020 tapaan täyttänyt tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä. Sakkajakeiden suodosten pH-arvojen kehittymistä vuosina 2010-2021 on havainnollistettu seuraavissa kuvissa (Kuva 2-34, Kuva 2-35).



Kuva 2-34. Sakkajakeiden kuukausinäytteiden pH-arvot liukoisuuskokeiden suodoksissa vuosina 2010–2021 sekä tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri (pH > 6). Vesienkäsittelysakan (572) osalta on marraskuusta 2020 lähtien analysoitu viikon kokoomanäytteet erikseen 2 linjalta, joiden tulokset on esitetty seuraavassa kuvassa.



Kuva 2-35. Keskusvedenpuhdistamon sakkajakeiden 572 T1 ja 572 T2 viikkonäytteiden pH-arvot liukoisuuskokeiden suodoksissa v. 2020-2021 sekä tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri.

Liukoisuustestien suodosten sähkönjohtavuuden vaihteluväli oli loppuneutralointisakassa 230-450 mS/m, rautasakassa 380-1400 mS/m, esineutralointisakassa 240-910 mS/m ja vesienkäsittelynsakan viikkonäytteissä 270-830 mS/m (572 T1) ja 300-380 mS/m (572 T2). Esineutralointisakassa, loppuneutralointisakassa ja rautasakassa sähkönjohtavuudet olivat vuonna 2021 pääosin vuosien 2017-2020 tasolla, mutta kussakin jakeessa yhden näytteen sähkönjohtavuus kohosi muita selvästi korkeammaksi. Vesienkäsittelynsakassa sähkönjohtavuudet olivat pääosin vuosien 2017-2020 tasolla, mutta jakeet 572 T1 näytteistä määritettiin muita korkeammat sähkönjohtavuusarvot viikoilla 18 ja 39. Sähkönjohtavuudelle ei ole määritelty kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä.

2.3 Hehkutushäviö, TOC, ANC ja radioaktiivisuus

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

Sakkanäytteet olivat laboratorioon tullessaan pääosin hyvin vesipitoisia, varsinkin vesienkäsittelynsakan osalta. Ennen vuotta 2017 kuiva-ainepitoisuudet ovat olleet matalampia kuin nykyisin näytteiden esikäsittelystä johtuen. Vuonna 2021 kuiva-aineen pitoisuus loppuneutralointisakkanäytteissä vaihteli välillä 5,6-13,3 %, rautasakkanäytteissä välillä 10-25,5 % ja esineutralointisakkanäytteissä kuiva-ainepitoisuudet välillä 51-62 %. Vesienkäsittelynsakan viikkonäytteissä kuiva-ainepitoisuus vaihteli välillä <0,2-22,7 % (572 T1) ja <0,2-1,3 % (572 T2).

Orgaanisen aineen osuutta kuvaava hehkutushäviö vaihteli loppuneutralointisakassa välillä 9,3-10,8 %, rautasakassa välillä 12,4-14,6 %, esineutralointisakassa välillä 1,1-5,9 % ja vesienkäsittelynsakassa välillä 0,2-13,9 % (572 T1) ja 1,5-36 % (572 T2). Vaarallisen jätteen kaatopaikalle sijoitettavalle jätteelle hehkutushäviön raja-arvo on 10 % tai vaihtoehtoisesti sovelletaan TOC-rajaa 6 %. Vesienkäsittelynsakan viikkonäytteissä raja-arvon 10 % ylittyi n. 50 % näytteistä. Esineutralointisakan osalta raja-arvo 10 % alittui kaikissa näytteissä, loppuneutralointisakassa raja-arvo ylittyi helmikuussa ja rautasakassa kaikissa kolmessa näytteessä vuonna 2021.

Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC) oli kaikissa vuoden 2021 loppuneutralointisakan, rautasakan ja esineutralointisakan kuukausinäytteissä hyvin pieni (<0,5-0,75 %). Myös vesienkäsittelynsakan viikkonäytteissä TOC-pitoisuus oli alhaista tasoa (572 T1: <0,5%-0,5, 572 T2: <0,5-3,3 %). Pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvo (3 %) ylittyi vain yhdessä vesienkäsittelynsakan linjan 2 viikkonäytteessä, eli orgaanisen hiilen kokonaismäärät kaikissa jättejakeissa olivat pieniä.

Haponneutralointikapasiteetti (ANC) määritetään esineutralointisakasta ja vesienkäsittelysakasta. Vuonna 2021 esineutralointisakan haponneutralointikapasiteetti vaihteli välillä 2,8-4,3 mol H⁺/kg ka. Määritys saatiin tehtyä kaikille vuoden aikana otetuille näytteille, toisin kuin aikaisempina vuosina, jolloin näytteiden pH on useimmiten ollut alle 4. Vesienkäsittelysakan viikkonäytteistä ANC-määritystä ei voitu useissa tapauksissa tehdä, varsinkaan linjan 2 näytteiden osalta, niiden vähäisen kiintoainemäärän vuoksi. Tutkituilta osin vesienkäsittelysakan viikkonäytteiden ANC vaihteli melko matalasta kohtalaisen korkeaan tasoon, vaihdellen välillä 2,6-15,4 mol H⁺/kg ka jakeessa 572 T1 ja 3,2-11,1 mol H⁺/kg ka jakeen 572 T2 osalta.

Loppuneutralointisakasta (646), rautasakasta (645) ja vesienkäsittelysakasta (572) tehdään vuosittain radioaktiivisuusmäärytyksiä. Radioaktiivisuusmäärytykset 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 2021 näytteiden määrytykset eivät ole vielä valmistuneet, ja tulokset esitetään v. 2022 tarkkailun raportissa. Vuoden 2020 näytteistä tehdyt radioaktiivisuusmäärytysten tulokset ja niiden vertailu aikaisempien vuosien tuloksiin on esitetty raportin liitteessä 6.

3. SIVUKIVEN OMINAISUUDET

KL2-sivukivestä otettiin Terrafamen henkilökunnan toimesta kairanäytteitä, joista muodostettiin kuukausittaiset kokoomanäytteet. Näytteet toimitettiin laboratorioon analysoitavaksi. Tarkkailu toteutui muilta osin tarkkailuohjelman mukaisesti, mutta kesäkuussa sivukivestä ei saatu näytettä, ja lisäksi marras- ja joulukuun sivukivinäytteet toimitettiin laboratorioon yhdistettynä kokoomanäytteenä. Liukoisuustestit toteutettiin pääosin 2-vaiheisenä ravistelutestinä, mutta heinäkuun näytteelle ravistelutesti tehtiin yksivaiheisena.

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 velvoitetarkkailua joulukuusta 2017 saakka. Vuonna 2021 kuukausikokoomanäytteistä määritettyjä alkuaineiden kokonaispitoisuuksia on seuraavassa verrattu joulukuussa 2017 ja vuosina 2018-2020 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 2021 analyysitulokset kokonaispitoisuuksien osalta on esitetty liitteessä (liite 3).

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.

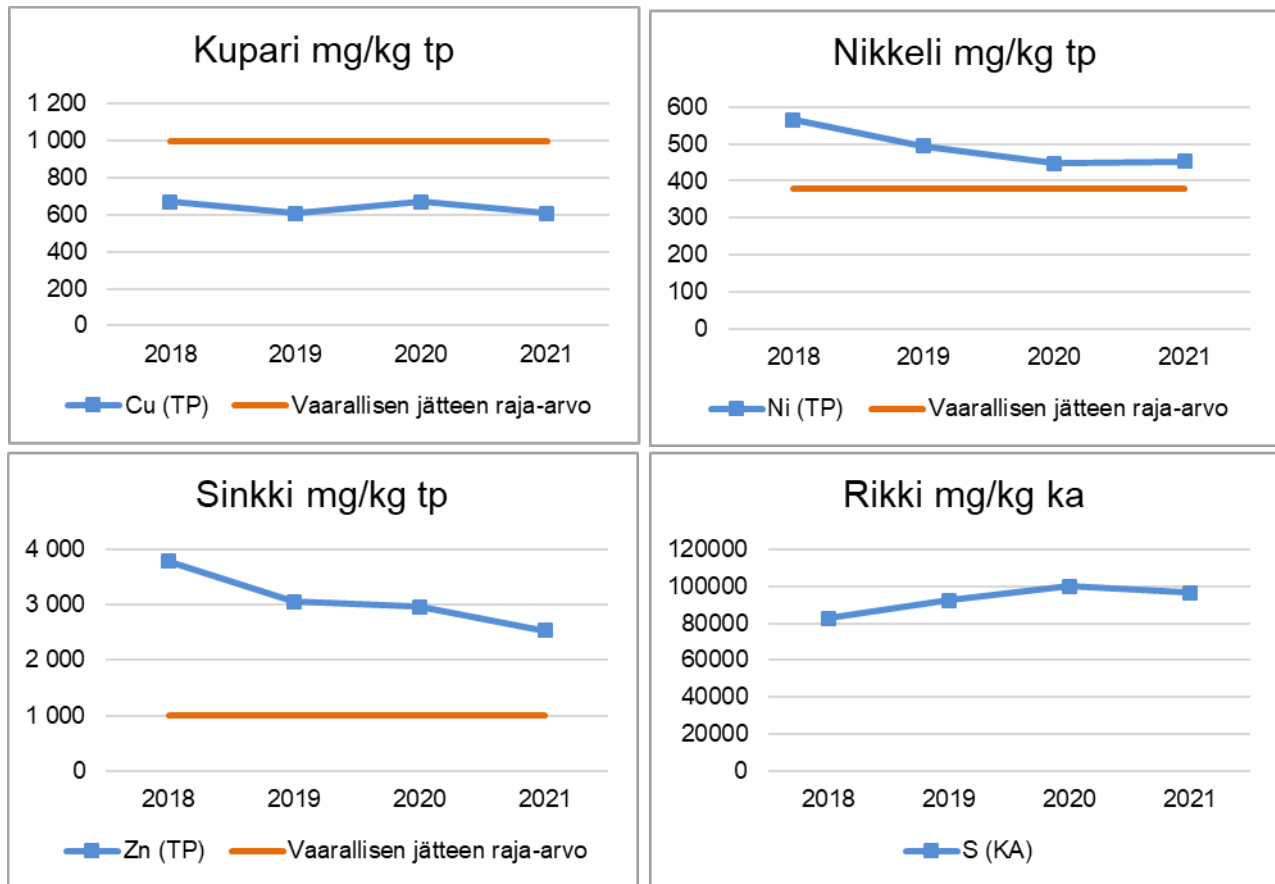
Vuonna 2021 tutkituissa näytteissä todettiin vaarallisen jätteen pitoisuusrajan ylityksiä nikkelin ja sinkin osalta. Kuparipitoisuus oli korkeimmillaan lähellä vaarallisen jätteen pitoisuusrajaa (Taulukko 3-1).

