



Kuparipitoisten jätehappojen käsittelykokeilu

Prizztech Oy

Minna Haavisto
14.1.2021



SATAKUNTALIITTO

SISÄLLYSLUETTELO

1.	Johdanto	2
2.	Metallien saostus epselöimällä	2
3.	Jätehappojen käsittelykokeilu Kupariteollisuuspuistossa	3
3.1	Koeajot Kupariteollisuuspuistossa	3
3.2	Kokeilujen tulokset	5
3.3	Sakan hyödyntäminen	10
4.	Johtopäätökset.....	11

1. Johdanto

Kupari on tärkeä teknologiametalli, jota käytetään sen erinomaisen sähkönjohtokyvyn vuoksi erityisesti sähkönjohtimissa. Yhteiskunnan siirtyessä yhä enenevässä määrin fossiilitaloudesta uusiutuvan sähkön tuotantoon, kasvaa kuparin tarve niin sähkön tuotannossa, siirrosta kuin kulutuksessakin. Kupari on uusiutumaton luonnonvara ja siksi sen täydelliseen kierrättämiseen tulisi pyrkiä.

Kuparituotteiden valmistuksessa syntyy erilaisia nestemäisiä jätteitä, jotka sisältävät runsaasti kuparia. Tällaisia jätteitä ovat mm. jätehapot ja -emulsiot. Myös erilaiset pesuvedet saattavat sisältää merkittäviä määriä kuparia. Kuparipitoiset nesteet ovat ongelmajätettä, ja siten toimitettava asianmukaiseen ongelmajätteiden käsittelyyn. Vaihtoehtoisesti ne on käsiteltävä siten, että viemäroittävien vesien metallipitoisuudet eivät ylitä ympäristöluvan mukaisia raja-arvoja.

Väkeviä jätehappoja syntyy mm. peittausprosessissa, jossa hapolla tarkoituksellisesti irrotetaan kuparituotteen pintakerrosta sen puhdistamiseksi. Kupari jää liukoiseen muotoon happoon, kunnes happo tulee kylläiseksi ja on vaihdettava. Laimeampia happoja käytetään happopesuissa. Yleisimmin peittauksessa ja happopesuissa käytetään typpi- tai rikkihappoa.

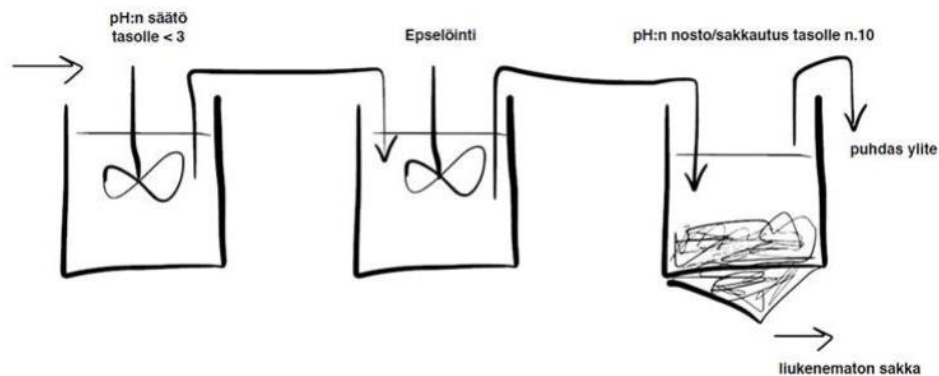
Porin Kupariteollisuuspuiston alueella syntyy kuparipitoisia jätehappoja tuhansia tonneja vuosittain. Nämä toimitetaan jätehuolto-yhtiöiden toimesta valtakunnalliseen vaarallisten jätteiden käsittelyyn. Jätehapot ja pesuvedet sisältävät kuparia kymmeniä tai jopa satoja grammoja litraa kohti. Yhteensä kuparia lähtee näiden nestemäisten jätteiden mukana tehdasalueelta todennäköisesti kymmeniätuhansia kiloja vuodessa. Näiden jättejakeiden käsittely omalla tehdasalueella siten, että niiden sisältämä kupari saataisiin kierrätettyä takaisin tuotantoprosessiin, olisi eduksi ja sillä voitaisiin vähentää nestemäisten, vaarallisten jätteiden kuljetuksia Suomen teillä.

