

Miika Konttinen

**UUDEN VESIENPUHDISTAMON KÄYNNISTYKSEN
YMPÄRISTÖ- JA ENERGIATARKASTELU**

UUDEN VESIENPUHDISTAMON KÄYNNISTYKSEN YMPÄRISTÖ- JA ENERGIATARKASTELU

Miika Konttinen
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Energiatekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Energiatekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Miika Konttinen

Opinnäytetyön nimi: Uuden vesienpuhdistamon käynnistyksen ympäristö- ja energiatarkestelu

Työn ohjaajat: Jarmo Reunanen, Matti Nieminen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2017, Sivumäärä: 42 + 4 liitettä

Opinnäytetyön aiheena oli uuden vesienpuhdistuslaitoksen käynnistyksen ympäristö- ja energiatarkestelu. Työn tavoitteeksi asetettiin puhdistuksellisesti ja energiataloudellisesti optimoitu ajoikkuna. Työ tehtiin Terrafamen kaivosalueella uuden puhdistamon tiloissa. Tutkittavat näytteet otettiin tulevista virtauksista eli raudan saostuksen sakeuttimen alitteesta, kaivosalueen neutraloitavista vesistä, jokaisesta reaktorista ja pois pumpattavasta lietteestä. Parametreja muutettiin metallianalysoinnin jälkeen. Metallianalyysit tehtiin kaivosalueen laboratorioissa ICP-OES-analyysilaitteella.

Metallianalyyseissä keskityttiin erityisesti alumiiniin, raudan, mangaanin ja magnesiumin saostumiseen. Parametrimuutoksilla yritettiin saostaa metallit erikseen pH:ta muuttamalla. Energiatehokkuutta huomioitiin jo laitosta rakennettaessa ja laitos toimi ns. vajaatehoilla, jotta energian käyttö ei nousisi liian korkeaksi.

Opinnäytetyö aloitettiin teoriaosuuden hankkimisella syksyllä 2016, minkä jälkeen siirryttiin prosessin tutustumisen kautta näytteenottovaiheeseen ja analysointiin kun koekäyttölupa saatiin. Testejä ja parametrimuutoksia tehtiin vuodenvaihteen molemmiin puolin. Tulosten analysointiin ja raportin viimeistelyyn varattiin aikaa opinnäytetyön loppuun.

Metallianalyysien perusteella saatiin puhdistuksellisesti optimoitu ajoikkuna, jossa ensimmäisen reaktorin asetusarvo on 7,0, toisen reaktorin 9,0 ja kolmannen 10,5. Reaktoreita sekoitettiin 80 %:n tehoilla ja pumppujen toiminta ohjattiin pinnanmittauksen mukaan.

Asiasanat: ympäristö, energia, kestävä kehitys, neutralointi, metallianalyysi, pH

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Bachelor of Applied Science in Energy technology, Environmental Engineering

Author: Miika Konttinen

Title of thesis: Environment and energy consumption inspection of the new water treatment plant

Supervisors: Jarmo Reunanen, Matti Nieminen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2017, Pages: 42 + 4 appendices

The subject of this thesis was received from Terrafame. The main attribute was to find environmental friendly and energy efficient parameters to run the new water treatment plant. Samples were taken from underflow of iron precipitation thickener in the metal recovery process, from water that needed to be purified, from every reactor and from final sludge. After the metal analysis were made the parameter were changed. Metal analysis were analysed in laboratory with ICP-OES.

In metal analysis were focused on precipitation of aluminium, iron, manganese and magnesium. With parameter changes were trying to precipitate metals separately increasing the pH. Energy efficiency were noticed already at the building process and the plant was not running by full power, so the energy consumption would not increase too high.

The thesis began for research of the theory part in autumn 2016. After that it continued with exploring with the process. When the permission of the test run arrived the sampling and analysing started. Test were made before and after the turn of the year. In the end of thesis there were time booked for analysing the results and finishing the report.

The most environmental friendly parameter were found running the plant. The setting value of the first reactor is 7, 0, the second 9, 0 and the third 10, 5. Reactors were mixing only 80 % power and the working of the pumps were timed with measurement of the surface.

Keywords: Environment, Energy, sustainable development, neutralizing, metal analysis, pH

ALKULAUSE

Opinnäytetyöni käsittelee Terrafame Oy:n uuden keskuspuhdistuslaitoksen käyttöönottoon liittyviä ympäristö- ja energiatarkasteluja. Puhdistuslaitoksen rakentamisen aikataulu oli suuri hidaste työtä tehtäessä. Kun metallitehdas oli opinnäytetyön aikana pois toiminnasta, se hidasti näytteidenottoa ja analysointia, joten tavoiteaikataulu ei pitänyt.

Pystyin työtä tehdessäni hyödyntämään laboratorioanalyytikon tutkinnossa saamaani kemian tuntemusta. Energiapuolen oppimista on kertynyt koulun penkillä kurssien muodossa ja laitoksen prosessit tulivat töissä tutummaksi käyttöpäällikkö Marko Kangasjärvelän sekä prosessi-insinöörien Anne Kuparisen, Heli Okosen ja Meiju Moilasen avulla, kiitos siis heille siitä.

Isot kiitokset ohjaajalleni osastopäällikkö Jarmo Reunaselle, joka kiireistään huolimatta pystyi ohjaamaan työtäni jopa normaalien työtuntien ulkopuolella.

11.1.2017

Sotkamo

Miika Konttinen

Miika Konttinen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SANASTO	7
1 JOHDANTO	9
2 NEUTRALOINTI	10
3 TERRAFAMEN KAIVOS	13
3.1 Liutus- ja talteenotto prosessi	13
3.2 Keskuspuhdistamo	15
3.2.1 Neutralointireaktorit	16
3.2.2 Sekoittimet	17
3.2.3 pH-mittarit	17
3.2.4 Putkilinjastot ja välisäilöt	18
3.2.5 Pumput	18
3.2.6 Apuhyödykkeet	19
3.3 Tutkimukset	19
3.4 Vesien käsittely	21
3.5 Huollot ja pesut	23
3.6 Käyttö ja ylläpito	23
3.7 Häiriöt	24
3.8 Kemikaaliturvallisuus	24
4 ANALYTIikka	26
4.1 ICP-OES	26
4.2 Terrafamen laboratorion analyysilaitte	29
4.3 pH	30
5 YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	32
5.1 Ilma, melu ja värinä	33
5.2 Vesistöt	33
5.3 Lupamääräykset	33
6 NÄYTTEET JA TESTAAMINEN	34
6.1 Näytteenotto	34

6.2 Analysointi	36
7 ENERGIAN KÄYTTÖ	37
8 TULOKSET	38
9 POHDINTA	40
LÄHTEET	40
LIITTEET	

Liite 1. Lähtötietomuistio

Liite 2. Keskuspuhdistamon PI-kaavio

Liite 3. Näytteenoton ohjeet

Liite 4. Ympäristöluvan määräykset

SANASTO

Agglomerointi	hienojakoisen materiaalin rakeistaminen, jolloin malmipöly kiinnittyy suurempiin malmirakeisiin
Bioliuotus	malmin sisältämät metallisulfidit hapetetaan mikrobitoinnin kautta liukoiksi yhdisteiksi.
ICP	Inductively Coupled Plasma, Induktiivisesti kytketty plasma
LoNe	Loppuneutralointi
MTO	Metallien talteenotto
OES	Optical Emission Spectrometry, Optinen emissiospektrometri
PLS-liuos	Pregnant Leach Solutions, bioliuotuksen tuotelius
Raffinaatti	Metallien talteenottolaitoksen paluuliuos
RaSa	Raudan saostus
rpm	rounds per minute, kierrosta/ minuutti

1 JOHDANTO

Terrafame Oy on Sotkamossa sijaitseva monimetallikaivosyhtiö, joka tuottaa ensisijaisesti nikkeliä ja sinkkiä. Kaivosalueella toimi ennen Talvivaara Sotkamo Oy, joka ajautui konkurssiin, jonka jälkeen Terrafame osti kaivosalueen ja osan liiketoiminnasta elokuussa 2015 sekä loput kesäkuussa 2016. Kaivos käyttää biokasaliuotusmenetelmää, joka on tarkoitettu varsinkin nikkelin rikastukseen sekä malmille, jonka muut metallipitoisuudet ovat matalat. (1.)

Työn tarkoituksena oli ottaa käyttöön kaivosalueelle rakennettu keskusvedenpuhdistuslaitos ja löytää sille puhdistuksellisesti ja energiataloudellisesti optimoitu ajoikkuna. Käyttöönoton yhteydessä tarkasteltiin ympäristövaikutuksia sekä energian käyttöä käyttöönoton eri vaiheissa. Käyttöönotto aloitettiin lokakuussa 2016. Alussa laitteiston testaus tehtiin kipsisakka-altaan vesien kanssa, jolloin testattiin laitteiston kaikki osat. Tarkastelun jälkeen marraskuussa aloitettiin puhdistettavien vesien pumppaus laitokselle.

Keskuspuhdistamo käyttää kalkkineutralointia vesien puhdistuksessa. Samaa hyväksi todettua menetelmää on käytetty jo aiemmin kaivosalueen pienemmissä puhdistusyksiköissä. Keskuspuhdistamon tarkoituksena on korvata alueella jo valmiiksi toimineet erilliset puhdistamot ja saada näin kuljetuskustannuksia pienemmiksi, kun kalkkimaidon kuljetus kenttäpuhdistamoille loppuu. Koetoiminnan aikana kipsisakka-altaan ylimääräinen vesi johdetaan neutraloitavaksi Tammalammen vesienkäsittely-yksikölle. Näin riski koetoiminnasta aiheutuville ympäristövaikutuksille on vähäinen.

Saostamisessa keskityttiin työn aikana erityisesti raudan, alumiinin, mangaanin ja magnesiumin neutralointiin. Olosuhteita muokattiin niin, että metallit saataisiin neutraloitua yksitellen.

2 NEUTRALOINTI

Kaivokseen kertyvät kalliopohja- ja sadevedet muuttuvat happamiksi ja likaantuvat malmion metalleilla. Kaivostoiminnan kannalta on välttämätöntä, että vedet poistetaan. Poistettavat vedet täytyy käsitellä, ennen kuin ne voidaan palauttaa takaisin luontoon kaivoksen ulkopuolelle. Puhdistustekniikan ja -kapasiteetin valinnassa tulee huomioida koko kaivos ja siihen liittyvät muut toiminnot, kuten metallien jalostus. Yleisimpiä puhdistustekniikoita ovat neutralointisaostus, sulfidisaostus, hapetus, laskeutus, sakeutus ja suodatus. (2.)

Metallien saostaminen Terrafamen kaivoksella perustuu kalkkineutralointitekniikkaan, joka on todettu tehokkaaksi menetelmäksi. Neutraloinnissa pyritään muuttamaan pH-arvoa haluttuun emäksistä ainetta avuksi käyttäen. Kalkkineutralointi tapahtuu kalkkimaidolla, joka on kalsiumhydroksidin ja veden seos. Kalkkimaito valmistetaan kaivosalueella olevalla kalkkitalolla. Metallien talteenoton prosessissa käytetään natriumhydroksidia eli lipeää, minkä seurauksena vedenkäsittelyyn virtaa natriumia. Natrium sitoo sulfaattia ja vaikeuttaa sulfaatin poistamista, sillä kalkkisaostus ei pysty saostamaan natriumiin sitoutuneita sulfaatteja.

Kalkkia käytetään säätökemikaalina kaivosteollisuuden eri prosesseissa. Kalkkimaitoa käytetään niin kaivosten rikastamoilla kuin metallien talteenotossa. Kalkilla säädetään eri rikastusprosessien pH optimaaliseksi ja vaikutetaan näin kaivoksesta louhitun arvoaineksen saantiin. (3.)

Kalkkituotteita tarvitaan myös, kun kierrätykseen sopimattomat tai ylimääräiset prosessi-, valuma- ja sadevedet käsitellään, ennen kuin ne johdetaan takaisin luontoon. Kalkin avulla nostetaan veden pH:ta, jolloin lienneet metallit saostuvat. (3.)

Puhdistusmenetelmä

Saostus reaktoreissa tehdään kalkkimaidolla ($\text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2\text{O}$), joka pumpataan kalkkitalon kalkkimaidon syöttösäiliöstä reaktoreille sarjaan kytketyillä syöttöpumpeilla. Kalkkimaito kiertää puhdistamon kautta, ja pääosa siitä palautetaan takaisin kalkkitalolle keskuspuhdistamolla olevalla palautuspumpulla. Kalkkimaidon

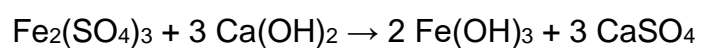
syötölle kalkkitalolta puhdistamolle tulee virtausmittaus ja keskuspuhdistamolle tulee virtausmittauksia niin, että kalkkimaidon syöttöä voidaan säätää saostuslinjakohtaisesti. Kalkkimaidon paluukierron virtaus asetetaan riittäväksi ohjaamalla kalkkimaidon syöttöpumppuja paluuvirtauksen mukaan. (4.)