Taulukko 3-1. Alkuaineiden kokonaispitoisuudet sivukivessä joulukuussa 2017 ja vuosina 2018-2021, 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

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

Seuraavassa kuvassa (Kuva 3-1) on havainnollistettu kuparin, nikkelin ja sinkin pitoisuuksien vuosikeskiarvojen vaihtelua tuorepainoa kohti sekä rikkipitoisuuksien vuosikeskiarvojen vaihtelu kuivapainoa kohti vuosina 2018-2021. Sinkin keskiarvopitoisuudessa on havaittavissa laskeva suuntaus. Nikkelin keskiarvopitoisuus laski ja rikin keskiarvopitoisuus nousi vuosina 2019 ja 2020, mutta vuonna 2021 keskiarvopitoisuus tasoittui edellisvuoden tasolle. Kuparin keskimääräisessä pitoisuudessa ei ole havaittavissa nousevaa eikä laskevaa suuntausta.



Kuva 3-1. Sivukiven kuukausinäytteiden keskimääräiset kupari-, nikkeli- ja sinkkipitoisuudet tuorepainoa kohti, vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvot sekä rikkipitoisuudet kuivapainoa kohti vuosina 2018-2021.

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. 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 2021 määritettyjä alkuaineiden liukoisia pitoisuuksia on seuraavassa taulukossa verrattu joulukuussa 2017 ja vuosina 2018-2020 määritettyihin liukoisuuksiin (Taulukko 3-2). Liukoisuusominaisuuksia on verrattu ns. kaatopaikka-asetuksen (Vna 331/2013) mukaisiin pysyvän, tavanomaisen ja vaarallisen jätteen kaatopaikoille sijoittamista varten asetettuihin kaatopaikkakelpoisuuskriteereihin. Nikkelin, sinkin ja sulfaatin keskimääräisten liukoisuuksien muutosta on lisäksi havainnollistettu kuvassa (Kuva 3-2). Vuoden 2021 sivukivinäytteiden liukoisuustestien tulokset on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä (liite 4).

Pääsääntöisesti sivukivestä liukenevien alkuaineiden pitoisuudet olivat vähäisiä ja suurelta osin liukoisuudet alittivat laboratorion määritysrajan. Sivukivestä liukenee metallien osalta pääasiassa nikkeliä ja sinkkiä. Vuosina 2018-2021 vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä on todettu nikkelin ja sinkin osalta ja tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä lisäksi kadmiumin, seleenin ja pH:n osalta.

Vuonna 2021 kadmiumin liukoiset pitoisuudet olivat pääosin pieniä. Kadmiumin liukoinen pitoisuus ylitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin maalisi-, huhti-, touko- ja lokakuun näytteissä, ja sivusi lisäksi tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä toukokuussa. Muissa näytteissä pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri alittui. Kadmiumin keskimääräinen pitoisuus oli vuosien 2019 ja 2020 tasoa.

Myös kuparin pitoisuudet olivat vuonna 2021 pieniä. Pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri alittui kaikissa näytteissä. Kuparin keskimääräinen liukoinen pitoisuus oli laskenut vuodesta 2020, ja oli nyt vuoden 2019 tasoa.

Nikkelin liukoisuudet sivukivessä vuonna 2021 ylittivät vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin maalisi-, touko- ja lokakuun näytteissä ja tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin helmi- ja huhti-kuussa. Nikkelin keskimääräinen liukoinen pitoisuus nousi edellisiin vuosiin nähden vuosina 2019 ja 2020, mutta tasoittui vuonna 2021 edellisvuoden tasolle.

Seleenin liukoisuus sivukivessä vuonna 2021 ylitti pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin muissa paitsi tammi-, maalisi-, heinä- ja syyskuun näytteissä. Selleen keskimääräinen liukoinen pitoisuus on ollut hienoisessa nousussa vuosina 2018-2020, mutta oli palautunut vuoden 2019 tasolle vuonna 2021.

Sinkin liukoisuudet vuoden 2021 sivukivinäytteissä ylittivät tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin helmi-toukokuussa, lokakuussa sekä yhdistetyssä marras-joulukuun näytteessä. Liukoisen sinkin keskiarvopitoisuus oli samaa tasoa kuin vuosina 2019 ja 2020.

Vuonna 2020 liukoisen kloridin ja fluoridin keskiarvopitoisuudet kohosivat 9/2020 määritettyjen korkeiden liukoisuuksien seurauksena, mutta vuonna 2021 keskiarvopitoisuudet olivat palautuneet tavanomaiselle tasolle. Kaikissa vuoden 2021 näytteissä pitoisuudet olivat pieniä, ja alittivat laboratorion menetelmän määritysrajan.

Vuonna 2021 sulfaatin liukoisuudet sivukivessä ylittivät pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin kaikissa muissa paitsi tammikuun näytteessä. Sulfaatin keskimääräinen liukoisuus on kohonnut vuosina 2018-2020, mutta vuonna 2021 keskiarvopitoisuus oli laskenut jonkin verran edellisvuodesta.

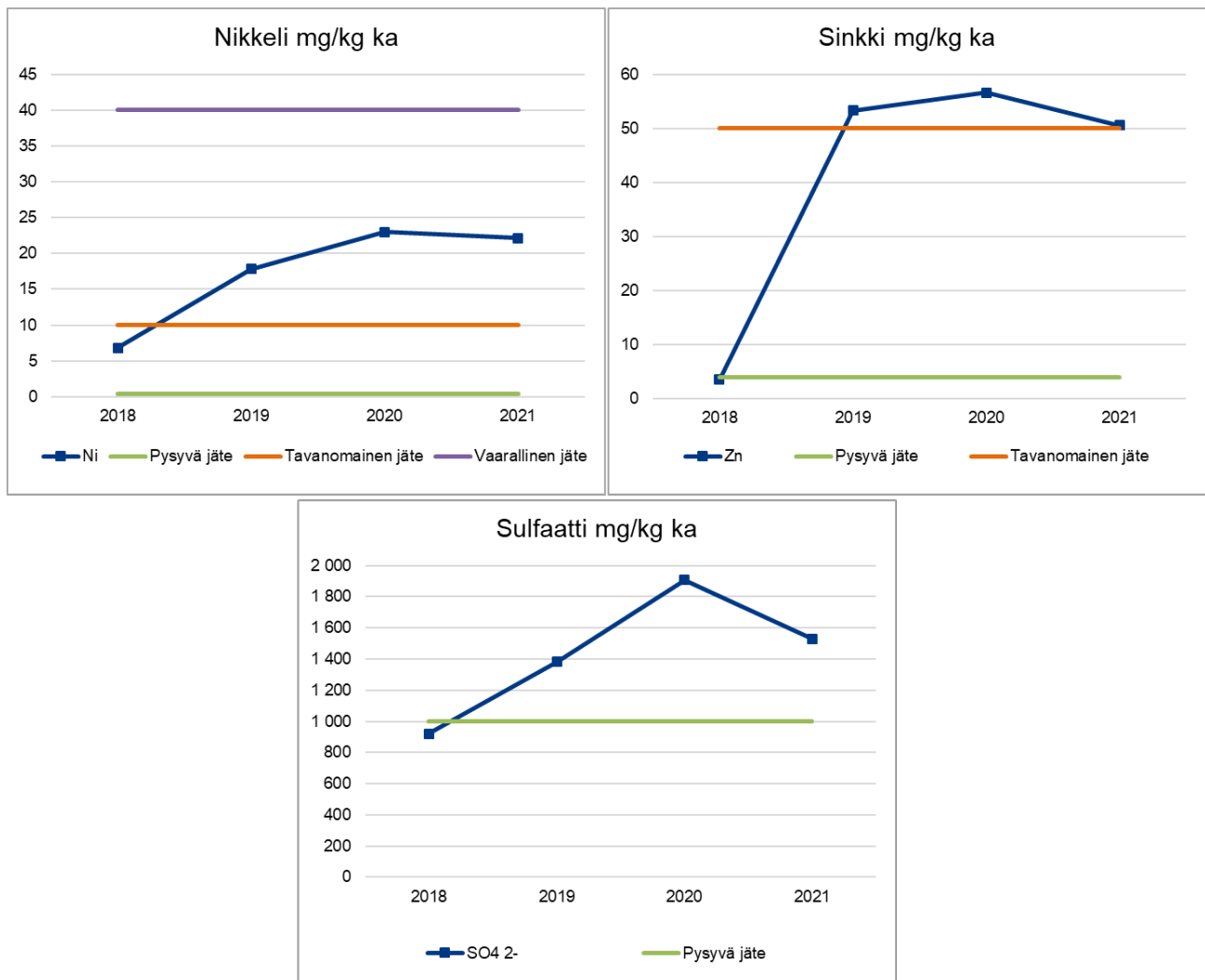
Vuonna 2021 liuenneiden aineiden kokonaismäärä (TDS) pysyi pääosin pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin alapuolella, mutta ylitti kriteerin elokuussa sekä marras-joulukuun yhdistetyssä näytteessä. Liuenneiden aineiden kokonaismäärän vuosikeskiarvo on noussut vuosina 2018-2020, mutta vuonna 2021 keskiarvo tasoittui edellisvuoden tasolle.

Vuonna 2021 liukoisuustestin suodoksen pH-arvo ei täyttänyt tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä ($\text{pH} > 6$) helmi-toukokuussa, heinä- ja lokakuussa. Suodosten pH:n vuosikeskiarvo on hiljalleen laskenut vuosina 2018-2020, mutta vuonna 2021 keskiarvo oli edellisvuoden tasolla.

Taulukko 3-2. Alkuaineiden liukoiset pitoisuudet kuivapainoa kohti sivukiven kuukausinäytteissä joulukuussa 2017 sekä vuosina 2018-2021.

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

Aine/muuttuja	Se mg/kg ka	Zn mg/kg ka	U mg/kg ka	Cl ⁻ mg/kg ka	F ⁻ mg/kg ka	SO ₄ ²⁻ mg/kg ka	DOC mg/kg ka	TDS mg/kg ka	pH	Sähkönj. mS/m
Pysyvä jäte	0.1	4	-	800	10	1 000	500	4 000		-
Tavanomainen jäte	0.5	50	-	15 000	150	20 000	800	60 000	>6	-
Vaarallinen jäte	7	200	-	25 000	500	50 000	1 000	100 000		-
Joulukuu 2017	0.12	0.19	<0.020	<24	<1.0	1 300	<23	2 600	8.5	22
Min 2018	0.05	0.03	<0.020	<24	<4.9	250	<39	84	5.3	10
Ka 2018	0.10	3.5				920		1 449	7.2	12
Maks 2018	0.15	17	<0.020	<25	<9	1 800	<50	2 200	9.2	16
Min 2019	0.05	0.23	<0.020	<5.6	<5	540	<50	1 600	4.2	12
Ka 2019	0.18	53	0.02	135		1 381	71	2 455	6.5	16
Maks 2019	0.34	380	0.10	210	<9	2 220	80	3 410	8.6	20
Min 2020	0.10	0.45	0.00	<50	<5	900	50	1 600	4.0	<5
Ka 2020	0.25	57	0.17	1 339	46	1 908	73	2 975	6.1	17
Maks 2020	0.70	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



Kuva 3-2. Sivukivinäytteiden keskimääräiset nikkelin, sinkin ja sulfaatin liukoisuudet vuosina 2018-2021 sekä kaatopaikka-asetuksen (Vna 331/2013) mukaiset kaatopaikkakelpoisuuskriteerit.