Kriittisten kierrätysmetallien koetehdaskonsepti-hankkeessa kokeiltiin jätehappojen käsittelyä Porin Kupariteollisuuspuiston alueella saostamalla niissä olevat metallit liukenemattomaan muotoon EPSE Oy:n kehittämällä käsittelymenetelmällä.

2. Metallien saostus epselöimällä

EPSE Oy:n kehittämä EPSE™ menetelmä mahdollistaa melko yksinkertaisen ja nopean metallipitoisten vesien ja happojen puhdistamisen. Sillä saostetaan kaikki nesteessä liukoisena olevat metallit yhden saostusprosessin aikana. Menetelmällä voidaan käsitellä metallipitoisuuksiltaan varsin vaihtelevia nesteitä. Prosessi perustuu EPSE-kemikaalin annosteluun ja pH:n säätöön. Kuvassa 1 on esitetty käsittelyn vaiheet. Ensin lähtönesteen pH lasketaan alle kolmen. Sen jälkeen siihen sekoitetaan EPSE-kemikaalia, jonka jälkeen pH:ta nostetaan samalla sekoittaen. Lopputuloksena saadaan niukkaliukoista sakkaa ja ylitevettä, jonka metallipitoisuus on erittäin pieni.

Prosessi on toteutettavissa jatkuvatoimisena tai eräkäsittelynä (batch-prosessina). Jatkuvatoiminen prosessi sopii esimerkiksi jätevesivirroille, joita syntyy prosessissa jatkuvasti. Eräkäsittely soveltuu puolestaan kertaluontoisesti syntyvien jätevesien tai esimerkiksi peittausaltaan jätehappojen käsittelyyn altaan tyhjennyksen yhteydessä.



Kuva 1. Karkea kuvaus epselöinti-prosessista.

3. Jätehappojen käsittelykokeilu Kupariteollisuuspuistossa

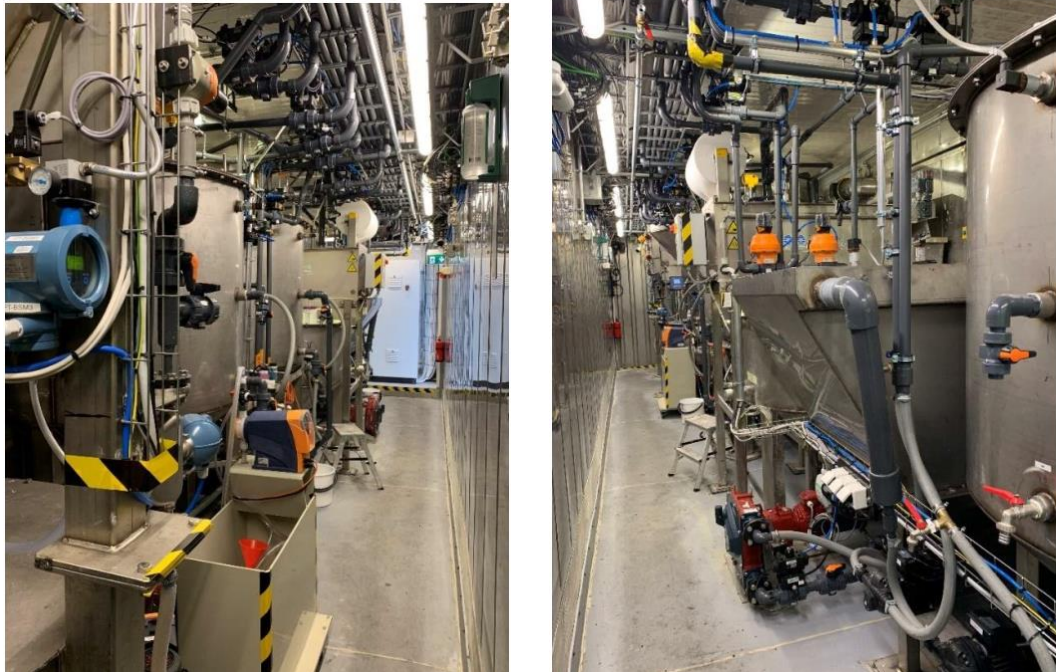
Kupariteollisuuspuistossa syntyy jätehappoja Boliden Harjavalta Oy:n kuparielektrolyysissä, Luvata Pori Oy:n ja Aurubis Finland Oy:n kuparituotevalmistuksessa. Tuotannosta syntyy monenlaisia happojätteitä, joista käsittelykokeisiin valittiin väkevä, runsaasti kuparia sisältänyt typpihappojäte ja rikkihappopesuun käytetty vähän laimeampi rikkihappojäte. Kumpaakin otettiin talteen kuution kontillinen koeajoja varten. Typpihappojätteen pH oli -2 ja se sisälsi kuparia 160 g/litra. Rikkihappojätteen pH oli 2 ja se sisälsi kuparia 10 g/litra. Kuution kontillinen jätehappoa sisälsi siis arviolta 10-160 kg kuparia, joka pyrittiin kokeilussa saamaan talteen ja palautettua kuparin tuotantoprosessiin.

