

# PIENKAIVOSTOIMINTA LAPISSA

Ojuva Jari

Opinnäytetyö  
Tekniikka ja liikenne  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikka ja liikenne  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Jari Ojuva	Vuosi	2018
<b>Ohjaaja</b>	Jouko Karinen		
<b>Toimeksiantaja</b>	Kemin Digipolis Oy		
<b>Työn nimi</b>	Pienkaivostoiminta Lapissa		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	56 + 4		

---

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Kemin Digipolis Oy. Opinnäytetyö oli osa Arctic Business Concept (ABC)-hanketta, jossa oli tarve kartoittaa pienkaivostoiminnan edellytyksiä Lapissa. Opinnäytetyön tarkoitus oli toimia pienkaivostoiminnan oppaana ja auttaa pienkaivannaisalan yrittäjiä hahmottamaan sen laajan kokonaisuuden, mitä pienkaivostoiminnan käynnistäminen edellyttää. Tiedot perustuvat julkisiin lähteisiin ja asiantuntijahaastatteluihin.

Työssä esiteltiin Lapissa sijaitsevia, toiminnassa olevia kaivoksia ja kaivosprojekteja. Samalla tarkasteltiin niiden suuruusluokkaa ja sitä, mitkä niistä kirjautuvat pienkaivostoimintaan. Lisäksi työ sisälsi tiedot keskeisistä pienkaivostoiminnan laki-, lupa- ja prosessikuvauksista. Pienkaivoksia koskevat samat lait ja luvat kuin isoja kaivoksia. Työssä myös arvioitiin, mitkä kaivosprosesseista soveltuvat mahdollisesti pienkaivosteollisuuteen.

Saattopora-case esitteli Kittilän kunnan alueella sijaitsevan suljetun kaivoksen sekä suuntaa-antavan arvion siitä, mitä kaivoksen avaaminen pienkaivostoimintana vaatisi. Tapaukseen liitettiin alustava laskelma kaivoksen kannattavuudesta huomioiden kullan markkinahinta.

Työssä todettiin, että suomalainen pienkaivostoiminta on vahvasti lakien ja säästöjen ohjaamaa. Pienkaivostoiminnan käynnistäminen voi lupaprosessien myötä viedä jopa kymmenen vuotta, minkä lisäksi se on maksullista. Ilman toimintaa helpottavia lakimuutoksia pienkaivostoiminta pysynee Suomessa tulevaisuudessakin pienimuotoisena.

Avainsanat

Pienkaivostoiminta, kaivoslaki, kaivosluvat, kaivosprosessit

School of Technology and Transport  
Degree Programme in Mechanical  
and Production  
Bachelor of Engineering

---

---

<b>Author</b>	Jari Ojuva	Year	2018
<b>Supervisor</b>	Jouko Karinen		
<b>Commissioned by</b>	Kemi Digipolis Oy		
<b>Subject of thesis</b>	Small-scale mining in Lapland		
<b>Number of pages</b>	56 + 4		

---

The commissioner of the thesis was Kemi Digipolis Oy. The thesis was part of the Arctic Business Concept (ABC) project, where was a need to chart the prerequisites of small-scale mining in Lapland. The aim of thesis was to act as a guide book for small-scale mining and help entrepreneurs in small-scale mining industry to understand the big picture of what is needed to start small-scale mining. The information is based on public sources and interviews of specialists.

Operating mines and mining projects of Lapland are introduced in the thesis. The size of the mines were also examined and analysed which of them would register as small-scale mining. The work also includes the information of the essential law, permit and process descriptions of small-scale mining. The laws and permits are similar in small and large mines. In the work it was also reviewed which of the mining processes suit possibly for small-scale mining.

Case Saattopora introduced a closed mine in the municipality of Kittilä and a directional estimate of the resources needed to open the mine again as small-scale mining. The case includes a preliminary calculation of the mines profitability taking into account the market price of gold.

In the work, it was stated that the Finnish small-scale mining is heavily guided by laws and statutes. Starting small-scale mining is costly and can take even ten years because of the permit processes. Without helpful amendments it would seem that the small-scale mining will stay minimal in the future.

Key words                      small-scale mining, mining laws, mining permits, mining processes

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	TUTKIMUSMENETELMÄT .....	10
2.1	Toiminnallinen opinnäytetyö .....	10
2.2	Julkiset tietolähteet .....	10
2.3	Asiantuntijahaastattelut.....	11
3	LAPISSA TOIMIVAT KAIVOKSET JA MENEILLÄÄN OLEVAT KAIVOSHANKKEET .....	13
3.1	Kaivokset.....	13
3.1.1	SMA Mineral.....	13
3.1.2	Kevitsan kaivos .....	14
3.1.3	Suurikuusikon kaivos.....	14
3.1.4	Kemin kaivos.....	15
3.2	Merkittävimmät kaivoshankkeet .....	16
3.2.1	Kutuvuoma .....	16
3.2.2	Hannukainen .....	17
3.2.3	Sakatti .....	17
4	PIENKAIVOSTEN LAINSÄÄDÄNTÖ .....	19
4.1	Varaus .....	19
4.2	Malminetsintälupa .....	19
4.3	Kaivoslupa .....	21
4.3.1	Luvan hakeminen .....	23
4.4	Kaivosturvallisuuslupa .....	25
4.4.1	Yleissuunnitelma .....	25
4.4.2	Riskien arviointi .....	26
4.4.3	Toimintaperiaateasiakirja.....	28
4.4.4	Sisäinen pelastussuunnitelma .....	29
4.5	Kullanhuuhdentalupa .....	30
4.6	Sosiaalinen toimilupa .....	31
4.7	Korvaukset.....	31
4.8	Kaivostoiminnan lopettaminen .....	33
5	KAIVOSPROSESSIT .....	35

---

5.1	Malminetsintämenetelmät .....	35
5.2	Louhintamenetelmät .....	38
5.2.1	Avolouhinta .....	39
5.2.2	Maanalainen louhinta .....	40
5.3	Hienonnus .....	46
5.3.1	Murskaus .....	46
5.3.2	Jauhatus .....	47
5.4	Rikastus.....	48
5.4.1	Painovoimaerotus.....	49
5.4.2	Vaahdotus.....	49
5.4.3	Magneettinen erotus.....	50
6	SAATTOPORA-CASE .....	52
7	POHDINTA.....	53
	LÄHTEET .....	54
	LIITTEET .....	56

## ALKUSANAT

Haluan kiittää Kemin Digipolis Oy:tä, joka mahdollisti tämän työn tekemisen. Haluan kiittää myös ohjaajia yrityksen puolelta: Tapani Ruokojärveä ja Teemu Saralampea, jotka ovat auttaneet ja tukeneet työn edetessä. Kiitos kuuluu myös Jouko Kariselle, joka toimi ohjaajani tässä työssä Lapin ammattikorkeakoulun puolelta. Kiitokset kuuluvat myös kaikille, jotka ovat auttaneet tai tukeneet työtäni sen edetessä.

Rovaniemellä 16.9.2018

*Jari Ojuva*

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ABC	Arctic Business Concept
GTK	Geologian tutkimuskeskus
Mt	Miljoonaa tonnia
ppm	Parts-per million

## 1 JOHDANTO

Pienkaivostoiminnalla tarkoitetaan pienen mittakaavan toimintaa, jossa ei käytetä yhtä kehittynyttä teknologiaa tai laitteisto on vähäisempää kuin suuren mittakaavan toiminnassa (Mining Facts 2018). Pienen mittakaavan toiminta tarkoittaa pientä yritystä, pienimillään jopa mikroyritystä. Yksinkertaista teknologiaa käytetään enemmän Afrikan kaivosteollisuudessa - jopa kyseenalaisia tekniikkoja, jotka ovat Suomessa kiellettyjä (Peronius 2018). Suomessa ei voida erottaa pientä ja suurta kaivosta teknologian avulla. Pienessä kaivoksessa on kuitenkin vähemmän laitteistoa ja siellä saatetaan käyttää vain kahta tai kolmea kaivinkonetta, kun suuren mittaluokan kaivoksissa niitä voi olla kymmeniä ja lisäksi useita dumppereita.

Työn tavoitteena on tehdä selvitys pienkaivostoiminnasta Suomessa. Valmis opinnäytetyö vastaa kysymykseen ”Miten perustetaan pienkaivos Suomessa?” Työssä perehdytään olemassa oleviin pienkaivoksiin, keskeiseen lainsäädäntöön ja kaivosprosesseihin. Valmis selvitys antaa yrityssijoittajille ja yrityksille kokonaiskuvan pienkaivoksen perustamisedellytyksistä Suomessa. Työhön liitetään teoreettinen laskelma resursseista sekä lyhyt selvitys Saattoporan kaivoksen uudelleenavaamisesta pienkaivostoimintana.

Työ on sidottu Arctic Business Concept (ABC)-hankkeeseen. ABC-hankkeen tarkoituksena on tukea kaivannaistoimialalla ja teollisuudessa olevien pk-palveluyritysten kasvua sekä kilpailukykyä. Hanke on ollut käynnissä vuodesta 2015 asti ja loppuu vuoden 2018 syksyllä. ABC-hankkeen aikana on herännyt kysymyksiä pienkaivosteollisuuteen liittyen. Tämän vuoksi päätettiin tehdä pienkaivosselvitys opinnäytetyön muodossa Lapin ammattikorkeakoulun kanssa.

Pienkaivos luokitellaan PK-yritykseksi. PK-yritys työllistää vähemmän kuin 250 työntekijää ja vuositason liikevaihto on enimmillään 50 miljoonaa euroa. Ero keskisuurten ja pienten yritysten välille voidaan asettaa työntekijämäärän ja liikevaihdon avulla. Pieni yritys työllistää vähemmän kuin 50 henkeä ja sen vuositason liikevaihto on enimmillään 10 miljoonaa euroa. (Tilastokeskus 2018.)



Pienkaivoksen perustaminen edellyttää tietoja kaivosalan lainsäädännöstä, erilaisista rikastustekniikoista eri mineraaleille, louhintamenetelmistä ja kaivostoinnin kannattavuudesta. Tässä työssä esitellään edellä mainituista aiheista oleelliset osa-alueet, jotka täytyy ottaa huomioon pienkaivosta perustaessa.

## 2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Luvussa esitellään opinnäytetyön tyyli sekä minkälainen kokonaisuus toiminnallinen opinnäytetyö on. Lähteet jakautuvat julkisiin lähteisiin sekä asiantuntija-haastatteluihin. Julkiset lähteet esitellään tietopohjaltaan sekä miten niitä käytetään. Asiantuntijahaastatteluilla on tarkoitus täydentää julkisten tietolähteiden sisältöä.

### 2.1 Toiminnallinen opinnäytetyö

Opinnäytetyön tyyppi on toiminnallinen opinnäytetyö. Toiminnallinen opinnäytetyö on työelämälähtöinen kehittämistyö, jonka tarkoituksena on luoda jokin konkreettinen lopputulos. Lopputulos voi olla kirja, ohjeistus, opas, näyttely tai jokin muu käytännönläheinen kokonaisuus. (Virtuaaliammattikorkeakoulu 2018.)

Toiminnallinen opinnäytetyö on yleensä kokonaisuus, jossa on kaksi osaa. Ensimmäinen osa sisältää produktin eli toiminnallisen osuuden, toinen osa taas opinnäytetyön dokumentoinnin ja arvioinnin käyttäen tutkimusviestinnällisiä keinoja. Tämän tyyppinen opinnäytetyö rakentuu ammattiteorian ja sen tuntemuksen ympärille. (Virtuaaliammattikorkeakoulu 2018.)

Tutkimus on toiminnallisessa opinnäytetyössä selvityksen tekemistä, mutta tästä huolimatta on edellytyksenä tekijältä kehittävä ja tutkiva ote työtä kohtaan. Tutkiva ote ilmenee opinnäytetyössä kriittisenä suhtautumisena omaan työhönsä, erilaisten ratkaisujen sekä valintojen perusteluina sekä teoreettisen lähestymistavan perusteltuna valintana. Tietoperustan ja viitekehyksen rakentumista ohjaa työn teoreettinen lähestymistapa. (Virtuaaliammattikorkeakoulu 2018.)

### 2.2 Julkiset tietolähteet

Työhön vaadittavaa yhtenäistä ja ymmärrettävää lopputulosta ei pystytä kokoaan vain muutaman eri lähteen tiedoista. Tietojen kokoamiseen tarvitaan useampia eri lähteitä ja menetelmiä. Tiedot kerätään kaikista tuoreimmista lähteistä, jotta ne olisivat ajankohtaisia.

Oleellinen osa työtä on Suomen lainsäädännön tunteminen. Kaivosteollisuutta koskeva lainsäädäntö löytyy luotettavista internet-lähteistä, jotka ovat Finlex ja Edilex. Lähteet pidetään päivitettyinä, joten ne ovat kaikista ajankohtaisimmat esimerkiksi kaivoslakia tulkittaessa. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto vastaa kaivoslain luvista ja valvonnasta (Tukes 2018b). Tukesin sivuilta löytyy paljon lupasioihin liittyvää tietoa, jota voidaan hyödyntää.

Erilaisista prosesseista, kuten rikastuksesta ja louhinnasta, saadaan tietoa kaiva.fi-verkkosivustolta, yrityksen omista dokumenteista sekä ”Kaivos- ja louhintatekniikka” –teoksen uusimmasta painoksesta. Kaiva.fi-sivuston sisällöstä löytyy perustietoa mineralogiasta, kaivannaisten hyödyntämisestä ja käyttökohteista.

Yhtenä tärkeänä pohjaraporttina toimii vuoden 2012 toimialakatsaus Suomen kaivostoimintaan. Raportti käsittelee kaivostoiminnan laajuutta vuonna 2012 Suomessa. Raportin pääpaino on koko kaivostoiminnassa, mutta myös pienkaivostoiminnasta löytyy mainintaa ja hieman tietoa. Tämä raportti on saatu yritykseltä itseltään ja se on myös hyvin kattava tietopohjaltaan. Raporttia käyttäessä täytyy kuitenkin verrata miten säädökset ovat muuttuneet viiden vuoden aikana.

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisema toimialaraportti ”Kaivosalan tilanne ja näkymät” sisältää ajankohtaisimmat tiedot suomalaisesta kaivannaisteollisuudesta. Raportissa listataan toiminnassa olevat kaivokset ja kaivoksiin liittyvät hankkeet. Raportista ilmenee myös, millaiset ovat Suomen kaivosteollisuuden tulevaisuudennäkymät.

### 2.3 Asiantuntijahaastattelut

Asiantuntijahaastattelut ovat keskeinen osa työn tiedonkeruuta ja ne täydentävät julkisia lähteitä. Haastattelut toteutetaan valmiiksi hahmotellun kysymyslomakkeen avulla. Valmiit haastatteluaineistot analysoidaan huolellisesti.

Haastateltavat asiantuntijat ovat toimineet pitkään kaivosteollisuuden parissa, joten heiltä saatava tieto on sisällöllisesti merkittävää ja työn muuta aineistoa tarkentavaa. Haastatteluiden avulla pyritään erityisesti täydentämään mahdollisesti

puuttuvia tietoja ja saamaan tarkennuksia julkisten lähteiden herättämiin kysymyksiin. Haastateltavat asiantuntijat ovat geologi, kullankaivajaliiton toiminnanjohtaja Antti Peronius ja geologi Jouko Pakarinen.

### 3 LAPISSA TOIMIVAT KAIVOKSET JA MENEILLÄÄN OLEVAT KAIVOSHANKKEET

Tässä luvussa esitellään Lapissa toimivat kaivokset sekä menossa olevat kaivos-hankkeet.

#### 3.1 Kaivokset

PK-yrityksen määritelmän mukaan pienkaivoksen rajana pidetään korkeintaan 50 työntekijää. Rajaukseen sopii Lapin alueella ainoastaan SMA Mineralin kalkkikaivos. Loput kaivokset Lapissa ovat kokoluokaltaan suurempia ja työllistävät satoja henkilöitä. Suurkaivoksia ovat mm. Kevitsan kaivos, Suurikuusikon kaivos ja Kemmin kaivos.