4. AKKUKEMIKAALITEHTAAN JÄTEJAKEIDEN KAATOPAIKKAKELPOISUUS

Akkukemikaalitehtaalla muodostuvat jätejakeet ovat rautasakka, bentoniittisakka, aktiivihiihijäte sekä bioliuotuskiertoon kierrätettävä metallisulfaattiliuos. Vuonna 2021 tarkkailu toteutui ohjelman mukaan metallisulfaattiliuoksen osalta. Liuoksesta otettiin loka- ja joulukuussa yhteensä kaksi ulkopuolisessa laboratoriossa analysoitavaa näytettä. Bentoniittisakkaa ei ole vielä muodostunut. Rautasakasta ja aktiivihiihijätteestä ei vuonna 2021 otettu näytteitä perusmääritystä varten, koska tehdas oli vielä ylösajovaiheessa, eikä näiden jätejakeiden laatu vielä vastannut lopullista koostumustaan.

Näytteenotosta ja näytteiden toimittamisesta laboratorioon vastasi Terrafame Oy. Määritykset tehtiin Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratoriossa.

4.1 Metallisulfaattiliuos

Bioliuotukseen kierrätettävän metallisulfaattiliuoksen analyysitulokset vuodelta 2021 on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä (liite 5). Liuoksesta analysoitiin metallien kokonaispitoisuuksia, fosforin ja rikin pitoisuudet sekä orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC).

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 4-1) on esitetty vuonna 2021 otettujen näytteiden raskasmetallien sekä rikin ja kemikaalijäämiä indikoivien fosforin ja TOC:n pitoisuudet (TOC = orgaanisen hiilen kokonaismäärä). Metallisulfaattiliuos sisälsi korkeita pitoisuuksia kobolttia, nikkeliä, sinkkiä, uraania ja rikkiä. Pitoisuudet olivat yleisesti korkeampaa tasoa joulukuussa kuin lokakuun alussa (Taulukko 4-1).

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

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	30.0	23 000	140	48	300 000	130 000	4600	57 000	460	26

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 2014-2021 analyysijä on tehty sekä kuukausinäytteistä että tutkimuslaboratoriossa koostetuista kokoomanäytteistä.

Laboratorion osaamistaso vaikuttaa laboratoriotulosten määritysten epävarmuuteen. Vuonna 2021 kokoomanäytteet toimitettiin analysoitavaksi Eurofins Ahma Oy:n Oulun laboratorioon, joka on erikoistunut jätemateriaalien testaamiseen. Yksittäiseen tulokseen vaikuttaa laboratorion mittausepävarmuus, joka on yksilöllinen kunkin menetelmän osalta. Laboratoriomääritysten tulosten osalta tulisi aina muistaa, että laboratorion antama pitoisuustieto ei ole absoluuttinen totuus, vaan tietyn vaihteluvälin sisällä oleva arvio pitoisuuden tasosta. Huolellisella näytteenotto- tai keruutavalla, puhtailla näytteenottovälineillä ja -astioilla, mahdollisimman nopealla näytteen kuljetuksella ja lyhyellä säilytyksellä sekä korkealaatuisella laboratoriotyöllä minimoidaan yksittäisen tuloksen kokonaisepävarmuuden poikkeaminen laboratorion määritysmenetelmän epävarmuudesta.

Jätejakeiden vesipitoisuus on tarkkailuvuosina 2010-2021 aiheuttanut teknisiä ongelmia jätejakeiden liukoisuustestin toteuttamiseen. Kaikilta tarkkailuvuosilta ei ole ollut saatavilla riittäviä tietoja jätejakeiden liukoisuustestien teknisestä toteutuksesta. Tulosten vertailukelpoisuuden kannalta tiedoissa on ollut puutteita muun muassa sen suhteen, miten vesipitoisia jätejakeet ovat olleet, miten ne on esikäsitelty ennen liukoisuustestausta, sekä kuinka paljon näytteisiin on lisätty vettä liukoisuustestissä. Kaikkia testaukseen liittyviä tietoja ei ole ollut saatavilla vuosina 2010–2013. Tästä syystä vuosien 2010–2013 ja vuosien 2014–2020 tarkkailutulokset eivät välttämättä ole keskenään täysin vertailukelpoisia. (Ramboll Finland Oy 2020a)

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

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, sekä vuodesta 2021 lähtien myös akkukemikaalitehtaalla muodostuvien jätejakeiden tarkkailun.

Vuonna 2021 jätejakeiden laatua seurattiin pääasiassa kuukausinäytteistä, jotka muodostettiin päivittäisistä/viikoittaisista osanäytteistä. Vesienkäsittelysakan laatua on marraskuusta 2020 lähtien tutkittu kuukausikokoomien sijaan viikon kokoomanäytteistä, ja näytteet kerätään 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 2014-2021 tuorepäinäksi muutettu nikkelipitoisuus on ajoittain ylittänyt vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon (380 mg/kg) rautasakan, esineutralointisakan ja vesienkäsittelysakan kuukausinäytteissä. Vuonna 2021 kyseinen raja-arvo ylittyi esineutralointisakan osalta viikon 26 näytteessä ja alittui muissa sakkanäytteissä.

Tuorepainoksi muutettu sinkin pitoisuus on ylittänyt vaarallisen jätteen pitoisuusraja-arvon (400 mg/kg) esi-neutralointisakassa koko tarkkailujakson (2014-2021) ajan, ja ajoittain raja-arvo on ylittynyt myös vesienkäsittelysakassa. Vuonna 2021 vesienkäsittelysakan kuukausinäytteiden sinkkipitoisuus alitti raja-arvon muilta osin, mutta ylitti sen linjalta 2 viikolla 13 kerätyssä näytteessä.

Tuorepainoksi muutetun mangaanipitoisuuden osalta vaarallisen jätteen raja-arvon (9100 mg/kg) ylityksiä on todettu loppuneutralointisakassa vuosina 2017-2018, ja vesienkäsittelysakan osalta huhtikuun 2020 kuukausikokoomänäytteessä. Vuonna 2021 vaarallisen jätteen raja-arvo alittui kaikissa sakkanäytteissä.

Sakkajakeiden sijoituskelpoisuutta arvioitiin vertaamalla niiden liukoisuusominaisuuksia kaatopaikka-asetuksen mukaisiin kaatopaikkakelpoisuuskriteereihin. Vaarallisen jätteen kaatopaikan kaatopaikkakelpoisuuskriteerien ylityksiä on vuosina 2010-2021 todettu esi-neutralointisakassa kadmiumin, nikkelin ja sinkin liukoisten pitoisuuksien osalta. Muissa sakkajakeissa ei todettu kyseisten metallien liukoisuuksien osalta vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerien ylityksiä vuonna 2021. Muiden metallien liukoisuudet kaikissa jättejakeissa ovat olleet alhaisia, eikä metallien liukoisuutta ole sijoituskelpoisuuden kannalta arvioitu merkitykselliseksi.

Olennaista jätteiden sijoituskelpoisuuden kannalta on jättejakeista liukenevan sulfaatin määrä, joka näkyy myös liuenneiden aineiden kokonaismäärässä (TDS). Vuonna 2021 TDS ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin rautasakan osalta kaikissa näytteissä, esi-neutralointisakan osalta kesä-elokuussa ja marraskuussa sekä loppuneutralointisakan osalta joulukuussa. Sulfaatin liukoisuus ylitti vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin rautasakan osalta kaikissa näytteissä, esi-neutralointisakan osalta touko-syyskuussa ja marraskuussa sekä loppuneutralointisakan osalta joulukuun näytteessä. Lisäksi esi-neutralointisakka ei täyttänyt tavanomaisen kaatopaikan kelpoisuuskriteeriä pH:n osalta, pH:n alittaessa vaaditun alarajan (pH>6) vuoden kaikissa näytteissä.

Vuoden 2021 tarkkailun tulosten perusteella jättejakeiden sijoituskelpoisuudessa ei ole tapahtunut olennaisia muutoksia edellisvuosien tarkkailuun verrattuna. Rautasakkaa ei nykyisin johdeta suoraan kipsisakka-altaalle vaan keskusvedenpuhdistamolle, jossa se neutraloidaan ja johdetaan kipsisakka-altaille puhdistettavien vesijakeiden mukana. Rautasakkaa ei siten luokitella enää itsenäiseksi jättejakeeksi, joten jätelainsäädännön liukoisuuden raja-arvot eivät suoranaisesti koske tätä jaetta enää.

Pohjois-Suomen aluehallintoviraston ympäristölupapäätöksissä (nro 36/2014/1 ja 3/2017/1, Dnro PSAVI/58/04.08/2011 ja PSAVI/702/2016) loppuneutralointisakka, esi-neutralointisakka ja vesienkäsittelysakka on luokiteltu vaaralliseksi jätteiksi. Myös edellä mainittujen raja-arvojen ylitykset tukevat luokitusta, tosin vuonna 2021 loppuneutralointisakan kuukausinäytteissä ei todettu vaarallisen jätteen raja-arvoja ylittäviä kokonaispitoisuuksia. Tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä todettiin vuonna 2021 sulfaatin liukoisuuden osalta kaikissa sakkajakeissa ja liuenneiden aineiden kokonaismäärän osalta loppuneutralointisakassa, rautasakassa ja esi-neutralointisakassa. Jättejakeiden luokituksesta ja luokitukseen liittyvistä muutoksista päättää ympäristölupaviranomainen.

Sivukivinäytteissä todetut alkuaineiden kokonaispitoisuudet ovat olleet hyvin samankaltaisia tarkkailun aikana. Pitoisuusvaihtelu on ollut suurinta kuparin, mangaanin, nikkelin, sinkin, raudan ja kalsiumin kokonaispitoisuuksissa. Vuonna 2021 tutkituissa näytteissä todettiin vaarallisen jätteen pitoisuusrajan ylityksiä nikkelin osalta, ja kuparipitoisuus oli korkeimmillaan vaarallisen jätteen pitoisuusrajan tuntumassa.