Useimmat metallit ovat liukoisessa muodossa happamassa pH:ssa. Kun kalkkimaitoa johdetaan metallipitoiseen liukeseen, metallit saostuvat niukkaliukoisina hydroksideina. Saostuneet metallihydroksidit erotetaan laskeuttamalla käsittelyistä vesistä kipsisakka-altailla. Lisäksi reaktiossa syntyy kipsiä eli vesipitoista kalsiumsulfaattia ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$). Eri metallikationit saostuvat omissa pH-olosuhteissaan. Yleisimpien metallikationien hydroksidisaostumisen pH-arvot on esitetty kuvassa 1.

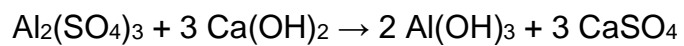
Tässä opinnäytetyössä keskityttiin enimmäkseen raudan, alumiinin, mangaanin ja magnesiumin saostamiseen. Näiden metallien saostumisreaktiot on esitetty reaktioissa 1–5. Saostunut aines vajoaa kipsisakka-altaan pohjalle, ja selkeytynyt vesi pumpataan luontoon ympäristöluvan mukaisesti purkuputkea pitkin. Jos käsiteltävässä liuoksessa on vielä sinkkiä tai nikkeliä, niiden saostusreaktiot ovat kohdassa 6–7.

Metalli-ioni	pH:n minimiarvo
Sn^{2+}	4,2
Fe^{3+}	4,3
Al^{3+}	5,2
Pb^{2+}	6,3
Cu^{2+}	7,2
Zn^{2+}	8,4
Ni^{2+}	9,3
Fe^{2+}	9,5
Cd^{2+}	9,7
Mn^{2+}	10,6

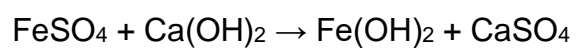
KUVA 1. Hydroksidisaostumisen pH-arvot (5, s. 41)



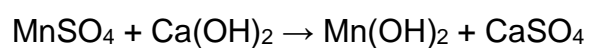
REAKTIO 1



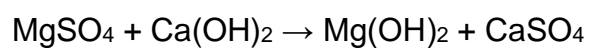
REAKTIO 2



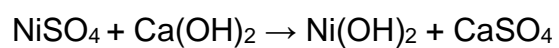
REAKTIO 3



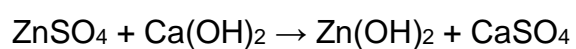
REAKTIO 4



REAKTIO 5



REAKTIO 6



REAKTIO 7

3 TERRAFAMEN KAIVOS

Metallien tuotanto Terrafamen kaivoksella perustuu biokasaliuotukseen, jossa metallit irrotetaan malmista bakteerien avulla. Biokasaliuotusmallissa luonnosta esiintyville mikrobeille luodaan optimaaliset olosuhteet, joissa mikrobitoiminta katalysoi metallisulfidien hapettumisreaktioita. Tuotantoprosessin keskeisimmät vaiheet ovat louhinta, murskaus, agglomerointi, biokasaliuotus ja metallien talteenotto. (6, s. 19.)

3.1 Liuotus- ja talteenotto prosessi

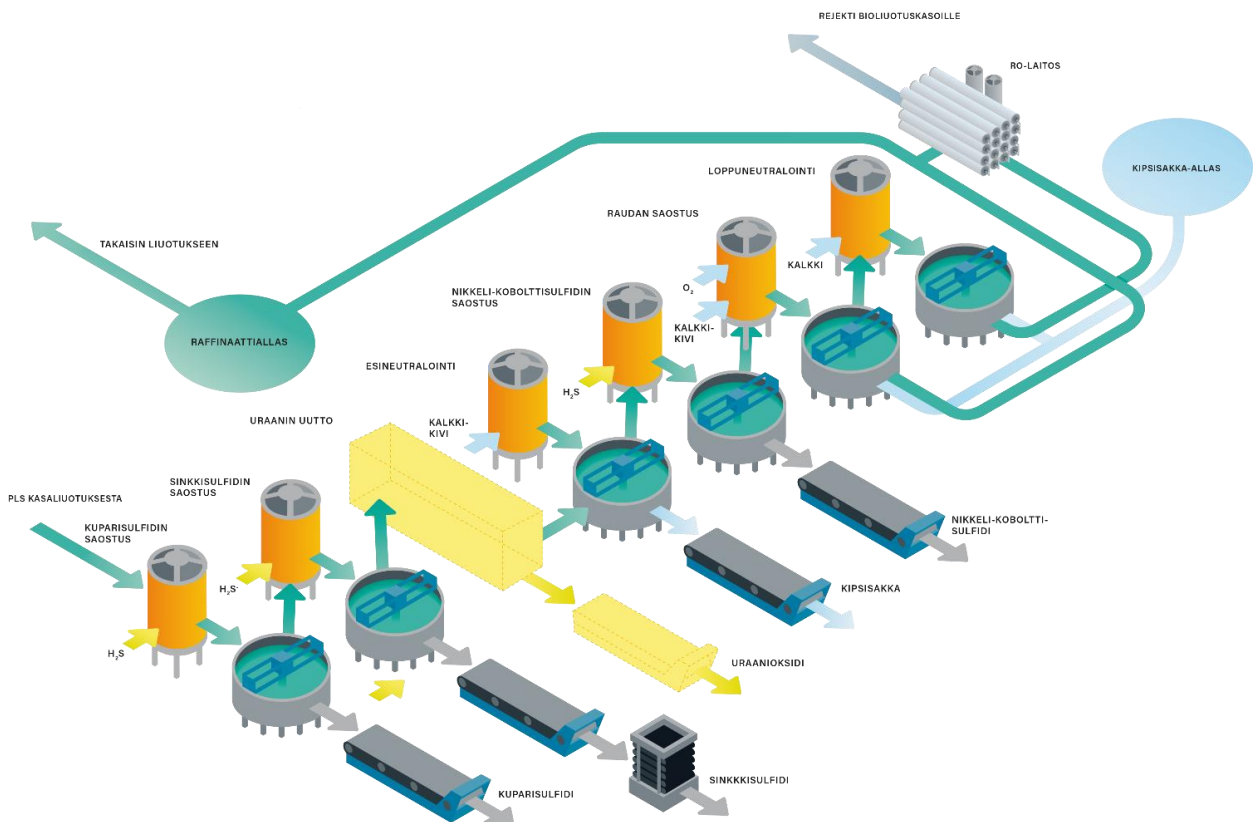
Malmi kasataan noin kahdeksan metriä korkeiksi kasoiksi, joissa malma liuotetaan puolentoista vuoden ajan. Bioliuotuksessa metallit irrotetaan malmista bakteerien avulla. Mikrobeille luodaan optimaaliset kasvuolosuhteet. Kasaa kastellaan liuoksella, joka kierretään kasan läpi mikrobien toiminnan kannalta välttämättömien olosuhteiden luomiseksi. Kun happaman vesiliuoksen metallipitoisuudet ovat nousseet riittävän korkeiksi, liuos johdetaan metallien talteenottoon.

Metallien talteenotossa nikkeli, sinkki, kupari ja koboltti saostetaan liuotuska-soilta tulevasta PLS-liuoksesta, jolloin saadaan sakkamaisia metallisulfideja. Metallisulfidit ovat kaivoksen tuotantoprosessin lopputuotteita ja ne myydään asiakkaille jatkojalostettaviksi. Liuosta johdetaan metallien talteenottolaitokselle 600–1800 m³/h. PLS-liuoksen koostumus vaihtelee louhitun malmin pitoisuuksien ja liuotuksen vaiheen mukaan. Liuoksen pH on noin 2,0...3,2. (6, s. 32.)

Metallien talteenoton saostus suoritetaan rikkivedyllä eri vaiheissa. Prosessit ovat kuparisulfidin saostus, sinkkisulfidin saostus, esineutralointi, nikkeli- ja kobolttisulfidien yhteissaostus ja loppusaostus, johon kuuluu raudansaostus ja loppuneutralointi. Sulfidisaostukset tehdään kahdella erillisellä saostuslinjalla. Sakat erotetaan liuoksesta sakeuttimessa, jonka jälkeen suurin osa siitä suodattetaan tuotteeksi. Metallien talteenoton prosessikaavio on kuvassa 2. Kuvassa on

myös mukana uraanin talteenotto. Metallitehtaan jälkeinen raffinaatti palautetaan liuoskiertoon liuotuskasoille joko suoraan nikkeli-koboltti-saostuksen jälkeen tai raudansaostuksen prosessivaiheen kautta. (6, s. 33.)

Raudansaostuksen jälkeen osa liuoksesta palautetaan kiertoon. Kierto on palauttamaton liuosta kutsutaan RaSa-alitteeksi. Ennen keskuspuhdistamoa RaSa-alite johdettiin suoraan kipsisakka-altaalle.



KUVA 2. Metallien talteenoton prosessi (6, s. 33.)

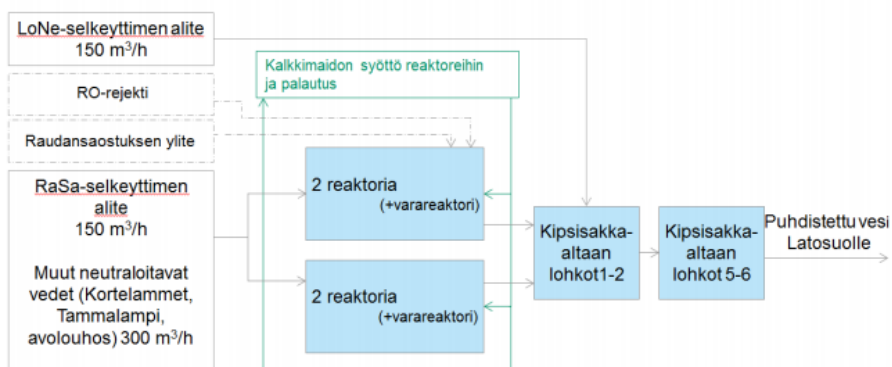
Jos kaivostoimintaa jatketaan ja tuotantotasoa nostetaan, tuotantoprosessiin lisätään vuoden 2018 lopussa pasutto. Pasuton kanssa samaan aikaan rakennettaisiin rikkihappotehdas, joka mahdollistaa osittaisen omavaraisuuden rikkihapon suhteen bioliuotuksessa. Pasutto mahdollistaisi rikkivetytytöisen hönkien polton, joten lipeän käyttö vähenee. Lipeän käytön vähentämisellä on positiivisia vaikutuksia myös vesipäästöihin.

3.2 Keskuspuhdistamo

Kaivos on saanut Pohjois-Suomen aluehallintovirastolta ympäristöluvan vesien käsittelyä varten rakennettavalle keskuspuhdistamolle. Rakentaminen aloitettiin talvella 2016 ja puhdistamo otettiin koekäyttöön marraskuussa 2016. Aluehallintovirasto myönsi keskuspuhdistamolle ympäristöluvan tammikuussa 2017. Lupa on määräaikainen ja voimassa 31.12.2018 saakka.

Ennen keskuspuhdistamaa alueella on toiminut monta pienempää puhdistuslaitosta eri puolilla kaivosaluetta. Vuonna 2013 alueelle rakennettujen kenttäpuhdistamojen yhteiskapasiteetti on 3000–4000 m³/h. Vaikka nykyiset vesienkäsittely-yksiköt toimivat erittäin hyvin, keskitetty puhdistamo helpottaa niiden käyttöön liittyvää logistiikkaa ja tuo käyttöön liittyviä kustannussäästöjä. Kenttäpuhdistamoilla on saavutettu merkittävästi lupaehtoja pienemmät käsitellyn veden metallipitoisuudet. Keskuspuhdistamon tavoitteena on saavuttaa vähintään yhtä hyvät puhdistustulokset. Kenttäkäsittely-yksiköt jätetään nykyisijalleen varalle ja laitteistot pidetään käyttökuntoisina.

Keskuspuhdistamon tavoitteena on käytännössä korvata nykyiset, eri puolilla kaivosaluetta sijaitsevat vesienkäsittely-yksiköt ja keskittää sakkujen käsittely kipsisakka-altaille. Keskuspuhdistamon avulla pystytään lopettamaan myös väliaikaisten sakkavarastojen pitäminen. Puhdistamo suunniteltiin ja rakennettiin niin, että sinne on tarvittaessa mahdollista liittää sulfaatinpoistossa tarvittavaa lisäteknikkaa. Keskuspuhdistamon toimintakaavio on esitetty kuvassa 3.