Pienkaivostoiminta on Lapissa ja Suomessa vähäistä, mikäli kullanhuuhdontaa ei lasketa. Jos kullanhuuhdonta huomioidaan, pienkaivostoiminta keskittyy pohjoiseen. Niin kauan kun pienkaivostoiminta keskittyy irtomaassa olevaan jalometalliin, ovat kustannukset kohtuulliset jopa nollassa lähtiessä. Arvomineraalin ollessa kiinni kovassa kivessä siirtyy toiminta vaikeammaksi lupa-asioiden kanalta ja kustannukset kasvavat huomattavasti. Tämän vuoksi pienkaivostoiminta Suomessa keskittyy pitkälti kullanhuuhdontaan. (Peronius 2018.)

##### 3.1.1 SMA Mineral

SMA Mineralin kalkkilouhos sijaitsee Tornion Kalkkimaassa. SMA Mineralin liikevaihto vuonna 2016 oli noin 38 miljoonaa euroa ja yhtiö työllisti 32 henkilöä. Louhos tuottaa dolomiittia sekä kivimurskaa. Dolomiittia valmistetaan ensin louhimaalla se irti kalliosta, jonka jälkeen se murskataan hienommaksi ja lopuksi vielä jauhetaan hienojakoiseksi. Tämän jälkeen dolomiitti jalostetaan poltetuksi dolomiitiksi. Käyttö on monipuolista ja sitä voidaan hyödyntää eläinrehuna, kasvuturpeena, asfalttina, veden ja savukaasujen puhdistuksessa, maataloudessa sekä rakennusteollisuudessa. Pohjoismaiden suurin tunnettu dolomiittiesiintymä sijaitsee Kalkkimaan alueella. Esiintymä sisältää noin 750 Mt dolomiittia. (SMA Mineral 2018.)

### 3.1.2 Kevitsan kaivos

Kevitsan kaivos sijaitsee Sodankylän kunnassa, joka on otettu käyttöön vuonna 2012. Kaivoksen osti vuonna 2016 Boliden Ab, joka on myös tämänhetkinen omistaja. Kaivos on tyypiltään avolouhos, joka ulottuu noin 500 metrin syvyyteen. Kevitsa työllistää 450 henkilöä. Vuonna 2017 Kevitsan liikevaihto oli 49 531 miljoonaa kruunua. Operatiivinen tulos oli 9015 miljoonaa kruunua. (Kujala 2018.)

Louhoksesta louhitaan vuosittain noin 7 Mt malmia ja tavoitteena on nostaa tuotanto 9,5 Mt:iin/vuosi. Tuotannon nostaminen on tavoitteena toteuttaa vuoteen 2021 mennessä. Kokonaisuudessaan louhintaa on 40–50 Mt vuodessa sisältäen malmin sekä sivukiven. Tästä määrästä rikasteita tuotetaan yhteensä noin 200 000 tonnia vuodessa. Rikasteet ovat tyypiltään nikkeli-platinaryhmän rikastetta sekä kupari-kultarikastetta. Nikkelin osuus rikasteesta on 14 000 tonnia ja kuparin 30 000 tonnia vuodessa. (Kujala 2018.)

Vuosina 2018–2021 tullaan Kevitsassa tekemään investointeja, jotka kokonaisuudessaan maksavat noin 150 miljoonaa euroa. Investointeja ovat mm. pääporttirakennuksen laajentaminen, täysin uusi kaivoskonekorjaamo, sivukivien läjitysalueiden laajentaminen sekä tuotannon nostamiseksi useiden prosessivaiheiden päivittäminen. (Kujala 2018.)

### 3.1.3 Suurikuusikon kaivos

Suurikuusikon kaivos sijaitsee Kittilässä ja se on Euroopan suurin kultakaivos. Kaivoksen omistaa Agnico Eagle Finland Oy. Kaivos on maanalainen kultakaivos, joka työllistää 410 henkilöä. Kaivoksessa louhitaan vuosittain noin 1,6 Mt malmia, josta saadaan rikastettua noin 6000 kg kultaa. Liikevaihto vuonna 2016 oli noin 229 miljoonaa euroa. (Agnico Eagle 2018.)

Malmion louhinta aloitettiin vuonna 2008 kahdesta avolouhoksesta, Rourasta ja Suuresta. Lokakuussa 2010 alkoi maanalainen louhinta. Avolouhinta loppui kokonaan marraskuussa 2012, ja toiminta jatkui täysin maanalaisena louhintana. Kaivoksessa louhitaan vuosittain yli 15 kilometriä uusia tunneleita, jotta rikastamon jatkuva toiminta on turvattu. Tunnelit täytetään myöhemmin pastalla, joka

koostuu rikastehiekasta sekä sementistä. Tunnelien täyttö mahdollistaa uusien, vieressä olevien malmien louhinnan turvallisesti. (Agnico Eagle 2018.)

#### 3.1.4 Kemin kaivos

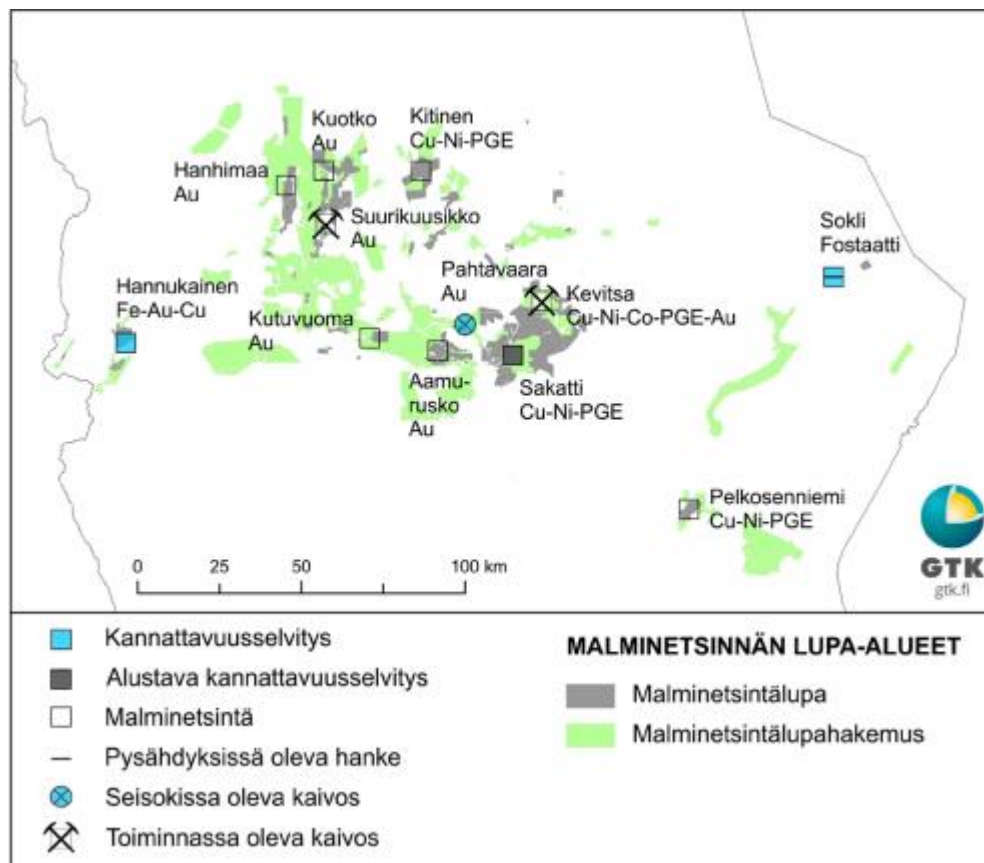
Outokumpu Chrome Oy omistaa Kemin Elijärven kaivoksen. Kaivos on erikoistunut kromimalmin louhintaan ja käsittelyyn. Kaivokselta kromiitti toimitetaan suoraan Outokumpu Oyj:n Tornion terästehtaalle, jossa sitä käytetään ruostumattoman teräksen valmistukseen. Kaivos työllistää noin 200 outokumpulaista sekä palveluntoimittajia yli 300. Kaivos on maanalainen kaivos ja sen louhinta tapahtuu eri tasoilta alhaalta ylöspäin. Malmi nostetaan nostotornin sekä kiviautojen avulla louhoksesta maanpinnalle, jossa se rikastetaan. Kaivoksessa käsitellään malmia noin 2,7 Mt vuodessa, josta noin 0,85 Mt on hienorikastetta ja noin 0,4 Mt in paririkastetta. (Salmi 2018.)

Kemin kaivos on Suomen suurin maanalainen kaivos. Tästä huolimatta sillä on minimaaliset ympäristövaikutukset. Kaivoksessa käytetään painovoimapohjaista erotusprosessia. Kivenkäsittely on mekaanista, ja rikastus toteutetaan painovoimapohjaisilla menetelmillä. Prosessissa ei käytetä lainkaan ympäristöä saastuttavia kemikaaleja. Kaivoksessa käytetään myös lähes täysin suljettua vedenkiertoa. Kaikki käytetty vesi puhdistetaan ja selkeytetään, minkä jälkeen se on valmista uudelleen käytettäväksi. (Salmi 2018.)

Kemin kaivoksen tulevaisuus on pitkä. Investointien ansiosta elinikä pitenee jopa 30 vuotta. Kaivosta on tarkoitus syventää vuoteen 2021 mennessä. Nykyinen louhinta on tapahtunut 500-tasolta ylöspäin. Deep Mine -ohjelman tarkoituksena on syventää kaivosta kilometriin asti ja aloittaa siitä louhinta ylöspäin. Laajennus tulee olemaan valmis ja kaikki infrastruktuuri käytössä vuonna 2021. Infrastruktuuri koostuu vino- ja yhteystunneleista, nostotornista sekä kuilusta, päätason tiloista ja maanalaisesta kivenkäsittelylinjasta. Nostokuilun ja tornin on tarkoitus valmistua vuoden 2019 loppuun mennessä. Nostolaitteen asentaminen ja käyttöönotto toteutetaan vuoden 2020 aikana. (Salmi 2018.)

### 3.2 Merkittävimmät kaivoshankkeet

Lapissa on käynnissä useita kaivostoimintaan liittyviä hankkeita. Työ- ja elinkeinoministeriö on tehnyt kartoituksen näistä hankkeista. Merkittävimmät kaivos-hankkeet on esitetty kuviossa 1.



Kuvio 1. Vuoden 2017 syksyllä ajankohtaiset malminetsintä- ja kaivoshankkeet Lapissa

#### 3.2.1 Kutuvuoma

Kutuvuoma sijaitsee noin 35 km kaakkoon Suurikuusikon kultakaivoksesta. Kutuvuoman alueella on tehty useita kairauksia sen kultapitoisuuden mittaamiseksi. Kairauksia alueella on tehnyt Kanadalainen Aurion Resources Ltd. Kutuvuoman pääalueelta on mitattu keskimäärin 7,3g/t kultapitoisuus ja parhaillaan jopa 11g/t. (Aurion 2018.)



Esiintymän mineralogia koostuu komatiiteista, grafiitti-sulfidiliuskeesta, hienora-keista hiekkakivistä sekä marmorista. Mineralisaatio liittyy yhteen sulfidipitoisten kvartsijuonien sekä piipitoisten metasedimenttien kanssa. Kulta esiintyy tyypillisesti kvartsijuonissa. (Aurion 2018.)

### 3.2.2 Hannukainen

Vuonna 2015 perustettu Hannukainen Mining Oy on suomalainen kaivosyhtiö. Yhtiön omistaa Tapojärvi Oy, jolla on monia vuosia pitkäjänteistä kehitystyötä takana. Hannukainen sijaitsee Kolarin kunnassa. Malmassa on kuparia, rautaa sekä hivenmäärä kultaa. Malmin rautapitoisuus on keskimäärin 32 %, kuparipitoisuus 0,2 % ja kultapitoisuus 0,1 g/t. (Hannukainen Mining 2018.)

Tällä hetkellä kaivoshanke on menossa lupavaiheessa, jonka odotetaan kestävän 3–5 vuotta. Ympäristölupahakemuksen päätöstä odotetaan vuoden 2018 ke-sän aikana. Ennen kuin kaivos voidaan avata, tulee tehdä vielä useita lisäsuunnitelmia esimerkiksi tarkennetusta louhinnasta ja prosessien yksityiskohtaisuudesta. Tarvitaan myös rakennusluvut, vesiluvat, kemikaaliluvat sekä maankäytösopimukset, jotka kuitenkin tullaan hakemaan vasta lähellä niiden toteutusajan-kohtaa. (Hannukainen Mining 2018.)

Lupahakemusten mukaan malmia tullaan louhimaan enintään 6 Mt/vuosi, josta noin 2 Mt olisi rautarikastetta ja 35 000 tonnia kupari-kultarikastetta. Markkinoi-den peruslaatuun verrattuna rautarikaste on parempilaatuista, sillä se on lähes rikitöntä. Täydellä volyymillä louhittaessa varantojen on arvioitu riittävän noin 20 vuodeksi. Toiminta-aika olisi pidempi, jos tuotantoa vähennettäisiin tai löydettäisiin uusia malmivaroja. (Hannukainen Mining 2018.)

### 3.2.3 Sakatti

Sakatti on paljon puhuttanut etenkin luonnonsuojelijoita, koska kaivos on suunnitteilla Viiankiaavan luonnonsuojelualueelle Sodankylän kuntaan. AA Sakatti Mining Oy on Anglo America Plc:n tytäryhtiö ja toimii Suomessa. (Kaivosvastuu 2018.)

Monimetalliesiintymän mineraalivarantojen on arvioitu olevan 44,4 Mt. Malmin vuotuiseksi louhintamääräksi on suunniteltu noin 1,25 - 1,75 Mt. Tällä louhintamäärällä kaivoksen elinkaari olisi yli 20 vuotta. Louhinta toteutetaan maanalaisena louhintana. Kaivoksen päätuotteina tulevat olemaan kupari- ja nikkelikaste ja niiden keskimääräiseksi vuosituotannoksi on suunniteltu noin 250 000 t/vuosi. Tuotteiden rikastusprosessina tullaan käyttämään vaahdotusta. (Ympäristöhallinto 2018.)

Hankkeen toteutuksessa on useita eri vaihtoehtoja. Vaihtoehtona on myös se, ettei hanketta toteuteta. Toteutusvaihtoehdoissa pääesiintymä ja koillisessa oleva satelliittimalmio toteutetaan maanalaisena kaivoksena. Rikastamo sekä siihen liittyvät oheistoiminnot sijoitetaan Kuusivaaran alueelle. Vaihtoehdoissa määritetään kaivoksen sisäänkäynti, joka voi olla joko Kuusivaaran alueella tai sen pohjoispuolella. (Ympäristöhallinto 2018.)

## 4 PIENKAIVOSTEN LAINSÄÄDÄNTÖ

Luvussa kuvaillaan vaiheittain, mitä lainsäädäntöä tulee huomioida kaivosta perustaessa. Lainsäädäntö pohjautuu kaivoslakiin. Lisäksi luvussa esitellään luvista aiheutuvat maksut ja korvaukset. Apua lupien ja lakien kanssa voi hankkia erilaisilta konsulttipalveluilta tai vanhoista lupahakemuksista (Pakarinen 2018).

### 4.1 Varaus

Malminetsintälupahakemusta voidaan valmistella varausilmoituksen avulla. Hakija voi tehdä varausilmoituksen kaivosviranomaisille eli Tukesille. Varauksen avulla saa etuoikeuden alueen malminetsintähakemuksen hakemiselle, mutta pelkkä varaus ei kuitenkaan oikeuta malminetsintään. Varaus tulee voimaan sillä ehdolla, että se täyttää kaivoslain vaatimukset eikä ole niiden kanssa ristiriidassa. Varauspäätös raukeaa, jos sen voimassaolo päättyy tai kaivosviranomaisen peruuttaa päätöksen. (Tukes 2018b.)