Sivukivestä liukenevien alkuaineiden pitoisuudet ovat olleet pääosin vähäisiä, ja suurelta osin liukoisuudet ovat alittaneet laboratorion määritysrajan. Sivukivestä liukenee pääasiassa nikkeliä, sinkkiä ja sulfaattia. Vuonna 2021 vaarallisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä todettiin nikkelin ja sinkin osalta ja tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin ylityksiä nikkelin ja sinkin ohella kadmiumin osalta. Lisäksi liukoisuustestin suodoksen pH-arvo ei kaikilta osin täyttänyt tavanomaisen jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeriä. Vuonna 2020 liukoisuuksien vuosikeskiarvopitoisuuksissa oli havaittavissa hienoista nousua usean parametrin osalta vuodesta 2018 lähtien, mutta vuonna 2021 keskiarvopitoisuudet olivat laskeneet vuoden 2019 tasolle.

Akkukemikaalitehtaalla muodostuvat jättejakeet ovat rautasakka, bentoniittisakka, aktiivihiiлийjäte sekä bioliuotuskiertoon kierrätettävä metallisulfaattiliuos. Vuonna 2021 tarkkailu toteutui ohjelman mukaan metallisulfaattiliuoksen osalta. Bentoniittisakkaa ei ole vielä muodostunut. Rautasakasta ja aktiivihiiлийjätteestä ei vuonna 2021 otettu näytteitä perusmäärittelyä varten, koska tehdas oli vielä ylösajovaiheessa, eikä näiden jättejakeiden laatu vielä vastannut lopullista koostumustaan.

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

LIITE 1

SAKKAJAKEIDEN KOKONAISPITOISUUDET

Näytenumero	Näyte	Arseeni (As) - (mg/kg ka)	Hekikutus- häviö (550 °C) (% ka)	Kadmium (Cd) - (mg/kg ka)	Kalsium (Ca) - (mg/kg ka)	Koboltti (Co) - (mg/kg ka)	Kromi (Cr) - (mg/kg ka)	Kuiva-aine- pitoisuus - (%)	Kupari (Cu) - (mg/kg ka)	Mangaani (Mn) - (mg/kg ka)	Nikkeli (Ni) - (mg/kg ka)	Orgaaninen kokonaishiili (TOC) - (% ka)	pH	Rauta (Fe) - (mg/kg ka)	Rikki (S) - (mg/kg ka)	Sinkki (Zn) - (mg/kg ka)	Uraani (U) - (mg/kg ka)
Vesienkäsittelysakan viikkonäytteet, 1. linja (572 T1)																	
693-2021-00000513	1/2021	<3	7.7	0.68	140000	55	4.1	0.7	5.3	19000	3700	<0.5	-	28000	130000	73	38
693-2021-00001019	2/2021	<3	8.4	0.85	300000	35	8.8	0.6	3.2	6600	1900	<0.5	-	17000	42000	140	90
693-2021-00001657	3/2021	<3	13.9	0.34	170000	4	13	6.3	<2	12000	210	<0.5	-	32000	140000	9.5	150
693-2021-00001977	4/2021	<3	8.4	0.36	190000	4.8	11	10.4	<2	16000	250	<0.5	-	32000	120000	9.3	160
693-2021-00002612	5/2021	<3	7.9	0.42	200000	2	13	10.4	<2	18000	130	<0.5	-	39000	130000	7.1	170
693-2021-00003034	6/2021	<3	9.8	0.43	180000	2	11	5.4	<2	22000	180	<0.5	-	49000	130000	7.3	160
693-2021-00003808	7/2021	3.1	11	25	160000	31	5.4	0.7	37	21000	1700	0.52	-	27000	120000	7000	71
693-2021-00003828	8/2021	<3	4.8	6.8	150000	11	4.3	0.7	12	15000	650	<0.5	-	22000	120000	1500	39
693-2021-00004493	9/2021	<3	7.8	0.61	99000	7	4.1	0.7	6.2	22000	540	-	-	44000	86000	75	52
693-2021-00005215	10/2021	<3	6.4	1.2	95000	8.8	3.9	0.7	8.4	30000	750	-	-	52000	63000	120	52
693-2021-00005795	11/2021	<3	6.4	3.6	170000	14	5.6	0.7	23	48000	1400	-	-	90000	62000	230	30
693-2021-00006372	12/2021	15	7.4	170	130000	200	<2	0.8	210	66000	13000	<0.5	-	24000	130000	52000	240
693-2021-00006711	13/2021	16	8.1	180	130000	190	<2	<0.2	230	61000	12000	<0.5	-	20000	120000	49000	230
693-2021-00007286	14/2021	<3	8.5	7.9	220000	13	9.1	3.3	11	16000	570	<0.5	-	16000	110000	1700	140
693-2021-00007800	15/2021	<3	9.1	0.33	220000	3.8	10	9.7	<2	16000	110	<0.5	-	18000	100000	10	160
693-2021-00008537	16/2021	3.6	9.6	0.35	210000	4.7	10	7.1	<2	16000	140	<0.5	-	20000	110000	9.8	170
693-2021-00009246	17/2021	3	10	0.45	160000	4.9	2.6	0.9	2.2	24000	230	<0.5	-	36000	140000	18	47
693-2021-00010232	18/2021	13	10.9	190	150000	180	2.7	0.7	630	52000	10000	<0.5	-	16000	140000	47000	260
693-2021-00010873	19/2021	14	10.2	220	160000	190	4.2	1.1	690	63000	11000	<0.5	-	18000	150000	55000	240
693-2021-00011977	20/2021	15	10.2	200	89000	180	3.6	0.9	570	45000	5200	<0.5	-	17000	74000	49000	1.8
693-2021-00013494	21/2021	15	9.8	190	160000	170	6	0.9	540	50000	10000	<0.5	-	17000	130000	47000	250
693-2021-00013496	22/2021	15	9.6	200	150000	180	4.5	0.8	530	53000	11000	<0.5	-	17000	130000	49000	270
693-2021-00014226	23/2021	18	10.5	270	140000	240	<2	0.5	730	68000	13000	<0.5	-	17000	120000	62000	270
693-2021-00014770	24/2021	19	10.7	350	94000	300	3.4	0.5	1100	87000	16000	<0.5	-	14000	95000	76000	340
693-2021-00015813	25/2021	19	8.2	330	99000	300	5.8	0.5	990	77000	15000	<0.5	-	15000	91000	66000	300
693-2021-00016014	26/2021	17	6.7	98	140000	170	<2	0.3	33	50000	12000	<0.5	-	29000	130000	44000	180
693-2021-00017113	27/2021	13	8.5	230	140000	190	2.7	0.3	810	48000	10000	<0.5	-	12000	140000	50000	260
693-2021-00021977	34/2021	14	11	250	150000	200	3.5	0.7	910	50000	9900	<0.5	-	13000	130000	50000	260
693-2021-00022853	35/2021	16	8.4	280	140000	230	4.1	0.6	1000	56000	11000	<0.5	-	12000	130000	53000	300
693-2021-00025283	36/2021	4.3	10.8	53	190000	80	11	1.3	140	36000	3400	<0.5	-	51000	140000	13000	120
693-2021-00025286	37/2021	<3	9	33	180000	63	12	0.6	66	30000	2700	<0.5	-	50000	130000	9600	110
693-2021-00025702	38/2021	<3	9.9	45	180000	62	5.5	1.6	100	29000	2800	<0.5	-	45000	130000	10000	120
693-2021-00027053	39/2021	<3	9.2	110	180000	110	5.7	1.9	310	39000	4500	0.52	-	47000	140000	20000	240
693-2021-00028036	40/2021	18	9.7	260	130000	230	3.9	0.6	800	62000	12000	<0.5	-	13000	120000	55000	290
693-2021-00030014	41/2021	24	7.3	330	93000	320	4.2	0.4	1000	91000	17000	<0.5	-	19000	89000	73000	360
693-2021-00030031	42/2021	22	9.1	230	63000	310	<2	0.4	550	110000	20000	<0.5	-	34000	66000	70000	340
693-2021-00030906	43/2021	20	9.6	320	120000	290	2.6	0.5	950	68000	14000	<0.5	-	12000	100000	64000	360
693-2021-00032775	44/2021	16	9.1	220	130000	240	<2		640	61000	12000	<0.5	-	18000	120000	53000	290
693-2021-00032777	45/2021	16	6.1	250	150000	210	<2	0.4	760	47000	10000	<0.5	-	9600	140000	49000	250
693-2021-00033741	46/2021	17	<0.2	230	120000	260	<2	0.5	650	69000	13000	<0.5	-	20000	110000	58000	320
693-2021-00035174	47/2021	17	9.9	250	140000	220	<2	0.5	740	53000	11000	<0.5	-	12000	130000	52000	250
693-2021-00036387	48/2021	20	10	290	120000	290	<2		940	68000	13000	<0.5	-	16000	120000	63000	350
693-2021-00037106	49/2021	18	5	200	110000	240	<2	0.5	550	63000	13000	<0.5	-	18000	120000	51000	220
693-2021-00037954	50/2021	<3	7.1	0.8	220000	3.4	11	22.7	2.2	19000	140	<0.5	-	43000	140000	130	120
693-2022-00000133	51/2021	<3	11.3	4.6	230000	6.2	13	0.9	12	20000	240	<0.5	8.6	42000	140000	700	140
693-2022-00002053	52/2021	<3	10.8	11	170000	11	8.8	2.8	25	18000	420	<0.5	8.5	33000	110000	1700	130