KUVA 3. Toimintakaavio (7, s. 19)

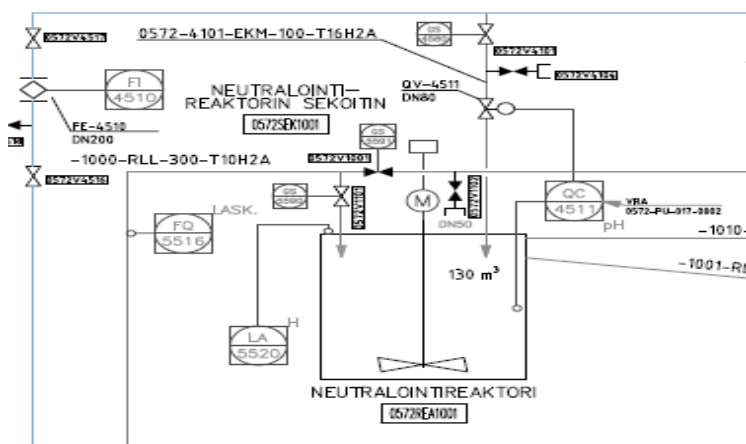
Keskuspuhdistamon PI-kaavio on liitteessä 2. Kaaviosta selviää kaikki laitesijoitukset, kuten reaktoreiden, putkistolinjojen, pumppujen, mittareiden, venttiilien, kytkimien ja kaikkien muiden laiteinstrumenttien paikat. Kaavio on suunniteltu ennen rakennuksen teon aloittamista, mutta sitä päivitettiin rakennusvaiheessa.

3.2.1 Neutralointireaktorit

PI-kaaviosta (liite 2) ja toimintakaaviosta (kuva 3) nähdään, että puhdistamossa on kaksi rinnakkaista linjaa, joissa kummassakin on kolme reaktoria. Puhdistamolla on siis yhteensä kuusi reaktoria. Reaktorit on valmistettu betonista. Kunkin reaktorin tilavuus ylivuotokohdassa seuraavaan reaktoriin on 130 m³ ja yhden reaktorin halkaisija on 5,1 m ja korkeutta on 7,7 m.

Noin 90 % linjojen kalkkimaidon syötöstä menee ensimmäisiin saostusreaktoreihin. Saostettu liete virtaa ensimmäisistä reaktoreista ylijooksuna seuraaviin reaktoreihin. Toisissa reaktoreissa pH säädetään hieman ensimmäistä korkeammaksi ja viimeisissä reaktoreissa on vielä tarkistussäätö olosuhteiden optimoimiseksi.

Kuvassa 4 on esitetty linjan 1 ensimmäinen reaktori ja sen PI-kaavion tiedot. Reaktori on varustettu virtausmittarilla, pinnankorkeushälyttimellä, säätökytkimellä, virtaushälyttimellä ja laatumittarilla. Tässä tapauksessa laatua mitataan pH-mittarilla. Jokainen reaktori on varustettu samoilla komponenteilla.



KUVA 4. Linja 1, Reaktori 1

3.2.2 Sekoittimet

Jokaisessa saostusreaktorissa on sekoitin, jonka avulla nopeutetaan saostusreaktiota sekä estetään sakan kerääntyminen reaktoriin. Sekoitin pitää lietteen tasalaatuisena. Sekoittimeen kuuluu kaksi sekoitinelintä, joiden halkaisijat ovat 2400 millimetriä. Puhdistamolla käytettävät sekoittimet ovat malliltaan UUTECHNIC:n PSH 90/45-potkurisekoittimia. Jos reaktorissa on sinne kuulumatonta kiinteää ainetta tai nestepinta on liian matalalla, sekoitinta ei saa käynnistää. Sekoitimen toimintaa pitää tarkkailla ja kiinnittää huomiota värinöihin, lämpötiloihin sekä kiinnityksiin. Jos häiriötä esiintyy, sekoitin pitää pysäyttää välittömästi. Sekoittimet on kytketty ohjausjärjestelmään, jolloin kaivoksella toimivat valvomooperaattorit asettavat pyörimisnopeuden, tehon tai taajuuden.

Puhdistamon edessä olevassa välisäiliössä on myös oma kylkisekoitin. Tällä varmistetaan, että neutraloitavat vedet ovat myös tasalaatuista ja mahdollinen sakka ei jää säiliön pohjalle.

3.2.3 pH-mittarit

Reaktoreiden yhteydessä on pH-anturit. Työn alussa anturit oli kiinnitetty reaktorin päälle asetettuun tasoon, josta pitkä anturi yltää lietteeseen. Reaktorin reunalla on näyttö, josta näkyy lietteen pH sillä hetkellä. Mittauksen avulla automaattinen kalkkimaidon syöttäjä säätää pH:n haluttuun arvoon. Mittarit on valmistanut Endress+Hauser-yhtiö ja niiden malli on Liguiline M CM42. Mittarit kalibroitiin mittausalueelle 5–10.

Reaktoreiden pH-mittarit oli aluksi sijoitettuna suoraan reaktorin päälle, josta anturi kulkee lietteeseen. Reaktorin sekoitin pyörittää kalkkimaitolietettä koko ajan reaktorissa, jolloin anturi mittaa vielä reagoivaa lietettä. pH:ta mitattiin kahden minuutin ajan, minkä jälkeen seurasi anturin huuhtelu 20 s ajan. Mittaus- ja pesuaikojen pituudet valittiin koeajojen jälkeen.

3.2.4 Putkilinjastot ja välisäilöt

Kaivosalueen puhdistusta tarvitsevat vedet pumpataan eri suunnista tulevilla putkilinjoilla keskuspuhdistamon edessä sijaitsevaan välisäiliöön. Välisäiliön varastointikapasiteetti on 300 m³. Säiliö on varustettu saattolämmityksellä, jotteivat talvella vedet pääse jäätymään. Säiliön kyljessä on sekoitin, joka pitää veden laadun tasaisena ja samalla estää kiintoaineen laskeutumisen säiliön pohjalle. Jos välisäiliön vesimäärä nousee liian suureksi, pintakytkin sulkee säiliön tuloputkien venttiilit automaattisesti. Yksivaiheisen keskipakopumpun (Sulzer A41-300 O) avulla puhdistettavat vedet saadaan kulkeutumaan välisäiliöstä neutralointireaktoriin.

Rasa-aliitteet syötetään virtaussäädöllä neutraloituvien vesien kanssa samoihin syöttöputkiin. Puhdistamon syöttöputkissa on johtokykymittauksia, joiden avulla voidaan indikoida syötettävän veden ja lietteen koostumusta sekä kalkkimaidon tarvetta. Kalkkimaidon syötön säätö on kuitenkin pH-mittausten ohjaamana.

3.2.5 Pumput

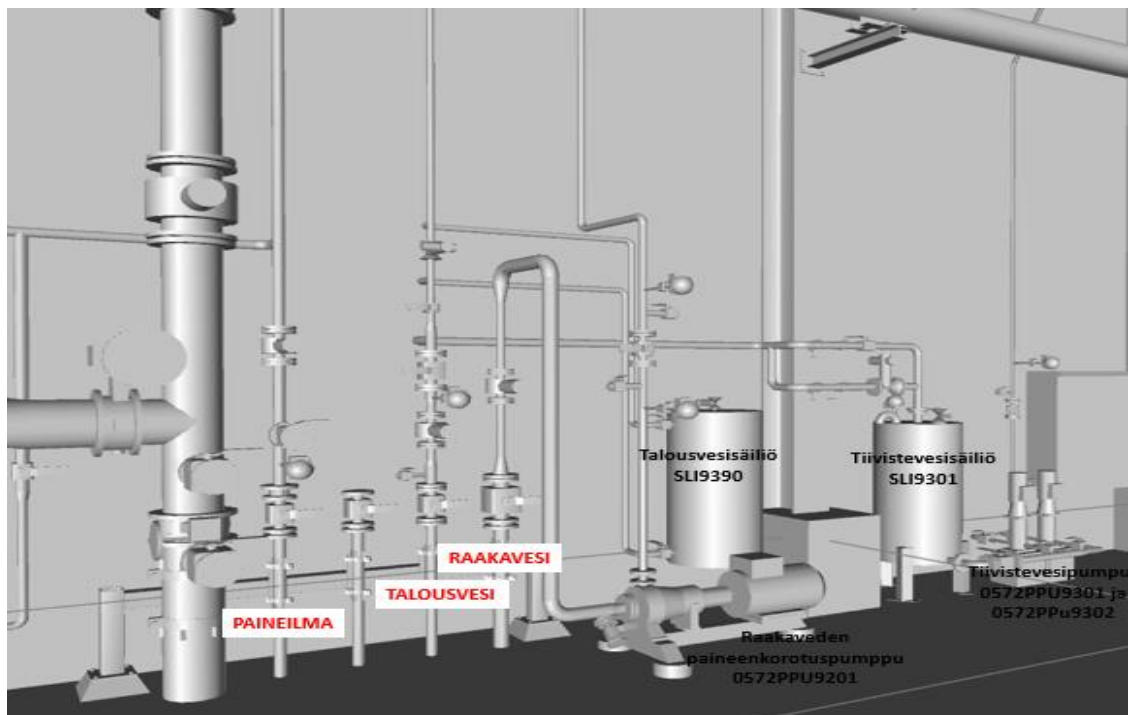
Puhdistamolle kulkee kaksi kalkkimaidon syöttöpumppua ja yksi palautuspumppu. Syöttöpumput on asennettu sarjaan ja yhden pumpun mitoitusvirtaama on 340 m³/h. Palautuspumpun mitoitusvirtaama on 250 m³/h. Pumput ovat Weirin lietepumppuja, mallia 6/4 D AH.

Käsitellyt sakkapitoiset vedet pumpataan pumppaussäiliöstä kipsisakka-altaalle. Käytössä on kaksi pumppaussäiliötä, joiden tilavuudet ovat 30 m³. Pumppaus tapahtuu automaattisesti pumppaussäiliön pinnankorkeuden ohjaamana. Lietepumput ovat Weirin valmistamia 10/8 F-M -mallisia pumppuja, joita on kolme kappaletta. Yhden pumpun mitoitettu virtaama on 700 m³/h.

Reaktorien mahdollinen ylivuoto prosessitilanteessa johdetaan lattiakaivoihin, joihin johdetaan myös lattioille valuvat pesu- ja vuotovedet. Lattiakaivoista vesi pumpataan pintakytkimen ohjaamana pumppaussäiliöön. Lattiakaivoissa on pinnanmittaukset hallitsemattomien vuotojen ja ylijooksujen havaitsemiseksi. Erittäin suuret ylivuodot tai välisäiliön ylivuodot ohjataan maanpinnan muotoiluilla likaisten vesien alueelle, josta ne tilanteen rauhoituttua siirtyvät uudelleen puhdistamolle.

3.2.6 Apuhyödykkeet

Puhdistamo tarvitsee apuhyödykkeinä sähkön lisäksi talous- ja raakavettä sekä paineilmaa laitoksen toimiessa. Talousvettä käytetään pumppujen tiivistevetenä ja hätäsuihkuissa. Tiivistevedelle on pieni pumppaussäiliö ja tiivistevesipumppu, jota ohjataan tiivistevesilinjan paineensäädöllä. Tiivistevettä käyttävät keskipakopumput, joilta on palautus pumppaussäiliöön. Talousvettä syötetään tiivistevesisäiliöön, jotta pinta pysyy vakiona. Tiivistevettä poistetaan kierrosta lämpötilasäädön ohjaamana. Raakavettä käytetään pesuvetenä ja painemittausten huuhteluvetenä. Paineilmaa käytetään instrumentti-ilmana. Apuhyödykkeiden säiliöt ja pumput on esitetty kuvassa 5.



KUVA 5. Apuhyödykkeet (8, dia 15)

3.3 Tutkimukset

Työssä tutkittiin eri kohteita, jotka vaikuttavat kokonaisuuteen. Tutkittavat kohdet liittyivät reaktoreihin, kalkkimaitoon sekä energian käyttöön. Erityisesti keskityttiin reaktoreiden sisällä tapahtuviin pH-olosuhteisiin, se on kriittinen kohta

metallien saostumisessa, jotta löydettiin puhdistuksellisesti hyvä ajoikkuna. Tutkittavat kohteet on esitettyä seuraavassa luettelossa.