Varausilmoituksesta täytyy löytyä tiedot varaajasta, alueesta johon varausta haetaan sekä valmistelevista toimenpiteistä malminetsintälupaa varten. Ilmoituksessa tulee olla myös luotettava selvitys tutkimussuunnitelman laatimisesta sekä aikataulusta. Varausilmoituksen täytyy koskea aluetta, joka on uusi. Varausta ei saa hakea kullanhuuhdonta-alueeseen, kaivosalueeseen tai malminetsintäalueeseen. Varaus ei saa myöskään kohdistua alueeseen, jossa on aikaisempi varaus, jonka voimassaoloaika ei ole vielä rauennut tai viranomaisen ei ole peruuttanut edellistä varausta. Varaus on korkeintaan voimassa 24kk siitä hetkestä kun varausilmoitus on tehty. (Kaivoslaki 621/2011.)

### 4.2 Malminetsintälupa

Malminetsintälupaa hakiessa etuoikeus on sillä, joka on hakenut lupaa ensimmäisenä. Lupaa voi valmistella tekemällä alueelle ensin varauksen. Malminetsintäluvasta vastaa kaivosviranomaisen eli Tukes. Tukes tarjoaa valmiin sähköisen lomakkeen pdf-muodossa, josta löytyy valmiiksi lain edellyttämät kohdat. Hakemuksen ollessa riittämätön voidaan toinen varausta hakenut hakija siirtää etusijalle. (Tukes 2018b.)

Kaivoslain mukaan hakemuksessa pitää esittää seuraavat asiat:

- luotettava selvitys hakemuksen hakijasta ja hakijan taustoista, jotka edellyttävät hänet toimintaan jota luvassa haetaan
- luotettava selvitys alueesta, sen käyttöä rajoittavista tekijöistä ja kaavoitustilanteesta
- luotettava selvitys asianosaisista, joiden oikeutta, velvollisuutta tai etua lupa saattaa koskea
- alustava arvio alueella olevista mineraaleista ja perustelut niiden arvioon
- suunnitelmat, jotka koskevat alueelle kohdistuvaa toimintaa
- toiminnasta aiheutuvat ympäristö-, sekä muut vaikutukset ja toimintojen laajuus ja laatu
- selvitys toiminnan lopettamisesta ja siihen liitoksissa olevista toimenpiteistä, kuin myös suoritettavista jälkitoimenpiteistä. (Kaivoslaki 621/2011 § 34.)

Lupahakemukseen tulee liittää kaikki viranomaisten asiakirjat, todistukset ja rekisterinotteet, joiden avulla varmennetaan kaikkien hakemuksessa esitettyjen tietojen sekä säädösten huomioon ottaminen. Tarvittaessa liitetään mukaan selvitys toiminnan vaikutuksesta ympäristöön sekä yhteysviranomaisten perusteltu päätelmä vaikutuksista, jos toiminta vaikuttaa johonkin suojeltuun alueeseen. Liitteinä tulee olla myös tiivistelmä hakemuksesta ja siinä olevien liitteiden tiedoista. (Kaivoslaki 621/2011 § 34.)

Malminetsintäluvan avulla sen haltija voi suorittaa omalla, sekä luvan puitteissa myös toisen maalla geologisia tutkimuksia. Haltija voi tutkia alueen geologisia rakenteita sekä mineraalikoostumuksia. Lupa myös oikeuttaa haltijaa valmistelemaan kaivostoiminnallisia tutkimuksia sekä tarkentamaan malmiesiintymää niin että sen laajuus, laatu ja hyödyntämiskelpoisuus saadaan selvitettyä. Haltijalla on oikeus rakentaa väliaikaisia rakennelmia tai kuljettaa niitä muualta, jos ne ovat tutkimuksien kannalta tarpeellisia. Toiminnat tulee suorittaa malminetsintäluvan mukaisesti. (Tukes 2018b.)

Malminetsintälupa ei kuitenkaan anna haltijalle oikeutta vielä hyödyntää esiintymää millään tavalla. Lupa antaa haltijalle kuitenkin etuoikeuden kaivoslupan hankintaan alueelle. Vasta kaivosluvalla voidaan esiintymää hyödyntää taloudellisesti. Malminetsinnässä tulee selvittää esiintymä mahdollisimman tarkoin, jotta prosessi voi jatkua kaivoslupan hankintaan. Malminetsintälupa ei aseta minkäänlaisia rajoituksia tai vaatimuksia, miten maanomistaja voi käyttää tai määrätä aluettaan. (Tukes 2018b.)

### 4.3 Kaivoslupa

Kaivostoiminnan harjoittamiseen sekä perustamiseen tarvitaan kaivoslupa. Kaivoslupa oikeuttaa hyödyntämään kaivosalueella olevat kaivosmineraalit. Kaivoslupa oikeuttaa myös hyödyntämään kallio- ja maaperään kuuluvia aineita siltä osin kun niiden käyttö on alueen kaivostoiminnalle tarpeellista. Lupa oikeuttaa hyödyntämään sivutuotteena syntyvät orgaanisen ja epäorgaanisen materiaalin, ylijäämäkiven ja rikastushiekan. Kaivoslupan nojalla voidaan myös jatkaa malminetsintää alueella. Toimintaa varten on myös hankittava erillinen kaivosturvallisuuslupa, joka tullaan esittelemään seuraavassa luvussa. (Tukes 2018b.)

Esiintymän tulee olla kooltaan, pitoisuudeltaan ja teknisiltä ominaisuuksiltaan hyödyntämiskelpoinen kaivoslupan myöntämiseksi. Esiintymää voidaan pitää riittävänä, jos siitä saatavat tulot kattavat käyttökustannukset ja takaavat vaadittavan tuoton toimintaan sijoitetulle pääomalle. Louhinta- ja rikastustekniset ominaisuudet ovat tärkeimmät arvioitavista teknisistä ominaisuuksista. Painavien perusteiden puitteissa kaivoslupaa ei saa hakijalle myöntää. Perusteita ovat hakemuksen käsittelyn yhteydessä selvinneet syyt, joiden mukaan hakijalla ei ole edellytyksiä tai tarkoitusta huolehtia kaivostoiminnan aloittamisesta. Hakija voi olla myös aikaisemmin laiminlyönyt velvollisuuksia kaivoslakiin liittyen. Laiminlyöntejä tarkastellessa tulee niistä huomioida niiden kesto ja toistuvuus, niistä aiheutuneiden vahinkojen määrä sekä niiden suunnitelmallisuus. (Tukes 2018b.)

Kaivosalueen tulee olla yksi yhtenäinen kokonaisuus. Alueen tulee olla muodoltaan ja suuruudeltaan sellainen, että kaivostoiminnan sijoittamista ja kaivostekniikka sekä turvallisuutta koskevat vaatimukset täyttyvät. Kaivosalue ei saa olla

suuruudeltaan isompi kuin mitä kaivostoiminta edellyttää ottaen huomioon esiintymän laajuuden sekä laadun. Kaivoksen apualueeksi voidaan saada kaivosalueen vieressä sijaitseva alue, joka on välttämätön kaivostoiminnan kannalta. Aluetta voidaan käyttää esimerkiksi teiden, voima- tai vesijohtojen, viemäreiden, vesien käsittelyn, kuljetuslaitteiden tai pinnasta louhittavan kuljetusväylän hyödyntämiseen. Kaivosalueen sekä siihen liittyvän apualueen sijainti on suunniteltava niin, että kokonaiskustannukset huomioiden ei saa aiheutua kohtuudella vältettävissä olevaa yleisen tai yksityisen edun loukkausta. (Tukes 2018b.)

Kaivostoimintaa varten tarvittava omistus- tai käyttöoikeus alueeseen voidaan hankkia normaalisti sopimusteitse tai hakea kaivosalueenastuslupaa valtioneuvokselta. Valtioneuvosto voi myöntää lunastusluvan, jos kaivoshanke on yleisen tarpeen vaatima. Tarvetta arvioidaan paikallis- ja aluetaloudellisten sekä työllisyysvaikutusten ja yhteiskunnan raaka-ainehuollon tarpeen perusteella. (Tukes 2018b.)

Kaivoslupa on voimassa toistaiseksi. Luvan määräyksiä voidaan tarkistaa kymmenen vuoden välein. Perustelluin syin voidaan lupa myöntää myös määräajaksi. Kaivosluvan ollessa määräaikainen voi se olla voimassa enintään kymmenen vuotta päätöksestä. Luvalle voidaan myöntää jatkoa kymmenen vuotta kerrallaan tai toistaiseksi. Kaivoslupa raukeaa automaattisesti määräajan kuluessa. Lupaviranomainen voi päättää, että lupa raukeaa, jos luvanhaltija ei ole aloittanut kaivostoimintaa tai kaivostoiminnan aloittamiseen johtavaa valmistelevaa työtä määräajan kuluessa. Viranomaisen voi myös päättää, että lupa raukeaa, jos kaivostoiminta on ollut yhtäjaksoisesti keskeytynyt viisi vuotta luvanhaltijasta riippumattomista syistä. Viranomaisen voi kahdesti lykätä luvan raukeamista ja enintään 10 vuotta kerrallaan. (Tukes 2018b.)

Luvanhaltijan tulee hankkia alue haltuunsa viiden vuoden kuluessa, tai viranomaisen päätöksestä lupa raukeaa. Luvanhaltija on velvollinen tekemään ilmoituksen, mikäli kaivostoiminta loppuu alueella. (Tukes 2018b.)

#### 4.3.1 Luvan hakeminen

Kaivoslupaa haetaan kaivosviranomaiselta eli Tukesilta. Luvan täytyy täyttää samat kriteerit kuin malminetsintäluvan 34§ nojalla. Hakemuksen tulee myös sisältää tarkempia tietoja valtioneuvoston asetuksen kaivostoiminnasta mukaisesti. Kaivoslain 34§ lisäksi tulee kaivoslupahakemuksessa esittää seuraavat asiat:

- tiedot hakijasta
- maantieteellinen sijainti kaivosalueesta sekä apualueesta, johon on liitetty kiinteistöjen ja muiden rekisteriyksiköiden nimet ja tunnuksat
- kaivosalueen sekä apualueen kokonaispinta-ala ja jokaisen kiinteistön pinta-ala vähintään 0,1 hehtaarin tarkkuudella
- asiat, jotka vaikuttavat kaivosalueen sekä siihen liittyvän apualueen määräytymiseen
- selvitys alueen malminetsinnöistä, jotka todistavat alueella olevan niin runsaasti kaivosmineraaleja, että sen hyödyntäminen on taloudellisesti kannattavaa
- selvitys kaivoshankkeen rahoitussuunnitelmasta
- kiinteistöjärjestelmästä tiedot kaivosalueen sekä apualueen kiinteistöjen omistajista ja muista henkilöistä ja yhteisöistä, joita kaivosluvan myöntäminen voi koskea
- teknisten perusratkaisujen selvitys kaivostoimintaan liittyen, joita ovat: louhintatapa ja muut perusratkaisut, louhosten mitoitus ja suunnitteluperusteet sekä poikkileikkauskuvat, kaivostoiminnan tarvitseman vedenkäytön suunnitelma, viemäreiden, teiden ja sähkölinjojen sijoittaminen sekä muut oleelliset asiat
- selvitys kaikista toimenpiteistä, joiden avulla varmistetaan, ettei kaivostoiminnassa tapahdu kaivosmineraalien tuhlausta eikä kaivoksen tulevaa käyttöä vaaranneta tai tehdä hankalammaksi
- arvio kaivostoiminnan vaikutuksista yksityisiin sekä yleisiin etuihin

- selvitys toimenpiteistä, joilla kaivostoiminnasta aiheutuvia haitallisia vaikutuksia on tarkoitus vähentää tai poistaa kokonaan
- selvitys toimenpiteistä, joiden avulla kaivos lopetetaan ja niiden alueellisesta ulottuvuudesta
- selvitys rakennuksia koskevista toimenpiteistä kaivostoiminnan päätyttyä
- jälkihoitotoimenpiteiden tavoitteet ja niiden sisältö
- selvitys, miten aluetta voidaan hyödyntää tulevaisuudessa
- arvio kustannuksista ja aikataulusta, jotka tarvitaan lopettamistoimenpiteisiin
- kaivostoiminnan aloitusajankohta sekä hakijan ehdotus kaivosalueen nimeämiseksi. (Valtioneuvoston asetus kaivostoiminnasta 2012/391 16§.)

Kaivoslain 34§ säädösten lisäksi täytyy kaivoslupahakemukseen liittää seuraavat asiat:

- Maastokartta- tai ilmakuvapohja valtakunnallisessa koordinaatistossa ja oikeassa mittakaavassa, johon on piirretty viivoin ajankohtainen kiinteistöjaotus, rakennukset ja lupaan vaikuttavat esteet ja niiden nimeäminen tarpeen mukaan
- Tiedosto, josta selviää kaivosalueen rajat, kaivosalueen ja siihen rajautuvan alueen kiinteistöjaotuksen ja mahdolliset luvan esteet, jotka on sijoitettu valtakunnalliseen koordinaatistoon
- Hakijan virkatodistus tai kaupparekisteriote
- Kartta, joka näyttää lupaan kohdistuvan alueen sekä apualueen sijainnin ja niiden suhteen muihin alueiden käyttöön siten kun kaivoslain 47§:n 4 momentissa edellytetään. (Valtioneuvoston asetus kaivostoiminnasta 2012/391 17§.)

Kaivoslain 47§ 4 momentin edellytykset ovat seuraavat: Kaivostoiminnan täytyy perustua maankäyttö- ja rakennuslain mukaiseen kaavaan, tai kaivostoiminnasta



aiheutuvat vaikutukset tulee selvittää riittävän tarkasti yhteistyössä kunnan, maakunnan liiton ja elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskuksen kanssa. (Kaivoslaki 2011/621 47§.)

#### 4.4 Kaivosturvallisuuslupa

Kaivokseen perustamiseen ja sen tuotannon aloittamiseen tarvitaan myös kaivosturvallisuuslupa. Lupaa haetaan Tukesilta. Lupahakemukseen tulee liittää:

1. hakijan nimi, yhteistiedot ja kotipaikka
2. tiedot alihankkijoiden kautta teetettävistä toimenpiteistä; kaivoksen rakentamisen aikataulu
3. hakijan kaupparekisteriote tai virkatodistus; riskien arviointi; yleissuunnitelma
4. sisäinen pelastussuunnitelma
5. toimintaperiaateasiakirja ja tiivistelmä hakemuksesta sekä siinä olevista liitteistä.

Tukes pyytää myös uusilta kaivoksilta lausunnot lupahakemuksesta, esimerkiksi säteilyturvakeskukselta ja työsuojelu- ja pelastusviranomaisilta, tai tahoilta, jotka katsotaan tarpeelliseksi hakemusta käsitellessä. (Tukes 2018a.)

##### 4.4.1 Yleissuunnitelma

Lupahakemukseen liitetään yleissuunnitelma, jonka tulee sisältää seuraavat tiedot perusteluineen, mikäli ne ovat tarpeellisia:

- kaivosalueelle sijoitettavaa infrastruktuuria koskeva suunnitelma; kaivoksen rakentamista koskeva suunnitelma
- käytettävät louhintamenetelmät sekä louhosten täyttö ja siinä käytettävät täyttömateriaalit
- esiintymän kalliotekninen sekä geologinen kuvaus
- pohja- sekä pintavesien järjestelyt
- kaikkien avolouhosten sekä maanalaisten louhosten rajat

- ilmanvaihdon sekä veden poiston järjestelyt kaivoksessa; korjaamo- sekä huoltotilat ja räjähdetäine- sekä muut varastot
- valaisu-, lämmitys-, sähkönjakelu sekä viestintäjärjestelmät ja yhteydet
- kaikkien rakennusten sijainti maanpäällä, jotka liittyvät kaivosalueeseen.

Tukes voi myös vaatia muita lupaharkinnan kannalta tärkeitä asioita selvitettäväksi suunnitelmassa. (Tukes 2018a.)