3.1 Koeajot Kupariteollisuuspuistossa

Koeajot Kupariteollisuuspuiston jätehappoilla suoritettiin syyskuussa 2020. EPSE Oy toi paikalle merikonttiin rakennetun testiyksikkönsä (kuva 2) sekä pienemmän varuste- ja toimistokontin. Testiyksikkö kytkettiin vesi ja sähköverkkoon. Kuvassa 3 on esitetty testiyksikkö kontin sisältäpäin kuvattuna.



Kuva 2. Epse Oy:n mobiiliyksikkö, joka on rakennettu merikonttiin (oik.) sekä tarvike- ja toimistokontti (vas.). (kuva: EPSE Oy)



Kuva 3. Epsen mobiililaitteisto kontin sisältä kuvattuna. Vasemmalla prosessin alkupäästä loppupäähän päin ja oikealla loppupäästä alkupäähän päin kuvattuna. (kuvat: EPSE Oy)

Ensin käsiteltiin kontillinen (n. 1 kuutio, 1350 kg) väkevää typpihappojätettä. Käsittely tapahtui kolmessa erässä, joista jokaisen erän käsittelyyn varattiin oma työpäivä. Käsiteltävää jätettä pumpattiin IBC-kontista Mobile EPSE™ -laitteistoon n. 450 kg kerrallaan. Käsiteltävään jakeeseen lisättiin ensin natriumhydroksidia, kunnes liuoksen pH oli noin 1,5. Tämän jälkeen jakeeseen lisättiin EPSE-kemikaalia ennalta määritetyllä reseptillä. Jakeen pH – tasoa nostettiin hitaasti tasolle 9,5. Osa käsitellystä jakeesta siirrettiin nauhasuodattimelle sakkanäytteenottoa varten ja loput IBC – konttiin.

Lähtöjakeen hyvin matala pH aiheutti erityishaasteita etenkin työturvallisuudelle, ja tämä piti huomioida koesarjan suunnittelussa. Käsittely oli tehtävä rauhallisesti, jotta hallittiin mm. lämpötilan nousu sekä kaasuntuminen.

Toinen käsittelyä odottanut happojae, kontillinen rikkihappojätettä, osoittautui niin öljyiseksi, että sen käsittelystä päätettiin lopulta luopua. EPSE-käsittelyllä voidaan poistaa nesteestä vain metalleja, jolloin orgaaninen öljy jää ylitteeseen, eikä siitä siten ole mahdollista saada viemärintikelpoista. Tällaisen jakeen käsittelykokeilussa ei nähty järkeä, kun kokeilun tavoitetta viemärintikelpoisesta vedestä ei ollut mahdollista saavuttaa. Öljy olisi vain sotkenut laitteistot ja niiden puhdistaminen olisi ollut työlästä. Todettiin, että tiedonkulku eri toimijoiden välillä oli ollut hieman puutteellista, osin johtuen koronarajoitusten aiheuttamasta tapaamiskiellosta, eikä öljyn merkitystä käsiteltävässä jakeessa osattu ottaa riittävästi huomioon. Öljyn erottaminen haposta olisi tehtävä ennen EPSE-käsittelyä, mutta kyseisellä hetkellä se ei ollut mahdollista.