- Reaktoreissa muunneltavat pH-olosuhteet:
 - Neutraloinnissa tavoitellaan mahdollisimman puhtaita vesiä. Neutraloinnin yhteydessä tutkittiin, onko eri metalleja mahdollista erottaa liuksesta erikseen saostamalla. Metallien saostumisolosuhteiden eroavaisuuksien takia ajot suunniteltiin niin, että jokaisessa reaktorissa oli omat pH arvot.
 - Reaktoreissa olevien pH-mittareiden ja puhdistamolta pois pumpattavien lietteiden pH-antureiden toimintaa varmistettiin kannettavien mittareiden avulla. Näytteitä otettiin neljän tunnin välein ja anturit vaihdettiin uusiin, kun poikkeama oli liian suuri. Kannettavien mittareiden kalibrointi suoritettiin kahdesti viikossa.
- Reaktoreista tulevien ja lähtevien näytteiden pH ja metallianalyysit:
 - Reaktoreista otettavien näytteiden pH:n avulla pystyttiin selvittämään, missä kohtaa eri metallit saostuvat. Puhdistamolta lähtevä lietekin tutkittiin. Metallianalyysit tehtiin ICP-OES-laitteella.
- Saostusreaktoreille optimaalinen sekoitustase:
 - Reaktoreissa lietteitä sekoitetaan sekoittimilla, jolloin neutraloitavat liukset reagoivat nopeammin kalkkimaidon kanssa.
 - Ennen varsinaisia näytteiden ajamisia laitteita testattiin kipsisakaltaalla olevilla vesillä. Vesien ja lietteen sekoituksia verrattiin moottoreiden tehojen ja momenttien suhteen.
- Kalkkimaidon syöttösuhde:
 - Neutraloinnissa käytettävän kalkkimaidon kulutuksellekin haettiin optimaaliset suhteet, ettei sitä kuluteta turhaan liikaa.
- Putkien virtausmittaukset:
 - Puhdistamolalle tulevia eri jakeiden virtauksia mitattiin putkissa olevilla virtausmittareilla. Mittareita oli kummassakin RaSa-alite-putkissa, välisäiliöön tulevassa putkessa, kalkkimaitoputkissa ja puhdistamolla lähtevissä putkissa.

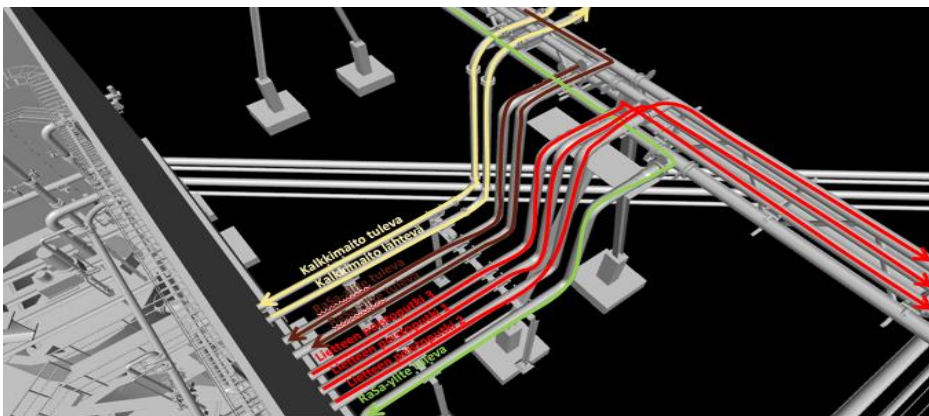
3.4 Vesien käsittely

Keskuspuhdistamolle normaalitilanteessa johdettavia jakeita ovat

- RaSa-alite, joka jo nykyään johdetaan kipsisakka-altaalle. Tyypillinen pH on n. 5 ja virtaama n. 50–150 m³/h.
- kaivosalueella varastoituneena olevat vedet, jotka ovat osin kontaminoituneet. (9, s. 23)

Eri paikoista tulevat jakeet puhdistetaan erilaisilla tavoilla. Kaivosalueelta tulevat happamat vedet johdetaan erisuunnista tulevilla putkilinjoilla keskuspuhdistamon edessä olevaan välisäiliöön. Välisäiliössä on veden laadun tasaamiseksi ja mahdollisten kiintoaineiden laskeutumisen estämiseksi kylkisekoitin. Vesien pysyminen sulana välisäiliössä varmistetaan säiliön saattolämmityksellä. Välisäiliössä on pintakytkin, joka sulkee säiliön tuloputkien venttiilit pinnan noustessa ylärajalle. Neutraloitavat vedet pumpataan pumpulla saostuslinjojen ensimmäisille saostusreaktoreille. Veden virtausta ohjataan virtaussäädöillä linjakohtaisesti. (10, s.1)

RaSa-alitteet otetaan puhdistamolle putkisillalta, josta ne aiemmin on johdettu kahdessa putkessa kipsisakka-altaille. Putkien virrat yhdistetään ja annostellaan virtaussäädöillä neutraloitavien vesien kanssa samoihin syöttöputkiin ensimmäisille saostusreaktoreille. Reaktoreissa on sekoitus, jonka kierroslukua voidaan muuttaa taajuusmuuttajalla. Tulevat ja lähtevät putket on esitetty kuvassa 6. (10, s. 1.)



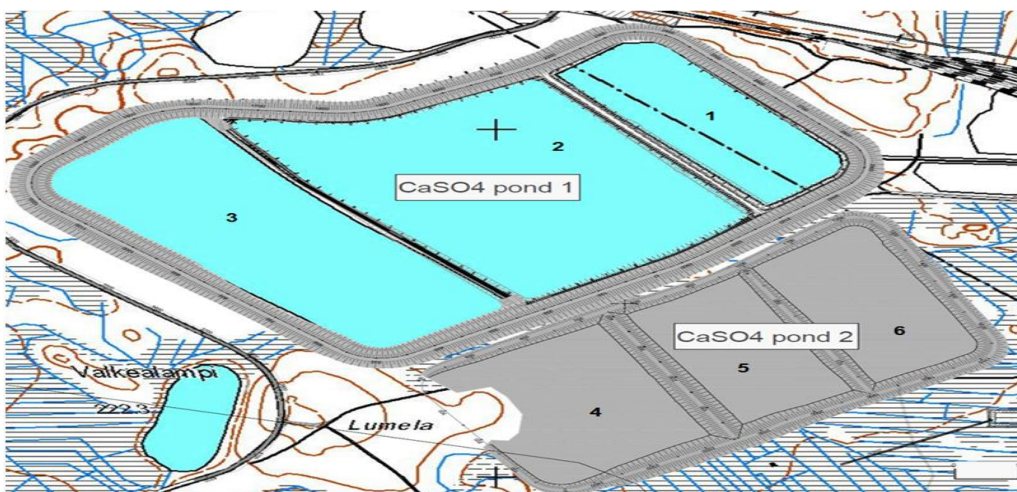
KUVA 6. Puhdistamolle tulevat ja lähtevät putkilinjastot (8, dia 42)

Keltaiset putket kuvaavat kalkkimaidon lähteviä ja tulevia putkia, ruskeat puhdistamolle tulevia RaSa-alitteita, punaiset lietteiden kolmea poistoputkea ja vihreä tulevaa RaSa-ylitettä.

Keskuspuhdistamolla käsitellään normaalitilanteessa RaSa-alitetta ja happamia ylijäämävesiä. Sekoitussuhde liuksille on noin 5 – 30 % RaSa-alitetta ja 70 – 95 % happamia kaivosvesiä. (10, s. 1.)

Keskuspuhdistamolla on mahdollista käsitellä myös muita virtoja, kuten käänteis-osmoosin rejektiä ja raudansaostuksen ylitettä. Saostusprosessi on samanlainen, mutta sarjassa on vain kaksi reaktoria. (10, s. 2.)

Puhdistamolta lähtevät veden ja sakan seokset johdetaan kipsisakka-altaiden lohkolle 2 esiselkeytykseen, joka nähdään kuvassa 7. Lohkolle 2 pumpataan myös loppuneutraloinnista tuleva alite, joka sisältää sakkaa. Tässä lohkossa kiintoaine laskeutuu altaan pohjalle. Sakan laskeuduttua päälle jäänyt selkeytynyt vesi pumpataan kipsisakka-altaiden lohkolle 5 ja 6 jälkiselkeytystä varten. Jälkiselkeytyksen jälkeen puhdistettu vesi johdetaan Latosuolle, josta vedet johdetaan luparajojen salliessa purkuputkea pitkin Nuasjärveen. Kipsisakka-altaalla ei pidetä ylimääräisiä vesiä, vaan vain se määrä, joka tarvitaan kiintoaineen laskeutumiseen. Ylimääräinen, kirkastunut vesi pumpataan altailta pois.



KUVA 7. Kipsisakka-allas (11.)

Keskuspuhdistamon uusia rakenteita ovat itse keskuspuhdistamo sekä siihen liittyvä kalkkimaidon kiertopumppauslinja, joka on reititetty olemassa olevaan putkisiltaan. Itse kalkkimaito tuotetaan jo olemassa olevalla tuotantolaitoksella.

3.5 Huollot ja pesut

Pitkän toimintaiän varmistamiseksi laitosta pitää huolta ennakkoon suunnitelluin väliajoin, jottei vikoja esiinny. Huollettavia kohteita ovat eri mittarit, pumput, sekoittimen moottorit sekä kaikki kuluvat kohteet. Puhdistamolle tehdään oma huolto-suunnitelma ja laitteistojen kulumista seurataan väliajoin.

Reaktoreihin ja sekoittimiin voi kertyä saostumia, joten niitä pitää pestä. Pestävä kohde erotetaan muusta prosessista, jolloin muu osa laitteistosta toimii normaalisti. Tällöin reaktorilinjassa on käytössä vain kaksi sarjassa olevaa reaktoria. Ennen pesua reaktorit pumpataan tyhjäksi. Pesua voidaan tehdä raakavedellä painepesuna tai reaktorista voidaan poistaa kipsiä ja muita saostumia manuaalisesti. Putket, joissa virtaa sakkapitoisia vesiä, voidaan tarvittaessa huuhdella raakavedellä pesuyhteyden kautta. (10, s. 3.) Lietetankkien pohjalle kertyi sakkaa viikossa reilusti, joten lietetankkeihin suunniteltiin kylkisekoitin. Kylkisekoittimet asennetaan tämän opinnäytetyön jälkeen.

3.6 Käyttö ja ylläpito

Puhdistustulokseen vaikuttavat merkittävästi prosessin suunnittelun ja valittujen tekniikoiden lisäksi puhdistamon ajotapa ja ylläpito. Hyvä tulos vaatii teknisten valmiuksien lisäksi ennakoivaa prosessin ajoa ja ammattitaitoista henkilökuntaa. Laitokselle laaditaan kunnossapito-ohjelma, riskiarvio ja käyttövarmuussuunnitelma. Lisäksi tehdään prosessin ajo-ohjeet normaalitilanteisiin ja yleisiä häiriötilanteita varten, jotka huomataan hälytyksistä.

Puhdistamolle tulevan veden laatua seurataan ja prosessia säädetään sen mukaisesti kemikaaleilla. Kemikaalien riittävyys varmistetaan raaka-ainevarastoilla ja tilanteen jatkuvalla seurannalla. Prosessien ohjauksessa käytettävät mittalaitteet huolletaan ja kalibroidaan säännöllisesti. Etukäteen suunnitellut huoltotoimenpiteet tehdään virtaamavaihtelut huomioiden ja mahdollisimman nopeasti, jotta puhdistustulos pysyy koko ajan hyvänä. (7, s. 38–39.)

3.7 Häiriöt

Häiriötilanteita voi olla useita erilaisia, joista iso osa voidaan minimoida erilaisilla automaatio ja säätöteknisillä ratkaisuilla. Esimerkiksi hetkelliset neutraloinnin häiriöt tasaantuvat kipsisakka-altaalla, jossa suuri määrä emäksistä liuosta neutraloi häiriötilanteessa happaman metallipitoisuuden tai laimentaa ns. yli-neutralointipiikin. Keskuspuhdistamon ja riittävän puskurin avulla tällaiset riskitekijät voidaan minimoida. Muita häiriöitä ovat sähkökatkot ja laiterikot. Sähkökatkon tapahtuessa RaSa-alitteen pumppaus pysähtyy puhdistamolle. Kalkkimaitolinjassa esiintyvän ongelman tai RaSa-putken tukkeutumisen ilmentymisen seurauksena voidaan sakkapitoisen alitteen syöttöä puhdistamolle rajoittaa. (7, s. 39–40.)

3.8 Kemikaaliturvallisuus

Terrafamen periaate on, että työ tehdään turvallisesti tai sitä ei tehdä ollenkaan. Työskenneltäessä kemikaalien kanssa pitää aina tehdä työ turvallisesti. Taulukossa 1 on eriteltynä keskuspuhdistamolla käytettävät kemikaalit ja niiden vaaraluokitukset. Täydet tiedot kemikaaleista löytyvät käyttöturvallisuustiedotteista, jotka ovat sähköisesti yhtiön tietokannassa. Näytteitä otettaessa pidettiin kertakäyttöisiä nitrilikäsineitä, jotta mahdolliset kemikaaliroiskeet eivät pääsisi ihokosketukseen.