#### 4.4.2 Riskien arviointi

Kaivostoiminnan harjoittajan on oleellista selvittää ja tunnistaa turvallisuutta vaarantavat tekijät sekä arvioida riskien merkitykset. Riskien tunnistaminen ja arviointi tulee olla kirjallisesti laadittu sekä liitettynä turvallisuuslupahakemukseen. Arviointi alkaa tavoitteiden määrittelyllä sekä riskianalyysimenetelmän ja sen tekijän tai tekijöiden valinnalla. Prosessin tarkoituksena on tunnistaa turvallisuutta vaarantavat tekijät kyseisessä kaivoksessa sekä määrittää riskien todennäköisyys ja toteutuessaan siitä aiheutuvat seuraukset ja niiden vakavuus. Todennäköisyyden ja vakavuuden avulla saadaan selville riskin suuruus. Näin saadaan kartoitettua riskien suuruusluokat, joiden ollessa liian suuri tulee riskiä pyrkiä pienentämään toimenpiteillä. Varsinainen arvioinnin tekeminen ei vielä vähennä riskejä, vaan sen tekevät toimenpiteet jotka suoritetaan riskin pienentämiseksi. Kaikki riskit tulee saada hyväksyttävälle tasolle, mikäli se on mahdollista. (Tukes 2018b.) Esimerkiksi pölyn ja muiden ilmateitse liikkuvien hiukkasten aiheuttamia seurauksia voidaan pienentää hengityssuojaimien avulla kaivoksessa työskennellessä. Riskien arviointi etenee alla olevan kuvion 2 mukaan.



Kuvio 2. Riskien arvioinnin vaiheet (Tukes 2018a.)

Kaivosturvallisuutta vaarantavat tekijät vaihtelevat kaivoksesta riippuen. Kaivoksen toiminta ja olosuhteet muuttavat tekijöitä. Riskejä voidaan arvioida esimerkiksi seuraavilta osa-alueilta: liikenne ja kaivoskoneet, erilaisten kemikaalien ja räjähteiden käsittely ja varastointi sekä erilaiset työhygieeniset olosuhteet kuten melu, pöly, säteily, epäpuhtaudet, valaistus ja happipitoisuus. Ulkopuoliset alihankkijat ja urakoitsijat voivat myös aiheuttaa erilaisia riskejä, jotka tulee huomioida osa-alueena. Putoamisvaarat ovat myös yleisiä kaivoksen ympäristössä. (Tukes 2018a.)

Kaivosturvallisuuden vaarantavista riskeistä osa voi olla arvioituna jo esimerkiksi ympäristöriskien tai muiden riskien kanssa. Riskien hallinnassa tärkeämpää on, että toiminta otetaan kokonaisuutena huomioon. Kaivosturvallisuutta arvioidessa tulee erityistä huomiota kiinnittää kaivoksen rakenteelliseen turvallisuuteen ja kalliomekaanisiin olosuhteisiin. Näitä ei välttämättä ole huomioitu tehtäväkohtaisissa riskinarvioinneissa, joten niihin tulee kiinnittää huomioita. Kalliomekaaniset olosuhteet kattavat esimerkiksi kivilajien lujuuden kalliossa, rakoilun sekä jännitystilat kalliossa. Kalliomekaaniset olosuhteet saattavat muuttua louhinnan edetessä, jolloin kallioperässä saattaa vapautua jännityksiä. Riskien arviointia tulee tästä syystä päivittää toiminnan aikana saatujen tietojen perusteella. Riskien arvioinnin

tuloksia voidaan käyttää erilaisissa koulutuksissa ja opasteissa. Arviointia voidaan myös hyödyntää pelastussuunnitelman laatimisessa ja toimintaperiaateasiakirjan tekemisessä. (Tukes 2018a.)

#### 4.4.3 Toimintaperiaateasiakirja

Kaivosturvallisuuslupahakemuksen yhtenä liitteenä täytyy olla asiakirja, jossa selostetaan onnettomuuksien ehkäisyä koskevat toiminnot kaivoksessa. Asiakirjaa kootessa täytyy esiintyvien vaarojen suuruus ottaa huomioon. Asiakirjan tulee sisältää seuraavat esiteltyt asiat.

- tiedot organisaatiosta sekä henkilökunnasta onnettomuusvaaran hallintaan liittyvine vastuineen ja koulutuksineen huomioiden myös alihankkijat
- vastuuhenkilöt ja heidän apunaan toimivat henkilöt, jotka vastaavat kaivosturvallisuudesta tulee esittää asiakirjassa
- toimintatapojen kuvaus, jolla vaaratekijöiden ja riskien suuruus arvioidaan.

Arviointien tulokset pitää pystyä ottamaan huomioon kaivoksen suunnittelussa ja tuotannollisessa toiminnassa, joten niistä täytyy tehdä selvitys, miten ne tullaan huomioimaan. (Tukes 2018a.)

Asiakirjassa tulee olla tarkka selvitys, millaista opastusta työhön ja laitteiden käynnissäpitoon annetaan. Toimintaperiaatteista tulee selvittää kuinka laajoja ohjeistukset ovat ja kuka tai ketkä ovat vastuuhenkilöt, jotka pitävät ohjeet ajan tasalla. Menettelyt, joilla varmistetaan ohjeistusten ymmärtäminen, täytyy myös selvittää, kuten myös erilaiset työlupakäytännöt sekä kunnossapitojärjestelmän kattavuus. Asiakirjassa tulee esittää eri menettelytavat muutosten suunnitteluun ja hallintaan. Muutokset pitävät sisällään kaikki muutokset organisaatiosta aina työtapoihin asti. Muutoksista täytyy selittää se, mitä niillä tarkoitetaan ja kuka vastaa muutoksista missäkin vaiheessa kuten suunnittelussa, toteutuksessa ja tarkistuksessa. Muutosten riskit tulee myös huomioida ja selvittää, miten niistä informoidaan organisaatiossa. Asiakirjassa täytyy myös kuvata miten onnettomuuksista ja läheltä -piti tilanteista ilmoitetaan ja miten niitä tutkitaan ja käsitellään organisaation sisällä. Myös keinot turvallisuusjohtamisjärjestelmän tehokkuuden arviointiin, kuten auditoinnit, pitää kuvata. (Tukes 2018a.)

#### 4.4.4 Sisäinen pelastussuunnitelma

Kaivosturvallisuuslupahakemukseen tulee liittää sisäinen pelastussuunnitelma. Sisäisestä pelastussuunnitelmasta tulee informoida ja ohjeistaa kaivoksen työntekijöitä. Kaikille tulee olla saatavilla toimintaohjeet siitä, mitä vaaratilanteessa tulee tehdä. Kaivoksessa täytyy olla vähintään kaksi poistumistietä maanpinnalle ja tarpeellisuuden mukaan myös erillisiä suojapaikkoja, jotka ovat palonkestäviä. Suunnitelma tulee päivittää vähintään kerran vuodessa, ja se on toimitettava pelastusviranomaisille. Kaivoksessa on suoritettava vähintään kerran vuodessa palo- ja pelastusharjoitus yhteistyössä viranomaisten kanssa. (Tukes 2018a.)

Sisäiseen pelastussuunnitelmaan tulee selvittää seuraavia asioita:

- vaaratilanteet ja onnettomuudet, jotka voidaan ennakoida, ja niiden mahdolliset vaikutukset
- toimenpiteet ja ohjeet, joiden avulla voidaan kyseisiä tilanteita ehkäistä ja tapahtuessaan seurauksia minimoida
- suunnitelmaan täytyy selvittää kaivoksen kulunvalvontajärjestelmä sekä hälytysjärjestelmä ja ohjeet hälytyksen lauetessa
- suojautumis- ja poistumismahdollisuudet sekä pelastus- ja sammutustehävien järjestelyt, joihin luetaan myös mukaan tuuletuksen säätäminen niin että poistumisreitit ovat käyttökelpoisia ja palo voidaan tukahduttaa. (Tukes 2018a.)

Kaivoksessa olevien räjähteiden ja kemikaalien määrä ja sijainti, kuin myös kaikkien rakennelmien tiedot ja sijainnit tulee esittää pelastussuunnitelmassa. Henkilöstöä tulee kouluttaa omatoimisiin pelastustoimiin ja niiden aloittamiseen. Oma toimisten pelastustoimenpiteiden varusteet tulee selvittää, kuten myös pelastus, alkusammutus- ja raivauskalusto. Kaikkien henkilösuojaimien ja ensiaputarvikkeiden määrät ja sijainnit tulee myös ilmoittaa sekä ohjeistus tarvikkeiden käyttöön. Selvitys automaattisesta ja kauko-ohjatusta sammutusjärjestelmästä vaaditaan myös. Pelastussuunnitelmaan tulee esittää yhteistoiminta pelastusviranomaisten kanssa sekä selvitys ilmoituksista, jotka tehdään pelastuslaitoksille niin

että ne ovat luotettavia ja viivytyksettömiä. Jälkitoimenpiteet paikkojen korjaamisen ja puhdistamiseen tulee olla myös selvitettyinä. (Tukes 2018a.)

Aina luvan myöntämisen jälkeen Tukes tarkistaa kaivokset ennen niiden käyttöönottoa, jotta kaikki vaadittavat toimenpiteet, jotka on annettu selvityksissä, toteutuvat. Kaikki käytössä olevat kaivokset tarkastetaan tietyin väliajoin, yleensä kerran vuodessa. Tarkastusväliin vaikuttaa kaivoksen toiminnan laajuus sekä olosuhteet. Tukes voi myöntää pidennetyn tarkastusvälin, mikäli kaivoksen johtamisjärjestelmät, tekninen turvallisuus ja toimintaperiaatteet ovat riittävän hyvin suunniteltu ja takaavat turvallisuuden. Tarkastusväliä voidaan myös lyhentää, jos Tukes näkee sen tarpeelliseksi. (Tukes 2018a.)

#### 4.5 Kullanhuuhdontalupa

Uusi kaivoslaki 621/2011 toi muutoksia kullanhuuhdontaan liittyen. Päälimmäisenä muutoksena on kaivosviranomaisen vaihtuminen. TUKES vastaa uuden kaivoslain mukaisista lupahakemuksista. Toinen suuri muutos kullanhuuhdonnan kannalta on kullanhuuhdontalupa. Ennen uutta kaivoslakia sai kullanhuuhdontaa harjoittaa pelkän varauksen avulla, mutta nykyään toiminnan harjoittamiseen täytyy hakea erikseen lupa viranomaiselta. Kullanhuuhdontalupa voidaan viranomaisen toimesta myöntää enintään neljäksi vuodeksi, lisäaikaa voi hakea kerrallaan kolme vuotta. Vanhan lain mukainen yläraja voimassaololle poistui uuden kaivoslain myötä. (Tukes 2018b.)

Kullanhuuhdonta-alueen tulee olla yksi kokonainen, korkeintaan viiden hehtaarin kokoinen alue. Uuden kaivoslain voimaantulon jälkeen vanhoja alueita, jotka ovat olleet kooltaan suurempia, on alettu hajauttamaan useampaan alle viiden hehtaarin alueeseen tai pienennetty aluetta alle viiteen hehtaariin. Yhtenä muutoksena myös karenssiajat ovat poistuneet uuden lain myötä. Tämä tarkoittaa, että edellisen luvan raukeamisen jälkeen ei joudu karenssiin, vaan on oikeutettu hakea uutta kullanhuuhdontalupaa. Uuden lain nojalla kullanhuuhdontakorvaus suoritetaan Metsähallitukselle ja vakuusmaksu suoritetaan Tukesille. Tiedot korvauksista löytyvät myöhemmästä luvusta. (Tukes 2018b.)

Kullanhuuhdontaluvan hakeminen tehdään malminetsintäluvan kanssa samalla tavalla. Kullanhuuhdontalupahakemus täytetään kaivoslain 34§ mukaan. Myös

epätäydellinen kullanhuuhdentalupahakemus voi antaa oikeuden seuraavalle jonnossa olevalle luvan hakijalle, jonka hakemus on täytetty kaivoslain mukaisesti. (Tukes 2018b.)

#### 4.6 Sosiaalinen toimilupa

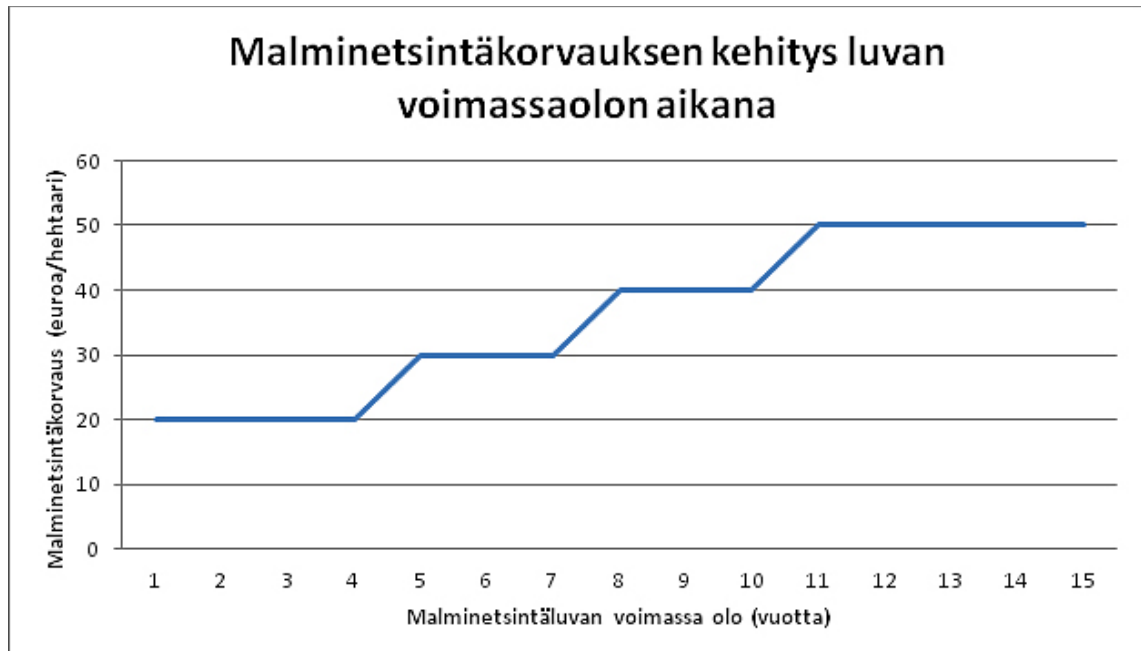
Sosiaalinen toimilupa ei ole virallinen lupa kuten kaivoslupa. Kaivannaisteollisuudessa yhdeksi tärkeimmäksi tekijäksi nousee sosiaalinen hyväksyttävyyys. Hyväksyttävyyys on otettu myös tärkeimmäksi asiaksi Suomen mineraalistrategiaa. Sosiaalinen hyväksyttävyyys on kriittinen asia teollisuudessa, joka käyttää luonnonvaroja. Sosiaalista toimilupaa ei voida hankkia vaan se tulee ansaita yhteisössä. (Jartti, Rantala & Litmanen 2014, 23–24.)

Kaivosyhtiöiden tulisi olla aktiivisia tiedotuksien ja erilaisten julkistamisten kanssa koko elinkaarensa ajan. Keskustelua tulisi herättää niin positiivisista kuin negatiivisista vaikutuksista ympäristölle, eikä salailla asioita yhteisöltä. Kaivosten tulisi toimia yhteistyössä erilaisten sidosryhmien kanssa alueella. Näiden yhteistöiden avulla voidaan yhteisöä auttaa esimerkiksi työllistämällä eri palveluntarjoajia, mikä kasvattaa sosiaalista statusta ja näin olleen luotettavuutta. Kaivoksen tulisi olla jatkuvassa yhteistyössä huomioiden myös muiden kuin omat etunsa. Yhteisön hyväksyntää pidetään sosiaalisena toimilupana, jonka ansiosta kaivosta pidetään positiivisena asiana yhteiskunnalle. (Jartti ym. 2014, 23-24.) Kaivoshankkeessa sosiaalinen toimilupa ilmenee joka käännteessä. Asioiden kuuluttaminen jokaiselta osapuolelta on jatkuvaa ja oleellista ihmisten hyväksynnän saamiseksi (Pakarinen 2018).