Typpihapon käsittelykokeissa syntyneistä ylittevesistä kaksi sisälsi kuparia vielä ympäristöluvan sallimaa määrää enemmän ja nämä ylittevedet päätettiin käsitellä uudelleen, jotta tuotetun veden laadussa päästäisiin lupaehtorajoihin.

3.2 Kokeilujen tulokset

Kolmessa erässä käsitellystä typpihappojätekontillisesta syntyi kolme kontillista lopputuotetta, jossa sakka alkoi painua pohjaan ja kirkas vesi nousta pintaan. Mitä kauemmin tuotos seiso kontissa, sitä selkeämmin sakka ja vesi erottuivat toisistaan. Turkoosin sakan erottuminen vihreältä näyttävästä vedestä on havaittavissa kuvassa 4. Kun käsitelty jae oli ollut kontissa viikon, oli sakka jo tiivistynyt huomattavasti ja suurin osa kontista oli vettä (kuva 5).



Kuva 4. Ensimmäisen eräkokeen tuotos IBC-kontissa. Turkoosi sakka on alkavut erottua vihertävältä näyttävästä vedestä. (kuva: EPSE Oy)



Kuva 5. Viikon kontissa ollut lopputuote. Sakka on tiivistynyt kontin pohjalle. (kuva: Prizztech Oy)

Sakasta erottuva vesi on kirkasta, kuten kuvasta 6 nähdään. Kuvassa nähdään myös märkää sakkaa ja kuivunutta sakkaa. Ylimääräinen vesi voidaan erottaa märästä sakasta suodattamalla esimerkiksi puristimella tai suotosäkillä. Sakkaan jäävä kosteus erottuu ja haihtuu ajan myötä niin, että lopulta sakka kovettuu. Kuivumista voi nopeuttaa myös esimerkiksi lämmittämällä lämpökaapissa. Tässä kokeilussa kuivattiin ainoastaan pieni määrä sakkaa polttokoetta varten. Loput sakasta toimitettiin sulatolle kosteana.



Kuva 6. Käsittelyn jälkeen kontista otettu vesi vasemmanpuoleisessa astiassa ja turkoosi märkä sakka keskimmaisessä. Kuivattu sakka on kiinteä, kuten oikeanpuoleisessa lasissa. (kuva: EPSE Oy)



Kuva 7. Useita viikkoja kontissa ollut sakka oli tiivistynyt niin paljon, että jäi ulosvalutettaessa pötkömäiseen muotoon. (kuva: EPSE Oy)

Ylitevesi

Kolmesta koe-erästä yhdessä päästiin yliteveden osalta lupaehdorajoihin. Kahden muun erän osalta kuparia jäi veteen lupaehdorajan ylittävä määrä. Eräkokeissa käytettiin erilaisia kemikaalien sekoitussuhteita ja siten haettiin oikeaa reseptiä kyseisen happojakeen käsittelyyn. Toisessa eräkokeessa käsittely oli onnistunein, koska siinä saavutettiin tavoite lupaehdorajojen mukaisista metallipitoisuuksista. Taulukossa 1. on esitetty lähtöjakeen ja eräkokeiden tuloksena syntyneiden ylitevesien analyysitulokset sekä luparajat viemärointikelpoiselle vedelle. Lupa-rajat ylittävät tulokset on merkitty taulukkoon punaisella värillä. Arseenin ja elohopean tulokset erien 1. ja 3. osalta on merkitty punaisella, sillä EPSE:n laboratorion määräysraja on luparajaa korkeampi. Arseenia tai elohopeaa vedessä ei kuitenkaan pitäisi olla. Tarkemman analyysituloksen saavuttamiseksi yksi käsitellyn jakeen näyte (eräkokeesta 2) lähetettiin Synlab Oy:lle analysoitavaksi. Näytteestä analysoitiin arseenin ja elohopean lisäksi muut luparajojen mukaiset alkuaineet ja ne ovat päivitettyinä taulukkoon ja merkitty ** merkinnällä. Todellisuudessa ainoa haasteita aiheuttava metalli yliteveden puhtauden osalta on kupari, jota lähtöhappojakeessa on jopa 300 000 kertaisesti lupaehdorajaan nähden.