Näytenumero	Näyte	pH 1:10	ANC, pH 4 + - (moles H+/kg ka)	ANC, pH 5 + (moles H+/kg ka)	ANC, pH 6 + - (moles H+/kg ka)	ANC, pH 7 + (moles H+/kg ka)	ANC, pH 8 + - (moles H+/kg ka)	ANC, pH 9 + - (moles H+/kg ka)	ANC, pH 10 + (moles H+/kg ka)	ANC, pH 11 + - (moles H+/kg ka)	ANC, pH 12 + - (moles H+/kg ka)
Vesienkäsittelysakan viikkonäytteet, 1. linja (572 T1)											
693-2021-00000513	1/2021	9.8	11	10.3	8.5	6.5	4.6	2.6	-	-	-
693-2021-00001019	2/2021	8.5	15.4	9.2	4.6	2.8	0.9	-	-	-	-
693-2021-00001657	3/2021	8.5	8.7	6.4	3.8	1.9	0.6	-	-	-	-
693-2021-00001977	4/2021	8.6	7.5	5.9	3.3	1.4	0.5	-	-	-	-
693-2021-00002612	5/2021	8.5	6.6	5.2	3.3	1.5	0.5	-	-	-	-
693-2021-00003034	6/2021	8.6	6.9	5.7	4	2.4	0.7	-	-	-	-
693-2021-00003808	7/2021	9.5	8.5	7.8	5.8	4	2.3	0.8	-	-	-
693-2021-00003828	8/2021	9.9	11.4	10.9	10.1	7.7	5.4	2.3	-	-	-
693-2021-00004493	9/2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00005215	10/2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00005795	11/2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00006372	12/2021	8.2	5	3.1	1.8	0.9	0.1	-	-	-	-
693-2021-00006711	13/2021	8.1	5	3	1.7	0.8	<0.01	-	-	-	-
693-2021-00007286	14/2021	8.5	8.9	6.8	3.6	1.9	0.7	-	-	-	-
693-2021-00007800	15/2021	8.3	9	7.1	3.5	1.5	0.4	-	-	-	-
693-2021-00008537	16/2021	8.5	10	7.7	4.3	1.4	0.5	-	-	-	-
693-2021-00009246	17/2021	9.8	7.1	6.8	6.5	4.4	2.9	1.2	-	-	-
693-2021-00010232	18/2021	8.1	5.8	3.7	2.2	1.1	0.1	-	-	-	-
693-2021-00010873	19/2021	8	5	3.1	1.8	0.8	-	-	-	-	-
693-2021-00011977	20/2021	8.3	5.1	3.4	1.9	0.9	0.2	-	-	-	-
693-2021-00013494	21/2021	8.6	4.5	3.5	2.2	1	0.4	-	-	-	-
693-2021-00013496	22/2021	8.2	3.9	3	1.7	0.8	0.1	-	-	-	-
693-2021-00014226	23/2021	8.3	5.7	3.2	2	1	0.2	-	-	-	-
693-2021-00014770	24/2021	8	5.4	3.3	1.9	0.9	-	-	-	-	-
693-2021-00015813	25/2021	8.5	7.1	4.4	2.5	1	0.3	-	-	-	-
693-2021-00016014	26/2021	8.1	5.1	3.2	1.8	0.7	0.07	-	-	-	-
693-2021-00017113	27/2021	8.2	2.6	2	1.5	0.7	0.1	-	-	-	-
693-2021-00021977	34/2021	8.5	5.8	3.9	2.2	1.1	0.4	-	-	-	-
693-2021-00022853	35/2021	8.3	6.6	4.2	2.5	1.2	0.26	-	-	-	-
693-2021-00025283	36/2021	8.6	6.5	5.3	3.8	2.1	0.7	-	-	-	-
693-2021-00025286	37/2021	8.3	6.3	5.3	3.8	2.3	1.5	-	-	-	-
693-2021-00025702	38/2021	8.4	6.6	5.5	4	2	0.5	-	-	-	-
693-2021-00027053	39/2021	8.6	6.5	5.1	3.2	1.4	0.5	-	-	-	-
693-2021-00028036	40/2021	8.1	5.2	3.2	1.8	0.8	0.1	-	-	-	-
693-2021-00030014	41/2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00030031	42/2021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00030906	43/2021	7.9	6.9	4.2	2.4	1.1	-	-	-	-	-
693-2021-00032775	44/2021	8.2	4.1	2.4	1.6	0.84	0.14	-	-	-	-
693-2021-00032777	45/2021	8.2	4.1	2.3	1.2	0.59	0.079	-	-	-	-
693-2021-00033741	46/2021	8.1	4.3	2.3	1.4	0.63	0.073	-	-	-	-
693-2021-00035174	47/2021	8.1	4.9	2.9	1.8	0.87	0.1	-	-	-	-
693-2021-00036387	48/2021	7.8	2.6	1.2	1	0.84	-	-	-	-	-
693-2021-00037106	49/2021	8.1	4.5	2.2	1.3	0.64	0.056	-	-	-	-
693-2021-00037954	50/2021	8.6	7.4	6.8	3.9	1.9	0.58	-	-	-	-
693-2022-00000133	51/2021	8.6	7.7	6.6	3.6	1.7	0.57	-	-	-	-
693-2022-00002053	52/2021	8.6	7.1	5.4	3.1	1.4	0.46	-	-	-	-

Näytenumero	Näyte	Arseeni (As) - (mg/kg ka)	Hehkutus- häviö (550 °C) (% ka)	Kadmium (Cd) - (mg/kg ka)	Kalsium (Ca) - (mg/kg ka)	Koboltti (Co) - (mg/kg ka)	Kromi (Cr) - (mg/kg ka)	Kuiva-aine- pitoisuus - (%)	Kupari (Cu) - (mg/kg ka)	Mangaani (Mn) - (mg/kg ka)	Nikkeli (Ni) - (mg/kg ka)	Orgaaninen kokonaishiili (TOC) - (% ka)	pH	Rauta (Fe) - (mg/kg ka)	Rikki (S) - (mg/kg ka)	Sinkki (Zn) - (mg/kg ka)	Uraani (U) - (mg/kg ka)
Vesienkäsittelysakan viikkonäytteet, 2. linja (572 T2)																	
693-2021-00000514	1/2021	25	8.3	270	69000	330	3.7	0.3	500	100000	18000	<0.5		38000	65000	69000	310
693-2021-00001020	2/2021	33	6.6	320	53000	400	4.7	0.3	550	120000	23000	0.6		50000	55000	89000	380
693-2021-00001658	3/2021	26	7.7	300	52000	340	4.9	0.4	490	110000	21000	<0.5		47000	48000	80000	340
693-2021-00001978	4/2021	14	9.3	160	100000	200	9.8	0.7	260	64000	12000	<0.5		39000	98000	44000	230
693-2021-00002613	5/2021	23	14.5	230	120000	280	4.1	0.5	350	82000	16000	<0.5		31000	120000	62000	270
693-2021-00003035	6/2021	16	9.1	160	130000	190	9.6	0.5	240	62000	11000	<0.5		42000	110000	43000	250
693-2021-00003809	7/2021	18	9.1	210	110000	230	3.9	0.5	290	72000	14000	<0.5		27000	110000	59000	240
693-2021-00003829	8/2021	8	7.4	79	160000	94	12	0.7	110	38000	5800	<0.5		37000	130000	23000	150
693-2021-00004494	9/2021	7.4	10.2	71	160000	87	14	0.6	98	40000	5300	<0.5		43000	130000	19000	160
693-2021-00005216	10/2021	17	8.7	180	98000	230	9.5	0.6	250	78000	14000	<0.5		44000	94000	57000	270
693-2021-00005796	11/2021	23	9.1	220	86000	270	2.9	0.6	260	87000	17000	0.52		36000	88000	69000	300
693-2021-00006373	12/2021	27	7.1	250	37000	320	2.3	0.5	330	100000	19000	0.98		40000	43000	77000	360
693-2021-00006712	13/2021	27	8.9	300	49000	340	9.4	1.3	480	110000	20000	1.4		49000	42000	84000	360
693-2021-00007287	14/2021	20	9	220	110000	230	3.8	0.6	380	69000	13000	<0.5		22000	110000	56000	290
693-2021-00007801	15/2021	23	10.8	330	94000	290	4.5	0.7	890	80000	14000	<0.5		18000	92000	68000	310
693-2021-00008538	16/2021	17	7.1	210	69000	210	2.7	0.6	640	37000	9400	<0.5		18000	87000	42000	260
693-2021-00009247	17/2021	17	18.4	210	99000	220	2.9	0.7	620	58000	12000	<0.5		23000	100000	50000	260
693-2021-00010233	18/2021	19	11.1	270	130000	260	2.4	0.5	890	80000	16000	<0.5		28000	120000	71000	370
693-2021-00010874	19/2021	27	13	360	87000	320	9.7	0.6	1100	110000	19000	0.52		35000	85000	93000	390
693-2021-00011978	20/2021	19	9.9	250	130000	230	3.2	0.5	730	45000	14000	<0.5		23000	120000	63000	2.3
693-2021-00013495	21/2021	9.7	36.1	39	77000	180	17	<0.2	250	47000	6500	1.7		51000	31000	16000	57
693-2021-00013497	22/2021	9.4	12.1	45	59000	240	11	<0.2	290	55000	9700	1.4		46000	34000	21000	82
693-2021-00014227	23/2021	14	10.2	210	140000	180	5.8	0.3	620	52000	9400	1.6		56000	69000	46000	250
693-2021-00014771	24/2021	9.3	10.7	93	160000	83	8.8	0.3	310	24000	4500	3.3		95000	50000	21000	190
693-2021-00015814	25/2021	3.5	6.8	42	160000	40	12	0.3	150	11000	1600	2.8		86000	68000	8500	100
693-2021-00016015	26/2021	16	4.6	100	92000	210	2.1	<0.2	88	61000	13000	0.76		40000	72000	46000	190
693-2021-00017114	27/2021	15	13.7	250	130000	210	4	0.3	930	56000	11000	<0.5		16000	89000	53000	280
693-2021-00019996	30/2021	10	11.3	67	75000	210	7.3	0.2	140	82000	12000	1.1		48000	53000	31000	15
693-2021-00019997	31/2021	11	11.9	77	64000	270	3.1	0.2	240	91000	14000	0.79		25000	46000	35000	17
693-2021-00020498	32/2021	11	11.6	70	59000	230	4.5	<0.2	200	77000	12000	1.1		28000	37000	30000	18
693-2021-00021554	33/2021	11	9	66	61000	220	4	<0.2	240	72000	11000	<0.5		24000	37000	28000	75
693-2021-00021978	34/2021	17	10.3	320	96000	260	4.3	0.3	1200	68000	13000	0.61		19000	76000	65000	330
693-2021-00022854	35/2021	19	9.3	310	110000	260	5	0.4	1100	68000	13000	<0.5		17000	62000	61000	340
693-2021-00025284	36/2021	3.7	12.5	48	150000	85	13	0.3	110	38000	3600	<0.5		60000	110000	13000	140
693-2021-00025287	37/2021	5.7	12.6	42	170000	85	15	0.4	100	38000	3700	0.51		62000	120000	12000	130
693-2021-00025703	38/2021	<3	10.8	60	150000	98	7	0.3	150	42000	4300	<0.5		59000	93000	15000	140
693-2021-00027054	39/2021	<3	10.5	58	170000	78	6.6	<0.2	180	33000	3200	0.5		50000	110000	12000	150
693-2021-00028037	40/2021	9.6	9.9	31	77000	160	12	<0.2	330	37000	5700	1.7		52000	40000	12000	47
693-2021-00030015	41/2021	7.2	10.8	24	100000	130	11	<0.2	250	31000	5000	2.1		51000	47000	9600	59
693-2021-00030032	42/2021	6.8	12.1	28	80000	150	8.9	<0.2	260	39000	5700	1.8		54000	41000	11000	61
693-2021-00030907	43/2021	9.5	11.6	26	91000	150	13	<0.2	350	32000	5100	2.9		67000	29000	10000	53
693-2021-00032776	44/2021	10	1.5	93	150000	160	2.8	0.3	360	42000	7900	1		22000	91000	27000	110
693-2021-00032778	45/2021	6.2	12.2	22	150000	120	6.3	<0.2	290	24000	4100	1.5		29000	80000	8700	35
693-2021-00033742	46/2021	9.6	9.6	110	120000	150	<2	0.3	380	41000	7200	0.78		16000	100000	29000	140
693-2021-00035175	47/2021	17	16	200	65000	240	3.1	<0.2	700	58000	11000	1.9		43000	43000	46000	230
693-2021-00036388	48/2021	5.1	14.9	21	99000	99	4.2	<0.2	190	26000	3500	2.6		43000	59000	8100	29
693-2021-00037107	49/2021	5.5	15.3	17	97000	83	4.3	<0.2	150	25000	2900	1.4		45000	55000	6600	23
693-2021-00037955	50/2021	5.5	18.4	34	190000	91	<2	0.4	69	33000	5100	0.85		12000	140000	15000	43
693-2022-00000134	51/2021	9.9	14.9	99	130000	180	<2		220	63000	10000	1		23000	100000	36000	140
693-2022-00002054	52/2021	24	12.8	210	57000	290	<2	0.7	470	84000	17000	<0.5		36000	60000	64000	310