#### 4.7 Korvaukset

Jokaiselle esitellylle luvalla on määritelty hinta ja ne löytyvät liitteestä 1. Hinnaston mukaan peritään myös mahdolliset kuulutus- ja ilmoituskulut sekä käsittelymaksu. Näistä maksuista vastaa Tukes. Maksujen lisäksi voi lupien haltija joutua maksamaan lupa-alueen sisällä olevien kiinteistöjen omistajille malminetsintäkorvauksia ja louhintakorvauksia. Mikäli myös sivutuote hyödynnetään taloudellisesti, joudutaan siitä maksamaan kiinteistöjen omistajille sivutuotekorvaus. (Tukes 2018b.)

Malminetsintäluvan haltijan on suoritettava vuotuinen korvaus kiinteistöjen omistajille. Korvaukset kiinteistöä kohti ovat: ensimmäiseltä neljältä vuodelta 20 euroa hehtaarilta, 5. 6. ja 7. vuosi 30 euroa, 8. 9. ja 10. vuosi 40 euroa ja 50 euroa 11. vuodelta ja sen jälkeisiltä. (Kaivoslaki 621/2011 99§.) Kuviossa 3 ilmenee korvauksen kehitys voimassaolon aikana.



Kuvio 3. Malminetsintäkorvauksen kehitys luvan aikana (Kaiva.fi 2018.)

Louhintakorvauksen suuruus on 50 euroa kiinteistöä kohden hehtaarille. Perusmaksun lisäksi maksetaan vielä louhintakorvauksena 0,15 prosenttia vuoden aikana taloudellisesti hyödynnetyn kaivosmineraalien arvosta. Arvo mineraaleille määritetään vuoden ajalta lasketun keskiarvohinnan avulla. (Kaivoslaki 621/2011 100§.)

Sivutuotekorvaus sovitaan kaivosluvan haltijan ja kiinteistöjen omistajien välillä. Korvauksen tulee olla kohtuullinen sivutuotteen myyntihintaan nähden. Mikäli osapuolet eivät sovi korvauksista, on se enintään 10 prosenttia sivukiven myyntituotoista. (Kaivoslaki 621/2011 101§.) Kallanhuuhdontakorvaus on suoritettava viranomaiselle, joka vastaa alueen hallinnasta. Korvauksen suuruus on vuosittain 50 euroa hehtaarilta. (Kaivoslaki 621/2011 102§.)



#### 4.8 Kaivostoiminnan lopettaminen

Kaivostoiminnan lopettamisen säädökset on kirjattu kaivoslakiin omana luku-  
naan. Kaivostoiminta päättyy, kun kaivoslupa peruutetaan tai se raukeaa. Kah-  
den vuoden kuluessa toiminnan päättymisestä tulee toiminnan harjoittajan aloit-  
taa kaivostoiminnan lopettamiseen liittyvät työt. Harjoittajan tulee saada kaivos-  
alue sekä siihen liittyvä mahdollinen apualue yleisen turvallisuuden vaatimaan  
kuntoon. Harjoittajan vastuulla on huolehtia alueiden kunnostamisesta, maise-  
moinnista ja siistimisestä, ja hänen on suoritettava toimenpiteet, jotka on ennen  
aloittamista määritelty kaivos- ja kaivosturvallisuusluvassa. (Kaivoslaki 621/2011  
142§, 143§.)

Kaivostoiminnan loputtua harjoittaja saa luvan pitää kaikkia rakennelmia sekä  
mahdollisia louhittuja kaivosmineraaleja alueella kahden vuoden ajan. Kahden  
vuoden jälkeen ne kuitenkin siirtyvät kiinteistönomistajan haltuun, mikäli niitä ei  
ole poistettu määräajassa. Uusi omistaja voi vaatia niiden poistoa alueelta van-  
han toiminnanharjoittajan kustannuksella. Harjoittajan tehdessä edellä mainittuja  
toimenpiteitä kaivostoiminnan lopettamiseksi tulee hänen välittömästi ilmoittaa  
kirjallisesti kaivosviranomaisille tehdyistä toimenpiteistä. Ilmoituksessa tulee  
olla selvitys toimenpiteistä, joita on suoritettu alueella, geologinen tietoaineisto  
kaivoksesta ja kaivosalueesta sekä kaivoskartta, joka vastaa lopettamisajankoh-  
taa. Ilmoitus on tehtävä kahden vuoden määräajan sisällä toiminnan lopettami-  
sesta. (Kaivoslaki 621/2011 144§, 145§.)

Ilmoituksen tehtyään kaivosviranomaiset järjestävät lopputarkastuksen kaivok-  
seen, jossa he varmistavat, että kaikki ilmoituksen mukaiset toimenpiteet on suo-  
ritettu. Viranomaisen vahvistettua kaikki toimenpiteet oikeiksi on heillä oikeus  
tehdä lopettamispäätös viralliseksi. Lopettamispäätöksen lainvoimaistaminen on  
viranomaisen vastuulla. Kaivostoiminnan harjoittajan käyttö ja hallintaoikeus kat-  
keaa välittömästi, kun päätös on lainvoimainen. Alueen hallinta palautuu takaisin  
maanomistajalle. Kaivostoiminnan harjoittajalla on velvollisuus alueen seurantaan  
ja korjaaviin toimenpiteisiin, jotka määrätään lopettamispäätöksen yhtey-  
dessä viranomaisen toimesta. Kaivostoiminnan harjoittajalla on oikeus päästä  
kaivosalueelle tarkkailemaan ja ilmoittamaan mahdollisista haitallisista vaikutuk-  
sista viranomaisille välittömästi. Harjoittajan tulee suorittaa korjaavat toimenpiteet

omakustanteisesti, jotta alue saadaan määrättyyn tilaan. (Kaivoslaki 621/2011 146§, 147§, 149§, 150§.)

## 5 KAIVOSPROSESSIT

Luvussa esitellään erilaiset kaivosteollisuudessa käytetyt prosessit.

### 5.1 Malminetsintämenetelmät

Malminetsinnän päätavoitteena on etsiä mineraaliesiintymä, jonka hyödyntäminen on taloudellista sen hetkisillä maailmanmarkkinahinnoilla. Malminetsintä voidaan jakaa aihehankinnan ja kohteellisen malminetsinnän pääluokkiin. Aihehankinnallisen malminetsinnän tavoitteena on käyttää erilaisia data-analyysejä, tietovarastoja, tutkimuksia sekä maastokartoituksia ja niiden avulla päästä tarkempaan tutkimukseen. Kohteellisen malminetsinnän tavoitteena on geologisen mallinnuksen sekä eri malminetsintämenetelmillä tehtyjen mallien testausten kautta löytää mineraaliesiintymä, joka on taloudellisesti hyödynnettävissä. (Paalumäki, Lappalainen & Hakapää 2015, 36.)

Malminetsinnässä käytettävät menetelmät voidaan jakaa geologisiin, geofysikaalisiin, geokemiallisiin sekä kairaukseen. Geologisen malminetsinnän tarkoitus on tutkimustiedon ja geologisen kartoituksen avulla luoda käsitys alueen mahdollisesta malmipotentialista ja samalla luoda malminetsintämalli. Geologinen malminetsintä perustuu lähtökohtaisesti tarkkoihin maastohavaintoihin. Näkemällä tehtyjen havaintojen tarkoituksena on saada käsitys paljastuman kivilajeista sekä niihin liittyvistä rakenteista. Tärkeää on myös löytää kaikki mahdolliset vihjeet malmiutumisen. Merkittävä apu kallioperän kartoituksessa on maanpinnalla olevien kivilajien tunnistaminen ja malmiutumisen merkkien huomioiminen. Nämä työkalut ovat johtaneet useasti menestykselliseen malmiaiheen löytöön. (Paalumäki ym. 2015, 37.)

Geokemiallisesta malminetsinnästä puhuttaessa tarkoitetaan yleensä alueellista ja kohdistettua maaperään kohdistuvaa näytteenottoa ja siitä saatavien näytteiden analysointia monialkuainemenetelmillä. Näytteet otetaan pintanäytteinä esimerkiksi lapiolla, kaivinkoneella ja kevyellä kairauskalustolla. Näytteet voidaan ottaa myös muilta syvyyksiltä maa-aineksesta, joka peittää kallioperää. Näytteenotto pyritään lähes aina ottamaan pohjamoreeninäytteenottona. Näytteet pyritään

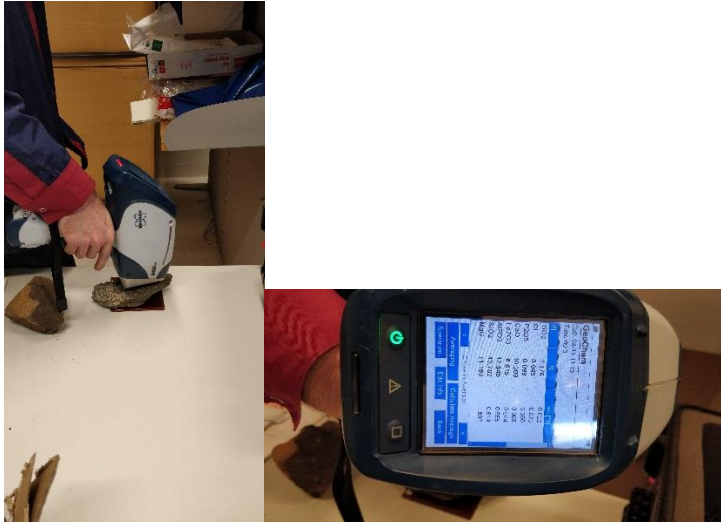
aina ottamaan jonkinlaisissa verkostoissa ja sen jälkeen siirtämään tulokset karttapohjille. Kartoista voidaan sen jälkeen suoraan tarkastella etsittävien metallien pitoisuusvaihteluja ja näin saada suoranaisia viitteitä esiintymästä. Geokemian tutkimuksiin liittyvät myös hyvin läheisesti raskasmineraalitutkimukset. Tutkimuksissa näytteestä löydetty raskain aine rikastetaan ja analysoidaan. Rutiinityökaluja geokemiallisissa malminetsinnöissä ovat erilaiset kairaukset sekä tilastolliset ja graafiset tutkimusmenetelmät. (Paalumäki ym. 2015, 37.)

Geofysikaalisissa malminetsintämenetelmissä tutkitaan kivilajien ja mineralisaatioiden sähköisten ominaisuuksien, magneettisuuden, ominaispainon, seismisten ominaisuuksien ja radioaktiivisuuden vaihteluja. Useita näistä ominaisuuksista voidaan nykyään mitata jo ilmasta käsin. Mittauksia suoritetaan myös syväkairauksen yhteydessä kairatuista rei'istä. Tällä tavalla saadaan erittäin hyvä kolmitulotteinen mallinnus jatkotoimenpiteitä varten. (Paalumäki ym. 2015, 37-38.)

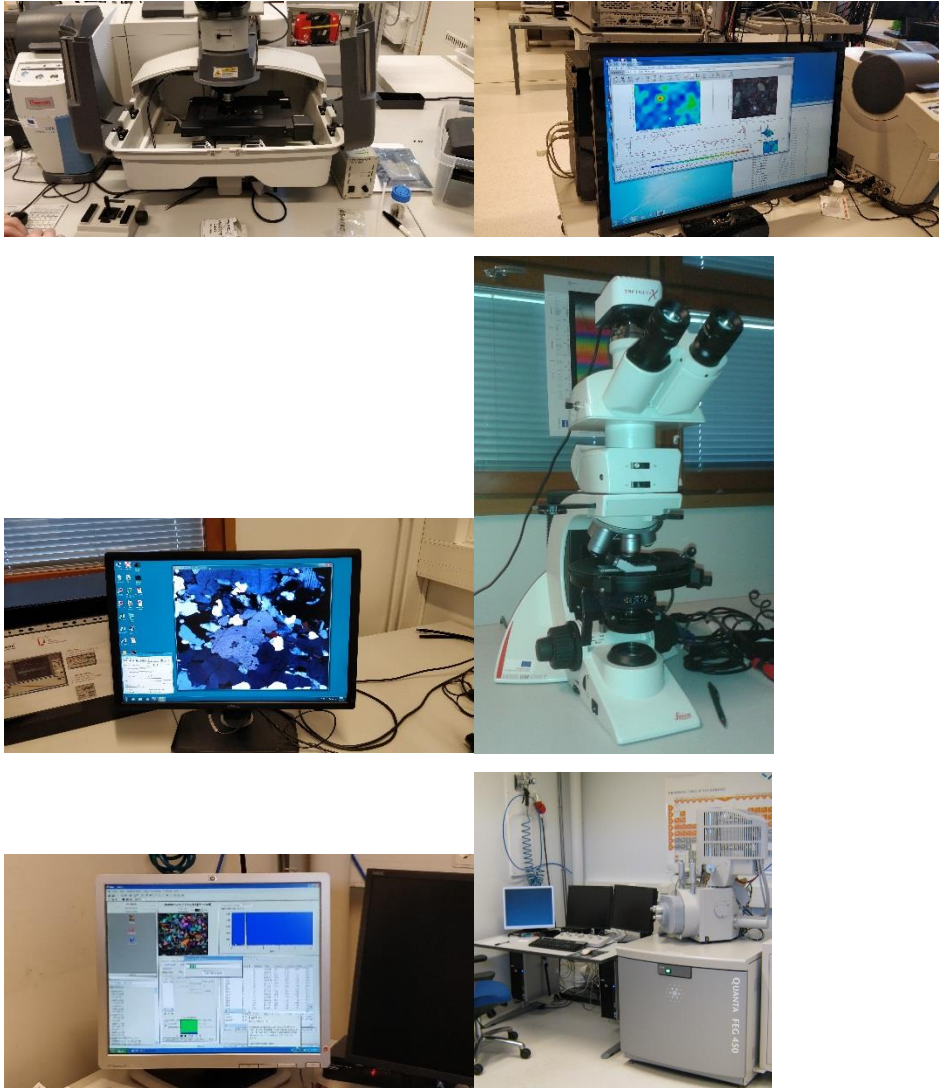
Tärkein vaihe malminetsinnässä on kairaus. Kairauksen tarkoituksena on saada näytteitä eri syvyyksiltä. Näytteet voivat olla sylinterimäisiä putkinäytteitä tai murskanäytteitä terästä riippuen. Yleisin Suomessa käytettävä kairausmenetelmä on kallionäytekairaus. Ennen kairausta suoritetaan edellä mainittuja malminetsintämenetelmiä, jotka kattavat laajan alueen. Kairauksen tarkoitus on saada lopullinen tärkeä tieto malmiesiintymän olemassaolosta. Syväkairaus on merkittävää, koska sillä pystytään kairaamaan yhtäjaksoisesti pitkiä lieriönmuotoisia näytteitä, jotka ylös nostettaessa jaetaan muutamien metrien kokosiin näytteisiin ja varastoidaan. Näytteistä saadaan yksityiskohtaisia tietoja kallioperän mineraalikoostumuksista ja niiden avulla voidaan päättää jatkotoimenpiteistä. Kairausreikiä voidaan myös käyttää alueen kolmiulotteisessa mallintamisessa apuna. (Paalumäki ym. 2015, 38.)

Geokemiallista malminetsintää voidaan harjoittaa kannettavalla XRF-laitteella. Laitteella voidaan mitata suoraan alkuainepitoisuudet irtokivestä maanpinnalla tai suoraan kalliosta, mikäli se on esillä. Laitteen antamien mittaustulosten avulla voidaan päästä potentiaalisen malmiesiintymän jäljille. Laitteiston investointikustannus voi olla yksinään kallis, mutta mittauksia voi teettää myös yrityksillä. Kivilajit voidaan kerätä maastosta ja toimittaa jollekin yritykselle mitattavaksi. Esimerkiksi Lapin AMK:n Arctic Steel and Mining -tutkimusryhmän palveluihin kuuluu

tällaisten palvelujen tarjoaminen. Palvelujen hinta Lapin AMK:lla on hinnaston mukainen, joka löytyy liitteestä työn lopussa (Liite 2). Lapin AMK:lla on mahdollista teettää myös yksityiskohtaisempia mineralogisia analyysejä mm. pyyhkäisyelektronimikroskoopilla sekä Raman- spektroskoopilla. (Karinen 2018.) Ku-  
vissa 1 ja 2 Lapin AMK:n laitteistoa.



Kuva 1. Lapin AMK:n Bruker S1 Titan XRF-analysaattori käytössä (Karinen 2018.)