Sakka

Jokaisesta kolmesta koe-erästä otettiin ajon loputtua sakkanäyte (noin 10 litraa) nauhasuodattimelle kuivumaan. Sakkanäytteille tehtiin kaksivaiheinen ravistelutesti metallien liukoisuuden määrittämiseksi. Sakan kokonaismetallipitoisuudet analysoitiin Synlab Oy:n akkreditoidussa laboratoriossa. Pitoisuudet määritettiin kuningasvesiuutto-menetelmällä. Taulukossa 2. on esitetty kaksivaiheisessa ravistelutestissä liuenneiden metallien määrät. Taulukossa 3. on Synlab Oy:n analysoimat, toisen eräkokeen sakan kokonaismetallipitoisuudet.

Kilo sakkaa sisälsi 280 g kuparia ja 100 g natriumia. Näistä ainoastaan natrium liukeni ravistelutestissä. Kupari jäi 99,9 prosenttisesti sakkaan.

Taulukko 1. Analyysitulokset käsitellystä typpihappojakeesta ja kolmen eräkokeen tuloksena syntyneestä ylitevedestä. Tuloksia on verrattu ympäristöluvan määrittelemiін raja-arvoihin.

Näytteen koodi	1509-V1-1	1509-V8-1	1709-V8-1	1809-V8-1	
Eräko		1. eräko	2. eräko	3. eräko	
Näytteen tyyppi	Lähtöjake	Käsitelty jake	Käsitelty jake	Käsitelty jake	Luparajat
Alkuaine	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Hopea (Ag)	< 0,3	0,16	< 0,10 **	0,032	0,6
Alumiini (Al)	< 30	3,4	2,9	2,7	
Arseeni (As)	< 9	< 0,27	< 0,010 **	< 0,27	0,1
Barium (Ba)	< 0,1	0,015	0,011	0,004	
Kadmium (Cd)	< 0,4	< 0,012	< 0,0060 **	0,014	0,1
Koboltti (Co)	2,0	0,029	0,029	< 0,015	
Kromi (Cr)	< 0,6	< 0,018	< 0,018	< 0,018	
Kupari (Cu)	160000	11	0,16 **	17	0,5
Rauta (Fe)	< 20	< 0,6	< 0,6	< 0,6	
Mangaani (Mn)	< 2	< 0,06	< 0,06	< 0,06	
Molybdeen (Mo)	< 2	< 0,06	< 0,06	< 0,06	
Nikkeli (Ni)	1,1	< 0,024	< 0,0060 **	< 0,024	0,5
Lyijy (Pb)	N/A	< 0,15	< 0,010 **	< 0,15	0,5
Antimoni (Sb)	< 3	< 0,09	< 0,09	< 0,09	
Seleen (Se)	< 10	< 0,3	< 0,3	< 0,3	
Pii (Si)	1,8	0,042	< 0,03	< 0,03	
Titaani (Ti)	N/A	< 0,012	< 0,012	< 0,012	
Vanadiini (V)	< 3	0,092	< 0,09	0,12	
Sinkki (Zn)	N/A	0,036	< 0,0060 **	< 0,03	1
Elohopea (Hg)		< 0,06	< 0,010 **	< 0,06	0,05
Natrium (Na)		71000	52000	60000	
Kalsium (Ca)		< 300	< 300	< 300	
Magnesium (Mg)		4,8	0,21	1,3	
Kalium (K)		400	260	270	
Kloridi (Cl)		< 3000	< 3000	3600	
Nitraatti (NO3)	500000*		130000		

Analyysimenetelmä: ICP-OES, paitsi nitraatti SFS-EN ISO 10304-1:2009 (Synlab Oy).

* Laskettu titraustuloksesta

** Synlab Oy analysoima (analyysimenetelmä: ICP-MS)

Ylitevedet, joiden osalta ensimmäisessä käsittelyssä ei päästy lupaehtorajoihin, yhdistettiin ja käsiteltiin uudelleen. Tässä käsittelyssä lähtöjake sisälsi kuparia 11 mg/l ja käsittelyssä syntynyt ylitevesi alle 0,05 mg/l, joten loputkin kuparit saatiin vedestä pois toisessa käsittelyssä. Lopputuloksena saatiin viemäröintikelpoista vettä.