Näytteitä analysoitaessa laboratoriossa käytetään 5-prosenttista typpihappoa analysointilaitteessa ja laimennettaessa näytettä. Laboratorion turvallisuusmääräyksissä käsketään pitää suojavarusteita, joita ovat turvakengät, suojavaatteet, suojalasit ja kemikaaleja kestävä käsineet.

TAULUKKO 1. Käytettävät kemikaalit

Kemikaali	Vaaraluokitus (vaaraluokka ja H-lauseke)
Ca(OH) ₂ (aq)	H315 Ärsyttää ihoa H318 Vaurioittaa vakavasti silmiä H335 Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä
PLS, RaSa	H315: Ärsyttää ihoa H319: Ärsyttää voimakkaasti silmiä H290: Voi syövyttää metalleja H302: Haitallista nieltynä Acute tox 4, Skin irrit. 2. Eye irrit.2

4 ANALYTIikka

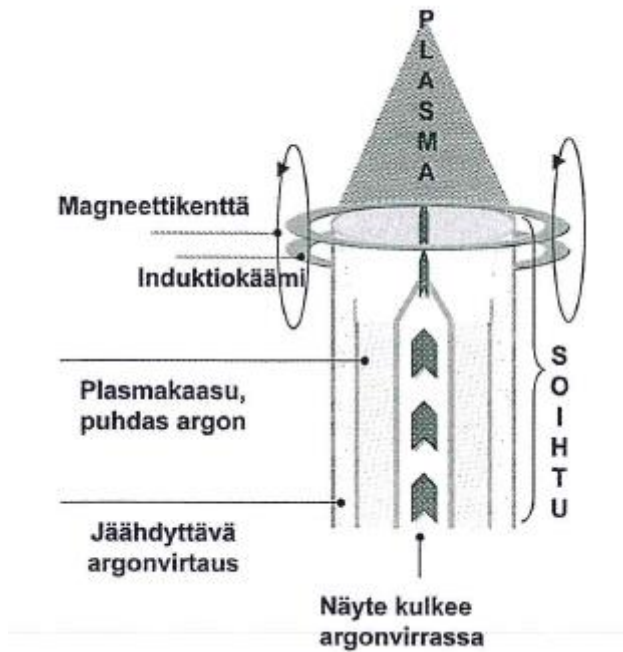
Metallianalyysit tutkittiin ICP-OES-analyysilaitteella, joka on Terrafamen toimistolaboratoriossa valmiina. Metallien sakeuttamisessa pH:ta nostettiin ja näytteistä mitattiin pH-arvot puhdistamon reaktoreissa olevilla antureilla. Näytteenoton jälkeen lietteen pH mitattiin kannettavalla mittarilla ja laboratoriossa varmennettiin näytteiden pH pöytämittaria käyttäen.

4.1 ICP-OES

ICP-menetelmä on kehitetty 1960 luvun puolessa välissä ja ICP-OES markkinoitiin 1974. Menetelmä on kehittynyt alkuajoista paljon ja kehittyä koko ajan lisää. (12, s. 2.) ICP/OES on tehokas ja suosittu analyysimenetelmä aineen alkuainekoostumusta tutkittaessa. Tekniikka perustuu atomien ja ionien emissioiviin fotoneihin, jotka kulkevat monokromaattoriin, joka muodostaa niistä spektrin. Alkuaineet ovat tunnistettavissa spektriviivojen aallonpituuksien ja alkuainepitoisuuDET spektriviivojen intensiteettien perusteella. (12. s. 1)

Analysoitava nestemuotoinen näyte pumpataan näytteesyöttäjän avulla sumuttimen läpi sumutuskammioon. Sumutus on yksi kriittisimmistä vaiheista ICP-OES-laitteistoissa. Ideaalitilanne on se, että sumuttimesta tuleva aerosoli on tasalaatuista. Sumutuskammioista osa näytteestä siirtyy argonplasmaan ja loppu kulkeutuu jäteletkua pitkin jäteastiaan.

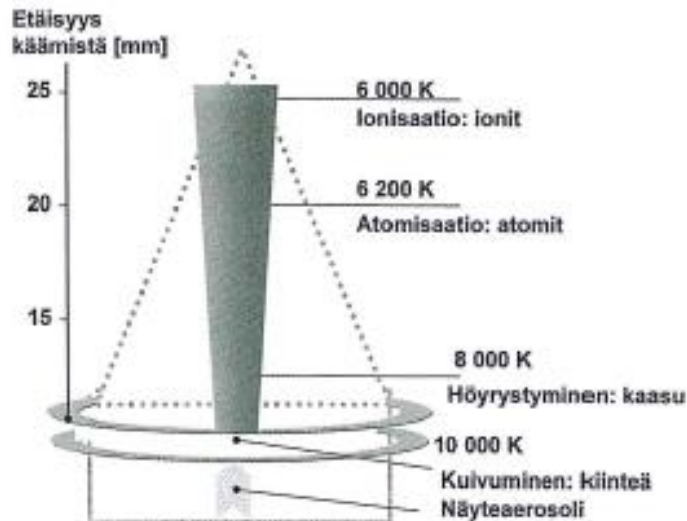
Sumutuskammion ja plasman välissä on plasmasoihdu. Soihdu koostuu kolmesta sisäkkäin olevasta putkesta, joista jokaiseen tulee oma kaasuvirtaus. Soihdun osat näkyvät kuvassa 8. Uloimmassa putkessa kulkee jäähdytysvirtaus. Keskimäinen kaasuvirtaus pitää jäähdytysvirtauksen ja näytevirtauksen erillään. Sisin kaasuvirtaus kuljettaa näyteaerosolit plasmalle.



KUVA 8. Soihdun osat (13. s. 85)

Plasma syntyy, kun argonkaasuun tuodaan energiaa muuttuvan magneettikentän avulla. Magneettikenttä vaikuttaa plasmaan, jos se on ionisoitunut sähkökipinän vaikutuksesta. Kipinän vaikutuksesta syntyy vapaita elektroneja ja positiivisia argonioneja. Elektronit ja argonionit saavat magneettikentästä energiaa ja kun ne törmäävät neutraaleihin argonatomeihin, joita tulee koko ajan lisää, niin ionisointuminen jatkuu edelleen. Näin plasma pysyy toiminnassa ja ulkoinen energia siirtyy lämmöksi (13. s. 83)

Plasmassa on eri alueet eri lämpötiloilla, mikä nähdään kuvassa 9. Ensiksi näyte kulkeutuu esilämmitysalueelle, jossa näyte kuivuu, kuiva-aine sulaa ja höyrystyy. Seuraavaksi näyte kulkeutuu säteily- ja emissioalueelle, jossa tapahtuu atomisaatiota, eksikaatiota ja valon emissoitumista. Analyysialueella tapahtuu eniten ionisia siirtymiä. Alueiden jälkeen on vielä plasman häntä, jossa ei enää siirry energiaa, joten lämpötila laskee. Näytteen plasmassa olo aika on vain muutamia millisekunteja. Tässä ajassa kestävätkin yhdisteet hajoavat ja atomisoituvat. (12. s. 2–4)



KUVA 9. Plasman eri lämpövyöhykkeet (13, s. 85)

Atomit ja ionit virittyvät, kun ne törmäilevät plasman korkeassa lämpötilassa toisiinsa. Viritystilan purkautuessa atomit ja ionit emittoivat kullekin alkuaineelle ominaista säteilyä, joka koostuu useista eri aallonpituuksista. Säteily jaetaan monokromaattorilla spektriksi. Näytteessä olevat alkuaineet tunnistetaan spektriviivojen aallonpituuksien perusteella. Näytteen pitoisuudet saadaan vertaamalla intensiteettiä tunnetun pitoisuuden emittoivaan intensiteettiin. (13, s. 83)

Plasmasta emissiosäteily siirtyy peilien, linssien, hilan ja vahvistimien kautta detektorille, josta tiedot siirtyvät tietokoneelle. Tietokoneella spektriviivat voidaan varmistaa ja tarkistaa, etteivät alkuaineet ole toisten spektrien päällä.

Hyödyt/edut:

Menetelmässä ei tapahdu kemiallisia häiriöitä, sillä plasman inertti argonkaasu ei tuota plasmaan häiritseviä reaktiotuotteita. Plasman tuottamassa korkeassa lämpötilassa yhdisteet atomisoituvat ja virittyvät tehokkaasti. Laitteella on myös lyhyet analyysiajat, koska kaikki alkuaineet emittoivat valoa plasmassa samanaikaisesti, minkä ansiosta mittausalue on laaja.

Häiriöitä/haitat:

Analyysilaitteen käytössä tapahtuu myös ajoittain häiriöitä, joista näytteensyöttöjärjestelmä aiheuttaa 90 % häiriötilanteista. Erittäin väkevät liuokset aiheuttavat niin kutsuttua muistiefektiä, joka voi heijastua seuraavaan näytteeseen. Myös

näyteletkut tai sumutin voi olla tukossa, jos näytteeseen on jäänyt kiinteitä partikkeleita. Näissä tilanteissa häiriö korjaantuu yleensä näytteiden välissä olevan huuhtelun pidennyksellä, osien puhdistuksella ja vaihtamisella. Myös näytteiden suodatus edesauttaa, ettei tukkiutumisia tule. Loput häiriöt tulevat signaaleista, jolloin spektrit voivat mennä päällekkäin ja vääristää tuloksia. Yhden analyysin signaali voidaan mitata häiriöttömällä aallonpituudella uudelleen. Myös häiritsevät komponentit voidaan poistaa eri esikäsittelymenetelmillä.

Laboratoriokäytössä laite on melkein koko ajan päällä, joten argon-kaasun kulutus on suurta. Tästä johtuen käyttökustannukset ovat melko korkeat. Uudempien pienempien plasmasoihtujen kehittäminen on pienentänyt argonin kulutusta.

4.2 Terrafamen laboratorion analyysilaitte

Laboratoriossa on käytössä Thermo iCAP6500 ICP-OES-laite (Inductively coupled plasma- optical emission spectrometry Radial view). Analyysilaitteen viereen on sijoitettuna näytetilä CETAC ASX_520 Autosampler. Näytetilassa on Nunc-putkelineet, joista näytteet mitataan automaattisesti pumpun avulla. Pumppu on korkeatarkkuuksinen, 12-rullainen ja siinä on 4 kanavaa. Pumpun nopeutta voi säädellä 0–125 rpm tarvittavan mukaan. Analyysin aikana pumpun nopeudeksi on määritetty 50 rpm. Kun näytteitä ei mitata mutta halutaan pitää laite päällä, pumppu säädetään hitaammalle ja pumppuun syötetään ionivaihdettua vettä. Näin laite on nopeasti valmiina näytteitä varten. Ennen näytteitä laitteeseen pitää kuitenkin syöttää pesuliuosta muutaman minuutin ajan. Pesuliuksena toimii 5-prosenttinen typpihappo HNO_3 .(14, s. 3)

Pumpun avulla näyte kulkeutuu Thermo Scientific Burgener Peek Miramist-sumuttimen kautta sumutinkammioon 1l/min nopeudella. Sumutinkammio on Thermo Scientific-yhtiön valmistama ja kammio on valmistettu kvartsista. Kammio on kiinnitetty metallipidikkeellä adapteriin, joka on kiinnitetty kvartsista valmistettuun soihtuun. Soihtuun keskikutki on halkaisijaltaan 1,5 mm, mistä näyte kulkee plasmaan. (14, s. 3)

Plasma synnytetään radiotaajuuksisella (RF) magneettikentällä ja sen ylläpitämiskaasuna käytetään argonkaasua. Laboratorion ulkopuolella on iso kaasusäiliö argonia varten. Argonsäiliön täyttöastetta ja painetta seurataan kaksi kertaa päivässä.

Laitteeseen on kehitetty menetelmä, jota kutsutaan Talvivaara-menetelmäksi. Tällä menetelmällä saadaan analysoitua alla olevalla listalla olevat metallit. Laite pystyy mittaamaan ultravioletin ja näkyvän valon aallonpituuksia, joten mittausalue on 166–847 nm.

Al, As, Ca, Cd, Co, Cu Fe, Mg, Mn, Na, Ni, Si, Zn ja U

Laboratoriossa on myös mahdollisuus tutkia analysejä liekkiatomiabsorbtiometriellä (FAAS) mutta ICP-OES on paljon nopeampi, koska sillä saa alkuaineet samalla ajolla selville. FAAS-laitteella alkuaineet jouduttaisiin mittaamaan alkuaine kerrallaan.