Kuva 2. Lapin-AMK:n laitteistoa (Karinen 2018.)

## 5.2 Louhintamenetelmät

Louhinta voidaan tehdä avolouhintana tai maanalaisena louhintana. Avolouhinta suoritetaan maan pinnalla, kun taas maanalainen louhinta nimensä mukaisesti suoritetaan maan sisässä. Molemmissa louhintatyyeissä on useita louhintamenetelmiä, jotka eroavat toisistaan. Avolouhinta on yleensä taloudellisesti kannattavampaa ja teknisesti helpompaa kuin maanalainen louhinta. Louhinnan kehityksessä eteenpäin tuottaa avolouhinta enemmän sivukiveä, joka täytyy ottaa huomioon sen varastoinnissa. Jossakin vaiheessa on taloudellisesti kannattavampaa

siirtyä avolouhinnasta maanalaiseen louhintaan. Tällä periaatteella suuri osa kaivoksista toimii. Avolouhintamenetelmiä ovat perinteinen pengerlouhinta ja sen muunnelma, paikalleen räjäyttäminen. (Paalumäki ym. 2015, 107–108.)

### 5.2.1 Avolouhinta

Yleisin Pohjoismaissa suoritettava avolouhinnan menetelmä on pengerlouhinta. Pengerlouhinnan vaiheet ovat irrotus, rikotus ja louheen lastaus sekä kuljetus. Pengerlouhinta etenee tasapaksuin tasoittain ylhäältä alaspäin. Ajoteiden avulla tasot yhdistetään toisiinsa, jotta malmi ja sivukivi saadaan kuljetettua louheautoilta, kuten dumppereilla. Sivukivi ja malmi kuljetetaan joko läjitysalueille tai murskaamoon. Tason avaus suoritetaan, kun kallion pinta on paljastettu. Kallioon louhitaan kuoppa, joka syvennetään suunniteltuun tasoon asti. Tämän jälkeen kuoppaa aletaan laajentamaan ja varsinainen louhinta alkaa. Tasot lisääntyvät aina, kun edellistä on louhittu tarpeeksi. (Paalumäki ym. 2015, 108–109.)

Paikalleen räjäyttäminen on pengerlouhinnan variaatio. Malmi räjäytetään paikalleen, eli sitä ei lastata räjäytyksien välissä. Louhintareivät ovat pystysuoria ja räjäytykset suunnitellaan niin, että kentän horisontaalinen liike on mahdollisimman vähäistä. Menetelmä sopii hyvin loivakaateisiin malmeihin sekä kapeiden juonimalmien louhintaan. Menetelmän hyvä puoli on lastauksen selektiivisyydessä, koska malmi ja raakku eivät pääse sekoittumaan keskenään. Raakku on kiveä, jossa on niin heikko louhittavan metallin tai mineraalin pitoisuus, että sitä ei ole kannattavaa rikastaa. (Paalumäki ym. 2015, 109.)

Avolouhinta voi kustannuksiltaan olla jopa kymmenesosa maanalaisen louhinnan hinnasta alkuvaiheissa. Avolouhinnassa malmi on helpommin saatavilla, joten tuotanto on nopeampaa ja malmin talteen saanti on tehokkaampaa. Louhoksen syventyessä kuitenkin sivukiven määrä lisääntyy paljon, koska seinämät tulee louhia kalteviksi. Tästä syystä avolouhinta on kannattavaa vain tiettyyn syvyyteen asti, jonka jälkeen maanalainen louhinta on malmitonnia kohden taloudellisesti kannattavampaa. (Paalumäki ym. 2015, 115.)

## 5.2.2 Maanalainen louhinta

Maanalaisia louhintamenetelmiä on useita ja ne voidaan jakaa avoimiin menetelmiin, täyttömenetelmiin ja sorrosmenetelmiin (Taulukko 1). Avoimiin menetelmiin kuuluvat pilarilouhinta, välitasolouhinta ja pengerialouhinta. Täyttömenetelmiin kuuluvat makasiinilouhinta, lyhytreikätyttölouhinta ja pengertäytelouhinta. Sorrosmenetelmiä ovat levysorroslouhinta ja lohkosorroslouhinta. (Paalumäki ym. 2015, 118.)

Taulukko 1. Louhintamenetelmien ryhmittely (Paalumäki ym. 2015, 118.)

<b>Avoimet menetelmät</b>	<b>Täyttömenetelmät</b>	<b>Sorrosmenetelmät</b>
Pilarilouhinta	Makasiinilouhinta	Levysorroslouhinta
Välitasolouhinta	Lyhytreikätyttölouhinta	Lohkosorroslouhinta
Pengerialouhinta	Pengertäytelouhinta	

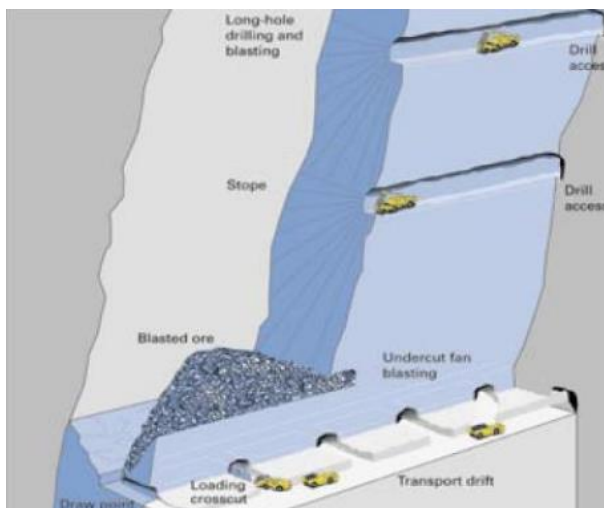
Pilarilouhintaa voidaan käyttää, jos malmi sekä kattokivi ovat kalliomekaanisesti suuren lujuuden omaavia. Kaikki työskentely tapahtuu louhoksen sisällä. Pilarilouhinta on periaatteessa peränajoa. Louhinta toteutetaan niin, että kattoa jätetään tukemaan pilareita verkostoittain (Kuva 3). Pilareihin kuitenkin jää jonkin verran malmiä, joka voidaan lopussa louhia esimerkiksi täyttölouhinnalla. Louhosten katot myös pultitetaan niiden tukevoittamiseksi. Louhintaa voidaan suorittaa useassa kerroksessa, yleensä ylhäältä alaspäin. (Paalumäki ym. 2015, 121.)





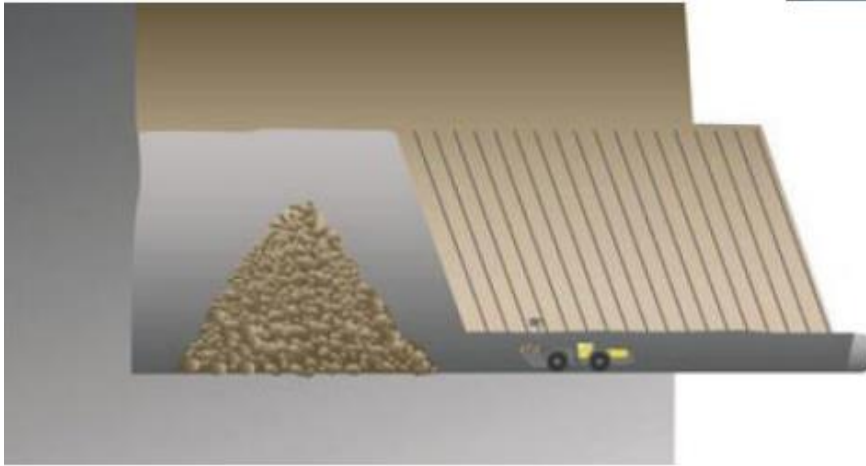
Kuva 3. Pilarilouhintaa Outokummun Keretin kaivoksessa. (Kaiva.fi 2014)

Välitasolouhintaa on Suomessa suosituin maanalainen louhintamenetelmä. Se perustuu pitkäreikäporaukseen. Välitasolouhinnan edellytyksenä on malmin ja sivukiven korkea lujuus. Malmin kaateen on oltava yli 45°, jotta räjäytyksen seurauksena louhittu kivi painovoiman avulla putoaa alas lastaustasolle. Malmiin ajetaan tasoperiä, joista varsinainen louhinta tapahtuu. Tasovälit ovat 15–40 metrin välein. Louhinta tapahtuu aina tasoittain alhaalta, pohja-avaustasolta, ylöspäin. Malmilouhe putoaa räjäytyksien seurauksena alas, lastaustasolle, jossa se ohjataan suppilomaisten aukkojen avulla lastattavaksi (Kuvio 4). (Paalumäki ym. 2015, 123–124.)



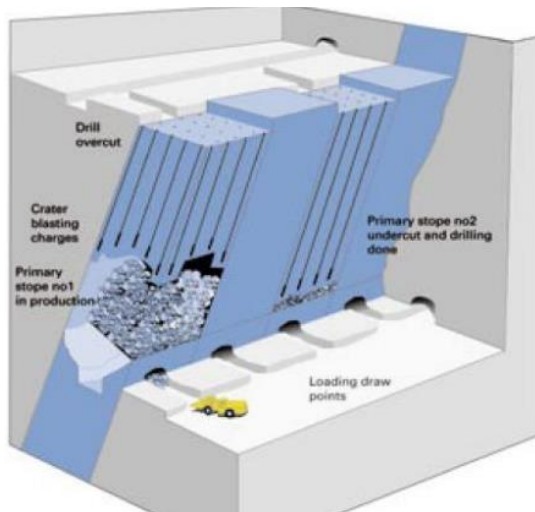
Kuvio 4. Periaatekuva välitasolouhinnasta (Kaiva.fi 2014.)

Maan alla suoritettava pengerlouhinta on välitasolouhinnan sovellus. Pengerlouhinnassa louhintaa tehdään vain yhteen suuntaan, joko ylös- tai alaspäin. Louhinta tapahtuu yksi tasoväli eli penger kerrallaan (Kuvio 5). Pengerlouhintaa voidaan soveltaa moni eri tavoin kuten yhdistämällä siihen louhostäyttöä tai käyttää pilareita. (Paalumäki ym. 2015, 125.)



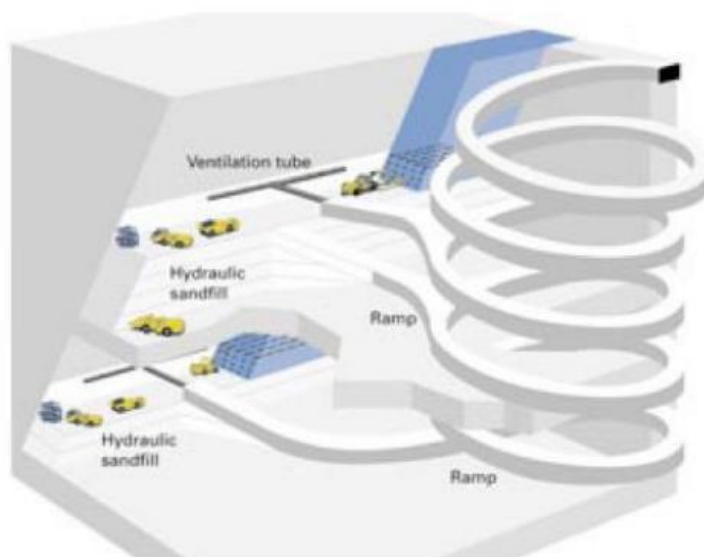
Kuvio 5. Maanalainen pengerlouhinta (Kaiva.fi 2014.)

Makasiinilouhinta on täyttölouhinnan ja avoimen louhinnan välimuoto. Makasiinilouhinnassa malmilouhetta käytetään väliaikaisena täytteenä, jolla pyritään estämään seinämien lohkeilu eli raakkulaimennus. Louhos pyritään pitämään mahdollisimman täytenä koko louhinnan ajan, ja vasta lopussa tyhjennetään nopeasti (Kuvio 6). Pohjan aukaisu, lastaus ja kuljetus ovat samanlaiset kuin välitasolouhinnassa. Louhinta tapahtuu kerroksittain vaakatasossa, edeten vaiheittain ylöspäin. Menetelmä on nykyään hyvin vähän käytössä sen tehottomuuden ja turvallisuuden vaarantamisen vuoksi. (Paalumäki ym. 2015, 130.)



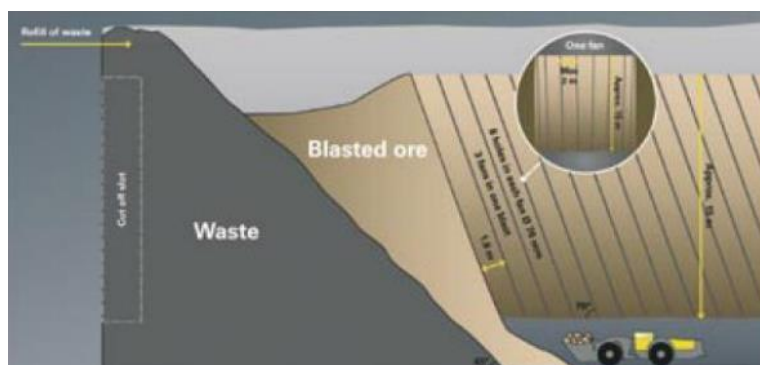
Kuvio 6. Makasiinilouhinnan periaatekuva (Kaiva.fi 2014.)

Lyhytreikäkäyttölouhinnassa malmia ajetaan tunneliajona alhaalta ylöspäin. Louhinnan jälkeen malmi lastataan kuljetusvälineisiin ja ajetaan poikkiperän kautta kuljetusramppiin ja kuljetetaan jatkotoimenpiteitä varten (Kuvio 7). Louhitut tunnelit täytetään raakulla tai rikastamosta tulevalle jätehiekalla. Täytettä käytetään työskentelyalustana seuraava tasoa louhittaessa. Louhinta on kallista, hidasta ja vaatii paljon kalliota lujitusta. Hitauden vuoksi vuosittainen tuotanto on hyvin alhaista. (Paalumäki ym. 2015, 132.)



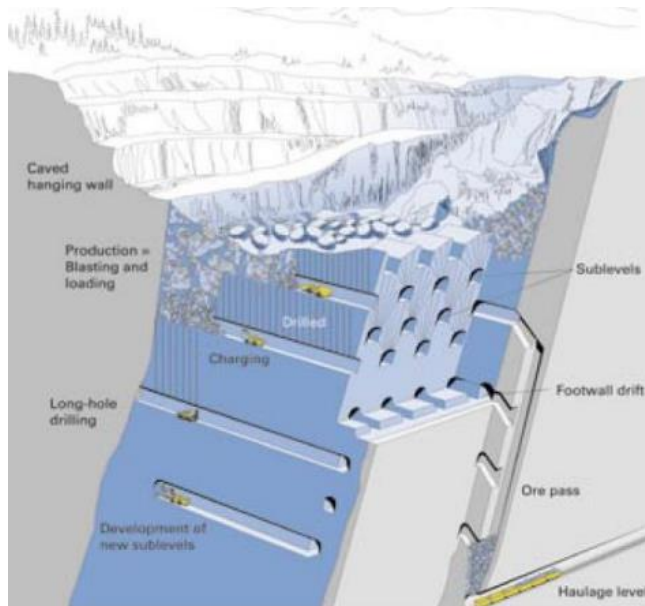
Kuvio 7. Lyhytreikäkäyttölouhinnan periaatekuva (Kaiva.fi 2014.)

Pengertäytelouhinta on alueellisesti alhaalta ylöspäin etenevää louhintaa. Louhostäyttö seuraa louhintaa melkein välittömästi. Louhintareivät voivat olla joko ylä- tai alakätisiä. Louhinta tapahtuu pengerialouhinta, jossa vetäytyään malmin pituussunnassa malmin pitkin (Kuvio 8). Tällä mahdollistetaan avoimien tilojen alhainen jänneväli ja ehkäistään seinämien lohkeilua. Pengertäytelouhinnassa tasoväli on vain noin 15–25 m. Louhintatapa mahdollistaa malmirajan tarkan seuraamisen. (Paalumäki ym. 2015, 133.)