Taulukko 2. Eräkoekiden sakkojen liukoisuustestien tulokset.

	Alite, 1. eräkoek	Alite, 2. eräkoek	Alite, 3. eräkoek
<i>Alkuaine</i>	<i>L/S 10 mg/kg</i>	<i>L/S 10 mg/kg</i>	<i>L/S 10 mg/kg</i>
Arseeni (As)	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Barium (Ba)	0,055	0,027	0,023
Kadmium (Cd)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kromi (Cr)	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kupari (Cu)	6,8	2,7	3,8
Molybdeeni (Mo)	< 0,06	< 0,06	< 0,07
Nikkeli (Ni)	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Lyijy (Pb)	< 0,2	< 0,2	< 0,3
Antimoni (Sb)	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Seleen (Se)	< 0,4	< 0,4	0,55
Vanadiini (V)	< 0,1	< 0,1	0,2
Sinkki (Zn)	0,12	0,17	0,34
Sulfaatti (SO ₄)	160	61	79
Natrium (Na)	85000	84000	100000
Kalsium (Ca)	1200	560	890
Magnesium (Mg)	23	7,0	9,8
Kalium (K)	350	380	370
Kloridi (Cl)	< 6000	< 6000	< 6000
Elohopea (Hg)	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Analyysimenetelmä: EN 12457-3 ICP-OES (kaksivaiheinen ravistelutesti)

Taulukko 3. Eräkoeken 2 sakan kokonaismetallipitoisuudet.

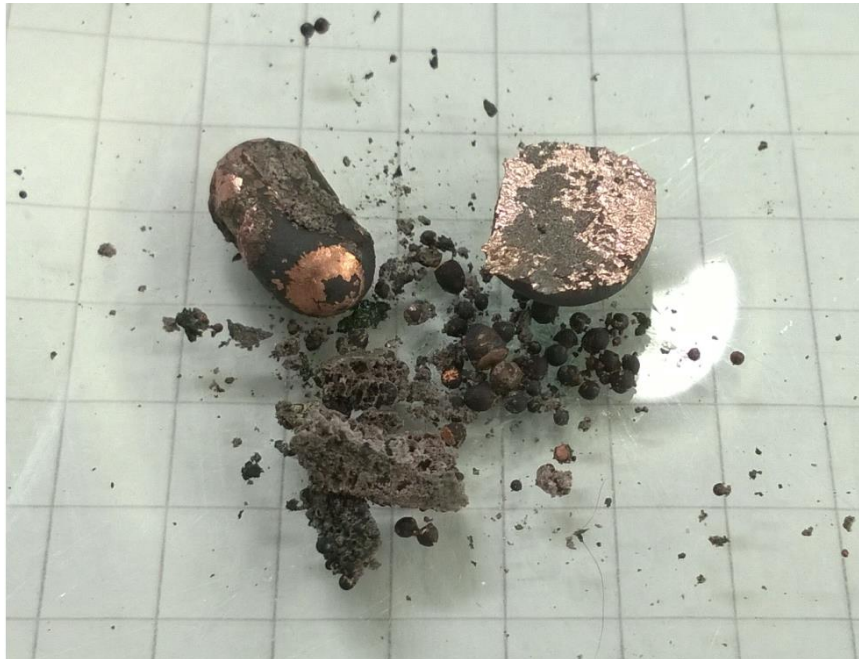
Eräkoek	2. eräkoek
Näytteen tyyppi	Sakka
<i>Alkuaine</i>	<i>mg/kg</i>
Arseeni, kokonais (As)	1,7
Barium, kokonais (Ba), kuiva-aineessa	1,2
Elohopea, kokonais (Hg)	< 0,5
Kadmium, kokonais (Cd)	0,72
Koboltti, kokonais (Co)	< 0,5
Kromi, kokonais (Cr)	1,9
Lyijy, kokonais (Pb)	< 1,0
Nikkeli, kokonais (Ni)	2,3
Sinkki, kokonais (Zn)	< 5,0
Molybdeeni, kokonais (Mo) kuiva-aineessa	< 0,5
Kupari, kokonais (Cu)	280000
Natrium, kokonais (Na)	100000
Rauta, kokonais (Fe)	< 10
Sulfaatti, kokonais (SO ₄), laskennallinen	270
Antimoni, kokonais (Sb)	< 0,50
Vanadiini, kokonais (V)	< 0,50
Kuiva-aine	86,7
Kloridi (Cl-) , vesiliukoinen, kuiva-aineessa	61
Fluoridi (F-), vesiliukoinen, kuiva-aineessa	1,7

