

## Väitöstiedote

# Väitös 05.11.2021

## Nikkelisulfidimalmin kasaliuotus

<b>Väitöskirjan nimi</b>	Heap leaching of nickel sulfide ore Nikkelimalmin kasaliuotus
<b>Väitöskirjan sisältö</b>	<p>Väitöskirjassa tutkitaan sotkamolaisen nikkelimalmin kasaliuotusta. Aiemmin malmin on tutkittu pienessä mittakaavassa, kun taas väitöskirjatyössä ilmiötä tarkasteltiin teollisessa satojen tuhansien tonnien mittakaavassa. Tutkimuksessa oli kolme päätavoitetta: ymmärtää paremmin liuotuksen reaktiomekanismeja; tarkastella, parantaako lisätty ilmasyöttö malmin liuotusprosessia; ja ymmärtää vesitaseen vaihtelua niin nykypäivänä kuin tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen vaikutuksia arvioiden.</p> <p>Työssä mitattiin ilmassa olevan hapen hyötysuhdetta liuotusprosessissa sekä lämpö- että happotaseen kautta. Tulosten perusteella voidaan esittää hyötysuhteen olevan noin 20 %. Lopullisen liuotustuloksen havaittiin parantuvan ilmasyötön kasvaessa. Tutkimuksen avulla todennettiin myös malmissa olevien metallien liuotusjärjestys eri mineraaleista sekä näytettiin nikkelin, sinkin, kobolttin ja kadmiumin takaisinsaostumisilmiö liuotuksen kuluessa. Esitettyjen reaktiomekanismien kautta pystyttiin myös todentamaan kasan turpoaminen liuotuksen edetessä. Kasan vesitasetta verrattiin työssä ensimmäistä kertaa mään ja kuivan ilmaston välillä sekä ilmastonmuutoksen tuomien mahdollisten tulevaisuuden ilmastojen perusteella.</p> <p>Tulokset toisaalta jatkavat siitä, mihin laboratoriomittakaavan testit päätyivät 1980-2010 välillä ja toisaalta todentavat suuremman mittakaavan ilmiötä. Esimerkiksi tutkimuksessa näytettiin, että hapen kulutus prosessissa on merkittävästi alhaisempi kuin aiemmat laboratoriomittakaavan tutkimukset antoivat ymmärtää. Myös ilman syötön merkittävyyden havaittiin korostuvan suuressa tuotantomittakaavassa. Saavutettujen tulosten perusteella kasan liukenemiskäyttäytyminen tunnetaan paremmin. Lisäksi tulosten avulla pystytään nyt paremmin arvioimaan tuotantomittakaavan toiminnan tarpeita, etenkin ilman ja hapen tarpeen suhteen.</p>
<b>Väitöskirjan ala</b>	Materiaalien prosessointi
<b>Väittelijä ja väittelijän yhteystiedot</b>	Diplomi-insinööri Antti Arpalahti antti.arpalahti@terrafame.fi
<b>Väitöksen ajankohta</b>	5.11.2021 klo 12
<b>Etäväitöksen osoite</b>	<a href="https://aalto.zoom.us/j/67206760412">https://aalto.zoom.us/j/67206760412</a>
<b>Paikka</b>	Aalto-yliopiston kemian tekniikan korkeakoulu, Aluminium-sali, Vuorimiehentie 2, (sisäänkäynti 2K ovesta) Espoo
<b>Vastaväittäjä(t)</b>	Professori Yongxiang Yang, Delft University of Technology, Hollanti
<b>Valvoja</b>	Professori Mari Lundström, Aalto-yliopiston kemian tekniikan korkeakoulu
<b>Väitöskirjan verkko-osoite</b>	<a href="https://aalto.aalto.fi/handle/123456789/109876">https://aalto.aalto.fi/handle/123456789/109876</a>
<b>Avainsanat</b>	Kasaliuotus, nikkeli, ilmasto, lämmöntuotanto, vesitase

## Press release

## Defence on 05 November 2021

### Heap leaching of nickel sulfide ore

**Title of the doctoral thesis** Heap leaching of nickel sulfide ore

**Content of the doctoral thesis**

This thesis continues the research of heap leaching of a nickel ore from Sotkamo, Finland. Earlier, the ore has been studied in small scale, however, the current thesis focus on industrial scale operation, with hundreds of thousands of tons of raw material. The research had three main goals: to better understand the reaction mechanism in heap leaching; to observe, if adding air feed can improve the leaching; and to understand the variation of water balance today in regards to weather, but also with the future effects of climate change in mind.

In this work the efficiency of oxygen from air was measured both via heat and acid balance, and it was shown to be approximately 20%. Better leaching result were achieved with extra aeration to the heap. The order of metal leaching from the ore could also be presented and the re-precipitation of nickel, zinc, cobalt and cadmium was proven. The reaction mechanisms suggested show that there occurs swelling during the progress of heap leaching. For the first time, heap leaching water balance was compared between arid and wet zones and with climate change scenarios for the future.

The results continue from where the laboratory studies conducted between 1980 and 2010. Now, large-scale phenomenon could be shown for the first time. For example, a clearly lower acid consumption was achieved in comparison to previous laboratory tests. Also, the significance of air feed was amplified at the large-scale tests. The achieved results help estimating the production scale operation needs, specifically the needs of air and acid.

**Field of the doctoral thesis** Processing of Materials

**Doctoral candidate and contact information** M.Sc. (Tech.) Antti Arpalahti  
antti.arpalahti@terrafame.fi

**Defence date and time** 05 November 2021 at 12 o'clock

**Remote defence** <https://aalto.zoom.us/j/67206760412>

**Place of defence** Aalto University School of Chemical Engineering, Lecture hall Aluminium, Vuorimiehentie 2, (entry via door 2K) Espoo

**Opponent(s)** Professor Yongxiang Yang, Delft University of Technology, the Netherlands

**Custos** Professor Mari Lundström, Aalto University School of Chemical Engineering

**Link to electronic thesis** <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/109876>

**Keywords** Heap leaching, nickel, aeration, heat generation, water balance