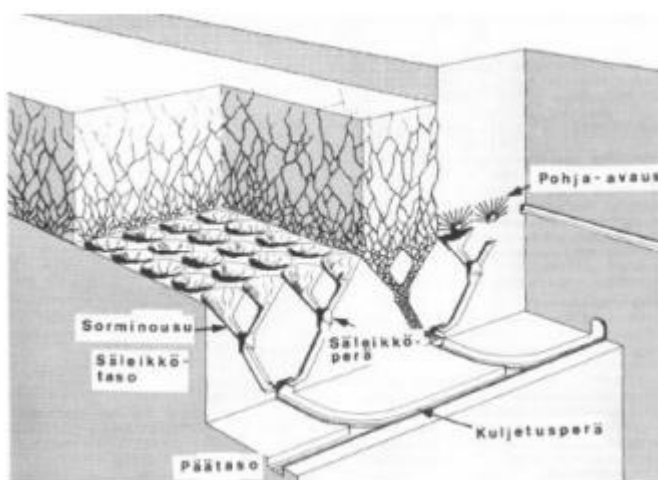
Kuvio 8. Pengertäytelouhinnan periaatekuva (Kaiva.fi 2014.)

Sorrosmenetelmät eivät louhinnan yhteydessä synnytä tyhjää tilaa. Sorrosmenetelmiä käytettäessä painaumia syntyy maanpintaan saakka. Sorrosmenetelmissä edellytyksenä on, että malmi ja sivukivi lohkaroituvat riittävän pieneksi joko itsestään tai pienen avustuksen avulla. Louhinta soveltuu hyvin massiivisten malmien louhintaan. Levysorroslouhinta koostuu neljästä eri työvaiheesta: louhintaperien ajo malmiin layoutin mukaisesti, tuotantoporaus viuhkaporauksena ylöspäin sortumaan asti, panostus ja räjäytys sekä viimeisenä lastaus niin, että lastauskohdetta vaihdellaan, jotta malmin virtaus olisi tasaista (Kuvio 9). Levysorroslouhinta on hyvin herkkä erilaisille virheille suunnittelussa ja toteutuksessa, minkä vuoksi malmitappiot ja raakkulaimennus voivat kohota suuriksi. (Paalumäki ym. 2015, 134.)



Kuvio 9. Levysorroslohinnan periaatekuva (Kaiva.fi 2014.)

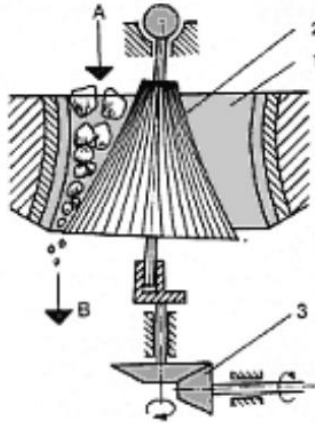
Lohkosorroslohinta soveltuu hyvin massiivisten malmien käsittelyyn ja sen avulla saadaan suuret tuotantomäärät jopa päivätasolla. Menetelmä perustuu malmin lohkaroitumiseen painovoiman sekä kalliojännitysten avulla. Räjähdyttämällä korkeintaan avustetaan lohkaroitumista (Kuvio 10). Menetelmän kustannukset aloittaessa ovat suuret mutta varsinaiset käyttökustannukset ovat hyvin pienet. Malmioiden pohjaosiin rakennetaan suppilomaiset tunnelit, joihin malmi lohkaroituu ja voidaan lastata ja kuljettaa. (Paalumäki ym. 2015, 136.)



Kuvio 10. Lohkosorroslohinta periaatekuva (Kaiva.fi 2014.)



Kartiomurskaimen toiminta perustuu iskuun sekä puristukseen. Murskausmaljan keskellä pyörii murskauskartio. Kartio pyörii epäkeskomaisesti murskatun kiviä ympäri maljaa (Kuvio 12). Kartiomurskain soveltuu hyvin, jos murskattavaa materiaalia on paljon. (Kaiva.fi 2014.)

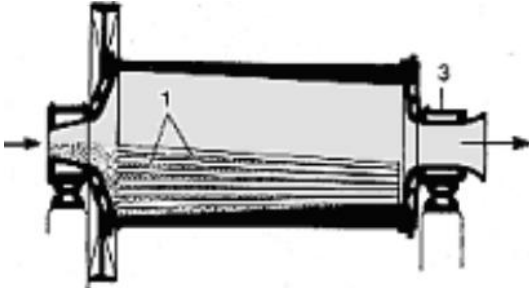


Kuvio 12. Kartiomurskain. (Kaiva.fi 2014.)

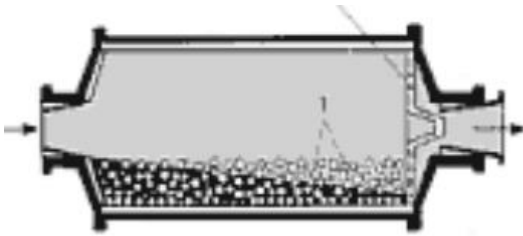
### 5.3.2 Jauhatus

Jauhituksen tarkoituksena on hienontaa aikaisemmin murskattua, karkeaa ainesta. Jauhatus suoritetaan erilaisissa myllyissä, joissa rumpujen sisällä on irralaisia jauhinkappaleita, jotka rumpun pyörinnän avulla saadaan liikkeelle. Jauhatus perustuu liikkeen myötä iskuihin, puristuksiin sekä jauhinkappaleiden putoamis- ja vierintäliikkeisiin. Myllyjen valinnassa tulee huomioida sen tarve, eli paljonko tarvitaan kapasiteettia, minkälaista tulee myllyyn laitettavan syötteen ja tuotteen olla ja investointi-, ja käyttökustannukset. Tyypillisimmät myllytyypit ovat kuula- ja tankomylly. (Kaiva.fi 2014.)

Tankomyllyssä jauhinkappaleina toimivat pitkät tangot myllyn sisässä. Mylly lepää vaakasuorassa tukien päällä ja pyörii oman akselinsa ympäri moottorin avulla (Kuvio 13). Tankomyllyn pituus on läpimittaa suurempi. Suurempikokoinen syöte tarvitsee suuremmat jauhinkappaleet, jolloin tankomylly sopii kuulamyyllyä paremmin. Kuulamyllyssä jauhinkappaleena ovat kuulat, jotka tekevät jauhannon (Kuvio 14). (Kaiva.fi 2014.)



Kuvio 13. Tankomylly. (Kaiva.fi 2014.)



Kuvio 14. Kuulamylly. (Kaiva.fi 2014.)

#### 5.4 Rikastus

Rikastus on prosessi, jossa tarkoituksena on saada arvomineraali malmista talteen hyödyntäen jotakin mineraalin ominaisuutta kuten painoa, magneettisuutta tai sähkövaraisuutta (Kaiva.fi 2014). Malminetsintävaiheessa löydetty malmipotentialiset näytteet, joissa on mineraaleja, voidaan viedä koerikastamoille jatkotutkimuksia varten. Koerikastamoita ovat esimerkiksi GTK:n koetehdas ja laboratorio Outokummussa sekä Oulun Yliopiston Minipilot-koerikastamo. Rikastamoilla tehtävien testien avulla voidaan löytää rikastusprosessi, joka soveltuu parhaiten kaivoksen rikastusmenetelmäksi. (Karinen 2018.) Oulun yliopiston rikastamo on ensimmäinen yliopistoympäristöön tehty automatisoitu koerikastamo, joka perustuu Pyhäsalmen kaivoksen rikastamoon. Rikastamo on mittakaavassa 1:50 000. Lisätietoja esimerkiksi hinnastoista voi tiedustella Oulun Yliopiston kautta. (Oulun Yliopisto 2014.)



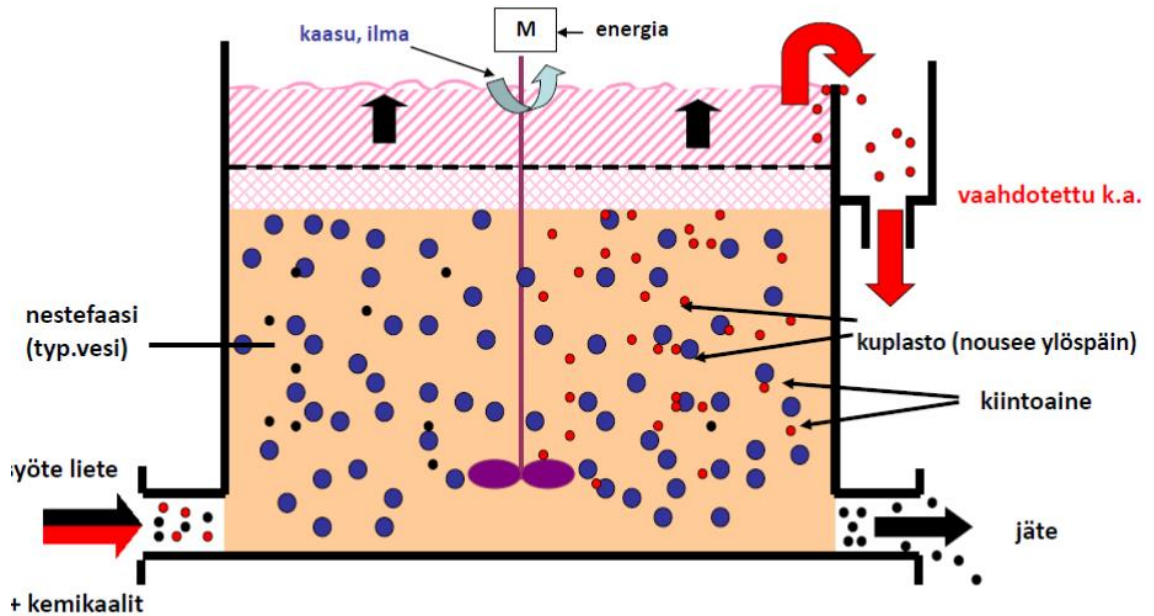
#### 5.4.1 Painovoimaerotus

Painovoimainen erotus on vanhin rikastusmenetelmä. Laitteet ovat hyvin yksinkertaisia, joten niillä on pienet investointi- ja käyttökustannukset muihin rikastusmenetelmiin verrattuna. Menetelmissä ei myöskään käytetä kemikaaleja, joten ne ovat ympäristöystävällisiä ja säästävät kustannuksia. Yleensä myös alhainen vesimäärä on tyypillistä laitteissa. Painovoimaerotus toimii hyvin raskaille mineraaleille kuten kulta, rautamalmit ja kromiitti. Vanhimpia laitteita ovat rännit, joita käytetään vieläkin kullanhuuhdonnassa. (Kaiva.fi 2014.)

Mikäli pienkaivostoiminta keskittyy jalometalleihin ja rikastusprosessina on painovoimaerotus, pysyvät kustannukset kohtuullisina. Puhtaalta pöydältä liikkeelle lähtiessä tuotannon aloittaminen tulee investointineen kustantamaan muutamia satoja tuhansia, mikäli laitteita ei hankita uutena ja keskeisin rikastusprosessi on painovoimainen. Rikastusprosessien muuttuessa muuksi kuin painovoimaiseksi prosessiksi hinta nousee miljooniin euroihin. (Peronius 2014.)

#### 5.4.2 Vaahdotus

Vaahdotus on prosessi, jossa ei-toivottujen aineiden pitoisuus pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi ja toivottujen arvomineraalien pitoisuus korkeaksi. Vaahdotus onnistuu niille mineraaleille, jotka voidaan tehdä vettä hylkiviksi. Mineraalien, joita ei haluta, täytyy puolestaan olla vesihakuisia. Vaahdotusaltaaseen syötetään lietettä sekä kemikaaleja, reagensseja. Reagenssit hakeutuvat rikastettavan mineraalin pintaan. Altaaseen luodaan ilmakuplia, jolloin kuplat tarttuvat reagensseihin ja näin nostattavat rikastettavan mineraalin altaan pintaan vaahtona. Vaahdotetaan talteen ja harmemineraalit valuvat jätteenä ulos altaasta kuten kuviossa 15 on esitetty. (Kaiva.fi 2014.)



Kuvio 15. Vaahdotuksen periaatekuva (Kaiva.fi 2014.)

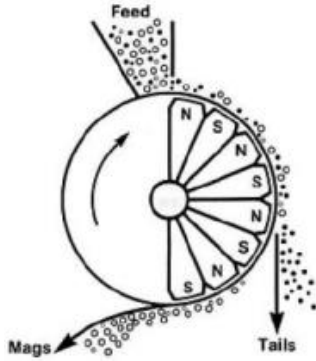
Outotec tarjoaa modulaarista rikastamo, joka pystytään kokoamaan konteista. Rikastamossa käytetään vaahdotusta rikastusprosessina. Moduulimalli on kustannustehokas ja se on hintansa vuoksi vaihtoehtona myös pienemmille kaivoksille. Rikastamo voidaan kuljettaa ja koota paikan päällä, ja tarpeen lisääntyessä kasvattaa kapasiteettia uusilla konteilla. Rikastamo tarvitsee jopa 20% vähemmän pääoma investointeja ja 30% työvoimaa. (Outotec 2018.)

#### 5.4.3 Magneettinen erotus

Magneettinen erotus perustuu mineraalien magneettisuuksiin. Eri mineraalit ovat eri tavoin magneettisia, toiset vahvasti ja toiset heikosti. Erotukset voidaan jakaa heikkomagneettisen ja vahvamagneettisen erotukseen. Heikkomagneettinen erotus sopii hyvin mineraaleille, jotka omaavat korkean magneettisuuden kuten magnetiitti tai erilaiset rautakappaleet. Vahvamagneettisella erotuksella saadaan talteen mineraalit, jotka ovat heikosti magneettisia kuten kromiitti, hematiitti ja magneettikiisu. (Kaiva.fi 2014.)

Erotuksessa käytetään rumpuerottimia, jotka ovat rumpumaisia teloja, joiden sisäpintaan on kiinnitetty sähkö- tai kestopagneetteja. Magneettien määrä riippuu siitä, kuinka korkeapitoista rikastetta halutaan. Syöte törmää pyörivään rumpuun,

jolloin magneettinen mineraali tarttuu rumpun ulkopintaan. Mineraali irrotetaan vesisuihkun avulla rummusta. Rumpu voi pyöriä joko syötettä vastaan tai myöten. Kuviossa 16 on esitetty myötävirtaerotin. Vastaan pyörivällä rummulla voidaan käsitellä suurempia rikastemääriä kuin myöten pyörivällä. (Kaiva.fi 2014.)



Kuvio 16. Myötävirtaerottimen toiminta (Kaiva.fi 2014.)

## 6 SAATTOPORA-CASE

Saattopora on Kittilän kunnassa sijaitseva suljettu kaivos, joka on ollut toiminnassa 1990-luvulla. Kaivos oli toiminnassa kaikkiaan kahdeksan vuotta, jona aikana sieltä louhittiin 2,15 Mt malmia. Saattoporan kaivoksen omistajana toimi Outokumpu Oy. Nykyisestä omistajasta ei ole ajankohtaista tietoa. Kaivoksen kulta-pitoisuudeksi on mitattu keskimäärin 3,6 ppm, eli tonnissa malmia on 3,6 grammaa kultaa. GTK:n mukaan kultaa on louhittu 6,94 t ja sitä olisi vielä kaivoksessa 2,44t jäljellä. (Geologian tutkimuskeskus 2018.)

Casen tarkoituksena oli hahmottaa vaadittavat resurssit, jos kaivos käynnistettäisiin uudestaan pienkaivoksen mittakaavassa. Suuntaa antavat laskelmat on toteutettu Excel-tauluktoon, josta näkyy henkilöstön ja laitteiston määrä sekä vaadittavat kulut. Laitteiden hinnat ovat Kiinan markkinoilta, koska Suomessa valmistettavat laitteet ovat kalliita sekä liian isoja pienen mittakaavan käsittelyyn. Taulukkoon on myös tehty laskelma louhittavasta kullasta olettaen, että pitoisuus 3,6ppm on vakio. Taulukko laskee valmiiksi myytävän kullan arvon maailmanmarkkinahinnan mukaan. Taulukko on liitteenä opinnäytetyön lopussa. (Liite 3)

Saattoporan avaamiseen tarvittaisiin pääomaa noin 300-500 tuhatta, riippuen laitteistoinvestointien määrästä ja laadusta, jotka ovat suurin kuluerä. Saattopora hyödyntäessä olisi tärkeää pystyä seuramaan kapeita kultajuonia. Vaarana pienen mittakaavan toiminnassa on myös, että rikastamo hukkuu sivukiveen. Tätä tulisi mahdollisuuksien mukaan ehkäistä esirikastuksella, jossa sivukiven määrä saataisiin vähennettyä. Esimerkiksi 20% hukan poistaminen nostaa rikastamon hyötyä merkittävästi. Louhintaa voitaisiin toteuttaa urakoinnin avulla. (Pakarinen 2018.)