Näytenumero	Näyte	pH 1:10	ANC, pH 4 + - (moles H+/kg ka)	ANC, pH 5 + - (moles H+/kg ka)	ANC, pH 6 + - (moles H+/kg ka)	ANC, pH 7 + - (moles H+/kg ka)	ANC, pH 8 + - (moles H+/kg ka)	ANC, pH 9 + - (moles H+/kg ka)	ANC, pH 10 + - (moles H+/kg ka)	ANC, pH 11 + - (moles H+/kg ka)	ANC, pH 12 + - (moles H+/kg ka)
Vesienkäsittelysakan viikkonäytteet, 2. linja (572 T2)											
693-2021-00000514	1/2021	9.1	10.8	5.8	4	2.4	1.2	0.1	-	-	-
693-2021-00001020	2/2021	9	11.1	7.4	4.9	2.5	1.3	0	-	-	-
693-2021-00001658	3/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00001978	4/2021	8.5	6.9	4.8	3.1	1.5	0.5	-	-	-	-
693-2021-00002613	5/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00003035	6/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00003809	7/2021	8.6	6.5	4	2.5	1.4	0.5	-	-	-	-
693-2021-00003829	8/2021	8.6	5.3	4	2.3	1.2	0.4	-	-	-	-
693-2021-00004494	9/2021	8.3	6.1	4.7	2.9	1.5	0.4	-	-	-	-
693-2021-00005216	10/2021	8.5	5.9	3.8	2.4	1.1	0.4	-	-	-	-
693-2021-00005796	11/2021	8.3	6.1	3.9	2.4	1.3	0.3	-	-	-	-
693-2021-00006373	12/2021	8.4	6.2	4.1	2.3	1.1	0.3	-	-	-	-
693-2021-00006712	13/2021	8.3	7.3	5.1	3.4	1.8	0.4	-	-	-	-
693-2021-00007287	14/2021	8.2	6.1	4	2.4	1.2	0.2	-	-	-	-
693-2021-00007801	15/2021	8	5	2.8	2.3	1.4	-	-	-	-	-
693-2021-00008538	16/2021	8.2	5.4	3.3	2	1.1	0.2	-	-	-	-
693-2021-00009247	17/2021	8.3	5.3	3.1	1.8	0.9	0.2	-	-	-	-
693-2021-00010233	18/2021	8.2	3.2	2.3	1.5	0.8	0.1	-	-	-	-
693-2021-00010874	19/2021	8.5	6	3.7	2	1	0.3	-	-	-	-
693-2021-00011978	20/2021	8.3	6.3	4.1	2.4	1	0.2	-	-	-	-
693-2021-00013495	21/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00013497	22/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00014227	23/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00014771	24/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00015814	25/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00016015	26/2021	9.2	8.7	6.5	4.8	3.2	1.7	0.2	-	-	-
693-2021-00017114	27/2021	9.3	6.8	5.2	3.3	1.8	0.7	0.1	-	-	-
693-2021-00019996	30/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00019997	31/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00020498	32/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00021554	33/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00021978	34/2021	8.9	5.9	4.1	2.7	1.2	0.6	-	-	-	-
693-2021-00022854	35/2021	9.9	10.6	6.7	4.9	2.4	1	0.48	-	-	-
693-2021-00025284	36/2021	8.9	8.7	7	5.6	3.3	1	-	-	-	-
693-2021-00025287	37/2021	8.5	9.8	8.2	6	3.1	0.8	-	-	-	-
693-2021-00025703	38/2021	8.9	9.7	8.1	6	3.5	1	-	-	-	-
693-2021-00027054	39/2021	7.1	6.8	5.7	4.3	0.6	-	-	-	-	-
693-2021-00028037	40/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00030015	41/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00030032	42/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00030907	43/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00032776	44/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00032778	45/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00033742	46/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00035175	47/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00036388	48/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00037107	49/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2021-00037955	50/2021	9.6	9.9	8.1	6.4	4.6	2.8	0.6	-	-	-
693-2022-00000134	51/2021		-	-	-	-	-	-	-	-	-
693-2022-00002054	52/2021	8.5	6.4	4.9	2.9	1.5	0.49	-	-	-	-

LIITE 2

SAKKAJAKEIDEN LIUKOISET PITOISUUDET

Näytenumero	Näyte	Antimoni (Sb) L/S=10 - (mg/kg ka)	Arseeni (As) L/S=10 - (mg/kg ka)	Barium (Ba) L/S=10 - (mg/kg ka)	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
Loppuneutraloinnin sakeuttimen alite 646																	
693-2021-00002582	Tammikuu	<0.01	<0.01	0.32	<50	<0.004	5.5	<0.005	85	<0.004	<0.01	<0.05	<0.005	0.015	<0.01	9.7	
693-2021-00003779	Helmikuu	<0.01	<0.01	0.32	<50	<0.004	<5	<0.005	52	<0.004	<0.01	<0.05	<0.005	<0.01	<0.01	9.7	
693-2021-00009003	Huhtikuu	<0.01	<0.01	0.29	110	<0.004	<5	<0.005	54	<0.004	<0.01	<0.05	<0.005	<0.01	<0.01	9.2	
693-2022-00003532	Joulukuu	<0.01	<0.01	<0.05	95	<0.004	53	<0.005	110	<0.004	<0.01	<0.05	0.017	<0.01	<0.01	7.1	
Raudan sakeuttimen alite 645																	
693-2021-00002581	Tammikuu	<0.01	<0.01	0.074	56	<0.004	<5	<0.005	67	0.16	<0.01	<0.05	<0.005	<0.01	4.8	7.6	
693-2021-00003778	Helmikuu	<0.01	<0.01	0.092	130	<0.004	<5	<0.005	61	0.014	<0.01	0.081	<0.005	<0.01	0.16	7.2	
693-2021-00009002	Huhtikuu	<0.01	<0.01	0.078	110	<0.004	5.2	<0.005	<50	0.15	<0.01	<0.05	<0.005	0.01	2	7	
693-2022-00003533	Joulukuu	<0.01	<0.01	0.069	54	<0.004	8.5	<0.005	99	0.023	<0.01	0.071	<0.005	<0.01	1.5		7.1
Nauhasuotimen esineutralointisakka 653																	
693-2021-00002583	Tammikuu	<0.01	<0.01	0.088	<50	<0.004	5.8	<0.005	<50	3.8	0.019	<0.05	<0.005	<0.01	150	4.7	
693-2021-00003780	Helmikuu	<0.01	0.76	0.088	62	<0.004	21	<0.005	<50	9	0.098	0.22	<0.005	<0.01	410	4.1	
693-2021-00006713	Maaliskuu	<0.01	<0.01	0.09	72	<0.004	15	<0.005	<50	6.1	0.09	0.063	<0.005	<0.01	280	4	
693-2021-00009004	Huhtikuu	<0.01	<0.05	0.068	110	<0.004	20	<0.005	<50	8.2	0.029	<0.05	<0.005	<0.01	340	4.2	
693-2021-00014228	Toukokuu	<0.01	<0.15	0.07	58	<0.004	46	5.9	<50	15	0.035	0.32	0.19	<0.01	590	4.1	
693-2021-00016407	Kesäkuu	<0.01	<0.01	<0.05	89	<0.004	73	0.05	<50	15	0.13	<0.05	0.05	<0.01	640	3.6	
693-2021-00016408	Viikko 26	<0.01	<0.01	0.083	84	<0.004	66	0.012	<50	23	0.19	0.25	0.014	0.015	810	4	
693-2021-00021984	Heinäkuu	<0.01	<0.15	<0.05	200	<0.004	55	3.5	62	10	0.36	1.5	0.18	<0.01	900		2.6
693-2021-00021990	Elokuu	<0.01	<0.01	0.062	170	<0.004	36	0.23	<50	5.8	0.017	0.056	0.081	<0.01	600		4.2
693-2021-00029593	Syyskuu	<0.01	0.072	<0.05	100	<0.004	58	7.2	64	8.6	0.054	0.92	0.28	<0.01	680	3.6	
693-2021-00032302	Lokakuu	<0.01	<0.01	0.07	78	<0.004	47	1.4	51	4.4	0.021	0.13	0.2	<0.01	330		3.4
693-2022-00003529	Marraskuu	<0.01	0.4	<0.05	120	<0.004	100	10	56	13	0.5	4.6	1.2	0.019	870	2.4	
693-2022-00003531	Joulukuu	<0.01	<0.01	0.098	120	<0.004	12	0.007	<50	3.6	0.056	0.063	1.8	0.017	160	4.4	

Näytenumero	Näyte	Sähkönjohtavuus L/S=8 - (mS/m)	Sähkönjohtavuus L/S=10 - (mS/m)	Seleen (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)
Loppuneutraloinnin sakeuttimen alite 646										
693-2021-00002582	Tammikuu	260		<0.04	<0.05	21000	30000	<0.01	<0.002	<0.01
693-2021-00003779	Helmikuu	230		<0.04	<0.05	17000	26000	<0.01	<0.002	<0.01
693-2021-00009003	Huhtikuu	250		0.081	1.9	20000	30000	<0.01	0.009	<0.01
693-2022-00003532	Joulukuu	450		<0.04	0.084	53000	74000	<0.01	0.10	<0.01
Raudan sakeuttimen alite 645										
693-2021-00002581	Tammikuu	530		<0.04	<0.05	91000	140000	<0.01	0.91	0.035
693-2021-00003778	Helmikuu	540		<0.04	<0.05	89000	140000	<0.01	0.46	0.02
693-2021-00009002	Huhtikuu	380		0.076	<0.05	57000	87000	<0.01	0.45	0.038
693-2022-00003533	Joulukuu		1400	<0.04	0.067	200000	340000	<0.01	3.7	0.028
Nauhasuotimen esineutralointisakka 653										
693-2021-00002583	Tammikuu	240		<0.04	1200	21000	28000	<0.01	1.3	0.033
693-2021-00003780	Helmikuu	280		1.2	1000	38000	59000	<0.01	5.3	0.62
693-2021-00006713	Maaliskuu	280		<0.04	1400	35000	52000	<0.01	4.1	0.52
693-2021-00009004	Huhtikuu	280		<0.05	1400	36000	58000	<0.01	5.2	0.18
693-2021-00014228	Toukokuu	360		<0.15	6900	55000	83000	<0.01	7.8	0.031
693-2021-00016407	Kesäkuu	420		<0.04	2000	76000	140000	<0.01	9.9	1.6
693-2021-00016408	Viikko 26	460		<0.04	990	87000	150000	<0.01	17	1.1
693-2021-00021984	Heinäkuu		910	<0.1	3300	98000	130000	<0.01	16	0.3
693-2021-00021990	Elokuu		680	<0.04	1100	57000	100000	<0.01	10	0.29
693-2021-00029593	Syyskuu	410		<0.04	5100	64000	69000	<0.01	10	0.39
693-2021-00032302	Lokakuu		440	<0.04	3000	36000	54000	<0.01	4.5	<0.01
693-2022-00003529	Marraskuu	460		<0.04	6500	85000	120000	<0.01	14	0.4
693-2022-00003531	Joulukuu	300		<0.04	890	28000	45000	<0.01	2	0.053