ICP-OES-laitteen toimivuus tarkistetaan päivittäin toimintatestillä, johon on oma näyte. Laitetta huolletaan kaksi kertaa viikossa, tarvittaessa myös useammin. Huollossa vaihdetaan kvartsiosat ja näyteletkut. Samalla tarkistetaan näytteen-syöttäjän letkujen kunto ja vaihdetaan tarvittaessa. Huollolle on omat ohjeet laitteen vieressä ja huolto tehdään yövuorossa.

4.3 pH

pH-arvo kuvastaa happamuutta tai emäksisyyttä. Happamassa liuoksessa vetyioninen määrä on korkea, jolloin pH on 0–6. Emäksisessä liuoksessa hydroksyyli-ionien lukumäärä on suuri, jolloin pH on 8–14. Neutraali tila liuoksessa on silloin, kun vety- ja hydroksyyli-ioneja on yhtä paljon. Neutraalissa tilassa aineen pH on 7. Kemian tuntemuksessa pH on tärkeä suure. pH-arvo on suure, sen mittaamista ja muuttamista tarvitaan vesienkäsittelyssä eri prosesseissa.

Laboratoriossa arvot mitataan pH-mittarilla, joita ylläpidetään kalibroimalla niitä viikoittain. Mittarin kalibrointi tarkistetaan päivittäin. Kalibrointi tapahtuu puskuri-

liuksilla, joiden pH-arvo ei muutu helposti. Kannettavan mittarin kalibrointi tarkistettiin kahdesti viikossa ja mittari kalibroitiin, kun tarkistus ei ollut enää rajojen sisäpuolella.

Puhdistuslaitoksella suoraan reaktoreissa olevat pH-anturit ovat malliltaan Liguiline M CM42. Kannettava mittari on Hach HQ11d, johon on liitetty PHC101 anturi. Laboratoriossa olevat pöytämittarit ovat Mettler Toledo-yhtiön SevenMulti-mittarit reaktorinäytteille, joissa pH on emäksisen puolella. Rasa-alite on hapan, joten se mitattiin toisella Mettler Toledo-yhtiön SevenMulti-mittarilla, joka on kalibroitu happamalle pH-alueelle.

5 YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Puhdistamon tulee toimia kunnolla, jotta lupaehtojen mukaiset vähimmäisvaatimukset puhdistetun veden metallipitoisuuksilla alittuvat. Lupaehtojen raja-arvot on eritelty taulukossa 2. Puhdistamosta ei aiheudu uusia ympäristöpäästöjä, eli nykyisten ympäristölupien pitoisuusrajat sekä kuormituskiintiö säilyvät ennallaan.

TAULUKKO 2. Lupaehtojen raja-arvot (15, s. 2)

Aine	Raja-arvo
Elohopea	1,5 µg/l
Kadmium	3,0 µg/l
Alumiini	0,5 mg/l
Rauta	4,0 mg/l
Mangaani	6,0 mg/l
Sulfaatti	4000 mg/l
Kiintoaine	20 mg/l
Nikkeli	0,3 mg/l
Kupari	0,3 mg/l
Sinkki	0,5 mg/l
Uraani	10 µg/l

Yksittäisen näytteen elohopeapitoisuus ei saa ylittää 5,0 µg:aa/l, kadmiumpitoisuus on oltava alle 10 µg:aa/l, eikä sulfaattipitoisuus ylittää 6000 mg:aa/l. Johdettavien vesien pH on myös oltava 5,5–9.

5.1 Ilma, melu ja tärinä

Keskuspuhdistamon rakentamisen aikana syntyy ilmapäästöjä lähinnä työkoneista ja kuljetuksista. Päästöjen arvioidaan kuitenkin olevan murto-osa kaivoksen tavanomaisiin työkone- ja liikennepäästöihin verrattuna. Keskuspuhdistuslaitoksen pyörittäminen ei tuota merkittäviä päästöjä ilmaan. Keskittäminen puhdistamolle vähentää kalkkiautojen käyttöä, joten tankkiautojen päästöt pienenevät sekä kalkin mahdollinen pölyäminen autoista loppuu. (7, s. 43–44)

Keskuspuhdistamosta ei aiheudu muusta kaivoksen toiminnasta erottuvaa melua tai tärinää. (7, s. 43)

5.2 Vesistöt

Puhdistamon koekäytössä kipsisakka-altaiden ylitevesi johdetaan Tammalammen neutralointiyksikölle jatkopuhdistettavaksi. Vesi neutraloituu tehokkaammin, joten ympäristövaikutukset ovat vesistöihin pienemmät. Myös Tammalammen alueella syntyvä sakan määrä on pienempi. Keskuspuhdistamon käyttö ei vaikuta purkuputken kautta johdettavan veden laatuun tai juoksutuksesta aiheutuvan ympäristökuormituksen määrään. (7, s. 43)

5.3 Lupamääräykset

Keskuspuhdistamon käyttöä on tarkkailtava ja raportoitava Kainuun ELY-keskukselle. Raporttiin merkitään ympäristöluvassa vaaditut kohdat, jotka on eritelty liitteessä 4. Tulokset on myös raportoitava Säteilyturvakeskukselle.

6 NÄYTTEET JA TESTAAMINEN

Koetoimintaluvan saamisen jälkeen alettiin pumppaamaan puhdistamolle RaSa-alitetta ja kipsisakka-altaan vesiä. RaSa-alite tulee metallientalteenotolta, jossa kiertävästä PLS -liuoksesta on kerätty talteen kupari, sinkki, nikkeli, koboltti ja rauta. Raudansaostuksesta tuleva kirkas yliteliuos johdetaan takaisin bioliuotukseen ja sakkapitoinen alite johdetaan puhdistamolle.

Koetoiminta aloitettiin niin, että vain toinen linja oli käytössä. Reaktoreihin syötettiin vain RaSa-alitetta ja vettä kipsisakka-altaalta. Kipsisakka-altaan vesi toimii raudan sakeuttimen alitteen laimentajana ja tuo lisää virtausnopeutta, jotta mahdollisuus sakan muodostumiseen olisi pienempi. RaSa:n virtaus oli noin 50 m³/h ja kipsisakka-altaan veden virtaus noin 300 m³/h.

Näytteitä otettiin RaSa-alitteesta, jokaisesta reaktorista ja kipsisakka-altaalle pumpattavasta lietteestä. Näytteitä otettiin kuusi kertaa vuorokaudessa pH mittaukseseen ja kerran vuorokaudessa metallianalyysiin. Jokaisen analysointiin menevän näytteenottokerran jälkeen parametreja muutettiin hieman, jotta löydettiin puhdistuksellisesti hyvä ja energiatehokas ajoikkuna, jossa metallit saadaan saostettua.

6.1 Näytteenotto

Näytteet otettiin näytepurkkeihin eri paikoista. RaSa-alitetta, neutraloitavia vesiä ja lietteen poistoputkia varten oli erilliset huuhtelulla varustetut näytteenottimet. Vesihuuhtelulla estetään näytteenottimen likaantumisen ja mahdollinen tukkeutuminen. Näytteenottoaikojen paikat olivat aluksi liian korkealla, jolloin näytettä otettaessa olisi voinut roiskua vaatteille lietettä. Turvallisuuden takaamiseksi näytepaikkoihin liitettiin näyteletkut. Näyteletkut ohjattiin poistokaivoon, josta vesi kierrätetään takaisin puhdistukseen.

Reaktorista otettavia näytteitä varten valmistettiin oma näytteenotin, jolla saatiin nostettua näyte reaktorista. Reaktorien kanteen tehtiin omat luukulliset näytteenottoaikat lähelle pH-anturia.

Näytteet otettiin puhtaisiin nelikulmioisiin näytepurkkeihin ja ne suljettiin välikorkilla ja punaisella kierrekorkilla. Alkuun purkit otettiin suoraan puhtaasta pake-
tista. Näytteenottokerran jälkeen purkit tiskattiin ja annettiin kuivua. Ajan kanssa purkkien pintaan kuitenkin pinttyi likaa, joten kun purkkiin jäi tiskauksesta huoli-
matta jälkiä, purkki vaihdettiin uuteen. Näytteenottoon tehtiin omat ohjeet, jotta
näytteenotto on aina samanlainen riippumatta tekijästä. Tällä tavalla varmistettiin,
että tulokset ovat verrattavissa toisiinsa näytteenottajasta riippumatta. Näytteen-
oton ohje on liitteessä 3. Näytteitä otettaessa käytettiin kertakäyttöisiä nitrilihan-
sikkaita suojaamaan mahdollisia näyteroiskumisilta.

Näytteitä otettiin alkuun yksi kerta päivässä ja näytteiden oton jälkeen pH olosuh-
teita muutettiin. Näille näytteille tehtiin vesifaasin pH:n mittausta ja metallianalyysit.
Reaktoreiden pH-arvoja seurattiin erikseen vuorotyössä. Tällöin reaktorin vie-
ressä sijaitsevan näytön tuloksia verrattiin käsimittarin antamiin tuloksiin. Reak-
toreiden pH-mittausvertailuita otettiin neljän tunnin välein joka päivä eli kuusi ker-
taa vuorokaudessa. Jos kalkkimaidon säätöventtiilit ovat manuaalijossa, on
pH:ta tarkkailtava kahden tunnin välein.

Kun metallien talteenottotehdas toimi normaalisti, näytteitä metallianalyysiin otet-
tiin päivävuorossa. Kun MTO oli pois käytöstä, RaSa-alitetta ei tullut. Silloin puh-
distettavaa vettä tuli puhdistamolle vain kipsisakka-altaalta. Kipsisakka-altaan ve-
siä analysoitiin ja katsottiin, miten samat parametrit puhdistavat vain vesiä. Kier-
rätyksen takia vedet pyörivät kipsisakka-altaalta puhdistamon kautta takaisin kip-
sisakka-altaalle.

Keskuspuhdistamolla on käytössä oma suojainmatriisi. Suojamatriisi on velvoite
siitä, mitä suojaimia työskennellessä tulee käyttää. Suojaimia pitää käyttää koko
ajan töitä tehtäessä. Suojaimia ovat heijastavat työhousut ja -takki, turvajalkineet,
kypärä, silmiensuojaimet ja kuulosuojaimet, kun melu ylittää 85 dB. Mukana on
myös oltava henkilökohtaiset monikaasuhaistelija ja hätäpoistumislaite. RaSa-
alitteen mukana tuotannosta tuli puhdistamolle hiilidioksidikaasua. Puhdistamo
varustettiin hiilidioksidimittareilla ja hälyttimien soidessa paikalta piti poistua pois
ulkotiloihin ja tila tuli tuulettaa. Samalla puhdistamolle asetettiin parityöskentely-
pakko, jotta toinen voi auttaa ja hälyttää apua, jos jotain sattuu.

6.2 Analysointi

Näytteenoton jälkeen näytteistä mitattiin vielä käsimittarilla lietteen pH. Ennen analysointia sakan annettiin vajota näytepurkin pohjaan. Vajoamisen jälkeen päälle jääneestä vesifaasista mitattiin vielä uusi pH laboratoriossa. Vesifaasista otettiin ruiskulla näytettä ja siirrettiin se ruiskusuodattimen läpi nunc-putkeen. Suodatuksen tarkoituksena on estää mahdollisten kiinteiden partikkeleiden pääsyä laimentajaan tai analysaattoriin. Suodatettu näyte laimennettiin vielä 100x automaattilaimentajalla ennen analysointia.

Näytteet vietiin näytepaikoille ja kirjattiin ITAVIA-ohjelmaan. Samalla analysointilaitteella tutkitaan myös kaivosalueen muitakin näytteitä. Laite analysoi 10 näytettä peräkkäin, minkä jälkeen analysoidaan kontrollinäytteet. Kontrollinäytteiden pitoisuudet ovat 0,5 mg/l ja 10 mg/l. Jos kontrollinäytteet eivät ole menneet hyväksytysti läpi, näytteet pitää analysoida uudelleen.

7 ENERGIAN KÄYTTÖ

Sähköenergia kaivokselle ostetaan ulkopuolelta. 110 kV:n sähkölinja on liitetty Fingrid Oy:n muuntoasemaan Vuolijoella 42 km päähän. Kaivosalueen sisällä olevasta muuntajasta lähtee sisäiset sähkölinjat, joiden yhteispituus on noin 19 km. Alueella on myös lämpölaitos, joka tuottaa höyryä ja lämmittää rakennukset. Lämpölaitos koostuu 10 MW:n höyrykattilasta ja 10MW:n kuumavesikattilasta. Polttoaineena ostettava energia koostuu propaanista sekä kevyestä ja raskaasta polttoöljystä. (6, s. 39–40.)

Puhdistamon käyttäminen kuluttaa sähköä. Keskuspuhdistamon sähkönkulutus tulee kokonaisuudessaan olemaan hieman suurempi kuin mitä tämän hetkiset kenttäpuhdistamot kuluttavat. Keskuspuhdistamon myötä polttoainekustannukset pienenevät, sillä kalkkimaidon kuljetukset kenttäpuhdistamoilla loppuvat. Taulukossa 3 on eroteltuna keskuspuhdistamossa olevien pumppujen ja toimilaitteiden tehot.