Analyysimenetelmä: kuningasvesiuutto

3.3 Sakan hyödyntäminen

Kokeilun tavoitteena oli ottaa sakan kupari talteen ja hyödyntää se kuparinvalmistusprosessin alkupäässä eli kuparisulatossa. Sakalle tehtiin kaksivaiheinen sulatuskoe kuparin talteenoton demonstroimiseksi. Sulatuskokeen lähtökohtana oli oletus, että näytteen sisältämä kupari saadaan pyrometallurgisesti sulatettua ja erotettua kokeessa upokkaan pohjalle kuparipisarana.

Sulatuskoetta varten otetun sakanäytteen kuparipitoisuus analysoitiin atomiabsorptiospektrometrillä. Näyte sisälsi kuparia 33,45 %. Hapetus ja pelkistysvaiheet sisältävässä polttokokeessa pelkistetyn kuparin määräksi todettiin 7,4972 g. Lähtöaineessa oli analyysien ja laskennan perustella kuparia 8,028 g. Kuparin saanto uunitusten myötä oli siis 93,4 %. Kuvassa 8 esitetty, sulatuskokeen tuloksena saadut suuret metalliset kuparinapit kertovat, että kupari kävi sulana upokkaassa ja kertyi yhteen upokkaan pohjalle. Upokkaan sisäseinämille jäi vielä metallista kuparia, jota ei saatu irti punnitsemista varten.



Kuva 8. Polttokokeessa talteen saatu kupari. (kuva: Centria-tutkimus ja kehitys)

Koeajoista syntyneestä sakasta otettiin vain pieni määrä näytteiksi analyysijä ja sulatuskoetta varten. Loppuosa sakasta, n. 600-700 litraa toimitettiin kontissa Boliden Harjavallan sulatolle, jossa se syötettiin kuparin tuotantoprosessiin. Ennen toimitusta sakalle tehtiin ylimääräinen huuhtelu nitraattipitoisuuden vähentämiseksi.

Sulattoprosessissa käsitellään pääasiassa sulfidisia raaka-aineita, joissa on mukana helposti hapettuvia ja energiaa tuottavia mineraaleja. Prosessi on siten energiaa tuottava. Sakassa ei ole hapettuvaa ainetta, eikä se tuota energiaa vaan kuluttaa sitä. Siksi tällaisia raaka-aineita voidaan käyttää vain rajallisia määriä kerrallaan, jotta se ei kuluta liikaa muun raaka-aineen tuottamaa energiaa.

Kuparin lisäksi myös sakan sisältämä rikki saadaan Bolidenin prosessissa talteen ja jatkojalostettua rikkihapoksi. Natrium sen sijaan päättyy kuonaan ja siirtyy sen mukana läjitykseen.

4. Yhteenveto ja johtopäätökset

Kuparipitoisten jätehappojen käsittelykokeilussa testattiin EPSE-menetelmää kuparituotteiden valmistusprosessissa syntyvien jätehappojakeiden sisältämien metallien, pääasiassa kuparin talteenottoon. Tavoitteena oli pilotoida jätehapon kuparisisällön saattamista takaisin kiertoön kuparivalmistusprosessin alkupäähän. Kuparisakan lisäksi prosessista odotettiin saatavan ulos viemärintikelpoista vettä, joka voidaan käyttää uudelleen kuparin tuotantoprosessissa.

Kokeilussa käsiteltiin 1350 kg eli n. 1 kuutio erittäin hapanta ja paljon kuparia sisältänyttä typpihappojätettä. Yhdessä käsittelyerässä, yliteveden kuparipitoisuus saatiin ympäristölupaehatorajan alapuolelle. Kahden muun erän veteen jäänyt pieni määrä kuparia saatiin jatkokäsittelyssä pudotettua lupaehatorajan alapuolelle. Kaikki jätehapon sisältämä kupari saatiin saostettua sakkaan. Syntyneestä sakasta noin kolmasosa oli liukenematonta kuparia. Sakan polttokokeessa n. 93 % kuparista saatiin pelkistettyä metalliseksi kuparinapiksi.