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 viikkonäytteet, 1. linja (572 T1)																	
693-2021-00000513	1/2021																
693-2021-00001019	2/2021																
693-2021-00001657	3/2021	<0.01	<0.01	0.19	<50	<0.004	29	<0.005	<50	<0.004	<0.01	0.059	<0.005	0.017	<0.01	9.5	
693-2021-00001977	4/2021	<0.01	<0.01	0.24	<50	<0.004	41	<0.005	75	<0.004	<0.01	<0.05	<0.005	0.029	<0.01	9.6	
693-2021-00002612	5/2021	<0.01	<0.01	0.22	51	<0.004	33	<0.005	87	<0.004	<0.01	<0.05	<0.005	0.023	<0.01	8.4	
693-2021-00003034	6/2021	<0.01	<0.01	0.11	72	<0.004	28	<0.005	92	<0.004	<0.01	<0.05	<0.005	<0.01	<0.01	8.5	
693-2021-00003808	7/2021																
693-2021-00003828	8/2021																
693-2021-00004493	9/2021																
693-2021-00005215	10/2021																
693-2021-00005795	11/2021																
693-2021-00006372	12/2021																
693-2021-00006711	13/2021	<0.01	<0.01	0.086	170	<0.004	17	0.12	95	0.019	<0.01	0.083	<0.005	<0.01	0.36		8.1
693-2021-00007286	14/2021	<0.01	<0.01	0.21	65	<0.004	28	<0.005	57	<0.004	<0.01	<0.05	<0.005	<0.01	<0.01	8.2	
693-2021-00007800	15/2021	<0.01	<0.01	0.26	72	<0.004	32	<0.005	<50	<0.004	<0.01	<0.05	<0.005	0.024	<0.01	7.9	
693-2021-00008537	16/2021	<0.01	<0.01	0.27	77	<0.004	32	<0.005	64	<0.004	<0.01	<0.05	<0.005	0.028	0.011	7.4	
693-2021-00009246	17/2021																
693-2021-00010232	18/2021	<0.01	<0.01	0.25	280	<0.004	16	0.21	100	0.014	<0.01	0.23	<0.005	<0.01	0.26		8.3
693-2021-00010873	19/2021																
693-2021-00011977	20/2021																
693-2021-00013494	21/2021	<0.01	<0.01	0.24	680	<0.004	19	0.027	56	0.005	<0.01	0.074	<0.005	0.014	0.095		8.1
693-2021-00013496	22/2021	<0.01	<0.01	0.079	1000	<0.004	10	0.081	71	0.012	<0.01	0.065	<0.005	<0.01	0.19		8.2
693-2021-00014226	23/2021	<0.01	0.047	0.062	220	<0.004	10	0.16	88	0.019	<0.01	0.18	0.66	<0.01	0.89		8.2
693-2021-00014770	24/2021																
693-2021-00015813	25/2021																
693-2021-00016014	26/2021																
693-2021-00017113	27/2021	<0.01	<0.01	0.18	79	<0.004	16	0.27	66	0.015	<0.01	<0.05	<0.005	<0.01	0.23		9.6
693-2021-00021977	34/2021																
693-2021-00022853	35/2021																
693-2021-00025283	36/2021	<0.01	<0.01	<0.05	110	<0.004	22	0.014	84	<0.004	<0.01	<0.05	0.02	<0.01	0.077	8.6	
693-2021-00025286	37/2021	<0.01	<0.01	0.056	90	<0.004	23	0.01	78	<0.005	<0.01	<0.05	0.005	<0.01	0.057		8.6
693-2021-00025702	38/2021	<0.01	<0.01	<0.05	180	<0.004	25	0.016	82	<0.004	<0.01	<0.05	0.01	<0.01	0.059	9	
693-2021-00027053	39/2021	<0.01	<0.01	0.092	150	<0.004	26	0.014	110	<0.004	<0.01	<0.05	0.012	0.012	0.035	8.2	
693-2021-00028036	40/2021																
693-2021-00030014	41/2021																
693-2021-00030031	42/2021																
693-2021-00030906	43/2021																
693-2021-00032775	44/2021																
693-2021-00032777	45/2021																
693-2021-00033741	46/2021																
693-2021-00035174	47/2021																
693-2021-00036387	48/2021																
693-2021-00037106	49/2021																
693-2021-00037954	50/2021	<0.01	<0.01	<0.05	130	<0.004	40	<0.005	120	<0.004	<0.01	<0.05	0.01	0.01	<0.01	8.3	
693-2022-00000133	51/2021	<0.01	<0.01	<0.05	140	<0.004	33	<0.005	86	<0.004	<0.01	<0.05	0.006	<0.01	<0.01	8.6	
693-2022-00002053	52/2021	<0.01	<0.01	<0.05	58	<0.004	48	<0.005	98	<0.004	0.036	<0.05	<0.005	<0.01	0.029	6.9	

Näytenumero	Näyte	Sähkönjohtavuus L/S=8 - (mS/m)	Sähkönjohtavuus L/S=10 - (mS/m)	Seleen (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 viikkonäytteet, 1. linja (572 T1)										
693-2021-00000513	1/2021									
693-2021-00001019	2/2021									
693-2021-00001657	3/2021		270	<0.04	<0.05	19000	27000	<0.01	0.37	<0.01
693-2021-00001977	4/2021		300	<0.04	<0.05	22000	30000	<0.01	0.43	<0.01
693-2021-00002612	5/2021		300	<0.04	<0.05	23000	33000	<0.01	0.4	<0.01
693-2021-00003034	6/2021		330	<0.04	<0.05	24000	35000	<0.01	0.42	<0.01
693-2021-00003808	7/2021									
693-2021-00003828	8/2021									
693-2021-00004493	9/2021									
693-2021-00005215	10/2021									
693-2021-00005795	11/2021									
693-2021-00006372	12/2021									
693-2021-00006711	13/2021	360		0.17	0.37	27000	41000	<0.01	0.59	<0.01
693-2021-00007286	14/2021		270	0.058	<0.05	21000	33000	<0.01	0.57	<0.01
693-2021-00007800	15/2021		300	0.071	<0.05	24000	35000	<0.01	0.38	<0.01
693-2021-00008537	16/2021		330	<0.04	<0.05	27000	41000	<0.01	0.31	<0.01
693-2021-00009246	17/2021									
693-2021-00010232	18/2021	830		0.17	0.33	25000	39000	<0.01	0.69	<0.01
693-2021-00010873	19/2021									
693-2021-00011977	20/2021									
693-2021-00013494	21/2021	300		0.16	0.097	19000	30000	<0.01	0.61	<0.01
693-2021-00013496	22/2021	330		0.19	0.53	22000	34000	<0.01	0.54	<0.01
693-2021-00014226	23/2021	280		0.22	92	24000	35000	0.031	0.76	<0.01
693-2021-00014770	24/2021									
693-2021-00015813	25/2021									
693-2021-00016014	26/2021									
693-2021-00017113	27/2021	300		0.42	0.51	23000	34000	<0.01	0.59	<0.01
693-2021-00021977	34/2021									
693-2021-00022853	35/2021									
693-2021-00025283	36/2021		290	0.085	0.078	29000	33000	<0.01	0.27	<0.01
693-2021-00025286	37/2021	310		0.09	0.12	27000	33000	<0.01	0.44	<0.01
693-2021-00025702	38/2021		290	0.11	0.084	23000	34000	<0.01	0.37	<0.01
693-2021-00027053	39/2021		560	0.14	0.22	20000	27000	<0.01	0.28	<0.01
693-2021-00028036	40/2021									
693-2021-00030014	41/2021									
693-2021-00030031	42/2021									
693-2021-00030906	43/2021									
693-2021-00032775	44/2021									
693-2021-00032777	45/2021									
693-2021-00033741	46/2021									
693-2021-00035174	47/2021									
693-2021-00036387	48/2021									
693-2021-00037106	49/2021									
693-2021-00037954	50/2021		310	<0.04	0.086	28000	39000	<0.01	0.84	<0.01
693-2022-00000133	51/2021		290	<0.04	0.18	25000	33000	<0.01	0.63	<0.01
693-2022-00002053	52/2021		300	<0.04	0.24	29000	37000	<0.01	0.36	<0.01

Näyttenumero	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 viikkonäytteet, 2. linja (572 T2)																	
693-2021-00000514	1/2021																
693-2021-00001020	2/2021																
693-2021-00001658	3/2021																
693-2021-00001978	4/2021	<0.01	<0.01	0.11	81	<0.004	16	0.055	73	0.01	<0.01	0.055	<0.005	<0.01	0.21		8.4
693-2021-00002613	5/2021																
693-2021-00003035	6/2021																
693-2021-00003809	7/2021	<0.01	<0.01	0.11	100	<0.004	8.1	0.04	76	0.013	<0.01	0.063	<0.005	<0.01	0.27		8.3
693-2021-00003829	8/2021																
693-2021-00004494	9/2021	<0.01	<0.01	0.067	60	<0.004	16	0.027	63	0.004	<0.01	0.058	<0.005	<0.01	0.11		8.5
693-2021-00005216	10/2021	<0.01	<0.01	0.059	140	<0.004	18	0.037	190	0.012	<0.01	0.12	<0.005	<0.01	0.31		8.2
693-2021-00005796	11/2021																
693-2021-00006373	12/2021																
693-2021-00006712	13/2021																
693-2021-00007287	14/2021	<0.01	<0.01	0.11	130	<0.004	12	0.044	93	0.016	<0.01	0.075	<0.005	<0.01	0.35		8.2
693-2021-00007801	15/2021	<0.01	<0.01	0.2	130	<0.004	14	0.12	93	0.02	<0.01	0.091	<0.005	<0.01	0.35		8.2
693-2021-00008538	16/2021	<0.01	<0.01	0.17	160	<0.004	18	0.22	63	0.021	<0.01	<0.05	<0.005	<0.01	0.39		8
693-2021-00009247	17/2021	<0.01	<0.01	0.12	130	<0.004	11	0.088	<50	0.017	<0.01	0.076	<0.005	<0.01	0.3		8
693-2021-00010233	18/2021																
693-2021-00010874	19/2021																
693-2021-00011978	20/2021	<0.01	<0.01	<0.05	130	<0.004	10	<0.005	100	<0.005	<0.01	<0.05	<0.005	<0.01	<0.01		7.1
693-2021-00013495	21/2021																
693-2021-00013497	22/2021																
693-2021-00014227	23/2021																
693-2021-00014771	24/2021																
693-2021-00015814	25/2021																
693-2021-00016015	26/2021																
693-2021-00017114	27/2021																
693-2021-00019996	30/2021																
693-2021-00019997	31/2021																
693-2021-00020498	32/2021																
693-2021-00021554	33/2021																
693-2021-00021978	34/2021																
693-2021-00022854	35/2021																
693-2021-00025284	36/2021																
693-2021-00025287	37/2021																
693-2021-00025703	38/2021																
693-2021-00027054	39/2021																
693-2021-00028037	40/2021																
693-2021-00030015	41/2021																
693-2021-00030032	42/2021																
693-2021-00030907	43/2021																
693-2021-00032776	44/2021																
693-2021-00032778	45/2021																
693-2021-00033742	46/2021																
693-2021-00035175	47/2021																
693-2021-00036388	48/2021																
693-2021-00037107	49/2021																
693-2021-00037955	50/2021																
693-2022-00000134	51/2021																
693-2022-00002054	52/2021																