TAULUKKO 3. Toimilaitteiden tiedot

Positio	Nimitys	Laitetyyppi	Päämitat/ Suoritusarvot	Teho (kW)	Toimittaja
0572PPU4002	Kalkkimaidon syöttöpumppu 1	Keskipakopumppu	340 m ³ /h, 392 kPa	75	Weir
0572PPU4003	Kalkkimaidon syöttöpumppu 1	Keskipakopumppu	340 m ³ /h, 392 kPa	75	Weir
0572PPU4501	Kalkkimaito. Palautus- pumppu	Keskipakopumppu	250 m ³ /h, 402 kPa	55	Weir
0572PPU3101	Poistopumppu	Keskipakopumppu	700 m ³ /h, 485 kPa	250	Weir
0572PPU3201	Poistopumppu	Keskipakopumppu	700 m ³ /h, 485 kPa	250	Weir
0572PPU3301	Poistopumppu	Keskipakopumppu	700 m ³ /h, 485 kPa	250	Weir
0572PPU0001	Välisäiliön pumppu	Keskipakopumppu	1400 m ³ /h, 100 kPa (1220 m ³ /h, 130 kPa)	75	Sulzer
0572PPU9501	Lattiakaivopumppu	Uppopumppu	78 m ³ /h, 140 kPa	6,3	Xylem
0572PPU9502	Lattiakaivopumppu	Uppopumppu	78 m ³ /h, 140 kPa	6,3	Xylem
0572PPU9503	Lattiakaivopumppu	Uppopumppu	78 m ³ /h, 140 kPa	6,3	Xylem
0572SEK1001	Reaktorin sekoitin	Sekoitin	Ø2400, 54 1/min	90	Uutechnic
0572SEK1002	Reaktorin sekoitin	Sekoitin	Ø2400, 54 1/min	90	Uutechnic
0572SEK1003	Reaktorin sekoitin	Sekoitin	Ø2400, 54 1/min	90	Uutechnic
0572SEK2001	Reaktorin sekoitin	Sekoitin	Ø2400, 54 1/min	90	Uutechnic
0572SEK2002	Reaktorin sekoitin	Sekoitin	Ø2400, 54 1/min	90	Uutechnic
0572SEK2003	Reaktorin sekoitin	Sekoitin	Ø2400, 54 1/min	90	Uutechnic
0572SEK0001	Välisäiliön sekoitin	Potkuri, kylkisekoitin		7,5	Mamec Oy
Yhteensä				1596,4	

8 TULOKSET

Teoriasta saatujen tietojen mukaan alumiini saostuu, kun pH on 5,2, rauta saostuu, kun pH on 9,5 ja mangaani saostuu, kun pH on 10,6. Teorian testeistä ei kerrota, millä saostumismenetelmällä työ on tehty. Terrafamen kenttäpuhdistamojen tuloksilla saostumiset tapahtuvat alumiinilla, kun pH on noin 5, raudalla 8,3 mangaanilla 10,1 ja magnesiumilla noin 11. Keskuspuhdistamon reaktoreissa veden viipymäaika on yli kymmenkertainen verrattuna vanhoihin käsittely-yksiköihin. Viipymäajan kasvaessa tavoite-pH:ta voidaan laskea vanhoista tavoitteista.

Ajoparametreja muuttamalla ja niiden metallianalyysien perusteella saatiin metallien saostumien pH-arvot. Tuloksia vertailtiin lietteen ja päälle jäävän vesifaasin kesken. Molemmilla tavoilla testattaessa saatiin selville metallien saostumisjärjestys. Ensimmäisenä saostuu alumiini, joka poistuu metallianalyyseistä, kun pH on noin 6,0. Toisena saostuu rauta, jonka saostumisolosuhteet hieman eroavat toisistaan lietteen ja vesifaasin välillä. Kolmantena saostuu mangaani, joka saostuu kummallakin tavalla, kun pH on noin 8,5. Viimeisenä keskittyttävistä alkuaineista saostuu magnesium, jonka saostuminen tapahtuu, kun pH on yli 10. Ensimmäisenä saostuva alumiini alkaa liueta takaisin liuokseen, kun pH nousee yli arvon 9,4.

Saostumisprosessissa reaktorilinjan viimeisestä reaktorista lähtevän liuoksen pH on hieman yli 10. Liuoksen pH:ta mitataan prosessissa ja mittausten perusteella säädetään kalkkimaidon syöttö. Tällä tavalla varmistetaan pH:n pysyminen halutulla tasolla. Kun pH on yli 10, magnesium saadaan saostettua. Jos pH on alle 10,0, osa saostumisesta jää tapahtumatta.

Metallien erikseen saostamista varten reaktoreihin asetettiin eri pH-olosuhteet. Ensimmäiseen reaktoriin säädettiin pH-arvoon 7,0. Tällöin alumiini saostuu. Toiseen reaktoriin säädettiin pH arvoon 9,0. Tällöin saostuvat rauta ja mangaani. Kolmanteen reaktoriin pH säädettiin 10,5, jolloin magnesium saostuu.

Reaktoreissa vallitsevia pH-olosuhteita verrattiin kiinteiden mittarien ja käsimittojen kesken. Poikkeamat mittareiden välillä eivät olleet merkittävät silloin, kun molemmat anturit olivat toimintakunnossa. Toimintakuntoon vaikutti kannettavan

mittarin kalibrointi ja reaktorissa olevan anturin puhtaus eli se, ettei siihen ollut kertynyt sakkakerrosta pintaan.

Työssä verrattiin myös sekoittimien momenttia RaSa:n ja kipsisakka-altaan sekoituksen sekä pelkän kipsisakka-altaan veden välillä. RaSa:a sisältävän lietteen momentti esim. kolmannessa reaktorissa 80 %:n tehoilla oli 525,69 Nm. Kolmannessa reaktorissa on eniten sakkaa koko reaktorijonossa. Pelkän kipsisakka-altaan veden momentti reaktorissa kolme oli 524,89 Nm.

Kalkkimaitoa pystyttiin syöttämään reaktoriin automaattisesti tai manuaalisesti. Automaatilla ajettaessa maidon määrän käyttö kului pH-mittausten mukaan. Manuaalilla ajettaessa aukon sulkuaste päätettiin ja kalkkimaito virtasi reaktoriin sen mukaisesti.

Laitoksen maksimi kapasiteetti puhdistettavien vesien osalta on 2100 m³/h. Tyypilliset virtaamat ovat raudansaostuksen alitteelle 50–150 m³/h ja muille vesijakeille 700–850 m³/h. Tämä on silloin, kun molemmat linjat ovat käytössä. Koeikäytön aikana tyypilliset virtaukset olivat RaSa-alitteella noin 50 m³/h, kun vain yksi RaSa-linja oli käytössä ja muille vesijakeille 300 m³/h. Normaaliajossa RaSa-alitetta virtasi noin 100 m³/h, ja muille vesijakeille virtaus oli noin 400 m³/h yhdelle linjalle.

Energiakäytön maksimitehot on esitetty taulukossa 3. Taulukosta saadaan tieto, että kaikkien toimilaitteiden käyttämä maksimiteho on noin 1,6 MW. Lisäksi puhdistamon rakennussähköistyksessä käytetään ilmastointiin, valaistukseen ja lämmitykseen noin 500 kW. Energian käyttöä vähennettiin niin, että pumppujen käyttö automatisoitiin säiliöitten pinnanmittausten mukaan ja reaktoreiden sekoittimet säädettiin 80 %:iin.

9 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli löytää puhdistuksellisesti ja energiataloudellisesti optimoitu ajoikkuna uuteen keskuspuhdistuslaitokseen Terrafamen kaivoksella. Tavoitteeseen päästiin parametrimuutosten ja testien tekemisen avulla. Parametreissa keskityttiin pääasiassa saostumisten onnistumiseen, jotta metalli-ionit saatiin pois liuksesta. Energian käyttöön ja säästämiseen keskityttiin, kun neutralointi oli saatu toimintaan.

Aluksi reaktoreiden pH-mittarit oli sijoitettu väärään paikkaan. Alkuun ne olivat liian lähellä saostumisreaktion kohtaa, sillä reaktorin pH-anturin pintaan kertyi kipsisakkakerros. Tämä kerros ei puhdistunut huuhtelullakaan, mikä vaikutti anturin toimintaan negatiivisesti. Samalla pH-tulokset vaihtelivat, kun välillä anturiin tuli reagoimatonta ainesta pyörteiden takia ja välillä reagoitunutta lietettä. Ongelma oli vain RaSa-alitetta puhdistettaessa. Kipsisakka-altaan vesiä puhdistettaessa ei havaittu samaa ongelmaa, sillä kalkkimaitoa tarvittiin paljon vähemmän.

Reaktoreiden pH-anturit tullaan sijoittamaan uuteen paikkaan ylivuotoputken eteen, jossa saostumisreaktio on jo tapahtunut. Samalla anturi kertoo koko reaktorin pH-arvon. Antureiden siirto toteutetaan tämän opinnäytetyön tekemisen jälkeen. Antureiden pH mittausten vertailuja jatketaan kannettavilla mittareilla ja mahdollisen eroavaisuuksien sattuessa anturin pinta putsataan ja vaihdetaan uusiin.

Varsin alhaisissa pH-olosuhteissa saostuva alumiini saostuu ensimmäisenä, verrattuna muihin alkuaineisiin, joihin keskityttiin. Kun pH nousee yli 9,4, alumiini alkaa liueta takaisin saostumisesta. Alumiini kuitenkin saostuu uudelleen, kun liete pumpataan kipsisakka-altaaseen. Kaivoksella on kokemusta myös sinkin liukenemisestä takaisin, kun pH nousee vielä korkeammaksi tämän työn pH-arvoista.

Alumiinin aloitussaostumis-pH:ta ei voida pitää luotettavana, sillä kipsisakka-altaalta tulevat vedet laimensivat RaSa-liuosta jo sen verran että alumiini oli jo saostuneena. Kipsisakka-altaan vesien pH oli aluksi jo kuuden ja seitsemän välillä, joten se saostutti itsessään alumiinia.

Kalkkimaitoneutralointi ei muuta liuoksen natriumin pitoisuutta. Natrium sitoo itseensä myös sulfaattia, joka pitäisi saada poistettua. Tämä näkyy analysoinnissa korkeina natriumpitoisuuksilla. Ongelma voisi poistua mahdollisen pasuton rakentamisen jälkeen, mikäli kaivoksen toiminta jatkuu V1B-suunnitelman mukaisesti. Analysointori mittaa myös kalsiumin pitoisuutta liuoksesta. Korkeita kalsiumpitoisuuksia ei tule huomioida, sillä saostusreaktioon lisätään kalkkia, joka lisää pitoisuutta. Kalsiumillakaan ei ole omaa rajaa-arvoa ympäristöluvassa.

Sekoittimien pyörittäessä kalkkilietettä ja kipsisakka-altaan vettä huomattiin, että pelkän veden kanssa pyörittävät sekoittimien momentit ovat hieman pienempiä, kuin lietettä sekoitettaessa. Tulos oli odotettavissa, mutta ero ei ollut kovin suuri. Eron tuo lietteen koostumus ja sakkapitoisuus.

Kaivosalueella toimivat kenttäpuhdistamot poistetaan lähiaikoina käytöstä, mutta ne jätetään toimintakuntoon. Kenttäpuhdistamot voidaan tällöin ottaa takaisin käyttöön, jos tilanne sen vaatii.

LÄHTEET

1. Terrafame. Saatavissa: <https://www.terrafame.fi/terrafame-oy.html>. Hakupäivä 20.9.2016.
2. Kaivosten vesienkäsittely. Teollisuustaito Oy. Saatavissa: <http://www.teollisuustaito.fi/asiantuntijapalvelut/kaivosten-vesienkäsittely> Hakupäivä 21.9.2016.
3. Kaivokset. 2016. Nordkalk. Saatavissa: <http://www.nordkalk.fi/kayttokohdeet/teollisuus/kaivokset/>.Hakupäivä 26.9.2016.
4. Prosessikuvaus. 29.01.2016. Sweco Industry Oy.
5. Brown, M – Barley, B. – Wood, H. 2002. Minewater treatment, Technology, Application and Policy, IWA Publishing, London.
6. YVA-ohjelma. Terrafamen tuotanto, yleiskuvaus. 2016.
7. Keskuspuhdistamon ympäristölupa. 2017. Pohjois-Suomen aluehallintovirasto
8. Moilanen Meiju, 2016, Keskuspuhdistamon powerpoint esittelymateriaali.
9. Keskuspuhdistamon ympäristölupahakemus. 2016. Pöyry Finland Oy
10. Prosessikuvaus. 2016. Sweco Industry Oy
11. Virtauskaavio. 2015. Sweco Industry Oy
12. Hou X – Jones B, Inductively coupled plasma/ optical emission spectrometry.
13. Jaarinen – Niiranen, 2005, Laboratorion analyysitekniikka. Suomi: Edita
14. Product Specification, iCAP 6000 series. 2005. Cambridge. Thermo.
15. Kotakorpi Pertti. 2015. Prosessikuvaus.