Typpihappojakeen käsittelykokeilu onnistui siis varsin hyvin. Sinä löydettiin käsittelytapa, jolla tavoitteeseen päästiin. Lopputuloksena saatiin arviolta 160 kg kuparia sisältävä sakka, joka voitiin hyödyntää kuparisulatolla. Lisäksi syntyi viemärintikelpoista vettä. Toisen kokeiluun valitun rikkihappojakeen osalta kokeilu epäonnistui ennen kuin se ehti edes alkaa. Hapojae sisälsi liikaa öljyä, eikä se ollut järkevästi käsiteltävissä EPSE-menetelmällä. Öljyn poistaminen happojätteestä jollain toisella menetelmällä on tehtävä ennen metallien saostamista, jotta lopputuloksena voisi syntyä sakan lisäksi puhdasta vettä. Öljypitoisesta lähtöjakeesta syntyy öljypitoista vettä, mikä on edelleen vaarallista jätettä.

Vaikka käsittelykoe onnistui vain yhdelle happojakeelle, osoitti se sen, että menetelmällä saadaan hapon sisältämät metallit varsin hyvin sidottua sakkaan ja sen mukana takaisin kuparin tuotantoprosessiin. Kupariteollisuuspuiston alueella syntyy vuosittain useita erilaisia, käsittelyä vaativia metallipitoisia happo- ja vesijakeita. Näiden jakeiden lähtö pH-tasot, volyymit sekä metallipitoisuudet vaihtelevat. Jos menetelmää haluttaisiin käyttää suuremmassa mittakaavassa, kannattaisi kaikki nämä jakeet sekoittaa keskenään ennen EPSE-käsittelyä. Näin lähtöjakeen pH olisi todennäköisemmin jo valmiiksi sopivalla tasolla prosessia varten ja käsittely voitaisiin tehdä yhdellä reseptillä, joka määritellään käsittelyn aluksi.

Erlaisia happo- ja vesijakeita syntyy useiden alueella toimivien yritysten prosesseissa. Ei ole järkevää, että jokainen yritys investoisi omaan käsittelylaitteistoon, vaan yritysten jätehappojakeiden käsittely keskitetyksi olisi tarkoituksenmukaisempaa. Tämä edellyttäisi, että joku taho ryhtyisi tuottamaan tätä käsittelyä palveluna Kupariteollisuuspuiston yrityksille. Se voisi olla joku alueen nykyisistä toimijoista, joka investoisi käsittelylaitteistoon ja myisi sitten palvelua alueen muille yrityksille tai sitten jokin uusi palveluntuottaja. Käsittelyä vaativia jätehappojakeita ei synny jatkuvasti, vaan eräluonteisesti mm. peittauhappoaltaiden tyhjennyksen yhteydessä. Kysyntää voisikin olla sellaiselle palvelulle, jossa toimittaja toisi paikalle mobiili-laitteiston ja käsittelee alueella syntyneet jätehappo- ja vesierät esimerkiksi puolen vuoden välein.

Kokeilussa tuotettu sakka sisälsi arviolta n. 160 kg kuparia. Puhtaan kuparin maailmanmarkkinahinta on n. 6 € / kg ja romukuparin n. 4 € / kg. Näiden perusteella sakan sisältämän kuparin arvon voidaan päätellä olevan useita satoja euroja. Sakan käyttö sulatossa syötteenä ei ole aina automaattisesti kannattavaa, vaan kannattavuus täytyy laskea tapauskohtaisesti. Sakan sisältämien metallien prosessoimiseen kuluva energia ei saa häiritä muuta sulatustoprosessia liikaa. Sakan hyödynnettävyyttä ei määrittele vain sakan ominaisuudet vaan myös ne muut raaka-aineet, joiden seassa sakkaa ollaan prosessoimassa. Mikäli sakkoja halutaan tuottaa ja hyödyntää suurempia määriä jatkossa, on siihen varauduttava huolellisella suunnittelulla prosessin joka vaiheessa, myös kuparisulatossa.