[illegible]

LIITE 3

SIVUKIVINÄYTTEIDEN KOKONAISPITOISUUDET

Näytenumero	Näyte	Alumiini (Al) - (mg/kg ka)	Antimoni (Sb) - (mg/kg ka)	Arseeni (As) - (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)	Kupari (Cu) - (mg/kg ka)
693-2021-00002584	Tammikuu	36000	<2	110	25	<1	<4	1.3	470	31	9900	17000	20	190	480
693-2021-00003781	Helmikuu	22000	3.9	140	9.5	<1	<4	1.3	440	20	8300	9600	33	84	530
693-2021-00007802	Maaliskuu	13000	<2	160	14	<1	<4	0.42	330	13	5500	3800	39	29	460
693-2021-00009005	Huhtikuu	13000	<2	110	8.5	<1	<4	0.66	390	20	3500	6600	29	38	590
693-2021-00014229	Toukokuu	26000	<2	120	16	<1	6	0.7	460	33	10000	8700	31	130	620
693-2021-00021985	Heinäkuu	28000	<2	160	11	<1	<4	1	450	17	7600	23000	66	66	700
693-2021-00029591	Elokuu	32000	<2	160	17	<1	<4	1.6	570	24	10000	14000	84	96	740
693-2021-00029592	Syyskuu	31000	<2	81	12	1.1	<4	1.4	460	18	9300	13000	56	84	700
693-2021-00032303	Lokakuu	20000	<2	260	34	<1	<4	0.36	320	10	7500	6600	23	79	350
693-2022-00003534	Marras-joulukuu	25000	<2	35	8	1.1	<4	0.28	590	11	5300	24000	62	59	1000

Näytenumero	Näyte	Lyijy (Pb) - (mg/kg ka)	Magnesium (Mg) - (mg/kg ka)	Mangaani (Mn) - (mg/kg ka)	Molybdeeni (Mo) - (mg/kg ka)	Mikroaaltohajot us	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)
693-2021-00002584	Tammikuu	27	17000	1600	76	tehty	2200	410	66000	69000	29	3300	<3	1100	16
693-2021-00003781	Helmikuu	29	14000	2200	60	tehty	1200	350	89000	93000	29	2300	<3	670	13
693-2021-00007802	Maaliskuu	38	11000	1300	30	tehty	480	230	120000	120000	28	1200	<3	340	9.1
693-2021-00009005	Huhtikuu	31	6300	840	75	tehty	1000	380	62000	68000	28	2600	<3	390	18
693-2021-00014229	Toukokuu	35	16000	830	91	tehty	1500	500	75000	74000	39	3900	<3	610	19
693-2021-00021985	Heinäkuu	29	15000	6200	47	tehty	1200	600	110000	110000	31	2400	<3	680	13
693-2021-00029591	Elokuu	34	19000	3500	51	tehty	1100	370	130000	120000	37	3700	<3	850	14
693-2021-00029592	Syyskuu	26	17000	6800	50	tehty	1100	440	100000	87000	29	2800	<3	890	18
693-2021-00032303	Lokakuu	41	15000	640	90	tehty	1300	510	180000	160000	29	1400	<3	1000	15
693-2022-00003534	Marras-joulukuu	19	18000	3300	35	tehty	590	810	91000	66000	26	2200	<3	790	9.1

Näytenumero	Näyte	Vanadiini (V) - (mg/kg ka)	Hehkutushäviö (550 °C) - (% ka)	Kuiva- ainepitoisuus - (%)	Orgaaninen kokonaishiili (TOC) - (% ka)	pH
693-2021-00002584	Tammikuu	670	4.8	99.8	7.4	7.5
693-2021-00003781	Helmikuu	450	9.8	99.4	5.8	6.7
693-2021-00007802	Maaliskuu	100	10.1	98.7	5.5	4.4
693-2021-00009005	Huhtikuu	250	8.9	97.7	7.3	4.8
693-2021-00014229	Toukokuu	630	11.1	98.2	8	4.2
693-2021-00021985	Heinäkuu	330	9.3	99.7	5.7	7
693-2021-00029591	Elokuu	440	11.3	99.3	7.6	6.2
693-2021-00029592	Syyskuu	450	7.4	95.6	6.6	6.2
693-2021-00032303	Lokakuu	620	17.4	97	7.8	5.1
693-2022-00003534	Marras-joulukuu	310	8.6	98.7	7	6.7

LIITE 4

SIVUKIVINÄYTTEIDEN LIUKOISET PITOISUUDET

Näytenumero	Näyte	Antimoni (Sb) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Arseeni (As) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Barium (Ba) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	DOC L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Elohopea (Hg) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Fluoridi L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Kadmium (Cd) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Kloridi L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Koboltti (Co) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Kromi (Cr) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Kupari (Cu) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Lyijy (Pb) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Molybdeeni (Mo) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)
693-2021-00002584	Tammikuu	0.021	<0.01	<0.05	<50	<0.004	<5	0.013	<50	0.011	<0.01	<0.05	<0.005	0.014
693-2021-00003781	Helmikuu	<0.01	<0.01	<0.05	64	<0.004	<5	0.29	<50	0.21	<0.01	0.078	0.011	<0.01
693-2021-00007802	Maaliskuu	<0.01	<0.01	0.1	52	<0.004	<5	0.98	<50	0.32	<0.01	0.47	0.041	<0.01
693-2021-00009005	Huhtikuu	<0.01	<0.01	0.068	90	<0.004	<5	0.53	<50	0.15	<0.01	0.13	0.008	<0.01
693-2021-00014229	Toukokuu	<0.01	<0.01	0.064	<50	<0.004	<5	1	<50	0.55	<0.01	0.57	0.018	<0.01
693-2021-00021985	Heinäkuu	0.014	<0.01	<0.05	150	<0.004	<5	0.008	<50	0.023	<0.01	<0.05	<0.005	0.019
693-2021-00029591	Elokuu	<0.01	<0.01	<0.05	67	<0.004	<5	0.051	<50	0.061	<0.01	<0.05	0.016	<0.01
693-2021-00029592	Syyskuu	<0.01	<0.01	<0.05	77	<0.004	<5	0.021	<50	0.033	<0.01	<0.05	0.007	<0.01
693-2021-00032303	Lokakuu	<0.01	<0.01	<0.05	57	<0.004	<5	0.68	<50	0.12	<0.01	0.54	0.044	<0.01
693-2022-00003534	Marras-joulukuu	<0.01	0.28	0.058	140	<0.004	<5	0.035	<50	0.49	2.5	0.07	0.44	0.46

Näytenumero	Näyte	Nikkeli (Ni) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	pH L/S=8	pH L/S=10	Sähkön- johtavuus L/S=8 - (mS/m)	Sähkön- johtavuus L/S=10 - (mS/m)	Seleen (Se) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Sinkki (Zn) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Sulfaatti L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	TDS L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Tina (Sn) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Uraani (U) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)	Vanadiini (V) L/S=10 (Kum.) - (mg/kg ka)
693-2021-00002584	Tammikuu	2.9	8.9		10		0.077	0.67	300	<1250	<0.01	<0.002	<0.01
693-2021-00003781	Helmikuu	14	4.8		20		0.19	55	1100	<1250	<0.01	0.023	<0.01
693-2021-00007802	Maaliskuu	43	4.5		20		0.075	80	1800	2900	<0.01	0.87	<0.01
693-2021-00009005	Huhtikuu	22	5.7		14		0.31	70	1100	2700	<0.01	0.033	<0.01
693-2021-00014229	Toukokuu	71	4.8		13		0.3	170	1500	2100	<0.01	0.9	<0.01
693-2021-00021985	Heinäkuu	2.3		5.4		81	0.072	0.16	1500	3400	<0.01	0.004	<0.01
693-2021-00029591	Elokuu	7.3	10.4		20		0.31	1.6	2300	4700	<0.01	<0.002	<0.01
693-2021-00029592	Syyskuu	2.3	7.1		20		0.087	0.44	1200	2800	<0.01	<0.002	<0.01
693-2021-00032303	Lokakuu	51	3.3		40		0.22	120	1900	2200	<0.01	0.96	<0.01
693-2022-00003534	Marras-joulukuu	5.5	7.2		50		0.26	7.5	2600	4600	<0.01	0.015	<0.01

LIITE 5

AKKUKEMIKAALITEHTAAN

METALLISULFAATTILIUOKSEN

ANALYYSITULOKSET

Näytenumero	Vastaanotto pvm	Arseeni (As) - (µg/l)	Fosfori (P) - (µg/l)	Kadmium (Cd) - (µg/l)	Kalsium (Ca) - (µg/l)	Koboltti (Co) - (µg/l)	Kromi (Cr) - (µg/l)	Kupari (Cu) - (µg/l)	Mangaani (Mn) - (µg/l)
693-2021-00026171	5.10.2021	10	350	0.3	13000	500	340	16	140
693-2021-00037953	29.12.2021	9.6	460	30	45000	23000	140	48	2500

Näytenumero	Vastaanotto pvm	Nikkeli (Ni) - (µg/l)	Orgaanisen hiilen kokonais- määrä (TOC) - (mg/l)	Rauta (Fe) - (µg/l)	Rikki (S) - (µg/l)	Sinkki (Zn) - (µg/l)	Uraani (U) - (µg/l)
693-2021-00026171	5.10.2021	17000	12	5800	62000000	610	450
693-2021-00037953	29.12.2021	300000	26	13000	57000000	130000	4600