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä Miika Konttinen _____

Tilaaaja Terrafame Oy _____

Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot: Jarmo Reunanen, Talvivaarantie 66, 88120 Tuhkakyliä, puh.040 5699 134, jarmo.reunanen@terrafame.fi _____

Työn nimi Uuden vesienpuhdistamon käynnistyksen ympäristö- ja energiatarkastelu _

Työn kuvaus Tässä työssä selvitetään ja seurataan puhdistusprosessin toimintaa käynnistämässä laitosta. Erityisesti seurataan miten metallit poistuvat eri reaktioissa puhdistamon operointi-pH:ta muuttaessa. Lisäksi määritetään reaktoreissa vaadittavan sekoitusenergian tarvetta kiintoainepitoisuuden tai operointiparametrien muuttuessa. _____

Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on löytää puhdistuksellisesti ja energiataloudellisesti optimoitu ajoikkuna _____

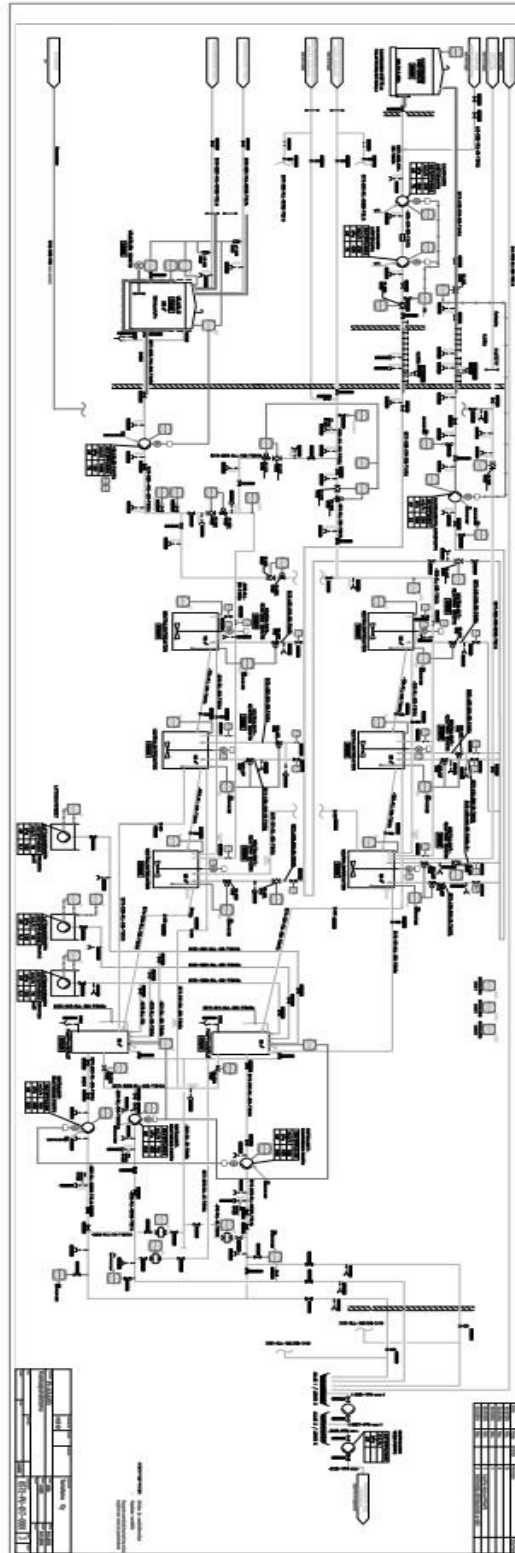
Tavoiteaikataulu 1.9.- 31.10 Teoriaosuuden kirjoittaminen

1.11. – 11.12.: Mittausten ja analyysien teko

1.12. – 31.1.: Tulosten käsittely ja raportointi, opinnäytetyön puhtaaksikirjoitus. _____

Päiväys ja allekirjoitukset 1.11.2016 *Miika Konttinen*

1.11.2016 *Jarmo Reunanen*



Keskuspuhdistamon näytteenotto

Ota näytteet kemikaaleja kestävät hanskat kädessä (Würth, nitrilihanskat)

RaSa (0572V0032)

- Avaa letkurulla suoraksi ja kohdista se kaivoviemäriin. Päästä liuosta letkua pitkin viemäriin noin 30 sekunnin ajan. Sulje näytevipu.
- Ota 0,5 l nelikulmioiseen näytepurkkiin näytettä letkusta melkein täyteen asti. Sulje näytepurkki välikannen ja punaisen korkin avulla. Kirjoita purkkiin näytenimi (RaSa)
- Näytteen saannin jälkeen avaa huuhteluvesiletku, vieressä seinällä olevasta vivusta (sininen) ja anna veden valua niin kauan, että tulee vain vettä, eikä RaSa-alitetta.
- Purista vedet letkusta viemäriin ja kelaa letku rullaksi takaisin paikoilleen.
- Pese mahdolliset roiskeet tai muut jäljet pesuletkulla.

Neutraloitavat vedet

- Avaa nelikulmioinen 0,5l näytepurkki. Suuntaa näyteletku purkkiin. Avaa venttiili 0572V0013, jolloin purkki täyttyy. Sulje purkki välikorkilla ja punaisella korkilla. Merkkää näytepulloon NV.

Reaktorit

- Avaa nelikulmioinen 0,5l näytepurkki valmiiksi. Ota näytetikulla reaktorista luukulla avatavan reiän kautta näytettä purkkiin niin, että purkki peittyy ja lietettä siirtyy purkkiin. Näytetikku sijaitsee 1 linjan puolella reaktorin 1 vieressä nurkassa.
- Nosta näytetikku ylös aukosta ja kaada näytetikusta valmiiksi avattuun näytepurkkiin liete semmoisessa kohdassa, että mahdolliset ohimenevät pisarat tippuvat takaisin reaktoriin, esim. aukon kohdalla. Pese mahdolliset roiskeet pois.
- Sulje purkki välikorkilla ja punaisella kierrekorkilla.
- Merkkää näytepurkkiin näytteen nimi
 - Linja 1 Reaktori 1-> 1001
- Merkkää näytetiedot- lappuun pH reaktorin kohdalla olevasta näytöstä.
- Toista sama muissa reaktoreissa
 - Linja 1 Reaktori 2-> 1002
 - Linja 1 Reaktori 3-> 1003

Lietteenpoisto / imupuoli (0572V3206)

- Ohjaa lietteenpoiston pumpun, joka on käytössä, näyteletku kaivoviemäriin. Avaa näytevivun avulla näytettä viemäriin ja anna näytteen valua noin 30 sekunnin ajan, jonka jälkeen sulje vipu.
- Valuta letkun päästä näytettä nelikulmaiseen näytepurkkiin ja sulje välikorkilla sekä punaisella kierrekorkilla.
- Merkkää näytepurkkiin näytetunnus (LP)
- Ohjaa näyteletku viemärikaivoon ja käännä huuhtelu päälle niin kauaksi aikaa, että letkusta tulee puhdasta vettä.

Täytä näytelappuun päivämäärä, kellonaika, näytteenottaja(t) ja reaktoreiden pH-arvot

Vie näytteet Toimiston laboratorioon ja jätä näytelappu näytteiden lähelle. Muuta pH-arvot suunnitelman mukaisesti. Jos ilmoitusta muutoksesta ei ole tullut, ei muutosta prosessiin.

Näytetiedot

Näytteenotto aika, päivämäärä ja kellonaika: (_____)

Linja 1 reaktori 1 (1001) pH, Asetusarvo/ näyttö (_____)

Linja 1 reaktori 2 (1002) pH, Asetusarvo/ näyttö (_____)

Linja 1 reaktori 3 (1003) pH, Asetusarvo/ näyttö (_____)

Linja 2 reaktori 1 (2001) pH, Asetusarvo/ näyttö (_____)

Linja 2 reaktori 2 (2002) pH, Asetusarvo/ näyttö (_____)

Linja 2 reaktori 3 (2003) pH, Asetusarvo/ näyttö (_____)

Näytteenottaja(t) _____

LUPAMÄÄRÄYKSET:**Toimintaa koskevat uudet lupamääräykset**

1. Keskuspuhdistamolle saa johtaa käsiteltäväksi ympäristölupapäätöksen nro 52/2013/1 lupamääräyksen 6 mukaiset likaantuneet vedet sekä seuraavia metalli- ja sulfaattipitoisia jätevesiä ja sakkoja:
 - raudansaostuksen alite, - raudansaostuksen ylite,
 - avolouhoksessa olevat liuoskierrosta poistetut kemikaaliliuokset ja
 - LONE ylitettä syötteenä käytävien käänteisosmoosilaitosten rejektit.

Raudansaostuksen ylite, avolouhoksessa olevat liuoskierrosta poistetut kemikaaliliuokset ja käänteisosmoosilaitosten rejektit on johdettava ensisijaisesti liuoskiertoon. Näiden johtamisen aloittamisesta keskuspuhdistamolle ja sen syistä on viipymättä ilmoitettava ELY-keskukselle. Samassa yhteydessä on ilmoitettava myös jäljellä oleva liuoskierron varoallastilavuus.

2. Luvan saajalla on oltava käytössä vesitaseen hallintaan ja sen ennustamiseen mallinnusohjelma ja hankittava tarkkailun ja muun käytettävissä olevan tiedon kautta tarvittavat lähtötiedot mahdollisimman luotettavan mallinnuksen kehittämiseen ja ylläpitämiseen.
3. Raudansaostuksen sakkaa ei saa sijoittaa kipsisakka-altaille 1.6.2017 jälkeen.

Tarkkailu- ja raportointimääräykset

4. Luvan saajan on tarkkailtava säännöllisesti keskuspuhdistamon toimintaa. Käyttötarkkailun tiedot on tallennettava Kainuun ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla. Tallennettavia tietoja ovat kaikki toiminnan ja sen päästöjen kannalta olennaiset tiedot, kuten:
 - tiedot keskuspuhdistamolla käsiteltyjen prosessi- ja muiden likaantuneiden vesijakeiden sekä raudan saostuksen alitteiden määrästä ja laadusta,

- tiedot kalkkimaidon syöttömäärästä ja reaktoreiden pH-tasosta,
- tiedot puhdistamolta lähtevän veden kiintoainepitoisuudesta, laadusta ja puhdistustehosta,
- tiedot kipsisakka-altaalle johdettavien sakkujen määrästä ja laadusta sekä
- tiedot keskuspuhdistamon toiminnan häiriötilanteista ja niiden syistä.

Luvan saajan on toimitettava yksityiskohtainen keskuspuhdistamon käyttötarkkailusuunnitelma Kainuu ELY-keskukselle viimeistään 15.2.2017. Käyttötarkkailusuunnitelmassa on otettava huomioon keskuspuhdistamon käynnistämiseen liittyvän koetoiminnan (koetoimintailmoitus 13.9.2016 ja siihen annettu aluehallintoviraston päätös nro 142/2016/1) kokemukset ja tulokset. ELY-keskus voi tarvittaessa tarkentaa käyttötarkkailusuunnitelman sisältöä ja tulosten raportointia koskevia määräyksiä.

Käyttötarkkailun tulokset on raportoitava kuukausittain ELY-keskukselle. Ensimmäinen laaja yhteenveto keskuspuhdistamon toiminnasta ja käyttötarkkailun tuloksista on toimitettava Kainuun ELY-keskukselle sekä Sotkamon kunnan ja Kajaanin kaupungin ympäristönsuojeluviranomaisille viimeistään 30.6.2017 ja sen jälkeen ELY-keskuksen kanssa sovittavina ajankohtina muun ympäristönsuojelun raportoinnin yhteydessä.

5. Keskuspuhdistamolle tulevan veden ja sakan, keskuspuhdistamolta kipsisakka-altaalle johdettava veden ja sakan sekä edelleen Latosuolle johdettavan veden määrää ja laatua on tarkkailtava vastaavasti kuin raudansaostuksesta ja loppuneutraloinnista lähtevän veden ja sakan määrää ja laatua on tarkkailtava ympäristö- ja vesitalouslupa nro 36/2014/1 tarkkailumääräysten ja tarkkailuliitteen edellyttämällä tavalla.

(Keskuspuhdistamon ympäristölupa s.64–66, AVI, 4.1.2017)