## 7 POHDINTA

Pienkaivostoiminta Lapissa on hyvin pienimuotoista. Pienkaivostoiminta keskittyy pääasiassa jalometallien käsittelyyn, koska niistä saatu taloudellinen hyöty on suurempi verrattuna monimetalleihin. Tyhjästä lähtiessä investointeihin kuluvat resurssit saadaan suuremmalla todennäköisyydellä katettua jalometallien avulla.

Suomessa kaivostoiminta on pitkälti lakien ja säädösten avulla ohjattua, joten kaivoksen perustaminen on pitkäaikainen prosessi. Erilaisten lupien saaminen, joita tarvitaan kaivoksen perustamiseen, voi kestää useita vuosia, minkä vuoksi pienkaivostoimijat keskittyvät enemmän kullanhuuhtontaan. Huuhdontaan tarvittavat luvat ovat vähäisiä ja paljon nopeampia hankkia verrattuna kaivoksen perustamiseen. Metallien ollessa sitoutuneena kallioperään tarvitaan niiden louhimiseen kaivos. Irtomaassa ollessaan tarvitaan vain kullanhuuhtontaa koskevat luvat.

Tämän vuoksi pienkaivostoiminta on hyvin vähäistä Suomessa. Lupien hankkiminen ja hyväksyminen voivat viedä kokonaisuudessaan jopa kymmenen vuotta, minkä jälkeen kaivos pääsee aloittamaan toimintansa. Pienkaivostoimijan täytyy myös suorittaa jokaiselle luvalla ennalta määrätty lupamaksu, joka täytyy maksaa, vaikka lupaa ei hyväksyttäisi. Lait ja säädökset ovat samat suurille ja pienille kaivoksille, joka myös käännättää pois yrittäjiä pienkaivostoiminnan puolelta.

Lakien ja säädösten muokkaaminen niin, että ne huomioisivat kaivoksen suuruusluokan ja mahdollisesti nopeuttaisivat pienten kaivosten lupaprosesseja, lisääisivät pienkaivostoiminnan yrittäjiä Suomessa. Mikäli muutoksia ei tule, pienkaivostoiminta ei todennäköisesti tule lisääntymään Suomessa, vaan se pysyy pienimuotoisena.

Suomen maankamarassa on paljon hyödyntämättömiä malmivaroja, jotka sopisivat pienkaivosyrittäjille. Suuret malmivarat ovat helpommin hyödynnettävissä suurilla yrityksillä, joilla on suurempi pääoma jo valmiina.

## LÄHTEET

Agnico Eagle Finland Oy 2018. Yrityksen internetsivut. Viitattu 6.3.2018 <http://agnicoeagle.fi/fi/>

Aurion Resources Ltd 2018. Kutuvuoma. Viitattu 5.3.2018 <https://www.aurionresources.com/projects/finland/kutuvuoma/>

Geologian tutkimuskeskus 2018. Mineral Deposit Report. Saattopora. Viitattu 8.8.2018 [http://tupa.gtk.fi/karttasovellus/mdae/raportti/385\\_Saattopora.pdf](http://tupa.gtk.fi/karttasovellus/mdae/raportti/385_Saattopora.pdf)

Hannukainen Mining Oy 2018. Malmivarat. Viitattu 6.3.2018 <http://www.hannukainenmining.fi/malmivarannot.html>

Jartti, T., Rantala, E. & Litmanen, T. 2014. Sosiaalisen toimiluvan ehdot ja rajat. Uudenmaan, Pohjois-Karjalan, Kainuun ja Lapin maakuntien asukkaiden näkemykset kaivannaistoiminnan hyväksyttävyydestä. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. Viitattu 2.4.2018 [https://www.researchgate.net/publication/267116565\\_SOSIAALISEN\\_TOIMILUVAN\\_EHDOT\\_JA\\_RAJAT\\_Uudenmaan\\_Pohjois-Karjalan\\_Kainuun\\_ja\\_Lapin\\_maakuntien\\_asukkaiden\\_nakemykset\\_kaivannaistoiminnan\\_hyvaksyttavyydesta](https://www.researchgate.net/publication/267116565_SOSIAALISEN_TOIMILUVAN_EHDOT_JA_RAJAT_Uudenmaan_Pohjois-Karjalan_Kainuun_ja_Lapin_maakuntien_asukkaiden_nakemykset_kaivannaistoiminnan_hyvaksyttavyydesta)

Kaiva.fi 2014. Tuotantoprosessit. Viitattu 9.4.2018 <https://kaiva.fi/koulutus-ja-tyo/tyoelama-ja-ammattit/tuotantoprosessit/>

Kaiva.fi 2018. Lainsäädäntö- ja lupa-asiat. Kaivostoiminta. Viitattu 26.3.2018 <https://kaiva.fi/kaivannaisala/lainsaadanto/kaivostoiminta/>

Kaivoslaki 10.6.2011/621.

Kaivosvastuu 2018. Anglo American Exploration Finland, AA Sakatti Mining Oy. Viitattu 11.5.2018 <https://www.kaivosvastuu.fi/yrityskortti/anglo-american-exploration-finland-aa-sakatti-mining-oy/>

Karinen, J. 2018. Lapin AMK. Erityisasiantuntija. Haastattelu. 11.4.2018.

Kujala, J. 2018. Boliden Kevitsa Mining Oy. Suunnittelu- ja kunnossapitopäällikkö. Kevitsan investointien esittely. Kaivosinvestointi info 16.3.2018.

Minings Facts. What is artisanal mining?. Viitattu 18.2.2018 <http://www.mining-facts.org/communities/what-is-artisanal-and-small-scale-mining/>

Oulun yliopisto 2014. Minipilot. Viitattu 30.4.2018 [http://www.oulu.fi/katk/vuorialan\\_innovaatioymparisto](http://www.oulu.fi/katk/vuorialan_innovaatioymparisto)

Outotec 2018. Outotec Cplant Flotation. Viitattu 30.4.2018 <http://www.outotec.com/cplant-flotation>

Paalumäki, T., Lappalainen, P. & Hakapää, A. Kaivos- ja louhintatekniikka. 3. uudistettu painos. Tampere: Juvenes Print Oy.

Pakarinen, J. 2018. Hannukainen Mining. Geologi. Haastattelu. 24.5.2018.

Peronius, A. 2018. Lapin kullankaivajaliitto. Toiminnanjohtaja. Haastattelu. 11.4.2018.

Salmi, J. 2018. Outokumpu Chrome Oy. Kaivoksenjohtaja. Kemin kaivoksen esitely. Kaivosinvestointi-info 16.3.2018.

Sma Mineral AB 2018. Kalkkimaa. Viitattu 16.3.2018 <http://smamineral.se/fi/facility/kalkkimaa-kalkverk/>

Tilastokeskus 2018. Käsitteet. Viitattu 18.2.2018 [https://www.stat.fi/meta/kas/pienet\\_ja\\_keski.html](https://www.stat.fi/meta/kas/pienet_ja_keski.html)

Tukes 2018a. Kaivosturvallisuussäädökset-opas. Viitattu 24.3.2018 [http://www.tukes.fi/Tiedostot/kaivokset/kaivosturvallisuussaadokset\\_opas.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/kaivokset/kaivosturvallisuussaadokset_opas.pdf)

Tukes 2018b. Kullanhuuhdonta, malminetsintä ja kaivokset. Viitattu 20.2.2018 <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kaivokset/>

Virtuaaliammattikorkeakoulu 2017. Monimuotoinen/toiminnallinen opinnäytetyö. Viitattu 19.2.2018 <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030906/1113558655385/1154602577913/1154670359399/1154756862024.html>

Ympäristöhallinto 2018. Sakatin monimetalliesiintymän kaivoshanke, Sodankylä. Viitattu 7.3.2018 <http://www.ymparisto.fi/sakatinkaivosYVA>

## LIITTEET

- Liite 1. Tukes, lupamaksut
- Liite 2. Lapin Amk, hinnasto 1
- Liite 3. Lapin Amk, hinnasto 2
- Liite 4. Teoreettinen laskelma Saattoporan kaivoksen avaamiseen tarvittavista resursseista



## Liite 1. Tukes, lupamaksut

KAIVOKSET	Perusmaksu, €	Lisämaksu, €/tunti
<b>Varauspäätökset</b>		
Varauspäätös, pinta-ala < 100 km <sup>2</sup>	1 200	95
Varauspäätös, pinta-ala ≥ 100 km <sup>2</sup>	2 200	95
Varauspäätöksen raukeaminen	300	
<b>Malmietsintä</b>		
<b>Malmietsintälupa</b>		
Malmietsintälupa, < 1000 ha	3 000	95
Malmietsintälupa, 1001-2000 ha	6 000	95
Malmietsintälupa, 2001-4000 ha	8 000	95
Malmietsintälupa, > 4000 ha	10 000	95
Malmietsintäluvan voimassaolon jatkaminen	3 000	95
Malmietsintäluvan raukeaminen	1 500	
Malmietsintäluvan muuttaminen		
Pieni muutos	750	
Oleellinen muutos	2 000	
Päätöksen täytäntöönpanoa muutoksenhausta huolimatta koskeva päätös (erillinen päätös)	1 000	95
<b>Kullanhuudonta</b>		
Kullanhuudontalupa	700	
Kullanhuudontaluvan voimassaolon jatkaminen	350	
Kullanhuudontaluvan muuttaminen	300	
Kullanhuudontaluvan raukeaminen	300	
<b>Kaivostoiminta</b>		
Kaivoslupe	6 000	95
Kaivosluvan määräysten tarkistaminen	3 000	95
Kaivosluvan määräysten tarkistaminen, kultanhuudonta	300	95
Kaivosluvan voimassaolon jatkaminen	3 000	95
Kaivostoiminnan lopettaminen	6 000	95
Kaivostoiminnan lopettaminen, kultanhuudonta	300	95
Metallimalmin louhintakorvauksen vahvistaminen	1 000	95
Muun kaivosmineraalin kuin metallimalmin louhintakorvauksen vahvistaminen tai tarkistaminen	1 000	95
Päätöksen täytäntöönpanoa muutoksenhausta huolimatta koskeva päätös (erillinen päätös)	1 000	95
Vakuuden esittäminen sekä yksityisten ja yleisten etujen kannalta tarpeellisten määräysten antaminen kaivospiirille	475	95
<b>Luvan siirto tai panttaus, muut päätökset</b>		
Luvan siirto (pl. kultanhuudonta)	1 500	95
Kullanhuudontaluvan siirto tai kaivospiirin siirto, jossa harjoitetaan pelkästään kultanhuudontaa	495	95
Luvan/lupien panttaus	300	95
Rikkomuksen tai laiminlyönnin oikaiseminen (hallintopakko)	300	95
Muu päätös	495	95

## Liite 2 1(2)

Arctic Steel and Mining HINNASTO 2018  
Lapland University of Applied Sciences 19.1.2018

Tietokatu 1 Etappitie 4  
96400 Kemi & 95400 TORNIO  
FINLAND FINLAND

<b>ARKISTOINTITIEDOT</b>
--------------------------

Tarkastanut ja hyväksynyt: RTo 19.01.2018  
Voimassa: toistaiseksi

ID	Selite	yksikkö	yksikköhinta
<b>1</b>	<b>Iskukoe</b> <b>SFS-EN ISO 148-1:2011, SFS-EN ISO 9016:2012 mukaan</b>		
1.1	Iskuvasara - 300 J Vasara - näytepaksuus 3mm<5mm (3 kpl erä) - näytepaksuus 5.0mm, 7.5mm, 10.0mm (3 kpl erä)	1 h	133.00€  42.00€ 35.00€
1.2	Iskukokeista, jotka tehdään muussa kuin huoneenlämpötilassa sovitaan erikseen.		
1.3	Tarvittava jäähdystystyyppi laskutetaan erikseen		
<b>2</b>	<b>Vetokoe, 250 kN ja 50 kN voima-anturit</b> <b>SFS-EN ISO 6892 -1:2009 ja SFS-EN ISO 4136:2012 mukaan</b>		
2.1	Vetokoe	1 kpl	53.00€
2.2	Olosuhdekammion käyttö sovitaan erikseen.		
2.3	Tarvittava jäähdystystyyppi laskutetaan erikseen		
<b>3</b>	<b>Kovuuskoe (HBW, HV, HRC)</b> <b>SFS-EN ISO 6506-1, SFS-EN ISO 6507-1 ja SFS-EN ISO 6508-1, SFS-EN ISO 9015-1_2011 mukaan</b>		
3.1	Kovuuskoe 1 mittasarja (max. 9 painumaa)	1 kpl	85.00€
<b>4</b>	<b>Metallografiset tutkimukset ja niihin liittyvät kokeet</b>		
4.1	hitsiliitoksen tai vastaavan makrorakennetutkimus (sis. kolme kuvaa)	1 kpl	130.00€
4.2	valomikroskooppitutkimus	1 h	50.00€
4.3	XRF tutkimus	1 h (minimi)	14.00€
4.4	FE-SEM tutkimus	1 h	140.00€
4.5	EDS tutkimus	1 h	55.00€

Lapland University of Applied Sciences, Tietokatu 1, FIN-94600 KEMI, FINLAND  
web: [www.lapinamk.fi](http://www.lapinamk.fi), email: [firstname.surname@lapinamk.fi](mailto:firstname.surname@lapinamk.fi)

## Liite 2 2(2)

<b>5</b>	<b>Olosuhdetestaus, SFS-EN ISO 9227 mukaan</b>		
5.1	Suolasumutestaus	1 h	18.00€
5.2	Ohjelmoinnista, tarkastuksista ja näyttekuvauksesta sovitaan erikseen		
<b>6</b>	<b>Optiset mittaukset</b>		
6.1	GOM Argus / Aramis	1 h	35.00€
6.2	GOM Atos / Tritop	1 h	48.00€
<b>7</b>	<b>Muovattavuustutkimukset SFS-EN ISO 20482 (Erichsen koe), SFS-EN ISO 12004-2 (FLC), ISO 16630 (KWI – testi), ISO 10113 (r – arvot)</b>		
7.1	Hydraulinen pullistin	1 h	80.00€
7.2	Hydromuovaus	1 h	erillisellä tarjouksella
7.3	Särmäys	1 h	erillisellä tarjouksella
<b>8</b>	<b>Mineralogian palvelut</b>		
8.1	Pintahie	1 kpl	
	• D 25-30mm		60.00€
	• D > 30mm		erillisellä tarjouksella
8.2	Viipalehie	1 kpl	
	• D 25-30mm		90.00€
	• D > 30mm		erillisellä tarjouksella
8.3	Ohuthie	1 kpl	90.00€
8.4	Muut työt	1h	65.00€
<b>9</b>	<b>Teknologiapalvelut</b>		
9.1	Mekaaninen leikkaus	1 h	33.00€
9.2	Hitsauskokeet (mekanisoiu, sis. suojakaasun)	1 h	48.00€
9.3	Lämpökäsittely (enintään 1150C)	1 h	35.00€
9.4	Laserleikkaus	1 h	100.00€
<b>10</b>	<b>Tuntiveloitukset</b>		
10.1	erityisasiantuntija (esim. metallurgi)	1 h	110.00€
10.2	projektipäällikkö	1 h	90.00€
10.3	projekti-insinööri	1 h	65.00€
10.4	laboratorioteknikko	1 h	45.00€

Kaikki hinnat ovat arvonlisäverottomia (alv-0%).  
Rauno Toppila

